



I CONFERÊNCIA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

DRENAGEM URBANA

Eng. Civil Roberto José Amorim Rufino Fernandes

Teresina, junho de 2015



Saneamento Básico



Lei Federal Nº 11.445, de 27 de janeiro de 2007, define (Art. 3º) como Saneamento Básico, o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- **Abastecimento de água potável**
- **Esgotamento sanitário**
- **Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos**
- **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**

A titularidade dos serviços de saneamento é municipal.



Drenagem Urbana



“Conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem a **atenuação** dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações, não se restringindo aos aspectos puramente técnicos restritos à engenharia.” (Cardoso Neto, 2007)

- **Medidas Estruturais**, quando baseadas na construção de obras e dispositivos hidráulicos
- **Medidas Não Estruturais**, relacionadas principalmente ao controle do uso e ocupação do solo, utilização de seguros e educação ambiental



Objetivos



- ❑ Reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações
- ❑ Reduzir sistematicamente o nível de danos causados pelas inundações
- ❑ Preservar as várzeas não urbanizadas numa condição que minimize as interferências com o escoamento das vazões de cheias, com a sua capacidade de armazenamento, com os ecossistemas aquáticos e terrestres de especial importância e com a interface entre as águas superficiais e subterrâneas



Objetivos



- ❑ Minimizar os problemas de erosão e sedimentação
- ❑ Proteger a qualidade ambiental e o bem-estar social
- ❑ Promover a utilização das várzeas para atividades de lazer e contemplação



Particularidades



- ❑ O escoamento de águas pluviais vai ocorrer sempre, independentemente de existir ou não sistema de drenagem adequado
- ❑ Existindo o sistema, seu funcionamento é não permanente, isto é, durante e após as chuvas, diferentemente dos outros melhoramentos públicos, que são contínuos



Composição do Sistema

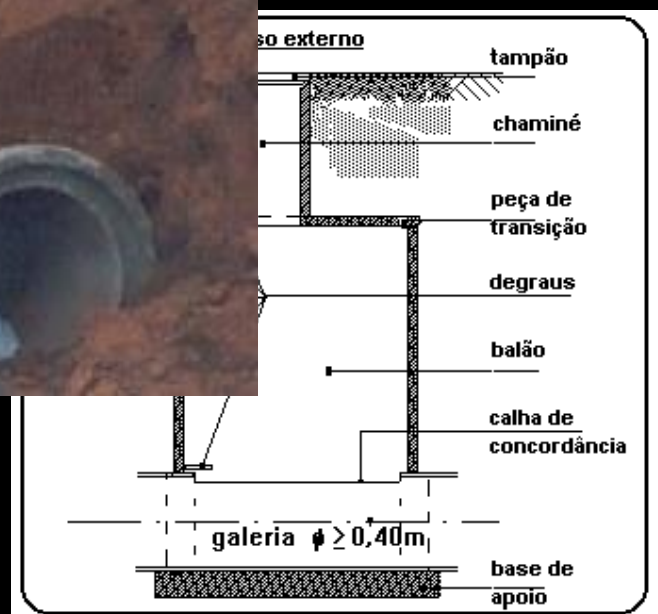
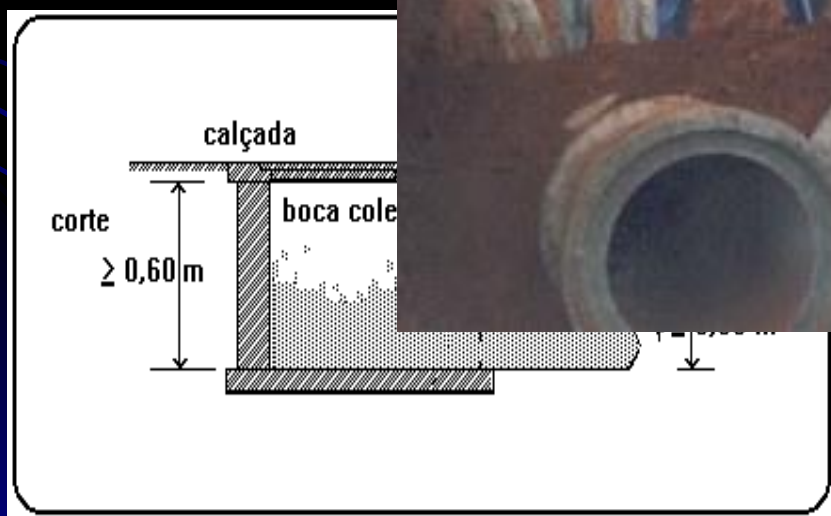
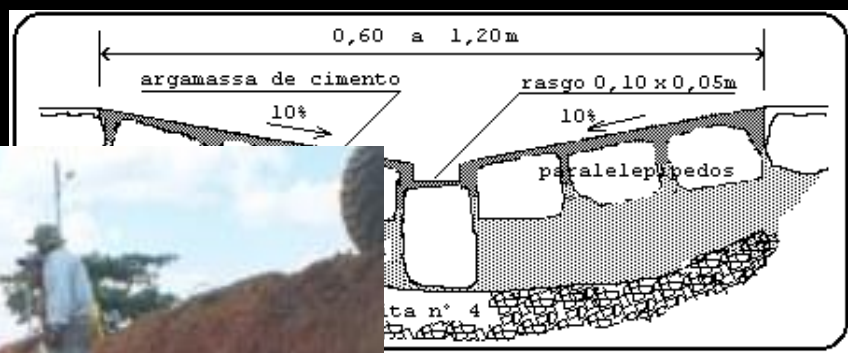


SISTEMA DE MICRODRENAGEM

- ❑ É composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões
- ❑ É dimensionado para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno
- ❑ Quando bem projetado, e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advém das inundações e das interferências de enxurradas



Sistema de Microdrenagem





Composição do Sistema



SISTEMA DE MACRODRENAGEM

- ❑ O sistema de Macrodrenagem é constituído, em geral, por canais (abertos ou de contorno fechado) de maiores dimensões, projetados para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno
- ❑ Do seu funcionamento adequado depende a prevenção ou minimização dos danos às propriedades, dos danos à saúde e perdas de vida das populações atingidas, seja em consequência direta das águas, seja por doenças de veiculação hídrica



