

Autorização concedida a Biblioteca Central da Universidade de Brasília pelo Professor Daniel Richard Sant'Ana, em 24 de abril de 2021, para disponibilizar a obra, gratuitamente, de acordo com a licença conforme permissões assinaladas, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da obra. A obra continua protegida por Direito Autoral e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

REFERÊNCIA

SANT'ANA, Daniel. Uso racional da água. In: ROMERO, Marta Adriana Bustos; FERNANDES, Júlia Teixeira (org.). **Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística**. 2 ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2015, v. 1, p. 757-786.



reabilita

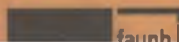
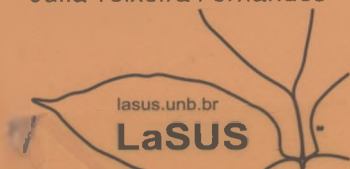
Reabilitação Ambiental Sustentável
Arquitetônica e Urbanística

Registro de Curso de Especialização a Distância

Segunda edição - 2015 - Revisada e ampliada

Org.

Marta Adriana Bustos Romero e
Julia Teixeira Fernandes



Universidade de Brasília
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo



UnB

N. Cham. : 711.4:502.3 R281a 2. ed.

Título: Reabilitação ambiental sustentável
arquitetônica e urbanística : registro do curso
de especialização a distância.



10444517

Ac. 1032523

BCE

D. G. R. G.



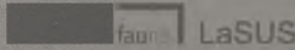
Universidade de Brasília

Reitor
Vice-Reitor
Decano de Pesquisa e Pós-Graduação
Decano de Ensino de Graduação
Decano de Administração

Ivan Marques de Toledo Camargo
Sônia Nair Bão
Jaime Martins de Santana
Mauro Luiz Rabelo
Luís Afonso Bermudez

BCE Ac. 1032523

Universidade de Brasília
D. Ed. UnB
Ex. 10444517
Data 04/09/2017



Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Diretor da FAU
Vice-Diretoria da FAU
Coordenador de Pós-Graduação
Coordenadora do LaSUS-FAU-UnB

José Manoel Morales Sanchez
Cláudia Naves David Amorim
Daniel Sant'Ana
Marta Adriana Bustos Romero

711.4:501.3
R281a
2. ed.

Coordenação Geral do Curso Reabilitação e Adequação dos Textos para EAD
Revisão Ortográfica
Coordenação Pedagógica do Curso Reabilita 2015
Coordenação Técnica e Operacional do Curso Reabilita 2015

Marta Adriana Bustos Romero
Gabriela de Souza Tenório
Gabriela de Souza Tenório e Emiliano Iglesias
Ederson Oliveira Teixeira
Valmor Cerqueira Pazos

Diagramação e Projeto Gráfico
Capa e Projeto Gráfico
Comissão Executiva do Livro

Helena Daher Gomes
Ederson Oliveira Teixeira
Marta Adriana Bustos Romero
Júlia Teixeira Fernandes
Valmor Cerqueira Pazos

Organizadores do Livro

Marta Adriana Bustos Romero
Júlia Teixeira Fernandes

Apoio

Ministério da Saúde

Textos, imagens, figuras, ilustrações são de responsabilidade dos autores.

Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística – Registro do Curso de Especialização Reabilita. Marta Adriana Bustos Romero e Júlia Teixeira Fernandes (organizadoras).

Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2015 – 2ª edição – Revisada e Ampliada / ETB-UnB
820 p. formato: 24 x 17 cm

ISBN: 978-85-67405-18-6

1. Romero, Marta Adriana Bustos. [et al.] 2. Planejamento Territorial Urbano 3. Infraestrutura 4. Desenvolvimento Sustentável 5. Paisagismo.

I. Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística – Registro do Curso de Especialização Reabilita (2015: Brasília – Distrito Federal – Brasil) II. Título.

CDD-720.47

1. Arquitetura sustentável 720.47

2ª Edição

FAU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / LaSUS – Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo.

Caixa Postal 04431, CEP 70904-970 – Brasília-DF. Telefones: 55 61 3107-7445 / 3107-7458. Pedidos: lasus@unb.br / www.lasus.unb.br

del

Marta Adriana Bustos Romero
Júlia Teixeira Fernandes (org.)

Reabilitação Ambiental Sustentável BR Arquitetônica e Urbanística

Registro de Curso de Especialização à Distância
2ª edição

Capítulo 1
Maria de Fátima Guerra de Sousa

Capítulo 2
Rômulo José da Costa Ribeiro

Capítulo 3
Andrey Rosenthal Schlee
Ana Elisabete Medeiros
Oscar Luís Ferreira

Capítulo 4
Rodrigo Studart Corrêa

Capítulo 5
Ricardo Silveira Bernardes

Capítulo 6
Liza Maria Souza de Andrade

Capítulo 7
Marta Adriana Bustos Romero

Capítulo 8
Miguel Aloysio Sattler

Capítulo 9
Claudia Naves David Amorim

Darja Kos Braga

Capítulo 10
Caio Frederico e Silva

Capítulo 11
Marcelo de Andrade Romero

Capítulo 12
Oscar Luís Ferreira
Leonardo Pinto de Oliveira

Capítulo 13
Marcio Augusto Roma Buzar
Júlio Eustáquio de Melo

Capítulo 14
Daniel Sant'Ana

Capítulo 15
Raquel Naves Blumenschein
Rosa Maria Sposto

capítulo 14

Uso Racional da Água

Daniel Sant'Ana, Ph.D

Sumário

Apresentação

unidade 1

Recursos hídricos e a demanda de água

762

1.1 - O ciclo hidrológico e distribuição de água doce no planeta

762

1.2 - Água no mundo

763

1.3 - Água no Brasil

765

1.4 - Demanda de água urbana e usos-finais de água

766

unidade 2

Conservação de água em edificações

770

2.1 - Uso racional de água

771

2.2 - Sistemas prediais de água não potável

774

2.3 - Programa de conservação de água

780

Palavras Finais

782

Referências

783

Apresentação

Caro cursista,

Seja bem vindo à disciplina em USO RACIONAL DA ÁGUA. Essa disciplina busca fornecer um amplo repertório de diferentes estratégias voltadas à conservação de água e apresentar o embasamento necessário para a elaboração de programas de conservação de água em edificações.

As naturezas quantitativas e qualitativas dos recursos hídricos estão sendo afetados pela superexploração, poluição e fatores climáticos causados pelo aquecimento global. Essas preocupações com a realidade atual dos recursos hídricos têm induzido, em todo mundo, uma série de medidas voltadas à conservação de água e preservação de recursos hídricos.

Com ênfase na gestão da demanda de água, programas de conservação de água promovem a redução do consumo de água através do uso racional, e da utilização de fontes alternativas de água.

Atuando na redução da demanda de água, o uso racional da água pode ser obtido através de campanhas de sensibilização, correção de vazamentos, redução de perdas e da instalação de equipamentos conservadores de água no sistema hidráulico.

Atuando na oferta, sistemas prediais de água não potável utilizam fontes alternativas para o abastecimento em usos cuja potabilidade não seja necessária, como na irrigação, lavagem, limpeza, descarga sanitária, entre outros.

Além de oferecer um amplo repertório teórico, este módulo estimula o aluno a buscar informações adicionais por meio de leituras complementares e pesquisa de mercado, sem perder contato com a prática profissional.

