



SANEAMENTO

# INICIATIVAS INSPIRADORAS



## SISTEMA DE MANEJO INTEGRADO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM CONDOMÍNIO:

Residencial Vale dos Cristais  
Nova Lima - MG

soluções:  
para cidades

# ÍNDICE

APRESENTAÇÃO .....	03
PERFIL DA CIDADE .....	03
O SISTEMA DE MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	04
O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA .....	04
AS TÉCNICAS DE MICRODRENAGEM PREVISTAS NO PROJETO .....	05
IMPACTO .....	10
APLICAÇÕES INDICADAS .....	10
VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS TÉCNICAS APLICADAS NO SISTEMA INTEGRADO .....	11
FICHA TÉCNICA DO PROJETO .....	12
PARÂMETROS DO PROJETO .....	13
GLOSSÁRIO .....	13
PARA SABER MAIS .....	15
FICHA TÉCNICA DA SISTEMATIZAÇÃO .....	15

## 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.



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



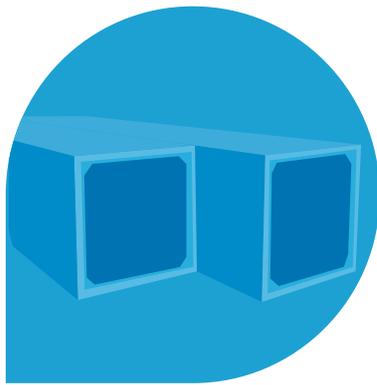
**ATENÇÃO**



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



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



O Condomínio Residencial Vale dos Cristais é o primeiro bairro inteiramente planejado da região metropolitana de Belo Horizonte – MG. Localizado no coração da APA-Sul (área de Proteção Ambiental Sul), especificamente no km 12,5 da MG-030 – estrada que liga Belo Horizonte a Nova Lima, o empreendimento tem como meta a integração com o meio ambiente e a ocupação do espaço de forma sustentável.

Possui área total de 585 ha, sendo 60% área verde, incluindo uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), com 2,5 milhões de m<sup>2</sup>. Na área total do empreendimento existem 04 condomínios residenciais, sendo 03 deles de apartamentos e um de casas. Ao todo, são 577 lotes para construção de casas de alto padrão e 12 lotes para construção de condomínios residenciais.

Para alcançar a meta de baixo impacto ambiental uma das principais medidas foi o desenvolvimento de um Projeto de Manejo de Águas Pluviais, com o objetivo de manter as condições hidrológicas da área em seu status existente antes da construção do empreendimento.

A partir desse Projeto, desenvolvido com a consultoria de pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), foram realizadas obras para a área comum do condomínio e estimulou-se a adoção de técnicas de manejo nas edificações particulares.



Imagem: Divulgação

## PERFIL DA CIDADE

Nova Lima é um município da região metropolitana de Belo Horizonte (MG), com cerca de 85mil habitantes. A cidade está situada sobre o “Quadrilátero Ferrífero”, a região mais rica do estado, de onde são extraídos muitos minerais. Nova Lima tem o maior PIB em ouro do Brasil (estimado em quatro vezes mais do que da conhecida cidade de Serra Pelada, no Pará) e é a segunda cidade com mais ouro no mundo.

É uma região de topografia bastante irregular, marcada pela presença de quatro serras e mais de 800 cursos d’água, fazendo parte das bacias hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio das Velhas.

Além da atuação em extração de minérios, Nova Lima abriga algumas empresas multinacionais e tem se destacado, em razão da disponibilidade e qualidade das águas, na produção de cervejas artesanais.



## O SISTEMA DE MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema criado no Condomínio Vale dos Cristais incorpora técnicas alternativas como forma complementar ao sistema clássico de escoamento e drenagem de águas pluviais, visando compensar a modificação das condições hidrológicas locais, em decorrência da impermeabilização parcial das áreas urbanizadas.

A principal função do sistema é realizar a manutenção da vazão de escoamento de pós-implantação do empreendimento aos valores de pré-implantação, de forma a não causar um aumento nos volumes de cheia nas regiões à jusante do empreendimento.