Composição do Sistema





Inundações Urbanas

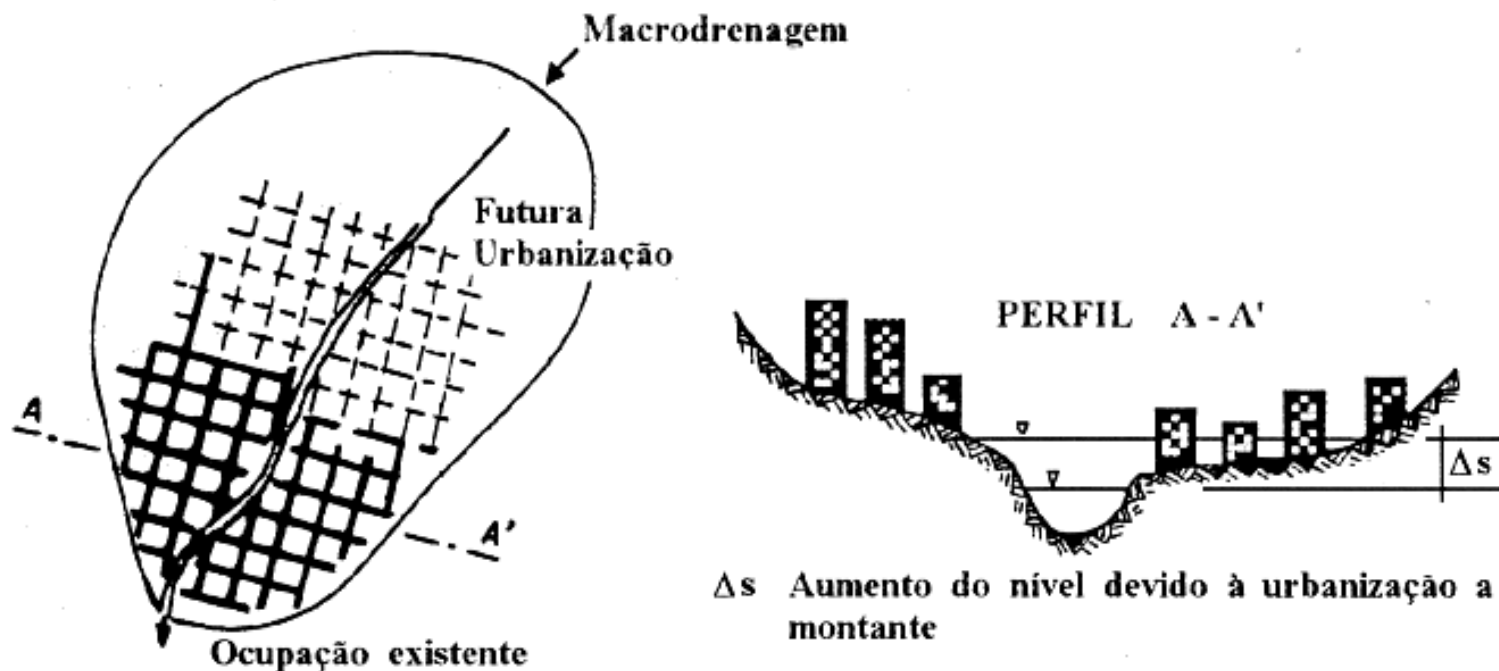
CHEIAS: aumento das vazões nos rios devido, principalmente, ao aumento do escoamento superficial, ocorrendo no período chuvoso (dezembro a maio).

INUNDAÇÕES: são cheias excepcionais, fazendo com que os rios extravasem, ocupando os chamados leitos maiores. Se as margens foram ocupadas, podem provocar grandes prejuízos.

ALAGAMENTOS: São águas acumuladas no leito das ruas e em pontos mais baixos, devido à ocorrência de fortes precipitações em áreas com sistemas de drenagem deficientes.



Ocupação da Várzea





Inundações Urbanas



❑ Provocam danos:

- ❑ Mortes por afogamento
- ❑ Mortes por escorregamento de morros
- ❑ Mortes por contaminação (leptospirose e outras doenças)
- ❑ Danos materiais (moradias, comércio, indústrias, etc)
- ❑ Congestionamentos
- ❑ Perdas no trânsito (cargas, veículos, etc)
- ❑ Destruição de veículos
- ❑ Desvalorização comercial de áreas
- ❑ Diversos outros fatores que deterioram ainda mais o padrão de vida urbano



Inundações Urbanas





Inundações Urbanas – Fatores



- ❑ Impermeabilização do solo
- ❑ Urbanização sem o devido cuidado com a drenagem
- ❑ Falta de planejamento urbano
- ❑ Ocupação das áreas marginais
- ❑ Traçado de avenidas, ruas, etc
- ❑ Problema habitacional: ocupação de áreas marginais e morros (áreas de risco) por favelas
- ❑ Grande produção de sedimentos (solos) provenientes de loteamentos e outros tipos de movimento de terra



