



## **Análise Comparativa dos Custos de Implantação de Redes Simples e Duplas para Distribuição de Água Empregando Tubos de PVC**

*Comparative Analysis of Deployment Costs of Simple and Double Network for Water Distribution Using PVC pipes*

*Análisis comparativo de los costos de despliegue de red simples y dobles para la distribución de agua mediante tuberías de PVC*

**André de Moura Leite**

Aluno de graduação do Curso de Engenharia Civil, UFSCar, Brasil  
talciclano@usp.br

**Erich Kellner**

Professor Associado, UFSCar, Brasil.  
erich.kellner@ufscar.br)

**Jorge Akutsu**

Professor Doutor, UFSCar, Brasil.  
akutsu@ufscar.br

**RESUMO**

A norma técnica brasileira NBR 12.218/1994, que trata do projeto de redes de distribuição de água para abastecimento público, prevê a execução de redes duplas de abastecimento de água em dois casos: em ruas principais de tráfego intenso e quando a análise do projeto demonstrar que a rede dupla seja mais econômica. O objetivo deste artigo foi o de analisar os custos de implantação de redes públicas de distribuição de água simples e duplas, empregando tubos de PVC PBA, de maneira a subsidiar seus aspectos econômicos aos projetistas. Para análise econômica, foram considerados os valores estabelecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SNIS), para o ano de 2015, tomando o Estado de São Paulo como referência. Os resultados apontaram que os custos para implantação de redes simples ficaram abaixo dos custos para implantação de redes duplas. No entanto, os custos das ligações prediais efetuadas em redes duplas mostraram-se menores que os custos de implantação das ligações prediais em redes simples.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de abastecimento de água. Rede de distribuição de água. Análise de custo.

**ABSTRACT**

*The Brazilian technical standard NBR 12.218 / 1994, which deals with the design of water distribution networks for public supply, provides for the implementation of dual water supply networks in two cases: in the main streets of traffic and when the analysis of the project show the dual network is more economical. The aim of this paper was to analyze the implementation costs of public distribution of single and double water, using PVC PBA pipe, in order to subsidize its economic aspects to designers. For economic analysis, the values established by the National Research Costs and Indexes of Civil Construction (SNIS) for the year 2015, taking the state of São Paulo as reference were considered. The results showed that the costs of implementing the simple networks were below the costs of implementing the double networks. However, the costs of building connections made in double networks were smaller than the implementation costs of building connections in simple networks.*

**KEYWORDS:** Water supply system. Network for distribution of water. Cost analysis.

**RESUMEN**

*La norma técnica brasileña NBR 12.218 / 1994, que se ocupa del diseño de las redes de distribución de agua para abastecimiento público, prevé la implementación de redes duales de suministro de agua en dos casos: en las principales calles de tráfico y cuando el análisis de la muestra de proyectos la red dual es más económico. El objetivo de este trabajo fue analizar los costos de implementación de la distribución pública de agua simple y doble, utilizando tubería de PVC PBA, con el fin de subvencionar a sus aspectos económicos a los diseñadores. Para el análisis económico, se consideraron los valores establecidos por los costos de investigación nacionales e Índices de la Construcción (SNIS) para el año 2015, teniendo el estado de Sao Paulo como referencia. Los resultados mostraron que los costos de implementación de las redes simples estaban por debajo de los costos de implementación de las redes dobles. Sin embargo, los costos de construcción de las conexiones realizadas en redes dobles eran más pequeños que los costes de ejecución de la construcción de conexiones en redes simples.*

**PALABRAS CLAVE:** Sistema de abastecimiento de agua. Red de distribución de agua. Análisis de costos.



## 1. INTRODUÇÃO

A rede de distribuição de água é composta por um conjunto de tubulações e conexões que deve garantir a condução da água potável em quantidade e pressões adequadas sem alterar sua qualidade.

Assim como qualquer obra, o projeto e a construção de uma rede de distribuição de água requer planejamento devendo ser observados seus aspectos construtivos e atendimento as especificidades de cada projeto.

De acordo com a NBR 12.218/1994 - ABNT(1994), que trata do projeto de redes de distribuição de água para abastecimento público, a execução de redes duplas de abastecimento de água é prevista em dois casos: em ruas principais de tráfego intenso e quando a análise do projeto demonstrar que a rede dupla seja mais econômica.

Neste trabalho, para a análise de custos, foram considerados os aspectos construtivos, serviços e insumos necessários para a execução de redes simples e duplas, assim como as ligações prediais, empregando-se as planilhas do SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, para o Estado de São Paulo.

Este trabalho tem o intuito de contribuir para a tomada de decisão, sob a ótica econômica, da viabilidade ou não da implantação de redes duplas de distribuição de água, lançando luz à NBR 12.218/1994.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste artigo foi o de analisar os custos de implantação de redes públicas de distribuição de água simples e duplas, empregando tubos de PVC PBA, de maneira a subsidiar, técnica e economicamente, baseado na orientação estabelecida na NBR 12.218/1994.

Visando atingir o objetivo principal, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Quantificação dos insumos e serviços envolvidos nos processos construtivos das redes de distribuição de água;
- Valoração dos quantitativos identificados segundo preços estabelecidos no Sistema Nacional de Preços – SINAPI
- Análise das condições de menor custo para implantação da rede pública de distribuição de água.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção foram apresentados e discutidos os métodos empregados para o desenvolvimento do trabalho proposto, tendo sido optado por apresentá-los como se seguem.

### 3.1 COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Os custos envolvidos na implantação de uma rede de distribuição de água são compostos pelos custos dos materiais envolvidos, bem como pelos serviços realizados para sua construção.

