



## I-104 - DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – ABORDAGEM PARA PROJETOS DE PARCELAMENTO DO SOLO

### Gerson F. Fattori

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Infra-Estrutura dos Transportes e Logística pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor de Engenharia Ambiental na Universidade de Caxias do Sul (UCS).

### Juliano Rodrigues Gimenez

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor Adjunto e Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (UCS).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua da República, 717 – Farroupilha - RS - CEP: 95180-000 - Brasil - Tel: (54) 32681749 - e-mail: g\_fattori@terra.com.br

### RESUMO

O trabalho pretende apresentar um roteiro de dimensionamento de redes de distribuição de água em projetos de parcelamento do solo. Apesar de tratar-se de metodologia muito utilizada, não é encontrada em nenhuma bibliografia conhecida. Apresenta tabela relacionando diâmetro interno das canalizações com velocidade, vazão, perda de carga linear e indicação do número de lotes atendidos por cada bitola de tubo. Também pretende fazer alguns comentários sobre as velocidades nas redes de distribuição de água, que são inferiores à velocidade mínima definida na NBR 12218, sugerindo, então, modificações na norma vigente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Redes de água em loteamentos, dimensionamento hidráulico, canalizações em PVC.

### INTRODUÇÃO

Os projetos de parcelamento do solo através de loteamento, por definição, tratam da expansão do perímetro urbano das cidades.

Por imposição das legislações municipais, estes projetos devem contemplar toda a infra-estrutura necessária à devida ocupação dos lotes criados. As redes de distribuição de água, pela sua importância social, fazem parte das exigências legais e deverão estar presentes em todos os loteamentos.

Os modelos de projeto e dimensionamento de redes de distribuição de água encontrados na bibliografia disponível partem do princípio da inexistência de rede e buscam projetar a implantação de canalizações em locais desprovidos desta infra-estrutura de forma a possibilitar o atendimento com vazões e pressões adequadas.

Já as redes de abastecimento de água nos loteamentos partem de canalizações já implantadas e em utilização, tratando-se, portanto, de ampliação de redes já existentes. Para isso toma-se um ponto de tomada de água, normalmente definido pela concessionária de saneamento com jurisdição sobre a rede na qual se pretende ampliar, e faz-se o prolongamento desta rede existente, segundo critérios de dimensionamento particulares, não encontrados na bibliografia conhecida.

Salienta-se que, atualmente, mais de 94% da população brasileira está atendida por redes de distribuição de água, assim sendo, os novos empreendimentos de parcelamento do solo serão abastecidos pelo prolongamento das redes já implantadas, segundo metodologia específica, não encontrada nos manuais de hidráulica disponíveis.

### OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar, divulgar e difundir a técnica de projeto e dimensionamento das redes de distribuição de água tipo ramificada em empreendimentos de parcelamento do solo através de loteamento ou condomínio, destinado a fins residenciais unifamiliares.



Também se propõe a abordar a questão das velocidades nas redes de distribuição de água nestes empreendimentos, observando-se a ocorrência de valores sempre menores daqueles definidos como mínimo pela NBR 12.218 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994).

## FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

A Lei Federal Nº 6.766, de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979), com suas modificações posteriores introduzidas pela Lei Federal Nº 9785 de janeiro de 1999 (BRASIL, 1999), é a legislação federal vigente que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano. Muito embora a existência de Projeto de Lei tramitando no Congresso Nacional, é a Lei 6766 que no momento está vigendo no país.

Segundo o Art 2º da Lei nº 6.766 o parcelamento do solo urbano poderá ser feito mediante loteamento ou desmembramento, observadas as disposições desta Lei e das legislações estaduais e municipais pertinentes.

O Parágrafo 1º do Art 2º define o loteamento como sendo a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes.

Assim, fica claro que os loteamentos são típicos casos de ampliação das cidades, devendo, então, possuir toda a infra-estrutura definida na legislação.

No Parágrafo 5º do Art. 2º está definida a infra-estrutura básica nos projetos de parcelamento do solo e nele está determinado o abastecimento de água potável.

Todas as legislações municipais conhecidas de parcelamento do solo também impõem a obrigação da implantação das redes de distribuição de água nos projetos de parcelamento do solo. Então fica clara a imposição legal de implantação das redes de abastecimento de água nos projetos de loteamentos ou condomínios.