Assim, adotando-se como princípio básico a manutenção das condições hidrológicas anteriores à urbanização, técnicas compensatórias em microdrenagem foram dimensionadas e empregadas nos lotes, no sistema viário e em áreas comuns.

## O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

O sistema é composto por técnicas compensatórias em microdrenagem associadas aos lotes e à todas as demais estruturas de coleta, condução ou lançamento das águas do escoamento pluvial, tais como: vias, sarjetas, meio-fio, bocas de lobo, caixas de passagem, poços de visita, e canalizações ou galerias.

Cada lote teve sua área permeável definida em pelo menos 70% da área total, complementado pela construção de um reservatório domiciliar de águas pluviais, afim de limitar sua contribuição no escoamento superficial. Os lotes receberam ainda uma faixa verde em sua interface com as vias públicas, potencializando a retenção de água e a melhoria de sua qualidade.

Já as águas geradas nas áreas públicas do empreendimento, quando em eventos de chuva, são escoadas através dos pavimentos até as sarjetas, de onde são encaminhadas para as caixas coletoras em concreto armado e vertem para diferentes medidas de drenagem, de acordo com a área de contribuição, topografia local, vazão acumulada, e destino final da água de escoamento.

Em 20% da área do empreendimento, a água verte para uma calha com blocos dissipadores em concreto armado e desagua em uma bacia de detenção e retenção, que permite a lenta infiltração da água no solo, e o retorno da água para o curso do rio em vazão reduzida.

A seguir veja as técnicas compensatórias em microdrenagem utilizadas no projeto e os elementos associados às medidas para redução da velocidade da água:

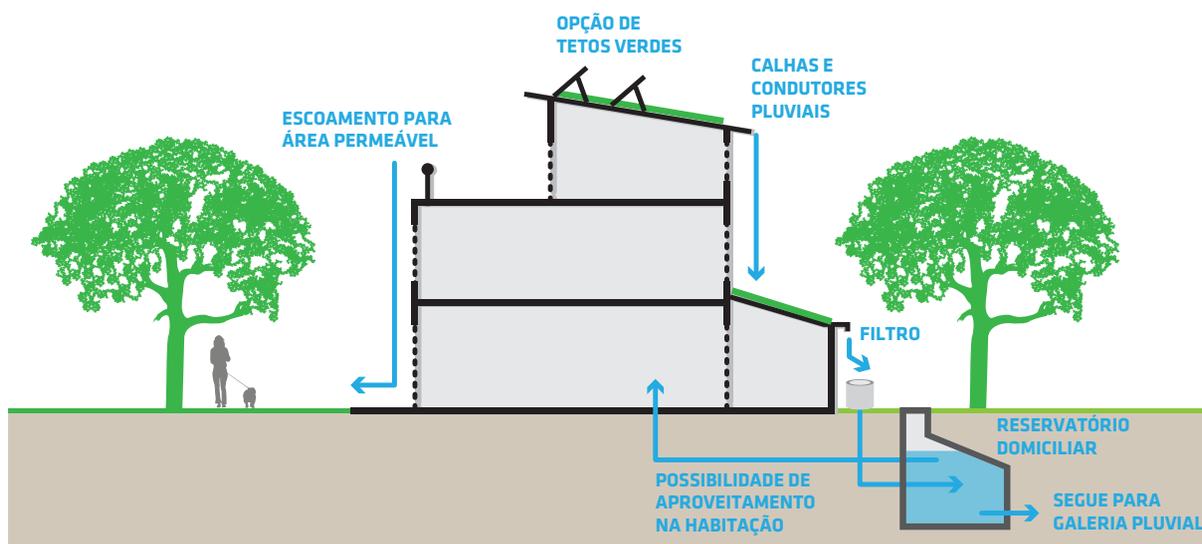
1. Reservatórios domiciliares
2. Faixas verdes
3. Valetas de detenção e infiltração
4. Dique de detenção
5. Bacia de detenção
6. Áreas Verdes
7. Calha com blocos dissipadores em concreto armado
8. Escadas hidráulicas

O período de retorno adotado para o projeto foi de 25 anos, contemplando as obras associadas à drenagem dos lotes e cálculo das sarjetas. Para as demais estruturas do sistema de microdrenagem foi adotado 10 anos para o período de retorno. Estes valores foram escolhidos em consonância com as indicações do CETESB (1980) para sistemas iniciais de drenagem.

