

IX-007 - QUESITOS PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS

Reinaldo Pereira de Queiroz⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela UNESP – Presidente Prudente. Mestre em Habitação: Planejamento e Tecnologia pelo IPT. Analista Ambiental na Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB.

Luciano Zanella⁽²⁾

Engenheiro Civil pela UNESP - Guaratinguetá. Mestre em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente pela UNICAMP. Mestre e Doutor em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente pela FEC-UNICAMP. Pesquisador do Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento, Centro de Tecnologia do Ambiente Construído do IPT. Professor dos programas de Mestrado em Habitação e em Processos Industriais do IPT.

Wolney Castilho Alves⁽³⁾

Engenheiro Civil e Sanitarista pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo EPUSP; MPhil e PhD pela Heriot-Watt University, Edimburgo, Escócia. Pesquisador do Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento, Centro de Tecnologia do Ambiente Construído do IPT. Professor dos programas de Mestrado em Habitação e em Processos Industriais do IPT.

Endereço⁽¹⁾: Av. Américo de Carvalho, 820 – Jardim Europa – Sorocaba – SP – CEP: 18045-435 – Brasil - Tel.: [\(11\) 3222-2065](tel:(11)3222-2065) - e-mail: reinaldo.queiroz@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Av. Prof. Almeida Prado, 532 – Cidade Universitária – São Paulo - SP - CEP: 05508-901 - Brasil - Tel: [\(11\) 3767-4671](tel:(11)3767-4671) - e-mail: lucianoz@ipt.br

Endereço⁽³⁾: Av. Prof. Almeida Prado, 532 – Cidade Universitária – São Paulo - SP - CEP: 05508-901 - Brasil - Tel: [\(11\) 3767-4671](tel:(11)3767-4671) - e-mail: wolneipt@ipt.br

RESUMO

A despeito da sistemática desenvolvida para ordenar o parcelamento do solo para fins urbanos no Brasil e no estado de São Paulo, processos inadequados de urbanização e impacto ambiental acompanham a expansão das cidades brasileiras. Dentre esses impactos estão aqueles sobre o ciclo hidrológico, o que abrange alterações de qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas devido às alterações do regime de escoamento das águas pluviais. A ocorrência desses impactos torna necessária a adequada captação e direcionamento da água que escoar superficialmente no meio urbano, de maneira que os prejuízos à sociedade e ao meio ambiente a sejam mitigados. Essa é a função do sistema de drenagem urbana.

No Brasil, o parcelamento do solo para fins urbanos é regulamentado pela Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. No estado de São Paulo, o Decreto nº 52.053, de 13 de agosto de 2007 estruturou o Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais – GRAPROHAB, um colegiado composto por diversos órgãos, vinculado à Secretaria da Habitação e ao qual cabe analisar e deliberar sobre projetos de loteamentos residenciais. A análise dos projetos exige o encaminhamento, a cada integrante do GRAPROHAB, de diversos documentos, dentre os quais o Projeto de Drenagem Urbana.

Considerando o exposto, neste trabalho é proposta a aplicação de uma seleção de quesitos para avaliação de projetos de sistemas de drenagem urbana de loteamentos residenciais utilizados no estado de São Paulo.

O ponto de partida deste trabalho foi a avaliação do processo de parcelamento do solo e dos procedimentos de aprovação de loteamentos vigentes no estado de São Paulo. Foram apurados os dados e informações solicitados pelos integrantes do GRAPROHAB e aqueles necessários para elaboração de um projeto de sistema de microdrenagem urbana e para o dimensionamento dos dispositivos que constituem esse sistema. Foram também levantados os principais problemas associados à drenagem urbana e as medidas não convencionais aplicadas. A partir das análises realizadas, elaborou-se uma série de quesitos para análise de projetos de drenagem urbana, de forma a auxiliar Municípios e os integrantes do GRAPROHAB a analisar projetos de parcelamento do solo urbano e a mitigar impactos sobre o ciclo hidrológico decorrentes desses loteamentos residenciais.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem urbana, parcelamento do solo, avaliação de projetos; manejo de águas urbanas.