Desejo-lhe bons estudos,

Prof. Daniel Sant'Ana

unidade 1

Recursos hídricos e a demanda de água

De onde vem a água que bebemos? Ela é suficiente para abastecer nossas demandas urbanas? Como utilizamos água nas edificações? A maneira pelo qual a água é utilizada é igual nas diferentes tipologias edilícias (residenciais, comerciais e institucionais)? Quais são os fatores que afetam o consumo de água? Essas e outras questões serão abordadas nesta primeira unidade.

1.1 - O ciclo hidrológico e distribuição de água doce no planeta

Água é essencial para vida. Ela sustenta toda a fauna e flora do planeta. Água é vital para a saúde humana, não apenas para consumo e higiene pessoal, mas também para saneamento ambiental, pois utilizamos água no transporte e no tratamento de esgoto. Água é um recurso natural utilizado em diferentes setores econômicos. Usamos água na produção de alimentos na agricultura, na geração de energia elétrica e na produção de bens de consumo em indústrias.

Setenta por cento da superfície terrestre é coberto por água. Apesar da abundância, uma grande parcela de toda água no mundo encontra-se nos oceanos, em sua forma salgada, imprópria para consumo. Apenas 2,5% de toda água no mundo é própria para uso agrícola, industrial e para consumo humano. Dessa porcentagem, uma grande parte da água doce encontra-se congelada nas calotas polares, ou em grandes profundidades subterrâneas de difícil extração. Apenas 0,01% de toda água no mundo encontra-se acessível e adequada para consumo (SHIKLOMANOV, 1993).

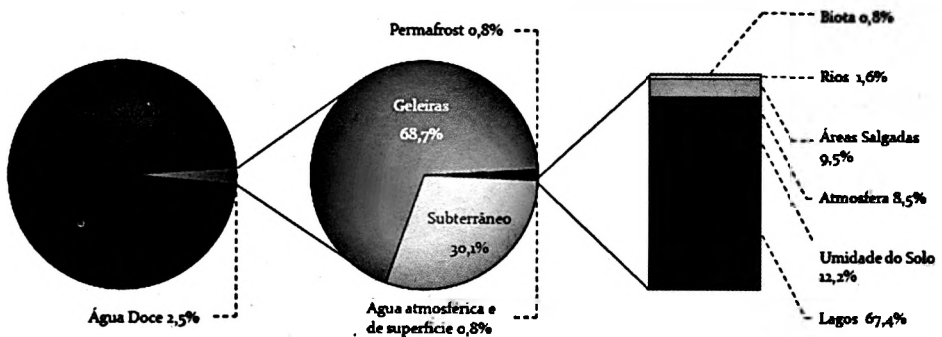


Figura 1 – Distribuição de água no mundo. (SHIKLOMANOV, 1993).

Apesar do volume de água no planeta ser fixo, água doce é um recurso renovável que passa por um processo de purificação. A energia solar que se incide no planeta

aquece as águas dos oceanos e dos continentes terrestre, passando do seu estado líquido ao gasoso. Durante esse processo de evaporação, as impurezas contidas na água são separadas, e as moléculas da água sobem à atmosfera. Esse vapor é transportado pela circulação atmosférica em forma de nuvens. Ao se condensar, a água passa por um processo de transformação, retornando ao seu estado líquido. Nesse momento, a água volta à superfície terrestre em diferentes formas de precipitação (chuva, neve, geada, neblina, orvalho ou granizo). Durante esse processo de precipitação é que ocorre o abastecimento de nossos recursos hídricos, alimentando rios, lagos, represas, nascentes e águas subterrâneas.

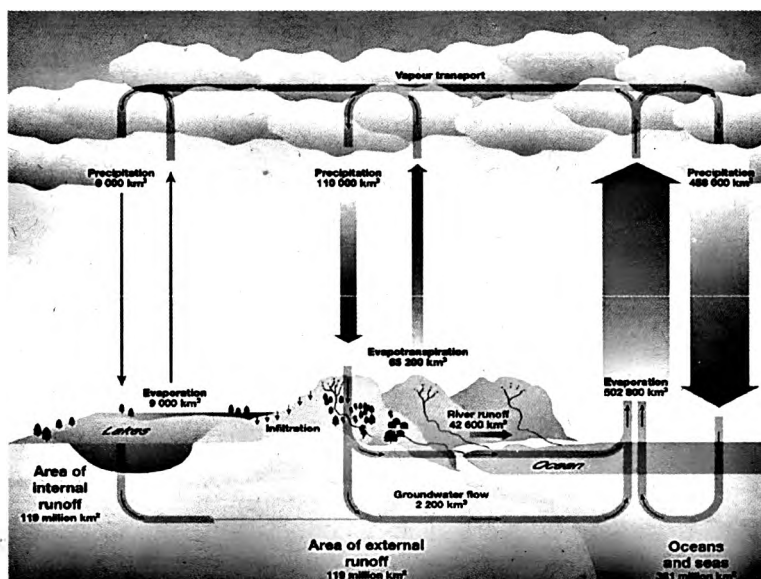


Figura 2 – Ciclo Hidrológico. (Fonte: <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article24.html>)

Durante precipitação, a água que atinge o solo pode ter diferentes destinos. Parte da água precipitada escoar na superfície terrestre chegando aos cursos de água, enquanto outra parte acaba infiltrando no solo, alimentando os lençóis freáticos. As águas que caem sobre o solo retornam aos oceanos diretamente, por escoamento superficial, ou indiretamente, pela descarga natural da água subterrânea.

1.2 - Água no mundo

Por anos, os seres humanos têm utilizado água como um recurso inesgotável, dependendo fortemente de sua capacidade de regeneração. Com o constante crescimento da população mundial, a rápida urbanização, expansão industrial e produção agrícola vêm exercendo uma pressão muito grande ao meio ambiente (UNEP, 2006; UN-Water, 2006).

Em 1995, o mundo extrai o equivalente a 3.906 km³ de água doce, e segundo Rosegrant et al. (2002), a extração de água deverá aumentar em pelo menos 50% a mais até 2025. Devido ao crescimento populacional, estudos sugerem um aumento de 71% no consumo per capita mundial, dos quais mais de 90 % desse aumento ocorrerá em países em desenvolvimento.

O relatório das Nações Unidas (UN-WATER, 2006) demonstra que o consumo mundial de água vem crescendo mais de duas vezes a taxa de crescimento da população, enquanto a disponibilidade de água doce acaba sendo afetado por cargas poluentes de efluentes urbanos, industriais e agrícolas. Tradicionalmente, rios, lagos e águas costeiras têm sido utilizados como recipientes para diluição e dispersão de resíduos. No entanto, os corpos de água têm uma capacidade limitada para processar essas cargas poluentes. De acordo com o Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial da Água das Nações Unidas (UN/WWAP, 2003), fontes de água doce estão sendo reduzidas pela poluição. O relatório indica que cerca de dois milhões de toneladas de resíduos são descartados em corpos hídricos diariamente, atingindo o equivalente a 12.000 km³ de água doce em todo o mundo.

Existem evidências que o aquecimento global terá um impacto sobre o ciclo hidrológico e, conseqüentemente, sobre nossa disponibilidade hídrica (IPCC, 2001). Estima-se que as mudanças climáticas serão responsáveis por cerca de 20% do aumento da escassez de água no mundo (UN/WWAP, 2003). Embora seja difícil prever mudanças nos padrões de precipitação, simulações indicam que haverá um aumento na frequência de chuvas intensas, o que pode levar a inundações em muitas áreas urbanizadas, e secas extremas em regiões áridas e semi-áridas pelo mundo (IPCC, 2007).