# AS TÉCNICAS DE MICRODRENAGEM PREVISTAS NO PROJETO

A seguir uma sequência de imagens que apresenta algumas das técnicas incorporadas ao projeto do empreendimento com o objetivo de redução das vazões máximas geradas quando em eventos chuvosos.

## 1. RESERVATÓRIOS DOMICILIARES



Esquema elaborado a partir de croqui de Ulrich Zens

Construído afim de limitar a contribuição de cada lote nos eventos de chuva. Os lotes de edificações multifamiliares receberam reservatórios dimensionados de forma a manter a vazão de escoamento de pré-implantação, enquanto os reservatórios de residências unifamiliares foram dimensionados para oferecer vazões pouco superiores à esta condição. A vazão de saída dos reservatórios é definida pelo dimensionamento de tubulações com orifícios situados ao fundo, porém, podem ser reenquadrados pelos proprietários de forma a serem utilizados com fins de aproveitamento não-potável.

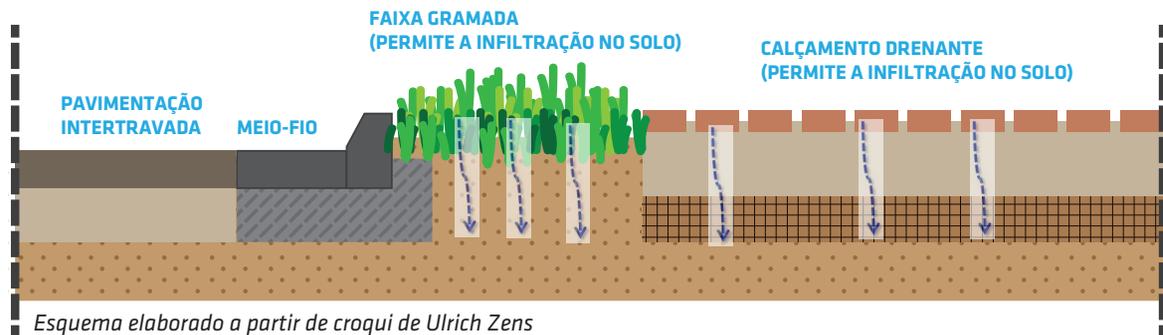


Para garantir a minimização de impacto na microescala, a construção dos reservatórios domiciliares de controle de vazão foi prevista no regimento interno do condomínio. Assim, quando adquire o lote, o proprietário é obrigado a construir seu reservatório, de acordo com projeto pré-estabelecido e cabe à administração do condomínio fiscalizar a construção deste sistema.





## 2. FAIXAS VERDES (OU FAIXA NÃO IMPERMEABILIZADA)



De forma adicional e complementar, outro procedimento de controle de escoamento nas parcelas, corresponde à implantação e manutenção de uma faixa não impermeabilizada entre as áreas de passeio nos lotes, e o meio-fio das vias públicas.

Esta faixa reduz o escoamento direto das áreas edificadas para o sistema de drenagem, diminuindo os volumes escoados e aumentando o tempo de escoamento superficial. A implantação e manutenção destas faixas não impermeabilizadas devem ser previstas como obrigatórias na convenção de condomínio.

A faixa não impermeabilizada implantada no loteamento é na forma de jardins na entrada de cada uma das casas e prédios ou através de revestimento com pedras sem vedação.

## 3. DIQUES DE DETENÇÃO

São estruturas para detenção temporária da água implantadas junto aos pontos de deságue das galerias de microdrenagem, num total de 77 elementos com área drenada média de 3.023m<sup>2</sup>, proporcionando aumento significativo no tempo de concentração.

Cada bacia tem níveis diferentes de acúmulo de sedimentos, principalmente influenciada pelas obras de construção das residências, que acaba carregando grandes parcelas de areia, terra e outros detritos para o sistema de drenagem.

É necessário realizar manutenção das bacias uma vez ao ano, para a retirada dos sedimentos acumulados em seu interior.





Vista de uma das bacias de detenção (1) implantadas e das canaletas impermeabilizadas (2) que conduzem água ao dique implantado ao fundo do terreno.