INTRODUÇÃO

No Brasil, o parcelamento do solo para fins urbanos é regulamentado pela Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. No estado de São Paulo o Decreto nº 52.053, de 13 de agosto de 2007 estruturou o GRAPROHAB, um colegiado composto por diversos órgãos vinculado à Secretaria da Habitação e ao qual cabe analisar e deliberar sobre projetos de loteamentos residenciais. A análise dos projetos exige o encaminhamento, a cada integrante do GRAPROHAB, da documentação exigida, dentre a qual consta Projeto de Drenagem Urbana.

A despeito da regulamentação existente e de toda a sistemática desenvolvida para ordenar o parcelamento do solo para fins urbanos tanto no Brasil quanto no estado de São Paulo, processos inadequados de urbanização e os impactos ambientais a eles associados acompanham a expansão das cidades brasileiras. Dentre esses impactos estão aqueles sobre o ciclo hidrológico, em especial as alterações causadas no ciclo das águas pluviais.

Segundo Tucci (2003) o escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos na área urbana devido a dois processos que ocorrem de maneira isolada ou combinada: inundação devido à impermeabilização e inundações de áreas ribeirinhas.

Com a urbanização, a cobertura do solo apresenta menor permeabilidade, o que resulta em menor infiltração e maior escoamento superficial. Com o aumento do escoamento superficial e da velocidade desse escoamento, a água precipitada sobre a área urbanizada atinge mais rapidamente a seção do curso d'água, o que resulta num aumento mais rápido da vazão nessa seção.

Durante a ocorrência de chuvas de maior intensidade (menos frequentes) o fluxo no curso d'água aumenta e ocupa uma seção maior do que aquela do canal regular, resultando em inundação de áreas marginais. Essa inundação, denominada inundação ribeirinha, torna-se um problema à medida que essas áreas marginais são ocupadas pela população. Quando a frequência das inundações é baixa a população passa a desconhecer ou mesmo desprezar o risco de sua ocorrência, aumentando assim o interesse por essas áreas e a pressão por sua ocupação.

Além dos impactos sobre o ciclo hidrológico já citados, a urbanização resulta também na modificação da qualidade da água superficial e subterrânea. Tais impactos decorrem da contaminação das águas pluviais por esgotos ou durante o escoamento superficial nas áreas urbanas.

Assim, vê-se que a água que escoar superficialmente no meio urbano precisa ser captada e direcionada adequadamente, de maneira a serem minimizados os prejuízos à sociedade e ao meio ambiente. Essa é a função do sistema de drenagem urbana.

Os equipamentos que compõem os sistemas de drenagem urbana são agrupados em dois sistemas distintos: microdrenagem e macrodrenagem. O sistema clássico de microdrenagem é composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, dispositivos de captação e galerias primárias (aquelas conectadas somente aos dispositivos de captação). Já o sistema de macrodrenagem é constituído por canais secundários: aqueles que recebem as águas conduzidas pelos canais primários. A maior parte das soluções adotadas em sistemas de drenagem desenvolvidos para novos loteamentos residenciais se restringem a sistemas de microdrenagem.

As soluções de drenagem urbana podem ainda ser divididas em dois grupos: sistemas clássicos (ou tradicionais) e sistemas alternativos, também denominados sistemas compensatórios. Os sistemas clássicos ou sistemas tradicionais são as soluções cujo objetivo é o afastamento rápido das águas pluviais das áreas ocupadas, são as soluções mais comumente adotadas na concepção de sistemas de drenagem urbana. Já a adoção de medidas compensatórias visa, como sugere a denominação dessas medidas, compensar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico, reduzindo o impacto do empreendimento no regime de escoamento e infiltração existente antes de sua implantação.

Segundo o Manual de Orientação para Aprovação de Projetos Habitacionais (SÃO PAULO, 2011) um projeto de drenagem deve conter: planta de drenagem, utilizando como base o projeto urbanístico; plantas com

representação das bacias e sub-bacias; plantas com os perfis transversais das galerias de águas pluviais, desenhos com detalhamentos de eventuais estruturas especiais; memorial descritivo; indicação de tanques e reservatórios e indicação de lagos de retenção. Já segundo Bidone e Tucci (1995, p. 79) e São Paulo (2012), os principais dados necessários para elaboração de projeto de sistema de microdrenagem urbana são: planta de localização; planta geral da bacia contribuinte em escala igual ou maior que 1:10.000; levantamento topográfico e respectiva planta planialtimétrica da área abrangida pelo projeto, em escala maior que 1:2.000; cadastro das redes existentes de águas pluviais ou outras que possam ser impactadas pelo sistema a ser instalado e dados relativos ao curso d'água receptor.