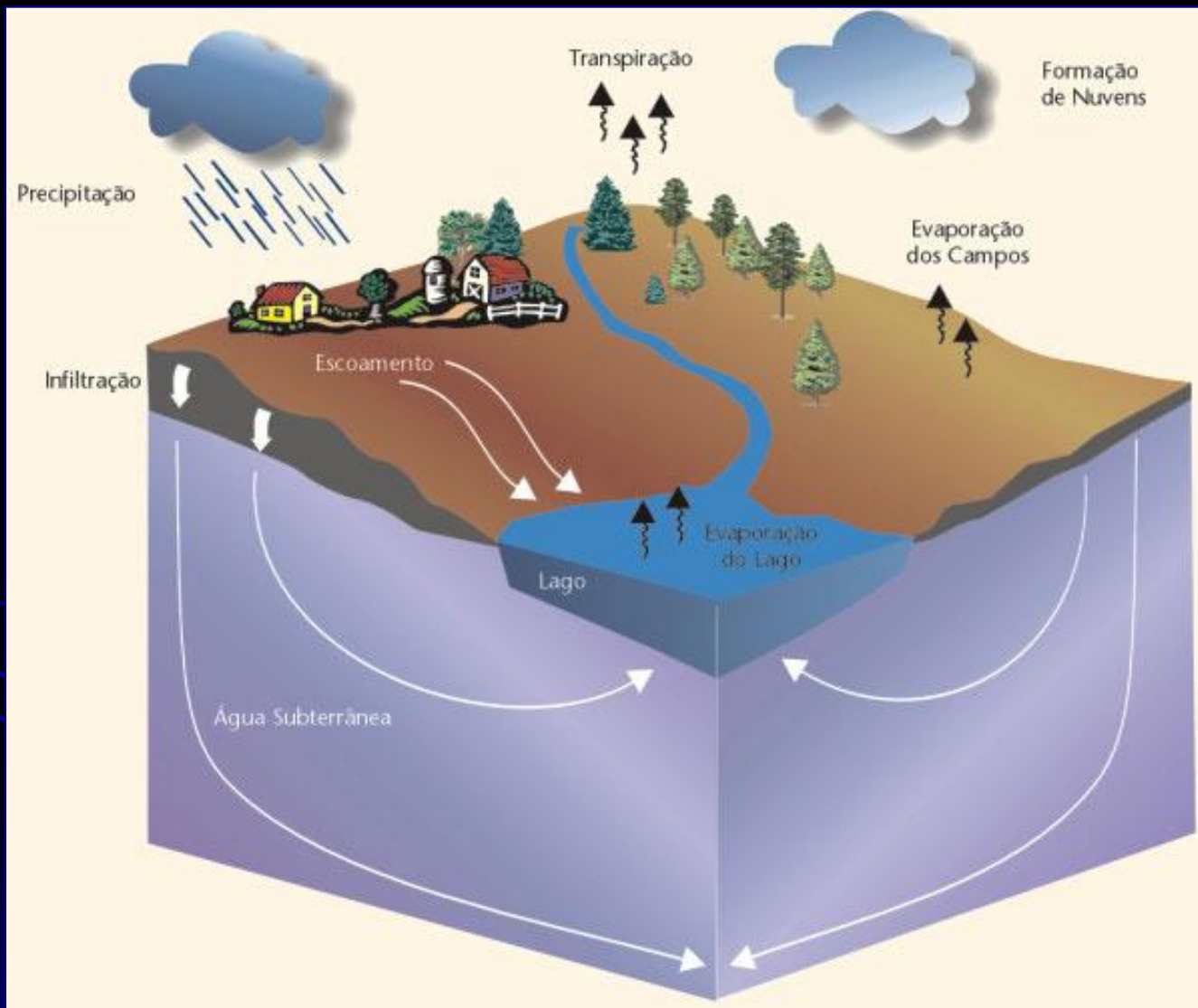
Inundações Urbanas – Fatores



- ❑ Grande quantidade de lixo
- ❑ Qualidade das águas (esgoto, poluição difusa, etc.)
- ❑ Obras de drenagem mal projetadas
- ❑ Obras de drenagem com problemas de execução
- ❑ Canalização de córregos sem a devida análise de impactos a jusante (transferência de inundações de um ponto a outros)
- ❑ Soluções impróprias de canalização
- ❑ Participação da sociedade (lixo, educação ambiental, etc.)

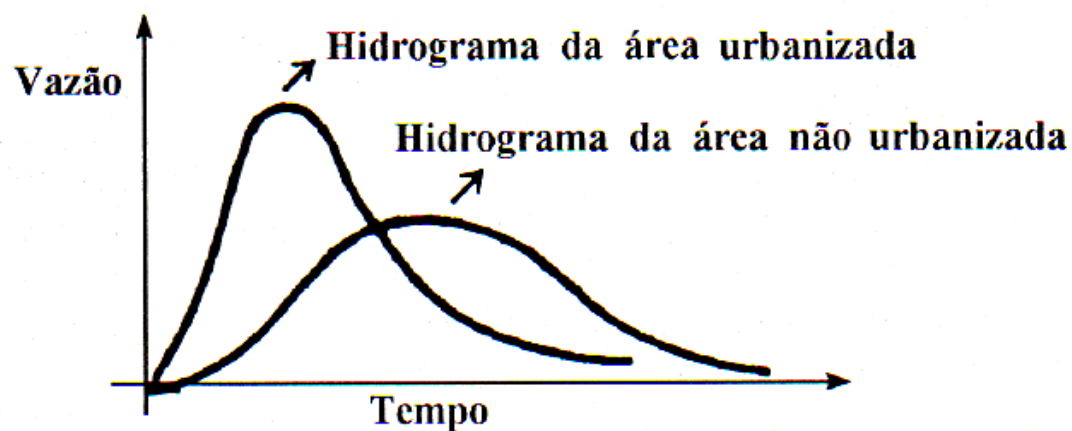
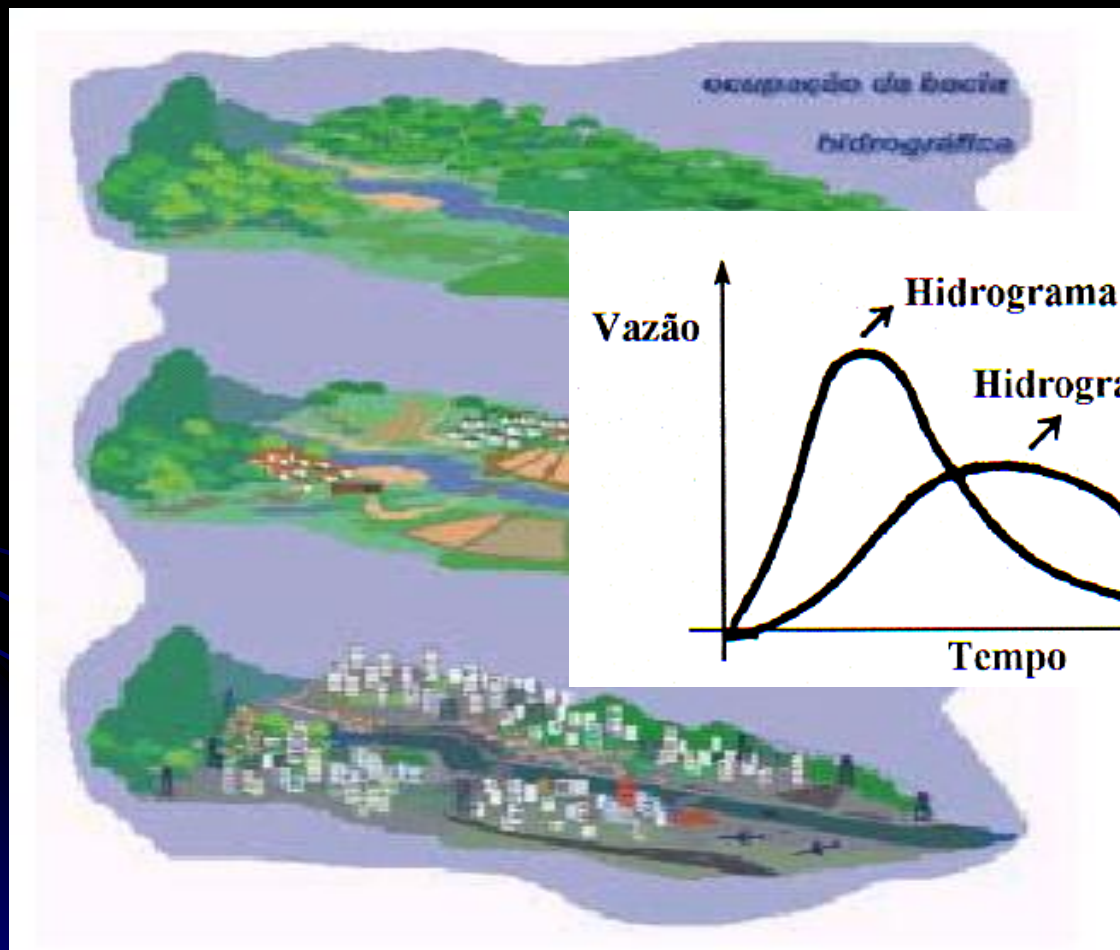