## A METODOLOGIA DE PROJETO E DIMENSIONAMENTO

O projeto das redes de água nos loteamentos residenciais, por pressuposto, deverá atender todos os lotes criados. Para tanto busca-se o atendimento de todos os lotes com menor custo, com menor extensão e diâmetro das canalizações.

O dimensionamento hidráulico das redes de abastecimento de água nos loteamentos é feito com a consideração da possibilidade de escoamento da vazão máxima em cada trecho da rede projetada.

A equação utilizada na determinação da vazão máxima de dimensionamento hidráulico da rede de distribuição é a mesma apresentada na bibliografia existentes ou seja:

$$Q = \frac{P \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2}{86.400} \quad \text{equação (1)}$$

Sendo  $Q$  = a vazão máxima em L/s;  $P$  = a população de densificação máxima do empreendimento definida pelo produto do número de lotes criados no empreendimento pelo número de habitantes por lote;  $q$  = consumo per capita de água em L/hab.dia;  $K_1$  = coeficiente de variação de consumo horário;  $K_2$  = coeficiente de variação de consumo horário.

A maioria das empresas de saneamento, municipais e estaduais, já pré definem algumas das diretrizes para o dimensionamento de novas unidades de parcelamento de solo, indicando valores de consumo per capita, densidade de ocupação, coeficientes de dia e de hora de maior consumo, dentre outros dados pertinentes e úteis para os projetos das redes, que deverão ser estritamente cumpridos.

No Rio Grande do Sul, a Corsan-RS em sua Ordem de Serviço nº 02 de novembro de 2006 (COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO, 2006), apresenta as diretrizes para implantação de projetos de redes de distribuição de água e coleta de esgoto sanitário em loteamentos. O número de lotes é característica das dimensões do projeto, já a população máxima por lote é obtida em função do número de habitantes médio verificado em construções já existentes em lotes de ocupação similar aos do projeto em consideração. Para os loteamentos residenciais unifamiliares, a Corsan define a ocupação de 5 habitantes por lote residencial em áreas urbanas e de 8 habitantes por economia em balneários.



Com esta consideração a população máxima do projeto de abastecimento de água num determinado loteamento ou condomínio residencial em áreas desprovidas de balneários será obtida pelo número de lotes vezes 5 habitantes por lote, que corresponde a população de densificação máxima do empreendimento, isto é a população de final de plano.

No que se refere ao consumo per capita e aos coeficientes de variação de consumo, as concessionárias do serviço de abastecimento de água emitem diretrizes para projeto informando estes indicativos. Normalmente, este valor tem sido considerado de 200 L/hab.dia para o consumo per capita e  $K_1$  de 1,2 e  $K_2$  de 1,5, para os coeficientes de variação de consumo. Assim, conhecido o número de lotes, e todos os demais fatores, a vazão máxima é prontamente determinada pela equação 1.

Entretanto a vazão máxima é utilizada apenas no dimensionamento da canalização de ligação do ponto de tomada de água com a rede de distribuição a ser implantada no loteamento. Já o dimensionamento dos vários trechos da rede projetada deverá ser feito com a consideração da vazão de montante em cada um deles.

Esta vazão de montante em cada trecho é determinada pela multiplicação da vazão unitária por lote pela soma dos lotes existentes no trecho e a jusante dele. Esta determinação é feita através do preenchimento de planilha específica, denominada Planilha das Vazões.

Neste momento, é necessário definir a vazão unitária por lote. Para isso, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q_{unit} = \frac{N^{\circ} habit / lote \cdot q \cdot K_1 K_2}{86400} \quad \text{equação (2)}$$

Para as condições definidas anteriormente a vazão unitária será igual a 0,02083L/s por lote.

A vazão máxima em cada trecho fica definida pela seguinte equação:

$$Q_{max\ trecho} = Q_{unit} \times N^{\circ} de lotes \quad \text{equação (3)}$$

Nesta última equação, o número de lotes é a soma dos lotes existentes no trecho que se está considerando com os lotes situados a jusante dele. Preenchida a planilha de vazões, parte-se para a determinação das pressões máximas em cada trecho, fator determinante do dimensionamento hidráulico das redes de distribuição de água.

A NBR 12.218 define que a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500kPa (5kgf/cm<sup>2</sup> ou 50 mca), e a pressão dinâmica mínima de 100kPa (1kgf/cm<sup>2</sup> ou 10 mca). Já, a Corsan, como forma de reduzir o índice de perdas nas redes de distribuição, definiu a pressão estática máxima em 400kPa (4kgf/cm<sup>2</sup> ou 40 mca).

