



# INICIATIVAS INSPIRADORAS



## MANEJO INTEGRADO DE ÁGUAS PLUVIAIS:

Estádio Nacional de Brasília  
Mané Garrincha  
Brasília- DF

# ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	03
PERFIL DO LOCAL .....	03
AS MEDIDAS COMPENSATÓRIAS EM MICRODRENAGEM .....	04
FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	05
TECNOLOGIAS ASSOCIADAS QUE COMPÕEM O SISTEMA .....	06
FLUXOGRAMA GERAL DO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUA .....	07
INTEGRAÇÃO DAS TÉCNICAS.....	09
VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS TÉCNICAS APLICADAS NO SISTEMA INTEGRADO .....	10
FICHA TÉCNICA DO PROJETO DO ESTÁDIO .....	12
PARÂMETROS DO PROJETO .....	13
GLOSSÁRIO .....	14
PARA SABER MAIS .....	17
FICHA TÉCNICA DA SISTEMATIZAÇÃO .....	17

## ÍCONES

Para facilitar a leitura e destacar os pontos mais importantes deste caderno, foram adotados ícones distintos para cada tipo de informação, são eles:



**BOA IDEIA:** Práticas ou medidas adotadas pelo programa que podem ser consideradas inovadoras e que podem ser utilizadas em outras localidades.



**ALTERNATIVAS DE EXECUÇÃO:** Parâmetros que foram adotados em casos particulares para determinada localidade e que podem sofrer modificações dependendo do objetivo que se deseja.



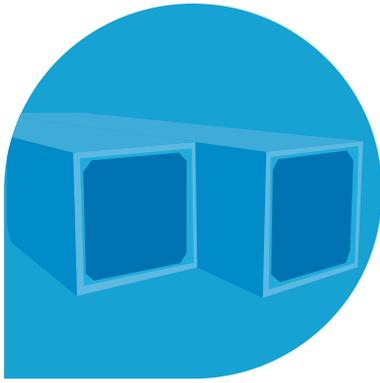
**GLOSSÁRIO:** Palavras que tem seu significado incluído no Glossário.



**PARA SABER MAIS:** Caso o leitor queira aprofundar seu conhecimento em algum assunto tratado, são indicadas fontes de informações complementares.



**ATENÇÃO**



O Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha inaugurado em 1974, recebeu em 2010 a aprovação para realizar reestruturação e adequações exigidas pela FIFA para sediar os jogos da Copa do Mundo de Futebol em 2014.

As mudanças tornaram o estádio, anteriormente construído com características 'olímpicas' (incluindo pistas de atletismo, por exemplo), uma arena multiuso. Com o novo projeto o Estádio recebeu uma cobertura de tensoestrutura sobre as arquibancadas, estacionamentos e áreas de apoio, vestiários, central médica, lojas e outros empreendimentos, além de técnicas compensatórias em microdrenagem que proporcionarão manejo adequado da água de drenagem pluvial.

Neste material você encontrará informações sobre o sistema de manejo de águas pluviais desenvolvido para o Estádio Mané Garrincha. O sistema é composto por captação da água de chuva da cobertura e do campo, pela utilização de pavimentos permeável e intertravado com juntas drenantes para área externa, associados a outras técnicas. A partir da implantação desse sistema é possível a reutilização da água para irrigação do campo, reservatório de incêndio, vasos sanitários e espelhos d'água.

Além disso, o Estádio está em processo de certificação e poderá ser o único no mundo a obter nível Platinum da Certificação LEED, índice máximo de sustentabilidade pelo U.S. Green Building Council (USGBC).



Foto do Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha em agosto de 2013.  
Fonte: Portal da Copa

## PERFIL DO LOCAL

Brasília, capital federal, está situada no Planalto Central e abriga as sedes dos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário nacionais. Em razão de seu plano urbanístico elaborado por Lúcio Costa em 1956, a cidade possui características muito marcantes, como a organização em setores para atividades pré-determinadas e em blocos numerados. A cidade é considerada pela Unesco Patrimônio Cultural da Humanidade. O Estádio Mané Garrincha está localizado no Complexo Poliesportivo Ayrton Senna, uma área localizada ao lado do Eixo Monumental, no Setor de Recreação Pública Norte (SRPN).



## AS MEDIDAS COMPENSATÓRIAS EM MICRODRENAGEM

As medidas compensatórias adotadas compõem um sistema que lida com a água de drenagem pluvial para abastecimento (para fins não-potáveis) e recriação do ciclo hidrológico local, através da retenção e infiltração para recarga do lençol freático e de evapotranspiração em áreas de lâmina de água livre.

O manejo de águas adotado disponibilizará água com qualidade apropriada para aproveitamento no interior do estádio, atendendo 100% da demanda anual de consumo para fins não potáveis em rega do gramado, uso em vasos sanitários e reserva de incêndio.

O sistema de manejo de águas pluviais do Estádio Nacional de Brasília é composto por:

- pavimentos permeáveis, intertravados com juntas permeáveis e intertravado comum;
- jardins de chuva;
- biovaletas para filtragem de água de drenagem dos estacionamentos;
- planters junto às esplanadas de acesso de pedestres;
- lago com sistema de recirculação por bombas solares, aliado a tratamento complementar em **wetlands**.

A partir deste conjunto de medidas, o sistema atende às exigências de créditos específicos sobre drenagem para obtenção da certificação **LEED (Leadership in Environmental Energy Design)**, que certifica construções sustentáveis.



