



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE INTERLIGAÇÃO DE DRENAGEM PREDIAL EM SISTEMA PÚBLICO

INTRODUÇÃO

Com o objetivo de melhorar a organização e padronização de apresentação de projetos de drenagem que devem passar por análise do Departamento de Projetos da Secretaria Municipal de Infraestrutura, o Setor de Projetos de Drenagem elaborou o presente documento.

Como objetivo deste documento cita-se a exposição de características necessárias à avaliação de interligação de sistema de drenagem predial em sistema público.

Frisa-se que a avaliação dos projetos de interligação não ocasionarão aprovação dos mesmos, as análises possuem como objetivo a determinação da viabilidade da interligação pretendida. As recomendações realizadas servem como base para apresentação de projetos de drenagem predial, no que tange à interligação na rede pública, não sendo objeto do presente o dimensionamento dos dispositivos internos – que devem seguir normativa própria e vigente.

Dentre as etapas necessárias à avaliação da interligação cita-se a Elaboração de Estudo Hidrológico e a realização de Estudo Hidráulico com intuito de avaliar a capacidade dos dispositivos de drenagem público ao recebimento das águas provenientes dos elementos prediais.

O estudo hidrológico deve permitir a verificação das vazões de projeto afluentes aos dispositivos públicos avaliados. As verificações hidráulicas devem ser balizadas pelas vazões de projeto e garantir segurança ao escoamento das águas precipitadas nos dispositivos públicos.

Com base nas avaliações hidrológicas e hidráulicas deve-se elaborar os elementos que compõe o projeto, quais sejam: memoriais de cálculo e descritivo – contendo planilhas de dimensionamento e características do sistema público analisado – e peças gráficas compostas minimamente por: planta de implantação, perfil longitudinal dos elementos e detalhamento construtivo dos diversos dispositivos projetados.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

INTERLIGAÇÃO DE DRENAGEM PREDIAL EM SISTEMA PÚBLICO

Conteúdo mínimo:

- Memorial descritivo e de cálculo
- Projeto arquitetônico simplificado (com quadro de áreas permeáveis e impermeáveis) aprovado pela SEPLURB
- Peça gráfica com indicação das áreas contribuintes
- Projeto de implantação da interligação
- Perfil longitudinal dos dispositivos prediais, galerias e vias
- Detalhes construtivos e características do sistema

Memorial descritivo e de cálculo

O memorial descritivo e de cálculo deverá ter por finalidade a descrição dos elementos utilizados, métodos adotados para estimativas das vazões de projeto, verificações hidráulicas da interligação proposta e distinção das características dos materiais utilizados.

O memorial deverá possuir capítulo destinado ao estudo hidrológico que deverá apontar características da chuva de projeto, do tipo de cobertura previsto para o local e método utilizado para estimativa da vazão de projeto, com objetivo de avaliar a capacidade da rede pública à interligação solicitada.

Estudo hidrológico

Considerando que as áreas contribuintes ao sistema de microdrenagem – no qual ocorrerá a interligação da drenagem predial – possuem dimensões reduzidas é recomendada a utilização do Método Racional para cálculo das máximas vazões afluentes ao sistema.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

Dentre os princípios do Método Racional destacam-se que o evento chuvoso de projeto possui duração igual ao tempo de concentração da bacia, que a chuva possui intensidade de precipitação constante durante sua duração e sem variação espacial.

Método Racional

Assim denominado por estabelecer razão entre o volume precipitado e o escoado, é amplamente recomendado para cálculo de vazões em pequenas bacias contribuintes. As hipóteses do método são:

- A vazão máxima ocorre quando toda a área da bacia passa a contribuir para o exutório.
- Chuva distribuída igualmente em toda a área da bacia.
- Todas as perdas estão incorporadas no coeficiente de escoamento superficial.

De maneira simplificada a fórmula de cálculo das vazões pelo Método Racional pode ser observada na Equação 1:

$$Q = \frac{c \cdot i \cdot A}{3600} \quad \text{Equação 1}$$

Para a qual: Q – corresponde a vazão em l/s;

i – intensidade de precipitação de projeto (mm/h);

c – coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área contribuinte estimada em m².

Coefficiente de escoamento superficial

Definido como a relação entre o volume precipitado e o escoado, o coeficiente de deflúvio indica a razão entre a máxima vazão escoada e a intensidade da precipitação.

