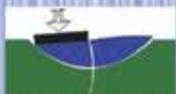


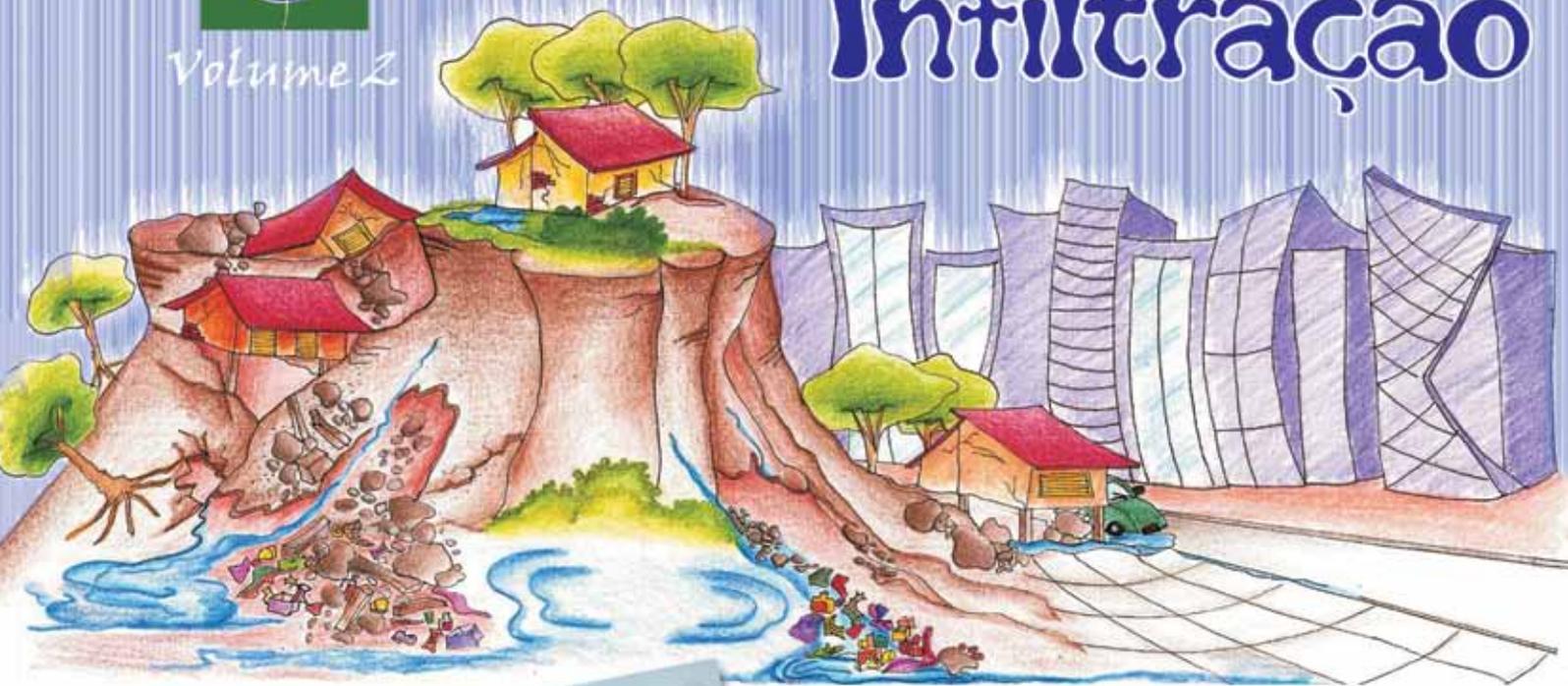
Série
GEOTECNIA UNB



Volume 2

Cartilha

Infiltração



Autores:

José Camapum de Carvalho
Ana Cláudia Lelis

Série
GEOTECNIA UNB



Volume 2

Cartilha Infiltração

José Camapum de Carvalho
Ana Cláudia Lelis

C331

Camapum de Carvalho, José.

Cartilha infiltração / José Camapum de Carvalho, Ana Cláudia Lelis.

-Brasília, edição: 01/2011.

36 p. ; 15 x 22 cm. (Série Geotecnia UnB ; v. 2)

ISBN 978-85-60313-36-5

1. Águas pluviais. 2. Erosão. 3. Inundação.

4. Educação ambiental. I. Lelis, Ana Cláudia.

II. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia. III. Cartilha infiltração.

CDU 502.656

Autores:

José Camapum de Carvalho
Ana Cláudia Lelis

Consultores Técnicos:

Ennio Marques Palmeira
Eufrosina Terezinha Leão Carvalho
Gilson de Farias Neves Gitiрана Junior
Janaína Teixeira Camapum de Carvalho
Joseleide Pereira da Silva
Manoel Porfírio Cordão Neto
Maurício Martines Sales
Newton Moreira de Souza
Ricardo Silveira Bernardes

Equipe Editorial:

arte gráfica

Ana Cláudia Lelis

revisão

Cristiane Fuzer

editoração eletrônica

Ana Cláudia Lelis

Equipe

Projeto Pronex

"Estruturas de infiltração da água da chuva como meio de prevenção de inundações e erosões"

Financiamento

- Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAP/DF
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Instituições Componentes

- Universidade de Brasília – Executora
- Universidade Federal de Goiás – Participante

Apoio

- Instituto Geotécnico de Reabilitação do Sistema Encosta – Planície – REAGEO (INCT CNPq/FAPERJ)

Qualquer comentário, favor contactar:

Endereço eletrônico: www.geotecnia.unb.br

Telefone: (61) 3107 - 0973

Sumário

Apresentação	05	Tipos de estruturas de infiltração	21
Por que falar em infiltração, armazenamento e uso?	06	Valas de infiltração	23
		Poços de infiltração	24
Ciclo hidrológico	07	Trincheiras de infiltração	26
Caminho das águas	08	Bacias de retenção	28
Expansão urbana	09	Bacias de detenção	29
Inundações e secas	10	Bacias de sedimentação	30
Direitos e deveres	11	Pavimentos drenantes	31
		Reservatórios de armazenamento	32
Medidas para redução do escoamento superficial	14	Consequências da aplicação inadequada ou uso indevido dos sistemas de drenagem de águas pluviais	33
Medidas de controle	15	O que deve fazer uma pessoa ambientalmente educada?	34
Educação ambiental	16	Conclusão	35
Ocupação urbana	17	Bibliografia Recomendada	36
Armazenamento e uso de águas pluviais	18		
Sistemas de controle de água da chuva	20		

Apresentação

Em países de clima tropical a gestão socioambiental assume papel de grande relevância. No Brasil, enquanto em algumas regiões ocorrem alagamentos, inundações e rupturas de encostas naturais em consequência de intensas e frequentes precipitações, em outras, secam nascentes, falta água para a agropecuária e mesmo para o suprimento das necessidades humanas. Ousa-se afirmar aqui que grande parte desses problemas é decorrente da precariedade se não da falta de gestão socioambiental, e não apenas das mudanças climáticas como pretendem alguns. Nesse contexto, o uso e a infiltração da água da chuva assumem grande importância e são capazes, se não de sanar por completo tais problemas, pelo menos de mitigá-los. Por um lado, o uso da água da chuva permite otimizar esse bem natural disponível; por outro, a infiltração do excedente, além de evitar alagamentos e inundações, permite a recarga dos aquíferos, contribuindo, assim, para minimizar a escassez de água que vem se tornando frequente em várias regiões do planeta.

Destaca-se que tanto o uso como a infiltração da água da chuva requerem estudos, projetos e supervisão técnica de modo a evitar danos à saúde e problemas de segurança.