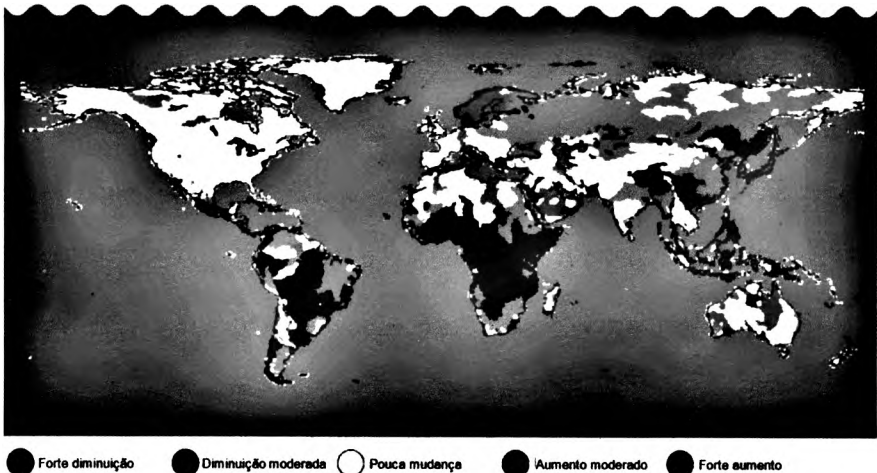


Figura 3 – Previsão de estresse hídrico no mundo em 2025. (Fonte: RIJSBERMAN & COSGROVE, 2000)

O uso excessivo dos recursos hídricos associado a fatores globais como mudanças climáticas e poluição está afetando a quantidade e a qualidade de água para abastecimento. Como podemos observar na figura acima, previsões indicam que muitos países em desenvolvimento na América Latina, África e Ásia, terão que enfrentar estresse hídrico caso novas tendências de gestão sustentável de água não sejam adotadas (RIJSBERMAN & COSGROVE, 2000).

1.3 - Água no Brasil

Atualmente no Brasil, a pressão sobre recursos hídricos é um produto do crescimento populacional e econômico, expresso em altos índices de expansão urbana e poluição de água, agregados a crescentes episódios de inundações e secas, afetando tanto a quantidade como a qualidade de água doce disponível no país (ANA, 2002).

Para enfrentar esses desafios, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA) com o intuito de gerenciar e regularizar os recursos hídricos em âmbito nacional, pela promoção do uso sustentável da água. Para gerenciar os recursos hídricos do Brasil, o país foi dividido em doze regiões, cada uma composta de uma bacia hidrográfica ou grupo de bacias contíguas com características similares.

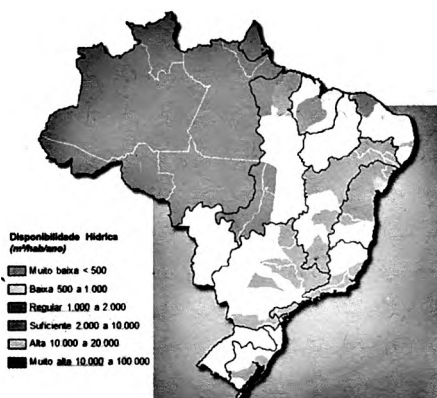


Figura 4 - Disponibilidade hídrica no Brasil



Figura 5 - Relação oferta vs. demanda. (Fonte: ANA, 2007)

O Brasil detém 11,6% de toda água doce superficial do mundo. Porém, é importante ressaltar que setenta por cento dessa água doce encontra-se na região Norte do país para atender apenas 7% da população brasileira. O restante está distribuído desigualmente pelo país, para atender 93% da população. Observe a Figura 4 acima, repare que existe uma alta disponibilidade de água doce na região Amazônica. Em contrapartida, encontramos baixos níveis de disponibilidade hídrica nas regiões do Nordeste e Sudeste do País. A Figura 5 apresenta a relação entre a demanda e a

disponibilidade hídrica nos principais recursos naturais do país. Podemos observar que a disponibilidade hídrica de determinados cursos hídricos nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul encontram-se em situações alarmantes. Segundo o relatório da ANA (2012), a baixa disponibilidade hídrica nesta região do país está relacionada aos baixos índices de chuva para abastecimento no Sertão. Já a baixa disponibilidade hídrica da região Sudeste está ligada a alta demanda por água doce gerada por sua crescente população urbana. Por sua vez, a região Sul do país apresenta alta demanda referente à irrigação na produção agrícola.

A Figura 6 apresenta as demandas de água no país em 2010 (ANA, 2012). Observe que 54% do consumo de água no Brasil foram destinados à produção agrícola, para fins de irrigação ($1.270 \text{ m}^3/\text{s}$). Repare que o abastecimento urbano é responsável pela segunda maior vazão de extração de água ($522 \text{ m}^3/\text{s}$). Nos últimos anos, a demanda urbana de água tem apresentado um aumento constante no seu consumo per capita (litros/pessoa/dia). Ou seja, a cada ano que passa as pessoas estão utilizando mais água em suas atividades diárias.

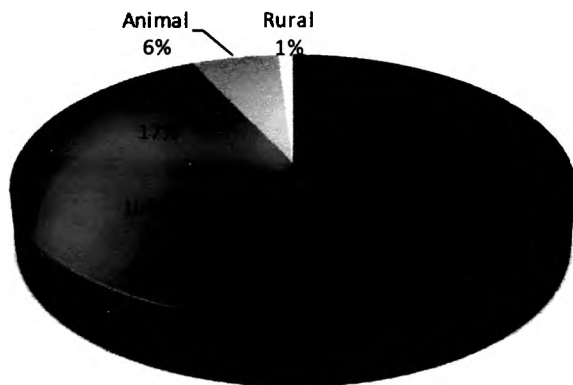


Figura 6 - Usos múltiplos da água. (Fonte: ANA, 2012)

1.4 - Demanda de água urbana e usos-finais de água

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades divulga anualmente um diagnóstico dos serviços de água e esgoto, baseado na informações enviadas pelas prestadoras de serviços no Brasil, o SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Ao verificar a evolução do consumo urbano de água nos últimos anos (Figura 7), podemos observar um aumento constante no consumo *per capita* e, em um cenário futuro sem alterações (*business as usual*), projeções indicam uma crescente tendência no aumento do consumo urbano per capita.

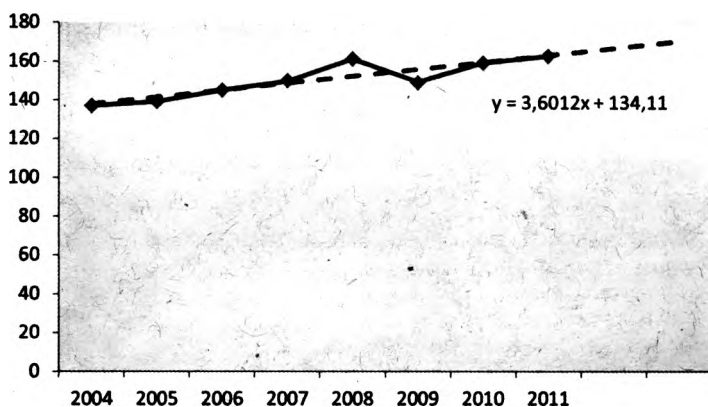


Figura 7 – Projeção da demanda de água urbana per capita. Fonte: SNSA (2005; 2006; 2007; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013). www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental.