Inundações Urbanas – Fatores





Inundações Urbanas – Fatores





Soluções Tradicionais



- ❑ Atuação pontual (aqui e agora)
- ❑ Sem critérios coerentes
- ❑ Sem abordagem sistêmica
- ❑ Afastar os excessos de água o mais rapidamente possível
- ❑ Somente soluções estruturais

Consequências:

Circulo vicioso de agravamentos!



Soluções Estruturais



- ❑ **Canalizações**
- ❑ **Barragens**
- ❑ **Galerias**
- ❑ **Retificação de córregos e rios**
- ❑ **Outras melhorias em córregos e rios**
- ❑ **Dragagem (desassoreamento)**
- ❑ **Obras de retenção (reservatórios)**
- ❑ **Bombeamento**
- ❑ **Túneis**
- ❑ **Microdrenagem**



Soluções Estruturais





Novas Abordagens



Compensatória

- ❑ Obras associadas aos sistemas de condução que retardam o pico e atenuam os volumes escoados
- ❑ Visam reproduzir as vazões máximas de pré-ocupação com a utilização de técnicas que compensem os efeitos da urbanização, como a utilização dos reservatórios de retenção/detenção, sendo muito mais atuantes na redução das vazões do que dos volumes escoados, ainda que com claros benefícios para jusante



Novas Abordagens



De Baixo Impacto

- ❑ Gerenciamento do escoamento superficial na fonte utilizando controles descentralizados de microescala e nos processos de infiltração, retenção e evaporação
- ❑ Tenta manter ao máximo as condições de pré-ocupação baseando-se no controle na fonte, visão na qual cada cidadão é responsável pelo controle do escoamento, tanto em volume quanto em vazão



Soluções Não-Estruturais



- ❑ Planejamento de Macro e Microdrenagem Urbana
- ❑ Leis de Uso e Ocupação do Solo (preservação das áreas marginais, manutenção de áreas verdes, disciplinamento da ocupação urbana, etc.)
- ❑ Integração da drenagem urbana com outras intervenções urbanas
- ❑ Regras Operativas de Obras Hidráulicas para Controle de Cheias
- ❑ Detenção do escoamento superficial gerado pela ocupação (parcela de solo impermeável) no próprio lote



Soluções Não-Estruturais



- ❑ Adoção de pavimentos permeáveis
- ❑ Fiscalização Intensa
- ❑ Educação Ambiental
- ❑ Sistema de coleta de lixo adequado
- ❑ Sistema eficiente de manutenção de obras de drenagem
- ❑ Participação da sociedade
- ❑ Sistema de Ações Cíveis para Minimizar os Impactos das Inundações (Defesa Civil, Polícia, Trânsito, Serviço Social, Abrigos, Hospitais, Engenharia, etc)



Gestão da Drenagem Urbana



- ❑ De responsabilidade dos municípios
- ❑ De forma geral o Estado e a União somente interferem quando o problema afeta mais de um município, ou requer muito investimento
- ❑ Legislação frágil em drenagem urbana
- ❑ Controle ineficiente sobre uso e ocupação do solo



Drenagem Urbana - Financiamento



- ❑ Soluções estruturais são muito caras
- ❑ Após a ocupação desordenada medidas estruturais são obrigatórias
- ❑ Diferente dos sistemas públicos de água e esgoto têm-se questões de indivisibilidade de oferta de uso
- ❑ Não se pode alocar um custo a um determinado usuário, da mesma maneira que não há como excluir esse usuário dos benefícios da melhoria do sistema
- ❑ Há a necessidade da implantação de mecanismos de cobrança que assegurem a viabilidade da estrutura institucional necessária



Plano Diretor de Drenagem Urbana



O Plano Diretor de Drenagem Urbana tem o objetivo de criar os mecanismos de gestão da infra-estrutura urbana relacionado com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana da cidade. Este planejamento visa evitar perdas econômicas e a melhoria das condições de saúde e meio ambiente da cidade.



Legislação Específica em Teresina/PI



- ❑ Proposta inicialmente pelo PDDrU/THE
- ❑ Discutida no âmbito da PMT
- ❑ Parcialmente revista após discussão com a sociedade, em especial com o SINDUSCON/PI
- ❑ Promulgada em 03 de junho de 2015

Lei Complementar N° 4.714



Legislação Específica em Teresina/PI



❑ Objetivos Principais

- ❑ Evitar a criação e o agravamento de problemas de inundações localizadas devido ao aumento da impermeabilização, inclusive a transferência para jusante
- ❑ Evitar a ocupação de áreas de risco de inundação ribeirinha
- ❑ Preservar minimamente a rede de macrodrenagem natural nas áreas de expansão



Legislação Específica em Teresina/PI



**Cabe à Secretaria Municipal de
Desenvolvimento Urbano e Habitação –
SEMDUH:**

- ☐ **Regulação técnica**
- ☐ **Aprovar os projetos de drenagem urbana quanto ao controle do impacto da urbanização**
- ☐ **Fiscalizar a execução dos projetos**
- ☐ **Fiscalizar as SDUs quanto à operação e manutenção dos equipamentos públicos de drenagem urbana na cidade de Teresina**



Legislação Específica em Teresina/PI



- ❑ **Controle do Impacto da Urbanização**
 - ❑ Obrigatória a implantação de sistema de captação e retenção de águas pluviais em lotes edificados com área impermeabilizada superior a 500 m²
 - ❑ Vazão máxima de saída para o sistema público de drenagem pluvial é de 52,1 l/s/ha (exceção: lançamento direto nos rios Poti ou Parnaíba)
 - ❑ Todo parcelamento do solo deve prever na sua implantação a vazão limite estabelecida