Para Noccetti (2009, p. 22) a responsabilidade pela gestão do sistema de macrodrenagem e microdrenagem é originalmente da Prefeitura Municipal, havendo o envolvimento dos governos estaduais e federais à medida que os sistemas de drenagem urbana abrangem áreas de dois ou mais municípios.

A dificuldade dos municípios em realizarem o controle da drenagem urbana pode ser atribuída a alguns fatores, dentre os quais podem ser destacados a baixa escolaridade e capacitação técnica dos profissionais, a mudança de administrações, a grande rotatividade de pessoal e a falta de acesso à informação para os usuários do sistema (NOCETTI, 2009, p. 8).

O presente trabalho objetiva a proposição de uma relação de quesitos a serem utilizados pelos Municípios e pelos integrantes do GRAPROHAB na avaliação de projetos de sistemas de drenagem urbana de loteamentos residenciais no Estado de São Paulo, de modo a auxiliar a análise dos projetos de parcelamento do solo urbano e a mitigação dos impactos sobre o ciclo hidrológico decorrentes desses loteamentos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A partir da revisão bibliográfica realizada foram formulados questionamentos que pudessem orientar a análise de projetos de drenagem urbana.

Os assuntos abordados nessa revisão foram:

- Parcelamento do solo no estado de São Paulo;
- Dados e informações solicitados pelo GRAPROHAB;
- Dados necessários para elaboração de um projeto de sistema de microdrenagem e para o dimensionamento dos dispositivos que constituem esse sistema;
- Principais problemas associados à drenagem urbana;
- Medidas não convencionais de drenagem urbana.

A partir do levantamento de como é feito o parcelamento do solo no estado de São Paulo, quais os dados e informações solicitados pelo GRAPROHAB e os dados necessários para elaboração de um projeto de sistema de microdrenagem, a análise de projeto de drenagem urbana pode ser conduzida pelas seguintes questões:

- É apresentada planta geral da bacia contribuinte, em escala igual ou maior a 1:10.000, que possibilite avaliar contribuições externas ao sistema de drenagem proposto?
- É apresentada planta de drenagem, em escala igual ou maior a 1:2.000, utilizando como base o projeto urbanístico e onde seja representada a topografia do terreno?
- Na planta de drenagem são indicadas as dimensões (comprimentos, diâmetros ou medidas das seções não circulares), declividades, profundidades, cotas de fundo e topo dos poços de visita, o sentido do escoamento das águas pluviais nas vias e quadras e seções transversais das vias?

- São apresentadas plantas com representação das bacias e sub-bacias? É apresentado memorial descritivo, contendo planilha de cálculo?

Considerando as informações apuradas referentes ao dimensionamento dos dispositivos de microdrenagem, podem ser utilizadas as seguintes questões para orientar a análise dos projetos de drenagem:

- A relação intensidade-duração-frequência utilizada para a determinação das chuvas de projeto é adequada para a região onde o empreendimento será instalado?
- Foi utilizado período de retorno fundamentado em normas e bibliografia relacionada ao tema, com valor superior a 2 anos?
- A determinação das vazões de projeto (deflúvio) foi feita por meio do Método Racional ou por outro método adequadamente justificado?
- São adotados coeficientes de escoamento superficial adequados, baseados em literatura relacionada?
- É feita avaliação da capacidade de escoamento em todos os trechos das galerias propostas, baseado em metodologia adequadamente justificada?
- Para avaliação da capacidade de escoamento das galerias, são utilizados coeficientes de rugosidade adequados, baseados em literatura relacionada?
- Em todos os trechos das galerias as velocidades do escoamento são inferiores a 5,0m/s ou a outro valor cuja adoção é adequadamente justificada e que considera o material da tubulação?