Para refletir

Qual o histórico do consumo per capita de sua cidade? A companhia de abastecimento de água disponibiliza essas informações? Verifique a demanda de água per capita do seu estado ou distrito nos últimos anos consultando o SNIS disponível no site <http://www.snis.gov.br> Acesso em 05.02.2015. Em geral, houve um aumento ou redução no consumo? Há alguma explicação hipotética para essa tendência?

Há uma série de variáveis que afetam o consumo de água. Entre eles, encontram-se o clima, número de pessoas, o preço da água, renda, etc. Uma das variáveis que definem como a água será usada, é a tipologia da edificação que, por sua vez, está diretamente ligada à sua função e atividades desenvolvidas nela. Com isso, os usos urbanos de água podem ser categorizados em consumo residencial (casas unifamiliares e edifícios multifamiliares), consumo comercial (escritórios, lojas, restaurantes, hotéis, postos de combustível, etc.), consumo público (edifícios governamentais, escolas, hospitais, etc.) e consumo industrial (produção de bens de consumo, alimentação de caldeiras, resfriamento, etc.).

O que é uma variável?

Uma variável é um elemento, característica ou fator susceptível a variações ou alterações. Variáveis do consumo de água são elementos que afetam a maneira pelo qual água é utilizada em edificações.

Na maioria dos casos, a principal variável que afeta o consumo de água, é o número de pessoas em uma determinada edificação. Para tanto, o principal parâmetro utilizado nos indicadores de consumo, é o consumo per capita, onde o consumo predial é medido em litros por pessoa por dia (l/p/d). No caso de consumos externos (lavagem de pisos, irrigação, etc.), ou de edificações com população flutuante (shopping centers, postos de saúde, etc.), um parâmetro de consumo por área pode ser utilizado como medida de consumo em litros por área por dia (l/m²/d). Outra alternativa, é utilizar um parâmetro baseado em atividades específicas, como por exemplo, litros por refeição por dia para restaurantes ou litros por leito por dia, no caso de hospitais e hotéis.

O que é um parâmetro?

Parâmetro é um fator mensurável, numérico ou de outro formato, pelo qual diferentes variáveis podem ser comparadas. Parâmetros de consumo de água são utilizados para comparar o desempenho hidráulico de uma determinada edificação.

O consumo predial é definido pela somatória de atividades que utilizam água em diferentes pontos de uso, dentro e fora da edificação. Segundo Memon e Butler (2006), essas atividades podem ser divididas em duas categorias: i) uso pessoal; e ii) uso comunal. Usos pessoais incluem atividades individuais, muitas vezes relacionadas à higiene (tais como tomar banho, lavar as mãos e rosto, escovar os dentes, usar o vaso sanitário, etc.). Já os usos comunais estão relacionados às atividades de cunho coletivo (preparo de alimento, lavagem de louças, lavagem de roupas, etc.) ou atividades externas e prediais (como irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc.).

O que é um indicador?

Alguma coisa que indica o estado ou nível de algo. Indicadores de consumo de água utilizam-se de unidades paramétricas temporais para a comparação de valores-base que 'indicam' o consumo de água de uma determinada edificação, e podem ser utilizadas na previsão da demanda de água, avaliação de programas de conservação de água e no dimensionamento de sistemas prediais.

Mayer et al. (1999, p.1) define usos-finais de água como "*todos os lugares onde água é utilizada...*", incluindo banheiros, chuveiros, torneiras, máquinas de lavar, etc.

A compreensão dos padrões dos usos-finais de água abrem o caminho para a previsão da demanda urbana de água e para o desenvolvimento e avaliação de programas de conservação de água. Porém, segundo Vieira et al. (2007) o consumo de água em seus usos-finais podem variar significativamente de país para país, de região à região ou até mesmo de uma edificação à outra. Apesar da vasta experiência internacional, a caracterização dos usos-finais de água no Brasil encontra-se na sua infância. A Tabela 1 abaixo apresenta indicadores dos usos-finais do consumo de água em edificações residenciais, resultados de diferentes estudos realizados no Brasil.

Tabela 1 – Usos-finais do consumo doméstico de água.

USOS-FINAIS DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ÁGUA							
	Rocha et al. (1998)	Ghisi & Ferreira (2007)	Ghisi & Oliveira (2007)	Barreto (2008)	Sant'Ana (2011)	Boeger & Sant'Ana (2013)	MÉDIA
Usos Internos							
Lavatório (%)	8	11	4	4	9	—	7
Chuveiro (%)	55	16	38	14	21	—	29
Bidê / Ducha Higiênica (%)	—	—	—	—	2	—	2
Descarga Sanitária (%)	6	33	27	6	17	—	18
Pia Cozinha (%)	18	34	24	12	17	—	21
Filtro (%)	—	—	—	—	1	—	1
Máquina de Lavar Louça (%)	—	—	—	—	2	—	2
Tanque (%)	3	2	—	5	10	—	5
Máquina de Lavar Roupa (%)	11	2	7	28	17	—	13
Consumo per capita (l/p/d)	109	179	175	263	182	—	182
Usos Externos							
Irrigação (%)	—	—	—	—	68	33	51
Lavagem de Pisos (%)	—	—	—	—	32	67	49
Consumo por área (l/m ² :d)					1.0	0.3	0.7

Para saber mais

Como vimos anteriormente, uma das variáveis do consumo de água, é a tipologia da edificação, pois as atividades desenvolvidas nela afetam a maneira pelo qual a água é utilizada. Evidentemente, os indicadores dos usos-finais do consumo doméstico de água apresentadas na Tabela 1, não se aplicam a edifícios comerciais e institucionais. Com isso em mente, verifique como a água é utilizada em edificações não-residenciais no Brasil.

Edifícios de escritórios

- PROENÇA, L. C.; GHISI, E. Estimativa de usos finais de água em quatro edifícios de escritórios localizados em Florianópolis. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.9, n.3, p.95-108, jul./set. 2009.
- SANT'ANA, D. Aproveitamento de água pluvial no complexo central de tecnologia do Banco do Brasil. In: SEABRA, G. (org.). *Terra: qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades*. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2013, p.701-714.

Edifícios públicos

- KAMMERS, P. C.; GHISI, E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis-SC. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.6, n.1, p.75-90, na./mar. 2006.

Instituições de ensino

- MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis-SC. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.8, n.2, p.67-84, abr./jun. 2008.
- SANT'ANNA, R.; MIRANDA, R.; CÉSAR, L.; SANT'ANA, D. Análise do consumo de água em escola pública no Distrito Federal. In: SEABRA, G. (org.). *Terra: qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades*. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2013, p.1231-1243.

Além da literatura indicada acima, você consegue identificar outros estudos que apresentam indicadores dos usos-finais do consumo de água em edifícios não-residenciais no Brasil? Pesquise.

unidade 2

Conservação de água em edificações

O que é um programa de conservação de água? O que podemos fazer para reduzir o consumo de água nas edificações? Nesta unidade veremos as diferentes estratégias voltadas ao uso racional de água e sistemas prediais que fazem uso de fontes alternativas de água em fins não potáveis nas edificações.

2.1 - USO racional de água

Atuando na demanda, o uso racional de água busca utilizar água de maneira eficiente, com o mínimo de desperdício. Algumas das medidas voltadas à otimização do consumo de água em edificações incluem a conscientização de usuários, mudanças nos hábitos de consumo, adequação dos processos de uso da água, combate a vazamentos, uso de equipamentos economizadores de água, entre outros.