Legislação Específica em Teresina/PI



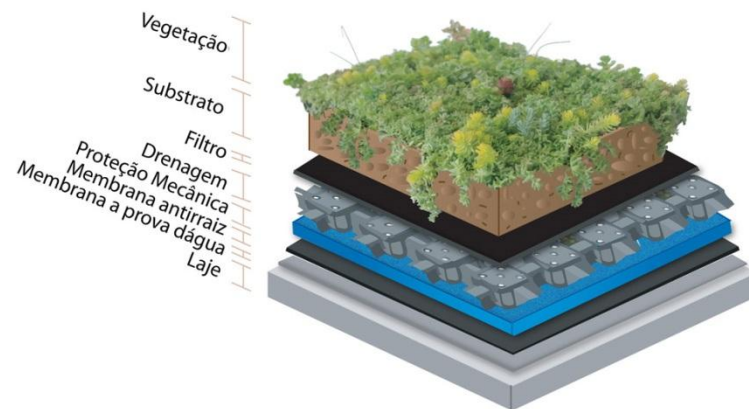
- ❑ Dispositivos de controle nos telhados
- ❑ Bacias de infiltração
- ❑ Valetas de infiltração abertas
- ❑ Bacias de percolação
- ❑ Trincheira de percolação
- ❑ Pavimentos porosos
- ❑ Poços de infiltração
- ❑ Reservatórios de detenção



