

Capítulo 3

Previsão de consumo de água não potável

*“Em 1851 Mulvaney descreveu pela primeira vez o conceito de tempo de concentração”
David Maidment, 1993*



Índice

Capítulo 3- Previsão de consumo de água não potável

3.1 Introdução

O autor tem notado uma grande dificuldade de se fazer a previsão de consumo de água não potável, tanto para fins domésticos como comerciais ou industriais. Isto se deve geralmente a falta de conhecimento e a distinção clara entre o que é água potável e o que é água não potável.

O aproveitamento da água de chuva é usado sempre como **água não potável**, usado para rega de jardim, limpeza de pátios, descargas em bacias sanitárias, lavagem de veículos, usos industriais, uso em reservatórios de incêndios e outros usos que não requeiram água potável.

Existe uma maneira de estimar o consumo de água potável residencial usando parâmetros de engenharia.

A grande dificuldade de se aplicar os parâmetros de engenharia é o grande volume de informações necessárias e nem sempre disponíveis.

Nas Tabelas (3.1) e (3.2) estão os parâmetros de engenharia usados nos Estados Unidos para consumo residencial de água. Infelizmente não temos pesquisas sobre os mesmos em nosso país. Para o Brasil os dados apresentados são estimados.

Tabela 3.1-Parâmetros de Engenharia para estimativas da demanda residencial de água

| Uso interno | Unidades | Parâmetros | | |
|-----------------------------|----------------------------|------------|----------|---------------|
| | | Inferior | Superior | Mais provável |
| Gasto mensal | m ³ /pessoa/mês | 3 | 5 | 4 |
| Número pessoas na casa | pessoa | 2 | 5 | 3,5 |
| Descarga na bacia | Descarga/pessoa/dia | 4 | 6 | 5 |
| Volume de descarga | Litros/descarga | 6,8 | 18 | 9 |
| Vazamento bacias sanitárias | Porcentagem | 0 | 30 | 9 |
| Frequência de banho | Banho/pessoa/dia | 0 | 1 | 1 |
| Duração do banho | Minutos | 5 | 15 | 7,3 |
| Vazão dos chuveiros | Litros/segundo | 0,08 | 0,30 | 0,15 |
| Uso da banheira | Banho/pessoa/dia | 0 | 0,2 | 0,1 |
| Volume de água | Litros/banho | 113 | 189 | 113 |
| Máquina de lavar pratos | Carga/pessoa/dia | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| Volume de água | Litro/ciclo | 18 | 70 | 18 |
| Máquina de lavar roupa | Carga/pessoa/dia | 0,2 | 0,37 | 0,37 |
| Volume de água | Litro/ciclo | 108 | 189 | 108 |

| | | | | |
|----------------------|-------------------|-------|-------|------|
| Torneira da cozinha | Minuto/pessoa/dia | 0,5 | 4 | 4 |
| Vazão da torneira | Litros/segundo | 0,126 | 0,189 | 0,15 |
| Torneira de banheiro | Minuto/pessoa/dia | 0,5 | 4 | 4 |
| Vazão da torneira | Litros/segundo | 0,126 | 0,189 | 0,15 |

Nota: foi considerada a pressão nas instalações de 40m.ca.

Tabela 3.2-Parâmetros de engenharia estimativas da demanda residencial de água potável para uso externo

| Uso externo | Unidades | Valores |
|---------------------------------|---------------------------|-----------|
| Casas com piscina | Porcentagem | 0,1 |
| Gramado ou jardim | Litros/dia/m ² | 2 |
| Lavagem de carros | litros/lavagem/carro | 150 |
| Lavagem de carros: frequência | Lavagem/mês | 4 |
| Mangueira. de jardim 1/2"x20m. | Litros/dia | 50 |
| Manutenção de piscina | litros/dia/m ² | 3 |
| Perdas p/ evaporação em piscina | Litros/dia/m ² | 5,75 |
| Reenchimento de piscinas | anos | 10 |
| Tamanho da casa | m ² | 30 a 450 |
| Tamanho do lote | m ² | 125 a 750 |

No que se refere a estimativa de consumo de água de mangueira em jardins, *Amy Vickers*, 2001 apresenta a Tabela (3.3) que foi adaptada para nossas unidades.

