

CENTRO PAULA SOUZA

GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO

**Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil**

CLAUDIO AFONSO MEIRA

**UTILIZAÇÃO DE GEOSSINTÉTICOS COMO ELEMENTOS
DRENANTES EM CAMPOS DE FUTEBOL**

**Americana, SP
2014**

**Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil**

CLAUDIO AFONSO MEIRA

**UTILIZAÇÃO DE GEOSSINTÉTICOS COMO ELEMENTOS
DRENANTES EM CAMPOS DE FUTEBOL**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Tecnologia de Americana como parte
das exigências do curso de Produção
Têxtil para obtenção do título de
Tecnólogo Têxtil.**

**Orientador: Me. Alex Paulo Siqueira
Silva**

MEIRA, Claudio Afonso
Utilização de geossintéticos como elementos drenantes em campos de futebol. / Cláudio Afonso Meira. – Americana: 2014.

f.

Monografia (Graduação em Tecnologia Têxtil). - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Orientador: Prof.Me. Alex Paulo Siqueira Silva

1. Tecnologia Têxtil. Silva, Alex Paulo Siqueira II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana.

M451u

CDU: 677

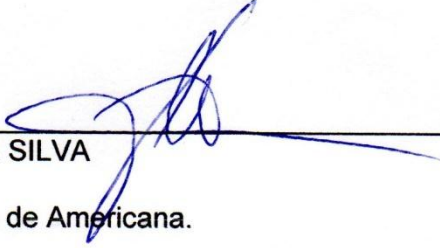
CLAUDIO AFONSO MEIRA

Utilização de Geossintéticos como Elementos drenantes em Campos de Futebol

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo no Curso de Produção Têxtil da Faculdade de Tecnologia de Americana.

Americana, 03 de Dezembro de 2014

Banca Examinadora:

ORIENTADOR: 
ALEX PAULO SIQUEIRA SILVA
Mestre e Docente
Faculdade de Tecnologia de Americana.

PROFESSOR DA DISCIPLINA: 
JOSÉ FORNAZIER C. SAMPAIO
Mestre e Docente
Faculdade de Tecnologia de Americana.

PROFESSOR CONVIDADO: 
DAIVES ARAKEM BERGAMASCO
Especialista e Docente
Faculdade de Tecnologia de Americana.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, razão de minha existência, por me proporcionar sabedoria, responsabilidade e coragem para enfrentar desafios.

A minha mãe, Ercília, que sempre me ofereceu carinho, amor e atenção, sendo pai e mãe em todos os momentos da minha vida.

A minha esposa, Cristina, que sempre me apoiou e me incentivou em todas as etapas decisivas.

Aos meus filhos, Ágatha, Heitor e Arthur que compreenderam o meu propósito profissional e pessoal e sempre me concederam força e motivação para seguir adiante.

Ao meu orientador Professor Alex Paulo, pela dedicação, tolerância e incentivo que muito contribuíram a prosseguir sem medo.

Aos colegas da Fatec Americana, pelas reuniões, trabalhos extra-classes, bate-papos, enfim, pela convivência, troca de experiências e principalmente a amizade durante todo o curso.

RESUMO

Os Geossintéticos têm sido empregados extensivamente no exterior e em nosso país, passaram, definitivamente, a integrar o elenco de materiais de construção utilizados em todas as particularidades de obras de engenharia civil.

Entre as variadas aplicações com geossintéticos, destaca-se a função de drenagem que tem por finalidade proporcionar transmissão de fluídos ao longo do plano.

A vantagem da aplicação do geossintético em sistemas drenantes deve-se ao fator de escassez de materiais granulares naturais, aumento do custo de mão de obra e a necessidade de reduzir cronogramas construtivos.

O presente trabalho evidencia um conceito do universo dos geossintéticos em geral, história e desenvolvimento, principais funções, classificação, principais propriedades, matérias primas utilizadas, etc.

Esse estudo também esclarece que os produtos Geossintéticos específicos utilizados em drenagens em campos de futebol têm composição têxtil, ou seja, são compostos de fibras ou filamentos têxteis em sua grande porcentagem em sua manufatura ou beneficiamento.

O método utilizado para exibição desse trabalho foi um levantamento gerado por meio de um manual específico, websites do gênero e sites de Empresas credenciadas no âmbito nacional e internacional.

Palavras-chave: Drenagem, Geossintéticos; Futebol, Vazão, Têxtil.

ABSTRACT

The Geosynthetics have been used extensively abroad and in our country, they have definitely joined the group of building materials used in all the particularities of civil engineering works.

Among the various applications of Geosynthetics, we have to highlight the drainage function that aims to provide transmission fluid along the plane.

The advantage of the application of Geosynthetics in drainage systems is due to the scarcity of natural granular materials, the increased cost of labor and the need to reduce construction schedules.

This paper presents a concept of the universe of Geosynthetics in general, history and development, main functions, classification, main properties, raw materials used, etc.

This study also clarifies that the specific Geosynthetics products used in drainages in football field have textile composition, which means that they are composed of fibers or textiles filaments in their large percentage, in its manufacture or processing.

The method used to display this work was survey generated through a specific manual, websites related to the subject and, nationally and internationally accredited companies websites.

Keywords: Drainage, Geosynthetics; Soccer, Flow, Textile.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Geocélula	23
Figura 2 – Geocomposto para Drenagem	24
Figura 3 – Geocomposto para Reforço	24
Figura 4 – Geoespaçador	25
Figura 5 – Geogrelha	26
Figura 6 – Geomanta	26
Figura 7 – Geomembrana	27
Figura 8 – Georrede	27
Figura 9 – Geotêxtil Nãotecido Agulhado	28
Figura 10 – Geotêxtil Nãotecido Termoligado	28
Figura 11 – Geotêxtil Tecido	29
Figura 12 – Geotêxtil Tricotado	29
Figura 13 – Geotubo	30
Figura 14 – Campo com Problema de Encharcamento do Gramado	40
Figura 15 – Campo com Problema de Encharcamento do Gramado	41
Figura 16 – Sistema “espinha de peixe” em Gramado – Linhas Paralelas	42
Figura 17 – Sistema “espinha de peixe” em Gramado – Sistema Duplo	43
Figura 18 – Sistema “espinha de peixe” em Gramado – Modo Tradicional	43
Figura 19 – Campo sem “caimentos” Necessários e com Água de Chuva não Removida	46
Figura 20 – Campo sem “caimentos” Necessários e com Água de Chuva não Removida	47
Figura 21 – Sistema Drenante sobre Laje, em um Campo Poliesportivo. O Geocomposto atua como Colchão Drenante, acoplado a uma malha de Drenos Verticais, construídos com geotêxtil Nãotecido, Espesso, Enrolado em Forma de “rocambolé”	48

Figura 22 – Sistema Drenante Subsuperficial em Campo Esportivo sobre Solo. O Geocomposto Drenante (GCD) Atua como Colchão Drenante, Acoplado a Geotubos Condutores	49
Figura 23 – Sistema de Drenagem Subsuperficial	50
Figura 24 – Os Sistemas em Ação	51
Figura 25 – Sistema de Resfriamento com Água e Sistema de Drenagem a Vácuo	53
Figura 26 – O Caminho da Drenagem a Vácuo	54
Figura 27 – Sistema de Drenagem a Vácuo no Beira-Rio (RS)	55
Figura 28 – Exemplos de Colchões Drenantes Utilizando Agregados Naturais ou Geocompostos Drenantes	56
Figura 29 – Colchão Drenante em Gramado	57
Figura 30 – Colocação da Manta Geotêxtil	59
Figura 31 – Enchimento com Brita e Instalação do Tubo Dreno	60
Figura 32 – Fechamento da Manta Geotêxtil	60
Figura 33 – Nivelamento A Laser em Campo de Futebol	63
Figura 34 – Geocomposto Drenante	66
Figura 35 – Instalação do Geocomposto Drenante	68
Figura 36 – Instalação da Manta Geotêxtil	74
Figura 37 – Geotêxtil Nãotecido Poliéster	76
Figura 38 – Geotêxtil Nãotecido Polipropileno	76
Figura 39 – Esquema do Processo de Fabricação de Nãotecidos Entrelaçados Mecanicamente por Agulhagem	78
Figura 40 – Separação e Filtração em Sistema de Drenagem no Gramado da Arena Fonte Nova (Salvador-Ba)	81
Figura 41 – Geotubo Corrugado de PEAD	83
Figura 42 – Instalação do Geotubo Perfurado em Trincheira Drenante	85
Figura 43 – Aplicação Do Topsoil	91
Figura 44 – Início da Marcação com Estacas no Campo Antes do Topsoil	92
Figura 45 – Grama Bermuda (Cynodon Dactylon)	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais Polímeros Utilizados na Fabricação dos Geossintéticos	30
Tabela 2 – Características Físicas Mais Importantes dos Principais Polímeros Utilizados na Fabricação dos Geossintéticos	31
Tabela 3 – Características Mecânicas mais Importantes dos Principais Polímeros Utilizados na Fabricação dos Geossintéticos	31
Tabela 4 – Resistência Química dos Principais Polímeros Utilizados na Fabricação dos Geossintéticos	32
Tabela 5 – Matérias-Primas mais Utilizadas na Fabricação de Geossintéticos	35
Tabela 6 – Capacidade de Vazão dos Geocompostos disponíveis	70
Tabela 7 - Valores preliminares recomendados para os fatores de redução para $q_{p,i}$ em geocompostos que utilizam georredes.....	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	16
1.1.1	OBJETIVO GERAL	16
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2	CONCEITO E HISTÓRICO DOS GEOSSINTÉTICOS	17
3	PRINCIPAIS FUNÇÕES DOS GEOSSINTÉTICOS	22
3.1	TIPOS E CLASSIFICAÇÃO DOS GEOSSINTÉTICOS	23
3.2	PROPRIEDADES DOS GEOSSINTÉTICOS	30
3.2.1	PROPRIEDADES FÍSICAS	33
3.2.2	PROPRIEDADES MECÂNICAS	33
3.2.3	PROPRIEDADES HIDRÁULICAS	33
3.2.4	PROPRIEDADES DE DURABILIDADE	34
4	FIBRAS TÊXTEIS UTILIZADAS EM GEOSSINTÉTICOS	35
5	PERMEABILIDADE DO SOLO	37
6	CONCEITO E HISTÓRICO DE DRENAGEM	38
6.1	TIPOS DE DRENAGEM EM CAMPOS DE FUTEBOL	42
6.1.1	DRENAGEM SUPERFICIAL	45
6.1.2	DRENAGEM SUBSUPERFICIAL	47
6.1.3	DRENAGEM A VÁCUO	51
7	COLCHÃO DRENANTE	56
7.1	TRINCHEIRA DRENANTE	58
8	NIVELAMENTO A LASER	62
9	GEOSSINTÉTICOS UTILIZADOS E SUAS PROPRIEDADES	64

9.1	INSTALAÇÃO DO GEOCOMPOSTO DRENANTE	66
9.1.1	INSTALAÇÃO DA MANTA GEOTÊXTIL NÃO TECIDA.	72
9.1.2	INSTALAÇÃO DO GEOTUBO CORRUGADO	82
9.2	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DRENANTE	88
9.3	CAIXAS DE INSPEÇÃO E CONEXÕES	89
10	CAMADA DRENANTE	90
10.1	COMPACTAÇÃO	92
10.2	PREPARO DO SOLO	92
11	HISTÓRIA DA GRAMA NO BRASIL	94
11.1	COMERCIALIZAÇÃO DAS GRAMAS	95
11.1.1	GRAMA BERMUDAS	96
11.1.2	TRATAMENTO DA GRAMA	98
11.1.3	FORMA DE PLANTIO	101
11.1.4	TRATOS CULTURAIS PÓS-PLANTIO	101
11.1.5	IRRIGAÇÃO DO GRAMADO	101
11.1.6	MÃO DE OBRA, MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	103
11.1.7	SUPERVISÃO TÉCNICA	103
12	CONSIDERAÇÕES	104
13	CONCLUSÃO	105
14	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
15	ANEXO	112

ANEXO

Tabela 8 - Comparativo de custo entre o sistema de drenagem com o Geocomposto Drenante e o Sistema de Drenagem Convencional	112
Testes e Normas	114

1.INTRODUÇÃO

Após 64 anos, o povo brasileiro esperou ansiosamente o aguardo de outra Copa do Mundo no Brasil, somos a seleção com mais títulos mundiais, além de sermos o “país do futebol”. (FERRETTI, 2013).

Infelizmente, de acordo com as notícias recentes, os estádios brasileiros se atrasaram para a “Grande Festa Futebolística”, esses estádios necessitam de reparos constantes e investimentos modernizados. (BOL NOTÍCIAS, 2014).

Conforme Ferretti (2013), o gramado de um estádio é o item principal, pois sem “ele pronto” não há jogo, não há espetáculo, não há nada.

O principal problema são os encharcamentos e as poças de água que se “acomodam” no gramado devido às chuvas, uma vez que o nosso país é um “País Tropical” de climas variados e precipitações pluviométricas inesperadas, impedindo assim a jogabilidade. Um jogo oficial não pode ser adiado ou cancelado, para isso é necessário que todo campo oficial de um time profissional tenha sistemas de drenagens eficientes capazes de solucionar totalmente ou minimizar os estragos da chuva em um gramado. Além de destruir as propriedades da grama, há o risco de contusões dos atletas e/ou até do árbitro da partida devido à “escorregões”, sem contar que não há aderência da bola em relação ao gramado, deixando o jogador mais cansado. (FERRETTI, 2013).

Outra grande adversidade são quando estes gramados são alugados para shows musicais (nacionais e internacionais), eventos religiosos, ocorrendo aí o “pisoteamento nas gramas” das pessoas que freqüentam o local. (ANDRADE, 2013).

Existe atualmente os métodos convencionais em drenagens que são drenagem superficial e a drenagem subsuperficial, além da mais moderna e exigida pela FIFA (Federation Internationale Football Association), drenagem a vácuo. Nesses três métodos são utilizados produtos geossintéticos específicos que são, antes de aplicados, testados em laboratórios a partir de ensaios de caracterização

e ensaios de comportamento. O primeiro tem por finalidade determinar as características do produto, controlar a qualidade de sua fabricação, permitir comparações relativas entre produtos e constar em catálogos. Já os ensaios de comportamento, denominados também de ensaios de desempenho, estes permitem considerar as solicitações impostas pela obra, tais como: as condições de instalação, modo, tempo e intensidade das solicitações.

Geralmente são empregados para determinar características ou especificações utilizadas em projetos onde os geossintéticos se interagem com outros materiais.

Acreditando na potencialidade dos geossintéticos aplicados em campos de futebol associados ou não a outros produtos naturais, alguns engenheiros apostam no sucesso da Copa do Mundo de 2014 e posteriormente nos Campeonatos Regionais, Estaduais e o “Brasileirão” em todas as séries disputadas em relação à solução dos problemas gerados pela chuva nos gramados, isto é, minimização de poças d’água e encharcamentos ou até mesmo a sua total eliminação. (ANDRADE, 2013).

1.1 JUSTIFICATIVA

É importante estudar os geossintéticos para exploração de novas tecnologias, alcançar novos segmentos e para que estes materiais se tornem um produto popular e de grande aceitação aos engenheiros, lojas de materiais de construção, lojas de atacado, etc.. A possibilidade de utilizar produtos manufaturados como parte da solução de um problema de engenharia traz inúmeras vantagens, como rapidez de execução, controle de qualidade e redução de custo. Atualmente, os geossintéticos competem tecnicamente com os materiais naturais, tais como: areia, brita, cascalho e saibro, apresentando propriedades de engenharia e durabilidade equivalentes.

A crescente escassez de agregados naturais, especialmente em determinadas regiões faz dos geossintéticos, cada dia mais, uma opção capaz de satisfazer a todos os requisitos de projeto, de execução e de proteção ambiental.

Estes materiais se apresentam como uma solução econômica e versátil, adaptando-se a quaisquer métodos executivos que a obra venha a empregar.

As boas características de propriedades físicas, mecânicas e hidráulicas, o alto poder de transmissividade e a facilidade de instalação são algumas das razões que justificam o crescente uso de geossintéticos em obras de drenagem.

O estudo visa demonstrar as soluções para o problema de encharcamento nos campos de futebol devido às chuvas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar os tipos de drenagens existentes em campos de futebol e os materiais geossintéticos aplicados neste segmento.

1.2.2 Objetivos Específicos

Conhecer o universo dos geossintéticos, sua origem e o seu desenvolvimento.

Denotar os tipos de drenagens existentes em campos de futebol.

Identificar as principais características e o comportamento dos produtos geossintéticos aplicados em campos de futebol com função de elemento drenante.

Evidenciar a estrutura têxtil nos geossintéticos específicos utilizados em drenagens em campos de futebol.

2. CONCEITO E HISTÓRICO DOS GEOSSINTÉTICOS

O prefixo “Geo” vem sendo acrescentado aos nomes de alguns produtos utilizados na engenharia geotécnica para designar um material em que um dos seus componentes é um polímero sintético ou natural. Podem ser aplicados em forma de tela, tira ou estrutura tridimensional (ABNT NBR 12553, 2003).

Conforme NBR 12553/03 destaca-se a seguinte terminologia aplicada a geossintéticos: produto polimérico (sintético ou natural) industrializado, desenvolvido para aplicação em obras geotécnicas, desempenhando uma ou mais funções, entre as quais destacam-se: reforço, filtração, drenagem, separação, impermeabilização e controle de erosão artificial.

De acordo com Aguiar e Vertematti (2004), o termo geossintético é usado para descrever uma família de produtos sintéticos utilizados para resolver problemas em geotecnia e a natureza sintética desses produtos os tornam próprios para uso em obras de terra onde um alto nível de durabilidade é exigido, sendo que, esses produtos são constituídos por uma grande variedade de materiais e formas, cada um adequado a um determinado uso ou necessidade.

Segundo o Comitê Técnico Geotêxtil (2001), a utilização de materiais para melhorar a qualidade dos solos é prática comum desde 3000 a.C. Estivas de junco, solos misturado com palha, bambus, etc., em geral materiais vegetais constituídos de fibras resistentes, foram empregados nos Ziggurats da Mesopotâmia, na Grande Muralha da China e em várias obras do Império Romano.

Para Aguiar e Vertematti (2004) a “Era dos Geossintéticos” iniciou-se após a Segunda Guerra, com o desenvolvimento da Indústria Petroquímica e a conseqüente disseminação dos produtos plásticos.

Entretanto, o emprego de materiais sintéticos produzidos pela indústria têxtil somente ocorreu com o desenvolvimento dos seguintes polímeros: PVC, em 1913, produzido comercialmente em 1914; Poliamida, em 1930, produzido comercialmente em 1940; Poliéster, em 1930, produzido comercialmente em 1949; Polietileno, em 1949 (baixa resistência), 1954 (alta resistência); Polipropileno, em 1954, produzido comercialmente no final dos anos 1950. (COMITÊ TÉCNICO GEOTÊXTIL, 2001)

Um grande passo no desenvolvimento dos materiais geossintéticos foi a fabricação de geotêxteis não tecidos de filamentos contínuos na metade dos anos 1960, na França, na Inglaterra e nos Estados Unidos. Também data dessa época o desenvolvimento, pelas indústrias de embalagens inglesas, a tecnologia de fabricação de malhas sintéticas, ou georredes. Nos dias atuais, já existem outros polímeros que estão sendo desenvolvidos e incorporados à fabricação de geossintéticos, com propriedades diferenciadas dos demais, procurando atender à necessidades específicas da engenharia moderna. (AGUIAR E VERTEMATTI, 2004).

Quanto aos principais desenvolvimentos e aplicações dos geossintéticos ocorridos no mundo e particularmente no Brasil, os autores acreditam que na década de 1950 surgiram as primeiras aplicações de geotêxteis tecidos como elemento de filtro para proteção antierosiva em obras hidráulicas, foram utilizados nos Estados Unidos, tecidos para o controle de erosões marítimas na Flórida e posteriormente na antiga Alemanha Ocidental e no Japão.

Conforme o Comitê Técnico Geotêxtil (2001), nos Estados Unidos na década de 1960, ocorreu a primeira aplicação de geotêxtil não tecido de fibras em recapeamento asfáltico. Em 1967, no Japão, georredes foram utilizadas em obras de reforço de aterros sobre solos moles, provocando o desenvolvimento das geogrelhas, no ano seguinte em 1968, ocorreram as primeiras aplicações de geotêxteis não tecidos como elemento separador e de reforço entre materiais com características físicas e mecânicas diferentes, principalmente em obras viárias e controle de erosão, na Europa. Já na década de 1970, ocorreram inúmeras aplicações

de geotêxteis, tais como aterros rodoviários sobre solos de baixa capacidade de suporte, muros em solo reforçado, filtros de drenos e barragens, associações entre geotêxteis e geomembranas, geotêxteis espessos como elementos drenantes de túneis. Também nessa década foram iniciadas as construções de grandes barragens (aproximadamente 80 metros de altura) tendo geotêxtil no sistema drenante/filtrante, como é o caso da FRAUENAU DAM, na Alemanha Ocidental e da HANS STRIDJON DAM, na África do Sul.

Em 1971, iniciou-se a “Era dos Geossintéticos” no Brasil com as primeiras aplicações de geotêxteis em obras rodoviárias (reforço de aterros sobre solos de baixa capacidade portante), como é o caso da BR-101, em Angra dos Reis (RJ) e na Rodovia Transamazônica, o primeiro geossintético fabricado no Brasil foi um Geotêxtil Não-tecido de filamentos contínuos, cuja produção comercial começou em 1973 e nessa década, uma das suas principais aplicações foi na drenagem da Rodovia dos Bandeirantes, no Estado de São Paulo, ligando a Capital a Campinas, o que consumiu mais de 500.000m², em 1977 realizou-se na França a International Conference on the use of Fabrics in Geotechnics, ocasião em que o professor Jean Pierre Giroud propôs a utilização dos termos “Geotêxtil” e “Geomembrana” (COMITÊ TÉCNICO GEOTÊXTEL, 2001)

De acordo com Aguiar e Vertematti (2004), surgem vários métodos de dimensionamento, é criada a International Geosynthetic Society, denominada IGS na década de 1980 e acontecem os seguintes eventos Internacionais: II International Conference on Geotextiles (Las Vegas, 1982), III International Conference on Geotextiles (Viena, 1986); e são formados os seguintes Comitês de Geossintéticos: American Society for Testing and Materials, denominado ASTM; Comitê Europeu de Normalização, denominado CEN; Geosynthetic Research Institute, denominado GRI; International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering, denominado ISSMFE e a International Standardization Organization, mais conhecida por ISO. No Brasil, tem início a fabricação dos geotêxteis tecidos, sendo uma das primeiras obras significativas o reforço de aterros sobre solos de baixa capacidade de suporte no Conjunto Residencial Tancredo Neves, do Departamento Nacional de Obras e Saneamento, no Rio de Janeiro, em 1981, e ainda nessa década começa em nosso país a comercialização dos geotêxteis não-tecidos

cardados, assim como a produção das georredes e, em 1982, ocorre a primeira aplicação de geomembrana nacional de PVC, na Alcoa Alumínio S/A, no Maranhão, com a instalação de mais de 500.000m² em lagoas de rejeito de bauxita. É criada também a Comissão de Estudos de Geossintéticos, pelo Comitê Brasileiro de Construção Civil – CB – 02 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, a ABNT, além, da formação da Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos, a ABINT.

