

## Das águas da cidade de Roma

O primeiro livro sobre abastecimento de água de uma cidade escrito no mundo é de autoria por um engenheiro militar romano **Sextus Julius Frontinus** (36dc. a 104 dC) no ano 97 dC que tomou conta do abastecimento de água de Roma durante os anos de 97dC a 104 dC.

Uma outra curiosidade é que Frontinus foi governador da Britania (atual Inglaterra) onde comandou quatro legiões romanas.

O livro descreve todo o abastecimento de Roma de 94 dC quando a população era de 1.200.000 hab. igual a da cidade de Guarulhos no ano 2005.

Frontinus descreve os 10 grandes aquedutos que chegavam à Roma sendo o maior o aqueduto Márcia que demorou 2 anos para ser construído sendo inaugurado em 146 aC tendo 92.566m sendo 81.371m em túneis, 792m construídos sobre o terreno e 792m construído sobre arcos.

Uma outra curiosidade é que os aquedutos foram construídos e idealizados por homens e possuíam nome de mulher. Seria o que o psicanalista Carl Gustave Jung chamaria de "*anima*" do homem o que é muito comum.

Aqueduto	Total (m)	Subterrâneo (m)	Apoiado no terreno (m)	Aqueduto em arco (m)	Ano de construção
<b>Aqua Apia</b>	26.361	26.265	909	6	343 aC
<b>Anio Vetus</b>	64.500	64.169	331	0	272 aC
<b>Aqua Márcia</b>	92.566	81.371	792	10.403	146 aC
<b>Tepula</b>					127 aC
<b>Julia</b>	23.140	12.640	792	9.708	35 aC
<b>Aqua Virgo</b>	23.266	21.406	810	1.050	20 aC
<b>Aqua Alsietena</b>	33.258	32.781	0	537	2 aC
<b>Aqua Augusta</b>	1.200	1.200	0	0	33 aC

<b>Aqua Claudia</b>	69.609	54.345	914	14.350	47 dC
<b>Anio Novus</b>	88.050	73-950	3450+914	9.736	47 dC
	<b>421.950</b>	<b>368.067</b>	<b>8.093</b>		109 dC
Aqua Trajana (Frontinus)					109 dC
Aqua Alexandriana					226 dC

A água dos aquedutos era usada para abastecimento de água por gravidade às casas, quartéis militares, casas de banho. Para jogos e limpeza de ruas era distribuída a água de aquedutos da pior qualidade. Os romanos já tinham o moderno sistema dual de abastecimento onde é feita uma rede para água potável e outra para água não potável.

Em Roma todos os esgotos eram captados e lançados sem nenhum tratamento no rio Tiber através da tubulação chamada de Cloaca Máxima.

Antes da construção do aqueduto Aqua Márcia houve um grande problema devido que o livro das Sibilinas diziam que as águas do vale de Anio não deviam entrar no Capitólio em Roma. Marcius Rex conseguiu convencer o senado e a ele foi dado o nome do Aqueduto (Aqueduto Márcia).

O aqueduto Aqua Márcia foi construído com dinheiro dos saques da cidade de Cartago e Corinto que totalizaram 180 milhões de sestércios que era equivalente em 1983 a 9 milhões de dólares americanos.

O aqueduto do Cabuçu foi feito entre 1905 e 1907 e tinha 16.600m de comprimento com diâmetro de 1,20m e foi feito em concreto armado. Quase todo ele é apoiado no terreno e somente um pequeno trecho junto a chácara do Biondi no Jardim Palmira é que foi feito em túnel. Existem trechos em sifão que os romanos não faziam. A barragem de concreto arco gravidade da represa do Cabuçu é considerada no Brasil a primeira obra grande de concreto feita entre 1905 e 1907.

Os aquedutos eram captados fora da cidade de Roma em enviados a reservatórios onde havia sedimentação das partículas nas chamadas

"piscinas" onde haviam seixos e depois eram distribuídos na cidade através de tubulações de chumbo.