Esta cartilha objetiva informar, orientar e contribuir para a educação ambiental da sociedade. Ela se destina não só aos estudantes do ensino fundamental e médio, às comunidades afetadas por alagamentos e inundações ou por problemas de escassez de água, mas também às administrações públicas, às associações de moradores e a todos aqueles dispostos a contribuir para uma gestão socioambiental eficiente. Para que a gestão socioambiental seja eficiente, faz-se necessário que ela se volte para o desenvolvimento sustentável e para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, principalmente daquelas mais humildes que se encontram geralmente em situação de maior vulnerabilidade às catástrofes naturais decorrentes dos desequilíbrios ambientais gerados pela ação humana.

Dois terços da superfície terrestre são cobertos por água, mas estima-se que menos de 1% é própria para uso humano. Cerca de 3% da água existente no planeta é água doce e quase sua totalidade é subterrânea.

Com os problemas que desequilibram o ciclo hidrológico e dificultam a recarga dos aquíferos, tornam-se cada vez mais preciosos o armazenamento e reuso das águas, um bem de domínio público e finito.

Como forma preventiva, é necessário pensar no chamado "Princípio de gestão eficiente das águas urbanas", que visa essencialmente: à preservação dos mananciais, ao aproveitamento das águas da chuva e ao reuso das águas servidas.

Para a preservação dos mananciais, é fundamental a proteção das matas ciliares e a garantia de boa parcela de infiltração, possibilitando a recarga dos aquíferos que os alimenta.

A parcela de água não infiltrada deve ser armazenada e aproveitada para diferentes usos domésticos e industriais.

Infiltração, Armazenamento e Uso?

Por que falar em

O reuso das águas servidas contribui para a preservação ambiental, reduzindo a demanda nos aquíferos e reservatórios.

O armazenamento e uso das águas pluviais e o reuso de águas servidas contribuem para evitar problemas como alagamentos, inundações e erosões, além de reduzir a demanda de água tratada.

Ciclo Hidrológico

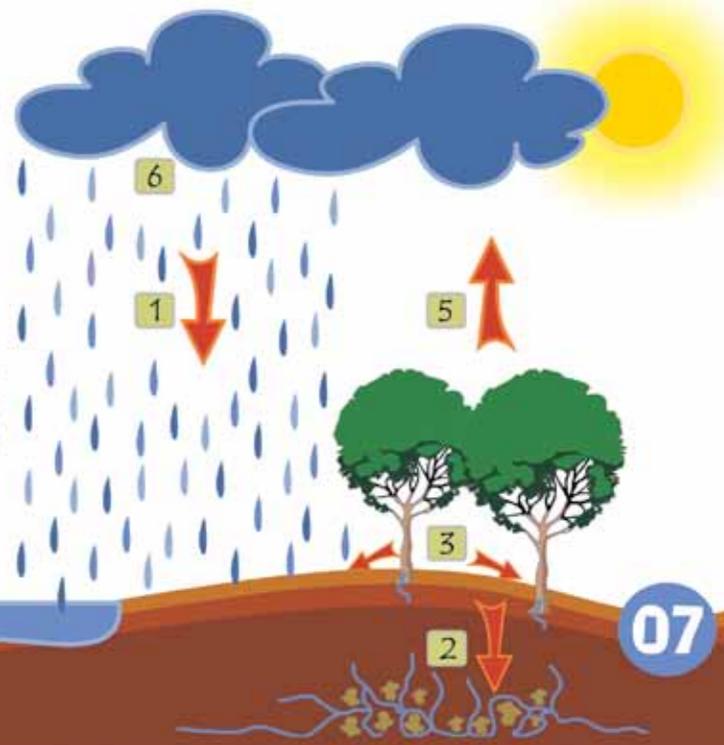
O ciclo hidrológico é a circulação contínua da água na atmosfera, nos estados sólido, líquido e gasoso. Esse movimento é mantido pela gravidade, pela energia solar, pelo efeito do vento e pelo próprio potencial de retenção de água do solo.

Quando a água da chuva (1) atinge a superfície terrestre, parte dessa água é infiltrada (2), parte escorre sobre a superfície para áreas mais baixas (3) e, ainda, pode acumular-se em rios, lagos ou oceanos e evaporar-se (4).

As raízes das plantas absorvem parte da água infiltrada no solo e a devolvem à atmosfera por meio da transpiração (5).

Após a evaporação e a transpiração, processo intitulado evapotranspiração, as gotículas de água se condensam e formam as nuvens (6). Quando essas microgotículas se unem e se tornam maiores e mais pesadas, caem em forma de chuva, neve ou gelo, reiniciando o ciclo hidrológico.

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. PRECIPITAÇÃO | 4. EVAPORAÇÃO |
| 2. INFILTRAÇÃO | 5. TRANSPIRAÇÃO |
| 3. ESCOAMENTO | 6. CONDENSAÇÃO |



Ciclo da Água

Caminho das Águas

A água infiltrada no solo chama-se água subterrânea e pode ser encontrada relativamente livre ou aderida à superfície dos minerais.

Fatores naturais, como clima, porosidade do solo, geomorfologia, cobertura vegetal, e fatores antrópicos, como desmatamento, impermeabilização da superfície do terreno causada pelo processo de urbanização ou construção de edificações, são fatores determinantes na taxa de infiltração do solo.

Fatores climáticos, como temperatura, forma de precipitação (chuva e neve), intensidade e distribuição pluviométrica, interferem diretamente na relação entre o volume de água infiltrado e o que se escoam superficialmente.

Logo, a interferência do homem por meio de desmatamentos e impermeabilizações urbanas e rurais

terminam por comprometer a capacidade de infiltração.

A água que não se infiltra nem evapora escoam superficialmente, causando o aparecimento de erosões, alagamentos e inundações ou sobrecarregando o sistema de drenagem de águas pluviais.



08

Expansão Urbana

O processo acelerado de expansão urbana mundial, iniciado no século XX, é fato social e ambientalmente importante também observado nas cidades brasileiras.

No entanto, não é raro essa expansão acontecer de forma inadequada. Além de não proporcionar moradia digna, agride o meio ambiente, o que contraria também o direito à sã qualidade de vida.

No Brasil, na maioria das vezes, a responsável pela expansão das cidades em áreas ambientalmente frágeis é a falta ou ineficiência do planejamento urbano, em consequência da inexistência ou deficiência do plano diretor, que é instrumento básico da política urbana.

Outras vezes, é o próprio modelo de política urbana adotado que cria assentamentos em áreas periféricas com pouca ou nenhuma infraestrutura, o que, certamente, causará impacto ambiental significativo.

A expansão urbana desordenada ou mal planejada tem por consequências danos ambientais como: desmatamento, erosão, assoreamento de rios e reservatórios, acúmulo de resíduos sólidos em áreas inapropriadas, contaminação do lençol freático e impermeabilização excessiva do solo que dificulta a infiltração da água e agrava os problemas de alagamentos, inundações, enchentes e erosões.

Isolar áreas ambientalmente frágeis não é suficiente. As políticas públicas de ordenamento territorial, uso e ocupação do solo devem considerar a integração entre unidades de conservação – áreas especialmente protegidas – e cidade.

As soluções urbanísticas nas cidades aliadas ao processo de educação e conscientização ambiental da sociedade definirão o futuro do planeta.



