

## **Pesquisa do coeficiente C de Hazen-Williams**

## Capítulo 8- Pesquisa do coeficiente C de Hazen-Willians

### 8.1 Introdução

O objetivo desta apresentação para achar o coeficiente C numa rede de água é para incentivar as pesquisas.

### 8.2 Pesquisa sobre o coeficiente C de Hazen-Willians

O objetivo foi achar o coeficiente C de Hazen-Willians numa rede malhada do Parque Cecap em Guarulhos instalada aproximadamente em 1970 com diâmetros variando de 100mm a 600mm e em tubos de ferro fundido, sendo que 80% dos mesmos são revestidos com argamassa de cimento e areia.

Queríamos o coeficiente C não de uma rede de uma rede malhada total que foi projetada para C=130.

Os prédios do Parque Cecap não possuem reservatórios, sendo o abastecimento direto.

### Teoria

Toda a teoria se baseia em publicação na página 38 do jornal da AWWA (*American Water Works Association*) de dezembro de 1985 num artigo publicado pelo grande calculista em hidráulica prof. dr. Thomas M. Waslki e mais tarde publicado no livro de denominado *Analysis of Water Distribution Systems* publicado em 1992

Para o modelo matemático foi usado:

Método de Hardy-Cross

Fórmula de Hazen-Willians

C=130

Tubos de ferro fundido revestido com argamassa de cimento e areia

Precisão na vazão: 0,01 l/s

Precisão na perda de carga: 0,05m

### Método

Trata-se de comparar um hidrante aberto e fechado usando um modelo matemático e tomando-se dados em campo.

$$Q = A \times Q_e$$

$$C = B \times C_e$$

Sendo:

$Q_e$  = estimativa inicial estimada em litros por segundo

A = fator de correção pelo uso da água

B = fator de correção da estimativa de C

$C_e$  = coeficiente C inicial (no projeto inicial, por exemplo, C=130)

$$A = F / [(b/a) \times (Q_e + F) - Q_e]$$

Sendo:

$$b = (h_2/h_4)^Z$$

$$B = F / (b (Q_e + F) - a \times Q_e)$$

$$a = (h_1/h_3)^Z$$

Para o caso das perdas serem muito pequenas:

$$C = C_e \times (h_4/h_2)^Z$$

Sendo:

Z= 0,5 para tubo áspero e Z=0,64 para tubo liso

F= vazão no hidrante durante a descarga (litros/segundo)

h1= perda de carga em metros entre o reservatório e o hidrante fechado (real)

h2=perda de carga em metros entre o reservatório e o hidrante aberto (real)

h3= perda de carga em metros entre o reservatório e o hidrante fechado (modelo)

h4= perda de carga entre o reservatório e o hidrante aberto (modelo)

## 8.2 Experiência

No dia 10 de abril de 1986 as 9h 45min no Parque Cecap em Guarulhos junto do Parque Infantil foi feito teste com medição direta usando cronômetro, caminhão tanque com 6.000 litros de capacidade.

O hidrante era de 100mm com duas mangueiras de 2" ½ que foram instaladas nas bocas do hidrante de coluna da Bárbara. O manômetro usado tinha variação de 0 a 100mca.

A cota do reservatório era de 763,40m, isto é, m o nível em relação a cota de fundo era de de 4,40m.

A cota mínima do reservatório é de 764,00 e a cota de fundo 759,00m

A altura do reservatório semi-enterrado é de 5m e o reservatório tem capacidade máxima de 5 milhões de litros.

A medida de pressão sendo que a mesma variava de 28,5m a 29,0m adotando-se 28,5m.

Com o hidrante aberto a pressão estabilizou-se em 25,5mca. O tempo de enchimento do caminhão tanque de 6.000 litros foi de 4min e 42s, ou seja, 282 segundos e vazão =6000 litros/ 182 s = 21,28 L/s

Os cálculos foram feitos em computador calculando-se:

- a) modelo das redes malhadas com cálculo de Hardy-Cross
- b) Suposto hidrante aberto no modelo com 21 L/s, isto é, supomos no modelo de Hardy-Cross que o hidrante estava perdendo 21 L/s de água.