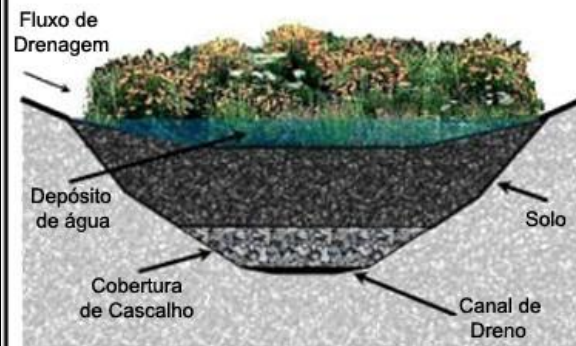
Legislação Específica em Teresina/PI



Componentes do telhado verde

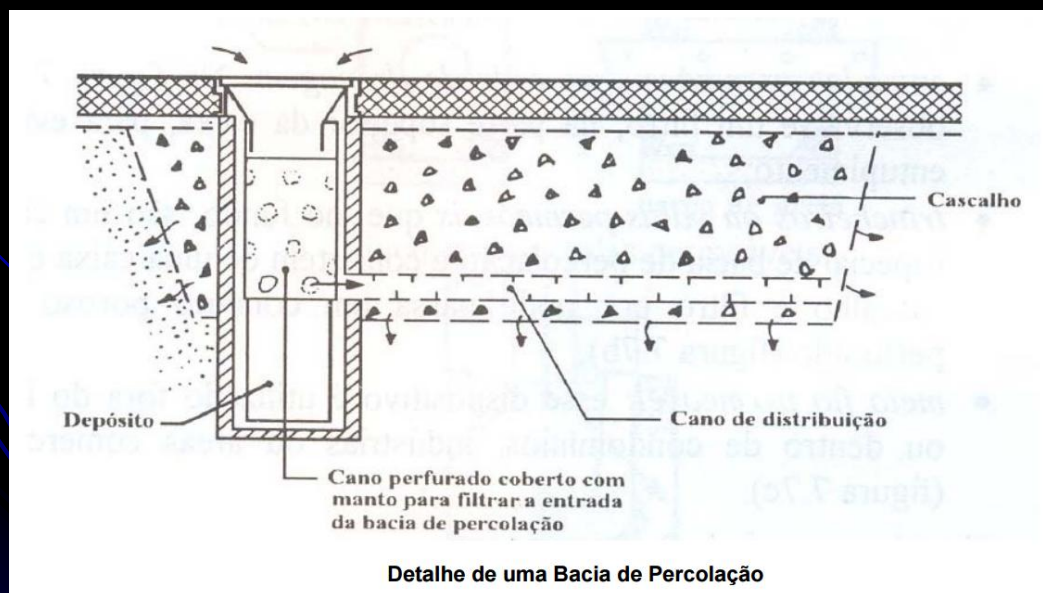


Corte de uma Bacia de Infiltração típica



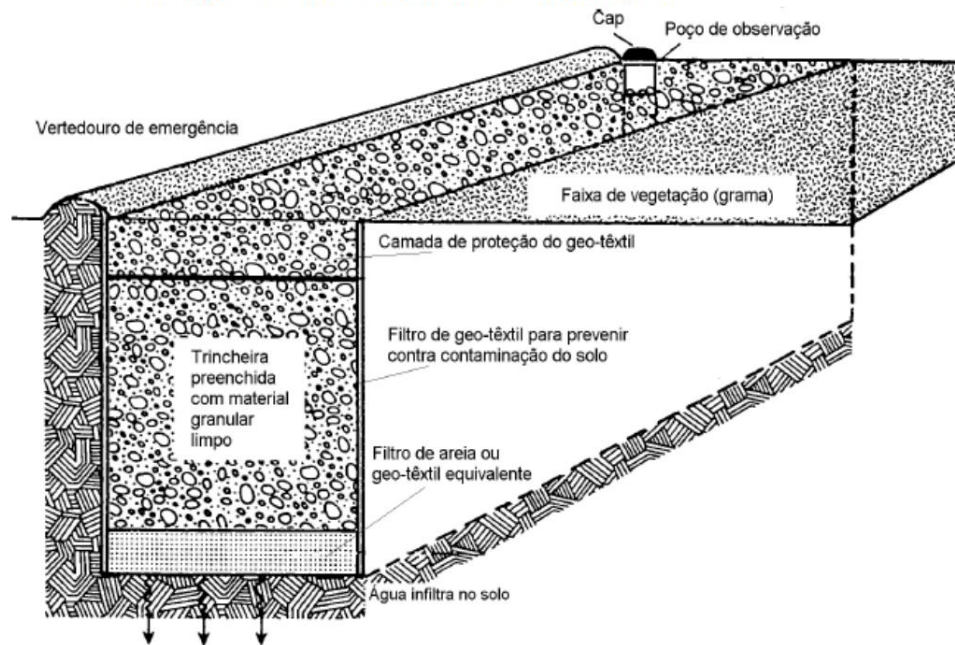


Legislação Específica em Teresina/PI

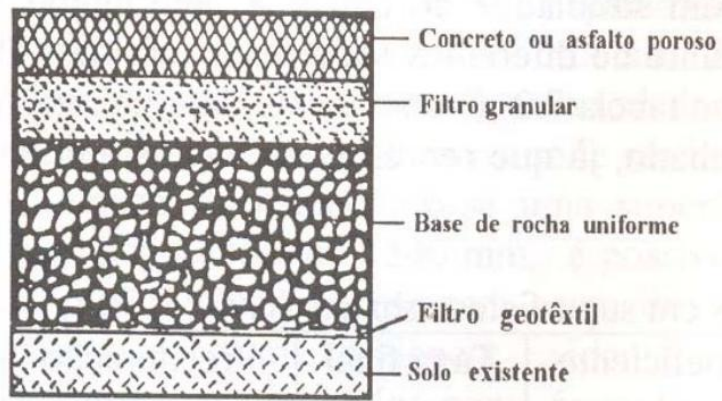
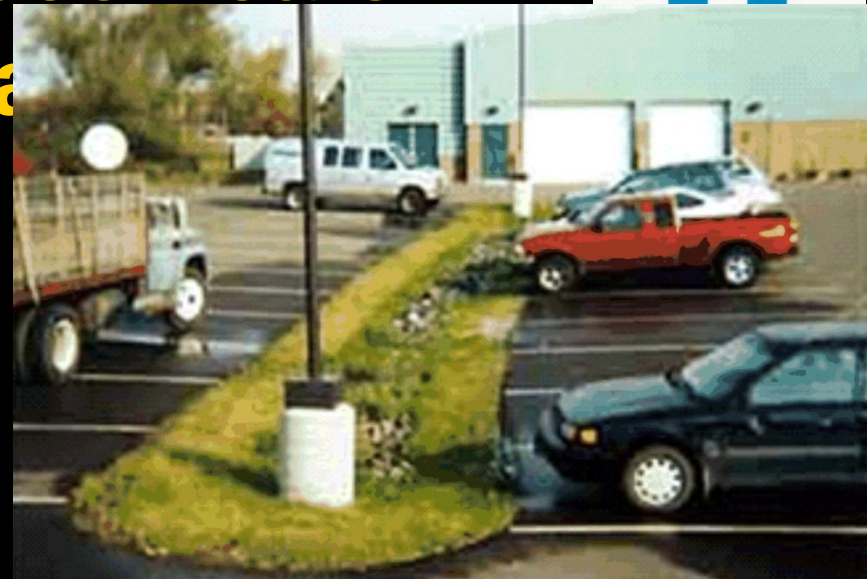




Exemplo de uma trincheira de infiltração.

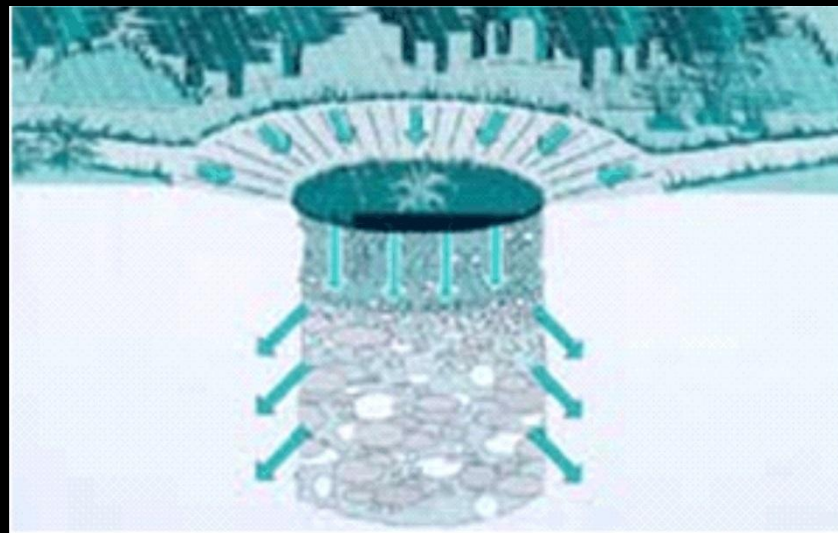


pecífica em





Legislação Específica em Teresina/PI





Legislação Específica em Teresina/PI



□ Reservatório

- Detenção: acumulação apenas durante o evento chuvoso
- Retenção: volume mínimo acumulado durante todo o ano

• Dimensionamento Simplificado:

$$\text{Vol} = 533 * \text{AI}$$

Vol – volume necessário (m³)

AI – área Impermeável (ha)