A composição dos custos de implantação e em especial os custos de serviços, dependem das características do terreno onde a rede será implantada, bem como das características da seção



transversal da via, assim como do material que compõem as tubulações que formam o sistema de distribuição.

Nesse sentido, as características necessárias para a determinação dos custos de implantação, bem como os custos dos materiais e dos serviços normalmente envolvidos na construção de redes de distribuição de água, foram abordadas separadamente conforme apresentado nas seções que se seguem.

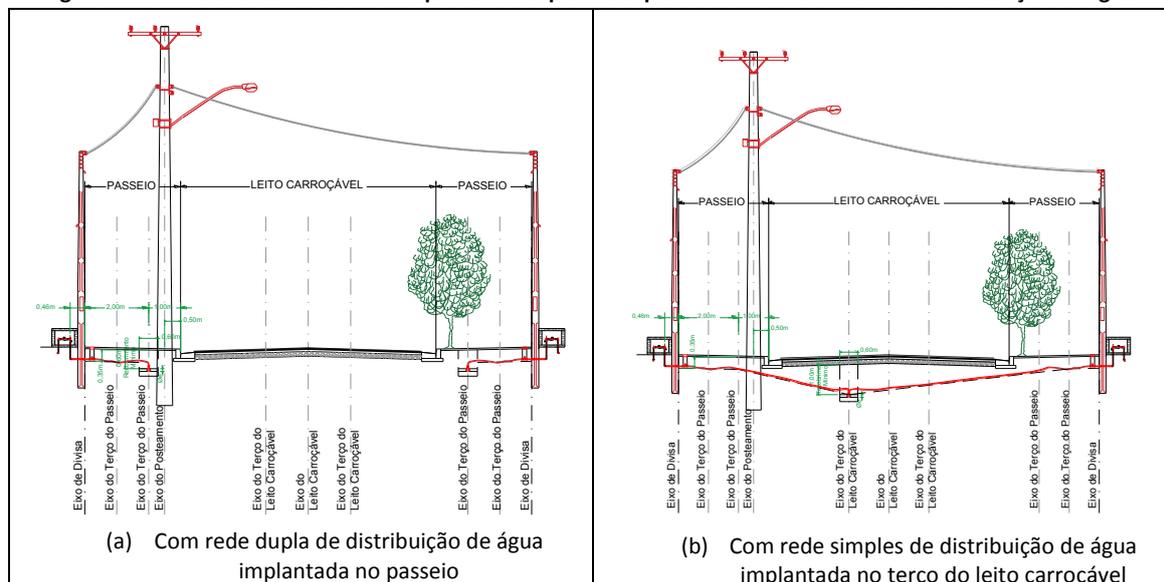
A partir dos custos de insumos e serviços observados, tendo como base o SINAPI— Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (2015.a,b), compôs-se os custos de implantação de redes de distribuição de água para diâmetros nominais (DN) de 50, 75 e 100, considerando largura de vala de 0,60m e recobrimento mínimo de 0,70m para redes assentadas no passeio e 1,00m para redes assentadas no leito carroçável, conforme SABESP (1996).

Para a quantificação dos insumos e serviços empregados para a execução das ligações prediais, considerou-se o posicionamento da rede distribuição de água para a determinação do comprimento do ramal predial, largura da vala de 12" (305mm) e profundidade da vala de 0,35m para redes assentadas no passeio e profundidade média de 0,65m, para redes assentadas em um dos terços do leito carroçável.

### ***3.1.1. Características básicas da seção transversal de uma via para implantação da rede de distribuição de água***

Para a composição dos custos de implantação foi necessário a definição de possíveis cenários para a locação da rede de distribuição de água, seja pelo passeio, seja pelo leito carroçável, conforme ilustrado pelas ***Erro! Fonte de referência não encontrada..a*** e ***Figura 1.b*** e que caracterizam seções transversais de vias coletoras de mãos simples ou dupla, estabelecidas pelas Diretrizes Viárias do Plano Diretor Municipal de São Carlos (SÃO CARLOS, 2005).

Figura 1: Perfil transversal de uma via pública e os possíveis posicionamentos da rede de distribuição de água.



Fonte: adaptado de São Carlos (2005).

### 3.1.2. Classificação do solo a ser escavado

Outro aspecto considerado na composição dos custos de implantação é com relação ao tipo de solo a ser escavado, sendo classificados como materiais de primeira, de segunda, ou de terceira categoria ou solo mole ou brejoso, segundo o Departamento de Estradas de Rodagem – DER do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2006):

- **Materiais de 1ª Categoria:** Compreendem os solos em geral, de natureza residual ou sedimentar e seixos rolados ou não, com diâmetro máximo de 0,15 cm. Em geral todos os materiais são escavados por tratores escavo-transportadores de pneus, empurrados por tratores esteiras de peso compatível ou por escavadeiras hidráulicas. Sua escavação não exige o emprego de material explosivo.
- **Materiais de 2ª Categoria:** Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior ao da rocha sã, piçarras, isto é, material granular formado geralmente por fragmentos de rocha alterada ou fraturada: saibros, ou seja, material composto geralmente por areia e silte proveniente da alteração da rocha, argilas e rochas alteradas, cuja extração se processa por combinação de métodos que obriguem a utilização contínua e indispensável de equipamento de escarificação, constituído por trator de esteira escarificador de somente um dente - ripper, de dimensões adequadas. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha com volume inferior a 2,0 m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido ente 0,15 m e 1,0 m.
- **Materiais de 3ª Categoria:** Compreendem a rocha sã, matacões maciços, blocos e rochas fraturadas de volume superior a 2,0 m<sup>3</sup> que só possam ser extraídos após a redução em



blocos menores, exigindo o uso contínuo de explosivos, ou outros materiais e dispositivos para desagregação da rocha.