Os valores deste coeficiente variam de acordo com os volumes precipitados (desta forma com a duração, intensidade e frequência do evento), e são adotados em geral para tempos de retorno de 10 anos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

Diversos autores apresentam valores para o coeficiente de escoamento e recomenda-se a adoção de valores apresentados em literatura especializada e amplamente divulgada. De maneira geral recomenda-se a adoção dos valores apresentados no

Quadro 1.

Quadro 1: coeficiente de escoamento superficial recomendados.

Revestimento da superfície	Coeficiente de escoamento
áreas permeáveis	0,40
Áreas impermeáveis	0,90

A adoção dos coeficientes de deflúvio deve representar características homogêneas das áreas drenadas e considerar alterações previstas durante a vida útil do projeto.

Chuva de projeto

A chuva de projeto no âmbito do Método Racional é aquela que representa a vazão afluente crítica ao sistema, desta forma – para o método racional – o evento possui duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Determinada através das relações intensidade-duração-frequência (IDF) recomenda-se a adoção da Equação 2 apontada a seguir para estimativa da intensidade da curva de projeto.

$$i = \frac{2524,86 * T_r^{0,1359}}{(t + 20)^{0,948 * T_r^{-0,007}}} \quad \text{Equação 2}$$

Para a qual: i – representa a intensidade da precipitação em mm/h;

T_r – tempo de retorno do evento de projeto (anos);

t – duração da precipitação de projeto adotada em minutos.

Tendo em vista que a avaliação ocorrerá no sistema público, recomenda-se que as análises da interligação sejam propostas para recorrência de 10 anos e duração da chuva de 10 minutos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

Estudos Hidráulicos

As verificações hidráulicas do sistema de microdrenagem devem levar em consideração que o escoamento das águas ocorra sempre em condições de escoamento livre.

Desta forma recomenda-se que as verificações da capacidade de escoamento dos diversos dispositivos hidráulicos possuam como hipótese a ocorrência de escoamento livre em regime permanente uniforme.

Caso os dispositivos apresentem características que não permitam a consideração de escoamento uniforme, deve-se apresentar metodologia que permita a aferição das condições hidráulicas.

Escoamento superficial em sarjetas e vias

A verificação da capacidade de escoamento de sarjetas deve considerar que a lâmina d'água na seção não deve resultar em alagamento superior a $2/3$ da largura da via – conforme observado na Figura 1. Os detalhes construtivos da sarjeta podem ser observados no Anexo I.

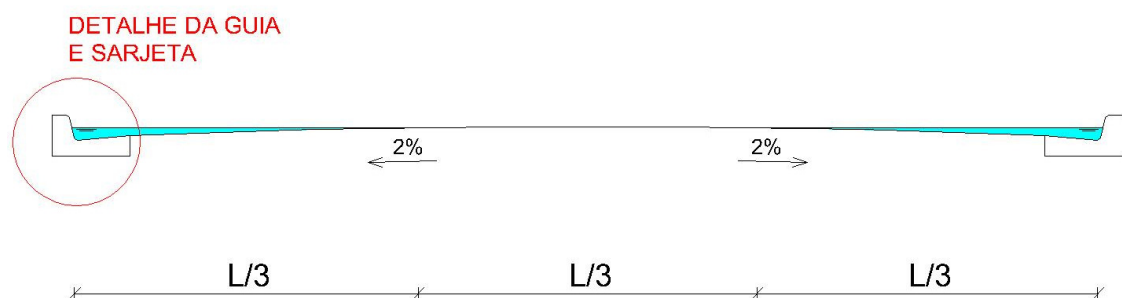


Figura 1: representação de seção transversal de via com consideração de escoamento em sarjeta.

Recomenda-se que a estimativa da capacidade de escoamento seja realizada com auxílio da Fórmula de Chezy, com definição do coeficiente de rugosidade da seção transversal em acordo com valores determinados por Manning. A adoção dos valores do coeficiente de rugosidade (n) devem ser realizados com consideração do valor médio apresentado no Quadro 2.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

Quadro 2: valores do coeficiente de escoamento recomendados (adaptado de Chow, 1973; French, 1985; Macafferri, 2002, segundo Canholi, 2009).