Os autores acreditam que no decorrer da década de 1990, o impulso gerado pelos estudos teóricos apresentados, de casos históricos e novas aplicações, desencadeou o surgimento de uma grande multiplicidade de produtos e usos que, ao se combinarem, resultaram na geração de inúmeras novas utilizações importantes e o bom desenvolvimento dos geossintéticos no Brasil no anos 1990 e início deste século tem se refletido na atividade acadêmica que vem evoluindo sensivelmente pois hoje há disciplinas específicas destinadas aos geossintéticos em diversas escolas de engenharia. Com relação ao número de trabalhos técnicos apresentados em Congressos, Simpósios e Seminários, há uma crescente participação de brasileiros, tanto em eventos do exterior como naqueles realizados em nosso país.

Podemos dizer, portanto, que os geossintéticos são muito abrangentes, nos dão possibilidade de termos projetos mais simples, econômicos, de fácil execução e com alta qualidade final e notarmos que o Brasil possui uma quantidade significativa de empresas que trabalham com geossintéticos, sejam elas fabricantes, fornecedoras ou representantes, há também uma grande variedade, bem como uma boa demanda de produtos geossintéticos no mercado Internacional e principalmente em nosso país e quanto à perspectivas, uma gama fantástica de produtos similares e/ou correlatos vem sendo desenvolvida e tem ajudado a Engenharia Civil a se modernizar, no sentido de melhoria da qualidade, aumento da vida útil da obra, rapidez na execução da obra e custos reduzidos, além disso as expectativas para o mercado de geossintéticos no Brasil são ótimas, pois há profissionais qualificados que se destacam no cenário internacional e os fabricantes estão se conscientizando que

geossintéticos são produtos técnicos, devendo ser fabricados com qualidade e possuírem preço compatível com esta qualidade. (AGUIAR e VERTEMATTI, 2004).

Após explicação do conceito de geossintéticos e a sua história, o próximo capítulo descreve as variadas funções desses produtos, objetivando demonstrar a potencialidade dos mesmos em obras geotécnicas.

3. PRINCIPAIS FUNÇÕES DOS GEOSSINTÉTICOS

De acordo com Santos (2007), as funções principais que consagraram e ainda hoje marcam a eficiência deste tipo de material nas obras de engenharia são: a função separação, a função reforço de solo, a função filtração, a função drenagem e a função barreira líquida, quando uma ou ambas de suas faces estão impregnadas ou associadas à algum material impermeabilizante.

Na função separação, o geossintético é colocado entre duas camadas de materiais diferentes, de modo que a integridade e a funcionalidade de ambos permaneçam intactas, sem a permissão de uma mistura entre as mesmas, já na função reforço, o geossintético ajuda a complementar a resistência à tração de materiais com certa deficiência, como é o caso dos solos e outros materiais granulares com baixa resistência mecânica aos esforços de tração. (SANTOS, 2007).

Para Aguiar e Vertematti (2004), a função drenagem consiste na coleta e condução de um fluído pelo corpo de um geossintético, enquanto a função filtração é definida pela retenção de um solo ou de outras partículas, permitindo a livre passagem do fluído em movimento.

Conforme Santos (2007), a função barreira líquida está associada com um material impermeabilizante colocado em uma ou ambas as faces, sendo que nessa situação o geossintético pode desempenhar a função de uma geomembrana ou de um geocomposto, onde sua estrutura porosimétrica na face oposta àquela impregnada poderá transmitir líquidos à função de impermeabilização de modo associado.

Os geossintéticos podem exercer uma ou mais funções em uma obra de engenharia, através de fatores de segurança são dados as devidas prioridades às várias funções associadas a um geossintético e à uma determinada aplicação, porém ainda existem inúmeras funções à serem exploradas e que surgem à cada dia, as quais estão associadas à criatividade e executivos da área, todos empenhados em popularizar cada vez mais estes materiais. (SANTOS, 2007).

3.1 TIPOS E CLASSIFICAÇÃO DOS GEOSSINTÉTICOS

Novos geossintéticos são desenvolvidos diariamente e desse modo muitos deles ainda não foram definidos e classificados devidamente, a seguir são citados os mais populares com uma breve definição de cada um deles. (AGUIAR e VERTEMATTI, 2004)

GEOBARRA = Produto em forma de barra com função predominante de reforço.

GEOCÉLULA = Produto com estrutura tridimensional aberta, constituída de células interligadas, que confinam mecanicamente os materiais nela inseridos, com função predominante de reforço e controle de erosão.



FIGURA 1: Geocélula

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não tecidos e Tecidos Técnicos

GEOCOMPOSTO = Produto industrializado formado pela superposição ou associação de um o mais geossintéticos entre si ou com outros produtos, geralmente concebido para desempenhar uma função específica.

GEOCOMPOSTO ARGILOSO PARA BARREIRA IMPERMEABILIZANTE
= Estrutura formada pela associação de geossintéticos a um material argiloso de baixa condutividade, desenvolvida para a função de barreira impermeabilizante.

GEOCOMPOSTO PARA DRENAGEM = Produto desenvolvido para drenagem, composto geralmente de um geotêxtil atuando como elemento de filtro e de uma georrede ou um geoespaçador atuando como elemento drenante.

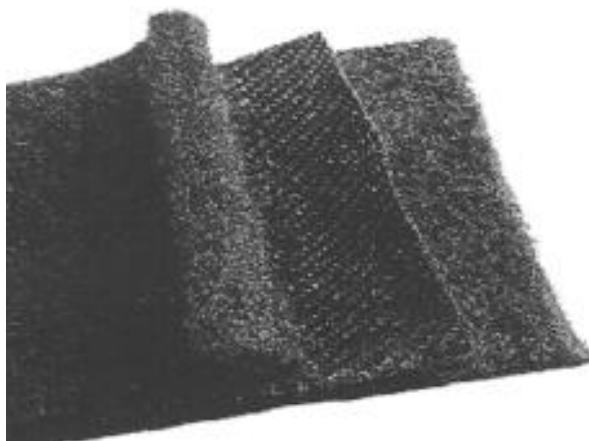


FIGURA 2: Geocomposto para Drenagem

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não tecidos e Tecidos Técnicos

GEOCOMPOSTO PARA REFORÇO = Estrutura formada pela associação de geossintéticos não similares, desenvolvida para reforço.



FIGURA 3: Geocomposto para Reforço

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não tecidos e Tecidos Técnicos

GEOESPAÇADOR = Produto com estrutura tridimensional constituída de forma a apresentar grande volume de vazios, utilizado como meio drenante e este produto pode apresentar como característica, face única (pata simples) ou duas faces (pata dupla).

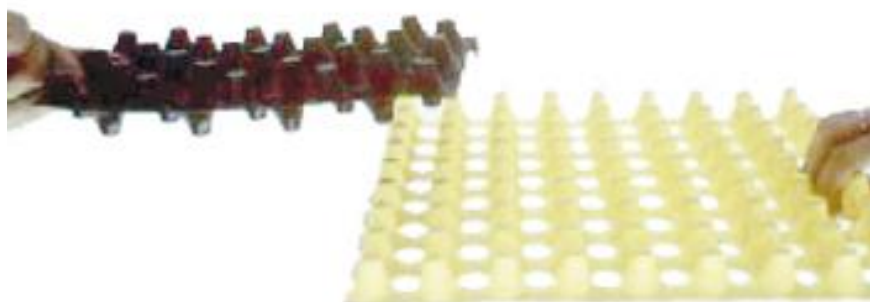


FIGURA 4: Geoespaçador

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos

GEOEXPANDIDO = Produto fabricado a partir de um polímero expandido formando uma estrutura tridimensional leve, com finalidade principal de aliviar o peso de uma estrutura geotécnica, como é o caso dos blocos de geoexpandido fabricados com EPS (Poliestireno Expandido) aplicados em substituição a aterros convencionais.

GEOFORMA = Estrutura realizada a partir de geossintéticos, com finalidade de conter materiais de modo permanente ou provisório, como é o caso das geoformas tipo colchão, preenchidas com argamassa para revestimento de canais.

GEOGRELHA = Produto com estrutura em forma de grelha com função predominante de reforço, cujas aberturas permitem a interação do meio em que estão confinadas, constituído por elementos resistentes à tração, sendo considerado unidirecional quando apresenta elevada resistência à tração apenas em uma direção e bidirecional quando demonstra resistência à tração elevada nas duas direções principais (ortogonais). Em função do processo de fabricação, as GEOGRELHAS podem ser extrudadas, soldadas ou tecidas e tem-se como exemplo a GEOGRELHA Flexível, utilizada para reforço de aterros/muros de contenção.



FIGURA 5: Geogrelha

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos

GEOMANTA = Produto com estrutura tridimensional permeável, usado para controle de erosão superficial do solo, conhecido também por “biomanta” no caso de ser biodegradável, é muito utilizada no controle de erosão superficial de taludes.



FIGURA 6: Geomanta

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos

GEOMEMBRANA = Produto bidimensional, de baixíssima permeabilidade, composto predominantemente por materiais termoplásticos, elastoméricos e asfálticos, utilizado para controle de fluxo e separação, nas condições de solicitação. A geomembrana polimérica flexível é muito eficaz em obras de impermeabilização.



FIGURA 7: Geomembrana

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não tecidos e Tecidos Técnicos

GEOMEMBRANA REFORÇADA = Geomembrana com armadura de reforço incorporada ao produto formando um conjunto monolítico.

GEOMEMBRANA TEXTURIZADA = Produto com acabamento superficial com função de aumentar as características de atrito de interface.

GEORREDE = Produto com estrutura em forma de grelha, com função predominante de drenagem. A georrede de pequena espessura é utilizada como núcleo constituinte de geocomposto drenante.



FIGURA 8: Georrede

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não tecidos e Tecidos Técnicos

GEOTÊXTIL = Produto têxtil bidimensional permeável, composto de fibras cortadas, filamentos contínuos monofilamentos, laminetes ou fios, formando estruturas tecidas, não tecidas ou tricotadas, cujas propriedades mecânicas e hidráulicas permitem desempenhar várias funções em uma obra geotécnica.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO = Produto composto por fibras cortadas ou filamentos contínuos, distribuídos aleatoriamente, os quais são interligados por processos mecânicos, térmicos ou químicos.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO AGULHADO = Fibras interligadas mecanicamente por processo de agulhagem.



FIGURA 9: Geotêxtil Não-tecido Agulhado

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não-tecidos e Tecidos Técnicos

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO TERMOLIGADO = Fibras interligadas por fusão parcial obtida por aquecimento.



FIGURA 10: Geotêxtil Nãotecido Termoligado

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos

GEOTÊXTIL NÃOTECIDO RESINADO = Fibras interligadas por meio de produtos químicos.

GEOTÊXTIL TECIDO = Produto obtido através do entrelaçamento de fios, monofilamentos ou laminetes (fitas) seguindo direções preferenciais denominadas “Trama” (sentido transversal) e “urdume” (sentido longitudinal).

**FIGURA 11: Geotêxtil Tecido**

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos

GEOTÊXTIL TRICOTADO = Produto obtido através do entrelaçamento de fios por tricotamento.

**FIGURA 12: Geotêxtil Tricotado**

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos

GEOTIRA = Produto em forma de tira com função predominante de reforço.

GEOTUBO = Produto de forma tubular com função drenante, como é o caso do geotubo corrugado, flexível, utilizado como elemento drenante, condutor, em vários tipos de dreno subterrâneo.



FIGURA 13: Geotubo

FONTE: SITE ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos

3.2 PROPRIEDADES DOS GEOSSINTÉTICOS

Conforme Bueno e Vilar (2004), as propriedades dos geossintéticos são determinadas a partir de ensaios de caracterização e ensaios de comportamento e, além disso, como todo material manufaturado, os geossintéticos devem obedecer a um rigoroso controle de qualidade de fabricação, de modo que o produto entregue na obra possua as características técnicas estabelecidas no projeto, além de quem o comportamento de um geossintético depende das matérias-primas que o compõem, dos polímeros básicos e aditivos, e do processo de fabricação.

Principais polímeros utilizados na fabricação dos geossintéticos		
Polímero	Sigla	Aplicações
Polietileno	PE	Geotêxteis, geomembranas, geogrelhas, geotubos, georredes e geocompostos
Polipropileno	PP	Geoexpandidos
Poliestireno expandido	EPS	Geotêxteis, geomembranas, geogrelhas e geocompostos
Polivinil clorado	PVC	Geomembranas, geotubos e geocompostos
Poliéster	PET	Geotêxteis e geogrelhas
Poliestireno	OS	Geocompostos e geoexpandidos
Poliamida	PA	Geotêxteis, geogrelhas e geocompostos

TABELA 1

Principais Polímeros Utilizados na Fabricação dos Geossintéticos

FONTE: Manual Brasileiro de Geossintéticos

Características físicas mais importantes dos principais polímeros utilizados na fabricação dos geossintéticos.						
Polímero	Peso molecular	Densidade	Tg	Tf	Cristalinidade	Características
PEAD	200.000	0,94 a 0,96	-100 a -125	130 a 135	< 95	Branco, opaco
PEBD	50.000	0,91 a 0,94	-20 a -30	109 a 125	< 60	Branco, translúcido a opaco
PP	80.000 a 500.000	0,90	4 a 12	165 a 175	60 a 70	Branco, opaco
PS	300.000	1,05 a 1,06	100	235	Muito baixa	Incolor, transparente
PVC	50.000 a 100.000	1,53 a 1,56	81	273	5 a 15	Incolor, transparente
PET	15.000 a 42.000	1,33 a 1,45	70 a 74	250 a 270	< 40	Branco, transparente a opaco
PA/6	10.000 a 30.000	1,12 a 1,14	50	215 a 220	< 60	Amarelado, translúcido
PA/66	10.000 a 20.000	1,13 a 1,15	50	250 a 260	< 60	Amarelado, translúcido

T_g= temperatura de transição vítrea; T_f= temperatura de fusão.

TABELA 2

Características Físicas mais Importantes dos Principais Polímeros Utilizados na Fabricação dos Geossintéticos

FONTE: Manual Brasileiro de Geossintéticos

Características mecânicas mais importantes dos principais polímeros utilizados na fabricação dos geossintéticos (Stevens, 1990)			
Polímero	Resistência à tração (MPa)	Elongação na ruptura (%)	Módulo de elasticidade em tração (GPa)
PEAD	8,3 a 31	100 a 650	0,2 a 0,3
PEBD	22 a 31	10 a 1.200	1,07 a 1,09
PP	31 a 41	100 a 600	1,17 a 1,72
PS	36 a 52	1,2 a 2,5	2,28 a 3,28

PVC	41 a 52	40 a 80	2,41 a 4,14
PET	48 a 72	50 a 300	2,76 a 4,14
PA/6	76 a 83	60 a 300	-

TABELA 3

Características Mecânicas mais Importantes dos Principais Polímeros Utilizados na Fabricação dos Geossintéticos

FONTE: Manual Brasileiro de Geossintéticos

Resistência química dos principais polímeros utilizados na fabricação dos geossintéticos (van Zanten, 1986)										
Polímero	PA (6 e 6,6)		PET		PP		PE		PVC(3)	
	C(1)	L(2)	C(1)	L(2)	C(1)	L(2)	C(1)	L(2)	C(1)	L(2)
Duração do carregamento										
Ácidos diluídos	+	O	++	+	++	++	++	++	+	O
Ácidos concentrados	o	-	O	-	++	+	++	+	O	-
Álcalis diluídos	++	+	++	O	++	++	++	++	++	+
Álcalis concentrados	O	-	O	-	++	++	++	++	+	O
Sais (Prine)	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Óleo (mineral)	++	++	++	++	+	O	+	O	+	O
Glicol	+	O	++	O	++	++	++	++	++	++
Microorganismos	++	+	++	++	++	++	++	++	+	O
Luz UV	+	O	+	O	O	-	O	-	+	-
Luz UV (estabilizada)	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+
Calor a seco (acima de 100°C)	++	+	++	++	++	+	++	O	+	O
Vapor d'água (acima de 100°C)	++	+	O	-	o	-	O	-	O	-
Absorção de umidade	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+
Detergentes	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Susceptibilidade à fluência	++	+	++	++	+	O	+	O	+	O

Grau de resistência: (-) não-resistente; (o) moderada; (+) aceitável; (++) boa. Essa avaliação da resistência é válida sob condições normais de temperaturas: (1), durante a execução; (2), durante o uso; (3), dependente do tipo de plastificante e umidade relativa elevada.

TABELA 4

Resistência Química dos Principais Polímeros Utilizados na Fabricação dos Geossintéticos

FONTE: Manual Brasileiro de Geossintéticos

A seguir, são apresentadas as principais propriedades dos geossintéticos, dividem-se em propriedades físicas, propriedades mecânicas, propriedades hidráulicas e propriedades de durabilidade.

3.2.1 PROPRIEDADES FÍSICAS

As propriedades físicas dos geossintéticos de maior relevância são: massa por unidade de área (g/m^2), espessura nominal, porosidade e porcentagem de área aberta. Essas propriedades físicas dependem mais da temperatura e umidade do que, por exemplo, as propriedades dos solos e rochas, por esta razão, é fundamental que estes dois parâmetros sejam controlados durante os ensaios devido a importância em permitir uma boa comparação entre resultados obtidos em diferentes laboratórios, mesmo quando nesses ensaios se recorre a métodos e procedimentos semelhantes. (BUENO e VILAR, 2004)

3.2.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS

De acordo com Bueno e Vilar (2004), as propriedades mecânicas, em princípio, são utilizadas em métodos de dimensionamento e expressam relações entre carregamento e deformações, as principais propriedades mecânicas são: compressibilidade, resistência a tração unidirecional, resistência ao estouro, resistência à propagação de rasgos, resistência a punçamentos e impactos, além de obterem fluência quando submetidos a esforços de longa duração.

3.2.3 PROPRIEDADES HIDRÁULICAS

Conforme Bueno e Vilar (2004), os geossintéticos são muito utilizados em obras de drenagem e filtração. Os autores acreditam que um material é considerado um filtro se permite a passagem da água ou de outro fluido qualquer, mas retém os sólidos. Um dreno, por sua vez, deve permitir a livre passagem de líquidos com a menor perda de carga hidráulica

possível. Nas propriedades hidráulicas são observados o comportamento do geossintético quando em contato com a água, óleos, gases, chorumes, vapores, etc.. São propriedades hidráulicas: permeabilidade normal e permissividade, permeabilidade planar e transmissividade e abertura de filtração.

3.2.4 PROPRIEDADES DE DURABILIDADE

As propriedades dos geossintéticos no fator durabilidade visa observar o comportamento do material durante toda a vida útil da obra, destacam-se: fluência, resistência à abrasão, resistência ao arrancamento, resistência a danos de instalação, resistência a deslizamentos da interface, resistência a tração confinada, resistência aos raios ultravioletas, resistência à agentes químicos e agentes biológicos. (BUENO e Vilar, 2004).

4. FIBRAS TÊXTEIS UTILIZADAS EM GEOSINTÉTICOS

De acordo com Bueno (2004), o plástico é a principal matéria prima dos geossintéticos. Os plásticos são materiais orgânicos poliméricos sintéticos, de um modo geral são compostos por um polímero e aditivos, estes últimos são adicionados ao polímero com as funções de pigmento, estabilizante, plastificante, retardador de combustão, entre outras, portanto, os geossintéticos são constituídos basicamente por polímeros e, em menor escala, por aditivos. Polímeros são compostos químicos formados por grandes moléculas, com alto peso molecular, interligados por forças atrativas intermoleculares simples, resultam do encadeamento de átomos de carbono, formando uma cadeia carbônica associada ou não a grupos funcionais, estruturados a partir de pequenas unidades de repetição denominadas monômeros e de grupos de ponta, que são pequenas unidades que terminam a cadeia polimérica, no geral, os geossintéticos são fabricados a partir de polímeros sintéticos, derivados de petróleo, a base de carbono com estruturas orgânicas, obtidas como moléculas relativamente pequenas.

Matérias-primas mais utilizadas na fabricação de geossintéticos		
Matéria-prima	Sigla	Geossintéticos
Poliamida (náilon)	PA	GG, GT, GN, GCD, GLC, geotira, geobarra
Policloreto de vinila	PVC	GM, GG, geotubo
Poliéster	PET	GT, GG, GCL, GCD, GB, GN, geotira
Poliestireno expandido	EPS	GCD, GSP, geoexpandido
Poliétileno	PE	GM, GG, GC, GSP, GL, GA
Poliétileno de alta densidade	PEAD	GM, GC, GSP, geotira, geotubo
Polipropileno	PP	GM, GT, GG, GCL, GCD, GN

TABELA 5

Matérias-Primas mais Utilizadas na Fabricação de Geossintéticos

FONTE: Manual Brasileiro de Geossintéticos

Para saber quais são os principais polímeros utilizados na fabricação dos geossintéticos, consulte novamente a tabela 1.

Após o esclarecimento das funções, tipos, classificação, propriedades dos geossintéticos e suas fibras utilizadas em sua fabricação, o próximo capítulo aborda sobre a permeabilidade do solo, item fundamental para a realização da drenagem em um campo de futebol após a checagem deste solo em possuir permeabilidade alta ou baixa.

5. PERMEABILIDADE DO SOLO

Em 1856, Henry Darcy estabeleceu uma lei que permitiu quantificar o fluxo da água através dos meios porosos. 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. O coeficiente de permeabilidade é um índice empregado para estabelecer parâmetros de permeabilidade dos solos (K), é um valor que representa a velocidade com que a água atravessa uma amostra. (SANTOS, 2012).

Conforme Santos (2012), a Lei de Darcy correlaciona esse coeficiente com o gradiente hidráulico em materiais porosos, através da equação:

$$V = K.i$$
, onde:

V é a velocidade média para um fluxo laminar, expressa em cm/s ou m/s.