- **Solo Mole ou Material Brejoso:** Compreendem os solos que não apresentam em seu estado natural, capacidade suporte para apoio direto dos equipamentos de escavação. Sua escavação somente é possível com escavadeiras apoiadas fora da área de remoção, isto é, em aterros ou estivas colocadas para propiciar suporte adequado ao equipamento. Esta classificação abrange solos localizados acima e abaixo do nível d'água, com teor de umidade elevado.

Segundo Mattos (2014), embora seja fácil teorizar as categorias, a classificação do material de escavação não é tarefa das mais fáceis no campo, pois frequentemente ocorrem duas ou até três categorias num mesmo corte, com horizontes que não são muito bem definidos.

Assim, pelo exposto, na análise de custos para implantação da rede de distribuição de água, considerou-se apenas escavação de solo de primeira categoria.

### **3.1.3. Custos de Serviços**

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram considerados os seguintes serviços para a composição dos custos de serviços, baseando-se na NBR 12.268/1992 (ABNT, 1992):

- Locação da rede de distribuição de água;
- Escavação mecânica de vala não escorada, com material de primeira categoria;
- Regularização e compactação manual do fundo de vala;
- Assentamento de tubulação em PVC;
- Execução das ligações prediais;
- Reaterro de valas com compactação manual das camadas;
- Reaterro de vala com compactação mecânica.

A partir dos serviços anteriormente listados, procurou-se junto ao SINAPI (2015.b) as unidades de medição e os custos médios considerados, conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Preço dos serviços normalmente empregados nas redes de distribuição de água - SINAPI (2015.b)

Código SINAPI	Serviços	Unidade de medição	Preço Médio (R\$)
73610	Locação de redes de água ou de esgoto	m	0,71
3061	Escavação mecânica da vala/sem escoramento/ material de 1a categoria c/retroescavadeira até 1,50m excluindo esgotamento	m <sup>3</sup>	5,30
72915	Escavação mecânica de vala em material de 2ª categoria até 2 m de profundidade com utilização de escavadeira hidráulica	m <sup>3</sup>	10,06
5622	Regularização e compactação manual de terreno com soquete	m <sup>2</sup>	5,32
73964/004	Reaterro de valas/cavas, compactada a maço, em camadas de até 30 cm.	m <sup>3</sup>	33,85
79488	Reaterro manual com apiloamento mecânico	m <sup>3</sup>	7,84
73888/001	Assentamento tubo pvc com junta elástica, dn 50 mm p/água.	m	1,72
73888/002	Assentamento tubo pvc com junta elástica, dn 75 mm p/água	m	2,30
73888/003	Assentamento tubo pvc com junta elástica, dn 100 mm p/água	m	2,87
73888/004	Assentamento tubo pvc com junta elástica, dn 150 mm p/água	m	3,45
73888/005	Assentamento tubo pvc com junta elástica, dn 200 mm p/água	m	4,02
73888/006	Assentamento tubo pvc com junta elástica, dn 250 mm p/água	m	4,60
73888/007	Assentamento tubo pvc com junta elástica, dn 300 mm p/água	m	5,75
74253/001	Ramal predial em tubo pead 20mm - fornecimento, instalação, escavação e reaterro	m	22,55
83878	Ligação da rede de 50mm ao ramal predial 1/2"	un	36,60
83879	Ligação da rede de 75mm ao ramal predial 1/2"	un	43,18
73692	Lastro de areia média	m <sup>3</sup>	90,03

Fonte: adaptado de SINAPI (2015.b)

### 3.1.4. Custos de Materiais

Com relação aos materiais empregados na construção da rede de distribuição de água, foram considerados os seguintes insumos:

- Pasta lubrificante para aplicação nas juntas elásticas;
- Anel de borracha;
- Tubulações em PVC PBA – Classe 15;
- Colar de tomada para interligação da rede pública às ligações prediais;
- Tubo PEAD para ligações prediais.

A partir dos insumos acima listados, procurou-se junto ao SINAPI (2015.a) as unidades de medição e os custos médios considerados, conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Preço dos insumos normalmente empregados nas redes de distribuição de água - SINAPI (2015.a)