Tabela 3.4- Média de consumo residencial de água potável para o Brasil conforme USP, 1999 programa PURA

| Tipos de usos da água | Porcentagem |
|------------------------------|-------------|
| Descargas na bacia sanitária | 29% |
| Chuveiros | 28% |
| Lavatório | 6% |
| Pia de cozinha | 17% |
| Tanque | 6% |
| Máquina de lavar roupas | 5% |
| Máquina de lavar louças | 9% |
| Total | 100% |

Conforme May, 2009 considerando uma casa com 4 pessoas, sendo que uma pessoa vai 4 vezes ao banheiro por dia e com caixa acoplada com 6,8 L/descargas teremos:

$$4 \text{ pessoas} \times 4 \text{ vezes/dia} \times 30 \text{ dias} \times 6,8 \text{ L/descarga} / 1000 = 3,26 \text{ m}^3 / \text{mês}$$

Considerando o consumo médio no Brasil de 144 L/pessoa teremos:

$$170 \text{ L/ pessoa} \times 4 \text{ pessoas} \times 30 \text{ dias/} 1000 = 20,4 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Neste caso o consumo do vaso sanitário é $3,36 \text{ m}^3/\text{mês}$ e o consumo total é $20,4 \text{ m}^3/\text{mês}$ e será 16,5%.

| Tipo de Consumidor | Consumo m ³ /mês | Origem |
|-----------------------------|---|--------|
| Clubes Esportivos(1) | $(26 \times \text{n.}^\circ \text{ de chuveiros})$ | SABESP |
| Creches | $(3,8 \times \text{n.}^\circ \text{ de funcionários}) + 10$ | SABESP |
| Edifícios Comerciais(2) | $(0,08 \times \text{área construída})$ | SABESP |
| Escolas de Nível Superior | $(0,03 \times \text{área construída}) + (0,7 \times \text{n.}^\circ \text{ de funcionários}) + (0,8 \times \text{n.}^\circ \text{ de bacias}) + 50$ | SABESP |
| Escolas Pré, 1ª e 2ª Gradas | $(0,05 \times \text{área construída}) + (0,1 \times \text{n.}^\circ \text{ de vagas}) + (0,7 \times \text{n.}^\circ \text{ de funcionários}) + 20$ | SABESP |
| Hospitais | $(2,9 \times \text{n.}^\circ \text{ de funcionários}) + (11,8 \times \text{n.}^\circ \text{ de bacias}) + (2,5 \times \text{n.}^\circ \text{ de leitos}) + 280$ | SABESP |
| Hotéis de 1ª Categoria (4) | $(6,4 \times \text{n.}^\circ \text{ de banheiros}) + (2,6 \times \text{n.}^\circ \text{ de leitos}) + 400$ | SABESP |
| Hotéis de 2ª Categoria(5) | $(3,1 \times \text{n.}^\circ \text{ de banheiros}) + (3,1 \times \text{n.}^\circ \text{ de leitos}) - 40$ | SABESP |
| Lavanderias Industriais | $(0,02 \times \text{kg de roupa/mês})$ | SABESP |
| Lava-Rápidos | $9,85 \times (\text{n.}^\circ \text{ de funcionários})$ | PLINIO |
| Motéis | $(0,35 \times \text{área construída})$ | SABESP |
| Postos de Gasolina | $60 \times (\text{n.}^\circ \text{ de lavadores}) + 8 \times (\text{n.}^\circ \text{ de funcionários})$ | TOMAZ |
| Prédios de Apartamentos | $(6 \times \text{n.}^\circ \text{ de banheiros}) + (3 \times \text{n.}^\circ \text{ de dormitórios}) + (0,01 \times \text{área construída}) + 30$ | SABESP |
| Prontos-socorros (3) | $(10 \times \text{n.}^\circ \text{ de funcionários}) - 70$ | SABESP |
| Residência Unifamiliar | $3,7 \times (\text{n.}^\circ \text{ de habitantes})$ | TOMAZ |
| Restaurantes | $(7,5 \times \text{n.}^\circ \text{ de funcionários}) + (8,4 \times \text{n.}^\circ \text{ de bacias})$ | SABESP |