Considerando os principais problemas associados à drenagem urbana, as medidas não convencionais e as características dos sistemas “clássicos” de drenagem urbana, cada projeto pode ser analisado considerando as seguintes questões:

- São previstos dispositivos de dissipação de energia nos locais onde haverá lançamento de águas pluviais (em cursos d’água ou componentes da macrodrenagem)?
- São delimitados o leito maior e o leito maior excepcional associados aos cursos d’água onde haverá lançamentos do sistema de drenagem proposto?
- O projeto apresenta uma avaliação dos impactos sobre a vazão do escoamento no sistema de drenagem ou cursos d’água existentes à jusante?
- São previstos dispositivos ou outras medidas para mitigação dos impactos sobre a vazão do escoamento nos cursos d’água ou dispositivos de macrodrenagem situados à jusante?
- O projeto apresenta avaliação dos impactos sobre a qualidade do escoamento dos cursos d’água à jusante do loteamento?
- São previstas medidas para mitigação dos impactos sobre a qualidade dos cursos d’água que irão receber as águas pluviais conduzidas pelo sistema de drenagem proposto?

RESULTADOS

Como resultado da análise dos temas abordados foram elaborados os quesitos que compõem o *check list* apresentado no Quadro 1. A aplicação desse *check list* visa permitir uma fácil verificação e análise de projetos de sistemas de drenagem urbana, destacando os quesitos não atendidos pelos mesmos. Assim, durante a análise

de determinado projeto, todo quesito cuja resposta obtida nessa análise seja “não” corresponde a uma falha potencial apresentada por esse projeto.

A análise de projetos de sistemas de drenagem urbana a partir dos quesitos apresentados no Quadro 1 pode revelar os principais problemas que esses sistemas poderiam apresentar após sua instalação. Uma vez identificados tais problemas, poderá ser solicitada a alteração do projeto ou mesmo sua reprovação.

A análise de um determinado projeto de drenagem urbana a partir dos quesitos formulados pode revelar que esse projeto não atende, por exemplo, ao quesito “a” que faz referência à apresentação da planta geral da bacia contribuinte. Tal informação é fundamental já que a concepção de sistemas de drenagem urbana que não considera todas as áreas de contribuição – incluindo àquelas não inseridas na área a ser loteada – resulta em dispositivos sub dimensionados.

Projetos que não atendem ao quesito “p” não atenderiam aos requisitos de avaliação de impactos a jusante já que não apresentariam delimitação dos leitos maior e maior excepcional associados aos cursos d’água existentes, de forma que esse projeto não avalia o risco de alagamentos associados à elevação do nível dos cursos d’água durante eventos extremos de precipitação, o que poderá prejudicar a captação, escoamento e disposição das águas pluviais pelo sistema de drenagem.

Destaca-se ainda que a execução do parcelamento do solo urbano sem avaliação dos impactos sobre o escoamento superficial e sem adoção de medidas compensatórias de drenagem urbana, isto é, a execução de um sistema cujo projeto não atende, por exemplo, os quesitos “q” e “r”, resultaria no aumento, durante eventos de precipitação, das vazões observadas em cursos d’água e nas estruturas que compõem a macrodrenagem situados à jusante do novo parcelamento.

A mitigação dos impactos sobre o escoamento superficial associados ao parcelamento do solo urbano e a redução dos riscos de prejuízos à população devido ao aumento do escoamento superficial à jusante dos novos parcelamentos são aspectos abordados pela análise dos quesitos “q” e “r”. Assim, a obrigatoriedade de todos os projetos de drenagem urbana elaborados para novos loteamentos atender esses quesitos constitui uma forma de modernizar o conceito de drenagem urbana, conceito que deve incorporar a busca pela redução do impacto do empreendimento e não o simples afastamento “mais rápido possível” das águas pluviais.

Quadro 1 – Check list com quesitos a serem utilizados na avaliação de projetos de drenagem urbana