Código SINAPI	Insumos	Unidade de Medição	Preço Médio (R\$)
00020079	Pasta lubrificante para uso em tubos de pvc com anel de borracha (pote de 3.500 g)	un	82,10
00000325	Anel de borracha, para tubo/conexão PVC PBA, dn 50 mm, para rede água	un	1,36
00000329	Anel de borracha, para tubo/conexão PVC PBA, dn 75 mm, para rede água	un	4,48
00000328	Anel de borracha, para tubo/conexão PVC PBA, dn 100 mm, para rede Água	un	3,50
00001406	Colar de tomada pvc c/ travas saída roscável c/ bucha de latão de 60mm x 3/4" p/ ligação predial	un	8,99
00001410	Colar de tomada pvc c/ travas saída roscável c/ bucha de latão de 85mm x 3/4" p/ ligação predial	un	11,85
00020093	Colar tomada pvc c/ travas, saída roscável c/ bucha de latão de 110mm x 3/4"	un	13,49
00009815	Tubo de polietileno de alta densidade (PEAD), pe-80, de = 32 mm x 3,0 mm de parede, m 4,46 para ligação de água predial (NBR 8417)	m	4,46
00009825	Tubo PVC, DEFoFo, JEI, 1 mpa, dn 100 mm, para rede de água	m	28,10
00009828	Tubo PVC, DEFoFo, JEI, 1 mpa, dn 150 mm, para rede de água	m	54,79
00009829	Tubo PVC, DEFoFo, JEI, 1 mpa, dn 200 mm, para rede de água	m	97,53
00009826	Tubo PVC, DEFoFo, JEI, 1 mpa, dn 250 mm, para rede de água	m	144,69
00009827	Tubo PVC, DEFoFo, JEI, 1 mpa, dn 300 mm, para rede de água	m	210,29
00012592	Tubo PVC PBA, classe 15, je, dn 100/de 110 mm, rede água	m	31,31
00012599	Tubo PVC PBA, classe 15, je, dn 50/de 60 mm, rede água	m	9,27
00012601	Tubo PVC PBA, classe 15, je, dn 75/de 85 mm, rede água	m	17,43
00012602	Tubo PVC PBA, classe 20, je, dn 100/de 110 mm, rede água	m	39,54
00012609	Tubo PVC PBA, classe 20, je, dn 50/de 60 mm, rede água	m	11,75
00012611	Tubo PVC PBA, classe 20, je, dn 75/de 85 mm, rede água	m	23,65
00003729	Kit cavalete com registro 3/4" completo	un.	32,18

Fonte: adaptado de SINAPI (2015.a)

A fim de calcular o número de juntas ( $NJ$ ) em um determinado trecho de rede, com comprimento  $Z$ , tem-se a Equação (01):

$$NJ = 1 + \text{int} \left( \frac{Z}{6,0} \right) \quad (01)$$

sendo  $NJ$  o número de juntas;  $Z$  o comprimento do trecho (m);  $6,0$  o comprimento (m) de uma barra de tubulação em PVC.

O consumo de pasta lubrificante ( $CPL$ ) pode ser estimado pela Equação (02):

$$CPL = NJ \cdot CPLJ \quad (02)$$

sendo  $CPL$  o consumo de pasta lubrificante (g);  $NJ$  o número de juntas;  $CPLJ$  o consumo de pasta lubrificante por junta conforme expresso na Tabela 3.

**Tabela 3: Consumo de pasta lubrificante para junta elástica em função do diâmetro nominal (DN)**

DN	Consumo de Pasta Lubrificante (g/junta)	
	PVC PBA	PVC DEFoFo
50	13,5	-
75	22,5	-
100	27,0	31,5
150	-	58,5
200	-	76,5
250	-	112,5
300	-	153,0

Fonte: FORTILIT (s.d.)

A profundidade da vala, considerando solo de primeira categoria, pode ser expressa pela Equação (03):

$$H_v = (h_{min} + \phi_e) \quad (03)$$

sendo  $H_v$  a profundidade da vala para solo de primeira categoria (m);  $L_v$  a largura da vala (m) admitida igual a 0,60m;  $h_{min}$  a altura mínima para recobrimento da tubulação (m);  $\phi_e$  o diâmetro externo da tubulação (m) conforme expresso na Tabela .

**Tabela 4: Dimensões características das tubulações de PVC PBA**

Classe de Pressão	Dimensões Características (mm)						Massa (kg/m)
	DN	De	Di	L	B	e	
12 (0,6MPa)	50	(60) 60,4	55,0	6000	85	2,7	0,73
	75	(85) 85,6	77,8		100	3,9	1,50
	100	(110) 110,6	100,6		120	5,0	2,44
15 (0,75MPa)	50	(60) 60,4	53,8	6000	85	3,3	0,87
	75	(85) 85,6	76,2		100	4,7	1,76
	100	(110) 110,6	98,4		120	6,1	2,92
20 (1,0 MPa)	50	(60) 60,4	51,8	6000	85	4,3	1,10
	75	(85) 85,6	73,4		100	6,1	2,21
	100	(110) 110,6	95,0		120	7,8	3,67

Fonte: adaptado de AMANCO (2014).

Nota: DN – Diâmetro Nominal (mm); De – Diâmetro Externo (mm); Di – Diâmetro Interno (mm); L – Comprimento (mm); B – Comprimento da Bolsa (mm); e – Espessura da parede (mm)

O volume escavado da vala de primeira categoria (m) pode ser estimado pela Equação (04):

$$V_e = L_v \cdot H_v \cdot Z \quad (04)$$

sendo  $V_e$  o volume escavado da vala ( $m^3$ );  $L_v$  a largura da vala (m);  $H_v$  a profundidade da vala (m);  $Z$  o comprimento do trecho (m).

A área para regularização e compactação do fundo da vala pode ser estimada pela Equação (05):

$$ARFV = L_v \cdot Z \quad (05)$$

sendo  $ARFV$  a área para regularização do fundo da vala ( $m^2$ ),  $L_v$  a largura da vala (m);  $Z$  o comprimento do trecho (m).

O volume de aterro com compactação manual realizado até 0,30m acima da geratriz superior da tubulação pode ser estimado pela Equação (06):



$$VACM = (1 + \varepsilon) \cdot \left[ L_v \cdot (0,30 + \phi_e) - \left( \frac{\pi \cdot \phi_e^2}{4} \right) \right] \cdot Z \quad (06)$$

sendo  $VACM$  o volume de aterro com compactação manual ( $m^3$ );  $\varepsilon$  o grau de empolamento (dec.), conforme Tabela 5;  $L_v$  a largura da vala (m);  $\phi_e$  o diâmetro externo da tubulação (m), conforme Tabela ;  $Z$  o comprimento do trecho considerado (m).