O cálculo das pressões estáticas e dinâmicas máximas é feito através da utilização da planilha padrão, denominada Planilha das Pressões Disponíveis.

Para a determinação das pressões na rede a jusante é necessária a determinação do nível piezométrico (NP) a montante e do cálculo da perda de carga linear ou distribuída no trecho (nas redes de distribuição as perdas singulares são desprezíveis). Uma vez conhecido o NP a montante e determinada a perda de carga no trecho, a subtração do NP pela perda de carga nos fornecerá o NP a jusante. Subtraindo-se do NP a jusante a cota a jusante obtém-se a pressão dinâmica a jusante. Este valor deverá ser maior do que 10mca e menor do que 50mca descontada a perda de carga.

Para a determinação do NP a montante é necessário o conhecimento de duas variáveis: a cota do ponto de tomada de água e a pressão na rede no ponto de tomada de água. A cota no ponto de tomada é facilmente determinada a partir do levantamento planialtimétrico da área na qual será implantado o empreendimento. A pressão na rede deverá ser determinada e fornecida pela concessionária dos serviços de abastecimento de água.

A determinação da perda de carga impõe a necessidade da definição do diâmetro da canalização em cada trecho. Nas redes de distribuição o diâmetro é facilmente determinado, uma vez conhecida a vazão, bastando consultar as diversas tabelas existentes na bibliografia disponível.

Mas não basta simplesmente definir o diâmetro do tubo, é necessário conhecer o tipo de material empregado na sua produção, uma vez que para diferentes materiais existem diferentes coeficientes de rugosidade.

Está consagrado no mercado e no meio técnico a utilização, nos diâmetros em que são fabricados, de tubulações de PVC (cloreto de polivinila), materiais normatizados através das NBR 5647-3:2004, e da NBR



7665/2007, nas quais consta o seguinte: o diâmetro nominal (DN) não deve ser objeto de medição, nem ser utilizado para fins de cálculo.

Esta afirmação nos leva a entender que as normas impõem a utilização do diâmetro interno (diâmetro real) das canalizações no dimensionamento hidráulico das redes de distribuição de água, entretanto, todas as bibliografias conhecidas apresentam tabelas de relação entre diâmetro, velocidade e vazão, com a utilização do diâmetro nominal (DN), que é diferente do diâmetro interno.

Conhecidos a vazão, o diâmetro e o material do qual se constitui o tubo, a perda de carga no trecho pode ser determinada através da utilização dos diferentes modelos encontrados na bibliografia.

A propósito transcreve-se o que escreveu Léo Heller (HELLER *et al*, 2006), em sua obra intitulada Abastecimento de água para consumo humano, na qual, na página 651, assim consta

*“No que se refere ao cálculo das perdas de carga lineares em tubulações, adotou-se neste capítulo a fórmula de Hazen-Williams para as tubulações de diâmetro igual ou superior a 50 mm e a fórmula de Flamant para as tubulações em PVC com diâmetro inferior a 50 mm. Isso está de acordo com a prática adotada pela maioria dos projetistas por uma questão de praticidade e realidade. A utilização da fórmula Universal, para o dimensionamento de redes de distribuição, seria por assim dizer um luxo excessivo e grande consumidor de tempo, pela grande variedade de diâmetros de tubulações que ocorrem nas redes de distribuição, pela grande reiteração de cálculos inerentes aos métodos de dimensionamento e também pelas imprecisões associadas à definição dos comprimentos das tubulações (que não incluem as perdas de carga localizadas, geralmente desprezíveis) e à determinação do material da tubulação, além dos métodos construtivos adotados. Tendo em vista tais limitações, as fórmulas empíricas de Hazen-Williams e de Flamant, embora menos precisas do que a fórmula Universal, têm-se mostrado adequadas para a precisão que se requer no dimensionamento das redes de distribuição.”*

Conhecidas as vazões em cada trecho da rede, associado à definição do diâmetro da canalização e calculada a perda de carga, as pressões disponíveis são facilmente determinadas. Para isso é necessário o conhecimento do NP a montante. Estes cálculos são executados no preenchimento da planilha das pressões disponíveis.