09

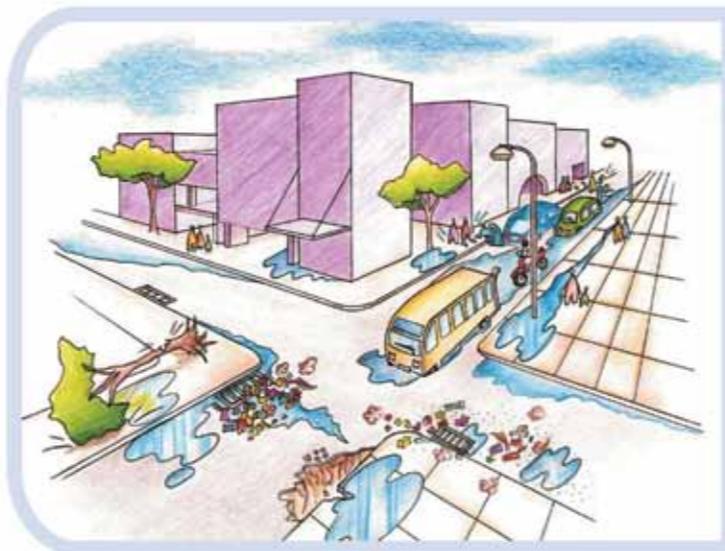
Inundações e Secas

Os ciclos climáticos e o aquecimento global interferem no equilíbrio solo-atmosfera e, por consequência, afetam a taxa de infiltração e o equilíbrio ambiental.

As inundações, assim como as secas que atualmente assolam diferentes regiões do país, estão associadas aos ciclos climáticos e suas mudanças e, principalmente, à interferência do homem no meio ambiente.

Os fenômenos climáticos dos novos tempos mostram a necessidade de mudança nas relações homem-meio ambiente.

A ocupação desordenada do solo assim como o seu uso inapropriado contribuem para reduzir a taxa de infiltração. As consequências são, por um lado, alagamentos, inundações e erosões e, por outro lado, a falta de alimentação do lençol freático e a alteração do ciclo das águas, que acabam propiciando longos períodos de



estíagem (secas).

Logo, existe uma íntima relação entre as práticas antrópicas, as inundações e as secas. Essa situação podemos mudar.

Direitos e Deveres

O planeta que queremos!



O planeta que repudiamos!

Direitos e Deveres

Hoje, as chuvas torrenciais em regiões tropicais associadas à ocupação e ao uso desordenado do solo geram problemas como erosão e inundação, degradando o meio ambiente, gerando transtornos sociais e ameaçando o direito à vida. Contrária-se assim, dentre outros, o inciso III do artigo 1º, o caput do artigo 5º e o caput do artigo 225 da Constituição Federal e o artigo 2º da Lei 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Ainda por força do artigo 225 da Constituição Federal, cabe destacar que é dever do Poder Público e da coletividade a defesa e a preservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e para as futuras gerações.

A Lei 11.445/2007 considera, no artigo 3º, a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas como saneamento básico. Embora a cobrança por meio de impostos, inclusive taxas, dos serviços de manejo das águas pluviais tenha previsão legal (inciso III, art. 29 da Lei 11.445/2007), não constituem serviços públicos ações de saneamento executada por meio de soluções individuais

bem como ações e serviços de saneamento básico de responsabilidade privada. No caso de prestação de serviço público, o artigo 36 da mesma Lei prevê que a cobrança deve levar em conta os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção da água de chuva, ou seja, considera-se o zelo da população para com o meio ambiente.

Em nível estadual, já existem leis tratando do tema drenagem e uso das águas pluviais, como é o caso da Lei 4.393/2004 do Estado do Rio de Janeiro e da Lei 12.526/2007 do estado de São Paulo. No Distrito Federal, o tema foi objeto da Lei 4.181/2008. Paradoxalmente, essas leis limitam a obrigação de armazenamento e drenagem das águas pluviais às construções com um mínimo de área construída ou de área impermeabilizada, deixando de lado as pequenas construções, que são quase sempre as que mais impermeabilizam o solo, pois ocupam lotes de tamanho reduzido. Nesses casos, faz-se necessária a intervenção do Poder Público no sentido de prover essas ocupações urbanas

Direitos e Deveres

com sistemas apropriados ao armazenamento, drenagem e uso das águas pluviais. Somente com esforço conjunto do Poder Público e da população será possível dar cabo aos problemas oriundos do excesso de escoamento superficial proporcionado pela chuva.

A água para consumo humano deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Porém, critérios menos rigorosos de qualidade da água são exigidos para usos domésticos, tais como descarga de bacias sanitárias, limpeza de pisos e rega de jardins, neles se enquadrando a água de chuva. A norma técnica NBR 15.527/2007 estabelece os padrões de qualidade para o uso restrito não potável da água de chuva.

Objetivando oferecer tutela jurídica ao meio ambiente, que é um patrimônio essencial à saúde e qualidade de vida dos seres humanos, o direito busca responsabilizar os agentes poluidores por seus atos de degradação da natureza. Na esfera civil, a responsabilização do poluidor tem o intuito

de prevenir a concretização de danos ao meio ambiente e, não sendo possível, buscar a reparação e indenização pela degradação causada.

A responsabilização civil do poluidor encontra fundamento em diversos princípios legais como: o da prevenção, o da precaução e o do poluidor-pagador. Ela pode atingir tanto o poluidor direto como o indireto.

A título de exemplo, nos danos ocasionados pelo excesso de escoamento superficial da água da chuva por carência de infiltração, como é o caso das erosões e das inundações, quando o ocupante de um determinado espaço público ou privado desrespeita o coeficiente de ocupação do solo, impermeabilizando área maior que a permitida, ele está atuando como um poluidor direto. Já a Administração Pública que deveria educar ambientalmente a população e promover a fiscalização da ocupação e uso do solo, e não o faz, deve ser responsabilizada como um poluidor indireto.

Ao romper com o balanço hídrico natural por meio da impermeabilização do solo, graves problemas socioambientais são gerados pelo excesso de escoamento superficial. Para minimizá-lo, recomendam-se intervenções preventivas.

A prevenção é um princípio do Direito que precisa ser aplicado na expansão e desenvolvimento urbano, sendo indispensável nos projetos arquitetônicos e de engenharia.

São medidas preventivas importantes para o desenvolvimento urbano sustentável que podem minimizar os impactos da impermeabilização do solo:

- a educação ambiental e conscientização da sociedade, tornando-a responsável e participativa na gestão do desenvolvimento sustentável;
- o armazenamento e uso das águas da chuva que reduzem a demanda nas redes de drenagem urbana e o uso controlado de água potável fornecido pelos prestadores de



serviços de saneamento;

- a definição do traçado urbanístico, levando-se em conta as características geomorfológicas, climáticas e o controle do escoamento superficial, de modo a favorecer a infiltração e reduzir os efeitos dos picos de chuva;
- a definição da taxa de ocupação apropriada às condições ambientais vigentes e às condições previstas de mudanças climáticas.

Medidas de Controle

As medidas de controle que visam minimizar os danos causados por alagamentos, por inundações, pelas enchentes e pela falta de recarga dos aquíferos podem ser estruturais e não estruturais.

As ações estruturais mitigadoras dos danos ambientais provocados pelas águas pluviais devem ter início no próprio planejamento da ocupação e uso do solo para que tenham menor custo econômico e socioambiental. São exemplos de ações estruturais que integram esse planejamento: a ocupação progressiva do solo acompanhada das obras de infraestrutura básica; a observância da taxa e do modo de ocupação do solo fixados em condições compatíveis com a capacidade de suporte do meio ambiente e com a boa qualidade de vida; a preservação de áreas verdes naturais principalmente junto às drenagens; a previsão e execução de obras de controle do escoamento superficial das águas pluviais tais como poços, trincheiras e valas de infiltração e bacias de retenção, de detenção e de sedimentação.