**Tabela 5: Empolamento em função do tipo de material escavado**

Material Escavado	Empolamento
Solo argiloso	40%
Terra Comum	25%
Solo arenoso seco	12%

Fonte: adaptado de São Paulo (2006).

O volume de aterro com compactação mecânica pode ser estimado pela Equação (08):

$$VACMec = (1 + \varepsilon) \cdot [H_v - (0,30 + \phi_e)] \cdot L_v \cdot Z \quad (08)$$

sendo  $VACMec$  o volume de aterro com compactação mecanizada ( $m^3$ );  $\varepsilon$  o grau de empolamento (dec.), conforma Tabela 5;  $L_v$  a largura da vala (m);  $\phi_e$  o diâmetro externo da tubulação (m), conforme Tabela ;  $Z$  o comprimento do trecho considerado (m).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos das análises realizadas no desenvolvimento do projeto proposto.

##### 4.1 COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Nesta seção foram apresentados os custos para implantação das redes de distribuição de água potável implantadas como redes simples, redes duplas, assim como os custos das ligações em cada um dos tipos de redes de distribuição.

##### 4.1.1 Custos para Implantação de redes duplas

As redes de distribuição duplas são aquelas assentadas nos dois passeios existentes na via, conforme desenho esquemático representado pela Tabela 6 contém os quantitativos de serviços e materiais, em função dos diâmetros nominais das redes de distribuição de água assentadas nos dois passeios.

**Tabela 6: Quantitativos esperados para construção de trecho de 6m de rede de distribuição de água assentada nos dois passeios e em função do diâmetro nominal da rede**

Quantitativos esperados para cada 6m de rede dupla		DN		
		50	75	100
Diâmetro Externo – De (mm)		60,4	85,6	110,6
MATE- RIAL	Tubulação PVC (m)	12,0	12,0	12,0
	Anéis de borracha (un.)	2	2	2
	Pasta Lubrificante (g)	27,0	45,0	54,0
CARACTERÍSTI- CAS DA VALA/SOLO	Profundidade da Vala – Hv (m)	0,76	0,79	0,81
	Largura da vala – Lv (m)	0,60	0,60	0,60
	Tipo de solo:	1ª Categoria		
	Empolamento - $\varepsilon$ (%)	25	25	25
SERVIÇOS	Locação da rede de água (m)	12,0	12,0	12,0
	Volume Escavado – Ve (m <sup>3</sup> )	7,64	7,82	8,00
	Regularização e compactação do fundo de vala (m <sup>2</sup> )	7,2	7,2	7,2
	Assentamento da Tubulação (m)	12	12	12
	Volume de aterro com apiloamento manual – VACM (m <sup>3</sup> )	3,20	3,38	3,56
	Volume de aterro com compactação mecânica–VACMec (m <sup>3</sup> )	6,30	6,30	6,30

A partir da determinação dos quantitativos envolvidos para a implantação de rede de distribuição de água assentada nos dois passeios da via, aplicou-se os custos estabelecidos pelo SINAPI (2015.a) e SINAPI (2015.b), conforme apresentados na Tabela 7, de maneira a determinar os custos de serviços e materiais, respectivamente.

A Tabela apresenta os custos determinados para implantação de redes de distribuição de água, assentada nos dois passeios e em função do diâmetro nominal da rede.

**Tabela 7: Composição dos custos envolvidos no assentamento de redes de distribuição de água nos dois passeios em função do Diâmetro Nominal (DN) da rede**

Custos envolvidos		DN		
		50	75	100
MATERIAL	Tubulação PVC (m)	111,24	209,16	375,72
	Anéis de borracha (un.)	2,72	8,96	7,00
	Pasta Lubrificante (g)	0,64	1,04	1,26
	<b>Sub-Total (R\$ por 6m)</b>	<b>114,60</b>	<b>219,16</b>	<b>383,98</b>
	<b>Relação entre o custo do material e o custo total (%)</b>	<b>32,9%</b>	<b>47,0%</b>	<b>59,5%</b>
SERVIÇOS	Locação da rede de distribuição de água (m)	8,52	8,52	8,52
	Volume Escavado – Ve (m <sup>3</sup> )	29,04	30,10	30,96
	Regularização e compactação do fundo de vala (m <sup>2</sup> )	38,30	38,30	38,30
	Assentamento da Tubulação (m)	20,64	27,60	34,44
	Volume de aterro com apiloamento manual – VACM (m <sup>3</sup> )	108,32	114,42	120,50
	Volume de aterro com compactação mecânica–VACMec (m <sup>3</sup> )	28,22	28,22	28,22
	<b>Sub-Total (R\$ por 6m)</b>	<b>233,04</b>	<b>247,16</b>	<b>260,94</b>
	<b>Relação entre o custo dos serviços e o custo total (%)</b>	<b>67,1%</b>	<b>53,0%</b>	<b>40,5%</b>
Custo Total	Por 6m (R\$)	347,64	466,32	644,92
	Linear (R\$/m)	57,94	77,72	107,49

#### 4.1.2. Custos para implantação de redes simples

As redes de distribuição de água simples são aquelas assentadas em um dos terços do leito carroçável e responsáveis pelo atendimento das ligações dispostas em ambos os lados via, conforme desenho esquemático representado pela Tabela 8.

A Tabela contém os quantitativos de serviços e materiais, em função dos diâmetros nominais das redes de distribuição de água assentadas no terço do leito carroçável.