Figura 3.1- Equações que fornecem o volume médio mensal de água

Exemplo 3.1

Calcular o volume de água não potável que podemos usar em um posto de gasolina com 3 lavadores e 10 empregados.

Conforme Figura (3.1) pesquisa de Tomaz, 2002 o volume médio mensal pode ser estimado pela equação:

$$V = 60 \times \text{número de lavadores} + 8 \times \text{número de funcionários}$$

$$V = 60 \times 3 + 8 \times 10 = 260 \text{m}^3/\text{mês}$$

Considerando que o funcionário vai 4 vezes ao banheiro por dia teremos 4 vezes /dia x 10 funcionários x 9,0 L/descarga x 30/1000 = 11m³/mês

Quanto ao banho a duração de 7min x 10L/minutos teremos:

$$10 \text{ Funcionários} \times 7 \text{min} \times 10 \text{ L/min} \times 30 \text{dias}/1000 = 21 \text{m}^3/\text{mês}$$

Água de beber

$$2 \text{ L/dia} \times 10 \times 30 \text{dias}/1000 = 0,6 \text{m}^3$$

Portanto de água potável será gasto no banho 21m³ e mais 0,6m³ para beber totalizado 21,6m³/mês. Do total de 260m³/mês o uso de água não potável é 260m³/mês - 21,6 = 238,4 m³/mês

3.2 Taxas e frequências

Vamos fornecer as taxas e frequências mais usadas na prática.

Descarga em bacias sanitárias

Embora a bacia sanitária mais econômica existente no Brasil seja de 6,8 L/descarga, mas como podemos ter vazamentos da ordem de 30%, usaremos a taxa de **9,0 L/descarga**.

Frequência:

Em uma indústria a frequência de uso de bacias sanitárias mais usado é **5 vezes/dia**.

Em escolas fundamentais ou superior ou prédio de escritório a frequência é de **2 vezes/dia** em que uma pessoa dá a descarga na bacia sanitária;

Escola fundamental

Consumo de 25 L/dia x aluno que inclui a água potável e não potável.

Rega de jardim comum

Para a rega de jardim comum a taxa é de 2 L/m² x dia

Frequência de rega de jardim.

Geralmente é 2 vezes/semana; 1 vez/semana ou 1 vez cada 15 dias.

Rega de jardim tipo campo de golfe

Para este tipo de rega a taxa é de 4 L/m² x dia.

Limpeza de pátios comuns

A taxa de limpeza de pátios comuns usualmente é de $2 \text{ L/m}^2 \times \text{dia}$ e a frequência é 1 vez/semana ou 2 vezes/semana ou 1 vez cada 15 dias. Em pátios de refeitórios a frequência é diária

Exemplo 3.1- Previsão de consumo de um Centro de Distribuição

Dados:

Número de empregados: 60 empregados
Área de piso interno:..... 2.600m^2
Área de pátio externo: 3.000m^2
Área de gramado (jardins).. 5.000m^2
Número de dias de trabalho: 5 dias/semana
Área de cobertura (telhado). 3.000m^2
Precipitação média anual: 1235mm

Descarga em bacias sanitárias:

Taxa adotada: 9 Litros/descarga
Frequência: 5 vezes/dia

Lavagem do piso interno:

Taxa adotada: 2 L/dia/m^2
Frequência: 2 vezes/semana

Rega de gramado

Taxa adotada: 2 L/ dia/m^2
Frequência: 2 vezes/semana

Cálculos

Volume médio mensal gasto nas bacias sanitárias

$(60 \text{ funcionários} \times 9 \text{ L/descarga/dia} \times 5 \text{ vezes/dia} \times 20 \text{ dias})/1000 = 54\text{m}^3/\text{mês}$.