K é a constante de permeabilidade, denominado também de coeficiente de permeabilidade do material.

i é o gradiente hidráulico.

O valor de “ K ” pode ser obtido em laboratório e expresso também em cm/s ou m/s como seus resultados são bem definidos em determinados intervalos granulométricos, faz-se necessário, o uso de tabelas encontradas em literatura apropriada, não dispensando ensaios laboratoriais para confirmação de resultados, sendo essencial a escolha correta do “Topsoil”, pois este depende do coeficiente de permeabilidade cujo valor pode ser associado diretamente com o índice de precipitação pluviométrica, além de que, devemos compreender que, se o solo possuir alta permeabilidade, a água da chuva o encharcará facilmente; por outro lado, se a permeabilidade for baixa, a água da chuva tenderá a se acumular na superfície ou fluir ao longo desta, caso haja desnível. (SANTOS, 2012)

O capítulo seguinte apresenta o conceito de drenagem, sua origem e suas aplicações no Brasil e Exterior, bem como o seu desenvolvimento e progresso em campos de futebol quando utilizados geossintéticos específicos como elementos drenantes.

6. CONCEITO E HISTÓRICO DE DRENAGEM

Conforme definição da NBR 12553/03, a função drenagem consiste na coleta e condução de um fluido pelo corpo de um geossintético, porém essa importante função, desempenhada por vários tipos de geossintéticos, às vezes é confundida com a função filtração, exercida pelos geotêxteis que têm a missão de proporcionar retenção de um solo ou outras partículas, permitindo a passagem livre do fluido em movimento. Para evitar esse desalinho, Giroud (1986) propôs alterar a palavra drenagem para transmissão de fluidos, visto que os geossintéticos captam os fluidos e os conduzem, em seu plano, em direção a um coletor principal, além do fato da expressão ser mais apropriada.

De acordo com Aguiar e Vertematti (2004), os geossintéticos têm sido empregados de modo extensivo em sistemas de drenagem em obras geotécnicas, em virtude da escassez ou custo de materiais naturais. Dentre as principais vantagens oferecidas pelos geossintéticos com características drenantes, destaca-se a excelente capacidade de transmissão de fluidos ao longo do plano e tal propriedade, denominada transmissibilidade é obtida em função da permeabilidade ao longo do plano e da espessura do geossintético.

No Brasil, a utilização de produtos geossintéticos na drenagem de gases e líquidos objetivando a substituição de materiais naturais, a redução de peso e a diminuição de espessura, teve início nos anos 1980. No exterior, provavelmente uma das primeiras especificações de geossintéticos com função drenante foi determinada pelo Departamento de Transportes da Grã-Bretanha, em 1987, o que permitiu uma maior dissipação dessa técnica. (AGUIAR e VERTEMATTI, 2004).

Para os autores, a primeira aplicação em nosso país foi realizada a drenagem da pista de atletismo de um clube paulista, onde, a finalidade era aliviar o peso do sistema drenante, pois a utilização de agregados naturais iria sobrecarregar a laje e as estruturas do prédio. O projeto especificava um estrado

plástico com 10 centímetros de altura, na época fabricado para estocagem de materiais, para exercer a função de núcleo drenante, recoberto por um geotêxtil atuando como filtro sob uma camada de solo, onde foram assentadas as placas de grama. Outra aplicação importante consistiu na utilização de um geotêxtil espesso entre, pranchões, em escavações a céu aberto, nas obras do metrô na cidade de São Paulo, em 1984. Esse geotêxtil, pressionando entre vãos de pranchões consecutivos, atuava como elemento filtro-drenante, permitindo alívio das subpressões causadas pela presença do lençol freático e prevenindo o desenvolvimento de erosões internas no solo escavado, gerando uma especificação própria para tal serviço.

Além dessas aplicações, outras foram desenvolvidas a partir de uma necessidade específica de obra, tais como a utilização de geotubos em vários tipos de sistema drenante, em drenos sub-horizontais (DHP) profundos e em drenos verticais para consolidação de solos moles, e além disso, a cada dia, a utilização de geossintéticos em sistemas drenantes vai se sofisticando, pois surgem novos produtos, de melhor desempenho, que permitem rápida instalação, como garantia de suas propriedades a longo prazo e destinados a uma gama crescente de finalidades. (AGUIAR e VERTEMATTI, 2004).

Nos últimos anos, os geossintéticos vêm exercendo função de elemento drenante em campos de futebol de modo extensivo em nosso país e no exterior. Todos sabem que o Brasil é o país do futebol e somos a única nação pentacampeã do mundo, vivenciamos a expectativa de proporcionar outra Copa do Mundo no Brasil após 64 anos, porém de acordo com a mídia escrita e falada, acompanhamos os problemas de atraso e execução dos estádios brasileiros que carecem de manutenção e investimentos tecnológicos. (FERRETTI, 2013).

Nos estádios de futebol, todos os aspectos são importantes, desde sua infra-estrutura, arquibancadas, vestiários, iluminação artificial e principalmente o gramado, este último é de vital importância para que o

jogo transcorra naturalmente sem obstruções e riscos aos participantes. (FERRETTI, 2013)

Conforme FERRETTI (2013), o grande problema que ocasiona a diminuição da jogabilidade são as poças d'água, ou seja, o encharcamento dos gramados ocasionados pelas águas das chuvas, esse problema é muito comum no Brasil, devido ao clima equatorial tropical, caracterizado por temperaturas elevadas e grande intensidade de chuvas, gerando muitas vezes o cancelamento de jogos, causando transtornos a torcedores e expectadores e até mesmo atraso nos campeonatos e torneios disputados.



FIGURA 14: Campo com Problema de Encharcamento do Gramado FONTE: SITE GLOBO ESPORTE



FIGURA 15: Campo com Problema de Encharcamento do Gramado

FONTE: SITE GLOBO ESPORTE

De acordo com FERRETTI (2013), outro problema gerado pelo excesso de água acumulada nos gramados é o dano causado a saúde da grama, pois um gramado onde a drenagem do solo é precário, inibe o correto desenvolvimento do processo radicular devido a falta de oxigênio do solo, enfraquece a absorção dos nutrientes, importantes para o desenvolvimento do gramado e dificultam o processo de manutenção e reparo da grama. Para evitar os problemas apresentados, os campos devem apresentar sistemas de drenagem que seguem os padrões internacionais da FIFA (FEDERATION INTERNATIONALE FOOTBALL ASSOCIATION), e a participação dos Geossintéticos são para melhorar a qualidade do gramado permitindo que o jogo se desenvolva sem nenhuma interrupção, ressaltando o espetáculo futebolístico.

No capítulo a seguir, são apresentados os tipos de drenagem existentes em campos de futebol.

6.1 TIPOS DE DRENAGEM EM CAMPOS DE FUTEBOL

Os campos profissionais de futebol são munidos de sistemas de drenagem para evitar que fiquem encharcados, favorecendo as condições de jogo e prolongando a conservação do gramado. Existem diversos layouts e sistemas de drenagem de gramados, sendo que a grande maioria dos estádios utiliza tubos em “espinha de peixe” com escoamento da água por ação da gravidade, ou seja, um sistema subsuperficial complexo que emprega subcamadas drenantes e tubos perfurados, denominados geotubos. Mas existem também, sistemas pressurizados (a vácuo, com pressão negativa dos drenos para acelerar a drenagem), com colchão drenante, entre outros. Os tubos podem ser dispostos de formas variadas, com um layout em linhas paralelas por exemplo. (CORSIANI, 2011)

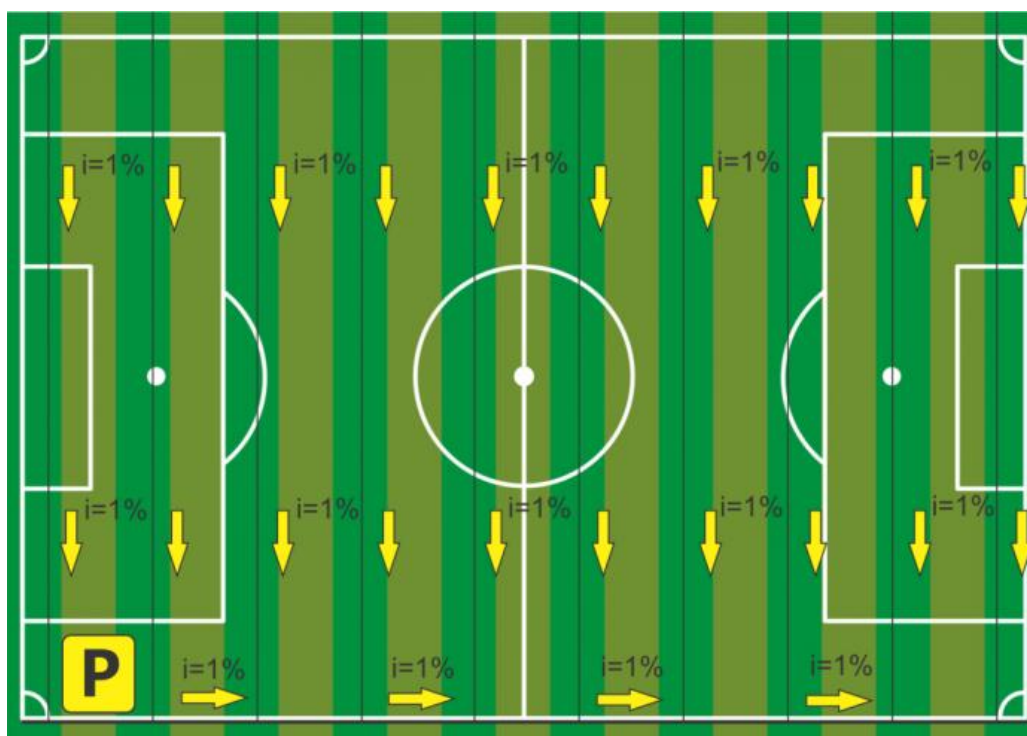


FIGURA 16: Sistema “espinha de peixe” em Gramado – Linhas Paralelas

FONTE: SITE PEDREIRÃO

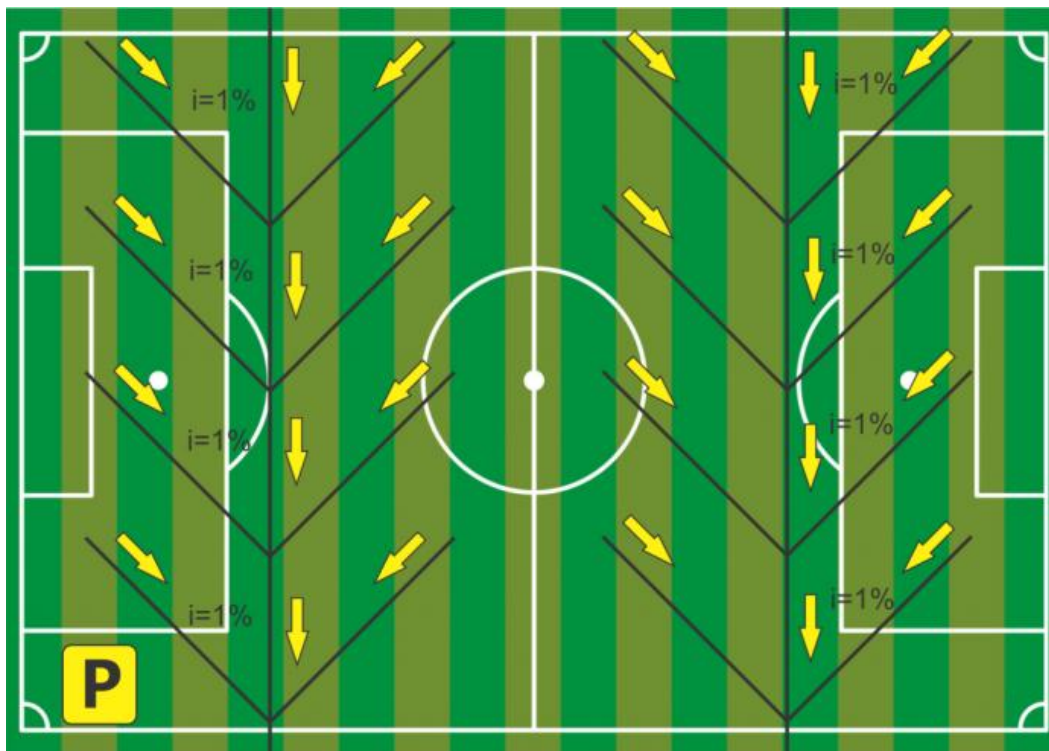


FIGURA 17: Sistema “espinha de peixe” em Gramado – Sistema Duplo
FONTE: SITE PEDREIRÃO

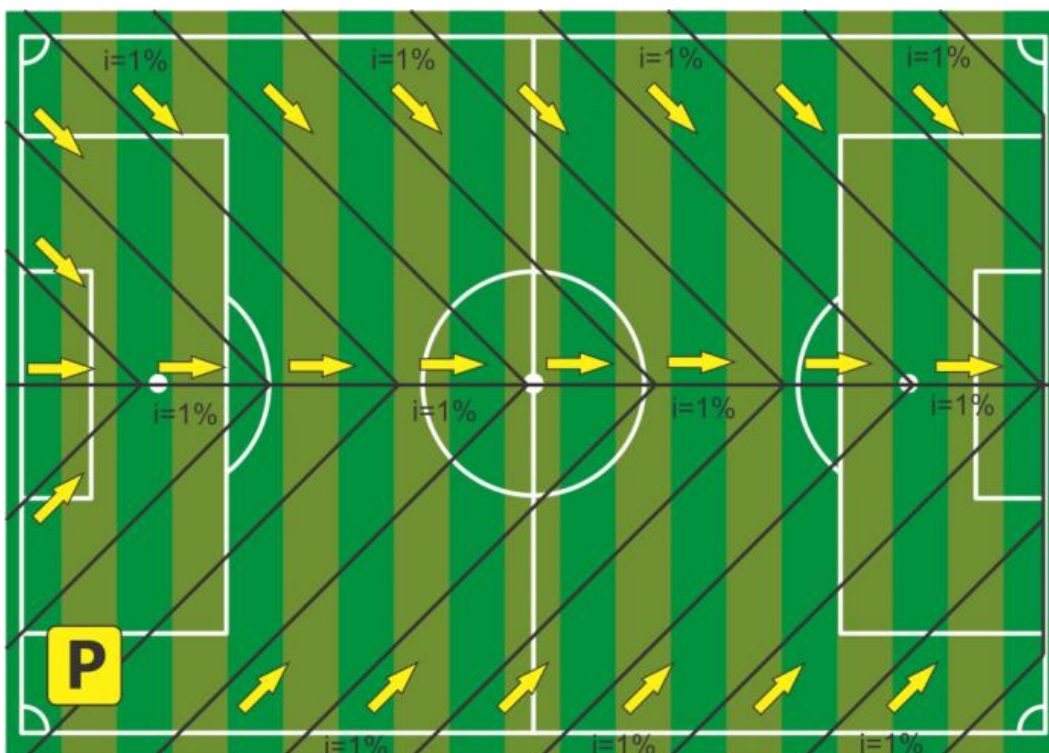


FIGURA 18: Sistema “espinha de peixe” em Gramado – Modo Tradicional
FONTE: SITE PEDREIRÃO

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. Já na drenagem subsuperficial, a drenagem de superfície requer importância maior porque ela capta o fluxo de água do campo a fim de minimizar o seu acúmulo na área onde a precipitação acontece. (SANTOS, 2012).

Com a confirmação da Copa no Mundo no Brasil, não faltaram exigências por parte da FIFA em relação aos “tratos” com os gramados, uma dessas condições impostas foi o emprego do sistema de **drenagem a vácuo** que proporciona condição de jogo mesmo em condições extremas de chuva, além de realizar a drenagem retirando mais de 400 mil litros de água por hora, o sistema a vácuo ainda permite o insuflamento de ar no perfil do campo, ou seja, proporciona funções de sopro, fornecendo mais oxigênio na zona de raízes, servindo também para diminuir a temperatura do gramado. (GOMIDE, 2013).

De acordo com FERRETTI (2013), um campo mal drenado interfere diretamente na saúde da grama e na futura manutenção e um solo mal drenado causa diversos danos, tais como: mal desenvolvimento das raízes por falta de oxigênio no solo; má absorção de nutrientes; favorecimento ao aparecimento de doenças; dificuldade no corte do campo; dificuldade na prática do jogo pelos atletas, entre outros.

Para AZEREDO NETO (2009), a drenagem total é na realidade, o somatório da drenagem superficial através do caimentos, drenagem de subsolo (valas e/ou colchão drenante) e textura do solo usado no Topsoil. A drenagem em valas, feita abaixo do Topsoil, normalmente são em espinha de peixe e preenchidas com britas e tubos perfurados, envolvidos com manta Geotêxtil. É importante ressaltar que a distância entre os drenos varia em função de alguns fatores como: Textura do solo e Topsoil, índice pluviométrico da região, necessidade e frequência de uso do campo, recordando que em campos onde são disputados campeonatos oficiais, não se pode adiar jogos devido a chuvas com Oe o caso de campos particulares e os jogos realizados em campos com alto teor de

umidade possuem maiores danos ao gramado comparados aos campos secos.

Nos três próximos capítulos são apresentados os sistemas drenantes em campos de futebol, iniciando pela drenagem superficial, drenagem subsuperficial e por fim a drenagem a vácuo, onde são demonstrados as funções e características de cada uma delas.

6.1.1 DRENAGEM SUPERFICIAL

Conforme Corsini (2011), a drenagem é feita superficialmente por conta do nivelamento do campo. É admitido e desejado um leve caimento no gramado, em que o ponto mais alto é o centro do campo, o desnível realizado normalmente não ultrapassa 1%.

Após o nivelamento, o campo não fica totalmente plano, ganhando uma pequena inclinação, ajudando a drenar a chuva que cair no gramado devido ao fato das linhas laterais ficarem em um nível mais baixo que o centro do campo. (ARAÚJO, 2010).

Para FERRETTI (2013), a finalidade da drenagem superficial é remover a água que escoar superficialmente pelo gramado para as laterais do campo em relação ao centro.

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". No centro do campo deve existir uma superfície horizontal de 23 a 45 centímetros, dependendo da largura do campo. De acordo com as regras da FIFA, os campos de futebol devem ter dimensões que variam entre 90 metros e 120 metros na linha lateral e entre 45 metros e 90 metros na linha de fundo, tendo em vista que obrigatoriamente, a linha lateral (ou o comprimento do campo) deve ser maior que a linha de fundo (ou a largura

do campo). O regulamento da FIFA afirma ainda que, em jogos internacionais, as dimensões do campo devem ficar entre 100 metros e 110 metros de comprimento e 64 metros e 75 metros de largura, devendo ser o campo de jogo sempre de formato retangular. (SANTOS,2012).

O autor ainda ressalta que 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 o final da chuva depois de algumas horas.



FIGURA 19: Campo sem “caimentos” Necessários e com água de chuva não removida

FONTE: SITE FÓRUM DA CONSTRUÇÃO



FIGURA 20: Campo sem “caimentos” necessários e com água de chuva não removida

FONTE: SITE FÓRUM DA CONSTRUÇÃO

6.1.2 DRENAGEM SUBSUPERFICIAL

Conforme FERRETTI (2013), a drenagem subsuperficial é a drenagem que ninguém enxerga, pois fica oculta aos olhos dos expectadores, presente em baixo do gramado e do solo de superfície, entretanto é a principal responsável para evitar o encharcamento do mesmo.

O sistema de drenagem subsuperficial pode ser construído em três modos básicos: colchão drenante superficial, trincheiras drenantes, colchão e trincheiras, havendo a responsabilidade de escolha por parte do projeto, salientando que em alguns casos, um sistema de drenagem profundo, é exigido para que haja a captura das águas que podem se infiltrar por locais próximos a área a ser drenada, ou seja, necessidade de rebaixamento do lençol freático (caracterizado como um reservatório de água subterrânea decorrente da infiltração da água da chuva no solo nos chamados locais de recarga). (SANTOS, 2012).

De acordo com CORSINI (2011), no sistema de drenagem subsuperficial, também conhecida como drenagem subterrânea, a grama normalmente é

sucedida por uma camada de cerca de 60 centímetros de terra (com alto teor de areia) ou Topsoil (mistura de areia e matéria orgânica). Essa camada permite o desenvolvimento da grama e o bom escoamento da água, e abaixo dela, há uma camada de areia grossa com cerca de 30 centímetros associados a uma camada de brita com mais de 0,5 metros onde são abertas valas e posteriormente enterrados os tubos drenantes perfurados, dispostos em “espinha de peixe”. A tubulação pode ter, em média, 4 a 8 polegadas de espessura, e o caimento conduz a água dos ramais secundários para o primário. A vala geralmente é envolvida com uma manta sintética geotêxtil para auxiliar na filtragem, evitando assim o entupimento dos tubos. É importante ressaltar que as espessuras das camadas podem variar e o escoamento definitivo no estádio pode ser destinado a uma galeria pluvial.