**Tabela 8: Quantitativos esperados para construção de trecho de 6m de rede de distribuição de água assentada no terço do leito carroçável e em função do diâmetro nominal da rede**

Quantitativos esperados a cada barra de 6m assentada no terço do leito carroçável		DN		
		50	75	100
Diâmetro Externo – De (mm)		60,4	85,6	110,6
MATE- RIAL	Tubulação PVC (m)	6,0	6,0	6,0
	Anéis de borracha (un.)	1	1	1
	Pasta Lubrificante (g)	13,5	22,5	27,0
CARACTERÍSTI- CAS DA VALA/SOLO	Profundidade da Vala – Hv (m)	1,06	1,09	1,11
	Largura da vala – Lv (m)	0,60	0,60	0,60
	Tipo de solo:	1ª Categoria		
	Empolamento - $\varepsilon$ (%)	25	25	25
SERVIÇOS	Locação da rede de água (m)	6,0	6,0	6,0
	Volume Escavado – Ve (m <sup>3</sup> )	3,82	3,91	4,00
	Regularização e compactação do fundo de vala (m <sup>2</sup> )	3,6	3,6	3,6
	Assentamento da Tubulação (m)	6,0	6,0	6,0
	Volume de aterro com apiloamento manual – VACM (m <sup>3</sup> )	1,60	1,69	1,78
	Volume de aterro com compactação mecânica – VACMec (m <sup>3</sup> )	3,15	3,15	3,15

A partir da determinação dos quantitativos envolvidos para a implantação de rede de distribuição de água assentada no terço do leito carroçável, aplicou-se os custos estabelecidos pelo SINAPI (2015.a) e SINAPI (2015.b), conforme apresentados na Tabela 8 de maneira a determinar os custos de serviços e materiais, respectivamente.

Na Tabela 9 apresentam-se os custos determinados para implantação de redes de distribuição de água, assentada no terço do leito carroçável, em função do diâmetro nominal da rede.

**Tabela 9: Composição dos custos envolvidos no assentamento de redes de distribuição de água assentada no terço do leito carroçável, em função do Diâmetro Nominal (DN) da rede**

Custos envolvidos		DN		
		50	75	100
MATERIAL	Tubulação PVC (m)	55,62	104,58	187,86
	Anéis de borracha (un.)	1,36	4,48	3,50
	Pasta Lubrificante (g)	0,32	0,52	0,63
	<b>Sub-Total (R\$ por 6m)</b>	<b>57,30</b>	<b>109,58</b>	<b>191,99</b>
	<b>Relação entre o custo do material e o custo total (%)</b>	<b>31,9%</b>	<b>45,9%</b>	<b>58,5%</b>
SERVIÇOS	Locação da rede de distribuição de água (m)	4,26	4,26	4,26
	Volume Escavado – Ve (m <sup>3</sup> )	20,25	20,72	21,20
	Regularização e compactação do fundo de vala (m <sup>2</sup> )	19,15	19,15	19,15
	Assentamento da Tubulação (m)	10,32	13,80	17,22
	Volume de aterro com apiloamento manual – VACM (m <sup>3</sup> )	54,16	57,21	60,25
	Volume de aterro com compactação mecânica–VACMec (m <sup>3</sup> )	14,11	14,11	14,11
	<b>Sub-Total (R\$ por 6m)</b>	<b>122,25</b>	<b>129,25</b>	<b>136,19</b>
	<b>Relação entre o custo dos serviços e o custo total (%)</b>	<b>68,1%</b>	<b>54,1%</b>	<b>41,5%</b>
Custo Total	Por 6m (R\$)	179,55	238,83	328,10
	Linear (R\$/m)	29,93	39,81	54,68

#### 4.1.3. Comparação entre os custos de implantação de redes simples e redes duplas

A partir das vazões máximas para cada diâmetro, determinadas em função das velocidades máximas de escoamento determinadas por SABESP (1999), determinou-se os custos lineares para implantação das redes de distribuição de água simples (assentada no terço do leito carroçável) e dupla (assentadas nos dois passeios), conforme apresentado na Tabela .

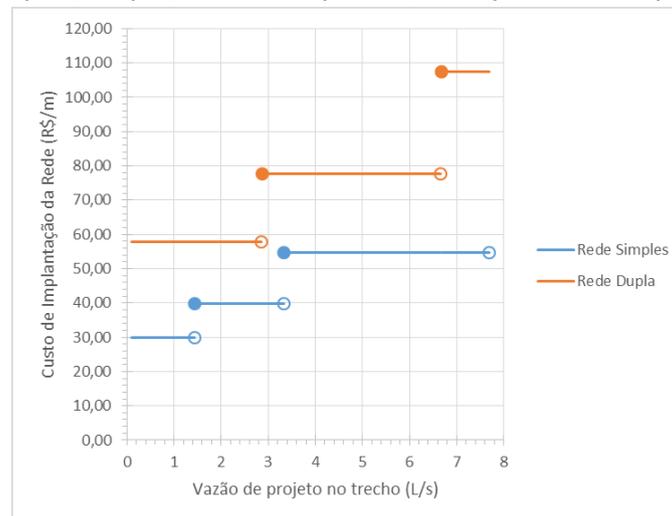
**Tabela 10: Distribuição dos custos para implantação de redes de distribuição de água simples e duplas em função da vazão de projeto**

Diâmetro Nominal da Rede (DN)	Vazão máxima admissível (L/s)*	Rede Simples		Custo (R\$/m)	Rede Dupla		
		Intervalo de Vazão para atendimento do trecho (L/s)			Intervalo de Vazão para atendimento do trecho (L/s)		
50	1,43	0,00	1,43	29,93	0,00	2,86	57,94
75	3,33	1,43	3,33	39,81	2,86	6,66	77,72
100	7,69	3,33	7,69	54,68	6,66	15,38	107,49

Nota: \* adaptado de SABESP (1999)

A Figura 2 contém os intervalos de custos para implantação de redes de distribuição de água simples (assentada no terço do leito carroçável) e dupla (assentada nos passeios) em função da vazão de projeto.