Corral-Verdugo et al. (2002) argumenta que o comportamento humano é a principal causa de degradação ambiental. O comportamento humano é provavelmente o fator que tem a maior influência sobre o consumo de água em edificações, pois a percepção das pessoas afeta a maneira como água é utilizada, atuando sobre a frequência e tempo de uso da água. Campanhas de conscientização e educação ambiental pelos diferentes meios de comunicação (pôsteres, folhetos, adesivos, informativos, palestras, etc.) são capazes de estimular atitudes voltadas à conservação através de mudanças nos hábitos de consumo das pessoas.

No que se diz a manutenção predial, o uso racional de água pode ser obtido pela adequação dos processos que utilizam água e por meio de ações de base operacional. Por exemplo, os processos de manutenção predial que utilizam água, como lavagem de pisos e irrigação de jardins, podem ser adequados, reduzindo o tempo e a frequência de uso, agregado à utilização de equipamentos eficientes de consumo reduzido. Por sua vez, o monitoramento contínuo do consumo de água, utilizando-se de registros em planilhas eletrônicas e gráficos de leituras mensais, diárias ou até mesmo setorizadas, ajuda a identificar perdas ou ineficiências no sistema hidráulico para eventuais intervenções ou reparos.

Vazamentos na rede hidráulica reduzem a eficiência do sistema, levando ao desperdício de água, aumentando o consumo e os custos operacionais da edificação. Por mais que pareçam inofensivas, pequenas goteiras de fluxo contínuo podem resultar em enormes perdas de água, caso não sejam, consertadas imediatamente. A Tabela 2 apresenta a perda de água estimada gerada por vazamentos comumente encontrados em diferentes equipamentos consumidores de água.

Muitas vezes, sistemas hidráulicos datados ou que estejam apresentando sinais de desgaste, necessitam de maior atenção a vazamentos. Em geral, vazamentos visíveis ocorrem junto ao equipamento ou aparelho consumidor de água, e podem ser evitados por simples manutenção e facilmente reparados pela reposição das peças desgastadas. A Tabela 3 demonstra possíveis intervenções para o reparo de

vazamentos em diferentes aparelhos hidro-sanitários. Vazamentos não visíveis ocorrem nas tubulações hidráulicas de alimentação e de distribuição e nos reservatórios de água. Vazamentos não visíveis são difíceis de detectar podem levar tempo até serem identificados.

Tabela 2 – Volumes estimados perdidos em vazamentos. Fonte: ANA et al. (2005)

Aparelho/equipamento sanitário	Perda estimada	
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	> 32 litros/dia
	Filete \varnothing 2 mm	> 114 litros/dia
	Filete \varnothing 4 mm	> 333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
	Filetes visíveis	144 litros/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros (supondo a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vaza no registro	0,86 litros/dia
	Vaza no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Tabela 3 – Defeitos/falhas dos aparelhos sanitários e intervenções necessárias. Fonte: ANA et al. (2005)

Aparelho Sanitário	Defeitos/Falhas Encontrados	Intervenção
Bacia sanitária com válvula	Vazamento na bacia	Troca de reparos
Bacia sanitária com caixa acoplada	Vazamento externo na válvula de descarga	
	Vazamento na bacia	Regulagem da bóia ou troca de reparos Troca ou limpeza da comporta e sede Troca ou regulagem do cordão
Torneira convencional (lavatório, pia, tanque, uso geral)	Vazamento pela bica	Troca do vedante ou do reparo
Torneiras hidromecânicas (lavatório, mictório)	Vazamento pela haste	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
	Tempo de abertura Inadequado (fora da faixa compreendida entre 6 e 12 segundos)	Troca do pistão ou êmbulo da torneira
	Vazão excessiva	Ajuste da vazão através do registro regulador
Registro de pressão para chuveiro	Vazamento na haste do botão acionador	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
	Vazamentos pelo chuveiro	Troca do vedante ou do reparo
	Vazamento pela haste do registro	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo

Para saber mais

Quais são alguns dos sinais apresentados por vazamentos não visíveis na rede hidráulica de alimentação, distribuição ou reservatórios? Como identificar vazamentos não visíveis em uma edificação? Consulte o website de sua companhia de abastecimento de água local, verifique se existem dicas simples para identificar vazamentos. Alternativamente, você pode consultar a cartilha *O uso racional da água no comércio e o Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água* no site da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp para maiores informações. Em casos mais complexos, torna-se necessário o uso de equipamentos para a detecção de vazamentos não visíveis. Quais são os diferentes equipamentos disponíveis no mercado? Como eles funcionam? Pesquise.

Nas edificações existentes, recomenda-se a substituição dos componentes convencionais por equipamentos economizadores novos. Em novas construções, o projeto hidráulico deve prever os equipamentos economizadores mais apropriados para o uso racional da água. Equipamentos economizadores de água apresentam características específicas de instalação, funcionamento, operação e manutenção e, segundo (ANA et al., 2005, p.46) é fundamental que os mesmos:

- “Sejam especificados adequadamente, em função do uso a que se destinam e do tipo de usuário;
- Sejam instalados corretamente, de acordo com as orientações e especificações dos respectivos fabricantes;
- Sejam utilizados da maneira adequada, para o fim a que se destinam, com eventual capacitação de usuários quando for o caso;
- Recebam a manutenção necessária (preventiva ou corretiva) que garanta a regulação e o funcionamento correto dos equipamentos, de acordo com as especificações dos respectivos fabricantes.”

Pesquisa de mercado

A cada ano que passa, novos equipamentos economizadores de água aparecem no mercado. Segundo SABESP (s.d., p.29) “os fabricantes estão sempre investindo em tecnologia e desenvolvendo produtos e dispositivos que atendam o mercado. Diversos destes lançamentos são de produtos economizadores de água, voltados especificamente para o seu uso racional”. Com isso em mente, identifique um equipamento economizador de água disponível no mercado brasileiro que apresente a menor vazão ou volume de água por uso para os pontos de consumo / usos-finais indicados abaixo:

- Torneira de lavatório
- Chuveiro
- Descarga sanitária
- Mictório
- Torneira de cozinha
- Máquina de lavar louça
- Torneira de uso geral/tanque
- Máquina de lavar roupa
- Lavagem / limpeza
- Irrigação

Qual a sua vazão / volume por uso, marca / modelo; vazão e valor de mercado? Monte uma tabela comparando a relação entre o consumo de equipamentos convencionais e o consumo reduzido. Qual o potencial de redução do consumo de água (%) para cada um deles? Consulte SABESP (s.d., p.29) para obter valores de consumo convencional.

2.2 - Sistemas prediais de água não potável

Atuando na oferta, sistemas prediais de água não potável fazem uso de fontes alternativas de água para abastecimento predial em usos restritos cujos padrões de potabilidade não sejam necessários. Entre eles, encontram-se sistemas de aproveitamento de águas pluviais, reúso de águas cinzas e recuperação de águas residuárias.

Segundo a Norma NBR 5626 (ABNT, 1998), abastecimento predial pode ser feito com água potável e água não potável. Nesses casos, a concessionária (companhia de abastecimento de água) deve ser notificada previamente. Recomenda-se verificar se existe alguma norma ou regulamento da concessionária para verificar quais as exigências locais para antes de realizar as instalações prediais.

O que é água não potável?

Água imprópria para consumo humano, cujos parâmetros não atendem à Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, porém apresentam as exigências mínimas para usos restritos onde não há risco de contaminação de usuários. ANA et al. (2005, p.51) apresentam as exigências mínimas da água não potável para as diferentes atividades realizadas nos edifícios.