As medidas não estruturais incluem, por exemplo, as normas e os regulamentos que disciplinam a ocupação e o uso do solo e a conscientização da população por meio da educação ambiental formal e não formal quanto à necessidade de observância de tais normas e regulamentos. As ações não estruturais atuam e ampliam seu efeito ao longo do tempo, além de serem menos onerosas e contribuírem, via de regra, para a redução dos custos das ações estruturais.

Tanto as ações estruturais como as não estruturais apresentam custo direto, custo mensurável, que contribui para a redução do custo indireto, o passivo ambiental. A contribuição para essa redução deve ser avaliada considerando-se ainda a melhoria da qualidade de vida.

Em síntese, existindo o dano ambiental ou mesmo o seu risco efetivo, fazem-se necessárias ações estruturais e não estruturais preventivas ou de controle.

Educação Ambiental

A solução para problemas como erosão, inundação e estabilidade das encostas passa necessariamente pela educação ambiental, uma medida não estrutural. É necessário, por meio da educação ambiental, construir a consciência ecológica dos indivíduos e da coletividade. Nos termos do artigo 2º da Lei 9.795/1999, "a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal".

Em caráter formal, a educação ambiental situa-se em todos os níveis do ensino no âmbito dos currículos das instituições públicas e privadas; em caráter informal, envolve as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade, formando e informando a população sobre as questões ambientais. É preciso ter em mente que o ler e escrever são instrumentos da educação ambiental, mas o educar vai muito além dessa fronteira.

Atribuir à deficiência na educação ambiental a causa dos problemas ambientais parece tarefa árdua, pois culturalmente se vinculam os problemas a questões de ordem política e técnica ou à falta de efetividade dos regulamentos administrativos e das normas jurídicas existentes. Hoje os grandes vilões são as mudanças climáticas e o excesso de precipitação.

A mudança de comportamento da população e da Administração Pública em relação ao meio ambiente passa pela necessidade imediata de educação em todos os níveis e nos campos formal e informal, aqui se incluindo a informação como direito (da coletividade) e como dever (do Estado).



Ocupação Urbana

Com a construção de novas casas e edifícios, passa-se a ter uma menor área de infiltração devido à impermeabilização causada pela área construída.

A ocupação urbana pode se dar de modo horizontal ou vertical. No que diz respeito ao caminho das águas, a ocupação horizontal requer atenção com o excesso de impermeabilização; já na ocupação vertical, a atenção deve ser dada ao fluxo do lençol freático.

Uma maneira de minimizar esse dano ambiental é criar regras e respeitá-las, como as normas de edificação, uso e gabarito, as chamadas NGB, que são estabelecidas para cada setor de uma cidade e definem qual serão a taxa máxima de ocupação e a taxa mínima de área verde do lote e demais áreas urbanas. Essa é, também, uma medida não estrutural.

A taxa máxima de ocupação e a taxa mínima de área verde garantem que parte do terreno seja ajardinada ou arborizada, permitindo, assim, a preservação da

infiltrabilidade do solo e impedindo que seja gerado um volume excessivo de fluxo superficial ou de lançamentos em sistemas de drenagem de águas pluviais.

O traçado urbano deve priorizar a ampliação da infiltração e a redução do escoamento superficial, o que minimiza os picos de cheia.



Armazenamento e Uso de Águas Pluviais

O alto índice pluviométrico do Brasil favorece a adoção da medida estrutural de armazenamento das águas das chuvas para usos que dispensam tratamento.

Já existem leis em algumas grandes cidades do mundo, inclusive no Brasil, que determinam a captação, o armazenamento e o uso das águas pluviais em edificações.

A água da chuva pode, por exemplo, ser usada como fonte não potável para vasos sanitários, lavagem de piso e irrigação de jardins. Porém, o uso de água pluvial requer tubulação independente para evitar eventual contaminação.

Para se fazer a captação, é preciso ter um sistema de calhas no telhado e, antes do armazenamento e distribuição para os usos previstos, é recomendável que se tenha também um filtro para retirar impurezas, como sujeiras trazidas da

cobertura e poluição do ar.

Os projetos de arquitetura e de engenharia devem priorizar ainda a economia de energia. Os reservatórios para armazenamento de água pluvial instalados abaixo do telhado e acima das áreas de uso dispensam a instalação de bombas para elevação da água. Evita-se, assim, aumento no consumo de energia elétrica.

Ilustram-se a seguir técnicas de armazenamento das águas pluviais para uso doméstico. A água da chuva, assim como a água potável, requer uso racional, e o seu excedente, quando possível, é infiltrado no solo. Quando inviável a infiltração, o excesso é lançado na rede de águas pluviais. Cabe lembrar que a água usada requer tratamento para sua reutilização ou para a sua disposição na natureza, uma das necessidades de uso racional.

Captação de águas pluviais



1. SUPERFÍCIE DE CAPTAÇÃO
2. CALHA
3. TRATAMENTO/FILTRO
4. RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL
5. RESERVATÓRIO DE ÁGUA POTÁVEL



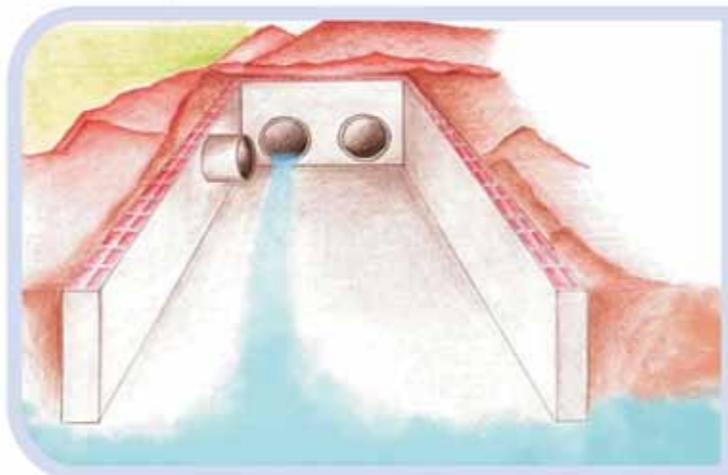
Sistemas de Controle de Água da Chuva

Os sistemas de controle de águas da chuva são considerados ações estruturais que objetivam evitar problemas como alagamentos, inundações, enchentes e erosões.

Além disso, eles podem diminuir a propagação de poluentes e resíduos sólidos e aumentar a recarga do lençol freático.

Esses sistemas podem ser dispositivos de Drenagem Urbana ou de Armazenamento, dos tipos Convencional ou Não Convencional.

São Convencionais as redes de drenagem de águas pluviais como canalizações e galerias. Como Não Convencionais tem-se poços, valas e trincheiras de infiltração, entre outros.



Os sistemas Não Convencionais também podem funcionar como dispositivos de retenção e armazenamento, visando tanto ao controle de vazão quanto ao uso da água armazenada.

Os sistemas convencionais de drenagem geralmente têm como objetivo apenas conduzir as águas de escoamento superficial para fora das cidades, lançando-as em cursos d'água e reservatórios.

Hoje, com o intuito de preservar o meio ambiente, os sistemas de drenagem conhecidos como alternativos ou compensatórios, além de reterem parte do volume de água superficial, promovem sua infiltração no solo ou disponibilizam esse volume de água para o consumo. Esses dispositivos têm sido utilizados como complementares aos sistemas convencionais.

Os dispositivos de drenagem alternativos, além da detenção das águas precipitadas e recarga dos aquíferos, podem ter sua implantação associada a áreas de lazer e recreação para a comunidade.

Tipos de estruturas de infiltração

O tipo de sistema de drenagem a ser adotado depende de fatores como integração com o urbanismo, características do local e custos de implantação e manutenção.