**Figura 2: Custos para implantação de redes de distribuição de água simples (assentada no terço do leito carroçável) e dupla (assentada nos passeios) em função da vazão de projeto**



A partir do gráfico apresentado na Figura 2 é possível observar que os custos para implantação da rede de distribuição de água simples foram menores se comparados aos custos de implantação da rede dupla para distribuição de água.

A diferença de custo entre as duas tipologias de abastecimento (redes simples e duplas) aumenta em função do aumento da vazão do trecho, devido ao aumento do diâmetro da tubulação.

Analisando os dados das Tabelas 8 e 9, percebe-se que à medida que o diâmetro da rede de distribuição de água aumenta, a fração correspondente aos gastos com material aumenta. Para redes de distribuição simples, enquanto a relação entre material e serviços é de 1:2,125 para DN50, essa mesma relação é de 1:1,174 para DN75 e de 1:0,695 para DN100. Já para redes de distribuição dupla, as relações entre os custos de material e serviços varia de 1:2,030 para DN50; 1:1,128 para DN75 e 1:0,667 para DN100.

#### **4.1.4. Custos para implantação das ligações prediais**

A ligação predial é caracterizada pelo ramal predial, constituída pela tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e a extremidade à montante do alimentador predial ou da rede predial de distribuição (ABNT, 1998).

Com base nos aspectos construtivos das ligações prediais, elaborou-se a Tabela 11 com os quantitativos previstos para sua execução em redes simples e duplas.

**Tabela 11: Quantitativos referentes às ligações prediais executadas em redes de distribuição de água simples e duplas**

Item	Ligação em Rede Simples			Ligação em Rede Dupla			
	DN 50	DN 75	DN 100	DN 50	DN 75	DN 100	
Características da vala e do solo	Largura do passeio – Lp (m)	3,0		3,0			
	Largura do Leito – LL (m)	11,0		11,0			
	Profundidade média da vala para ligação (m)	0,65		0,35			
	Largura da vala para ligação (m)	0,30		0,30			
	Comprimento da vala (m)	8,5		2,0			
	Tipo de solo	1ª Categoria			1ª Categoria		
	Empolamento (%)	25%			25%		
Serviços	Locação da ligação predial (m)	3,0		3,0			
	Escavação mecânica – Ve (m <sup>3</sup> )	0,89		0,21			
	Regularização e compactação do fundo de vala (m <sup>2</sup> )	2,55		0,60			
	Execução da ligação da rede ao ramal predial (und.)	1	1	1	1	1	1
Reaterro com compactação mecânica–VACMec (m <sup>3</sup> )	2,06		0,26				
Material	Colar de Tomada (uni)	1	1	1	1	1	
	Tubo PEAD 2mm (m)	10,50		4,00			
	Kit cavalete com registro ¾"	1		1			

A partir da determinação dos quantitativos envolvidos na implantação das ligações prediais nas redes simples e duplas de distribuição de água, aplicou-se os custos estabelecidos pelo SINAPI (2015.a) e SINAPI (2015.b), conforme apresentados nas Tabelas 11 e 12, de maneira a determinar os custos de serviços e materiais, respectivamente.

Na Tabela apresentam-se os custos determinados para implantação das ligações de água em redes simples e duplas de abastecimento de água em função do diâmetro nominal da rede.

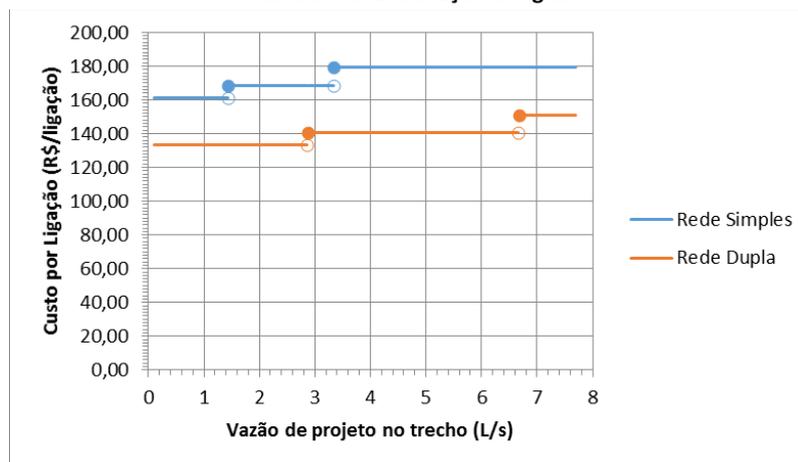
**Tabela 12: Custos referentes às ligações prediais executadas em redes de distribuição de água simples e duplas**