Os critérios quali-quantitativos exigidos para obtenção da certificação LEED exigem que, em eventos de chuva com tempo de retorno de 2 anos e 24 horas de duração, o volume drenado efetivo não exceda o volume de drenagem da situação anterior à implantação do projeto. Os critérios exigem também qualidade que indique redução de 80% de sólidos suspensos totais (SST) em 90% de eventos de chuva anuais. **Para saber mais sobre os critérios de certificação, veja 'LEED' no glossário.**



Representação gráfica das obras concluídas pós-realização da Copa do Mundo de Futebol, com a presença de vegetação na área de estacionamento - etapa 2 (imagem: Castro Melo Arquitetura e Benedito Abbud Paisagismo)



## FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de manejo integrado de águas pluviais tem como objetivo integrar a necessidade ambiental com as demandas do empreendimento de uso e manejo de águas, valendo-se de água de chuva para consumo não-potável. Para tanto, o projeto apresentou como premissa o aproveitamento de todo o potencial de captação e retenção de água no próprio empreendimento, tendo como pontos principais de entrada de água no sistema a cobertura do estádio, o gramado e a área externa (pavimentação do entorno e áreas de estacionamento, jardins e lagos).



Imagem: Castro Melo arquitetura esportiva

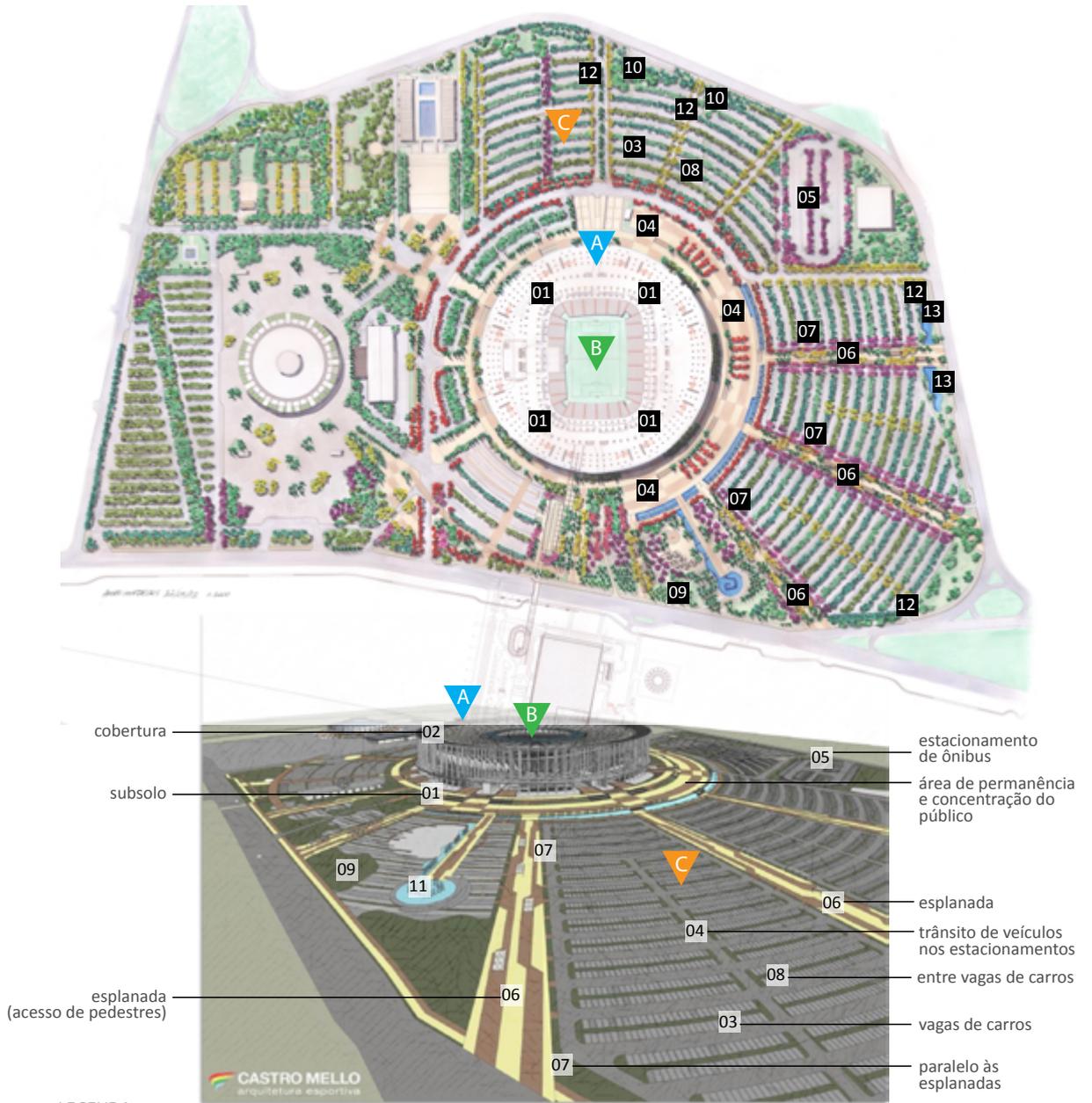
O sistema que promove a captação de água nas três fontes de origem acima descritas é seguido por três tipos de estruturas para o armazenamento de água: cisternas, reservatório e lagos, que por sua vez, provêm água para vasos sanitários e mictórios, reservatório de incêndio e espelhos d'água.