Nos custos de implantação devem ser incluídos estudos, projetos e construção. Os custos de manutenção e operação incluem despesas de serviços que devem ser executados periodicamente, como limpezas, inspeções e reparos. Quanto à implantação das técnicas de drenagem, citam-se três tipos distintos:

- Técnicas de controle na fonte: estão associadas a pequenas estruturas de drenagem, como os poços e as valas de infiltração;
- Técnicas lineares: estão associadas a áreas maiores a serem drenadas, como ruas, estacionamentos e pátios. Nesses casos, podem ser implantadas as trincheiras de infiltração e pavimentos drenantes;
- Técnicas de controle centralizado: estão associadas a estruturas de drenagem de grande porte, como as bacias de retenção e detenção que atendem a uma determinada área urbana, de expansão urbana ou rural.

Nas técnicas de controle na fonte, a responsabilidade

pelo projeto, pela construção e manutenção é atribuída ao proprietário da área. Nas técnicas de controle centralizado, a responsabilidade é, via de regra, do Estado. Nas obras lineares, a responsabilidade pode ser pública ou privada, conforme o local de aplicação.

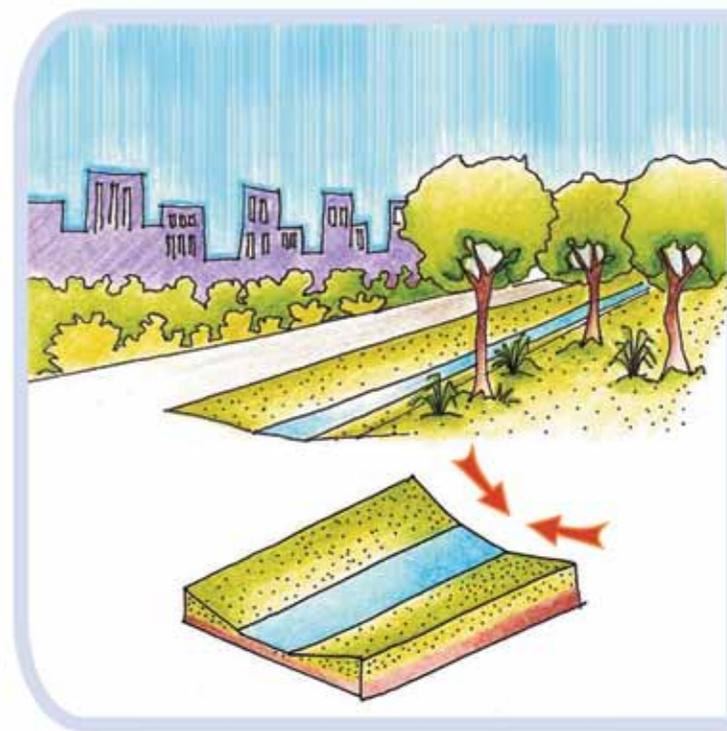
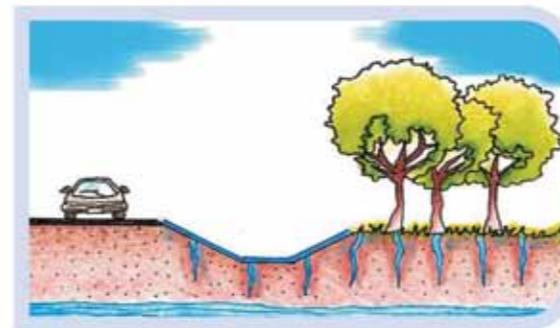
A opção por uma ou por outra alternativa requer a avaliação de aspectos como os socioambientais, os econômicos e os urbanísticos. A responsabilidade pelos estudos, projeto, construção e manutenção das obras varia segundo a técnica adotada, mas a implantação de qualquer delas requer sempre a orientação e/ou fiscalização da Administração Pública, de modo a evitar o surgimento de danos geotécnicos e ambientais como o colapso estrutural do solo e a erosão interna.

O Relatório de Impacto Ambiental deve contemplar as análises de risco quanto a eventuais danos oriundos da infiltração e do regime de lançamento das águas pluviais nos talwegues, córregos, rios e reservatórios.

Valas de Infiltração

Valas de infiltração são estruturas lineares pouco profundas e vegetadas geralmente utilizadas quando o lençol freático é superficial ou o manto impermeável é pouco profundo.

Elas permitem o armazenamento temporário de águas pluviais e favorecem sua infiltração no solo. São implantadas ao longo de rodovias, estacionamentos, parques industriais e áreas verdes de casas, integrando-se à paisagem enquanto drenam as enxurradas.



Poços de Infiltração

Os poços de infiltração são estruturas geralmente cilíndricas cuja profundidade e diâmetro dependem das características do perfil do solo e do volume de água a ser infiltrado. O dimensionamento deve considerar o volume de armazenamento do poço e a capacidade de infiltração do terreno.

Os poços de infiltração devem ser projetados e construídos objetivando o armazenamento temporário e a infiltração. Deve ser prevista também uma saída para o lançamento do volume de água excedente na rede pública de drenagem de águas pluviais.

São alternativas de materiais de construção os geotêxteis que funcionam como filtros, as alvenarias ou blocos de concreto e manilhas e pneus furados que atuam dando estabilidade ao poço.

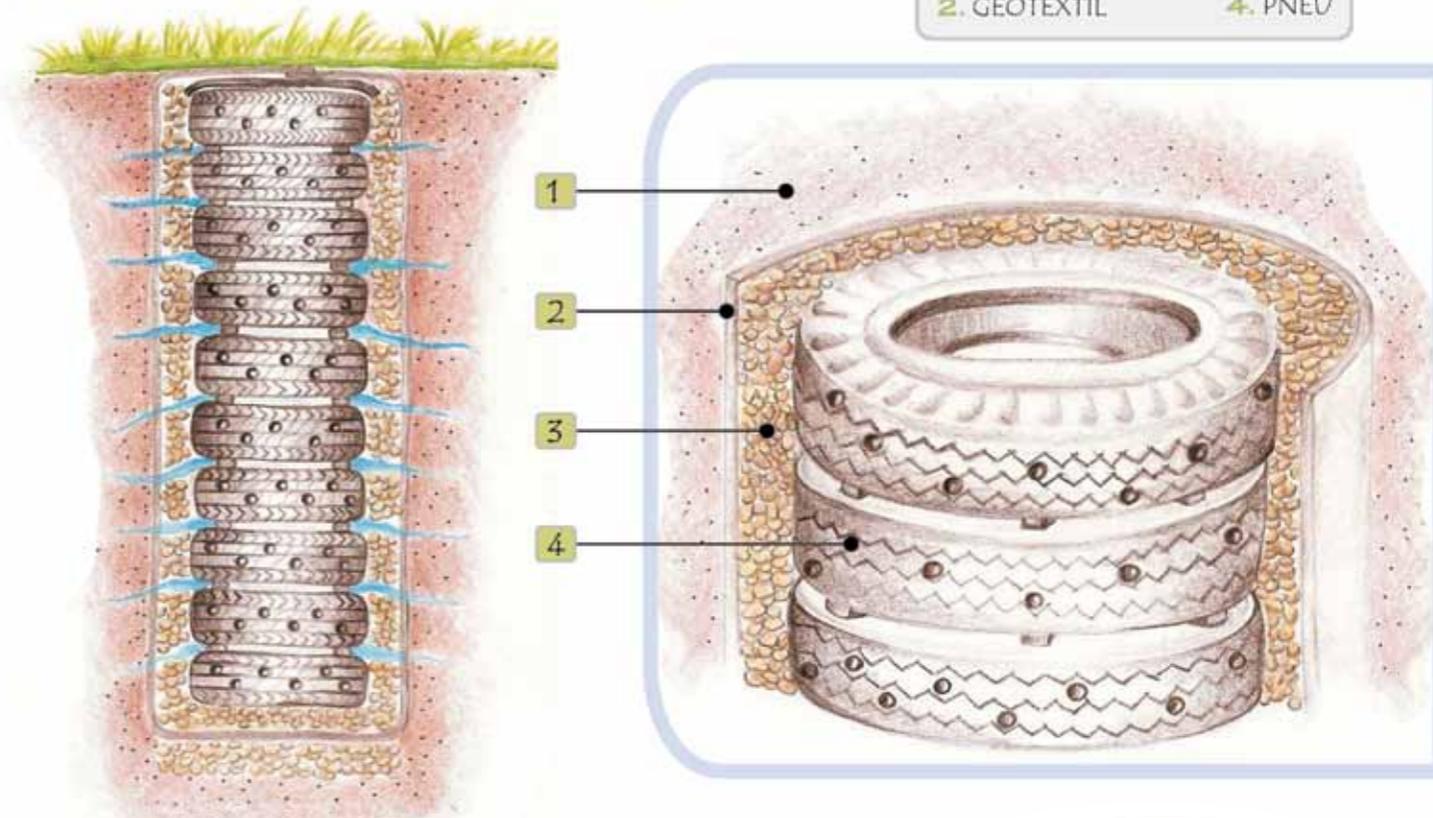
Esses poços são usados para infiltrar água de áreas impermeabilizadas, como, por exemplo, casas, edifícios e