TIPO	n DE MANNING		
	mínimo	médio	máximo
A - Conduitos parcialmente cheios			
A1 - Concreto			
galeria reta e livre de detritos	0,010	0,011	0,013
galeria com curvas, conexões e poucos detritos	0,011	0,013	0,014
tubo de concreto com poços de vista, juntas, etc.	0,013	0,015	0,017
sem acabamento, fôrma rugosa (madeira)	0,015	0,017	0,020
sem acabamento, fôrma lisa (aço)	0,012	0,013	0,014
A2 - Metal corrugado	0,021	0,024	0,030
A3 - Tubos cerâmicos	0,011	0,013	0,017
B - Canais a céu aberto			
B1 - Concreto			
acabamento liso	0,013	0,015	0,016
sem acabamento	0,014	0,017	0,020
Acabado (margens) com cascalho (fundo)	0,015	0,017	0,020
projetado, seção uniforme	0,016	0,019	0,023
projetado, seção não uniforme (ondulada)	0,018	0,022	0,025
B2 - Pedra Argamassada			
pedra argamassada(margens) com fundo em concreto acabado	0,017	0,020	0,024
pedra argamassada (margens) com fundo em cascalho	0,020	0,023	0,026



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

Quadro 2 (cont.): valores do coeficiente de escoamento recomendados (adaptado de Chow, 1973; French, 1985; Macafferri, 2002, segundo Canholi, 2009).

B3 - Gabiões			
gabião manta, sem revestimento	0,022	0,025	0,027
gabião caixa, sem revestimento	0,026	0,027	0,028
gabião manta, recoberto com argamassa	0,015	0,016	0,018
gabião manta, sem revestimento, com vegetação recente	0,028	0,030	0,032
C - Canais escavados ou dragados			
C1- solo reto e uniforme			
limpo, recente	0,016	0,018	0,020
limpo, após intempéries	0,018	0,022	0,025
cascalho, limpo	0,022	0,025	0,030
com grama curta	0,022	0,027	0,033
C2 - Solo sinuoso e não uniforme			
sem vegetação	0,023	0,025	0,030
grama com poucos arbustos	0,025	0,030	0,033
arbustos densos ou plantas aquáticas em canais fundos	0,030	0,035	0,040
C3 - Solo sinuoso e não uniforme			
fundo em solo e margem em materiais granulares	0,028	0,030	0,035
fundo pedregoso com taludes vegetados	0,025	0,035	0,040
C4 - Escavado em rocha			
liso e uniforme	0,025	0,035	0,040
pontiagudo e irregular	0,035	0,040	0,050



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

Quadro 2 (cont.): valores do coeficiente de escoamento recomendados (adaptado de Chow, 1973; French, 1985; Macaferri, 2002, segundo Canholi, 2009).

C5 - Canais sem manutenção	0,050	0,080	0,120
mata densa			
fundo limpo, arbustos nas margens	0,040	0,050	0,080
idem, alto como o fluxo	0,045	0,070	0,110
arbusto denso, alta profundidade	0,080	0,100	0,140
D - Canais naturais			
D1 - Córregos em planícies (largura < 30 m)			
limpo, reto, cheio, seções uniformes	0,025	0,030	0,033
idem, pedras no fundo e vegetação	0,030	0,035	0,040
limpo, sinuoso, alguns remansos, seções não uniformes	0,033	0,040	0,045
idem, alguma vegetação nas margens e pedras	0,035	0,045	0,050
D2 - Calha secundária/áreas marginais/várzeas			
pasto sem arbusto-grama rente	0,025	0,030	0,035
grama alta	0,030	0,035	0,050
áreas cultivadas - sem plantio	0,020	0,030	0,040
cultivo maduro em linha	0,025	0,035	0,045
cultivo maduro em terraço	0,030	0,040	0,050
vegetação arbustiva - esparsa	0,035	0,050	0,070
esparsa com árvores	0,040	0,070	0,110

A declividade da linha d'água deve ser considerada como a declividade longitudinal da via.

Recomenda-se que a interligação em sarjeta ocorra em situações nas quais as vazões afluentes demonstrem-se não superiores à capacidade de vazão da via ou 100 l/s – a que apresentar menor valor absoluto.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

Bocas de lobo

As bocas de lobo utilizadas para interligação devem, caso necessário, prever adequação ao padrão municipal – dupla com grade – apresentado no Anexo I. Deve-se propor interligação neste tipo de dispositivo sempre que o escoamento nas vias apresente condições superiores às anteriormente definidas.

Para fins de projeto deve-se considerar capacidade de engolimento de bocas de lobo não superior a 100 L/s, implantadas com ramais não inferiores a 400 mm. Frisa-se que a rede predial deverá possuir dimensões hidráulicas menores que as dos ramais instalados.