O projeto lança mão em seu entorno de técnicas compensatórias apropriadas ao contexto urbano, que integradas ao projeto paisagístico, colaboram no **reestabelecimento do ciclo hidrológico local**, com a retenção de nutrientes, retenção e degradação de poluentes e, infiltração de água no solo local, podendo contribuir para a recarga do lençol freático sob a área de influência do empreendimento. Além disso o sistema contribui para o **conforto térmico local e redução das ilhas de calor** através do sombreamento gerado por árvores plantadas nestes sistemas, com o aumento da umidade do ar gerado pela evapotranspiração das plantas, além da colaboração dada pela evaporação do lago.



# TECNOLOGIAS ASSOCIADAS QUE COMPÕEM O SISTEMA



## LEGENDA

- Cobertura do estádio
- Gramado
- Área externa

1. Cisternas em concreto armado com tratamento de ozônio e cloro (subsolo)
2. Caixas elevadas
3. Pavimento permeável (vagas de carros)
4. Pavimento intertravado
5. Pavimento intertravado com juntas drenantes (estacionamento de ônibus)
6. Pavimento permeável (esplanadas)

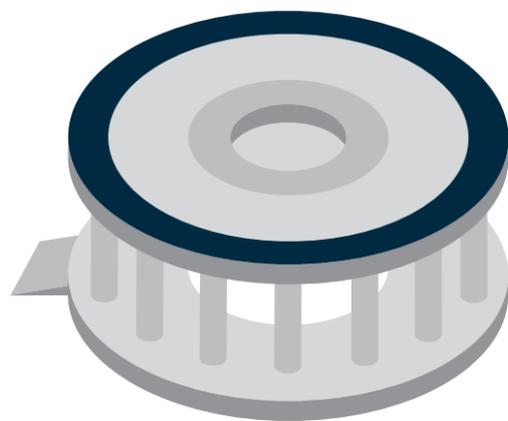
7. Planters
8. Biovaletas
9. Jardins de chuva
10. Canal gramado
11. Espelhos d'água
12. Divisores de fluxo (4 unid.)
13. Lagos associados à bacia de sedimentação e wetlands

Ilustração de Castro Mello Arquitetura Esportiva

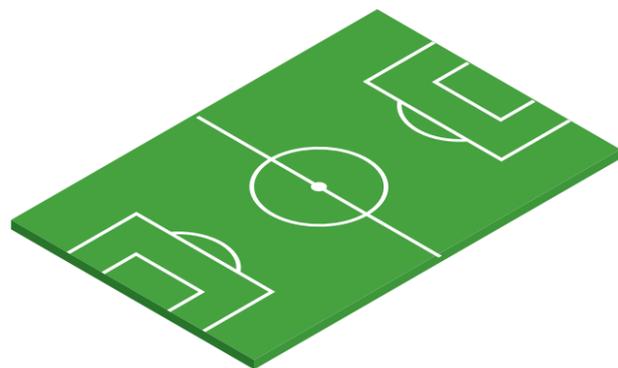
## FLUXOGRAMA GERAL DO SISTEMA DE ÁGUA DE CHUVA

Considerando inicialmente a água que cai sobre a área interna do estádio, temos:

A água que desce pela **(A)** cobertura é direcionada por quatro descidas para **(1)** tanques de limpeza, que descartam 1l/m<sup>2</sup> de área de cobertura, a fim de impedir a passagem de material particulado grosseiro, aderido à cobertura principalmente nos período de seca, bem como de água contaminada por fezes de pássaros e outros animais. A partir de cada tanque, a água é encaminhada para **(2)** quatro cisternas construídas em concreto armado, cada uma com volume útil de 350.000 litros, posicionadas no primeiro subsolo do estádio. A partir das cisternas a água passa pelo filtro de areia e é distribuída para **(3)** reservatórios localizados no terceiro subsolo. O excedente das **(2)** cisternas segue para o lago.



A chuva que cai sobre o campo **(B)** é conduzida por gravidade para os reservatórios de drenagem **(4)**, que também recebem a água do lago após passar por um filtro de partículas, e depois por um filtro de areia quando bombeada para um novo reservatório **(3)**, onde recebe aplicação de ozônio por recirculação. A partir daí, a água é bombeada **(5a)** para irrigação do campo, e serve ainda como complemento **(5b)** para os **(6)** reservatórios do terceiro subsolo, no caso de falta de água de chuva nas cisternas do andar térreo.



Os reservatórios do terceiro subsolo privilegiam o recebimento de água a partir das cisternas do andar térreo, cuja origem é a chuva que incidu sobre a cobertura e que tem melhor qualidade que a água que caiu no gramado. Não havendo água nas cisternas, o reservatório com água de drenagem do campo, e do lago, passa a complementar a cisterna, e somente em caso de seca nas cisternas e no lago é que se permite a entrada de água da CAESB (Companhia de Água e Esgoto de Brasília). A partir do reservatório, a água é levada por bombas elétricas para **(7)** quatro caixas elevadas, recebendo dosagem de cloro durante o trajeto. A partir das caixas elevadas, a água desce por gravidade para consumo nos **(8)** vasos sanitários, mictórios e espelhos d'água na área externa.