praças. Com a infiltração, aumenta-se a umidade do maciço, e sua resistência tende a diminuir, podendo dar origem a rupturas, recalques e colapso estrutural do solo. É necessário, portanto, avaliar os riscos da infiltração para as edificações circunvizinhas. Deve-se ainda atentar para o risco de erosão interna no solo provocada pelo fluxo.

Além das alternativas convencionais de materiais para a construção dos poços de infiltração, podem ser utilizados materiais alternativos como os pneus usados. O uso desse material alternativo contribui, ainda, para mitigar o problema ambiental gerado pelo excesso de pneus usados que são diariamente descartados. A figura a seguir ilustra a utilização dos pneus na construção dos poços de infiltração. O principal cuidado que se deve ter nesse caso é o de executar furos na face inferior dos pneus de modo a evitar o acúmulo de água. Qualquer que seja a técnica construtiva, recomenda-se manter os poços fechados com tampas removíveis, de modo a facilitar a manutenção e a evitar acidentes.

Poço de Infiltração feito com pneus usados

- | | |
|--------------|----------|
| 1. SOLO | 3. BRITA |
| 2. GEOTÊXTIL | 4. PNEU |



Trincheiras de Infiltração

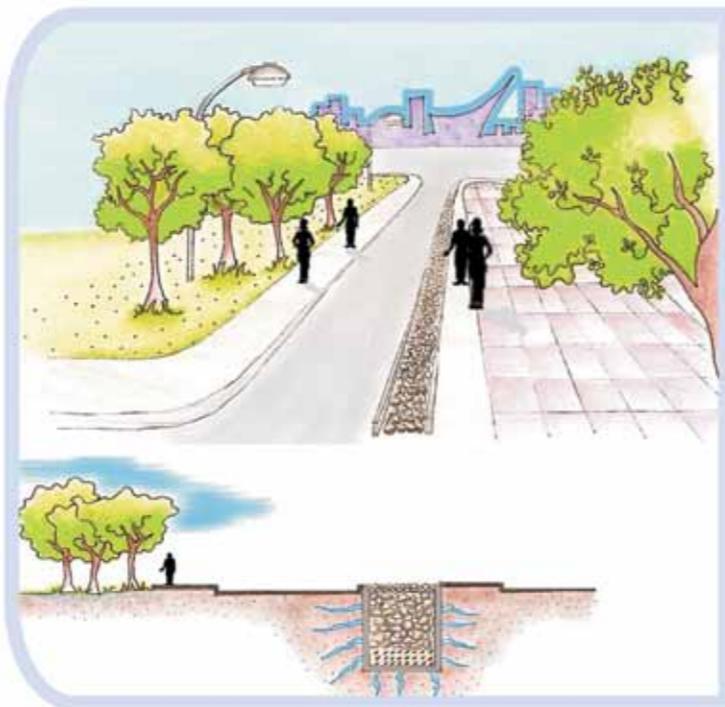
As trincheiras permitem o armazenamento e a infiltração de água no solo.

São estruturas lineares pouco profundas que, nos sistemas convencionais, são preenchidas total ou parcialmente com material granular, como britas e seixos, e revestidas com manta de geotêxtil que funciona como filtro.

Em sistemas não convencionais, tem sido proposto o enchimento com materiais alternativos, como entulhos de construção, garrafas PET e pneus usados.

São usadas em áreas industriais, junto a pátios de estacionamentos e ao longo de ruas e avenidas para infiltração de água das áreas urbanas pavimentadas.

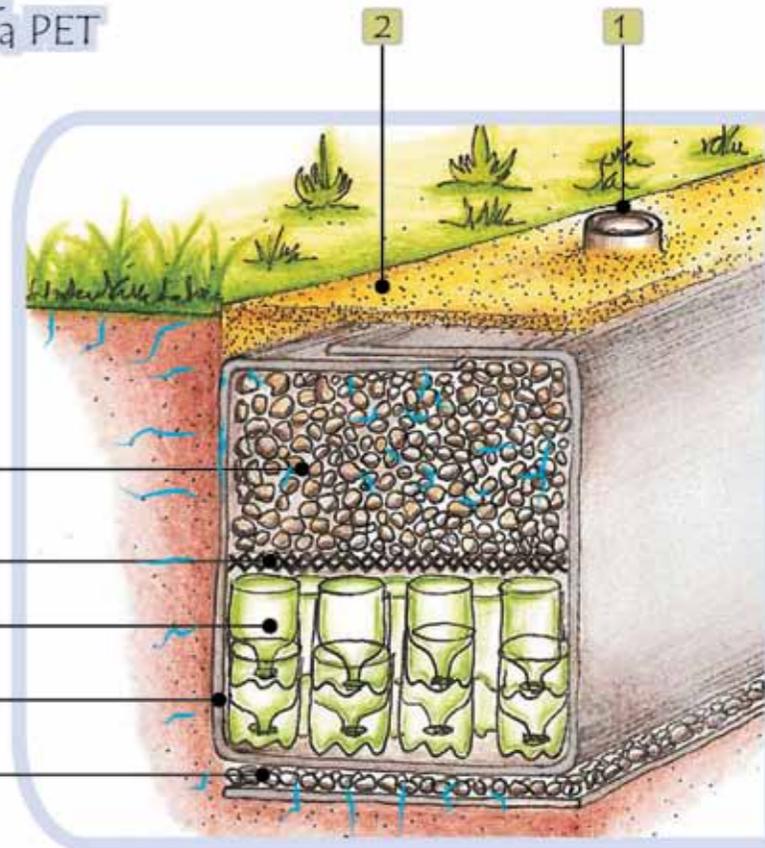
Os locais de implantação das trincheiras, quando fechadas, podem se integrar à paisagem e servir como áreas de parques e jardins.



Trincheira de Infiltração feita com garrafa PET

O uso de garrafas PET como material alternativo para a construção de trincheiras, além de contribuir para mitigar o problema ambiental gerado pelo excesso desses vasilhames lançados sem qualquer controle na natureza ou depositados nos aterros sanitários, possibilita maior volume de acumulação de água no interior da trincheira. A figura aqui mostrada ilustra a utilização das garrafas PET na construção de trincheiras.