Conforme o grupo Ramalho (2011), a drenagem subsuperficial possibilita a rápida infiltração e o escoamento das águas precipitadas, permitindo o uso do campo mesmo sob chuva, além de recuperar o nível de umidade do solo, pois o excesso de água é prejudicial ao desenvolvimento e conservação da grama e o fator determinante para a eficiência de um sistema de drenagem subsuperficial é a permeabilidade do solo superficial que, se não for adequada, pode comprometer o sistema com empoçamentos e alagamentos no gramado. Muitas vezes os projetistas decidem incorporar ao sistema de drenagem subsuperficial, no campo gramado, drenos verticais compostos por “rocamboles”, unindo a superfície ao sistema drenante, permitindo assim com que parte da água da superfície se infiltre através dos “rocamboles”

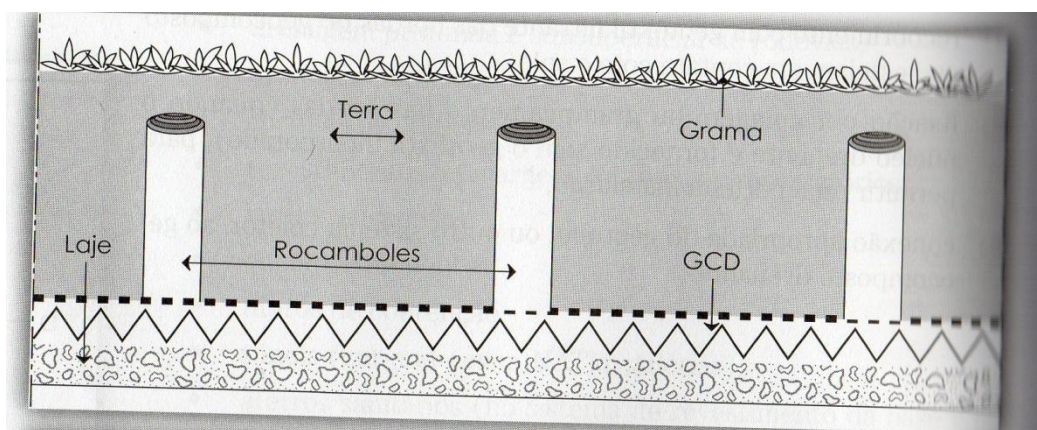


FIGURA 21: Sistema Drenante sobre Laje, em um Campo Poliesportivo. O Geocomposto atua como Colchão Drenante, acoplado a uma malha de

Drenos Verticais, construídos com geotêxtil Nãotecido, Espesso, Enrolado em Forma de “rocambolé”

FONTE: MANUAL BRASILEIRO DE GEOSINTÉTICOS

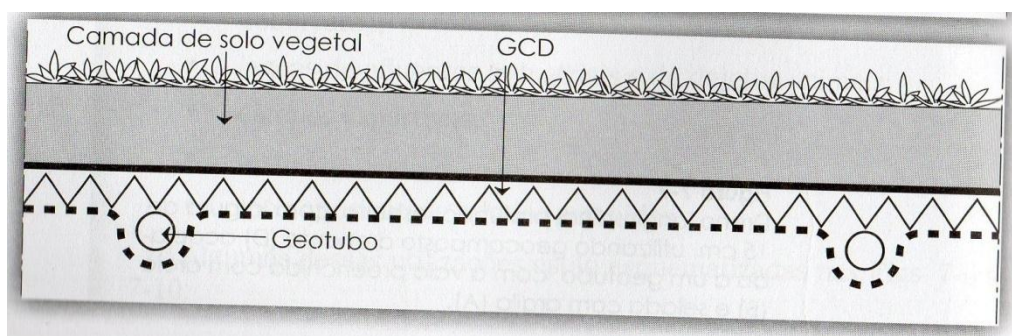


FIGURA 22: Sistema Drenante Subsuperficial em Campo Esportivo sobre Solo. O Geocomposto Drenante (GCD) Atua como Colchão Drenante, Acoplado a Geotubos Condutores.

FONTE: MANUAL BRASILEIRO DE GEOSINTÉTICOS

De acordo com o grupo Geofoco (2014), a drenagem subsuperficial deve ser feita com duas trincheiras: a **primária** e a **secundária**. O solo das trincheiras é removido dando espaço a uma porção de brita e tubo perfurado envoltos com Manta Geotêxtil Nãotecido, sobre as trincheiras é previsto uma camada de Topsoil que tem a função de levar a água até as trincheiras, de maneira rápida e eficaz, além de permitir o desenvolvimento da grama, sendo essencial a utilização de um solo com boa permeabilidade e nutrientes orgânicos. O ideal é ter duas trincheiras primárias, uma em cada lateral, fora da área útil do campo para evitar a paralisação do mesmo em períodos de manutenção do sistema de drenagem e obter trincheiras secundárias que recolhem a água da área de campo, desaguando nas trincheiras primárias, sendo que essas trincheiras devem ser mais rasas, de forma a abranger uma maior área de influência na drenagem, já que a principal função é evitar o echarcamento.

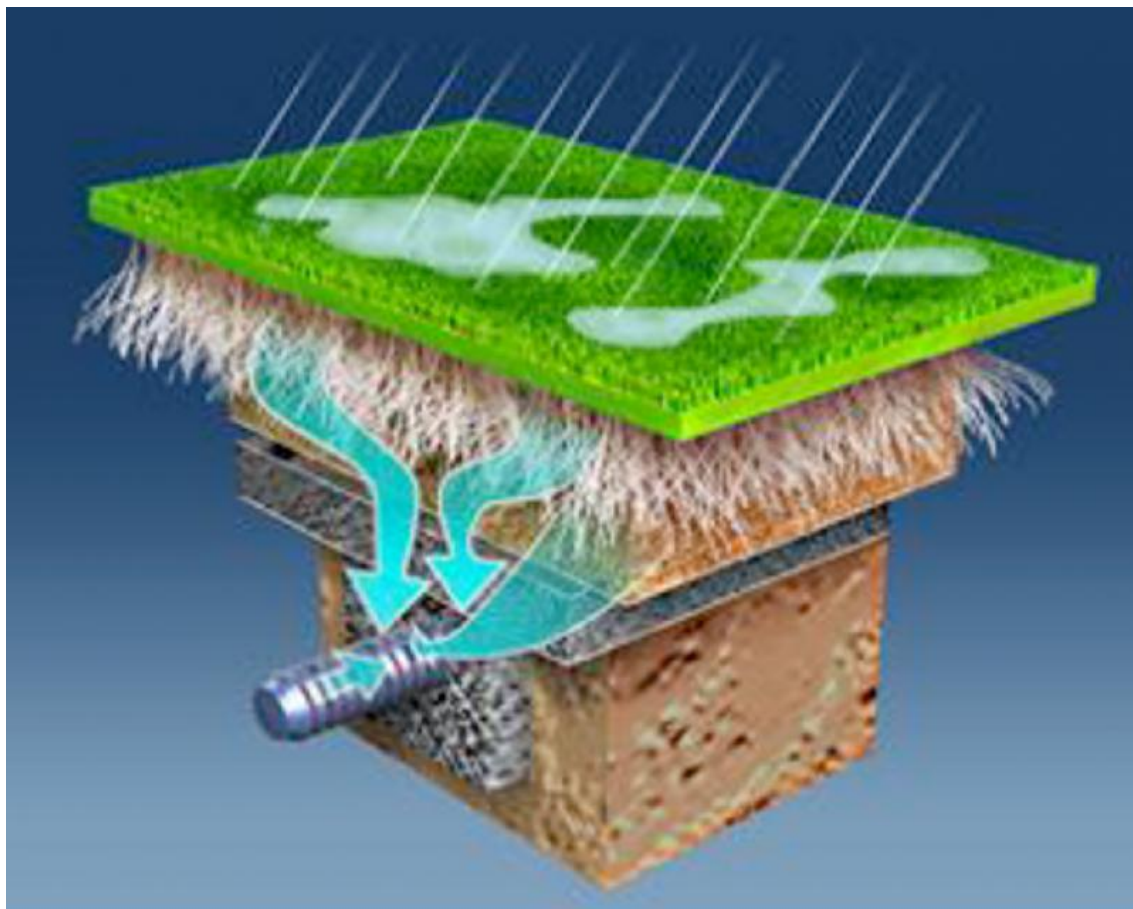


FIGURA 23: Sistema de Drenagem Subsuperficial
FONTE: SITE PEDREIRÃO

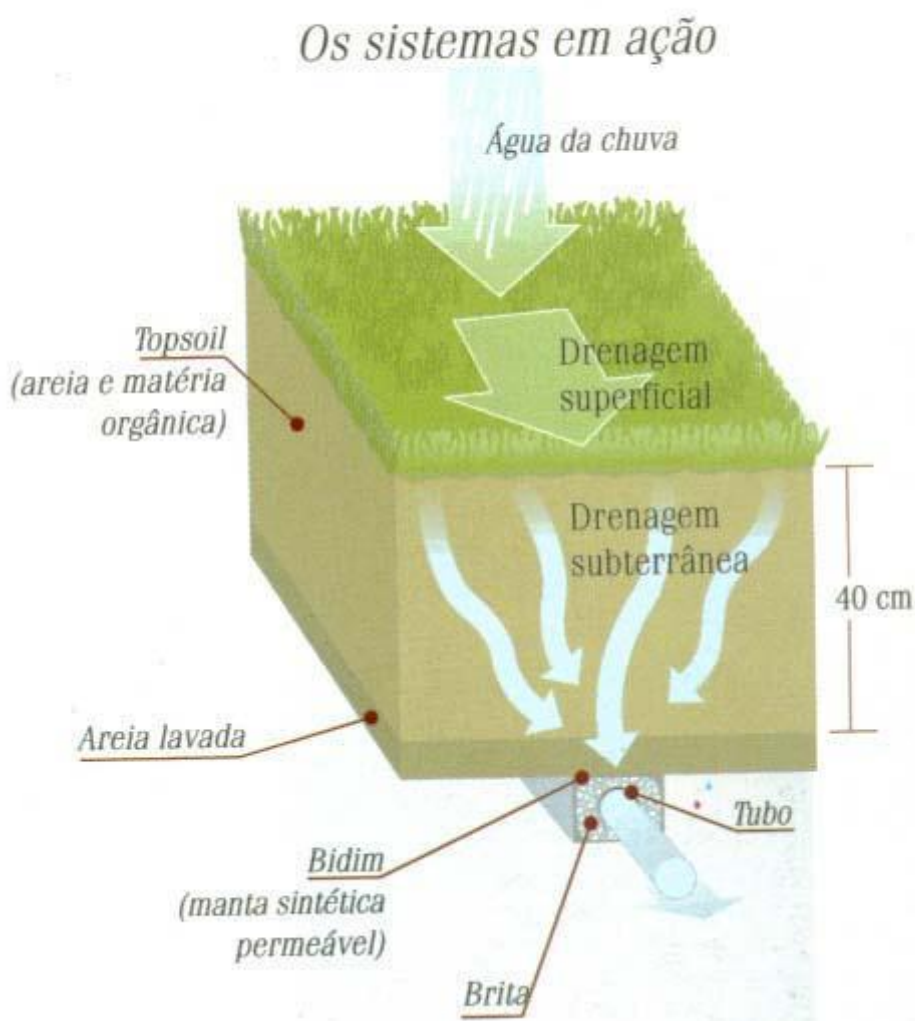


FIGURA 24: Os Sistemas em Ação

FONTE: SITE PORTAL 2014

6.1.3 DRENAGEM A VÁCUO

O sistema de drenagem a vácuo no Brasil foi implantado em 1996 no Estádio da Vila Belmiro, em Santos, Litoral Paulista. Além de ser pioneira em nosso país, é utilizado atualmente como grande referência em todo mundo. Em 1996, com a venda de Giovanni, meia que brilhou no Santos Futebol Clube naquela década, o clube pôde reestruturar seu gramado e investiu o dinheiro na instalação da drenagem a vácuo. (GOMIDE, 2013).

De acordo com GOMIDE (2013), esse método de drenagem esteve no caderno de encargos da FIFA para a Copa do Mundo de 2014 no Brasil, já foi adotado no Estádio de Wembley (Estádio Nacional da Inglaterra) e em vários Estádios Europeus, inclusive os Estádios principais da França, país que sediará a próxima Eurocopa em 2016. O sistema foi estudado para fins de dar condição de jogo mesmo em situações extremas de chuva e além de realizar a drenagem a vácuo, com a retirada de mais de 400 mil litros de água por hora, o sistema permite o insuflamento de ar no perfil do campo, fornecendo mais oxigênio na zona de raízes e diminuindo a temperatura do gramado. É um sistema muito mais completo comparado aos métodos convencionais, porém o investimento é alto, gerando entre R\$ 10 milhões a R\$ 15 milhões, aproximadamente.

Conforme MOMBACH (2011), o sistema de drenagem a vácuo consiste em ambiente controlado, com uma manta plástica de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) que deverá ser instalada na “caixa” escavada de 30 centímetros, formando o isolamento do sistema e colocados os tubos de drenagem em formato “painel” de 12 polegadas, conectados a 4 ou 5 drenos coletores longitudinais de 6 polegadas de diâmetro. Estes coletores descarregam em outro coletor maior, de 10 polegadas de diâmetro, que é conectado ao sistema de bombas a vácuo, e possui uma capacidade de vazão de mais de 400 mil litros/hora. O sistema de drenagem a vácuo é indicado para locais com altos índices pluviométricos e com lençol freático muito superficial, como regiões litorâneas, sendo que todo o sistema é controlado automaticamente por 4 sensores no gramado, que medem o nível da lâmina de água no sistema, induzido através de conjunto motobombas a vácuo, que succionam e colocam para fora do campo a água de chuva.

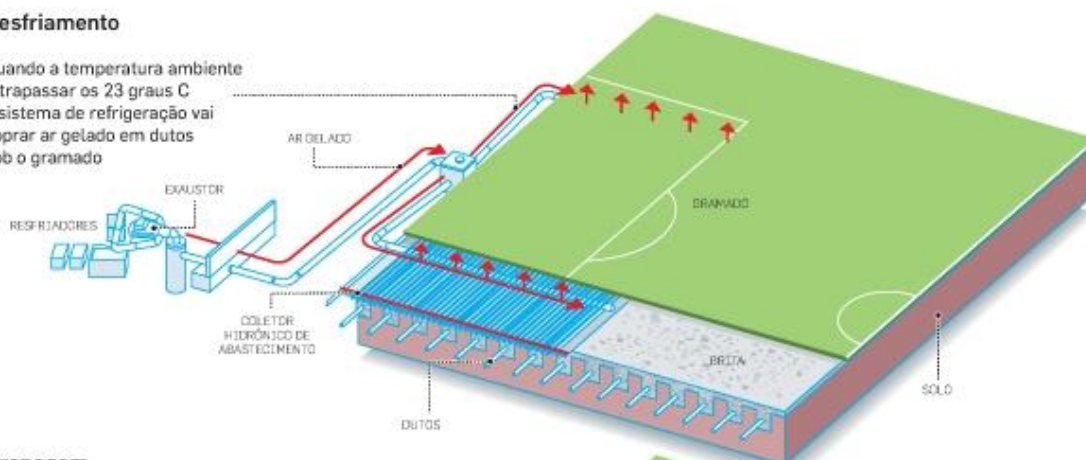
A drenagem a vácuo proporciona circulação de ar em todo campo de jogo em situações de calor e umidade criadas pelo microclima interno do estádio. Este sistema também permite a manutenção da água no perfil drenante superior do solo em condições de estiagem. (GUICHARD, 2013).

UM GRAMADO ÚNICO NO MUNDO

● Sistema inédito de resfriamento com água e ar gelados será usado no Itaquerão

Resfriamento

Quando a temperatura ambiente ultrapassar os 23 graus C o sistema de refrigeração vai soprar ar gelado em dutos sob o gramado



Drenagem

O mesmo sistema é usado para fazer drenagem a vácuo no gramado

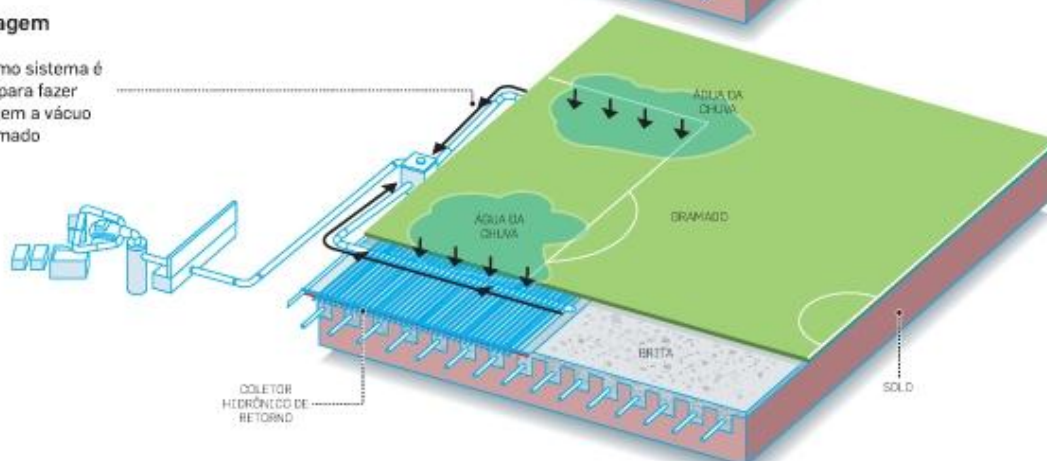


FIGURA 25: Sistema de Resfriamento com água e Sistema de Drenagem a Vácuo

FONTE: SITE MEU TIMÃO

Para BECKER (2012), na drenagem a vácuo, a água da chuva é absorvida, primeiramente, pela parte interior da grama, que, seguida pela camada de areia, encontra uma camada de brita. Ao todo, o trajeto da água até os canos que irão absorvê-las e sugá-las tem entre 60 e 80 centímetros.

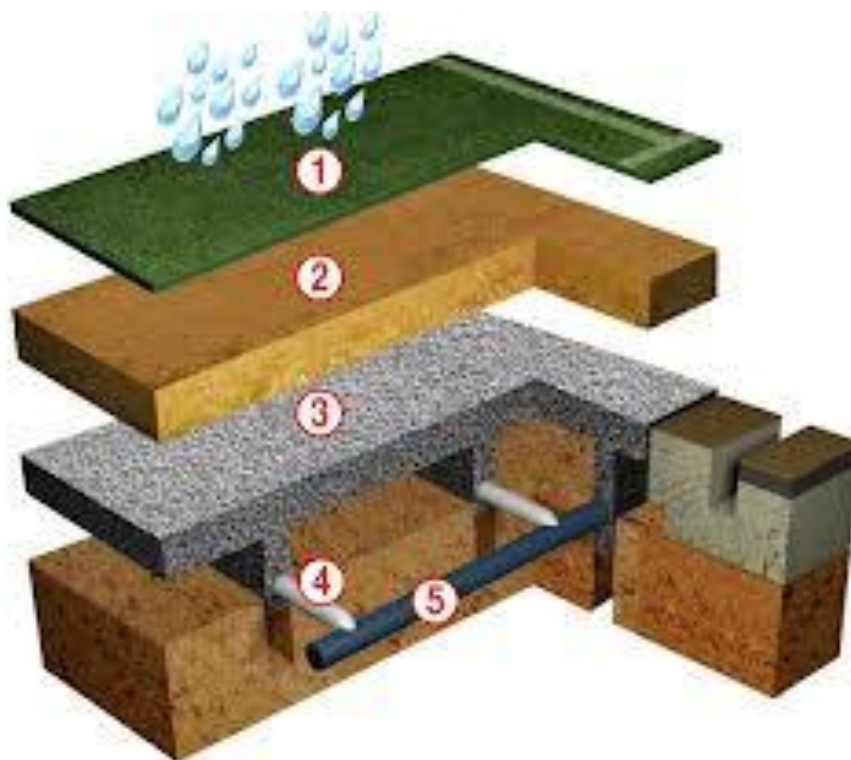


FIGURA 26: O Caminho da Drenagem a Vácuo

FONTE: SITE GLOBO ESPORTE

É na brita que estão os canos, chamados de drenos secundários, que fazem com que a água escorra até o dreno coletor principal, de onde é sugada até o sistema de esgoto da cidade. O dreno principal é um cano que se estende por toda a lateral do gramado, armazenando a água. Fora do Estádio, uma bomba de sucção é acionada, “puxando” a água em um processo parecido ao de uma pessoa tomando refrigerante com um canudo: rapidamente, não há mais líquido. O sistema a vácuo é capaz de drenar quatro vezes mais do que os métodos convencionais, segundo a Diretora de Patrimônio do Sport Club Internacional de Porto Alegre (RS), Diana Oliveira. (BECKER, 2012)



FIGURA 27: Sistema de Drenagem a Vácuo no Beira-Rio (RS)
FONTE: SITE GLOBO ESPORTE

Nos próximos capítulos, são apresentados os modos básicos de drenagem subsuperficial: o **colchão drenante** e a **trincheira drenante**, ambos responsáveis em evitar o encharcamento do gramado.

7. COLCHÃO DRENANTE

De acordo com AGUIAR e VERTEMATTI (2004), basicamente, um colchão drenante é formado por uma camada de material de drenagem de alta permeabilidade e um filtro geotêxtil. Além dos campos esportivos, os colchões drenantes são utilizados em obras de edificações, rodovias, jardins suspensos, aterros sanitários, túneis, etc.. A escolha do geotêxtil está condicionada à granulometria do material drenante e às tensões atuantes no conjunto. Para melhor desempenho, o agregado natural do colchão poderá ser substituído por um meio drenante sintético, conforme a figura abaixo.

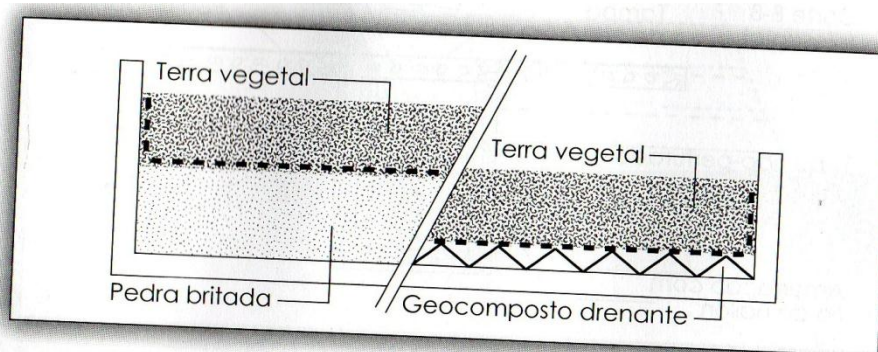


FIGURA 28: Exemplos de Colchões Drenantes Utilizando Agregados Naturais ou Geocompostos Drenantes

FONTE: MANUAL BRASILEIRO DE GEOSSINTÉTICOS.

O colchão drenante é composto por uma camada de brita, com granulometria uniforme devidamente aprovada pelos ensaios realizados anteriormente à sua execução. Deve conter de 10 a 15 centímetros de espessura, nivelada com a mesma inclinação do subleito em toda área do campo, posteriormente a camada será adensada e compactada com **Rolo Liso Leve** de aproximadamente 1 tonelada. O subleito deve possuir declividades de 0,5% para cada lateral do campo, partindo do eixo central do campos longitudinalmente. O terreno de preparo do subleito deve ser devidamente compactado garantindo que não ocorra nenhuma deformação que comprometa futuramente o nivelamento do gramado (PEDROSA FILHO, 2012).

Para Azeredo Neto (2009), dependendo das exigências da obra, os caimentos podem ser em 2 águas, 4 águas ou inclinação apenas para um lado, sendo recomendável um caimento médio de 0,5% para que haja um bom escoamento das águas superficiais, porém é bom ressaltar que a FIFA exigiu o desnível padrão de 1% nos gramados que foram utilizados na Copa do Mundo 2014, no Brasil.