Item	Custos (R\$)						
	Ligação em Rede Simples			Ligação em Rede Dupla			
	DN 50	DN 75	DN 100	DN 50	DN 75	DN 100	
Serviços	Locação da ligação predial (m)	2,13		2,13			
	Escavação mecânica – Ve (m <sup>3</sup> )	4,72		1,11			
	Regularização e compactação do fundo de vala (m <sup>2</sup> )	13,57		3,19			
	Execução da ligação da rede ao ramal predial (und.)	36,60	41,18	50,00	36,60	41,18	50,00
	Reaterro com compactação mecânica–VACMec (m <sup>3</sup> )	16,15		2,04			
	<b>Sub-Total (R\$)</b>	<b>73,17</b>	<b>77,75</b>	<b>86,57</b>	<b>45,07</b>	<b>49,65</b>	<b>58,47</b>
<b>Relação entre Custo de Serviço e Custo Total (%)</b>	<b>45,4%</b>	<b>46,1%</b>	<b>48,3%</b>	<b>33,4%</b>	<b>35,3%</b>	<b>38,7%</b>	
Material	Colar de Tomada (uni)	8,99	11,85	13,49	8,99	11,85	13,49
	Tubo PEAD 2mm (m)	46,83		17,72			
	Kit cavalete com registro ¾"	32,18		32,18			
	<b>Sub-Total (R\$)</b>	<b>88,00</b>	<b>90,86</b>	<b>92,50</b>	<b>88,00</b>	<b>90,86</b>	<b>92,50</b>
<b>Relação entre Custo de Material e Custo Total (%)</b>	<b>54,6%</b>	<b>53,9%</b>	<b>51,7%</b>	<b>66,6%</b>	<b>64,7%</b>	<b>61,3%</b>	
<b>Total Geral (R\$)</b>	<b>161,17</b>	<b>168,61</b>	<b>179,07</b>	<b>133,07</b>	<b>140,51</b>	<b>150,97</b>	

Analisando os dados da Tabela é possível observar que os custos envolvidos para implantação das ligações prediais em redes duplas são inferiores àqueles obtidos para redes simples.

A Figura ilustra a variação dos custos para implantação das ligações prediais em redes simples e redes duplas em função da vazão do trecho da rede.

Figura 3: Custos para implantação de ligações prediais em redes simples e duplas em função da vazão de projeto da rede de distribuição de água



Ao analisar a Figura é possível perceber que, independentemente da vazão de projeto da rede de distribuição de água, que leva em consideração a variação do diâmetro nominal de rede, a rede simples resultou em custo superior se comparado aos custos das ligações prediais executadas em redes duplas.

## 5. CONCLUSÕES

- As relações dos custos entre material e serviços para implantação das redes de distribuição de água (sem ramais prediais) para DN50, DN75, DN 100 manteve-se praticamente constante, quando se comparam os custos da implantação no terço do leito carroçável (rede simples) e nos passeios (rede dupla).
- A relação percentual entre os custos de material e serviços para implantação das redes de distribuição foram: 32% material e 68% serviços para DN50; 46% material e 54% serviços para DN75, e 59% material e 41% serviço para DN100. Com isso, quanto maior o diâmetro nominal, maior a participação do item material na composição do custo da implantação da rede de distribuição de água.
- Considerando os preços para materiais e serviços estabelecidos pelo SINAPI, o custo para implantação da rede dupla ficou acima do custo para implantação da rede simples, havendo um aumento na diferença entre eles a medida que se aumentava o diâmetro nominal da rede.
- Considerando os preços para materiais e serviços estabelecidos pelo SINAPI, os custos para implantação das ligações prediais em redes simples ficaram sempre superiores aos custos para implantação das ligações prediais em redes duplas.



- Para as condições estabelecidas neste trabalho, as redes duplas, com as respectivas ligações prediais, não se mostravam economicamente viáveis quando comparados aos custos globais desta com os da rede simples e suas respectivas ligações prediais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1992). **NBR 12.268**: *Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana*. Rio de Janeiro, 1992. 17p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994). **NBR 12.218**: *Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público - Procedimento*. Rio de Janeiro, 1994. 4p.

AMANCO (2014). Catálogo Técnico: Infraestrutura. 72p. Disponível em: <  
[http://www.amanco.com.br/web/image/texto/file/Catalogo\\_Infra\\_2014\\_web.pdf](http://www.amanco.com.br/web/image/texto/file/Catalogo_Infra_2014_web.pdf)>

FORTILIT (s.d.). Catálogo Técnico: Infra-Estrutura.

MATTOS, Aldo Dórea. BLOG PINI. Material de 1ª, 2ª e 3ª categoria. 8/julho/2014. Disponível em:  
<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/material-de-1-2-e-3-categorias-318190-1.aspx>

SÃO CARLOS. **LEI Nº 13.691 de 25 de Novembro de 2005**. Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências. São Carlos, 2005a. 69p+Anexos

SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Especificação Técnica, Regulamentação e Critérios de Medição. 2ª Edição. São Paulo. SABESP, 1996. 1145P.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **NTS 024**: Rede de distribuição de água. Procedimentos. São Paulo, 1999. 3p

SÃO PAULO. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER. Especificação Técnica: Escavação e Carga de Material. 2006. 11p. Disponível em: [ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/ET-DE-Q00-002\\_A.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/ET-DE-Q00-002_A.pdf)

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (2015.a). Índice da Construção Civil/Serviços/Maio de 2015. Disponível em [http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-sp/SINAPI\\_Custo\\_Ref\\_Composicoes\\_SP\\_052015\\_NaoDesonerado.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-sp/SINAPI_Custo_Ref_Composicoes_SP_052015_NaoDesonerado.pdf)>.

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (2015.b). Índice da Construção Civil/Insumos/Maio de 2015. Disponível em [http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-sp/SINAPI\\_Precos\\_Ref\\_Insumos\\_SP\\_052015\\_Desonerado.PDF](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-sp/SINAPI_Precos_Ref_Insumos_SP_052015_Desonerado.PDF).