Na **área externa (C)**, a água de chuva é captada a partir dos pisos do estacionamento, áreas de pedestres e de recursos integrados ao paisagismo:

A área destinada a veículos (trânsito e estacionamento) está subdividida em três tipos:

- Parada de veículos leves (carros/motos), com emprego de **pavimento permeável**
- Parada de veículos de maior porte (especialmente ônibus), com emprego de **pavimento intertravado com juntas permeáveis**
- Área de trânsito de veículos, com emprego de **pavimento intertravado**



Há também as áreas de circulação de pedestres:

- Anel de entorno do estádio, que utiliza pavimento intertravado liso (não-drenante), emoldurado por **biovaletas** que recebem a água escoada.
- Esplanadas para trânsito de pedestres, localizadas entre os estacionamentos, cuja base é de pavimento permeável. Nas laterais das esplanadas foram construídos **planters**, com vertedouros que retêm parte da água para infiltração, e conduz o restante para os lagos.

Na parte sul do terreno foram utilizados **jardins de chuva**, que proporcionam retenção e infiltração gradual de água da chuva e configuram a área mais ajardinada de todo o empreendimento.

Existem, ainda, **(9)** dois **lagos** interligados com volume total de 4,8mil m<sup>3</sup>, que recebem água de toda a área externa e estão interligados com a área interna do estádio, tanto pela entrada **(10)** do excedente das cisternas internas, quanto pela tubulação de recalque **(11)** que leva água do lago para os **(4)** reservatórios de drenagem do campo, e de lá para o **(5)** sistema de irrigação, e/ou quando houver necessidade, para o **(6)** sistema de aproveitamento interno.

A entrada da água coletada nas áreas externas sem tratamento (pisos impermeáveis) é controlada por um **(12)** divisor de fluxo, cuja função é garantir que no evento de chuvas de grande intensidade, a menor vazão de água entre pelo circuito completo de tratamento no lago (bacia de sedimentação, *wetland* e lago), enquanto a maior vazão seja direcionada diretamente para o corpo do lago.

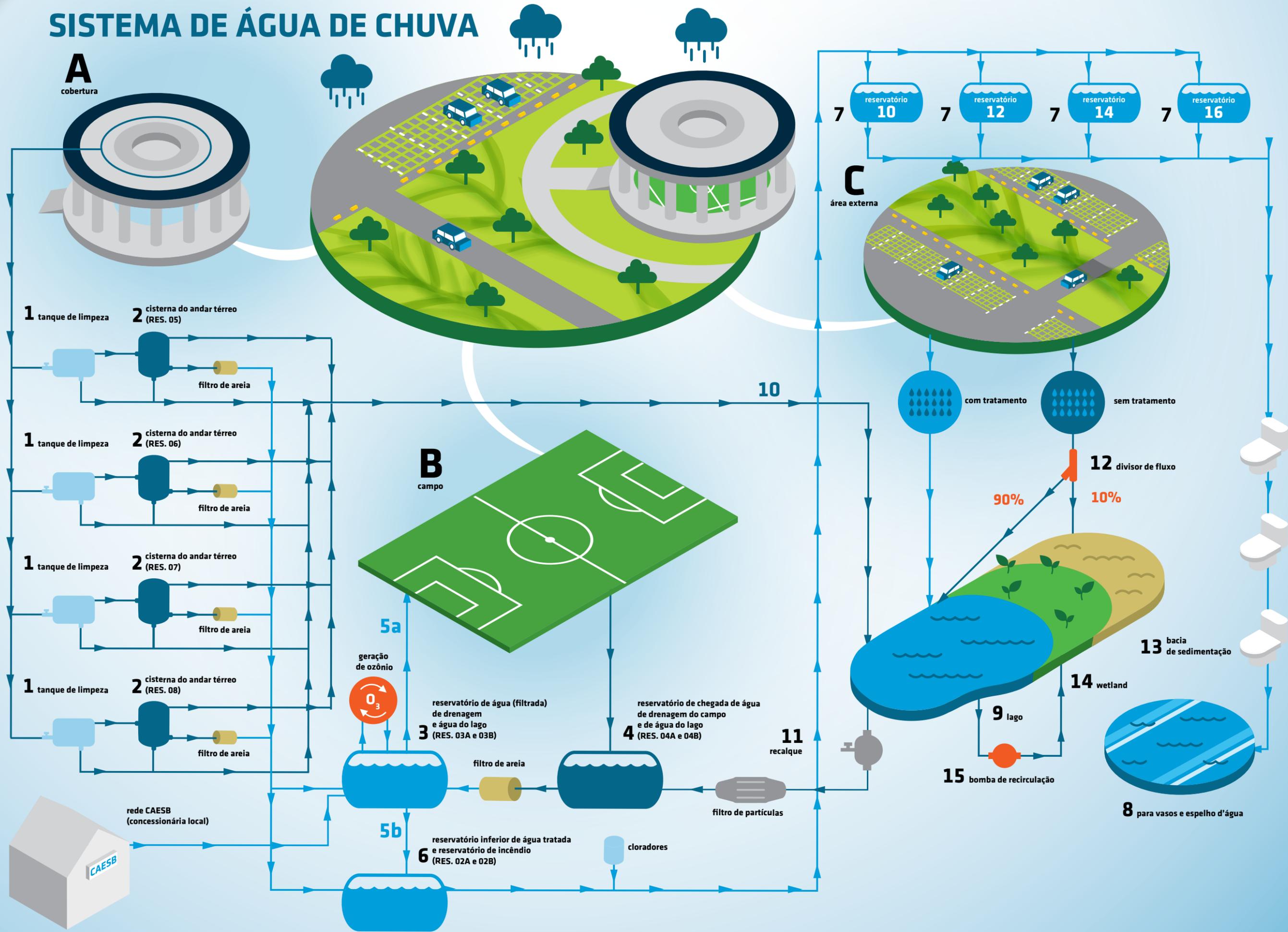
A entrada de água no circuito completo de tratamento no **(9)** lago acontece em três etapas:

- a água passa por uma **(13)** bacia de sedimentação, que retém o material particulado carregado pela água captada nas áreas impermeáveis;
- de lá para **(14)** *wetlands*, que mantêm uma lâmina d'água constante de 50cm sobre as plantas e cuja função é purificar a água usando plantas macrófitas emergentes;
- após esse processo acontece a entrada de fato no **(9)** lago.