#### 4. CALHA COM BLOCOS DISSIPADORES EM CONCRETO ARMADO

O objetivo deste canal de concreto é escoar a água pluvial captada, reduzindo a velocidade de escoamento da água, através de pequenas barreiras ao longo de todo o trajeto, através de elementos de concreto engastados ao fundo do canal. Foram projetadas diversas calhas espalhadas pelo empreendimento nos pontos de maior vazão de deságue.





## 5. ESCADAS HIDRÁULICAS (DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAUS)

A medida utiliza escadas em concreto armado para promover a dissipação da velocidade das águas e condução aos pontos de escoamento desejados. A escada hidráulica foi utilizada no Condomínio como recurso para conduzir a água que verte sobre os taludes.

O fluxo d'água em direção à bacia de detenção é conduzido por degraus que diminuem a velocidade da água.





## 6. LAGO/BACIA DE DETENÇÃO

Foi utilizado um aterro para formação da via de tráfego e contenção de volume de água, formando um lago temporário nos períodos de chuva que recebe escoamento de quase 20% da área de drenagem total. O dique contribui também para a redução da vazão de escoamento, infiltração no solo, melhoria da qualidade da água através da criação de áreas alagadiças naturais que promovem a presença de plantas macrófitas emersas como a taboa (*Typha domingensis*), com a capacidade de promover purificação da água.



## 7. VALETAS DE DETENÇÃO E INFILTRAÇÃO

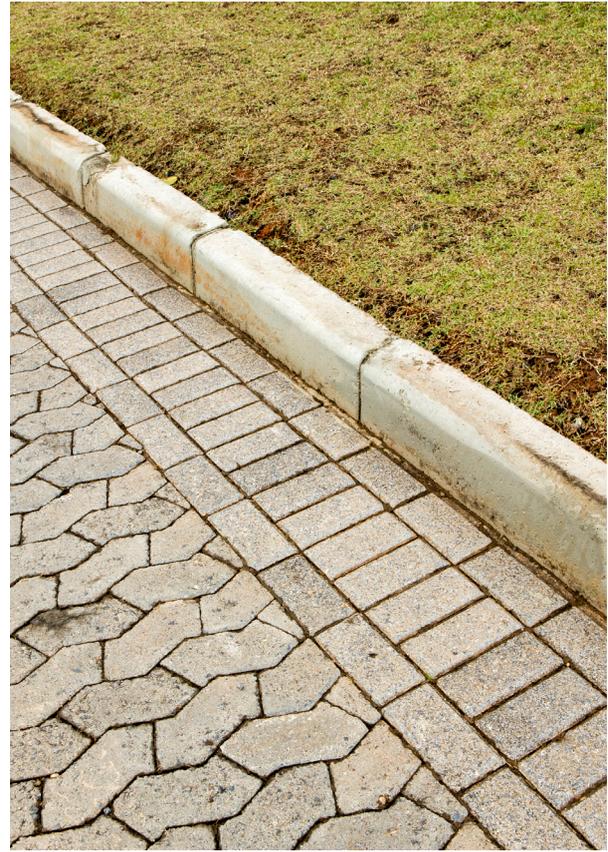
As trincheiras de infiltração/detenção, projetadas para implantação entre as parcelas e as áreas de preservação, objetivam a detenção temporária das águas superficiais para, apesar do fraco potencial dos solos locais, favorecer os processos de infiltração, reduzindo os volumes escoados e aumentando os tempos de escoamento superficial.

## 8. ÁREAS VERDES (CIRCUNDANDO O SISTEMA FLUVIAL)

O projeto do loteamento prevê ainda, como forma de controle de escoamento, a implantação de faixas verdes circundando o sistema fluvial, favorecendo o retardamento e a infiltração de parcela das águas pluviais que normalmente chegariam às partes mais profundas do vale.

## 9. PAVIMENTO INTERTRAVADO

A pavimentação intertravada foi utilizada em todo o empreendimento. No projeto original era previsto a implantação de pavimento permeável combinado com pavimento intertravado com juntas drenantes. Contudo não foi implementado.