Volume gasto em rega de gramado, pátio externo e piso interno.

Área de piso interno:..... 2.600m^2
Área de pátio externo: 3.000m^2
Área de gramado (jardins)... 5.000m^2
Total = 10.600m^2

$(10.600\text{m}^2 \times 2 \text{ L/m}^2/\text{dia} \times 2 \text{ vezes/semana} \times 4 \text{ semanas})/1000=170\text{m}^3$

Resumo de consumo não potável

Descarga em bacias sanitárias..... $54\text{m}^3/\text{mês}$
Rega de jardim, pisos..... $170\text{m}^3/\text{mês}$
Total..... $224\text{m}^3/\text{mês}$

Total anual $224\text{m}^3/\text{mês} \times 12 \text{ meses} = 2.683\text{m}^3/\text{ano}$

Verificação:

Volume máximo anual que podemos tirar aproveitando 80% da água de chuva.

$$(3.000\text{m}^2 \times 1.235\text{mm} \times 0,80) / 1000 = 2.964\text{m}^3$$

Notar que volume de água chuva > volume necessário anualmente

$$2.964\text{m}^3 > 2.683\text{m}^3 \text{ OK.}$$

Exemplo 3.2- Previsão de consumo de escola de ensino fundamental

Número de alunos: 1500

Quantidade de professores: 30

Quantidade de funcionários: 20

Total de pessoas: $1500+30+20= 1550$ pessoas

Área de telhado:1600m²

Área de piso interno:.....1400m²

Área de refeitório:200m²

Área de gramado (jardins)..1.000m²

Número de dias de trabalho: 20dias/mês

Precipitação média anual: 1569mm

Descarga em bacias sanitárias:

Taxa adotada: 9 Litros/descarga

Frequência: 2 vezes/dia

Volume médio mensal gasto nas bacias sanitárias

$$(1.550 \text{ pessoas} \times 9 \text{ L/descarga/dia} \times 2 \text{ vezes/dia} \times 20 \text{ dias}) / 1000 = 558\text{m}^3/\text{mês.}$$

Lavagem do piso interno:

Taxa adotada: 2 L/dia/m²

Frequência: 4 vezes/mês

$$1.400\text{m}^2 \times 2 \text{ L/m}^2 \times 4 / 1000 = 11\text{m}^3/\text{mês}$$

Lavagem do piso interno do refeitório:

Taxa adotada: 2 L/dia/m²

Frequência: 20 vezes/mês

$$200\text{m}^2 \times 2 \text{ L/dia/m}^2 \times 20\text{dias}/1000 = 8\text{m}^3/\text{mês}$$

Rega de gramado

Taxa adotada: 2 L/ dia/m²

Frequência: 4 vezes/mês

$$1000\text{m}^2 \times 2 \text{ L/dia/m}^2 \times 4/1000 = 8 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Resumo de consumo não potável

| | |
|------------------------------------|-------------------------|
| Descarga em bacias sanitárias..... | 558m ³ /mês |
| Rega de jardim..... | 8 m ³ /mês |
| Refeitório..... | 8 m ³ /mês |
| Piso interno..... | 11 m ³ /mês |
| Total..... | 585 m ³ /mês |

Total anual 585 m³/mês x 12meses= 7.020 m³/ano

Conclusão: precisamos de 7.020 m³/ano ou 585 m³/mês de água não potável

Verificação:

Volume máximo anual que podemos tirar aproveitando 80% da água de chuva.

$$(1.500\text{m}^2 \times 1.569\text{mm} \times 0,80) / 1000 = 1.883\text{m}^3$$

Conclusão: temos somente 1.883m³/ano, ou seja, 157 m³/mês.

Exemplo 3.3

Residência com 5 (cinco) pessoas com área construída de 450 m², em terreno com área de 1.200 m². A piscina tem 5 m x 8 m x 1,6 m. O número total de automóveis é 2 (dois). A área de jardim é de aproximadamente 500m². Vamos calcular o uso interno e o uso externo da água na referida residência.