Partindo-se do NP no ponto de tomada de água e calculando-se a perda de carga no trecho considerado, o NP a jusante é determinado pela simples subtração do NP a montante pela perda de carga no trecho.

$$NP_{jus} = NP_{mont} - hf \quad \text{equação 4}$$

Na qual  $NP_{jus}$  é o nível piezométrico a jusante,  $NP_{mont}$  é o nível piezométrico a montante e  $hf$  é a perda de carga linear no trecho.

Conhecidos os níveis piezométricos e as cotas nos extremos dos trechos de canalizações considerados, as pressões são determinadas pela simples subtração do NP pela cota no mesmo ponto. Se as pressões assim calculadas em todos os trechos da rede projetada estiverem dentro do limite estabelecido pela NBR 12218 o dimensionamento está correto.

A NBR 12218 determina a utilização de diâmetro mínimo igual a 50mm nas redes de distribuição de água. A mesma norma também define os limites mínimos e máximos da velocidade nas tubulações cujos valores são 0,6m/s e 3,5m/s, respectivamente.

Fundamentado na técnica de dimensionamento hidráulica de projetos de redes de água em loteamentos apresenta-se tabela relacionando a velocidade, vazão, perda de carga máxima e número de lotes possível de serem atendidos com os diâmetros usualmente empregados nestes dimensionamentos.

**Tabela 1 – Velocidades máximas, vazões, perda de carga unitária e número de lotes atendidos em função do diâmetro interno (real) das canalizações mais utilizadas.**

Material	DN (mm)	D <sub>interno</sub> (mm)	V <sub>max</sub> (m/s)	Q <sub>máx</sub> (L/s)	h <sub>f</sub> = J.L (m/km)	Nº de lotes atendidos
PVC 6,3 PN 0,75 MPa	50	53,4	0,68	1,52	9,48	73
PVC 6,3 PN 0,75 MPa	75	75,6	0,71	3,19	6,87	153
PVC 6,3 PN 0,75 MPa	100	97,8	0,75	5,63	5,63	270
PVC DEFoFo 12 PN 1 MPa	150	156,4	0,83	15,95	3,93	766
PVC DEFoFo 12 PN 1 MPa	200	204,2	0,91	29,80	3,41	1430
PVC DEFoFo 12 PN 1 MPa	250	252,0	0,98	48,88	3,06	2346
PVC DEFoFo 12 PN 1 MPa	300	299,8	1,05	74,12	2,84	3558



A tabela anterior foi desenvolvida com a utilização da equação (5), recomendada pela Corsan e também referida na bibliografia especializada como adequada para a determinação da velocidade máxima nas redes de distribuição de água, na qual a velocidade é dada em m/s e o diâmetro dado em m.

$$V_{\max} = 0,6 + 1,5D \quad \text{equação (5)}$$

Com a velocidade máxima calculada e utilizando-se a equação da continuidade, define-se a vazão máxima possível para cada diâmetro. Com a vazão máxima determinada para cada diâmetro e com a utilização da fórmula de Hazen-Willimas, com  $C=150$ , foi efetuado o cálculo da perda de carga unitária e o número de lotes possíveis de serem atendidos com cada diâmetro comercialmente existentes e normalmente utilizados nos projetos de redes de água em loteamentos.

Na elaboração da tabela foi utilizado o diâmetro interno (real) da canalização, obtido nas NBR 5647-3 para tubos de PVC 6,3 com junta elástica e pressão nominal PN 0,75 MPa, para aqueles com DN de 50, 75 e 100 mm, e da NBR 7665 para os tubos de PVC 12 DEFOFO com junta elástica para pressão nominal (PN) igual a 1 MPa, para os diâmetros superiores a 100 mm. Os diâmetros constantes na tabela são os mesmos diâmetros encontrados nos catálogos dos fabricantes.

É fácil perceber a diferença entre os critérios tradicionais de dimensionamento das redes de distribuição de água em sistemas de abastecimento de água e o método de dimensionamento das redes de distribuição em projetos de parcelamento do solo, que nada mais são do que ampliação das redes já existentes.

Nas redes de água nos loteamentos não é utilizada a vazão fictícia (vazão média), mas a vazão máxima obtida pelo produto da vazão unitária em litros por segundo por lote, pelo número de lotes nos trechos que compõem a rede.

Na seqüência apresenta-se roteiro didático de dimensionamento das redes de água nos loteamentos residenciais unifamiliares.