Em cada uma das duas lâminas do lago, há uma **(15)** bomba solar que faz a recirculação da água entre o lago e a região de *wetland*. Intenciona-se com o sistema de recirculação do lago, a oxigenação da água, a recirculação e consequente filtragem complementar da água pelo sistema de tratamento por *wetland*, e a minimização ou até a mitigação de possíveis locais criatórios de mosquitos causadores de doenças, como o mosquito causador da dengue (*Aedes aegypti*).



# FLUXOGRAMA GERAL DO SISTEMA DE ÁGUA DE CHUVA



# RESULTADO DA INTEGRAÇÃO DAS TÉCNICAS



- Manutenção da permeabilidade do solo
- Redução do escoamento superficial, reduzindo a contribuição do empreendimento na geração de água para as redes de drenagem, incluindo em chuvas de forte intensidade
- Melhoria da qualidade da água destinada à rede de drenagem (retenção de 80% de sólidos suspensos totais em 90% das chuvas anuais)
- Aumento da absorção de água pelo solo (recarga do lençol freático)
- Eficiência no uso de água: redução do consumo de água potável da rede tradicional de abastecimento para uso não potável (16.000m<sup>3</sup>/ano)
- Redução de despesas com consumo de água (economia de R\$250.000/ano)
- Redução da dependência de fontes externas para atendimento de consumo (100% de atendimento de fins não-potáveis somente com água de chuva)
- Reutilização de água abundante que seria desperdiçada
- Melhoria do microclima gerado pela integração ao projeto paisagístico
- Eficiência na distribuição de água entre as fontes de consumo não-potável na edificação



## VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS TÉCNICAS APLICADAS NO SISTEMA INTEGRADO

### PAVIMENTO INTERTRAVADO PERMEÁVEL

#### VANTAGENS

- Aplicável em todo o país
- Eficiente na retenção de sólidos suspensos (SST)
- Reduz custos associados aos sistemas de drenagem, já que os diâmetros das tubulações são reduzidos com a menor vazão de água escoada pela superfície em chuvas de qualquer intensidade
- Torna mais fácil a manutenção, visto que é passível de remoção e reinstalação quando de manutenções em elementos subterrâneos

#### DESVANTAGENS

- Necessidade de manutenção periódica removendo detritos sólidos e matéria orgânica evitando colmatagem do piso.
- Problemático em locais com solo arenoso exposto como regiões litorâneas
- Não permite trânsito de veículos pesados

### PAVIMENTO INTERTRAVADO COM JUNTAS PERMEÁVEIS

#### VANTAGENS

- Aplicável em todo o país
- Eficiente na retenção de sólidos suspensos (SST)
- Suporta trânsito de veículos de grande porte
- Reduz custos associados aos sistemas de drenagem, já que os diâmetros das tubulações são reduzidos com a menor vazão de água escoada pela superfície em chuvas de qualquer intensidade
- Torna mais fácil a manutenção, visto que é passível de remoção e reinstalação quando de manutenções em elementos subterrâneos

#### DESVANTAGENS

- Necessidade de manutenção periódica removendo detritos sólidos e matéria orgânica evitando colmatagem das juntas.
- Problemático em locais com solo arenoso exposto como regiões litorâneas

### JARDINS DE CHUVA

#### VANTAGENS

- Efeito paisagístico nas calçadas, canteiros centrais, parques e praças na cidade
- Melhora qualidade das águas de escoamento através de filtração, retendo sólidos e sedimentos, nutrientes, metais, além de favorecer a degradação de hidrocarbonetos
- Grande versatilidade de designs de projeto e formatos
- Reduz custos associados aos sistemas de drenagem, já que os diâmetros das tubulações são reduzidos com a menor vazão de água escoada pela superfície em chuvas de qualquer intensidade
- Reduz quantidade de escoamento superficial
- Pode minimizar/mitigar efeitos de aquaplanagem se próximo a pistas de rodagem

#### DESVANTAGENS

- Limite de área de contribuição por elemento filtrante
- Possibilidade de colmatagem (entupimento) dos leitos filtrantes, sendo recomendável sistema de pré-tratamento para remoção de sedimentos finos
- Se há presença de lençol freático raso (menos de 1,5m de distância vertical do fundo do jardim de chuva) é necessária a impermeabilização do elemento, tornando-o um elemento de filtragem, sem função de infiltração

**BIOVALETA****VANTAGENS**

- Reduz quantidade de escoamento superficial
- Pode minimizar/mitigar efeitos de aquaplanagem se próximo a pistas de rodagem
- Ótimo elemento filtrante, físico, biológico e químico
- Alta eficiência na remoção de poluentes
- Pode reduzir em até 80% o volume anual de escoamento da área de contribuição
- Remoção de Fósforo total de até 50%
- Remoção de Nitrogênio total de até 60%
- Comporta tratamento de áreas maiores (até 1ha por elemento)
- Diversas possibilidades de entrada de água no sistema: escoamento superficial, cortes no meio-fio, trincheiras de drenagem, fluxo concentrado em tubulação, ou similar
- Elemento paisagístico nas calçadas, canteiros centrais, parques e praças em centros urbanos e rurais
- Zona de deposição de sedimentos, tornando-se local de grande fertilidade
- Facilita limpeza das vias, já que o lixo grosseiro tende a ficar na superfície da biovaleta