Galerias

As galerias de águas pluviais devem ser verificadas para lâminas d'água não superiores a 2/3 do diâmetro da tubulação e velocidade de escoamento compatível com o material de revestimento interno.

A declividade da linha d'água deve ser considerada como a declividade de fundo das galerias.

Sempre que a proposta de interligação prevê interligação em galerias deve-se verificar se o sistema de escoamento das águas pluviais por galerias atende aos requisitos mínimos, quais sejam:

- Ramais com diâmetro mínimo de 400 mm e sistema principal com medidas não inferiores a 500 mm, com características mínimas do tipo PA-2;

- O coeficiente de rugosidade utilizado para estimativa da capacidade de vazão deve considerar condições regulares de manutenção do dispositivo, conforme apresentado no Quadro 2;

- A declividade longitudinal mínima das galerias não deve ser inferior a 0,5%, enquanto a máxima permitida deve seguir os valores apontados no Quadro 3, desde que não possuam velocidade de escoamento superior a 5,00 m/s.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

Quadro 3: declividade máxima para assentamento de galerias

Diâmetro	Declividade máxima recomendada
500 mm	7,35%
600 mm	5,75%
800 mm	3,90%
1000 mm	2,90%
1200 mm	2,25%
1500 mm	1,70%

A verificação hidráulica das galerias deve ser realizada de forma que a capacidade de vazão de trechos subsequentes não apresente redução, assim como não prevejam redução da grandeza característica do dispositivo (diâmetro, altura etc).

Poços de visita

A interligação em Poços de Visita existentes devem ser precedidas de verificações das condições dos mesmos. Caso haja necessidade de ajustes nos dispositivos existentes (incluindo caixas de passagem) estes devem seguir o padrão de medidas apontados no Anexo I.

Os poços de visita devem possuir no máximo 3 tubulações de entradas e 1 saída.

O degrau ocasionado em poços de visita não deve ser superior a 2,00 m, bem como degraus que ocasionem medidas entre os eixos das galerias – entrada e saída – não superiores a duas vezes o diâmetro da última.

Deve-se apresentar verificação da lâmina d'água no PV sempre que a alteração de direção superar 12°, não devendo exceder 45°. A metodologia de cálculo da elevação de lâminas d'água em mudanças de direção deve seguir literatura consagrada.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

Dispositivos de lançamento

As verificações para lançamento das águas pluviais devem prever dissipação de energia que ocasionem velocidade máxima não superior ao limite recomendado para erosão do solo.

Os dispositivos de lançamento devem ser verificados e/ou dimensionados em acordo com metodologias consagradas, devendo ser apresentadas características como velocidade máxima de escoamento e lâmina d'água na saída dos mesmos.

Os sistemas de lançamento devem ser projetados de forma que suas saídas não apresentem cota inferior às alturas d'água nos cursos hídricos nos quais sejam lançados. Também é vedado lançamento de águas pluviais em talvegues secos ou demais áreas que possam favorecer a ocorrência de processos erosivos.

Estes dispositivos devem possuir características que minimizem manutenções e sempre que possível não possuam elementos que propiciem acúmulo de detritos.

PEÇAS GRÁFICAS

Peça gráfica com áreas contribuintes

Esta peça gráfica deve ser apresentada com a indicação clara das áreas contribuintes a cada dispositivo de captação, bem como afluições ao sistema de galerias projetadas e/ou existentes.

Recomenda-se que esta peça contenha indicação clara dos elementos do sistema de drenagem e escala não inferior a 1:500.

Segue exemplo de peça gráfica com áreas contribuintes no ANEXO I.

Projeto de implantação da interligação

Deve conter informações referentes ao sistema público indicando no mínimo:

- Indicação da largura e declividade transversal da via;
- Bocas de lobo existentes, apontando as que serão utilizadas e/ou adequadas;



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

- Poços de visita (com indicação da profundidade);
- Indicação de ramais e galerias (enumerados, com indicação da extensão, diâmetro e declividade);
- Escala de apresentação 1:250 ou 1:500.

Perfil Longitudinal

A peça gráfica com estas informações deve possuir:

- Declividade transversal do trecho no qual pretende-se realizar a interligação em sarjeta;
- Cotas do terreno natural e projetado, cota de fundo dos poços de visita e das galerias (incluindo altura dos degraus), diâmetro, declividade e extensão dos trechos;
- O alinhamento de galerias destinados ao escoamento de águas pluviais deve ocorrer sempre pela geratriz superior dos mesmos;
- A profundidade das galerias deve ser projetada de forma que o cobrimento mínimo destas não seja inferior a 1,00 metro. Em casos nos quais o respeito ao cobrimento mínimo seja impossibilitado deve-se prever instalação de galerias que possuam capacidade de carga compatível com o cobrimento ou proteção a choques mecânicos.
- Recomenda-se evitar redes de drenagem com profundidades superiores a 4,00 metros.