Conforme estabelecido na Norma NBR 5626 (ABNT, 1998), sistemas prediais de água não potável devem ser totalmente independente do sistema predial de água potável, evitando conexões cruzadas (interligação de tubulações de água não potável com tubulações de água potável), e utilizando-se dispositivos de separação atmosférica para proteção sanitária da rede de água potável durante o processo de alimentação de água da concessionária no sistema predial de água não potável.

Existem diversos aspectos comuns na composição dos sistemas de água não potável (Figura 8). Fontes alternativas de água, como por exemplo, águas pluviais, águas cinzas ou águas residuárias, são coletadas por uma rede coletora de tubulações usada no seu transporte para tratamento e retenção. O nível de tratamento da água para uso não potável, seja ele biológico, químico, ou físico, varia de acordo com a qualidade inicial da água e sua qualidade final desejada. Depois de tratada, a água pode ser armazenada em um reservatório de retenção, cujo dimensionamento é função do seu tempo de armazenamento e da sua oferta e demanda. Uma bomba de recalque transporta esta água armazenada para um reservatório de distribuição conectado à rede de água potável da concessionária, caso haja a necessidade de uma alimentação para suprir a demanda e, sem que haja conexões cruzadas com a rede de água potável, uma rede de distribuição de água não potável, transporta a água para pontos de usos restritos (Leggett et al., 2001).

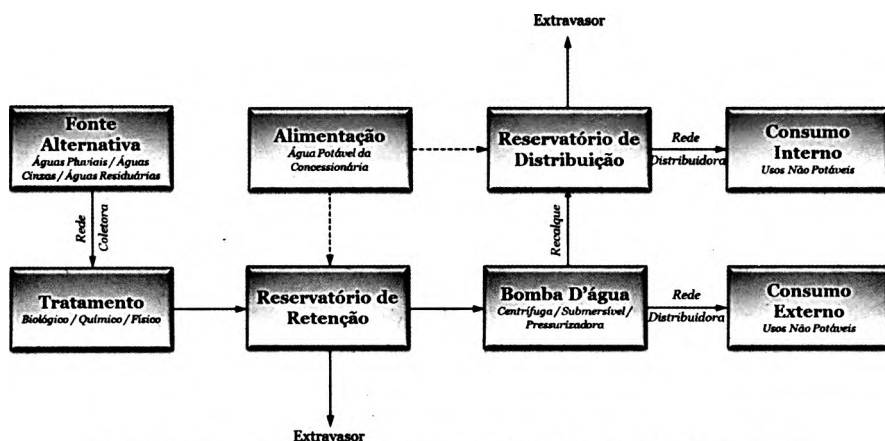


Figura 8 – Fluxograma genérico de sistemas prediais de água não potável no Brasil.

O que é água pluvial?

Água de chuva captada após escoamento de coberturas ou demais superfícies impermeáveis. Apesar de pura, a água da chuva se contamina ao entrar em contato com impurezas no ar ou superfície de coleta.

O que é água cinza?

Águas servidas. Esgoto secundário proveniente de processos de lavagem e limpeza. Enquanto alguns autores excluem as águas com gordura (pia de cozinha e máquina de lavar louça) de sua definição, outros sub-categorizam como: i) águas cinzas claras (águas provenientes de chuveiros, lavatórios e lavanderia); e ii) águas cinzas escuras (águas com gordura).

O que é água residuária?

Esgoto doméstico. Efluente composto por águas servidas, águas com gorduras e esgoto primário com contribuição fecal (águas negras).

2.2.1 - Aproveitamento de águas pluviais

O aproveitamento de água pluvial é um conceito simples, que ao invés de permitir que as águas da chuva provenientes da cobertura escoem pelos bueiros, elas são filtradas e armazenadas em uma cisterna para seu aproveitamento na irrigação, limpeza, lavagem de roupas, descarga sanitária e demais usos cujo requisito de potabilidade não seja necessário.

Apesar de potável, a água da chuva torna-se imprópria para consumo ao entrar em contato com uma superfície de coleta. Impurezas como terra, poeira, galhos, folhas e excremento de aves, são bastante comuns em coberturas, portanto, o tratamento da água pluvial torna-se necessário. Também é possível coletar águas pluviais escoadas de pisos, mas neste caso um maior nível de tratamento é necessário, devido ao alto grau de impurezas encontradas no solo (óleos, graxa, fezes de animais, entre outros). Existe a possibilidade da água de chuva tornar-se ácida ao entrar em contato com poluentes na atmosfera, especialmente em regiões próximas a indústrias e fábricas. Nesse caso, a correção do pH da água torna-se necessária para evitar corrosões em metais sanitários.

Sistemas de aproveitamento de água pluvial podem ser classificados de acordo com os usos e nível de tratamento: (i) uso não potável direto; (ii) uso não potável tratado; e (iii) uso potável. O uso não potável direto utiliza-se de um tonel de água fixados a condutores verticais para o armazenamento de um pequeno volume de água pluvial (200 a 500 litros). Devido ao potencial de contaminação por microorganismos patogênicos a saúde humana, essa água limita-se à irrigação e lavagem de pisos ou carros.

Para sistemas de maior capacidade (a partir de 5.000 litros), recomenda-se uma pré-filtragem da água pluvial antes do seu armazenamento em uma cisterna

(reservatório de retenção). Dispositivos instalados dentro da cisterna garantem a qualidade da água armazenada por grande período de tempo e, com isso, o uso não potável tratado das águas pluviais pode ser utilizado na irrigação, limpeza, descarga sanitária, lavagem de roupas, espelhos d'água, torres de resfriamento, combate a incêndio e demais usos não potáveis em edificações.

Caso essa água passe por um processo de desinfecção, é possível torná-la potável. Porém, o sistema de aproveitamento de água pluvial para uso potável requer um processo de tratamento que atinja os níveis de potabilidade exigida pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, e exigem um monitoramento constante, podendo ser realizado através de uma unidade de controle que corta o abastecimento da água pluvial automaticamente caso o padrão de potabilidade não seja alcançado. Apesar do alto investimento inicial, os benefícios econômicos gerados pelo sistema geram um curto período de retorno – payback (SANT'ANA, 2006). Vale a pena ressaltar que a atual legislação no Brasil não permite o uso potável de águas pluviais em ambientes urbanos com acesso à rede de abastecimento. Em geral, o uso potável de águas pluviais limita-se a edificações autônomas, muitas vezes sem acesso à rede de abastecimento de água.

2.2.2 - Reúso de águas cinzas

Devido à escassez de recursos hídricos, diversos países desenvolveram sistemas prediais que reutilizam as águas cinzas em fins não potáveis. Além de promover a conservação de água potável, o reúso de águas cinzas reduz o volume de esgoto gerado pelas edificações, o que permite maximizar os sistemas de infraestrutura urbana de abastecimento de água e de tratamento de esgotos.

É possível encontrar uma gama de impurezas nas águas cinzas. Substâncias como cabelos, pelos, pele, sabão e detergentes usados na lavagem e banho, são bastante comuns. Não podemos esquecer outros tipos de impurezas que passam pelos ralos, como por exemplo urina, traços de fezes, vômito, entre muitos outros contaminantes. Portanto, torna-se necessário tomar certos cuidados para garantir a saúde dos usuários nas edificações e evitar o mal cheiro que pode surgir em função da proliferação de microrganismos.