Legislação Específica em Teresina/PI



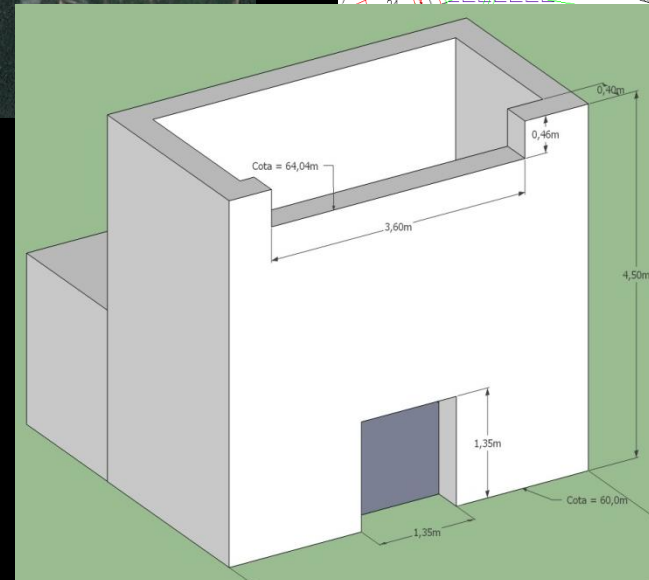
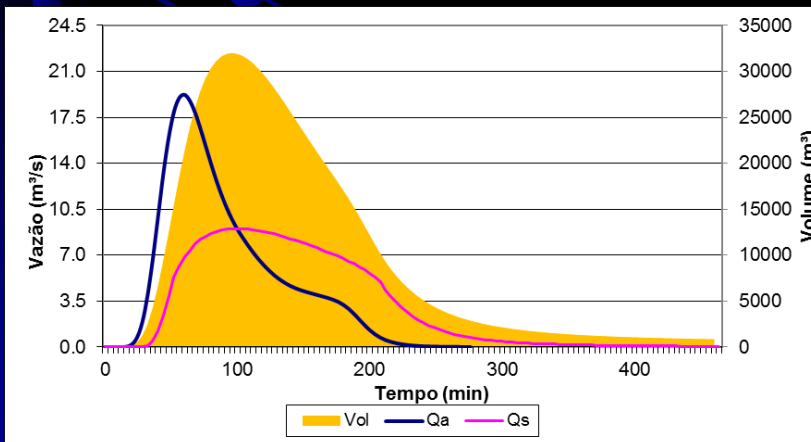
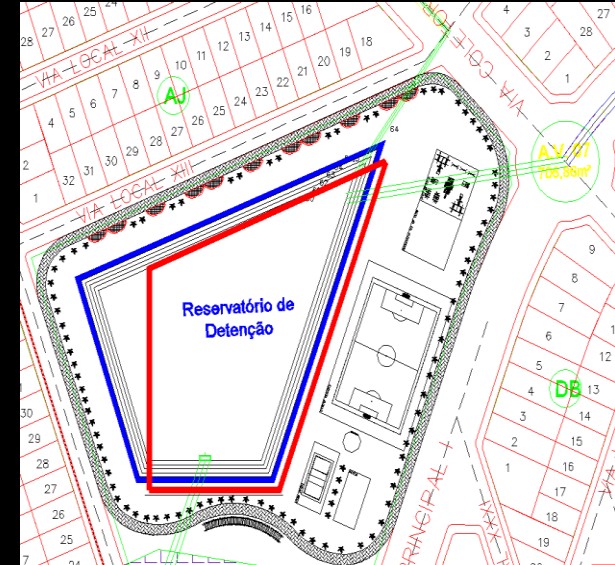
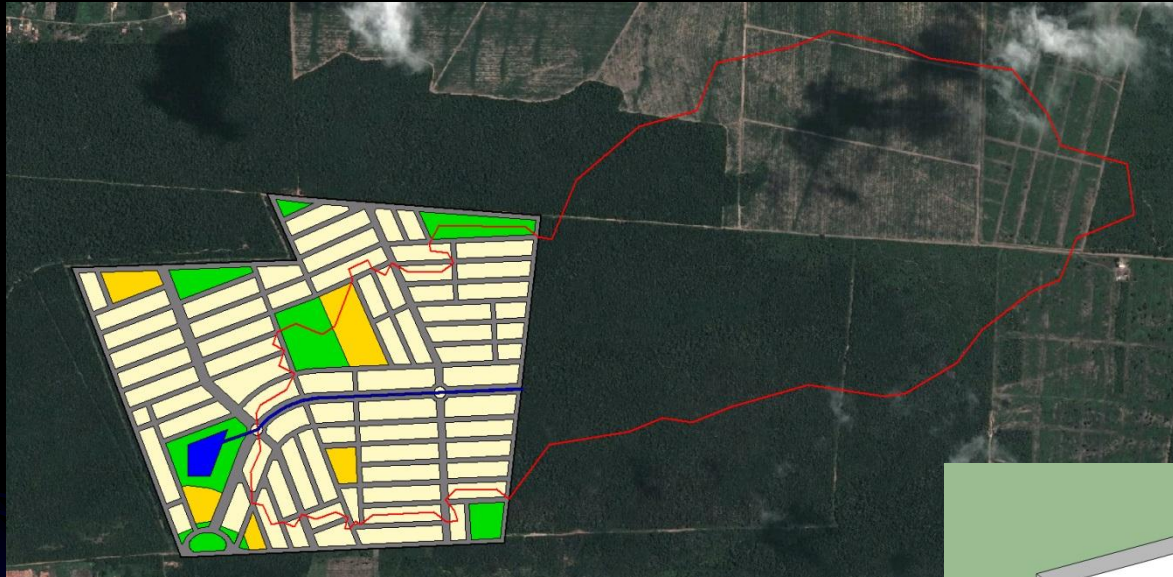