Achamos então:

h4= 3,11m (perda de carga entre o reservatório e o hidrante aberto no modelo matemático)

h3= 2,39m (perda de carga entre o reservatório e o hidrante fechado no modelo matemático)

Os valores de h1 e h2 são:

h1= 2,11m real (763,40 – 761,29)

h2= 5,11m (763,40m – 758,29) real

Usando a solução aproximada teremos:

$$C = C_e \times (h_4/h_2)^Z$$

$$C = 130 \times (3,11/5,11)^{0,5} = 101,42 = 101 \text{ (medido)}$$

Portanto, achamos o coeficiente **C=101** para a rede malhada do **Parque Cecap em 1986.**

130 – 101= 29 e como temos 16 anos de uso a partir de 1970 teremos:

$$29/ 16= 1,81/\text{ano}$$

Em 20 anos teremos: 20anos x 1,81/ano=36

$$130 – 36= 94$$

**Conclusão: usar para projeto C=94 para 20 anos de previsão para tubos de ferro fundido.**

**Tabela 8.1-Parque Cecap- dados estatísticos**

	Consumo dos prédios 4733 apartamentos	
Dezembro de 1985	94.342m <sup>3</sup>	36,22 L/s
Janeiro de 1986	112;166m <sup>3</sup>	41,88 L/s
Fevereiro de 1986	94.524m <sup>3</sup>	39,07 L/s

Consumo médio mensal somente dos apartamentos é:  
 $(94342+94524)/2 = 94.433\text{m}^3/\text{mês}$

**Tabela 8.2-Prédios no Parque Cecap em 1986**

Área do Parque Cecap verificada	Situação existente
Apartamentos	4728
Escola	2
Centro comunitário	1
Mercado	1
Ceagesp	1

Média mensal=  $94433\text{m}^3 / 4728$  economias=  $20\text{m}^3/\text{economia}$   
3,5 habitante/apartamento  
30dias  
 $Q = 94433000 \text{ litros} / (4728 \times 3,5 \times 30) = 190 \text{ litros}/\text{dia} \times \text{hab}$

Previsão futura da SABESP SAM-53  
1980: 175 litros/dia x habitante

Análise do sistema de distribuição de água potável do Parque Cecap  
DON- Departamento de Obras Novas- SAAE-Guarulhos  
29/04/1991

Método de Newton-Raphson

Fórmula de Hazen-Willians

C=130

Número de nós= 18

Número de tramos=22

Nível médio do reservatório=  $N_a = 761,50\text{m}$

### PESQUISAS NO PARQUE CECAP EM GUARULHSO

3,5 habitante/apartamento ( 03/01/1994)