O reúso de águas cinzas está ligado diretamente ao volume de oferta de águas cinzas, a qualidade do efluente, o tratamento aplicado e à qualidade da água exigida para o uso não potável. Com isso, sistemas de reúso de águas cinzas também podem ser classificados de acordo com o nível de tratamento e tipos de reúso: (i) reúso não-potável direto; e (ii) reúso não-potável tratado.

O reúso não-potável direto limita-se apenas à irrigação subterrânea de jardins, ou lavagem de pisos. As águas cinzas provenientes de máquinas de lavar roupas podem ser facilmente armazenadas em pequenos tonéis de 200 – 300 litros para reúso direto não tratado em lavagem de pisos, ou até mesmo na irrigação manual de plantas. Pela sua simplicidade, praticidade e baixo custo, a prática do 'tonel & balde' é muito comum em residências de renda baixa e média-baixa no Brasil, pois os processos de lavagem de roupas e de pisos durante faxina, geralmente ocorrem no mesmo dia da semana, evitando o armazenamento da água cinza não tratada por um curto período de tempo (SANT'ANA, 2011).

Existem também, sistemas de desvio de águas cinzas que utilizam mecanismos simples para direcionar águas cinzas ao reúso não potável direto em irrigação sub-superficial (Figura 9). O desvio pode ser realizado por gravidade ou, se necessário, as águas cinzas podem ser bombeadas para auxiliar o seu transporte por uma rede de distribuição composta por tubulações perfuradas ou mangueiras porosas para irrigação sub-superficial. Esse tipo de reúso exige que as águas cinzas sejam utilizadas no momento em que são produzidas e que não sejam armazenadas por mais de um dia. Para o reúso de águas cinzas em irrigação por aspersão, lavagem de pisos e descargas sanitárias, torna-se necessário o tratamento físico, biológico e/ou químico do efluente.

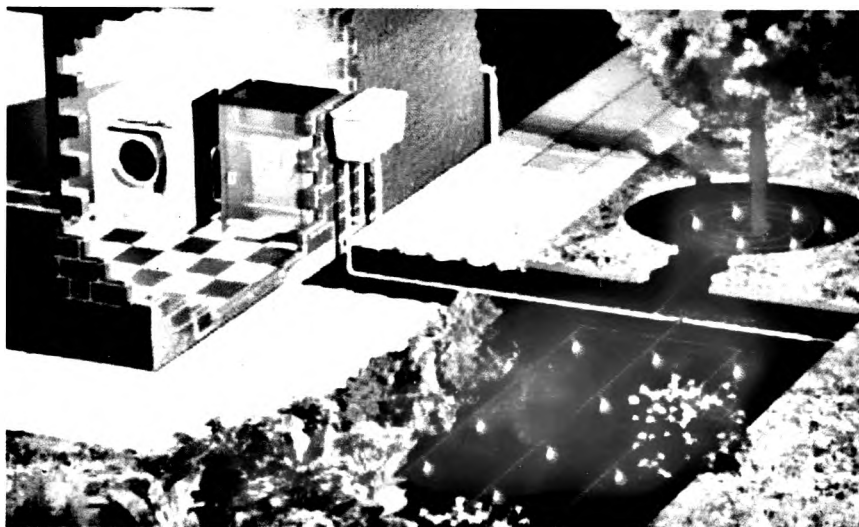


Figura 9 – Sistema de desvio de águas cinzas. Fonte: www.greyflow.net.au

2.2.3 - Recuperação de águas residuárias

Além de conter contaminantes químicos (sabões, detergentes, etc.), sólidos suspensos (terras, fibras, poeira, etc.) e gorduras das águas servidas, as águas

residuárias contêm contaminação de origem orgânica das águas negras. Devido ao alto nível de bactérias e vírus encontradas no esgoto doméstico, um alto nível de tratamento é exigido na recuperação das águas residuárias para evitar riscos de contaminação dos usuários. Apesar de existir uma carência em pesquisas voltadas ao reúso não-potável de águas residuárias tratadas em edificações, começam a surgir no mercado brasileiro unidades de tratamento voltados para o reúso não potável em descarga sanitária, irrigação e lavagem externa. Existem dois tipos básicos de sistemas descentralizados de recuperação de águas residuárias para reúso em edificações: (i) leitos cultivados e (ii) micro estações de tratamento.

Leitos cultivados ("constructed wetlands" ou "reedbeds") são sistemas naturais de tratamento de águas residuárias. Além de promover a biodiversidade local, estes ambientes naturais construídos fazem uso de vegetação aquática para o tratamento aeróbio do esgoto doméstico. O substrato e o alto nível de oxigênio encontrado nas raízes das plantas aquáticas proporcionam um ambiente ideal para a proliferação de microorganismos aeróbios que decompõem as impurezas das águas residuárias, permitindo a absorção dos nutrientes de substâncias tóxicas pela vegetação. Para adquirir padrões de reúso não-potável, esse sistema natural requer um tratamento primário anaeróbio antes de o esgoto afluir no leito e fornecer desinfecção ao afluente tratado.

Micro estações de tratamento por outro lado, são produtos comercialmente disponíveis em modulações ou compactos e são ideais em ambientes urbanos com pouco espaço. Em geral, as micro estações oferecem tratamento primário, secundário e terciário de águas residuárias proporcionando um nível de tratamento adequado para o reúso não potável em descargas sanitárias, irrigação e lavagem de pisos ou carros.

Pesquisa de mercado

Existe uma série de equipamentos hidráulicos e unidades de tratamento de água comercialmente disponíveis no mercado brasileiro para a composição de sistemas prediais de água não potável. Com isso em mente, faça um levantamento das diferentes tecnologias existentes voltadas para: i) o aproveitamento de águas pluviais; ii) o reúso de águas cinzas; e iii) a recuperação de águas residuárias.

Faça uma breve descrição do funcionamento de cada sistema, e procure compreender quais as possíveis composições hidráulicas para usos externos (irrigação, lavagem de pisos, etc.) e internos (descarga sanitária, lavagem de roupas, etc.). A composição do sistema hidráulico é o mesmo para ambos os casos?

2.3 - Programa de conservação de água

O programa de conservação de água pode ser definido como um conjunto de ações voltadas à gestão da demanda de água. Segundo ANA et al. (2005, p.21), "os grandes motivadores para a implantação de um programa de conservação de água são:

- Economia gerada pela redução do consumo de água;
- Economia criada pela redução dos efluentes gerados;
- Consequente economia de outros insumos como energia e produtos químicos;
- Redução de custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e equipamentos da edificação;
- Aumento da disponibilidade de água (proporcionando, no caso das indústrias, por exemplo, aumento de produção sem incremento de custos de captação e tratamento);
- Agregação de valor ao "produto";
- Redução do efeito da cobrança pelo uso da água;
- Melhoria da visão da organização na sociedade – responsabilidade social."

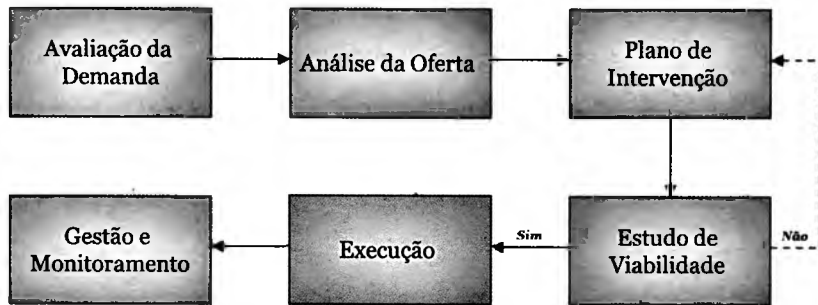


Figura 10 – Programa de conservação de água.