Legislação Específica em Teresina/PI





Legislação Específica em Teresina/PI

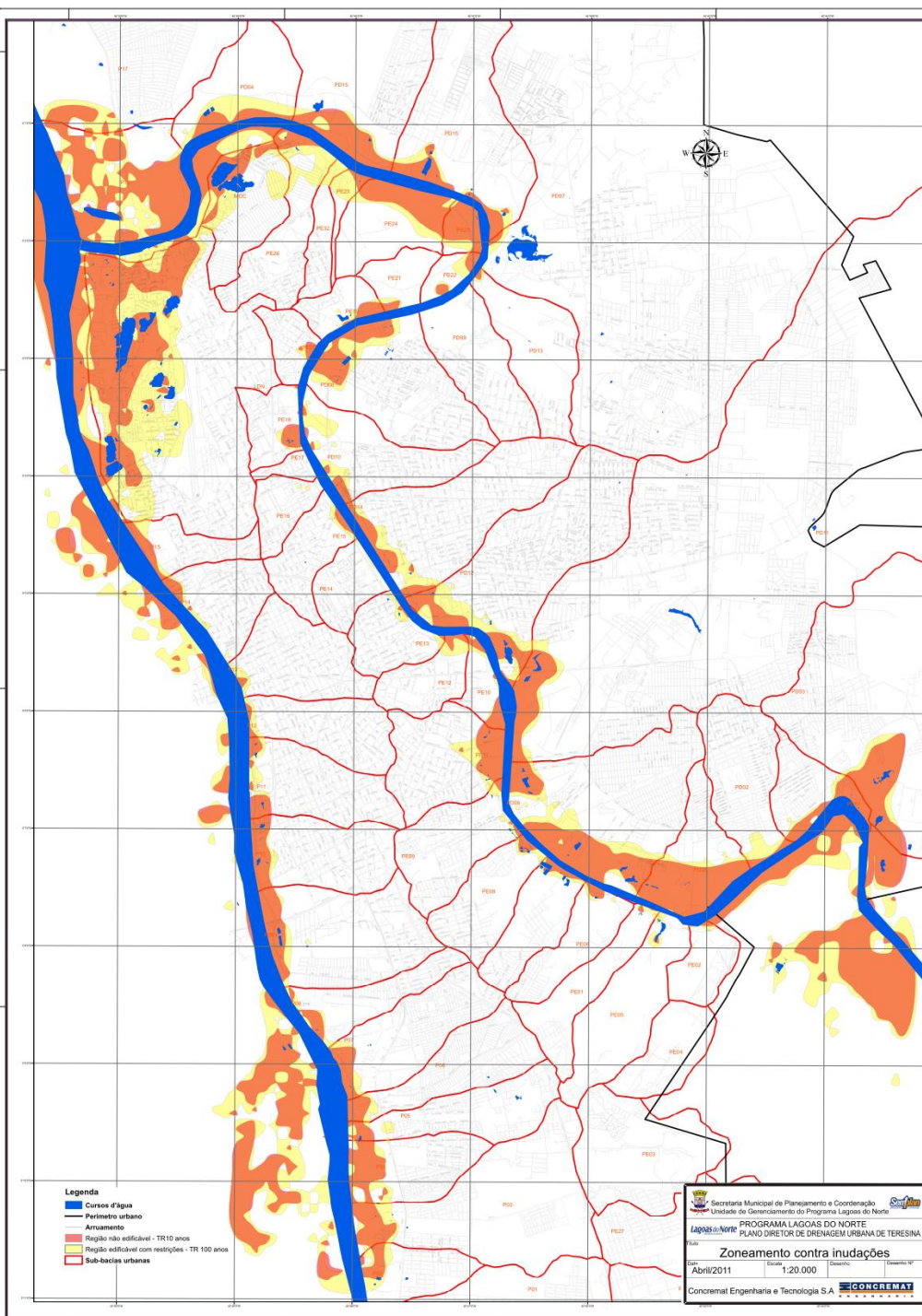




Legislação Específica em Teresina/PI



- Zoneamento de Áreas de Risco de Inundações Ribeirinhas
 - As edificações localizadas em áreas inundáveis para $TR \leq 10$ anos devem ser relocadas (**seguro, obras contra enchentes**)
 - As edificações localizadas em áreas inundáveis para $10 < TR \leq 100$ anos devem adquirir um seguro contra enchentes ou realizar obras contra enchentes que assegurem perdas mínimas



**Legislação
Específica em
Teresina/PI**

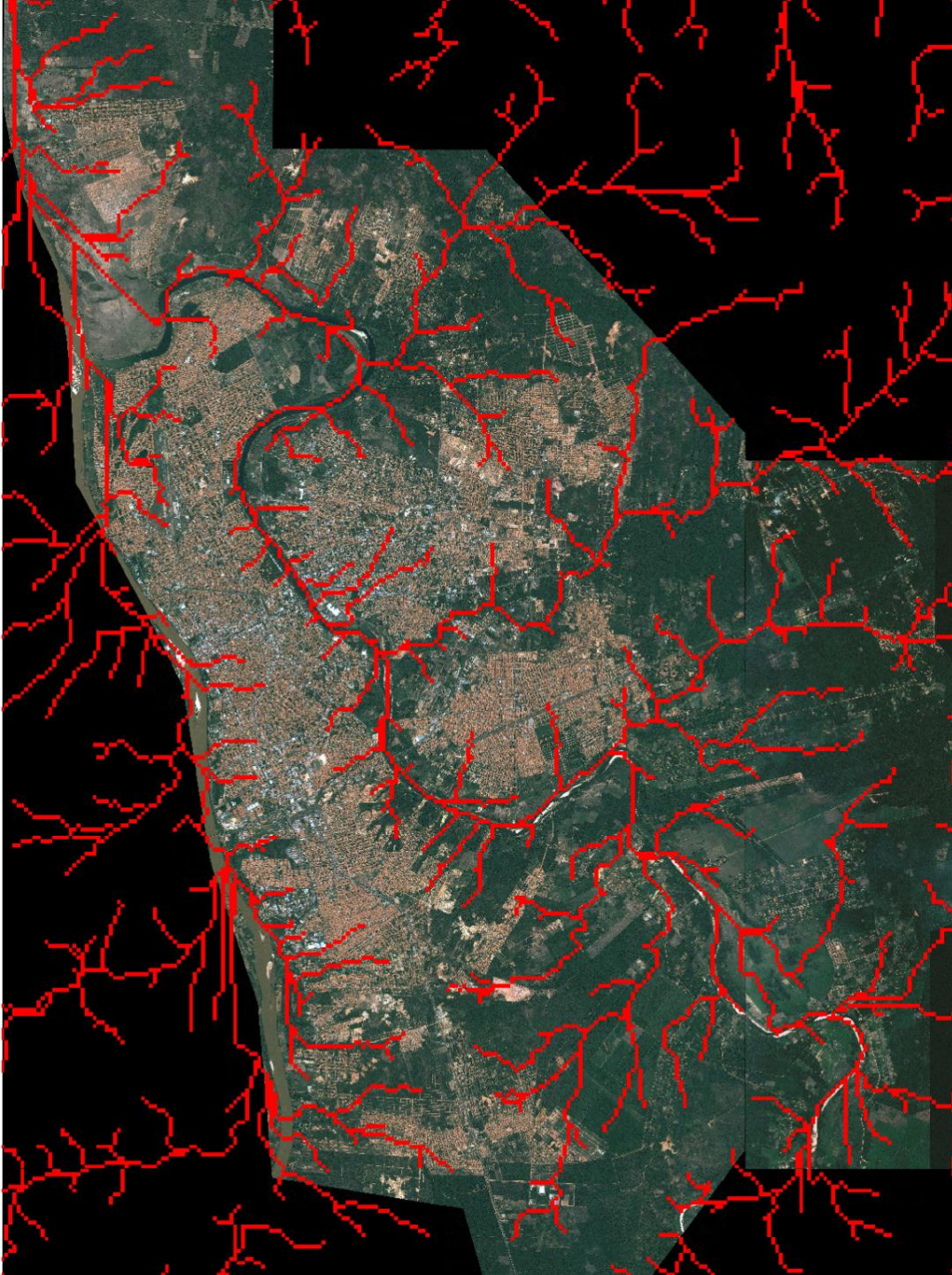


Legislação Específica em Teresina/PI



□ Preservação da Rede de Macrodrenagem Natural

- Para os cursos d'água efêmeros localizados na Zona Urbana, com área de contribuição superior a 60 ha, a Área de Preservação Permanente é a faixa marginal com largura mínima total de 30,0 m cuja linha media coincide com o eixo do talvegue identificado por meio de levantamento topográfico.



Legislação Específica em Teresina/PI

Legisla



Fonte: DSG/SUDENE



Legenda

- Terreno N
- sub-bacias: PE31 e PE28
- Hidrografia



cífica em PI





Regras “Básicas” para Novas Urbanizações



- ✓ Escolha de um sítio pouco suscetível a impactos de eventuais urbanizações a montante
- ✓ Proteção das áreas de cabeceiras
- ✓ Desenvolvimento de projeto integrado – com objetivo de não alterar a drenagem natural nos trechos a jusante da rede de drenagem
- ✓ Integrar soluções de esgotamento sanitário, de coleta e disposição de resíduos sólidos e de drenagem urbana
- ✓ Promover a gestão da drenagem urbana sempre sob a perspectiva da bacia hidrográfica
- ✓ Promover ações de educação e informação do usuário para a gestão integrada em saneamento ambiental



I CONFERÊNCIA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

DRENAGEM URBANA

Eng. Civil Roberto José Amorim Rufino Fernandes

E-mail: roberto.fernades@cprm.gov.br

Teresina, junho de 2015