

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 $\text{m}^3/\text{mês}$	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 freqüências

Vamos fornecer as taxas e freqüências 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**.

Freqüência:

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

Em escolas fundamentais ou superior ou prédio de escritório a freqüência 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

Freqüência 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 mês de água não potável

Verificação:

Volume máximo anual que podemos tirar aproveitando 80% da água de chuva.
(1.500m² x 1.569mm x 0,80)/ 1000= 1.883m³

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 pessoas x 5 descargas/pessoa/dia x 9 litros/descarga x 30 dias/1000 = 6,75 m³/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 pessoas x 0,2 carga/pessoa/dia x 170 litros/ciclo x 30 dias /1000 = 5,1 m³/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).