Geralmente é colocado um colchão drenante de 10 centímetros de brita 1 (1,0 a 2,0 centímetros de granulometria) tipo “**RENCO**”, sendo essa granulometria uniforme aprovada pelos ensaios de permeabilidade, no fundo da vala devidamente regularizado acompanhando os níveis da topografia, garantindo a inclinação desejada. As valetas dos ramais internos são normalmente dimensionadas em 30x30 centímetros, acompanhando o caimento do subleito, para serem escavadas utilizando **VALETADEIRA**, com maior precisão de corte. Toda a terra solta escavada será recolhida com carregadeira tipo **BOBCAT** e conduzida para botafora. (PEDROSA FILHO, 2012).

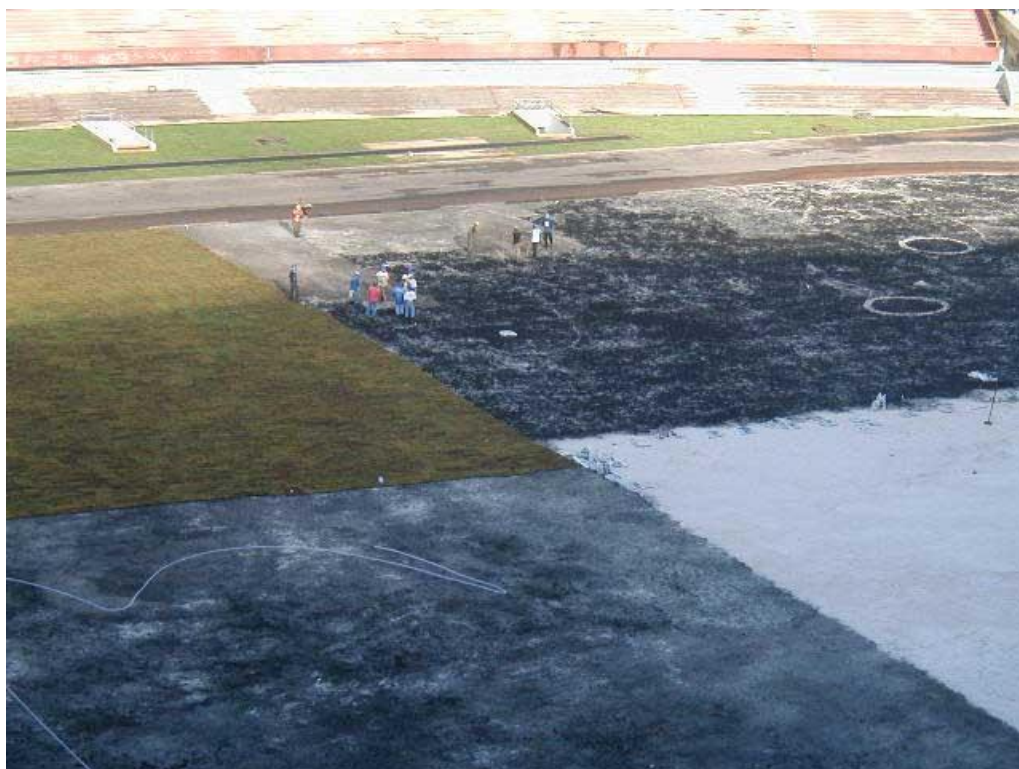


FIGURA 29: Colchão Drenante em Gramado.

FONTE: SITE WORLD SPORTS

7.1 TRINCHEIRA DRENANTE

Uma trincheira drenante é constituída basicamente por uma vala escavada, revestida com Geotêxtil e preenchida com pedra britada e tubo-dreno (Geotubo) e tem como função captar e escoar águas do lençol freático e/ou águas pluviais infiltradas no terreno. As trincheiras drenantes são utilizadas também em solos de edificações, rodovias, ferrovias, taludes, aterros sanitários, lagoas, além obviamente em campos esportivos. (AGUIAR e VERTEMATTI, 2004).

A escavação da vala deve ser realizada de acordo com a marcação topográfica respeitando a declividade desejada, por exemplo, a inclinação de 1% significa que a cada 1 metro escavado na horizontal, declina-se 1 centímetro na vertical, é dado como exemplo uma linha de “espinha de peixe” contendo 20 metros de comprimento, a diferença de cota (na vertical) do ponto mais alto para o ponto mais baixo é de 20 centímetros.

Conforme AGUIAR e VERTEMATTI (2004), nas trincheiras drenantes, a escavação da vala (a largura é função da profundidade, da necessidade de colocação de tubo ou não, e se a abertura da vala será realizada com equipamentos ou manualmente).

Nas trincheiras drenantes, a manta geotêxtil é colocada apenas nas laterais e fundo das valetas, nunca “envelopando” de modo a não permitir uma vedação da permeabilidade da manta no futuro, essa manta deve ser posicionada de modo que proporcione espaço para o fechamento superior. (PEDROSA FILHO, 2012)



FIGURA 30: Colocação da Manta Geotêxtil.

FONTE: SITE PEDREIRÃO.

De acordo com o grupo Geofoco (2014), ao utilizar a manta geotêxtil com largura 2,15 metros, as trincheiras devem ter profundidade entre 20 a 30 centímetros e largura entre 70 a 80 centímetros, deixando um trespasse de 15 centímetros. No caso de utilização da manta geotêxtil com largura 4,30 metros, as trincheiras devem ter profundidade entre 20 a 30 centímetros e largura entre 1,70 e 1,80 metros.

Após a escavação da vala e a colocação da manta, a brita 19mm (milímetros), conhecida como brita 1, deve ser aplicada no fundo da vala formando uma camada de 10 centímetros ao longo de toda a vala. Em seguida o tubo dreno perfurado (Geotubo) deve ser instalado completando toda a vala com brita e posteriormente a vala deve ser fechada com a Manta Geotêxtil.



FIGURA 31: Enchimento com Brita e Instalação do Tubo Dreno
FONTE: SITE PEDREIRÃO.

No fechamento da Manta Geotêxtil deve-se manter uma sobreposição mínima aceitável de 15 centímetros, ou por meio de costura manual, caso o dreno esteja sujeito a recalques. A função da Manta Geotêxtil é auxiliar na filtragem e evitar o entupimento do dreno. (AGUIAR E VERTEMATTI, 2004).



FIGURA 32: Fechamento da Manta Geotêxtil.
FONTE: SITE PEDREIRÃO

Após os caimentos (drenagem superficial) e a inserção das trincheiras drenantes, o gramado deve receber o nivelamento de acabamento com equipamentos a laser para que o solo fique completamente nivelado, proporcionando grande êxito da drenagem.

O próximo capítulo aborda as características do nivelamento a laser.

8. NIVELAMENTO A LASER

Tanto os caimentos como os nivelamentos finais devem ser feitos com aparelhos de precisão através de topografia, para manter os níveis e caimentos projetados. Este nivelamento de acabamento deve ser realizado com equipamentos a laser, seguindo os níveis locados pela topografia. (PEDROSA FILHO, 2012).

Conforme o Grupo GREEN GRASS (2013), o nivelamento a laser é um serviço de acabamento do nivelamento do solo, feito com plaina a laser que permite declives laterais, aumentando a eficiência da drenagem e conferindo um acabamento preciso no nivelamento. Este método de nivelamento é essencial para que o campo tenha os caimentos necessários. O campo é dividido em quatro áreas que possuem um desnível partindo do centro do campo para as extremidades. Um desnível de 0,5%, por exemplo, equivale a um caimento de 50 centímetros a cada 100 metros.

Ainda para o grupo GREEN GRASS (2013), os caimentos adequados do campo são obtidos com a utilização de um trator equipado com laser para leitura do terreno e um transmissor fixado no centro do campo que envia informações para que os desníveis sejam obtidos à medida que o trator se movimenta. Este equipamento é o que garante a superfície ideal do solo onde será plantada a grama, auxiliando o sistema de drenagem do campo.

Conforme o Comitê Organizador Brasileiro da COPA 2014 (2009), o nivelamento final do campo deve ser feita após a colocação da base arenosa e a superfície de jogo deve ser perfeitamente lisa e o trabalho realizado com a utilização de um implemento de corte/aterro acoplado ao trator e com monitoramento a laser, que executa um nivelamento perfeito, respeitando os caimentos do projeto, que deve ser igual ao da sub-base e da camada de brita do colchão drenante. Para o sistema de drenagem a vácuo, o nivelamento final é sem caimentos.



FIGURA 33: Nivelamento a Laser em Campo de Futebol.

FONTE: SITE GREEN GRAMADOS ESPORTIVOS.

No capítulo seguinte são apresentados os Geossintéticos específicos utilizados em campos de futebol para auxiliarem na drenagem, objetivando demonstrar suas principais propriedades.

9. GEOSSINTÉTICOS UTILIZADOS E SUAS PROPRIEDADES

Conforme AGUIAR e VERTEMATTI (2004), em um sistema drenante é possível um ou mais geossintéticos com função drenante, que podem ser classificados assim:

Geotêxteis Espessos = São Constituídos por uma única camada de geotêxtil não-tecido agulhado, com espessura de alguns milímetros, a qual filtra e conduz fluídos em seu plano, simultaneamente.

Geocompostos Drenantes = A combinação de um geotêxtil filtrante com um núcleo drenante e/ou com um geotubo, constitui um geocomposto drenante, que pode ser produzido industrialmente ou manufaturado no próprio canteiro de obras. Existe no mercado grande número de geocompostos drenantes, fabricados a partir da combinação de vários geossintéticos, concebidos para utilização em todos os tipos de sistemas drenantes existentes.

Geotubos = Consistem em tubos drenos sintéticos, especialmente projetados para utilização em drenagem, são empregados em substituição aos tubos convencionais de cerâmica perfurada, de concreto perfurado e de concreto poroso.

As georredes foram desenvolvidas especialmente para atuar como núcleos drenantes na condução de fluídos e portanto, são relativamente pouco compressíveis, também criam grande volume de vazios e, assim substituem os materiais naturais, tais como, pedra britada, argila expandida, seixo rolado, cascalho e outros, empregados nos drenos convencionais. As georredes geralmente atuam em parceria com os geotêxteis não-tecidos (unidas em uma ou nas duas faces), formando então o geocomposto drenante. (AGUIAR e VERTEMATTI, 2004).

Os autores acreditam quando no desempenho da função drenagem, os geossintéticos apresentam elevada capacidade de escoamento. As principais propriedades dos geossintéticos utilizados na transmissão de fluídos são:

Propriedades Físicas = A densidade ou peso específico do produto, a espessura e outras características específicas definem seu formato, constituição, posição do filtro, etc.

Propriedades Mecânicas = Quanto a resistência a tração, os geossintéticos são anisotrópicos de um modo geral, e quando tracionados podem apresentar variações em outras propriedades, por exemplo, sua espessura. Já quanto a resistência a compressão, a capacidade de transmitir líquidos e gases que os geossintéticos proporcionam, dependem diretamente da sua espessura. Especificamente, nos geocompostos drenantes, a aderência entre o núcleo drenante e o geotêxtil filtrante tem especial importância quando há tensões de cisalhamento opostas atuando nas faces superior e inferior, devendo sempre conferir se a aderência entre os elementos constituintes do geocomposto é suficiente e não se constitui em um plano de ruptura.

Propriedades Hidráulicas = A transmissividade ou capacidade de escoamento no plano de geossintético define a capacidade do mesmo em transportar rapidamente volumes elevados de líquidos, sendo, portanto, sua principal característica, diretamente ligada à função drenante.

Propriedades de Durabilidade = Indicam a manutenção de suas principais propriedades ao longo do tempo, devendo ser consideradas a matéria-prima que constitui o geossintético, a sua fluência sob tensões permanentes e a possibilidade de penetração do solo adjunto, nos espaços vazios do núcleo drenante.

Propriedades Ambientais = Devem ser consideradas as alterações do geossintético ao longo do tempo por efeito da temperatura, pela natureza do líquido transportado, sua viscosidade, e pela possibilidade de desenvolvimento de microorganismos no núcleo drenante, o que pode reduzir sua transmissividade a longo prazo.

A seguir são demonstrados detalhadamente como são instalados os geossintéticos mais utilizados em drenagens em campos de futebol e apresentados também as suas vantagens, composição, custos e comercialização, são eles: **O Geocomposto Drenante, a Manta Geotêxtil Não-tecida e o Geotubo Corrugado.**

9.1 INSTALAÇÃO DO GEOCOMPOSTO DRENANTE

O geocomposto drenante é definido como um produto formado pela combinação de um núcleo drenante com um geotêxtil filtrante, em obras de engenharia, tem como funções principais a drenagem de líquidos e gases, retenção das partículas de solo e resíduos e a proteção mecânica. O geocomposto drenante pode ser utilizado como colchão drenante mais trincheiras drenantes, permitindo a captura da água que passará pelo “Topsoil” transportando-a em seguida as trincheiras. Em alguns casos se opta por não usar o colchão drenante, onde as trincheiras drenantes atuam como coletores e transportadores de fluxo, sendo extremamente necessário que o Topsoil apresente características de drenagem “ideais”, uma vez que o fluxo de água deverá ser enviado às trincheiras sem auxílio de agentes externos. (SANTOS, 2012).



FIGURA 34: Geocomposto Drenante

FONTE: SITE INOVAGEO.

Conforme o grupo Engepol Geossintéticos (2007), o geocomposto drenante é constituído de uma combinação de dois geossintéticos: a **Georrede** e o **Geotêxtil Nãotecido**, o qual é aderido por calor a uma ou as duas faces da Georrede. O núcleo da georrede é composto por canais pequenos e é responsável

pelo escoamento dos fluídos, enquanto o Geotêxtil Nãotecido atua como elemento filtrante e separador, mantendo o solo e os resíduos fora dos canais. Os geocompostos drenantes substituem os sistemas drenantes de agregados naturais.

Ainda de acordo com o Grupo Engepol Geossinéticos (2007), a finalidade da georrede, que é um núcleo rígido em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), está em captar e conduzir as águas de infiltração/percolação, saneando o solo, ou seja, reparando as deformações do solo. Já o Geotêxtil Nãotecido tem a função de impedir o carregamento das partículas de solo para o interior do elemento drenante, o que provocaria sua colmatação, isto é, o entupimento e conseqüente perda da vazão. Segue abaixo as principais vantagens proporcionadas pelo geocomposto drenante.

VANTAGENS / BENEFÍCIOS

- Alivia pressões e empuxos hidrostáticos;
- Evita o carregamento de partículas de solo;
- Protege os sistemas de impermeabilização;
- Cria um colchão entre a estrutura e o solo minimizando a transferência de vibrações;
- Resiste aos ataques químicos e biológicos;
- Proporciona maior capacidade de armazenamento, resultando em vantagens econômicas;
- Oferece garantia de qualidade apresentada pelos fabricantes;
- Propicia fácil instalação;
- Apresenta elevada capacidade de vazão;
- Leve e de fácil manuseio;
- Mais eficiente, econômico e rápido comparado com as soluções tradicionais.

OUTRAS APLICAÇÕES

- Muros de arrimo

- Proteção de Geomembrana
- Jardineiras
- Baldrames
- Pisos concretados
- Aterros sanitários
- Canais
- Aterros químicos e industriais
- Drenagem de percolados diversos, etc.



FIGURA 35: Instalação do Geocomposto Drenante

FONTE: SITE BIDIM

Os geocompostos drenantes atuam com funções de **filtração, anticontaminantes e elemento protetor**, além da sua especialidade; a **Drenagem**.

COMPOSIÇÃO / CARACTERÍSTICAS

Georrede

Material – Polietileno de Alta densidade (PEAD)

Espessura – 4,2/3,8mm

Geotêxtil Nãotecido

Material – Polipropileno (PP)

Massa por unidade de superfície – 120g/m²

Geocomposto Drenante

Massa por unidade de superfície – 620g/m²

Espessura – 4,5/4,0mm

FONTE: SITE INOVAGEO

COMERCIALIZAÇÃO (em rolos)

LARGURA	COMPRIMENTO	DIÂMETRO	PESO
1m	10m	0,40m	7,5kg
1m	30m	0,70m	22,5kg
2m	30m	0,70m	45kg
2m	50m	1,16m	75kg

FONTE: SITE INOVAGEO

Conforme o Grupo Inovageo (2011), existem Geocompostos Drenantes disponíveis em rolos de 2 metros de largura por 50 metros de comprimento e 10 centímetros extras de geotêxtil para facilitar a instalação e evitar a entrada de solo ou outro material no trespassse entre rolos, deverá ser coberto completamente durante os 14 dias seguintes da sua instalação.

Outras Combinações de Geocompostos Drenantes

- Geomanta + Geotêxtil
- Geoespaçador + Geotêxtil Nãotecido
- Geotêxtil Tecido + 2 Geotêxteis Nãotecidos Agulhados
- Georrede + Geotêxtil Nãotecido (poliéster)
- Georrede + Geotêxtil + Filme Impermeável
(aditivo EVA + Polietileno de Baixa Densidade)

De acordo com AGUIAR e VERTEMATTI (2004), a aplicação do Geocomposto Drenante depende muito de como será utilizado, pois cada

obra possui suas características específicas (equipamentos, condições climáticas, disponibilidade de materiais, etc.), é necessário se informar das exigências e disponibilidades do cliente quanto aos custos de investimento. É importante ressaltar que a capacidade de vazão planar de um geossintético ($q_{p,i}$) para determinada pressão confinante a um certo gradiente hidráulico, é fornecida pelos fabricantes, pois deve ser determinada por ensaios de laboratório. Como o fluxo planar dentro do geossintético é turbulento, na maioria dos casos, sua determinação teórica poderia conduzir a erros sensíveis, portanto os valores de $q_{p,i}$, podem ser obtidos em catálogos técnicos dos fabricantes através de tabelas ou gráficos.

Capacidade de vazão dos geocompostos disponíveis				
Geocomposto Drenante	Capacidade de vazão (L/s.m) x tensão confinante, para $i = 1,0$			
	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa
GCD - 01	0,40	0,40	0,35	0,35
GCD - 02	0,80	0,65	0,55	0,45
GCD - 03	0,50	0,45	0,40	0,38
GCD - 04	1,00	0,90	0,82	0,70
GCD - 05	3,20	3,10	3,00	2,90

TABELA 6

Capacidade de Vazão dos Geocompostos disponíveis

FONTE: Manual Brasileiro de Geossintéticos

Onde:

GCD – É o Geocomposto Drenante;

KPa – Constante de pressão normal;

L/s.m – Litros por segundos vezes metro;

i - É o Gradiente Hidráulico.

Quanto a capacidade de vazão admissível do geossintético, os valores de $q_{p,i}$ obtidos nos ensaios de laboratório correspondem a valores últimos e geralmente consideram condições ideais de operação que nem sempre ocorrem em uma obra. Por essa razão, deve-se considerar uma redução no desempenho do geossintético quando submetido a situações que limitam o seu desempenho, para

considerar sua atuação de longo prazo, podendo ser realizado pela introdução de fatores de redução, conforme segue:

$$q_{adm} = \frac{q_{p,i}}{FR_{in} \times FR_{fl} \times FR_{cpq} \times FR_{cb}}$$

Sendo:

q_{adm} – a capacidade de vazão planar admissível do geossintético (cm³/s.m);

FR_{in} – o fator de redução devido a intrusão do geotêxtil filtrante no núcleo drenante;

FR_{fl} - o fator de redução devido a deformação por fluência do núcleo drenante ou do geotêxtil filtrante;

FR_{cpq} – o fator de redução devido à colmatação química e/ou precipitação química no núcleo drenante; e

FR_{cb} – o fator de redução devido à colmatação biológica do núcleo drenante.

FONTE: MANUAL BRASILEIRO DE GEOSSINTÉTICOS

A tabela a seguir é sugerida por Koerner (1997) para as georredes e pode ser útil na estimativa dos fatores de redução para outros tipos de núcleos drenantes aplicados em campos esportivos e outros segmentos em obras geotécnicas. (AGUIAR e VERTEMATTI, 2004)

Valores preliminares recomendados para os fatores de redução para q_{p,i} em geocompostos que utilizam georredes				
Aplicação	FR_{in}	FR_n*	FR_{cpq}	FR_{cb}
Campos esportivos	1,0 a 1,2	1,0 a 1,5	1,0 a 1,2	1,1 a 1,3
Camada de interrupção de capilaridade	1,1 a 1,3	1,0 a 1,2	1,1 a 1,5	1,1 a 1,3
Lajes e áreas suspensas	1,2 a 1,4	1,0 a 1,2	1,0 a 1,2	1,1 a 1,3
Muros de contenção, percolação de rochas faturadas e taludes em solo	1,3 a 1,5	1,2 a 1,4	1,1 a 1,5	1,0 a 1,5
Colchões drenantes	1,3 a 1,5	1,1 a 1,4	1,0 a 1,2	1,0 a 1,2
Drenos superficiais para coberturas de aterros sanitários	1,5 a 2,0	1,1 a 1,4	1,0 a 1,2	1,2 a 1,5
Camada secundária de coleta de chorume (aterros sanitários)	1,5 a 2,0	1,4 a 2,0	1,5 a 2,0	1,5 a 2,0

Camada primária de coleta de chorume (aterros sanitários)	1,5 a 2,0	1,4 a 2,0	1,5 a 2,0	1,5 a 2,0
*Esses valores variam conforme a resina usada na produção da georrede: quanto maior a densidade, menor o fator de redução. A influência do geotêxtil filtrante não foi considerada nesse caso, devendo ser feita uma avaliação específica.				

TABELA 7

Valores preliminares recomendados para os fatores de redução para qp,i em geocompostos que utilizam georredes.

FONTE: Manual Brasileiro de Geossintéticos

Conforme o Geupo Maccaferri (2009), a eficiência, a facilidade de instalação e a rapidez de execução fazem dos geocompostos drenantes uma solução indispensável nos sistemas de drenagem, pois proporcionam enorme economia de tempo e custos indiretos e essas vantagens permitem que sejam necessárias poucas operações para a implantação do sistema de drenagem horizontal, por exemplo, pouca escavação, posicionamento do geocomposto adequado e reaterro.

INVESTIMENTOS

Os Geocompostos Drenantes são vendidos por metro quadrado (m²) ou em rolos embalados. Segue abaixo a média dos investimentos do produto:

1m largura x 10m comprimento = R\$ 7,50/m² ou R\$ 75,00 (rolo)

1m largura x 30m comprimento = R\$ 20,00/m² ou R\$ 600,00 (rolo)

2m largura x 30m comprimento = R\$ 17,00/m² ou R\$ 1.020,00 (rolo)

2m largura x 50m comprimento = R\$ 28,00/m² ou R\$ 2.800,00 (rolo)

OBS: Há ainda as taxas de frete que são calculadas separadamente.