## IMPACTO

Além de chegar a uma condição de ausência de impacto hidrológico global, ou seja, manutenção de vazões naturais no conjunto do empreendimento, o sistema favorece, ainda, a ocorrência de outros processos ambientais e hidrológicos, como a evaporação, a evapotranspiração e a infiltração através da percolação de águas no solo.



Em termos globais, o sistema projetado promove uma redução da ordem de 3,7% na vazão de pico estimada.

## APLICAÇÕES INDICADAS

A solução aqui descrita aplica-se a quaisquer áreas com grande declive, ruas impermeabilizadas, loteamentos de qualquer porte, sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais, projetos passíveis de certificação por órgãos ambientais ou selos de certificação, e projetos que tenham que reduzir as taxas de vazão de saída do empreendimento.

O sistema pode ser utilizado em áreas particulares e equipamentos públicos que requeiram estacionamento e disponham de áreas associadas que permitam captação de água de chuva na cobertura. O sistema como um todo aplica-se a praticamente todo tipo de construção de pequeno a grande porte.

Entretanto, cada uma das técnicas pode ser executada isoladamente, em qualquer cenário.

# VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS TÉCNICAS APLICADAS NO SISTEMA INTEGRADO



COMPONENTES	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Pavimento intertravado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicável em todo o país</li> <li>• Suporta o trânsito de veículos de grande porte</li> <li>• Torna mais fácil a manutenção, visto que o bloco é passível de remoção e reinstalação quando é necessária a manutenção de elementos subterrâneos</li> <li>• A coloração clara reduz ilhas de calor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pavimento praticamente impermeável</li> </ul>
Calha com blocos dissipadores em concreto armado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direciona o escoamento da água</li> <li>• Dissipa energia cinética da água</li> <li>• Fácil compreensão por parte da equipe construtora</li> <li>• Materiais de construção facilmente acessíveis e disponíveis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não permite a infiltração da água no solo</li> </ul>
Bacia de detenção e retenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução da velocidade de escoamento</li> <li>• Aumenta o tempo de concentração</li> <li>• Dissipa a energia cinética</li> <li>• Favorece a infiltração de parte da água no solo</li> <li>• Retém sólidos</li> <li>• Distribui o volume de água em distintas direções</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutura de grande porte (para esta escala de projeto)</li> <li>• Necessita manutenção anual (retirada dos sedimentos acumulados)</li> </ul>
Descida d'água tipo degrau - Escada Hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite escoamento de grandes volumes de água</li> <li>• Diminui a velocidade de escoamento da água</li> <li>• Dissipa a energia da água quando é necessário vencer uma grande diferença de nível em curta distância</li> <li>• Aumenta a oxigenação da água</li> <li>• Evita erosões e surgimento de voçorocas</li> <li>• Pode ser construída com diferentes materiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não permite a infiltração da água no solo</li> </ul>
Dique de contenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retenção de sólidos grosseiros e sedimentos finos através da sedimentação e retenção física</li> <li>• Funciona como "pulmão" para amortecimento de água para retenção, redução de velocidade e ajuste de vazão de saída para os sistemas à jusante</li> <li>• Somente escavação e ajuste de terra</li> <li>• Criação de área pantanosa para proliferação de plantas aquáticas purificadoras da água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessário dispor de grandes áreas superficiais para ajustes de vazão e amortecimento de água, dependendo da área de contribuição</li> <li>• Possibilidade de local para criação de insetos, caso não haja movimento</li> </ul>
Cisternas em concreto armado - reservatórios domiciliares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durabilidade</li> <li>• Volume ajustável de acordo com espaço disponível</li> <li>• Resistência</li> <li>• Versatilidade de instalação (enterrada, semi-enterrada, externa)</li> <li>• Versatilidade de formas</li> <li>• Disponibilidade de instalação de tubulações de entrada e saída com diâmetro e posição desejada</li> <li>• Funciona como "pulmão" para amortecimento de água para retenção, redução de velocidade e ajuste de vazão de saída para os sistemas à jusante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga elevada se comparada com caixas de fibra</li> </ul>