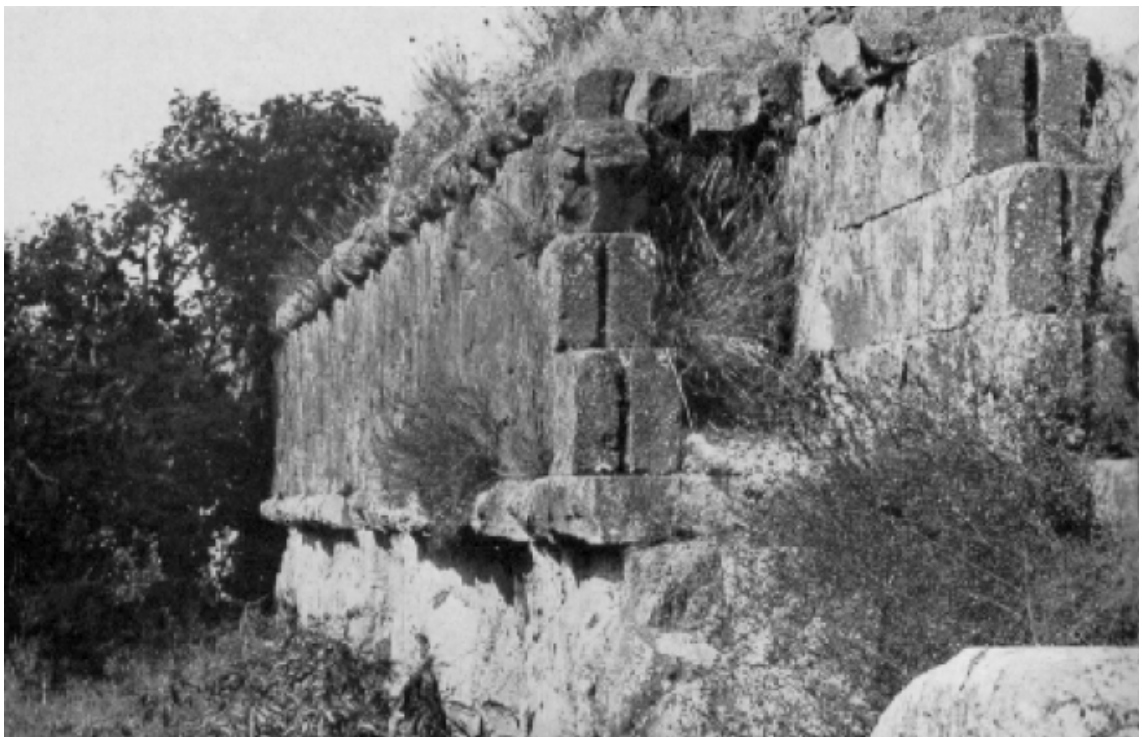
O aqueduto Aqua Márcia estava a 274 metros acima do nível do mar na sua origem. A largura média é 0,90m e altura variável de 0,70m na fonte e alguns centímetros no final (Porta Maggiore).

O aqueduto Márcia tinha 51 reservatórios distribuídos em Roma.

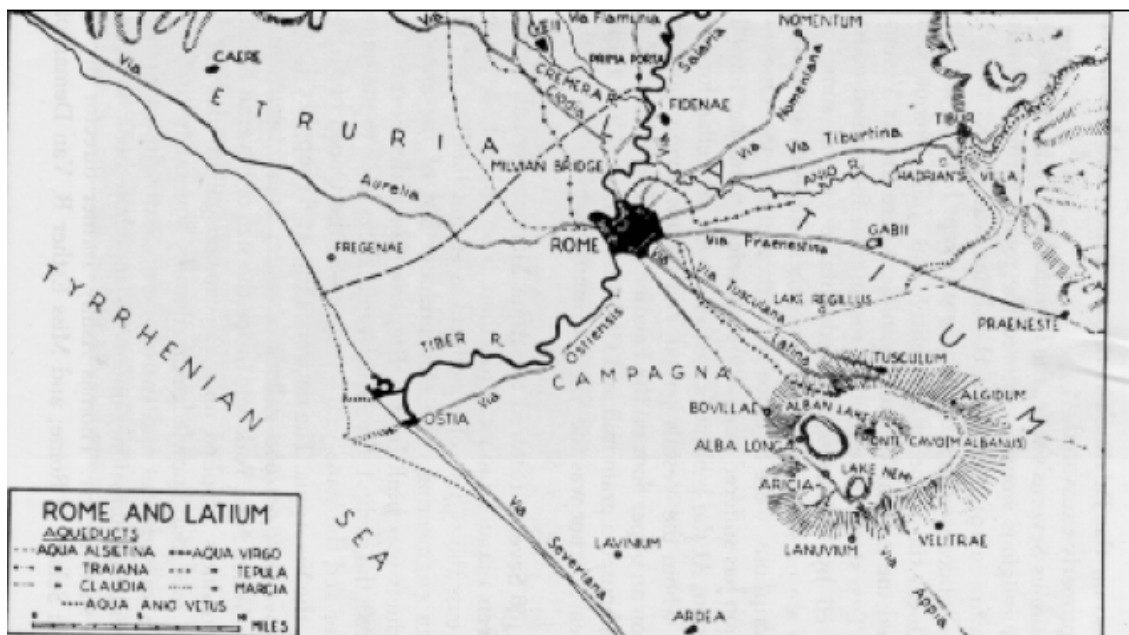
Foram construídos em pedra com argamassa de terra e cal ou concreto. Os tijolos também eram usados principalmente em reparos nos aquedutos. O concreto era feito com areia limpa dos rios.

No tempo do rei Severo chegava à Roma  $11\text{m}^3/\text{s}$  de água.

São muito curiosas e comentadas as observações que Frontinus fez no livro, pois apesar de escritas em 97dC ainda são atuais. Vamos mostrar algumas delas.