No capítulo 15 (anexo) é apresentado uma tabela que compara custos entre o sistema de drenagem com o Geocomposto Drenante e o sistema de drenagem convencional. Também é exibido os testes e normas desse produto.

9.1.1 INSTALAÇÃO DA MANTA GEOTÊXTIL NÃOTECIDA

Segundo Rewald (2006, p.13)

A definição correta e normalizada conforme a NBR 13370/02 pela ABNT, não tecido é uma estrutura plana, flexível e porosa constituída de véu ou manta de fibras ou filamentos, orientados direcionalmente e/ou ao acaso, consolidadas por processo mecânico (fricção) e/ou químico (adesão) e/ou térmico (coesão) ou combinação destes.

De acordo com o Grupo MPZ-Aplicações Tecnológicas (2012), a instalação da manta é realizada através dos Geotêxteis Não tecidos. O Geotêxtil confina algum material drenante, tipicamente brita, com ou sem tubo perfurado no seu interior, atuando como elemento filtrante e separador, permitindo o fluxo da água, impedindo a migração das partículas finas do solo e permitindo a vazão da água, bloqueando assim a contaminação do agregado e evitando o entupimento do sistema. Com a utilização do Geotêxtil Não tecido, é possível o escoamento da água, devido a sua textura porosa e permeável, retendo de modo eficaz as partículas do solo, além de aliviar as tensões neutras do solo.

Conforme o Grupo Kanaflex (9ª edição), a manta de Geotêxtil Não tecido deve ser encostada sobre o fundo e laterais da trincheira, a fim de evitar esforços e tensões elevadas quando do enchimento da vala com o material drenante, evitando riscos de perfurações e/ou rasgos. Uma trincheira drenante é composta por uma vala escavada, revestida com uma manta Geotêxtil, pedra britada e Geotubo, essa manta também é considerado um meio drenante, pois tem a finalidade de facilitar o fluxo de água do solo para o seu interior, evitando a ocorrência de elevado gradiente hidráulico na interface Solo x Envoltório. O material drenante deve ser instalado de modo que não prejudique a sobreposição da manta para fechamento e nem se intercale entre o Geotêxtil e a parede da vala.

Após o fechamento da manta, a parte superior da trincheira deve ser rapidamente aterrada para evitar entrada de sólidos em caso de chuva, devendo haver trespasse entre as abas.



FIGURA 36: Instalação da Manta Geotêxtil

FONTE: SITE INOVAGEO.

Para melhor entendimento, consulte a figura 30 (colocação da manta geotêxtil) e a figura 32 (fechamento da manta geotêxtil) no capítulo 7.1 (trincheira drenante). Segue abaixo as principais vantagens proporcionadas pela manta Geotêxtil Não-tecida.

VANTAGENS / BENEFÍCIOS

- Possui rápido escoamento da água de precipitação;
- Proporciona alta eficiência como filtro ao longo do tempo;

- Propicia maior via útil do sistema drenante;
- Oferece garantia de qualidade apresentada pelos fabricantes;
- Apresenta alto poder de impregnação;
- Operação e aplicação fácil, rápido e econômico;
- Ótimo desempenho devido a suas propriedades hidráulicas, físicas, mecânicas e de durabilidade;
- Baixo investimento;
- Elevada permeabilidade e excelente capacidade de filtração;
- Oferece melhor relação custo/benefício ao longo do tempo;
- Proporciona a economia de agregados naturais.

OUTRAS APLICAÇÕES

- Muros de arrimo
- Aterros
- Gabiões
- Barragens
- Rodovias e Ferrovias
- Recapeamento Asfáltico
- Taludes Reforçados
- Drenagens Diversas, etc.

Conforme o Grupo Maccaferri (2009) a Manta Geotêxtil Não-tecida é fabricada com fibras de alta tenacidade, tanto em Poliéster (PET) como em Polipropileno (PP), essas fibras são aditivadas para possuir uma maior resistência aos raios UV, com finalidade de assegurar a proteção e reforço, a filtração, a melhoria das propriedades mecânicas do solo e/ou materiais de construção, a prevenção da mistura de solos com outros materiais, na retenção do solo ou de outras partículas sujeitas a forças hidrodinâmicas permitindo a passagem de líquidos através da manta com estrutura porosa e permeável.



FIGURA 37: Geotêxtil Nãotecido Poliéster.

FONTE: SITE GRUPO BT.



FIGURA 38: Geotêxtil Nãotecido Polipropileno

FONTE: SITE INOVAGEO.

COMERCIALIZAÇÃO (em rolos)

LARGURA	COMPRIMENTO	GRAMATURA
2,10m	100m	200 g/m ²
2,15m	100m	200 g/m ²
2,40m	250m	600 g/m ²

FONTE: DADOS COLETADOS COM DISTRIBUIDORES.

A gramatura (massa por unidade de área) é a medida que relaciona o peso por unidade de área, podendo ser considerado como **Leve** (menor que 25 g/m²), **Médio** (entre 26 e 70 g/m²), **Pesado** (entre 71 e 150 g/m²) e **Muito Pesado** (acima

de 150 g/m²). Portanto o não tecido utilizado em drenagens em campos de futebol tem peso variando entre 200 e 600 g/m², classificado pela gramatura como **Muito Pesado**, é de filamento contínuo e consolidado pelo processo mecânico de agulhagem.

Segundo Rewald (2006) o termo consolidação mecânica é utilizada para expressar o entrelaçamento das fibras do véu com o uso de agulhas e/ou jatos de ar e/ou jato d'água. No caso da Manta Geotêxtil Não tecida (utilizada em drenagens em campos de futebol) são usados os Não tecidos agulhados que são obtidos pelo entrelaçamento mecânico de fibras provenientes de uma carda ou aerodinamicamente depositadas, ou véu de filamento contínuo. Esse entrelaçamento mecânico acontece através de repetidas penetrações de agulhas com saliências em um véu fibroso.

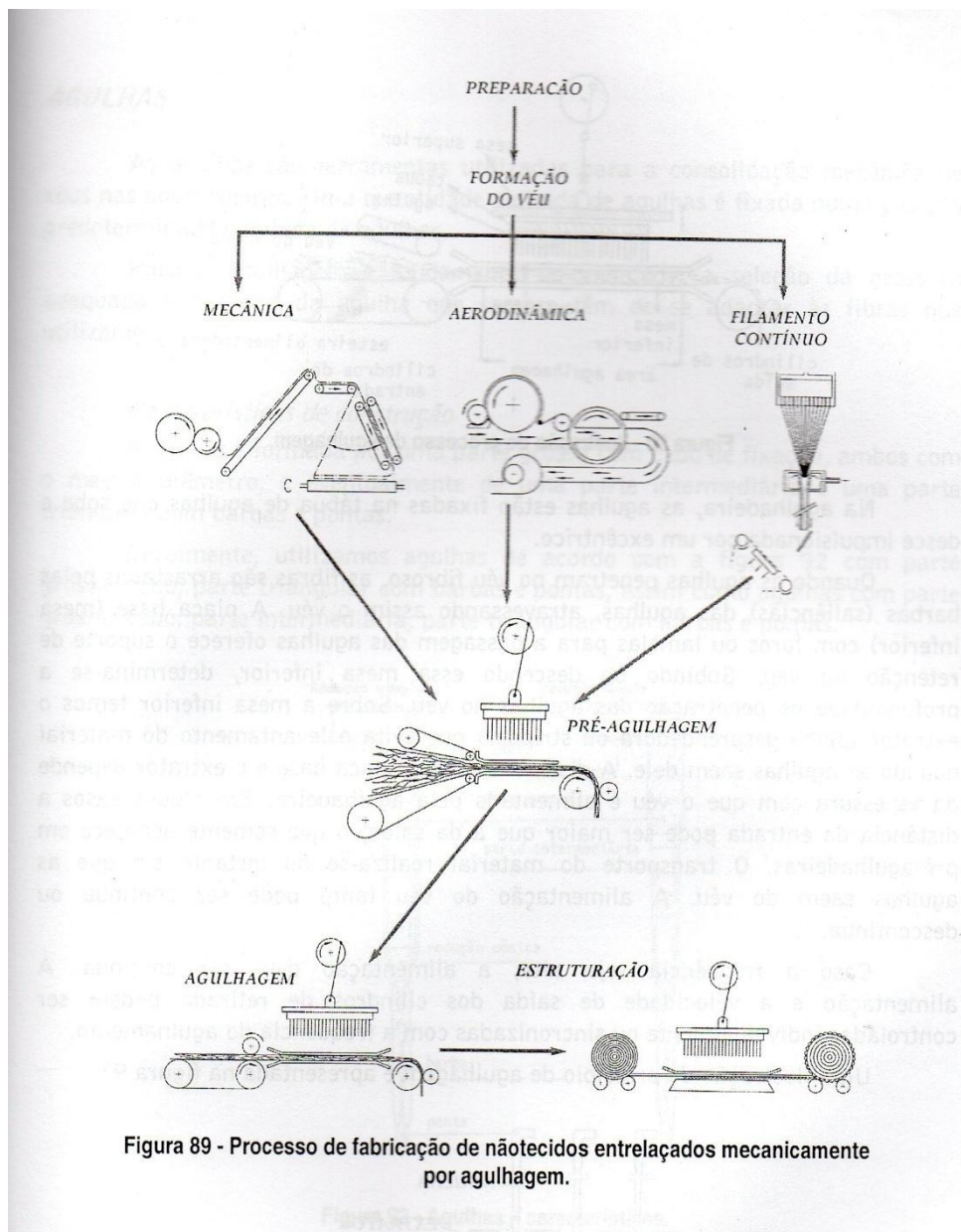


Figura 89 - Processo de fabricação de não tecidos entrelaçados mecanicamente por agulhagem.

FIGURA 39: Esquema do Processo de Fabricação de Não tecidos Entrelaçados Mecanicamente por Agulhagem.

FONTE: TECNOLOGIA DOS NÃO TECIDOS

A seguir são apresentados as **Especificações Técnicas do Geotêxtil Não tecido** e seus respectivos testes e valores.

Especificações Técnicas do Geotêxtil Não-tecido

Testes	RT07	RT08	RT09	RT10	RT14
Resistência à tração Faixa Larga					
Valor na Ruptura – L (kN/m)	7,0	8,0	9,0	10,0	14,0
Alongamento – L (%)	>50	>50	>50	>50	>50
Valor na Ruptura – T (kN/m)	6,0	7,0	8,0	9,0	12,0
Alongamento – T (%)	>50	>50	>50	>50	>50
Resistência à tração Grab					
Tração Ruptura – L (N)	420	500	570	630	840
Alongamento (min) – L (%)	>50	>50	>50	>50	>50
Tração Ruptura – T (N)	350	430	500	580	740
Alongamento (min) – T (%)	>50	>50	>50	>50	>50
Rasgo Trapezoidal					
Valor na Ruptura – L (N)	190	230	240	290	360
Valor na Ruptura – T (N)	170	210	220	270	330
Puncionamento (N)	240	260	290	330	400
	RT07	RT08	RT09	RT10	RT14
Puncionamento CBR (kN)	1,1	1,3	1,5	1,7	2,3
Permissividade (S ¹)	2,5	2,2	2,0	2,0	1,6
Fluxo de Água (l/min/m ²)	7450	6850	6150	5820	5450
Permeabilidade Normal (cm/s)	0,40	0,39	0,39	0,39	0,38
Abertura aparente (mm)	0,212	0,212	0,212	0,212	0,180

FONTE: BIDIM

Especificações Técnicas do Geotêxtil Nãotecido

Testes	RT16	RT21	RT26	RT31
Resistência à Tração Faixa Larga				
Valor na Ruptura – L (kN/m)	16,0	21,0	26,0	31,0
Alongamento – L (%)	>50	>50	>50	>50
Valor na Ruptura – T (kN/m)	14,0	19,0	24,0	29,0
Alongamento – T (%)	>50	>50	>50	>50
Resistência à tração Grab				
Tração Ruptura – L (N)	1005	1250	1450	1900
Alongamento (min) – L (%)	>50	>50	>50	>50
Tração Ruptura – T (N)	920	1180	1400	1860
Alongamento (min) – T (%)	>50	>50	>50	>50
Rasgo Trapezoidal				
Valor na Ruptura – L (N)	420	500	550	650
Valor na Ruptura – T (N)	400	480	500	600
Puncionamento (N)	460	600	700	825
Puncionamento CBR (kN)	2,7	3,3	4,0	5,2
	RT16	RT21	RT26	RT31
Permissividade (S')	1,3	1,1	0,8	0,8
Fluxo de Água (l/min/m²)	4820	3420	2760	2340

Permeabilidade Normal (cm/s)	0,37	0,37	0,37	0,37
Abertura aparente (mm)	0,180	0,150	0,150	0,125

FONTE: BIDIM

Conforme o Grupo Bidim (2013), **RT** tem essa denominação, devido a sua **Resistência à Tração Faixa Larga Longitudinal**. Por exemplo, **RT08**, tem 8 kN/m de **Resistência no Sentido Longitudinal**, ou seja, sentido de fabricação da manta.

Ainda para o Grupo Bidim (2013), na Arena Fonte Nova (Salvador-BA) uma das sedes dos jogos da Copa das Confederações em 2013 e também da Copa do Mundo FIFA 2014, foi utilizado o **Geotêxtil Bidim RT-16**, ou seja, uma **Manta Geotêxtil Não-tecido de Filamentos Contínuos 100% Poliéster** com Resistência à Tração Longitudinal mínima de **16 kN/m** e tração transversal mínima de **14 kN/m**, essa manta foi instalada tanto no gramado quanto na trincheira drenante em torno do campo.



FIGURA 40: Separação e Filtração em Sistema de Drenagem no Gramado da Arena Fonte Nova (Salvador-Ba)

FONTE: SITE BIDIM

Outro exemplo é a utilização de Geotêxtil Bidim no Estádio João Havelange, popularmente conhecido como “Engenhão” (Rio de Janeiro – RJ), onde foram aplicadas 18.640m² de Manta Geotêxtil **Bidim RT-10** como elemento filtrante em sistemas de drenagem. Já no Estádio Jornalista Mário Filho, o famoso Maracanã, palco da final da Copa das Confederações em 2013 e da grande final da Copa do Mundo FIFA 2014, foi utilizado **Geotêxtil Bidim RT-14** que proporciona maior velocidade de

execução da obra, eficiência do sistema drenante ao longo do tempo, preserva as características originais de materiais adjacentes, independente da localização do lençol freático. A manta Geotêxtil a ser utilizada, isto é, a escolha da resistência à tração faixa larga (**RT**) depende de vários fatores, pois cada obra tem suas especificações. (GRUPO BIDIM, 2013)

INVESTIMENTOS

A Manta Geotêxtil Nãootecida é vendida por metro quadrado (m²) ou em rolos embalados. Segue abaixo a média dos investimentos do produto:

2,10m largura x 100m comprimento = R\$ 3,00/m² ou R\$ 630,00 (rolo)

2,15m largura x 100m comprimento = R\$ 2,00/m² ou R\$ 430,00 (rolo)

2,40m largura x 250m comprimento = R\$ 3,50/m² ou R\$ 2.100,00 (rolo)

Obs: Há ainda as taxas de frete que são calculadas separadamente.

No capítulo 15 (anexo) é exibido os testes e normas desse produto.

9.1.2 INSTALAÇÃO DO GEOTUBO CORRUGADO

Geotubo é um tubo-dreno sintético, especialmente projetado para utilização em drenagem. São empregados em substituição aos tubos convencionais de cerâmica perfurada, de concreto perfurado e de concreto poroso. Fabricado e desenvolvido em **Polietileno de Alta Densidade (PEAD)** com corrugação helicoidal, o geotubo é resistente ao ataque de substâncias químicas e bioquímicas e tem grande resistência a intempéries e esforços mecânicos. O geotubo é destinado a coletar e escoar o excesso de líquido infiltrado no solo com a finalidade de proteger obras de engenharia, propiciar melhores condições de uso de uma área com lençol freático alto ou alagadiço, e evitar o contato (acesso) de líquidos indesejáveis às áreas a serem protegidas. (Grupo NTC Brasil, 2013).



FIGURA 41: Geotubo Corrugado de Pead

FONTE: SITE PEDREIRÃO

VANTAGENS / BENEFÍCIOS

- Oferece facilidade e maior economia na instalação;
- Elevada resistência à produtos químicos;
- Elevada resistência à compressão diametral;
- Alta resistência ao impacto;
- Facilidade de curvatura devido a sua grande flexibilidade;
- Simples manipulação devido a sua maior leveza;
- Possui alta capacidade e captação de líquidos, devido a área de absorção ser maior que outros tipos de tubos drenantes;
- Tem como característica uma estrutura corrugada, eliminando-se a quebra depois de instalado, proporcionando assim excelente resistência mecânica;
- Oferece garantia de qualidade apresentada pelos fabricantes;
- Baixo investimento.

OUTRAS APLICAÇÕES

- Aeroportos
- Aterros
- Barragens e Diques
- Dispersão de Efluentes de Esgotos
- Drenagem Agrícola
- Ferrovias
- Obras de Contenção

- Parques e Jardins
- Pátios e Estacionamentos
- Rodovias
- Subsolos
- Valas de absorção, etc.

De acordo com AGUIAR e VERTEMATTI (2004) o **dimensionamento hidráulico** do Geotubo é resumido na determinação da vazão de escoamento, em função da declividade média longitudinal, para toda a extensão do dreno, essa declividade deve ser definida no projeto de drenagem. Deve-se considerar que os Geotubos podem ser lançados com declividade longitudinal máxima de 1% e, para esse valor, suas capacidades de vazão longitudinal são expressas a seguir.

Diâmetro Nominal do Geotubo (Polegadas)	Capacidade de Vazão Longitudinal (QGP)
4"	2,60 l/s
6"	12,83 l/s
8"	28,00 l/s

FONTE: MANUAL BRASILEIRO DE GEOSSINTÉTICOS

Conforme o Grupo Inovageo (2011), para Geotubos que trabalham parcial ou totalmente cheios, geralmente é utilizado a equação de **Manning** para se obter a vazão desejada.

$$V = 1/n \cdot R^{0,66} \cdot I^{0,5} \text{ e } Q = A \cdot V$$

FÓRMULA DE MANNING

Onde:

Q = Vazão (m³/s)

V = Velocidade médio do fluído no tubo (m/s)

A = Área da seção transversal do tubo (m²)

n = Coeficiente de Rugosidade de Manning

R = Raio Hidráulico (m) = **A/S**

S = Perímetro da área molhada (m)

I = Declividade (m/m)

Tanto os colchões drenantes, como os sistemas drenantes tipo “espinha de peixe” podem ser dimensionados usando ou não o geotubo perfurado, dependendo da vazão a ser drenada.



FIGURA 42: Instalação do Geotubo Perfurado em Trincheira Drenante.
FONTE: SITE GEOFOCO.

Ainda para o Grupo Inovageo (2011) em se tratando sobre dimensões hidráulicas, outra equação pode ser aplicada para a obtenção da **Vazão** desejada, expressa da seguinte forma:

$$\begin{aligned} Q &= 20,7 \cdot D^{2,67} \cdot I^{0,50} \text{ (m}^3\text{/s)} \\ V &= 27,2 \cdot D^{0,67} \cdot I^{0,50} \text{ (m/s)} \end{aligned}$$

Onde:

Q = Vazão de Escoamento (m³/s)

D = Diâmetro Interno do Tubo Dreno (m)

I = Declividade Média do Dreno (m/m)

V = Velocidade Média de Escoamento (m/s)

COMERCIALIZAÇÃO (em Rolos e Barras)

Bitola (Polegada)	Diâmetro Nominal	Diâmetro Externo	Peso KG/Rolo	Embalagens
2 1/2"	65 mm	63,5mm	10,0 Kg	Rolos de 50m
4"	100mm	100 mm	15,5 Kg	Rolos de 50m
6"	160mm	160 mm	41,0 Kg	Rolos de 50m
8"	200mm	200 mm		Barras de 6m

FONTE: SITE GRUPO NTC BRASIL

OUTRAS CARACTERÍSTICAS DOS GEOTUBOS

Diâmetro Nominal	Raio de Curvatura	Área Aberta Perfurada	Número de Furos por metro (m)
65mm	350mm	80 cm ² /m	2.787/m
100mm	420mm	130 cm ² /m	4.530/m
160mm	800mm	190 cm ² /m	6.620/m
200mm	1000mm	240 cm ² /m	8.362/m

FONTE: SITE GRUPO KANAFLEX (9ª Edição)

O **Coefficiente de Rugosidade de Manning (n)** é dado o valor **0,016n** para todos os diâmetros nominais (**DN**), ou seja, DN65mm, DN100mm, DN160mm e DN200mm.

De acordo com o Grupo Kanaflex (9ªedição), na instalação do Geotubo, pode haver a necessidade de unir esses tubos drenos com outros de mesmo Diâmetro Nominal, sendo necessário a utilização de algumas peças, são elas:

Luva de Emenda = Destinada a unir Geotubos de mesmo diâmetro nominal, é uma peça em PEAD (polietileno de alta densidade), de seção circular e rosqueável.

Tampão = Peça em PEAD (polietileno de alta densidade), de seção circular, rosqueável, destinada ao tamponamento dos geotubos, evitando a entrada de elementos estranhos para o seu interior no início ou final de linha.

Cruzeta = A cruzeta também é uma peça em PEAD (polietileno de alta densidade), em forma de cruz, rosqueável, destinada à união de geotubos.

Derivação "Y" = Peça em PEAD (polietileno de alta densidade), rosqueável, também com função de unir geotubos.

Conexão “T” = Peça em PVC (Policloreto de Vinila) de encaixe, destinada a unir geotubos.

Conexão “Y” = A conexão “Y” também é destinada a unir geotubos e é fabricada em PVC (Policloreto de Vinila).

Cruzeta PVC = Peça em PVC (policloreto de Vinila) de encaixe, na cor branca, com função de unir geotubos.

Redução = Peça em PEAD (polietileno de alta densidade), rosqueável, destinada a unir geotubos.

Observação: Todas as peças mencionadas possuem **medidas padrão**.

Ainda para o Grupo Kanaflex (9ª edição) os métodos de conexões mais utilizadas em geotubos são:

— **Conexão com Luvas:** usado para conexão de qualquer tipo de tubo, no caso do PEAD (polietileno de alta densidade) as luvas de emenda devem ser do mesmo polímero;

— **Rosca:** os dois extremos de uma seção do tubo possuem rosca interna em uma extremidade e rosca externa na outra, para a conexão; e

— **Soldagem de Ponta:** recomendado para tubos de parede espessa, utilizados para conexão dos geotubos de transmissão de gás natural.