**DESVANTAGENS**

- Construção detalhada, requer atenção na execução por mão de obra qualificada para minimizar possibilidade de entupimento e falhas do sistema
- Necessário sistema de drenagem de fundo, caso a taxa de infiltração do solo seja baixa

**LAGOA DE DETENÇÃO****VANTAGENS**

- Retenção de sólidos grosseiros e sedimentos finos através da sedimentação e retenção física
- Funciona como “pulmão” para amortecimento de água para retenção, redução de velocidade e ajuste de vazão de saída para os sistemas de tratamento a justante
- Elemento raso (entre 0,80m e 1,80m máximo);
- Somente escavação e ajuste de terra

**DESVANTAGENS**

- Necessário dispor de grandes áreas superficiais para ajustes de vazão e amortecimento de água, dependendo da área de contribuição
- Possibilidade de local para criação de insetos, caso não haja movimento

**CISTERNAS EM CONCRETO****VANTAGENS**

- Durabilidade
- Volume ajustável de acordo com espaço disponível
- Resistência
- Versatilidade de instalação (enterrada, semi-enterrada, externa)
- Diversidade de formas
- Disponibilidade de instalação de tubulações de entrada e saída com diâmetro e posição desejada

**DESVANTAGENS**

- Carga elevada se comparada com caixas de fibra



**ATENÇÃO:** Esta composição de técnicas de manejo de água, apesar de específica para o caso estudado, aplica-se em termos gerais a áreas que utilizam estacionamentos e comportam grande circulação de pessoas, como áreas particulares e equipamentos públicos que requeiram estacionamentos e disponham de áreas associadas que possam fazer uso da água captada. O sistema como um todo aplica-se conceitualmente a praticamente todo tipo de construção de médio e grande porte. Entretanto, cada uma das técnicas pode ser executada isoladamente, em cenários específicos. O pavimento permeável, por exemplo, pode ser executado em calçadas, acessos de entrada/saída de casas, áreas de descanso e lazer ou passeios de parques públicos.

## FICHA TÉCNICA DO PROJETO DO ESTÁDIO



### PROJETO E EXECUÇÃO

Proprietário: Companhia Imobiliária de Brasília – Terracap, empresa pública que gere o patrimônio imobiliário do Distrito Federal

Responsável pela obra: NOVACAP

Construtora do estádio: Consórcio Brasília 2014 (Andrade Gutierrez e Via Engenharia)

Construtora do projeto do entorno: em licitação até Ago/2013

Execução da Membrana e Cobertura: Consórcio Entap - Protende - Birdair

Instalações: MHA Engenharia

Arquitetura: Castro Mello Arquitetura Esportiva

### CONSULTORIAS

Certificação LEED: EcoArenas LLC

Comissionamento LEED: M-E Engineers

Paisagismo: Benedito Abbud Arquitetura Paisagística

Stormwater (Manejo Integrado de Água Pluvial): Fluxus Design Ecológico

Cobertura: SBP & GMP

Treinamento para execução de pavimentos intertravados e permeáveis: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

### LOCAL

Estádio Nacional de Brasília, SRPN, S/N, Asa Norte, Brasília - DF, Brasil

Área do terreno: 845796,00 m<sup>2</sup>

Elaboração do projeto: 2011-2012

Início das Obras: 26/07/2010

### PRÊMIAÇÃO

Prêmio Von Martius de Sustentabilidade, 2013

Concedido por: Câmara de Comércio Brasil-Alemanha

Categoria: Tecnologia

Classificação: 3o lugar

Conferido a: Fluxus Design Ecológico



# PARÂMETROS DO PROJETO

## **CERTIFICAÇÃO LEED, CRÉDITOS SSC6.1 E SSC6.2:**

A definição do sistema utilizou como principais parâmetros os requisitos pré-determinados pelos créditos do LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), especificamente neste caso, os créditos SSC6.1 – Controle de Quantidade e SSC6.2 – Controle de Qualidade. O primeiro determina que para empreendimentos existentes com 50% ou menos de área impermeável, deve-se implementar uma estratégia de manejo de água pluvial que previna que a taxa de escoamento do sistema implantado seja maior do que a taxa de escoamento do sistema anterior à implantação para as chuvas de 1 e 2 anos de tempo de retorno, com duração de 24 horas, enquanto o segundo estabelece que o sistema trate 90% da precipitação média anual, removendo 80% dos sólidos totais suspensos. As medidas implantadas foram planejadas e projetadas para atender plenamente os critérios dos créditos acima mencionados.

## **CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DO SOLO:**

De acordo com as características do solo local, existem diferentes taxas de infiltração, o que influencia nos sistemas de infiltração. Se a capacidade de infiltração estiver fora dos limites mínimos estabelecidos, orienta-se adaptar algumas das medidas infiltrantes, ou devem ser aplicadas manobras de drenagem.