**Aqueduto Aqua Marcia**



**Aquedutos que chegavam a Roma no tempo de Frontinus**

### **Ligações de água clandestinas:**

Frontinus já alertava para o grande número de ligações clandestinas que eram feitas. As ligações eram pagas pelo largura do funil de captação do aqueduto colocado a uma certa distância do fundo do aqueduto. Acontecia que aumentavam o tamanho da captação que era chamado de cálice ou pegavam a água mais no fundo do aqueduto no que saia mais água.

### **Perdas de água**

Frontinus achava muito importante a manutenção do sistema de abastecimento de água. Pensava que era melhor fazer a manutenção do que construir um aqueduto novo. Roma tinha na época 1.200.000 habitantes e haviam 800 pessoas trabalhando no sistema de abastecimento de água, sendo na maioria escravos. A quantidade de 800 homens é pequena para os padrões atuais que se situam em torno de 1.500homens.

### **Cadastro**

Frontinus achava que era importante a supervisão das obras de abastecimento de água e para isto devia ter em mãos os planos detalhados das obras construídas. Frontinus apesar dos seus 62anos fazia caminhadas ao longo dos aquedutos deixando de ficar no seu escritório.

## Reversão das águas

Roma retirava água de uma cidade distante a 30km chamada Tusculana (hoje Frascati). Esta água faltava a cidade de Tusculana e Frontinus resolveu não mais tirar a água da cidade. Problema semelhante acontecerá se for feita as obras de reversão do rio São Francisco no Brasil. Pelas últimas pesquisas que temos conhecimento, os romanos sabiam mais hidráulica do que se pensava. Existe soluções técnicas sofisticadas nos aquedutos que poucos engenheiros conhecem.

## Pirâmides do Egito

Os aquedutos eram o orgulho dos romanos. A primeira coisa que um romano fazia quando chegava uma visita importante era mostrar o sistema de abastecimento de água, isto era salientado também pelo grande arquiteto romano Vitruvio. Quando os romanos tomavam uma cidade logo iam verificar como era o sistema de abastecimento de água.

Frontinus disse "*comparem tantas estruturas tão necessárias ao transporte de água com as pesadas e evidentemente ociosas pirâmides, ou mesmo com a obras gregas: celebres, ainda que inertes*". Frontinus salientava a inutilidade das pirâmides do Egito e daí o nome faraônico usado para tais obras. Na minha opinião as pirâmides foram obras inúteis para o homem e saliento ainda além dos aquedutos romanos, os *qanat* (nome árabe ou também *kariz*, nome persa) que foram construídos no oriente médio e que funcionam até hoje. Eram túneis horizontais com baixa declividade escavados nas montanhas para captar a água infiltrada com largura de 0,60m a 1,20m e altura de 1,20m a 2,10m. O comprimento dos qanats construídos dá para ir e voltar da Lua. Os qanats foram desenvolvidos pelos Assírios e existem documentação da existência dos mesmos no ano 714 aC.



**Foto de seção de um qanat na Síria**



**Foto da seção de um qanat no Yemen**



**Foto de aqueduto romano**



**Cloaca máxima tinha diâmetro de 4 a 6m e 600m de comprimento.**



**Interior da Cloaca Máxima onde passavam os esgotos sanitários e as águas pluviais.  
Os romanos davam de vem em quando uma descarga nos esgotos para diminuir o cheiro e isto deu origem aos antigos tanque fluxíveis.**



**Aqueduto do Cabuçu em Guarulhos. Foto tirado pelo Massami Kishi**



## Uso do chumbo

Na Roma antiga o chumbo era usado em canalizações de distribuição de água, ligações de água, recipientes para armazenar água e utensílios domésticos. Chegavam até a usar o chumbo como flavorizante juntamente com o vinho.

Alguns estudiosos até afirmam ser o chumbo uma das causas do império Romano. O chumbo é cumulativo e os sintomas de envenenamento são difíceis de serem distinguidos de outras doenças nos estágios iniciais. Destacam-se falta de apetite, constipação intestinal, fadiga, distúrbios do sono, danos ao fígado, anemia, distúrbios do sistema nervoso. Afirmam alguns que os problemas neurológicos de alguns imperadores romanos se devem ao chumbo que causaria a esquizofrenia.

A quantidade de chumbo na água potável é limitada a 0,01mg/L.

Os cientistas americanos acharam 55 esqueletos de romanos na cidade de Pompéia que foi aterrada pelo vulcão Vesúvio no ano 79 dC. Como se sabe os romanos tinham o costume de cremar os corpos.

Os ossos dos romanos possuíam a média de 84mg/L de chumbo enquanto que em 100 cadáveres de americanos modernos, acharam a média de 35mg/L.

Houve a curiosidade de se saber se as médias são parecidas e aplicando-se os métodos estatísticos chamado de **Testes de Hipótese** concluiu-se que as médias de chumbo encontrado nos ossos dos romanos são diferentes dos americanos modernos.

Só para comparar os ossos dos antigos gregos tinham a média somente de 5mg/L de chumbo.

O interessante é que muitos romanos desconfiavam das doenças provocadas pelo chumbo, porém não tinham certeza.