Para se evitar o uso de conexões e o aumento do custo da linha drenante, é necessário que o “tubo de espinha” esteja pelo menos com um segmento de **1 metro de comprimento** paralelo ao tubo principal, para que não ocorram perdas durante a passagem da água entre eles. É importante ressaltar que a largura da vala (trincheira drenante) pode ser determinada pelo diâmetro do geotubo a ser instalado e a altura de reaterro deverá ter em média **0,20 metros** (20 centímetros), podendo variar a partir de **0,50 metros** (50 centímetros) em casos onde o nível de cargas for muito elevado, devendo ser essa vala uniforme obedecendo a declividade prevista no projeto. A seguir são apresentados os custos médios dos Geotubos.

INVESTIMENTOS

Os geotubos são vendidos em metros lineares. Segue abaixo a média dos investimentos do produto:

4" ou 100mm = R\$ 3,20/m linear

6" ou 160mm = R\$ 7,48/m linear

8" ou 200mm = Entre R\$ 30,00/m e R\$35,00/m linear

Obs: Há ainda as taxas de frete que são calculadas separadamente.

No capítulo 15 (anexo) é exibido a norma desse produto.

9.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DRENANTE

O dimensionamento do sistema de drenagem leva em conta diversas características e condutividade de água do solo base, a forma de plantio da grama (tapetes, plugs ou sementes, por exemplo) e os índices de chuva (intensidade, duração, frequência e distribuição). São considerados, também a forma de utilização do gramado (jogos ou treinos, por exemplo) e a frequência. (CORSINI, 2011).

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, a caracterização das principais propriedades físicas do solo é de extrema importância para o dimensionamento do sistema drenante, pois influenciam diretamente no comportamento do escoamento das águas no leito subterrâneo. Dentre as propriedades do solo, destacam-se **A granulometria, a estrutura, a compactidade e a consistência**. Já quanto aos índices de chuva, faz-se necessário, para coletar dados, conhecer a relação entre as quatro características fundamentais da chuva (citados logo acima neste capítulo). Para obtenção de medidas pluviométricas, é coletado a 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. Nos pluviômetros, as medidas são

coletadas em geral, em intervalos de **24 horas**, de forma que a altura pluviométrica seja dada em **milímetros (mm)**.

No próximo capítulo são apresentadas as medidas médias das caixas de inspeção para manutenção do sistema e as suas respectivas conexões.

9.3 CAIXAS DE INSPEÇÃO E CONEXÕES

As caixas de inspeção para manutenção de todo o sistema, deverão ser em concreto pré-moldado no diâmetro de **60 centímetros**, com altura de **40,60,80,100,120,140 e 160 centímetros** respectivamente, com tampas de concreto que serão cobertos pelo **Topsoil**, não impactando visualmente no gramado. Já as conexões que interligam os ramais de 100 milímetros aos coletores de 160 e 200 milímetros, serão utilizadas a peça tipo **Derivação “Y”**, e nas extremidades, a montante dos ramais de 100 milímetros será obstruída, ou seja, fechada com a peça **Tampão Rosqueável** final de linha (PEDROSA FILHO, 2012).

No capítulo seguinte é abordado o Topsoil, elemento importantíssimo no processo de drenagem, um material espalhado no terreno antes do plantio da grama e localizado acima das britas e dos geossintéticos utilizados em sistemas drenantes em campos de futebol.

10. CAMADA DRENANTE

A camada drenante ou **Topsoil** é uma mistura adequada de areia com matéria orgânica, numa camada com espessura adequada, onde se dará o desenvolvimento das raízes. A mistura correta da areia e a matéria orgânica permitirá uma boa drenagem através do perfil do solo devido a areia reter água e nutrientes para a grama devido a matéria orgânica. A composição ideal para a elaboração do Topsoil é **80 a 90% de areia média** e **10 a 20% de matéria orgânica**. A procedência destes materiais é extremamente importante pois os mesmos podem trazer sementes de ervas daninhas, pedras, entulhos e até produtos tóxicos para a grama. A espessura ideal da camada do Topsoil está entre **20 e 30 centímetros** e é importante destacar que os condicionadores de solo, como os **NATUSOLOS**, por exemplo, são excelentes fontes de matéria orgânica na composição do Topsoil. (AZEREDO NETO, 2009).

Conforme Santos (2012) O Topsoil tem uma participação muito importante no processo de drenagem, pois além de permitir o desenvolvimento adequado da vegetação, permiti a infiltração da água que se acumula devido a precipitação pluviométrica. Por esse motivo o solo deve apresentar permeabilidade superior a intensidade da precipitação (**milímetros por hora**) da região onde o campo de futebol será construído. A escolha correta do Topsoil depende primordialmente do **Coefficiente de Permeabilidade**, pois este valor pode ser associado diretamente com o índice de precipitação pluviométrica.

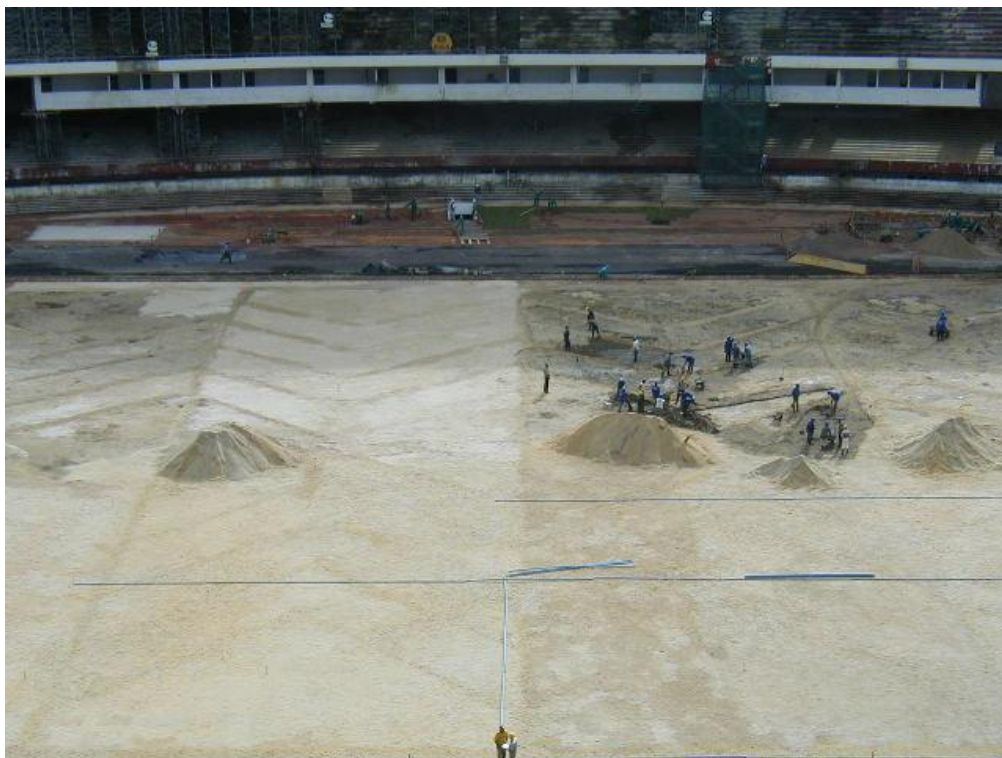


FIGURA 43: Aplicação Do Topsoil

FONTE: SITE WORLD SPORTS

Quanto à matéria orgânica composta no Topsoil, alguns fatores são de extrema importância, tais como o teor de matéria orgânica, o pH, o teor de nutrientes, a homogeneidade e a isenção de ervas daninhas e minhocas. O material mais indicado são os condicionadores de solo a base de **Turfa**, podendo ser necessário o uso de fertilizantes e corretivo adicional pré-planejado para determinados níveis de pH, objetivando melhorar a fertilidade do solo. A areia deve ser adicionada até o nível final para depois ser espalhado o condicionador de solo sobre a areia e incorporado pelo menos até **15 centímetros** de profundidade e um dia antes do plantio da grama deve ser adicionado sobre o Topsoil, o corretivo de solo, fertilizante pré-plantio para auxiliar o enraizamento da grama. Para a adição do Topsoil, toda a área a ser preenchida deve ser estaqueada com marcação nas estacas do nível final, devendo estas estacas estar distanciadas **10 metros** uma das outras. Após a adição do Topsoil, a compactação do material deverá ser realizada. (PEDROSA FILHO,2012).



FIGURA 44: Início da Marcação com Estacas no Campo Antes do Topsoil

FONTE: SITE MG SUPER ESPORTES.

10.1 COMPACTAÇÃO

Após a adição do Topsoil, a compactação do material deve ser realizada com **ROLO COMPACTADOR LISO**, com peso em torno de **1.500 a 2.000 Kg**, evitando assim a compactação excessiva. O terreno deve ser devidamente compactado, garantindo que não ocorra nenhuma deformação que comprometa o nivelamento do gramado futuramente. (PEDROSA FILHO, 2012).

10.2 PREPARO DO SOLO

De acordo com Azeredo Neto (2009) o solo base é o terreno que servirá como suporte para toda a estrutura que vai compor o campo, e é onde será realizado a terraplanagem da área onde serão executados princípios tópicos, como: levantamento planialtimétrico da área através de topografia, determinação de corte e aterro, determinação dos caimentos

superficiais de acordo com a finalidade esportiva do projeto e a situação local, nivelamento da área conforme o levantamento topográfico e os caimentos desejados e por fim a compactação do solo para evitar sedimentações futuras, principalmente quando a área sofrer aterro.

Os campos de futebol são implantados em locais onde a camada superficial do solo é removida e substituída por um meio à base de areia. Esta técnica é utilizada para melhorar as características de **drenagem e compactação** destas áreas que estão sujeitas a uso intenso e tráfego devendo apresentar boas condições para serem utilizadas diariamente, o que não ocorreria se mantivesse um solo argiloso, que ficaria compactado facilmente, ocasionando locais alagados e facilitando a morte da grama. (GODOY e BÔAS, 2003).

Conforme Oliveira (2013), além da fertilidade, outro aspecto importante do solo ou meio em que os gramados são cultivados e que pode afetar a nutrição e adubação de um gramado é a **textura**. Em campos esportivos, é comum a substituição da camada superficial do solo por uma camada composta, principalmente de areia, que por possuir maior granulometria permite uma melhor drenagem e menor compactação. As características do solo aliadas ao seu preparo determinam a qualidade do seu gramado.

O autor acredita que os solos rasos, compactos, com presença de pedras, impossibilitam a expansão adequada das raízes, afetando a absorção de nutrientes, tornando assim o gramado mais susceptível a seca.

Para Godoy e Bôas (2003) os gamados podem ser considerados **culturas perenes**, ou seja, depois de plantados, devem sobreviver por vários anos naquele local sem que o solo seja mobilizado para sua descompactação.

Nos capítulos seguintes serão denotadas a história da grama no Brasil, o método de comercialização, tratamentos, formas de plantio, tratos pós-plantio, irrigação, máquinas e equipamentos necessários, enfim, informações exclusivas sobre as **Gramas**, especificamente em campos de futebol.

11. HISTÓRIA DA GRAMA NO BRASIL

Conforme o Grupo Gramas Paraíso (2013) o cultivo de grama no Brasil começou por volta de 1974, quando o Engenheiro Agrônomo **Minoru Ito**, após estágio nos Estados Unidos, onde aprendeu técnicas de cultivo, se associou a uma empresa de jardinagem e paisagismo, de propriedade do Engenheiro Agrônomo **René Luiz Barreto**. Juntos fundaram a **Itograss** e lançaram no mercado as primeiras gramas cultivadas, chamadas **Zoysia** ou **Grama Coreana**. A produção de gramas no Brasil, concentra-se nos Estados de **São Paulo** e **Paraná**, com uma área que ultrapassa 5.000 hectares (há) e com áreas de produção bem menos expressiva nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Rio de Janeiro e mais recentemente em Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e também o Nordeste do país.

Os gramados em campos de futebol devem permitir uma boa jogabilidade, reduzir o impacto do jogador, além de proporcionarem um aspecto visual satisfatório para os torcedores. Nos campos mais tecnificados, a principal grama utilizada é a **Bermuda Híbrida (Cynodon Dactylon x Transvaalensis)** que exige um alto nível de manutenção. No inverno, alguns destes campos recebem uma semeadura sobre o gramado (**overseeding**) com uma espécie de inverno chamada **“PERENNIAL RYEGRASS” (LOLLIUM PERENNE L.)** (GODOY E BÔAS, 2003).

De acordo com Azeredo Neto (2003) as duas espécies de grama mais indicadas para gramados esportivos em nosso clima tropical, são as **“Bermudas”** e as **“Esmeraldas”**. A grama **“Bermuda”** tem algumas variedades mais indicadas para esporte que são as Tifton 419 para futebol, pólo, beisebol, tees e fairways de golfe, além das Dwarf e Eagle para Greens de Golfe. Essas variedades deve-se ao fato de serem híbridas e só podem ser propagadas vegetativamente, porém existem algumas variedades que são propagadas por sementes que atendem determinadas situações. Já a grama **“Esmeralda”** também bastante difundida no mercado, vem sendo muito utilizada para a prática de esportes, principalmente em campos de futebol. Deve-se evitar o uso das gramas **“Esmeraldas”** em campos de utilização intensa, pois a sua capacidade de recuperação é menor que a espécie **“Bermuda”**, principalmente em temperaturas mais baixas.

PRINCIPAIS MERCADOS CONSUMIDORES DE GRAMA

- Obras Públicas
- Parques Industriais
- Jardins Residenciais
- Áreas esportivas (futebol e golfe)
- Paisagismo, etc.

11.1 COMERCIALIZAÇÃO DAS GRAMAS

Conforme o Grupo Gramas Paraíso (2013) as gramas cultivadas são comercializadas principalmente em **tapetes** de 0,40 metros de largura por 0,625 a 1,25 metros de comprimento ou em **rolos** de 0,30 a 0,40 metros de largura por 1,0 a 1,25 metros de comprimento. Outras formas menos comuns são as **bandejas** com 25 ou 64 **plugs**, **estolões** ou **sementes**. Recentemente, duas empresas, uma do Rio Grande do Sul e outra de São Paulo, iniciaram a comercialização em “**big roll**”, que são rolos de gramas com aproximadamente 1,0 a 1,2 metros de largura por 40 metros de comprimento.

Na construção de uma arena de futebol, o custo da grama é o menos expressivo. O fornecimento das mudas para um Estádio é medida por **bushel**, unidade que equivale a **35,23 litros** e custa entre **R\$ 35,00 e R\$ 40,00** (trinta e cinco e quarenta reais). Um campo consome **1.600 bushels**, isto é, o valor não chega a R\$ 100.000,00 (cem mil reais). Os maiores custos na execução de um gramado estão relacionados à drenagem e à irrigação (ANDRADE, 2013).

A autora destaca que o palco de 11 dos 12 Estádios Sede da Copa do Mundo FIFA 2014 no Brasil, foi feito com grama de família das “Bermudas”. A

variedade do Maracanã, por exemplo, é a **BERMUDA CELEBRATION** que é uma grama esportiva, mais fina, que permite um corte mais rente ao solo e proporciona aderência da bola ao campo e menos cansaço aos jogadores. As “Bermudas Celebration” são mais resistentes ao sombreamento, isso porque o novo modelo de Arena Recomendado pela FIFA exige uma cobertura mais fechada, oferecendo mais conforto ao torcedor, o que gera sombra no campo e prejudica o desenvolvimento da grama. Outras vantagens da grama “Bermudas Celebration” são as gramíneas que tem crescimento acelerado, suportam mais cargas e são mais tolerantes à falta de água, além de segurar, ou seja, controlar por mais tempo a adubação, garantindo grama verde por mais tempo. Todo material é certificado pelo **ITAGAP (Internacional Turfgrass Genetic Assurance Program)**, um órgão americano que faz o controle dessas gramas esportivas.

Custos da Grama (Média no Brasil)

Gramas Nativas - R\$ 0,80 (por metro quadrado)

Gramas Cultivadas - R\$ 1,20 (por metro quadrado)

Ainda para Andrade (2013), a recomendação da FIFA em relação a Copa do Mundo no Brasil em 2014, era que todos os estádios sede da competição tivessem gramados plantados em **solo arenoso** no sistema de mudas (**sprigs**), respeitando a espécie de grama “Bermudas”.

11.1.1 GRAMA BERMUDAS

Das gramas cultivadas no Brasil, 74% são de espécie “Esmeralda” (*Zousia Japônica*), 24% da espécie “São Carlos” (*Axonopus Affinis*) e apenas **1,2%** da espécie “**Bermuda**” (*Cynodon Dactylon*) que são as mais utilizadas em áreas esportivas, outras gramas completam ainda os números com percentual de menos de 1%.



FIGURA 45: Grama Bermuda (Cynodon Dactylon)

FONTE: SITE GRAMAS PARAISO

Conforme Oliveira (2013), cada espécie apresenta características específicas como rusticidade, plasticidade, resistência ao pisoteio, capacidade de desenvolvimento em áreas de pouca luminosidade, resistência salinidade, capacidade de rebrota, o que permite indicá-las para diferentes usos e manejos.

O autor acredita que as gramas espécie “Bermudas” apresentam alta resistência ao pisoteio e rápida recuperação após danos, sendo assim, indicada para uso em áreas esportivas (campos de Golfe e de Futebol principalmente), se caracterizam pela folhagem de textura fina e formação de gramados densos.

De acordo com o Grupo Gramas Paraíso (2013) a grama “Bermudas” é uma grama de clima quente que melhor se adapta a partir da latitude 45° até a latitude 0° (Equador), entra em dormência após algumas geadas e recupera-se rapidamente quando a temperatura aquece mesmo no inverno. A **Tifway 419** tem sido a mais popular grama esportiva dos últimos 40 anos nos Estados Unidos e em várias partes do mundo.

VANTAGENS DA GRAMA BERMUDAS

- Demonstram tolerância a danos causados por insetos;
- Extremamente tolerantes ao pisoteio;

- Resistentes à ervas daninhas;
 - Alto poder de regeneração;
 - São muito macias e conhecidas também como “grama seda”;
 - Possuem folhas estreitas de crescimento rápido e cor verde vivo;
- entre outros benefícios.

PODA IDEAL

Gramma Bermuda – **2 a 25mm (milímetros)**

Gramma Esmeralda – **12,5 a 30mm (milímetros)**

A freqüência da poda ou corte da grama **Bermuda** depende da quantidade de chuva no local. Nos períodos chuvosos, a grama cresce mais rápido podendo exigir cortes a cada **15 dias**. Já no clima seco do inverno, as folhas demoram mais para se desenvolver, aumentando os intervalos entre as podas. (GODOY E BÔAS, 2003)

11.1.2 TRATAMENTO DA GRAMA

Conforme Godoy e Bôas (2003) uma vez formado, o gramado irá necessitar de acompanhamento para se manter bonito e saudável, sendo necessário passar por quatro métodos de manutenção: **Poda, Fertilização, Aeração e Controle de Ervas Daninhas**.

Quanto ao corte, o gramado deve ser aparado à altura certa e no momento adequado, assim o gramado torna-se mais resistente à ervas daninhas, pragas e doenças. A freqüência com que o gramado deve ser aparado depende de fatores, tais como, o tipo de grama, época do ano, clima, estado nutricional da grama e seu uso. Um outro detalhe muito importante diz respeito à alternância dos padrões de corte do gramado, pois quando a grama for aparada em uma única direção pode-se provocar a compactação do solo em determinadas áreas. (GODOY E BÔAS, 2003)

Outro método de tratamento do gramado é o **Tratamento Luminoso**, feito através de máquinas de luzes, que tem a função de auxiliar no

crescimento e boa condição da grama em locais com menor incidência ao sol. A luz artificial sustentada por uma estrutura metálica e com rodas fica direcionada para áreas específicas do gramado por **12 horas**, normalmente ativado após às 17 horas, devendo este método ser empregado **8 meses por ano**, para compensar locais com grande sombreamento. (WERNEK, 2013).

De acordo com Wernek (2013) a máquina de “Tratamento Luminoso” foi importada da Holanda e, na Europa, tem custo estimado de **100 mil euros**. No Brasil, a primeira máquina do tratamento luminoso chegou em Porto Alegre (RS) em Junho de 2013 e imediatamente foi ativada para trabalhar, o **modelo SGL MU360** é o de maior porte e trabalha em diversas áreas.

Outro fator importante no tratamento da grama é o **Cultivo do Gramado**. O MARACANÃ (palco da grande final da Copa do Mundo FIFA 2014) teve seu gramado cultivado na Fazenda da Itograss (Empresa Responsável pelo Fornecimento da Grama) em Saquarema (RJ).

Conforme Andrade (2013) o corte do gramado foi realizado no formato europeu, segundo o Espanhol **Eudald Morera**, diretor da **Royalverd**, empresa que cuida do campo do Barcelona, e sócio da **Greenleaf** (Empresa Responsável pelo plantio e Manutenção do Gramado do Maracanã). A grama foi plantada em **solo arenoso** em sistemas de mudas (**sprigs**) “é como pegar um tapete de grama, lavar e desfiar, não ficando terra alguma, sobrando somente os sprigs”, disse **Breno Rodrigo Couto**, Engenheiro Agrônomo e Gerente Comercial da **Itograss**. A regra é uma forma de evitar a vinda de terra argilosa da Fazenda que pode prejudicar a drenagem do campo. No entanto, o plantio por sprigs demanda no mínimo **60 dias** para o gramado fechar. Com o atraso das obras a solução das Empresas (**Greenleaf e Itograss**) foi levar para a Fazenda a mesma areia na qual seriam plantadas as mudas no Maracanã, sendo uma área de **15.000 metros quadrados** preparada para receber o **solo arenoso**, como se o campo do Maracanã tivesse sido montado dentro da Fazenda. A grama foi plantada por mudas, o que permitiu que, em cinco meses, estivesse pronta para ser transferida, sendo que normalmente uma grama leva de sete meses a um ano para estar pronta para a colheita. A escolha

do método foi em função do tempo pois os rolos permitem a utilização do gramado 15 dias após o plantio, já que os rolos foram retirados da fazenda e levados para o Estádio, com aprovação da FIFA, pois o solo utilizado era o mesmo.