## FICHA TÉCNICA DO PROJETO



### **LOCAL**

Condomínio Residencial Vale dos Cristais

### **ÁREA DO TERRENO**

6 milhões m<sup>2</sup>

### **PROPRIETÁRIO DO EMPREENDIMENTO**

AngloGold

### **RESPONSÁVEL PELA OBRA**

Odebrecht Realizações Imobiliárias

### **PROJETO DE MANEJO DE ÁGUA**

Márcio Baptista, Nilo Nascimento, José Roberto Cabral e Renato S. Portela

### **PROJETOS TÉCNICOS**

CONSOL Engenheiros Consultores

### **GERENTE DE PROJETO**

Marcus Vinícius M. Matos

### **PROJETISTA**

Renato S. Portela



## PARÂMETROS DO PROJETO



Os parâmetros que orientaram a execução do projeto de manejo de águas pluviais no condomínio são:

### **MANUTENÇÃO DAS CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS ANTERIORES AO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DA ÁREA:**

Implementação de 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 anterior à implantação em eventos de chuva.

### **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, porém indicam qual deve ser o caminho da água, seguindo o fluxo dos sistemas naturais.

### **DISPONIBILIDADE DE ÁREA:**

Sistemas de drenagem que favorecem a filtração e infiltração da água no terreno normalmente necessitam de grandes áreas para serem efetivos. 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.



## GLOSSÁRIO

### **B**

**BACIA DE DETENÇÃO:** São reservatórios com finalidade de armazenar águas pluviais temporariamente, quando da ocorrência de chuvas intensas. Possuem as funções de amortecimento de vazões de cheias, redução de escoamento superficial e redução da poluição de origem pluvial, através da retenção de sedimentos.

### **D**

**DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAUS OU ESCADA HIDRÁULICA:** Dispositivos que possibilitam o escoamento das águas que se concentram em talvegues interceptados pela terraplenagem, e que vertem sobre os taludes de cortes ou aterros através de escadas em concreto armado ou outro material devidamente dimensionadas, de forma a promover a dissipação das velocidades e com isto, desenvolver o escoamento em condições favoráveis até os pontos de deságue desejados.



**DIQUE DE CONTENÇÃO:** Atua para contenção de volume de água, formando um lago temporário nos períodos de chuva. O dique contribui também para a redução da vazão de escoamento, infiltração no solo, melhoria da qualidade da água através da criação de áreas alagadiças naturais que promovem a presença de plantas macrófitas emergentes com a capacidade de promover purificação da água.

**P**

**PAVIMENTO INTERTRAVADO:** Composto de peças pré-moldadas de concreto assentadas sobre camada de areia e travadas entre si por contenção lateral. Estes blocos pré-fabricados 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:** Permite a passagem da água através de seus poros quando de evento chuvoso, com permeabilidade média de cerca de 90%.

**PAVIMENTO INTERTRAVADO COM JUNTA DRENANTE:** 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 carreados pela água.

São assentados sobre uma camada de material de suporte (pedrisco), abaixo da qual fica uma base de pedras 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 pedras 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.

**T**

**TÉCNICAS OU MEDIDAS COMPENSATÓRIAS EM MICRODRENAGEM:** Técnicas que buscam neutralizar o efeito do aumento da impermeabilização em áreas urbanas, em que há um aumento significativo do escoamento superficial da água de chuva, o que é traduzido por um aumento na frequência e impacto das inundações nos fundos de vales de áreas urbanizadas.

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 com baixo custo e alta eficiência).

**TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:** Tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial na seção de saída.

**TEMPO DE RETORNO:** É o tempo, calculado estatisticamente, em 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.



## PARA SABER MAIS:

**Informações do condomínio pela construtora Odebrecht:**

<http://www.orealizacoes.com.br/Novos-Destinos-Urbanos-Conceito.aspx?id=22>

## FICHA TÉCNICA DE SISTEMATIZAÇÃO DO PROJETO

### REALIZAÇÃO:

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland  
Programa Soluções para Cidades

### COORDENAÇÃO GERAL:

Érika Mota

### EQUIPE:

Cristiane Bastos

### EDIÇÃO DE CONTEÚDO:

Lígia Pinheiro

### SISTEMATIZAÇÃO DE CONTEÚDO:

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

### FOTOGRAFIAS:

Tina Carvalhaes (exceto as identificadas como divulgação)

### PROJETO E PRODUÇÃO GRÁFICA:

FIB - Fábrica de Ideias Brasileiras