## **NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO:**

Lençóis freáticos muito elevados podem inviabilizar a implantação de técnicas de infiltração, devido à possibilidade de contaminação da água subterrânea. Recomenda-se uma distância vertical mínima de 1,5m do fundo do sistema de infiltração e a água subterrânea. Caso seja impraticável esta distância, o sistema deve ser impermeabilizado.

## **DECLIVIDADE DO TERRENO:**

Altas declividades dificultam a execução de alguns sistemas, como os jardins de chuva e biovaletas, porém indicam qual deve ser o caminho da água, seguindo, através das técnicas implantadas no Estádio, o fluxo dos sistemas naturais.

## **DISPONIBILIDADE DE ÁREA:**

Sistemas naturais biológicos normalmente necessitam de grandes áreas para serem efetivos em seu tratamento. Dependem também da área de contribuição que será encaminhada para o sistema. Caso haja problema de disponibilidade de área, deverá ser repensada a técnica aplicada.

## **PRESENÇA DE OUTRAS INSTALAÇÕES:**

O local apropriado para a instalação deve ser verificado para a existência de outras instalações/ utilidades no local antes de qualquer escavação, através de observação atenta e análise de outros projetos (elétrico, hidráulico, telefonia, entre outros).



## GLOSSÁRIO

### B

**BACIA DE SEDIMENTAÇÃO:** Volume de armazenamento temporário utilizado como pré-tratamento à montante da entrada de um sistema de filtração, cuja função é reter sedimentos grosseiros, antes de permitir a entrada destes na área principal de tratamento.

**BIOVALETA:** Medida de tratamento de água que consiste em uma escavação com profundidade de 1,0 a 1,5m, que recebe a água de escoamento superficial de seu entorno, preenchida por diversos tipos de meios filtrantes (serragem/folhas secas, areia, e pedras de diferentes dimensões) dispostos em camadas superpostas que atuam na manutenção de um ambiente propício para o desenvolvimento de vida microbiana e bacteriológica, responsável pela degradação química e biológica dos poluentes existentes nas águas de drenagem, bem como para filtração física de materiais particulados. Após este processo a água possui qualidade apropriada para infiltração (recarga do lençol freático), podendo haver sistema de drenagem de fundo e de topo, dependendo das características geológicas locais. É indicada para locais com grandes áreas impermeabilizadas, como grandes áreas de estacionamento, em áreas urbanas em qualquer região do país.

### C

**CANAIS GRAMADOS:** São destinados à condução das águas pluviais na ocasião das chuvas (fluxo intermitente) e melhoria da qualidade das águas pluviais através da filtração no revestimento gramado. Geralmente os canais gramados são acompanhados de faixa de filtro gramado, que atuam como tratamento preliminar.

### D

**DIVISOR DE FLUXO:** Estrutura idealizada para dividir um fluxo de água em duas ou mais partes, e encaminhá-las para locais diferentes, com vazões específicas determinadas por cálculos hidráulicos.

**ELEMENTO FILTRANTE:** São objetos cuja função é a retenção de partículas ou substâncias de um material que está sendo submetido a atravessá-lo. Normalmente reporta-se a filtros físicos, porém podem ser químicos e/ou biológicos.

### I

**ILHA DE CALOR:** é o nome que se dá a um fenômeno climático que ocorre principalmente nas cidades com elevado grau de urbanização. Nestas cidades, a temperatura média costuma ser mais elevada do que nas regiões rurais próximas. Isto se dá devido a fatores como a elevada capacidade de absorção de calor de superfícies urbanas; falta de áreas com vegetação que contribuem para uma maior área de sombra e com alto poder de absorção de calor e geração de zonas de umidade; elevada impermeabilização do solo, o que reduz a taxa de infiltração da água no solo e conseqüentemente a umidade do ar, podendo alterar até o regime de chuvas local; concentração de edifícios e arranha-céus que interferem nas correntes de vento e conseqüentemente na dispersão dos poluentes e gases na atmosfera, contribuindo ainda mais para o efeito estufa.

**J**

**JARDIM DE CHUVA:** Escavação rebaixada com relação a áreas de contribuição de chuva (telhados, calçadas, etc) realizada em terreno com solo permeável, coberto por uma delgada capa de acolchoado orgânico, e plantado com plantas forrageiras, arbustivas e árvores rústicas, que independem de irrigação para sobreviver durante o período de seca. São adequados tanto para residências unifamiliares como para edifícios e áreas públicas de baixa manutenção.

**L**

**LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design): É uma certificação para construções sustentáveis, concebida e concedida pela organização não governamental norte-americana U.S. Green Building Council (USGBC), de acordo com os critérios de racionalização de recursos (energia, água, etc.) atendidos por um edifício. No Brasil, onde a organização certificadora é representado pela Green Building Council Brasil.

Segundo a Green Building Council Brasil, a Certificação internacional LEED possui 7 dimensões a serem avaliadas nas edificações. As dimensões são: Espaço Sustentável, Eficiência do uso da água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade ambiental interna, Inovação e Processos, Créditos de Prioridade Regional. Todas elas possuem pré requisitos (práticas obrigatórias) e créditos, recomendações que quando atendidas garantem pontos a edificação. O nível da certificação é definido, conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos, nível certificado a 110 pontos, nível platina.

**LAGOA DE DETENÇÃO ALAGADA:** Armazenam volumes de água com o objetivo principal de melhorar a qualidade da água retida. Se tiverem suas bordas plantadas com plantas de ambientes úmidos/aquáticos, podem maximizar o efeito filtrante, além do efeito estético/paisagístico.