Para a realização de projetos de extensão de redes de distribuição de água deverão ser seguidos os seguintes passos:

- Estudo, definição e desenho da posição da rede projetada;
- Marcação dos nós [extremidades livres (finais) das tubulações e pontos de cruzamento ou derivação da rede]. Eventualmente pode ser necessário desdobrar trechos sem a ocorrência de cruzamentos, como nos casos de trechos longos e com problemas de cotas intermediárias;
- Numeração dos nós no sentido crescente da vazão (de jusante para montante), de forma que o maior número do nó será aquele situado no ponto de tomada da água (reservatório ou rede na qual se estará abastecendo a rede projetada);
- Determinação do comprimento de cada trecho de rede (segmentos definidos pelos nós), pela simples utilização de escalímetro posicionado sobre cada trecho;
- Determinação da vazão de cálculo. Para tal utiliza-se a equação 1 na qual a população é definida pelo produto do número de lotes pelo número de habitantes por lote.:

$$Q = \frac{N_{\text{lotes}} \times H_{\text{porlote}} \times q \times K_1 \times K_2}{86.400}$$

Onde:

$Q$  = vazão de dimensionamento do trecho em L/s;

$N_{\text{lotes}}$  = número de lotes do trecho ou segmento;

$q$  = consumo *per capita* de água (normalmente 200 L/hab.dia)

$H_{\text{porlote}}$  = número de habitantes por lote;

$K_1$  = coeficiente do dia de maior consumo (a ser definido pela concessionária nas diretrizes técnicas. Usualmente 1,2);

$K_2$  = coeficiente da hora de maior consumo (1,5).

Para 5 habitantes por lote, consumo per capita de 200 L/hab.dia; coeficientes  $K_1$  e  $K_2$  igual a 1,2 e 1,5 respectivamente, a vazão unitária por lote será: **0,02083 L/s.lote.**





- f) Determinação das vazões nos trechos. Para isso preencher a planilha específica em função do número de lotes do trecho vezes a vazão unitária por lote obtendo-se a vazão em marcha para cada trecho entre os nós. Adicionar quando existente as vazões de jusante para obtenção da vazão a montante;
- g) Com os comprimentos já conhecidos de cada trecho definido pelos nós e com as vazões de cada segmento inicia-se o preenchimento da planilha específica.
- h) O diâmetro das canalizações é obtido na tabela nº 1 em função da vazão no trecho;
- i) Cálculo das velocidades. Utiliza-se a equação da continuidade:  $V = Q/A$ ; com vazão  $Q$  em  $m^3/s$  e a área  $A$  em  $m^2$ , obtendo-se a velocidade  $V$  em  $m/s$ .
- j) Cálculo da perda de carga unitária: Para a vazão de cada trecho calcular a perda de carga unitária ( $J$ ) com a utilização da fórmula de Hazen-Williams. Normalmente são desconsideradas as perdas de carga localizadas;
- k) Com a perda de carga unitária no trecho e o seu comprimento determinar a perda de carga total no mesmo:  $hf = J \times L$ ;
- l) O nível piezométrico no nó da tomada de água é obtido da seguinte forma:  
Se o fornecimento for feito pelo reservatório: O nível piezométrico de montante normalmente é obtido pela cota do nível médio do reservatório;  
Se o fornecimento for feito em rede existente, no local indicado pela concessionária nas diretrizes técnicas, o nível piezométrico de montante será dado pela cota no ponto de tomada de água adicionado da pressão na rede naquele ponto, que é fornecida pela empresa concessionária através de atestado de pressão a ser requerido;
- m) Nível piezométrico a jusante: Será facilmente obtido pela subtração do nível piezométrico a montante, já determinado, da perda de carga no trecho;
- n) A cota do terreno a jusante é encontrada diretamente nas curvas de nível na planta da rede;
- o) Pressão disponível a jusante é determinada pela diferença entre o nível piezométrico a jusante e a cota do terreno a jusante;
- p) Pressão estática a jusante é a diferença entre o nível máximo do reservatório e a cota do terreno no nó considerado. Tanto a pressão disponível a jusante bem como a pressão estática a jusante deverão estar compreendidas no limite permitido (10 a 50 mca);

Calculadas e planejados os resultados passa-se ao preenchimento de planilha que relaciona as peças por nós. Para isso é necessário definir todas as peças e conexões projetadas em cada nó. Relacionadas as peças e conexões efetua-se o preenchimento de planilha com a relação dos materiais a empregar na implantação do projeto. Neste momento fica também relacionada à extensão das canalizações nos seus diversos diâmetros.