22,5 m<sup>3</sup>/apartamento

6,51 m<sup>3</sup>/habitante

**210 litros/habitante**

Despesas com água e esgoto por apartamento= 80%

Área do apartamento: 61 m<sup>2</sup>

Área comum do apartamento: 6 m<sup>2</sup>

Garagem: 20,3 m<sup>2</sup>

Total= 61 m<sup>2</sup>+ 6 m<sup>2</sup>+ 20,3= 87,3m<sup>2</sup>

São Paulo: 480 apartamento

Paraná: 480

Rio Grande do Sul: 480 apartamentos

Santa Catarina: 360 apartamentos

Total= 1.880 apartamentos na parte velha

Consumo por andar

Local: condomínio Minas Gerais

480 apartamentos

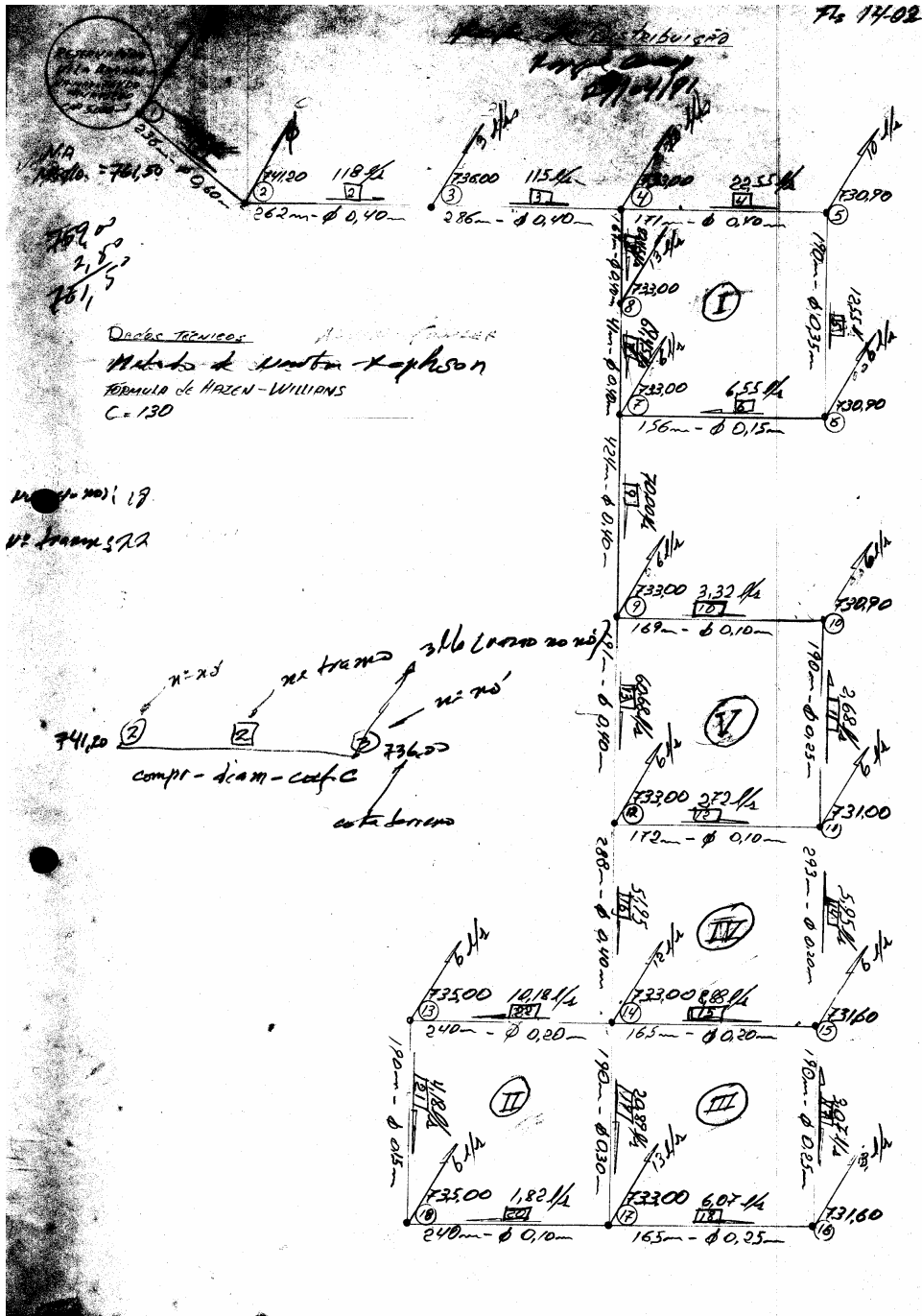
Abastecimento direto, isto é, não existe reservatório domiciliar nos prédios

Os prédios possuem 3 andares

**Conclusão: quanto maior a pressão nas torneiras, maior é o consumo. O consumo do primeiro andar é 10% maior do que o do terceiro andar.**

**Tabela 8.3- Consumo por apartamento no Parque Cecap**

Pavimentos	<i>Consumo por apartamento</i>
Pavimento térreo: estacionamento de veículos	
Primeiro andar	<i>21,97m<sup>3</sup>/apartamento</i>
Segundo andar	<i>19,74m<sup>3</sup>/apartamento</i>
Terceiro Andar	<i>19,06 m<sup>3</sup>/apartamento</i>
<i>Média geral do condomínio Minas Gerais</i>	<i>20,56m<sup>3</sup>/apartametro</i>



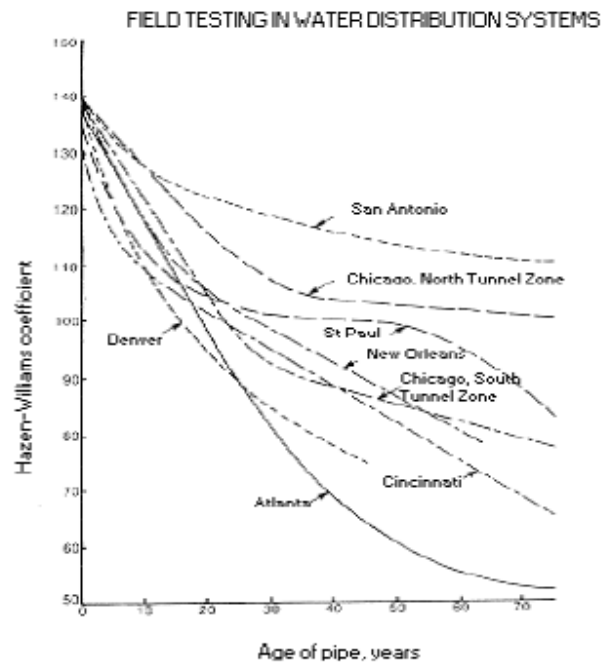


Figure 3. Deterioration of  $C^{HW}$  with time (after Hudson, 1966)

Rehabilitation <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca> , 26 de fevereiro de 1997.