Vamos calcular o volume mensal de água consumido para uso interno e para uso externo.

USO INTERNO

Bacia Sanitária

Consideremos que cada pessoa ocupe a bacia sanitária 5 (cinco) vezes ao dia e que o volume de cada descarga seja de 9 litros. Consideremos ainda um vazamento de 8% em cada descarga.

Teremos então:

$$5 \text{ pessoas} \times 5 \text{ descargas/pessoa/dia} \times 9 \text{ litros/descarga} \times 30 \text{ dias} / 1000 = 6,75 \text{ m}^3/\text{mês}.$$

Lavagem de roupa

Como existe máquina de lavar roupa, suponhamos que a carga seja de 0,2 carga/pessoa.dia, com 170 litros por ciclo. Teremos:

$$5 \text{ pessoas} \times 0,2 \text{ carga/pessoa/dia} \times 170 \text{ litros/ciclo} \times 30 \text{ dias} / 1000 = 5,1 \text{ m}^3/\text{mês}.$$

Em resumo o consumo interno da casa em que poderá ser usada a água de chuva, isto é, água não potável é de 12,390 m³/mês conforme Tabela (3.8).

Tabela 3.8-Exemplo de aplicação – uso interno

| Uso Interno | Consumo em m ³ /mês |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Bacia Sanitária | 6,75 |
| Lavagem de roupa | 5,10 |
| Soma total do uso interno = | 11,85 |

USO EXTERNO

O uso externo da casa são a rega de jardins, passeios, lavagem de carros etc.

Gramado ou Jardim

Como a área de jardim de 500 m² e como se gasta 2 litros/dia/m² e ainda sendo a frequência de lavagem de 12 (doze) vezes por mês ou seja 0,40 vezes/mês teremos:

$$500 \text{ m}^2 \times 2 \text{ litros/dia/m}^2 \times 0,40 \text{ vezes/mês} \times 30 \text{ dias/1000} = 12\text{m}^3/\text{mês}.$$

Lavagem de carro

Considerando a frequência de lavagem de carros de 4 vezes/mês e que o gasto seja de 150 litros por lavagem teremos:

$$2 \text{ carros} \times 150 \text{ litros/lavagem} \times 4 /1000= 1,2\text{m}^3/\text{mês}.$$

Piscina

A piscina tem área de 5m por 8m ou seja 40m². Sendo a manutenção da mesma feita 8 (oito) vezes por mês, isto é, frequência de 0,26 vezes/mês e como o consumo de água de manutenção da piscina é de 3 litros/dia/m² teremos:

$$3 \text{ litros/dia/m}^2 \times 40 \text{ m}^2 \times 0,26 \times 30 \text{ dias/1000} = 0,936\text{m}^3/\text{mês}$$

Mangueira de Jardim

Supondo que a mangueira de jardim seja usada em 20 dias por mês teremos:
50 litros/dia x 20 dias/1000 = 1,0m³/mês

Tabela 3.9-Exemplo de aplicação – Uso externo

| Uso externo | Consumo mensal (m ³) |
|----------------------------|----------------------------------|
| Gramado ou Jardim | 12,000 |
| Lavagem de carro | 1,200 |
| Manutenção da Piscina | 0,936 |
| Mangueira de Jardim | 1,000 |
| Soma total do uso externo= | 15,136 |

Tabela 3.10- Exemplo de usos interno e externo de uma casa que pode ser usada água de chuva

| Usos da água na residência | Volumes mensais (m³) | |
|-----------------------------------|--|-----|
| Uso interno | 11,850 | 44% |
| Uso Externo | 15,136 | 56% |
| Total | 26,986 | |

A captação de água de chuva poderá ser usada mensalmente 11,85m³/mês para uso interno e 15,136 m³/mês para uso externo, totalizando 26,986 m³/mês, conforme Tabela (3.10).