1. TUBO Ø 100mm
2. AREIA GROSSA
3. BRITA
4. GEORREDE
5. GARRAFA PET
6. GEOTÊXTEL
7. CAMADA FINA DE BRITA



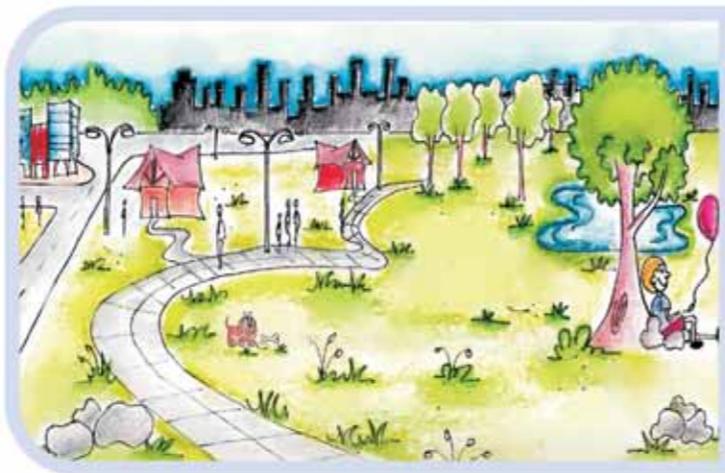
Bacias de Retenção

As Bacias de Retenção, muitas vezes, são usadas como Bacias de Infiltração.

Essas estruturas podem apenas reter sem infiltrar ou reter e infiltrar as águas pluviais. Neste último caso, podem ser designadas como bacias de retenção e infiltração.

As bacias de retenção podem ser bacias permanentes com lâmina d'água nos períodos de chuva e de seca. Quando a lâmina d'água se restringe ao período de chuva, elas são designadas como "bacias secas" e podem, no período de seca, funcionar como local de lazer para a comunidade – os piscinões.

Contrariamente aos poços de infiltração que são fechados, as bacias de retenção, por serem abertas, requerem maior cuidado quanto à proliferação de vetores, como o mosquito da dengue.



A figura exemplifica a situação em que a Bacia de Retenção integra-se paisagisticamente ao ambiente, ao mesmo tempo em que contribui para a redução do escoamento superficial ao possibilitar a acumulação e a infiltração das águas pluviais.

Bacias de Detenção

As Bacias de Detenção também são conhecidas como Espelhos d'água.

São estruturas impermeabilizadas que impedem a infiltração e apenas retêm temporariamente a água, que, por sua vez, é aos poucos liberada, regulando os picos de vazão.

Podem possuir dispositivo de fuga para pequenas vazões direcionadas para infiltração ou para a rede pública de drenagem de águas pluviais.

As Bacias de Detenção também podem abrigar fauna e flora aquáticas e favorecer a evapotranspiração.

Na figura ao lado, a Bacia de Detenção é incorporada ao ambiente, assumindo o papel paisagístico de espelho d'água e aquário, ao mesmo tempo em que retém a água da chuva. O exercício da tripla função requer a fixação de um nível d'água mínimo a ser mantido durante o ano.



Bacias de Sedimentação

São estruturas de armazenamento temporário que retêm sólidos em suspensão ou absorvem poluentes vindos do escoamento de águas superficiais.

Permitem armazenagem rápida nos picos de cheia e liberação dessa água lentamente para os sistemas de drenagem e podem ser incorporadas para prevenir erosões.

Quando o dispositivo de drenagem é instalado na linha de fluxo da água, tem-se o tipo "Reservatório de Amortecimento Online". Quando instalado fora, tem-se o "Reservatório de Amortecimento Offline".

A figura ao lado ilustra um exemplo de sistema de Reservatórios de Armazenamento Online, construído na cidade satélite de Ceilândia, Distrito Federal, objetivando regular o escoamento de águas pluviais que vinha ocasionando uma erosão com mais de 5 km de extensão e mais de 15 m de profundidade.



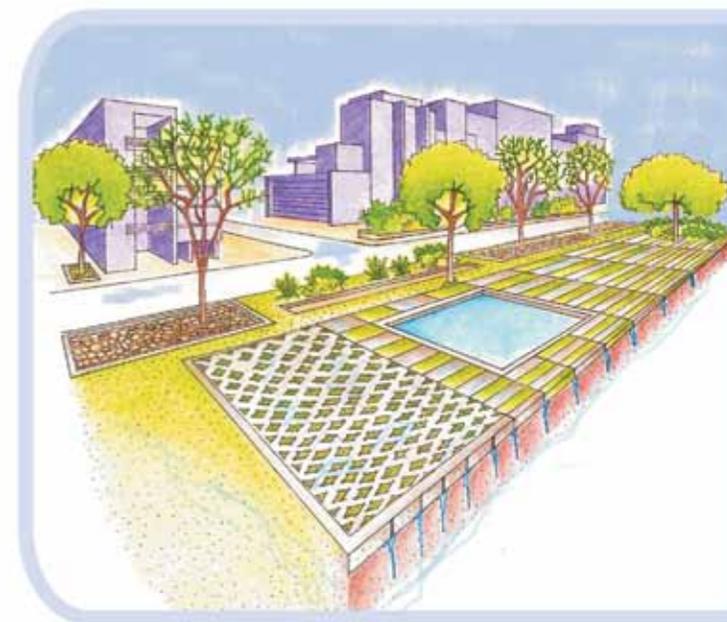
Pavimentos Drenantes

Os pavimentos drenantes variam segundo a utilização. Podem ser usados para a circulação de veículos (ciclovias, ruas, avenidas e rodovias) e de pedestres (calçadas), em estacionamentos e em áreas destinadas à carga e à descarga, ou ainda com o objetivo de simplesmente possibilitar a infiltração da água de chuva.

Os revestimentos desses pavimentos são geralmente constituídos por elementos talhados de rocha ou por blocos pré-moldados de concreto, os quais podem ser maciços, vazados ou perfurados.

A infiltração, nos elementos talhados de rocha e nos blocos pré-moldados maciços, se dará através das juntas e, nos blocos pré-moldados vazados ou perfurados, se dará através das juntas e dos furos ou espaços vazados.

Quando o objetivo for a infiltração, deve-se evitar a selagem das juntas. Além disso, quanto mais espessas e porosas as camadas receptoras e de base, maior será a



capacidade de armazenamento e infiltração da estrutura de pavimento drenante.

Reservatórios de Armazenamento

São usados para armazenamento da água coletada do telhado e áreas públicas, como estacionamentos, ruas e avenidas, e destinada ao reuso. Essa água deve passar antes por um filtro para remoção de partículas sólidas e outros poluentes.

Esses reservatórios podem assumir a forma de cisternas, muito usadas no semi-árido brasileiro, e visam à reserva de água para os longos períodos de estiagem.

Em unidades residenciais, comerciais e industriais, os reservatórios podem ser enterrados ou suspensos, o que facilita a utilização da água. Estes últimos, além de dispensarem o uso de energia elétrica, limitam o uso do solo, sendo, portanto, econômica e ambientalmente mais vantajosos.

Em área rural, como mostra a figura ao lado, a água armazenada é usada na prática da agropecuária.