A Figura 10 apresenta um fluxograma simplificado do programa de conservação de água em edificações existentes e futuras obras. O programa de conservação de água dá-se início pela compreensão dos usos-finais do consumo de água conforme sua tipologia edilícia. Para novas edificações, recomenda-se utilizar indicadores de consumo que mais se aproximam da realidade da edificação. Como vimos na Unidade 1.4, a caracterização dos usos-finais de água no Brasil encontra-se na sua infância e, até o momento, não existem indicadores específicos para todas as tipologias edilícias. Nesse caso, indicadores de usos-finais de água de outros países podem servir como base na previsão de consumo de água. Alternativamente, uma auditoria do consumo de água pode ser realizada em uma edificação similar existente para obter as informações necessárias.

O que é auditoria do consumo de água?

Auditoria do consumo de água é um processo documentado na avaliação dos fluxos de água dentro de um determinado domínio, onde a avaliação da quantidade e qualidade de água é realizada para as diferentes atividades consumidoras de água.

Para saber mais

- ANA; FIESP; SindusCon-SP. *Conservação e reúso da água em edificações*. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. 151p.
- SABESP. *Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água*. São Paulo: SABESP, [s.d.]. 95p.

Para o dimensionamento de sistemas prediais de água não potável (ver Unidade 2.5) torna-se necessário verificar possíveis fontes alternativas de água. Recomendase uma análise quantitativa da oferta de água para verificar o volume de água disponível. É importante realizar um balanço entre a demanda e a oferta de diferentes fontes alternativas de água para garantir uma continuidade no fornecimento de água.

Com isso, é possível traçar um plano de intervenção composto por diferentes estratégias voltadas à conservação de água, pelo uso racional ou até mesmo pelo uso de fontes alternativas de água em fins não potáveis nas edificações. A concepção de um anteprojeto auxilia no estudo de viabilidade, para verificar a adaptabilidade das estratégias (em edificações existentes), o potencial de redução do consumo de água promovido pelas estratégias individualmente e em conjunto, assim como os custos e benefícios gerados. No caso de inviabilidade, modifica-se o conjunto de ações (plano de intervenção) até que sua viabilidade seja comprovada.

A execução do programa de conservação de água inclui a elaboração de um projeto detalhado, com cronograma de atividades para as intervenções. No caso de equipamentos e sistemas hidráulicos, busca-se uma instalação correta, de acordo com especificações técnicas de fabricantes. Uma vez implementadas as ações, recomenda-se traçar um plano de gestão voltado a uma avaliação contínua do consumo de água e da manutenção dos equipamentos e sistemas hidráulicos instalados.

Palavras Finais

Com isso, concluímos nossa disciplina em USO RACIONAL DA ÁGUA. Com ela, refletimos sobre a importância da gestão da demanda de água em busca de um desenvolvimento sustentável nas cidades brasileiras.

O material didático elaborado para esse curso fornece o embasamento teórico necessário para a compreensão do consumo predial e os usos-finais de água de diferentes setores para a previsão da demanda de água em edificações - informações cruciais no dimensionamento e avaliação de projetos voltados à conservação de água em edificações.

O conteúdo apresentado introduziu os conceitos e as tecnologias existentes para o uso racional de água e para o uso de fontes alternativas de água não potável em edificações como estratégias eficazes na conservação de água.

Além disso, a presente disciplina estimulou a busca de informações adicionais através de leituras complementares de estudos científicos, sem perder o contato com a prática do profissional da construção civil (por meio de pesquisas de mercado), em busca do estado da arte de tecnologias de conservação de água.

A cada dia que passa a procura por soluções viáveis voltadas à conservação de água em edificações aumenta, ampliando a demanda por profissionais capacitados para atuar nesse extenso mercado de trabalho.

Espero que esta disciplina tenha lhe estimulado, a sempre buscar alternativas que promovam a conservação de água em suas decisões projetuais e na sua prática profissional dentro da construção civil e demais áreas correlatas.

Faça um bom proveito do material, e sempre busque saber mais!

Prof. Daniel Sant'Ana

Referências

ABNT. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998. 41p.

ANA. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2002.

_____. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2007.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2012. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2012.

ANA; FIESP; SindusCon-SP. **Conservação e reúso da água em edificações**. São Paulo: Pro! Editora Gráfica, 2005. 151p.

CORRAL-VERDUGO, V. et al. Residential water consumption, motivation for conserving water and the continuing tragedy of the commons. **Environmental Management** v.30 n.4, p.527-535. 2002.

BARRETO, D. Perfil do consumo residencial e usos finais da água. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p.23-40, abr./jun. 2008.

BOEGER, L.; SANT'ANA, D. Análise de viabilidade para o aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais de Brasília. In: SEABRA, G. (org.) **Terra**: qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2013, pg.1140-1153.

GHISI, E.; FERREIRA, D. F. Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil. **Building and Environment**, v. 42 n. 7, p.2512-2522. 2007.

GHISI, E.; OLIVEIRA, S. M. Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil. **Building and Environment**, v. 42 n. 4, p.1731-1742. 2007.

HENZE, M.; LEDIN, A. **Types, characteristics and quantities of classic, combined domestic wastewaters**. New York: IWA, 2001.

IPCC. **Climate Change 2007**. Synthesis Report.

LEGGETT, D. et al. **Rainwater and greywater use in buildings: best practice guidance**. London: CIRIA, 2001. 121p.

MAYER, P. W. et al. **Residential end uses of water**. AWWA Research Foundation. American Water Works Association, 1999.

MEMON, F.; BUTLER, D. Domestic water consumption trends and techniques for demand forecasts. In: BUTLER, D.; MEMON, F. (eds.) **Water Demand Management**. London: IWA Publishing, 2006, pg.1-25.

RIJSBERMAN, F.R.; COSGROVE, W.J. **World water vision: making water everybody's business**. Washington: Earthscan, 2000.

ROCHA, A. L., BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília: Secretaria de Política Urbana. 1998.

ROSEGRANT, M.W.; CAI, X.; CLINE, S.A. **Global water outlook to 2025: Averting an impending crisis**. Washington: International Food Policy Research Institute, 2002.

SABESP. **Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água**. São Paulo: SABESP, [s.d.]. 95p. Disponível em: <site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos?Manual%20do%20controlador.pdf>. Acesso em 05.02.2015.

SANT'ANA, D. Rainwater harvesting in Brazil: investigating the viability of rainwater harvesting for a household in Brasília. In: BROADBENT, G.; BREBBIA, C.A. (ed.). **Ecoarchitecture: harmonisation between architecture and nature**. Southampton: WIT Press, 2006. p.381-390.

SANT'ANA, D. **Domestic water use and water conservation in the Federal District, Brazil**. 2011. 392 f. Tese (Doutorado) - Oxford Institute for Sustainable Development, Oxford Brookes University, Oxford, 2011.

SHIKLOMANOV, I. A. World fresh water resources. In: Gleik, P. H. (ed.) **Water in crisis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

UNEP. Challenges to international waters: regional assessments in a global perspective. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2006.

UN-WATER. **Coping with water scarcity: a strategic issue and priority for systemwide action.** New York: UN-Water, 2006.

UN/WWAP (2003). **1st UN world water development report: water for people, water for life.** Paris, New York and Oxford: UNESCO and Berghahn Books.

Vieira, P. et al. (2007). **Household water use: a Portuguese field study. Water Science and Technology: Water Supply** v.7 n.5, p.193-202. 2007.