NOTAS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Casos nos quais o sistema público de drenagem apresente capacidade de vazão insuficiente ao escoamento das vazões afluentes o requerente deve propor projeto de adequação do sistema público de forma a adequar a capacidade de vazão dos dispositivos ou realizar alteração da drenagem predial de forma a compatibilizar as vazões lançadas.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

As adequações em sistemas de microdrenagem devem seguir as recomendações presentes em manual para apresentação de projetos do tipo.

As propostas de detenção e/ou retenção de águas pluviais só serão analisadas caso a implantação de dispositivos deste tipo viabilizem a interligação solicitada.

Recomenda-se que os reservatórios destinados à detenção e/ou retenção possuam volume mínimo que atenda ao disposto na Lei Estadual 12.526/2.007.

Os reservatórios ou sistema auxiliares de detenção/retenção/infiltração determinados por legislação específica só terão seu volume computado para amortecimento de vazão caso apresentem redução nas vazões máximas aferidas e não deverão ser computado como áreas permeáveis para fins de avaliação do sistema de drenagem.

Projetos que prevejam a infiltração das águas detidas e/ou retidas devem prever distância mínima dos dispositivos destinados a tal fim não inferior a 3,00 metros.

As áreas permeáveis consideradas para fins de cálculo do coeficiente de escoamento (e estimativa das vazões) não devem ponderar os reservatórios previstos em legislações urbanísticas e de conservação de patrimônio.

As áreas apontadas no projeto arquitetônico simplificado como semi permeáveis serão considerados para fins de verificação do sistema público como impermeáveis.

As interligações viabilizadas por sistemas que reduzem as vazões lançadas devem apresentar, no memorial de cálculo, *routing* destes dispositivos, permitindo a aferição dos volumes reservados e as vazões máximas efluentes ao sistema público. Estes sistemas devem ser funcionais em eventos chuvosos considerados consecutivos – motivo pelo qual devem ser esvaziados em no máximo 24 horas após início do evento chuvoso de projeto.

A manutenção dos elementos de lançamento da rede predial (bombas, orifícios, vertedores e demais que possuam mesma finalidade) será de exclusiva responsabilidade do proprietário do projeto, bem como quaisquer falhas nas mesmas que prejudiquem o sistema público. Frisa-se que a previsão de sistema de bombeamento reserva é recomendada.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

A apresentação de cadastro do sistema público é de responsabilidade do solicitante, assim como apresentação de material aprovado em casos que a interligação ocorra em redes projetadas.

Ressalta-se que em caso de interligação de drenagem predial em microdrenagem projetada a análise da viabilidade considerará que o sistema predial só deverá ser construído após implantação dos dispositivos públicos.



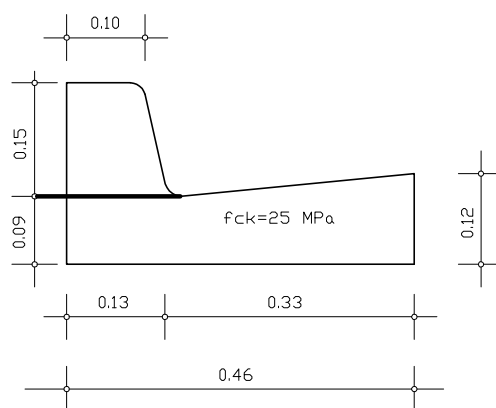
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

Secretaria Municipal de
Infraestrutura

PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DE DRENAGEM

ANEXO I


ESPECIFICAÇÃO: GUIA E SARJETA POR EXTRUSÃO



BASE COMPACTADA A 95% DO PROCTOR NORMAL

CONSUMO MÍNIMO DE CONCRETO = 0,064 m³/m

ESCALA : 1:10

 <p>PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS</p> <p>S EINFRA</p> <p>Secretaria Municipal de Infraestrutura</p>	referência/ local/ projeto/ assunto					folha
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA GUIA E SARJETA POR EXTRUSÃO					código
projeto	cálculo	desenho	verificação	data	escala INDICADA	arquivo