Consequências

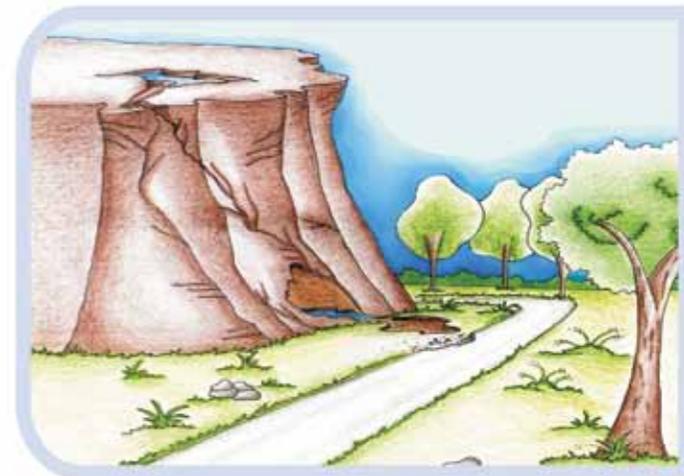
da aplicação inadequada ou uso indevido dos sistemas de drenagem de águas pluviais

Os sistemas de controle das águas pluviais objetivam a infiltração ou utilização da água ou, ainda, o simples controle dos picos de cheia.

Se a estrutura de infiltração, ao cumprir seu objetivo, reter por período prolongado a lâmina d'água exposta, deve-se fazer inspeções periódicas nos sistemas abertos para evitar a proliferação de vetores causadores de doença, como o mosquito da dengue.

Quando o objetivo é viabilizar a utilização da água da chuva, deve-se, além de efetuar a sua filtragem, examinar periodicamente sua qualidade.

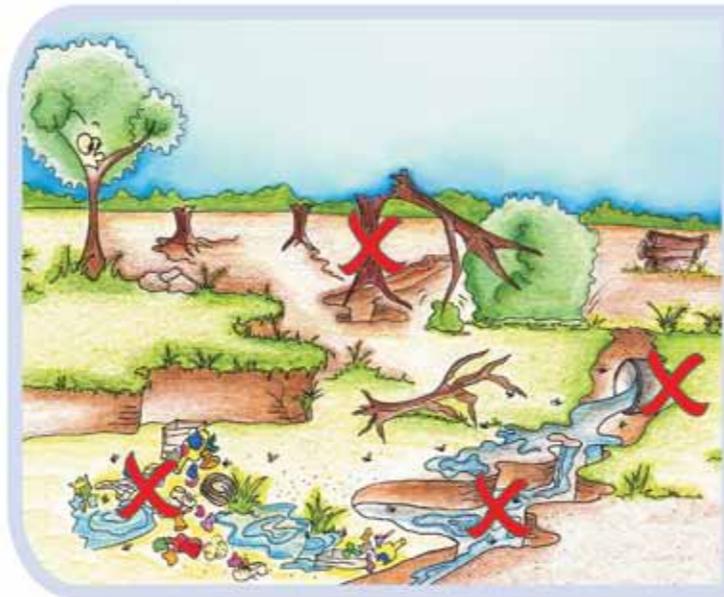
Quando o objetivo é a infiltração, além dos cuidados com a qualidade da água, devem ser analisados os riscos de colapso estrutural e erosão interna do solo, os quais



podem ocasionar danos materiais e oferecer sérios riscos à segurança da população. Deve-se lembrar, ainda, que o aumento da umidade do solo, geralmente, acarreta sua perda de resistência.

O que deve fazer uma pessoa ambientalmente educada?

- Respeitar o coeficiente de ocupação do solo, mantendo a vegetação na área não edificável.
- Não jogar papéis, tocos de cigarros, vasilhames de bebidas nas ruas, parques e jardins obstruindo os sistemas de drenagem e propiciando o aparecimento de doenças, baratas, ratos, etc.
- Não lançar águas servidas (águas de esgotos) nas ruas, nas calçadas, nos sistemas de drenagem de águas pluviais e nos cursos d'água.
- Não desperdiçar água tratada ou não tratada.
- Reaproveitar, quando possível, as águas servidas.
- Aproveitar a água da chuva.



Conclusão

Esta cartilha insere-se no contexto da educação ambiental, vislumbrando conscientizar a sociedade e a Administração Pública da necessidade de se garantir, por meio do desenvolvimento sustentável, maior segurança e melhor qualidade de vida para a população. Ela apresentou informações abrangentes sobre diferentes técnicas destinadas ao armazenamento, à infiltração e ao uso da água da chuva, de modo a contribuir para que se evitem problemas ambientais como erosões, alagamentos, inundações e exaurimento de nascentes.

Da abordagem realizada sobre os direitos e deveres relativos ao meio ambiente, especialmente no que tange às questões relativas às águas pluviais, sobressai a responsabilidade conjunta da sociedade e do Poder Público para com a manutenção do equilíbrio ambiental.

O Poder Público deve, por meio de políticas públicas, definir o disciplinamento da água da chuva e promover a participação da coletividade na gestão desses

recursos naturais.

A opção pela infiltração, armazenamento e uso das águas da chuva deve ser precedida de estudos técnicos e ambientais, a fim de evitar problemas e garantir o desenvolvimento sustentável.

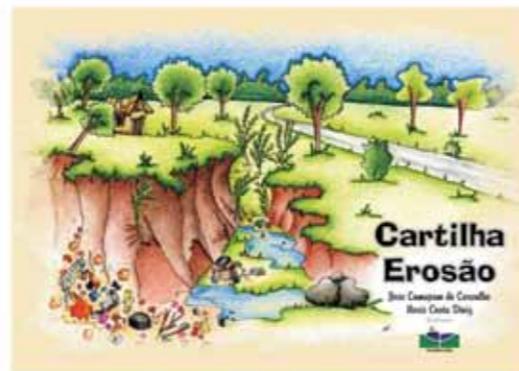
O planejamento público deve visar desde a garantia de direitos individuais e coletivos à fiscalização de deveres para garantir o equilíbrio ambiental.

A participação da sociedade na elaboração dos planos diretores, das normas e dos regulamentos relativos à preservação ambiental é o meio mais eficiente de torná-los mais efetivos. Tal efetividade é ampliada pela educação ambiental formal e não formal que, além de criar um traço cultural de caráter permanente, contribui significativamente para a redução da necessidade de fiscalização e de ocorrência de danos ambientais.



Bibliografia Recomendada

- ALVES, Wolney Castilho; ZANELLA, Luciano; SANTOS, Maria Fernanda Lopes dos. (2008). *Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis*. Revista Técnica. São Paulo: PINI, n. 133 p. 99 - 104.
- CAMAPUM DE CARVALHO, Janaína Teixeira. (2009). *O "poluidor indireto" e a responsabilidade civil por dano ambiental*. Monografia de conclusão do Bacharelado em Direito. Brasília: UNICEUB, 70p.
- CAMAPUM DE CARVALHO, José. (2009). *Aspectos técnicos, jurídicos e educacionais e a expansão urbana ambientalmente sustentável*. Monografia de conclusão do Bacharelado em Direito. Brasília: UNICEUB, 88p.
- CANHOLI, Aluísio Parço. (2005). *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo, Oficina de Textos, 302p.
- CARVALHO, Eufrosina Terezinha Leão. (2008). *Avaliação de elementos de infiltração de águas pluviais na zona Norte da cidade de Goiânia*. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Goiás. Escola de Engenharia Civil, 222p.
- SILVA, Joseleide Pereira. (2007). *Estudos preliminares para implantação de trincheiras de infiltração*. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 155p.



Instituições Componentes:



Semana Nacional de Ciência e Tecnologia

17 a 23 de outubro de 2011

Mudanças climáticas, desastres naturais e prevenção de riscos



Financiamento:



Apoio:



Instituto Geotécnico de Reabilitação do Sistema Encosta - Planície

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação



ISBN 978-85-60313-36-5



9 788560 313365