Item	Quesitos	Verificação		
		Sim	Não	Não se aplica
a	É apresentada planta geral da bacia contribuinte, em escala igual ou maior a 1:10.000, que possibilite avaliar contribuições externas ao sistema de drenagem proposto?			
b	É apresentada planta de drenagem, em escala igual ou maior a 1:2.000, utilizando como base o projeto urbanístico e onde seja representada a topografia do terreno?			
c	Na planta de drenagem são indicados os comprimentos, diâmetros (ou outras medidas das seções não circulares) e declividades dos condutos?			
d	Na planta de drenagem são indicadas as profundidades, cotas de fundo e topo dos poços de visita?			
e	São apresentadas plantas com representação das bacias e sub-bacias?			
f	Na planta de drenagem ou planta de bacias é informado o sentido do escoamento das águas pluviais nas vias e nas quadras?			
g	É apresentado memorial descritivo, contendo planilha de cálculo?			
h	A relação intensidade-duração-frequência utilizada para a determinação das chuvas de projeto é adequada para a região onde o empreendimento será instalado?			
i	É utilizado período de retorno fundamentado em normas e bibliografia relacionada ao tema, com valor superior a 2 anos?			
j	A determinação das vazões de projeto (deflúvio) é feita por meio do Método Racional ou por outro método adequadamente justificado?			
k	São adotados coeficientes de escoamento superficial adequados, baseados em literatura relacionada?			
l	É feita avaliação da capacidade de escoamento em todos os trechos das galerias propostas, baseado em metodologia adequadamente justificada?			
m	Para avaliação da capacidade de escoamento das galerias são utilizados coeficientes de rugosidade adequados, baseados em literatura relacionada?			
n	Em todos os trechos das galerias as velocidades do escoamento são inferiores a 5,0m/s ou a outro valor cuja adoção é adequadamente justificada e que considera o material da tubulação?			
o	São previstos dispositivos de dissipação de energia nos locais onde haverá lançamento de águas pluviais?			
p	São delimitados o leito maior e o leito maior excepcional associados aos cursos d'água onde haverá lançamentos do sistema de drenagem proposto?			
q	O projeto apresenta uma avaliação dos impactos sobre a vazão do escoamento no sistema de drenagem ou cursos d'água existentes à jusante?			
r	São previstos dispositivos ou outras medidas para mitigação dos impactos sobre a vazão do escoamento nos cursos d'água ou no sistema de macrodrenagem situados à jusante?			
s	O projeto apresenta avaliação dos impactos sobre a qualidade do escoamento dos cursos d'água à jusante do loteamento?			
t	São previstas medidas para mitigação dos impactos sobre a qualidade dos cursos d'água que irão receber as águas pluviais conduzidas pelo sistema de drenagem proposto?			

Fonte: Queiroz (2015).

CONCLUSÕES

A partir das informações obtidas durante o desenvolvimento desse trabalho, conclui-se que é necessário o estabelecimento critérios uniformes e de fácil avaliação para o processo de aprovação de projetos de drenagem urbana para novos parcelamentos do solo.

Uma vez constatada a necessidade, foram elaborados vinte quesitos organizados sob a forma de um *check list* que levam em consideração um conjunto de critérios considerados mínimos para a aprovação de um projeto de drenagem urbana desenvolvido para um loteamento residencial. Destaca-se que os quesitos foram desenvolvidos considerando o processo de aprovação do projeto de drenagem urbana e não a produção propriamente dita do projeto.

A aplicação dos quesitos apresentados no Quadro 1 pode auxiliar as Prefeituras Municipais e os integrantes do GRAPROHAB a analisar projetos de parcelamento do solo urbano e mitigar impactos sobre o ciclo hidrológico decorrentes desses loteamentos residenciais.

Recomenda-se que os quesitos formulados sejam utilizados como apoio na análise e aprovação de projetos de loteamentos residenciais. Recomenda-se ainda que esses quesitos sejam divulgados para que possam ser utilizados por empreendedores durante a elaboração de projetos de loteamentos residenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BIDONE, F. R. A.; TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. (Org.) Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995. p. 428.
2. BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 20 dez. 1979.
3. NOCCETTI, T. F. A visão dos atores no sistema de drenagem urbana: uma análise crítica na gestão dos recursos humanos. 2009. 175 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
4. QUEIROZ, R. P. Avaliação do processo de aprovação de sistemas de drenagem urbana de loteamentos residenciais do município de Sorocaba – SP. 2015. 110 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2015.
5. SÃO PAULO. (Estado). Decreto nº 52.053, de 13 de agosto de 2013. Reestrutura o Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais - GRAPROHAB e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo. 14 ago. 2007.
6. SÃO PAULO (Estado). Manual de Orientação para Aprovação de Projetos Habitacionais. São Paulo: Secretaria da Habitação do Estado de São Paulo, 2011. 128 p.
7. SÃO PAULO (cidade). Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; diretrizes para projetos. São Paulo: SMDU, v. III, 2012. 128 p.
8. TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. In: BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. (Org.) Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.