Na sequência efetua-se pesquisa de mercado para conhecimento do preço dos tubos e conexões, bem como dos serviços de escavação e reaterro das valas. Conhecidos os custos unitários das peças, conexões e serviços e determinados os quantitativos de materiais e serviços, procede-se a estimativa de custo da obra. Além destas planilhas são feitos os desenhos e detalhes na planta da rede necessários ao perfeito entendimento do projeto facilitando a sua implantação.

## A VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

Sobre a velocidade nas canalizações é pertinente fazer alguns comentários referentes às redes de água nos loteamentos.

A NBR 12218 define a velocidade mínima em 0,6m/s, entretanto esta velocidade dificilmente é alcançada nas redes de distribuição em loteamentos. Nestes projetos a velocidade da água escoando numa canalização de diâmetro mínimo, ou seja, DN 50 terá em 0,68m/s, a velocidade máxima.

Consultando a tabela 1 percebe-se que a velocidade máxima para os diferentes diâmetros nela constantes são muito próximas da velocidade mínima definida pela norma. Além disso, a velocidade máxima é calculada considerando-se a vazão máxima possível de ser escoada pelo respectivo diâmetro, entretanto, em uma rede de distribuição, são raros os trechos de rede que irão escoar a vazão máxima, sendo assim, a velocidade sempre será menor e restará abaixo do valor definido pela norma para a velocidade mínima. Entende-se que este ponto



da norma deverá ser adequado a realidade do dimensionamento hidráulico das redes de distribuição de água não apenas nos loteamentos, mas na sua forma mais generalizada.

## CONCLUSÕES

Observa-se no trabalho que a velocidade da água escoando nas canalizações em projetos de parcelamento do solo é bem menor da mínima definida pela NBR 12.218, atualmente vigente para projetos de rede de distribuição de água para abastecimento público, evidenciando a necessidade de revisão deste dispositivo legal, com o propósito de adequação a realidade do dimensionamento das redes de distribuição de água nos projetos de parcelamento do solo.

O trabalho também contribui como guia para o dimensionamento de redes de abastecimento de água tratada em novos loteamentos, com tomada de pressão partindo de ponto já existente, fato este pouco explorado na bibliografia especializada sobre o tema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público: Rio de Janeiro, 1994.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5647-3: Sistemas para adução e distribuição de água – Tubos e conexões de PVC 6,3 com junta elástica e com diâmetros nominais até DN 100. Parte 3: Requisitos específicos para tubos com pressão nominal PN 0,75 MPa. Rio de Janeiro, 1999.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7665: Sistemas para adução e distribuição de água – Tubos de PVC 12 DEFOFO com junta elástica – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
4. BRASIL. 1979. **Lei No 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L6766.htm>. Acesso em 15/05/2009.
5. BRASIL. 1999. **Lei Nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999**. Altera o Decreto-Lei no 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nos 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano). Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L9785.htm>. Acesso em 15/05/2009.
6. COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANENAMENTO - CORSAN. **Ordem de Serviço Nº 2**, de novembro de 2006. Disponível em: [www.corsan.com.br](http://www.corsan.com.br). Acesso em; 18/08/2008.
7. HELLER, L. et al. **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora da UFMG, Belo Horizonte, 2006.



## ANEXOS

Modelo de Planilhas de dimensionamento hidráulico de redes de distribuição de água em loteamentos.

Cálculo das Vazões			Loteamento:				Planilha Nº 01
TRECHOS		DISTÂNCIAS (m)	Nº DE ECONOMIAS	DESCARGAS (L/s)			
				UNITÁRIA	A JUSANTE	EM MARCHA	A MONTANTE

Planilha da Relação de Materiais		Loteamento:		Planilha nº 03	
NÓ		ESPECIFICAÇÕES		QUANTIDADE	UNIDADE

Planilha das Pressões Disponíveis				Loteamento:						Planilha Nº 02		
TRECHO		L	Q	D	V	PERDA DE CARGA		NP		COTA DO TERRENO	PRESSÃO DISP.	PRESSÃO ESTÁTICA
				INT		UNITÁRIA	TOTAL	MON	JUS	A JUSANTE	A JUSANTE	A JUSANTE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MONT.	JUSANT.	(m)	(L/s)	(mm)	(m/s)	(m/km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)