**P**

**PAVIMENTO INTERTRAVADO:** Composto de peças pré-moldadas de concreto assentadas sobre camada de areia e travadas entre si por contenção lateral. Estas peças pré-fabricadas de concreto podem ser utilizados para revestir diversas superfícies como ruas, calçadas, praças, estacionamentos, terminais de carga e até estradas. Suas principais características são superfície antiderrapante, conforto térmico pela menor absorção de calor (se comparado com asfalto), resistência e durabilidade.

**PAVIMENTO PERMEÁVEL:** Tipo de pavimento cuja estrutura e revestimento permitem a percolação de água, diminuindo o impacto causado pelas superfícies impermeáveis.

**PISO INTERTRAVADO COM JUNTA PERMEÁVEL:** Podem ser peças impermeáveis ou não, com juntas preenchidas por agregados finos que permitem a passagem de água. São aplicáveis em todo o país, devendo ser dimensionados de acordo com o perfil de tráfego que irá receber, e atender à distância mínima segura entre a base e o lençol freático no período chuvoso, de forma que não ocorra sua contaminação com os poluentes carregados pela água.

São assentados sobre uma camada de material de suporte (pedrisco), abaixo da qual fica uma base de brita de granulometria uniforme com espessura de até 25cm, responsável pelo armazenamento de água por um período de até 48 horas, tempo limite para que não haja desestruturação do solo, o que poderia causar deformações no pavimento. A retenção de água na base de brita reduz a quantidade de água escoada pela superfície, imitando a situação encontrada em ambientes naturais em que a maior parte da água de chuva é retida no solo pela 'serrapilheira', camada de material orgânico em decomposição que retém grandes volumes de água, e os disponibiliza para infiltração lenta no solo. Sua implantação reduz ainda os custos associados aos sistemas de drenagem, já que os diâmetros das tubulações são reduzidos com a menor vazão de água escoada pela superfície em chuvas de qualquer intensidade.



**PLANTERS:** Canteiros permeáveis construídos ao longo de terrenos inclinados. São capazes de reter partículas sedimentáveis entre os vertedouros, instalados em pequenos intervalos para permitir a drenagem do excedente captado. Podem ser completamente plantado, o que contribui para a retenção dos materiais particulados, e ainda minimiza a necessidade por irrigação.

**T**

**TÉCNICAS OU MEDIDAS COMPENSATÓRIAS EM MICRODRENAGEM:** Técnicas que buscam neutralizar o efeito da impermeabilização em áreas urbanas, onde há aumento significativo do escoamento superficial da água de chuva. Baseiam-se, essencialmente, na retenção e na infiltração de águas precipitadas, visando o rearranjo temporal das vazões e, eventualmente, a diminuição do volume escoado, reduzindo a probabilidade de inundações e possibilitando ganhos na qualidade das águas pluviais. Estas tecnologias podem assumir múltiplas formas, permitindo sua utilização em diferentes escalas, desde pequenas parcelas até o projeto de sistemas de drenagem para grandes áreas.

As técnicas compensatórias podem ser estruturais (quando o homem altera o sistema natural para controle de inundação como por exemplo, dique, barragem, reflorestamento, entre outros) ou não-estruturais (quando o homem convive com a inundação através de previsão e alerta de inundação, seguro e proteção individual, zoneamento das áreas de risco, medidas legais associadas e técnicas de baixa intervenção, baixo custo e alta eficiência).

**TEMPO DE RETORNO:** É o tempo, calculado estatisticamente, que um evento de chuva se repetirá. Usualmente definido em anos. Comumente utilizado em projetos de redes de drenagem pluvial, para cálculos de vazão de pico em chuvas intensas.

**W**

**WETLANDS:** são áreas alagadas com nível d'água variável, estruturada para potencializar o tratamento e melhoria de diversos parâmetros de qualidade da água, incluindo a retenção de nutrientes, de forma natural. No projeto do Estádio foi adotado sistema com plantas emergentes, fixas através de suas raízes a um substrato, e cujas folhas crescerão acima da superfície da lâmina d'água.



## PARA SABER MAIS:

### Site oficial do Estádio:

<http://estadionacionaldebrasil.com.br/>

### Site do escritório de arquitetura responsável pelo planejamento de reforma do Estádio:

<http://www.castromello.com.br/cases/index.asp?CodCase=13>

### Informações específicas sobre o projeto de manejo de água do Estádio:

<http://fluxusdesignecologico.wordpress.com/>

### Informações do Portal da Copa sobre o Estádio:

<http://www.copa2014.gov.br/pt-br/noticia/estadio-nacional-cobertura>

<http://www.copa2014.gov.br/pt-br/noticia/estadio-nacional-sustentabilidade>

### Vídeo que apresenta as obras realizadas no Estádio:

<http://youtu.be/boYq84Emry8>

## FICHA TÉCNICA DE SISTEMATIZAÇÃO DO PROJETO

### REALIZAÇÃO:

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland  
Programa Soluções para Cidades

### COORDENAÇÃO GERAL:

Érika Mota

### EQUIPE:

Fernando Crosara  
Waldir Belisário  
Cristiane Bastos

### EDIÇÃO DE CONTEÚDO:

Lígia Pinheiro

### SISTEMATIZAÇÃO DE CONTEÚDO:

Fluxus Design Ecológico (Guilherme Castagna e Leonardo Tannous)  
MaisArgumento (Fabiana Dias)

### PROJETO E PRODUÇÃO GRÁFICA:

FIB - Fábrica de Ideias Brasileiras