Segundo Andrade (2013), o **Novo Maracanã** foi o primeiro Estádio da Copa plantado nesse sistema, foram necessários **23 caminhões** para transportar **360 rolos** de **18 metros de comprimento** por **1,20 metros de largura** cada. A grama foi colhida em três dias, sempre no início da noite, para ser plantada às 6 horas da manhã do dia seguinte. O plantio foi feito por máquinas importadas da Espanha, as mesmas usadas no **Camp Nou (Estádio do Barcelona)**, e por sinal os sete técnicos responsáveis por operá-las são da **Royalverd**. A vantagem desse equipamento é permitir um corte mais largo, ou seja, um número menor de emendas no campo.

Ainda para Andrade (2013), no caso do Estádio Nacional Mané Garrincha, em Brasília (DF), a grama percorreu 1.700 quilômetros até chegar à capital, sendo trazida de Sergipe (SE) em 20 carretas refrigeradas, cada uma com cerca de **28 rolos** de grama de **14 metros de comprimento** por **1,20 metros de largura** cada.

A Empresa **Itograss** trabalha com gramas de verão híbridas, cuja propagação acontece por **mudas** e não por sementes. Para abastecer o Brasil, a Empresa conta com **mais de 30 fazendas** espalhas por **14 Estados**, por outro lado, no Brasil apenas duas empresas são certificadas pela **Itagap**, e a **Itograss** é uma delas. Para adquirir o selo, a fazenda precisa ter um controle minucioso do processo produtivo antes, durante e depois do plantio. O Itagap dá o parecer à FIFA, que a gramínea é homogênea e que não há outro material vegetativo no meio.

11.1.3 FORMA DE PLANTIO

Conforme Azeredo Neto (2009) as principais formas de plantio são: **tapetes, plugs, estolões e sementes**, sendo alguns fatores importantes na escolha da forma de plantio, entre eles:

- **Preço** (custo/m²);
- **Distância do Fornecedor** (frete);
- **Prazo** que o campo deve estar pronto para uso;
- **Tamanho** da área a ser plantada.

A definição da forma de plantio será principalmente em função de **custo e tempo** para o gramado ficar em condições de jogo, e cada uma dessas formas de plantio tem sua técnica de implantação, devendo ter o acompanhamento de técnicos especializados. (AZEREDO NETO, 2003).

11.1.4 TRATOS CULTURAIS PÓS-PLANTIO

Os principais tratos culturais após o plantio são compactação e rejuntamento dos tapetes, poda, aplicação de fertilizantes, estimuladores de enraizamento, fitohormônios, controle de pragas e doenças e **Topdressing**, que é uma cobertura do gramado com areia para nivelar o piso das pequenas irregularidades que ocorrem através do plantio. Além é claro da **irrigação**, fator importante nos tratos culturais após o plantio, pois tem a função de controlar a quantidade de água a ser fornecida para a grama. (AZEREDO NETO, 2003).

11.1.5 IRRIGAÇÃO DO GRAMADO

O primeiro fator é a qualidade da água e quanto mais natural for melhor (não existe melhor irrigação do que a água da chuva). O segundo fator é a quantidade estabelecida para a grama. Atualmente, o Brasil possui sistemas de irrigação de primeiro mundo, automatizados com **aspersores escamoteáveis** (pop-up), **válvulas solenóides**, **controladores**, **sensores de chuva**, **etc.**, esses equipamentos distribuem a água na quantidade certa, em horários programados e na frequência desejada sendo estes materiais todos importados (exceto tubos, conexões e bombas). Hoje, buscando otimizar ao máximo o aproveitamento de água,

o melhor sistema é o computadorizado com válvulas solenóides, aspersores escamoteáveis e sensores de chuva, permitindo uma melhor uniformidade na rega, com quantidades pré-programadas e principalmente proporcionando a reposição das perdas rápidas de água no perfil do solo. (AZEREDO NETO, 2009).

Conforme Oliveira (2013) as gramas com baixa resistência à seca, podem necessitar de **3 a 4 irrigações por semana** durante meses quentes, por outro lado, as gramas com alta resistência à seca podem necessitar de apenas **uma irrigação semanal**, dependendo da espécie da grama, da profundidade do sistema radicular e do tipo de solo, podem ser aplicados por irrigação entre **8 a 25mm (milímetros)** de água.

No sistema de irrigação, a água chega ao gramado por aspersores, que lembram os jatos giratórios para molhar o jardim, este aspersor se localiza embaixo da terra para não atrapalhar os jogadores e assim quando a água chega aos canos, a pressão empurra a tampa até a superfície distribuindo a água por igual ao gramado, diferente de uma mangueira que proporciona água desproporcionalmente. (ARAUJO, 2010).

O sistema de irrigação computadorizado faz emergir um pistão com bocal, após os aspersores escamoteáveis enterrados submeterem-se a uma determinada pressão de água, ao término desta pressão o pistão recolherá um pouco abaixo do nível da grama, permitindo a prática do jogo sem risco aos atletas. O sistema é dividido em setores e a principal vantagem é a redução no dimensionamento da moto bomba e tubulação necessários para a instalação, gerando um melhor gerenciamento do tempo de rega, por exemplo, irrigar por mais tempo setores com altos índices de desgaste do campo, Cada setor é comandado por uma válvula solenóide de acionamento elétrico e o gerenciamento das válvulas é feito por um controlador central digital programável, sendo este acoplado a um sensor de chuva, que suspende automaticamente a irrigação quando chover. (GODOY, 2012).

Para Pedrosa Filho (2012) toda tubulação deve estar no mínimo a **30 centímetros de profundidade** no sistema que utiliza aspersores enterrados (escamoteáveis) que emerge do solo quando a tubulação é pressurizada, promovendo a irrigação da grama. O gerenciamento das

válvulas solenóides pode ser programado para qualquer dia da semana, qualquer horário e tempo desejado para cada setor, permitindo maior eficiência da rega e melhor homogeneidade na distribuição e economia de água, mão de obra e tráfego sobre o gramado.

11.1.6 MÃO DE OBRA, MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Para que os serviços sejam executados da melhor maneira possível, é necessário que se tenha uma boa mão de obra, máquinas adequadas aos serviços a serem finalizados, tais como: Retroescavadeira, Patrol, Rolo Compactador, etc, e obter equipamentos eficientes (adubadeiras e pulverizadores). (AZEREDO NETO, 2009).

11.1.7 SUPERVISÃO TÉCNICA

O acompanhamento de uma Empresa e/ou técnico especializado na implantação e manutenção de gramados esportivos, principalmente em campos de futebol, é fundamental para que o resultado final seja o melhor possível. Hoje, o segmento de implantação e manutenção de gramados esportivos já atingiu níveis tecnológicos bastante avançados e requerem cada vez mais profissionais especializados na área, com o objetivo de proporcionar gramados modelo padrão de primeiro mundo para o Brasil poder sediar os principais eventos esportivos mundiais como os Jogos Olímpicos 2016 e Pan Americanos. (AZEREDO NETO, 2003).

12. CONSIDERAÇÕES

Os produtos Geossintéticos utilizados como elementos drenantes em campos de futebol descritos neste trabalho; o Geocomposto Drenante, a Manta Geotêxtil Não-tecida e o Geotubo Corrugado, devem atender às propriedades físicas, mecânicas, hidráulicas, ambientais e de durabilidade num projeto de drenagem em gramados de futebol, visando reduzir ou até mesmo eliminar os problemas de encharcamentos causados pela chuva.

Esses Geossintéticos devem possuir características específicas de transmissividade que garantam a capacidade em transportar rapidamente volumes elevados de líquidos através do seu plano, proporcionar alto poder de filtração, retendo partículas de solo e permitindo a passagem livre do fluido em movimento, concedendo garantia de qualidade oferecida pelo fabricante, entre outros benefícios.

Do ponto de vista técnico, os Geossintéticos aplicados na drenagem em campos de futebol devem garantir igual, ou melhor, comportamento que os materiais naturais utilizados isoladamente tais como a brita, o cascalho, a areia, entre outros, desde que projetados e adequados corretamente em um projeto.

13. CONCLUSÃO

Após a confirmação de que o Brasil seria o país sede da Copa do Mundo de Futebol, os Estádios brasileiros se esforçaram diariamente para cumprir todas as exigências da FIFA quanto à estruturas, coberturas, iluminações, ventilações, comodidade e conforto ao público, cabines de televisão e principalmente o gramado, sendo este último o mais importante para que acontecesse realmente o espetáculo futebolístico, havendo portanto a necessidade de uma excelente drenagem.

A solução de Engenheiros e Projetistas para atender esse grandioso projeto foi drenar os campos de futebol utilizando Geossintéticos com funções drenantes combinados com materiais naturais, uma vez que estes Geossintéticos possuem grande afinidade com o solo, além de obterem propriedades específicas para essa função, principalmente as propriedades hidráulicas.

Neste trabalho fica evidente, que o uso de Geossintéticos como elementos drenantes se constitui num item praticamente obrigatório em drenagens em campos de futebol, pois há um expressivo acervo de utilizações bem sucedidas no Brasil e no Exterior, e, além disso, os fabricantes brasileiros estão cada vez mais proporcionando materiais e tecnologias de qualidade para enfrentar os problemas em que a drenagem se faça necessária.

Entre as vantagens dos Geossintéticos utilizados em drenagens em campos de futebol, destaca-se a rapidez de execução, ótimo desempenho devido a suas propriedades, capacidade em transportar rapidamente volumes elevados de líquidos e baixo investimento, certo de que a drenagem não pode ser associada à custos.

A drenagem a vácuo também foi uma das novidades no Brasil para a Copa do Mundo e agora será aproveitada para as futuras competições nacionais e internacionais, disposta a somar no combate ao problema de encharcamento e poças d'água que os sistemas drenantes convencionais enfrentam atualmente nos campos de futebol, visando a redução ou eliminação da água da chuva que cai sobre o gramado.

Portanto os Geossintéticos se apresentam como uma excelente alternativa técnico-econômica para situações enfrentadas pelos projetistas ao definir soluções para drenagens em campos de futebol.

Por outro lado, os órgãos que controlam o uso dos campos deveriam se atentar aos calendários, que no Brasil, por exemplo, é extremamente duro e irracional, penalizando os atletas e os gramados, pois não adianta importarmos o modelo de estádio europeu e não importarmos o modelo de uso.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Soluções em Drenagem de Campo de Futebol. **23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/IX-004.pdf>>. Acesso em 21/03/2014

AGUIAR, PAULO ROBERTO. *Manual Brasileiro de Geossintéticos*. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2004.

ANDRADE, LÍVIA. Aqui se colhe o novo Maracanã. **Revista Globo Rural**, São Paulo, a 29, n.338, p. 30-36, Dezembro. 2013.

ARAÚJO, TARSO. Como é feito um campo de futebol?. **Mundo Estranho**. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-e-feito-um-campo-de-futebol>>. Acesso em 22/02/2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**. Citação. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13370**. Não Tecido. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12553**. Geossintético. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2003.

AZEREDO NETO, PAULO ANTONIO. Os 10 mandamentos para a construção de gramados esportivos. **NUTRIHUMUS**. Disponível em: <<http://eucriominhocas.blogspot.com.br/2009/06/os-10-mandamentos-para-contrucao-de.html>>. Acesso em 22/02/2014 – 01/03/2014

_____. Implantação e Manejo de Gramados Esportivos. **INFOGRAMA**. Disponível em: <<http://www.infograma.com.br/Sigra%20I/IMPLANTA%c7%c3%20EMANEJO%20%de%20GRAMADOS%20ESPORTIVOS.pdf>>. Acesso em 09/04/2014

BECKER, GUILHERME. Gramados da Arena e do Novo Beira-Rio Terão Drenagem a Vácuo. **ZH ESPORTES**. Disponível em: <<http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/esportes/noticia/2012/10/gramados-da-arena-e-do-novo-beira-rio-terao-drenagem-a-vacu-3908>>. Acesso em 28/02/2014

BUENO, BENEDITO DE SOUZA. **Manual Brasileiro de Geossintéticos**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2004.

CALVO, CARLOS. Pelé crítica atraso de estádios e se diz contra protestos na Copa. **BOL NOTÍCIAS**. Disponível em: <<http://noticias.bol.uol.com.br/ultimas-noticias/esporte/2014/05/19/pele-critica-atraso-de-estadios-e-se-diz-contra-protestos-na-copa.htm>>. Acesso em 30/10/2014.

COMITÊ ORGANIZADOR BRASILEIRO DA COPA 2014. Recomendação Técnica para gramados em Estádios e CTs – Rev_O. **INFOGRAMA**. Disponível em: <http://www.infograma.com.br/textos/RECOMENDACAO_TECNICA_PARA_GRAMADOS_EM_ESTADIOS_e_Cts_LOC_2014%5B1%5D.pdf>. Acesso em 14/07/2014

COMITÊ TÉCNICO GEOTÊXTIL, **Curso Básico de Geotêxteis**. São Paulo: ABINT. 2001.

CORSINI, RODNEI. Drenagem de Campos de Futebol. **INFRA ESTRUTURA URBANA**. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoestecnicas/11/3-drenagem-de-campos-de-futebol-escoamento-da-agua-245179-1.aspx>>. Acesso em 21/02/2014

FERRETTI, PAULO CÉSAR BELESSO. Drenagem em Campos de Futebol. **IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura Fórum da Construção**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=227>>. Acesso em 21/02/2014.

GODOY, CLAUDIO. Proposta para construção de campo de futebol profissional. **WORLD SPORTS SOLUÇÕES ESPORTIVAS**. Disponível em: <<http://www.mtnacopa.com.br/download.php?id=220437>>. Acesso em 02/04/2014.

GODOY, LEANDRO J.GRAVA; BÔAS, ROBERTO L. VILLAS. Nutrição de Gramados. **Simpósio sobre Gramados – Produção, Implantação e Manutenção**. Disponível em: <http://www.nutricaodeplantas.agr.br/site/downloads/nutricaogramados_godoy_villas_boas.pdf>. Acesso em 24/03/2014 – 28/03/2014.

GOMIDE, ROBERTO. World Sports apresenta novidade no sistema de drenagem a vácuo. **WORLD SPORTS SOLUÇÕES ESPORTIVAS**. Disponível em:

<<http://worldsports.com.br/arquivos/imprimir.php?noticia=74>>. Acesso em 21/02/2014.

GRUPO Bidim. Disponível em: <<http://www.bidim.com.br>>. Acesso em 17/03/2014

GRUPO ENGEPOL GEOSSINTÉTICOS. Disponível em: <<http://www.engepol.com/geotecnia/geotextil.html>>. Acesso em 08/03/2014 – 17/03/2014 – 20/03/2014

GRUPO GEOFOCO. Disponível em: <<http://www.geofoco.com.br/produtos/geotextil>>. Acesso em 13/03/2014 – 06/08/2014

GRUPO GRAMAS PARAÍSO. Disponível em: <<http://www.gramasparaiso.net>>. Acesso em 28/03/2014

GRUPO GREEN GRASS. Disponível em: <<http://www.greengrass.com.br/nivelamento.php>>. Acesso em 27/10/2013

GRUPO INOVAGEO. Disponível em: <<http://www.inovageo.eng.br>>. Acesso em 05/03/2014 – 08/03/2014

GRUPO KANAFLEX. Disponível em: <<http://www.prodesivo.com.br/uploads/files/KANANET.pdf>>. Acesso em 09/03/2014

GRUPO MACCAFERRI. Disponível em: <<http://www.maccaferri.com.br>>. Acesso em 09/03/2014

GRUPO MPZ – Aplicações Tecnológicas. Disponível em: <<http://www.mpz.com.br>>. Acesso em 09/03/2014

GRUPO NTC BRASIL. Disponível em: <<http://www.ntcdistribuidora.com.br/tubo-dreno-pead/?gclid=CJzv8aHKLcACFUV.7aod8llafq>>. Acesso em 15/08/2014

GRUPO RAMALHO. Disponível em: <http://www.ramalho1.com.br/public/files/pdf/drenagem_campo.pdf>. Acesso em 24/02/2014

GUICHARD, DIEGO. Drenagem a vácuo começa a ser instalada para gramado do Beira-Rio. **Globo Esporte.** Disponível em: <<http://globoesporte.globo.com/futebol/times/internacional/noticia/2013/02/drenagem-vacu-comeca-ser-instalada-para-gramado-do-beira-rio>>. Acesso em 28/02/2014

MOMBACH, HILTOR. Drenagem a vácuo custaria R\$ 1,5 milhão. **Correio do povo.** Disponível em: <<http://www.correiodopovo.com.br/blogs/hiltormombach/?p=9156>>. Acesso em 28/02/2014

OLIVEIRA, DANILO A. LEMOS DE. Recuperação de gramados de campos de futebol submetidos a diferentes doses de adubação em sistema irrigado e de sequeiro. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – **Universidade Estadual do Norte Fluminense**. Campo dos Goytacazes, RJ: UENF, 2013. Disponível em: <http://www.uenf.br/Uenf/downloads/PRODVEGETAL_3434_1373476389.pdf>. Acesso em 24/03/2014 – 04/04/2014.

PEDROSA FILHO, CELSO. Descrição da Arena Independência. **ENARPE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS.** Disponível em: <http://www.compras.mg.gov.br/images/stories/arquivoslicitacoes/secopa-independencia/anexo_V/anexo-V-descricao-da-arena-independencia>. Acesso em 22/02/2014 – 01/03/2014

REWALD, FREDDY GUSTAVO. **Técnoologia dos NãoTecidos**, Matérias primas, processos e aplicações finais. 1ed. São Paulo: LCTE Editora, 2006.

SANTOS, JOSÉ PETRUCCIO. Uso de Geocomposto Drenante em Campos de Futebol. **Gramados Marília.** Disponível em: <<http://gramadosmarilia.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Drenagem-Macdrain.pdf>>. Acesso em 21/02/2014 – 08/03/2014

SANTOS, MARCELO FERREIRA dos. Principais Funções dos Geossintéticos. **SHVOONG.** Disponível em: <<http://pt.shvoong.com/exact-science/engineering/1696065-principais-fun%C3%A7%C3%B5es-dos-geossint%C3%A9ticos-1%C2%AA/>>. Acesso em 29/07/2014

VERTEMATTI, JOSÉ CARLOS. **MANUAL BRASILEIRO DE GEOSSINTÉTICOS.** São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2004

VILAR, ORENCIO MONJE. **MANUAL BRASILEIRO DE GEOSSINTÉTICOS.** São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2004.

WERNEK, JEREMIAS. Grêmio aproveita recesso e inicia tratamento luminoso no gramado da Arena. **UOL FUTEBOL.** Disponível em: <<http://esporte.uol.com.br/futebol/ultimas-noticias/2013/06/16/gremio-aproveita-recesso-e-inicia-tratamento-luminoso-no-gramado-da-arena>>. Acesso em 01/04/2014

15. ANEXO

Comparativo de custo entre o sistema de drenagem com o Geocomposto Drenante e o Sistema de Drenagem Convencional

Materiais	Custo unitário (R\$)	Brita + Geotêxtil		Geocomposto Drenante	
		Quant. Para 1m ²	Custo total R\$ / m ²	Quant. Para 1m ²	Custo total R\$ / m ²
Geocomposto Drenante	15,00/m ²	n.a	n.a	1,00m ²	15,00/m ²
Brita 1	(*)42,00/m ³	0,22m ³	9,24/m ²	n.a	n.a
Geotêxtil Não Tecido 200g/m ²	(**)2,95/m ²	1,05m ²	3,10/m ²	n.a	n.a
Tubo Dreno \varnothing 100mm	2,50/m	0,40m	1,00/m ²	0,40m	1,00/m ²
Escavação e Remoção de Solo	4,50/m ³	0,50m ³	2,25/m ²	0,20m ³	0,90/m ²
Pedreiro (Leis Sociais inclusas)	8,10/h	0,10h	0,81/m ²	n.a	n.a
Ajudante (Leis Sociais inclusas)	5,86/h	0,85h	5,00/m ²	0,08/h	0,47/m ²
Custo Total por metro linear			21,40/m ²		17,37/m ²
Custo Total + B.D.I (30%)			27,82/m ²		22,58/m ²

TABELA 8

FONTE: MACCAFERRI: 2009

(*) Considerado 10% de perdas referente às irregularidades ocorridas durante a execução

(**) Considerado 5% de perdas referente às sobreposições e cortes.

ONDE:

n.a = Não aplicável para esta solução.

B.D.I = Benefícios e Despesas Indiretas.

\varnothing = Diâmetro (em mm).

g/m² = Grama por metro quadrado.

mm = milímetro.

m² = metros quadrados.

m³ = metros cúbicos.

h = horas.

Embora o Custo Direto seja praticamente o mesmo, a eficiência, a facilidade e a rapidez de execução, fazem do Geocomposto Drenante um produto vantajoso.

TESTES E NORMAS

- **GEOCOMPOSTO DRENANTE**

GEOCOMPOSTO	
Pressão kPa	ASTM D 4716
Gramatura	ABNT NBR 12568
Espessura Nominal	ABNT NBR 12569
Resistência a Tração	ABNT NBR 12824
GEORREDE	
Espessura Nominal	ABNT NBR 12569
Densidade	ASTM D 792
Resistência a Tração	ABNT NBR 12824
GEOTÊXTIL	
Gramatura	ASTM D 5261
Espessura Nominal	ASTM D 5199
Resistência a Tração	ASTM D 4595
Resistência a Puncionamento	ASTM D 4833
Abertura de Filtração	AFNOR G 38017
Permissividade	ASTM D 4491
Permeabilidade Normal	ASTM D 4491

FONTE: MACCAFERRI

- **MANTA NÃOTECIDO**

Resistência à Tração faixa Larga	ABNT NBR 12824 / ASTM D 4595
Resistência ao Rasgo Trapezoidal	ABNT NBR 13351 / ASTM D 4533
Resistência ao Puncionamento CBR	ABNT NBR 13359 / ASTM D 6241
Permissividade	ABNT NBR 15223 / ASTM D 4491
Permeabilidade Normal	ABNT NBR 15223 / ASTM D 4491
Trasmissividade	ASTM D 4716
Abertura de Filtração	AFNOR G 38017
Retenção de Asfalto	TASK FORCE 25 # 8
Resistência à Tração Grab	ASTM D 4632
Abertura Aparente	ASTM D 4751

FONTE: BIDIM

- **GEOTUBO CORRUGADO**

Tubos Corrugados de PVC e de Polietileno para drenagem subterrânea ABNT NBR 15073
--

FONTE: NTC BRASIL

GeoTêxteis: Instalação em Trincheiras Drenantes ABNT NBR 15224

Obs: O Geocomposto Drenante, a Manta Nãotecida e o Geotubo Corrugado obedecem a Norma Brasileira ISO 9001:2008

Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos