



**GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS NA INDÚSTRIA
DA CONSTRUÇÃO**

CONSERVAÇÃO DE ÁGUA
E GESTÃO DA DEMANDA

CBIC **60**
anos

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

CONSERVAÇÃO DE ÁGUA
E GESTÃO DA DEMANDA

correalização



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

realização



GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E GESTÃO DA DEMANDA

Brasília-DF, maio de 2017

CBIC

Presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC

José Carlos Martins

Presidente da Comissão de Meio Ambiente - CMA/CBIC

Nilson Sarti

Coordenadora de Projetos

Geórgia Grace Bernardes

Gestora dos Projetos de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Mariana Silveira Nascimento

EQUIPE TÉCNICA

QIT Engenharia

Coordenação

Paula Del Nero Landi

Consultoria

Prof. Dr. Orestes Marracini Gonçalves

Equipe

Francisco Del Nero Landi

Matheus Suplicy Debs

Priscila Mercaldi Oliveira

DIAGRAMAÇÃO E REVISÃO

www.boibumbadesign.com.br

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC

Setor Bancário Norte, Quadra 01, Bloco I,

Edifício Armando Monteiro Neto, 3º e 4º Andares

CEP 70.040-913, Brasília-DF

www.cbic.org.br

www.facebook.com/cbicbrasil

Todos os direitos reservados 2017©

CMA

COMISSÃO DE
MEIO AMBIENTE

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

CONSERVAÇÃO DE ÁGUA
E GESTÃO DA DEMANDA

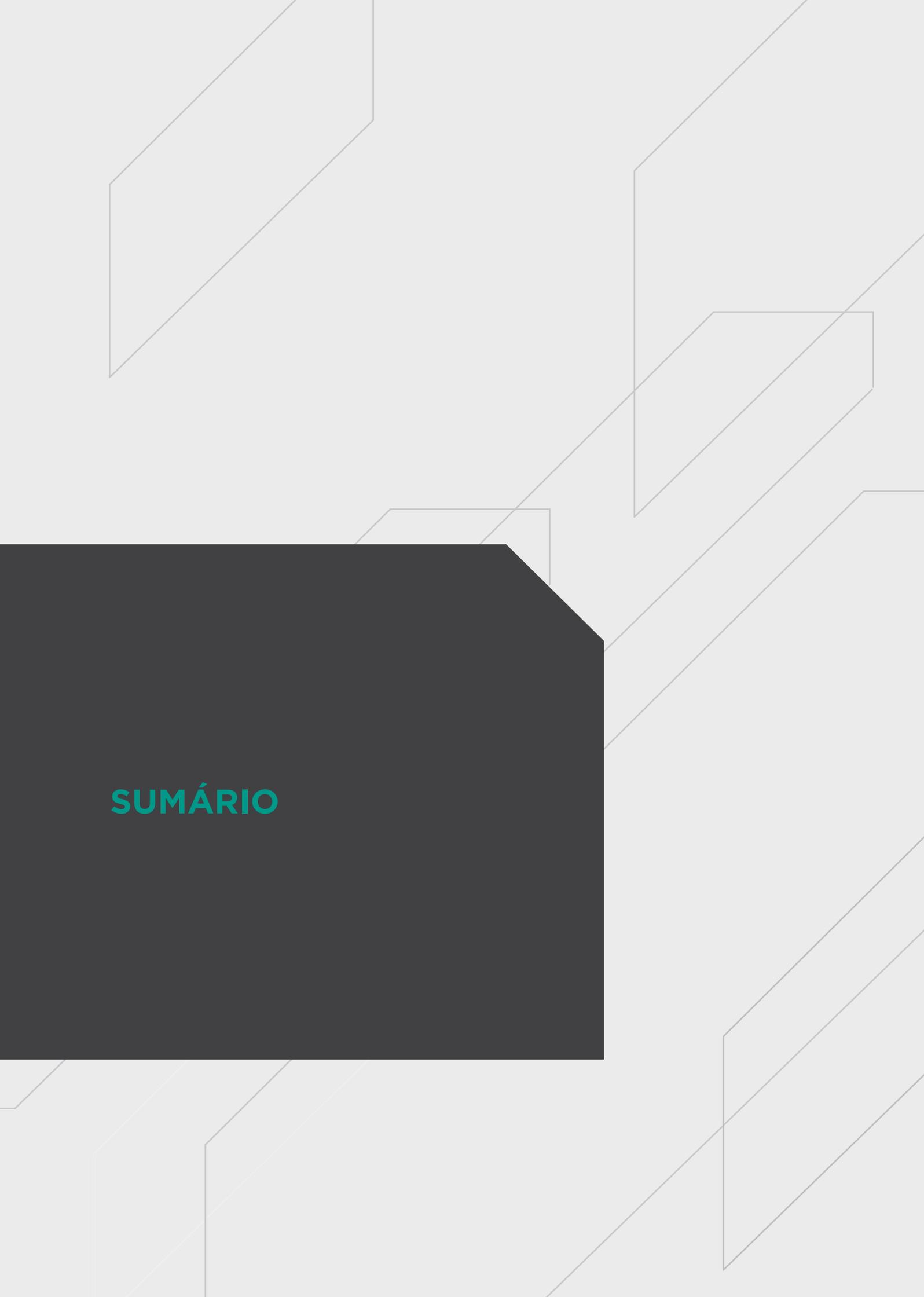
correalização



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

realização





SUMÁRIO

PREFÁCIO	9
INTRODUÇÃO	13
USO EFICIENTE DA ÁGUA E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA	21
ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA	29
GESTÃO DA DEMANDA - SETORIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA	37
CONCEPÇÃO DE NOVOS EDIFÍCIOS PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA	43
VAZÕES NOS SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
INFORMAÇÕES ADICIONAIS	111



ANEXOS

ANEXO 1 - USO EFICIENTE DA ÁGUA - 59
RESULTADOS DE IMPLANTAÇÕES

ANEXO 2 - SISTEMAS 69
DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

A2.1 Sistema hidráulico predial 73

A2.2 Sistema de tratamento 74

A2.3 Gestão profissional 75

ANEXO 3 - CARACTERIZAÇÃO DO USO 81
DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

A3.1 - Indicadores de consumo 82

A3.2 - Perfil de consumo⁸⁵ 85

ANEXO 4 - SISTEMAS DE MEDIÇÃO 91
INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA:
ESPECIFICAÇÃO DE HIDRÔMETROS E
AQUISIÇÃO DE DADOS⁹¹

A4.1 - Especificação de hidrômetros 95

A4.2 - Caracterização hidráulica 96
e metrológica de hidrômetros⁹⁶

ANEXO 5 - DETERMINAÇÃO DE VAZÕES 103
DE PROJETO PELO MÉTODO DO
MODELO PROBABILÍSTICO ABERTO



PREFÁCIO

PREFÁCIO

Praticar a sustentabilidade implica em, neste momento, implementar ações de caráteres econômico, social e ambiental que contribuam para a qualidade de vida das próximas gerações.

Uma vez que, na maior parte dos edifícios produzidos no Brasil, ainda ocorre desperdício de água, pode-se afirmar que praticar a sustentabilidade, no que se refere à indústria da Construção Civil e ao insumo água, implica em entregar edifícios que favoreçam o uso eficiente ao longo de sua vida útil.

O primeiro documento sobre esse tema (publicado em julho de 2016, pela Comissão de Meio Ambiente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CMA-CBIC –, em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI¹): “Gestão de recursos hídricos na indústria da construção – uso eficiente da água em edifícios residenciais” caracteriza os sistemas hidráulicos prediais e identifica requisitos de desempenho associados ao uso eficiente da água.

Este segundo documento busca ampliar e aprofundar algumas das questões apresentadas na publicação anterior, com o objetivo de apoiar incorporadores, construtores, projetistas e executores na obtenção de edifícios sustentáveis. |

1 Disponível para download nas versões em português e espanhol em <http://cbic.org.br/pagina/publicacoes-cma>



INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

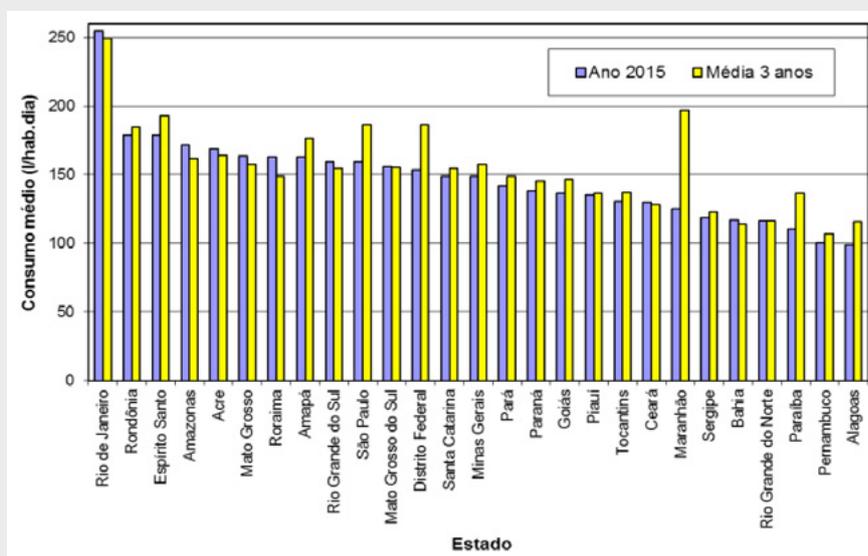
Em princípio, já faz parte do senso comum que a água é um bem finito e nobre, fundamental para a existência de vida, que deve ser usada com parcimônia, e que o desperdício deve ser combatido.

Na prática, entretanto, os indicadores de consumo expõem outra situação.

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, do Ministério das Cidades (SNIS² 2015), publicado em fevereiro de 2017, o consumo de água por habitante no Brasil, em 2015, foi de 154 litros por dia, com variações regionais de 116,1 litros por habitante, por dia, no Nordeste, a 176 litros por habitante, por dia, no Sudeste. Tais dados, fornecidos pelas prestadoras de serviços de abastecimento de água, abrangem 5.088 municípios (91,3% do total) dos municípios brasileiros), num total de 169 milhões de habitantes (97,8% da população urbana do Brasil).

O gráfico 1, abaixo, apresenta o consumo médio por pessoa em cada estado brasileiro no ano de 2015 e a média dos três anos anteriores (de 2012 a 2014).

GRÁFICO 1: CONSUMO MÉDIO POR PESSOA NOS ESTADOS BRASILEIROS



Fonte: SNIS 2015

2 Disponível em <http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=120>

Destaca-se o consumo médio por pessoa no estado do Rio de Janeiro, bastante elevado quando comparado com os demais estados: 44,6% acima da média da região Sudeste e 65,3% acima da média do País. Evidencia-se, também, a redução de consumo em estados que sofreram escassez de chuvas no período.

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), atingida por falta de chuva histórica entre o final de 2013 e 2015, torna-se um exemplo interessante. Durante o período de escassez, em que o sistema de abastecimento de água da metrópole paulista esteve fortemente comprometido, com realização de obras emergenciais para viabilizar o acesso a mais água, a intensa exposição na mídia do baixo nível das reservas de água do sistema público de abastecimento e a implantação de multas e bônus para estimular a redução do consumo pela população resultaram em significativa redução do consumo por pessoa.

Com o retorno das chuvas e o fim das multas e bônus, mesmo com alguma campanha em favor do consumo consciente ainda presente na mídia, o consumo de água voltou a aumentar.

A tabela 1, abaixo, apresenta os dados de produção de água na RMSP antes, durante e após o período nomeado “crise hídrica” de 2015.

TABELA 1: PRODUÇÃO DE ÁGUA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO POR SISTEMA (M³/S).

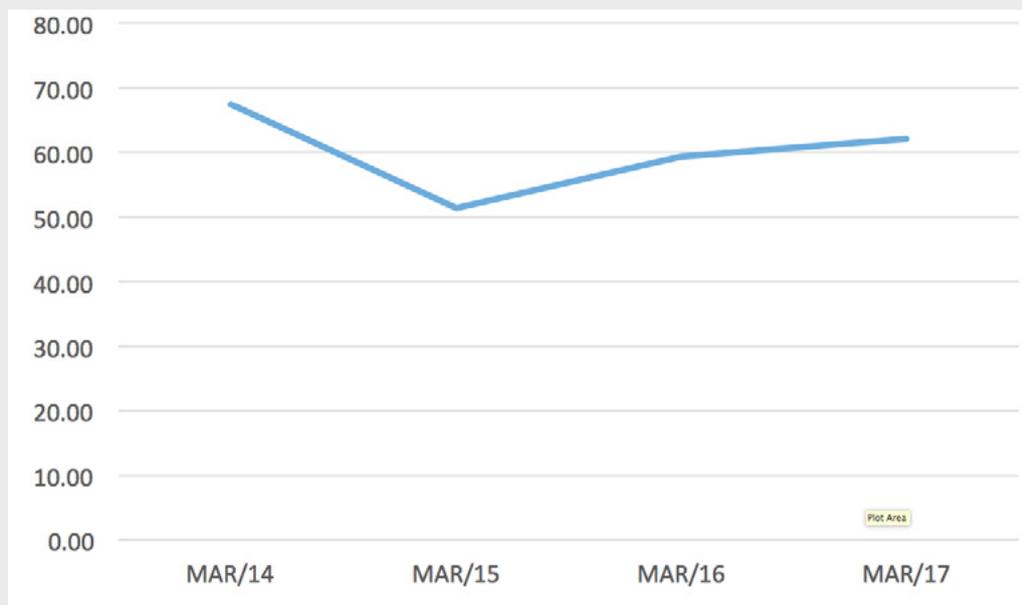
SISTEMA	MAR/14	MAR/15	MAR/16	MAR/17
Cantareira SISTEMA	27,65	14,04	22,65	25,93
Guarapiranga	14,10	14,65	13,98	13,79
Alto Tietê	14,99	11,91	11,59	11,33
Rio Grande	4,82	4,94	4,92	4,85
Rio Claro	3,82	3,93	3,97	3,92
Alto Cotia	1,07	0,79	1,28	1,26
Baixo Cotia	0,89	1,01	0,89	0,85
Ribeirão Estiva	0,10	0,08	0,08	0,08
TOTAL RMSP	67,43	51,34	59,38	62,01

Fonte: Sabesp (2017)

Pode-se observar a forte redução durante o período, e a elevação do consumo após a seca.

O gráfico 2 ilustra a variação de consumo ocorrida e a tendência de elevação. É razoável considerar que a forte crise econômica pela qual passa o Brasil impediu uma elevação maior ainda do consumo de água após o retorno das chuvas.

GRÁFICO 2: EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ÁGUA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO POR SISTEMA (M³/S).



Fonte: preparado a partir de dados fornecidos pela Sabesp (2017)

A realidade da Região Metropolitana de São Paulo não é diferente do que ocorre nos demais centros urbanos do País. Durante os períodos de escassez de água, os usuários reduzem o consumo (inclusive por não haver água em suas caixas de água) e, com o retorno das chuvas, o consumo volta a subir, o que evidencia que ações comportamentais em favor da redução do consumo, principalmente ações extremas tomadas durante períodos de crise, não são de caráter permanente.

Para a redução do consumo de forma permanente, além da promoção de campanhas educacionais para o uso consciente, são necessárias ações estruturantes e tecnológicas que promovam o uso eficiente da água. No caso da indústria da construção, alterações na forma de conceber e projetar

os edifícios contribuem para redução significativa dos indicadores de consumo de água.

Com o crescimento da população, cresce ainda mais a demanda de água e a geração de esgotos. Esgotos e dejetos jogados nos rios em virtude da urbanização e da industrialização também contribuem consideravelmente para a pressão sobre os recursos hídricos disponíveis.

Reverter esse processo é um dos maiores desafios da sociedade.

O risco de falta de água potável para abastecimento dos centros urbanos vem sendo estudado e publicado, no Brasil, desde o final da década de 1990. Nessa época, foi iniciado o Programa do Uso Racional da Água da Sabesp, e foram publicadas as primeiras versões dos documentos do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Em 1999 foi fundada a ANA – Agência Nacional de Águas.

Desde então, muito se avançou em conhecimento tecnológico, mas muito ainda precisa ser realizado na prática da construção civil. Em novembro de 2014, o CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável –, juntamente com o Ministério do Meio Ambiente e com o PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente –, desenvolveu um estudo sobre a construção sustentável no Brasil³ como apoio a futuras políticas nacionais de promoção da construção sustentável. Tal estudo resultou na publicação “Aspectos da Construção Sustentável no Brasil³”, que aborda os temas água, energia e materiais. Nesse documento, é evidenciada a vulnerabilidade hídrica das cidades e a necessidade de estabelecimento de políticas públicas com ações estruturantes para redução da demanda.

No âmbito da indústria da construção, as ações mais abrangentes e permanentes que ocorreram no Brasil foram tomadas pelos fabricantes de louças e metais sanitários. A organização desses setores, a evolução das normas técnicas de produtos, o desenvolvimento das bacias sanitárias que requerem volume reduzido para limpeza, o desenvolvimento de metais sanitários e dispositivos que reduzem a quantidade de água necessária para as atividades consumidoras e o combate a não conformidade, por meio dos Programas Setoriais da Qualidade do PBQP-H⁴, são exemplos de ações estruturantes que contribuem de maneira permanente para o combate ao desperdício de água.

3 Disponível em <http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=DAE7FB-57-D662-4F48-9CA6-1B3047C09318>

4 PBQP-H: Programa Brasileiro de Qualidade

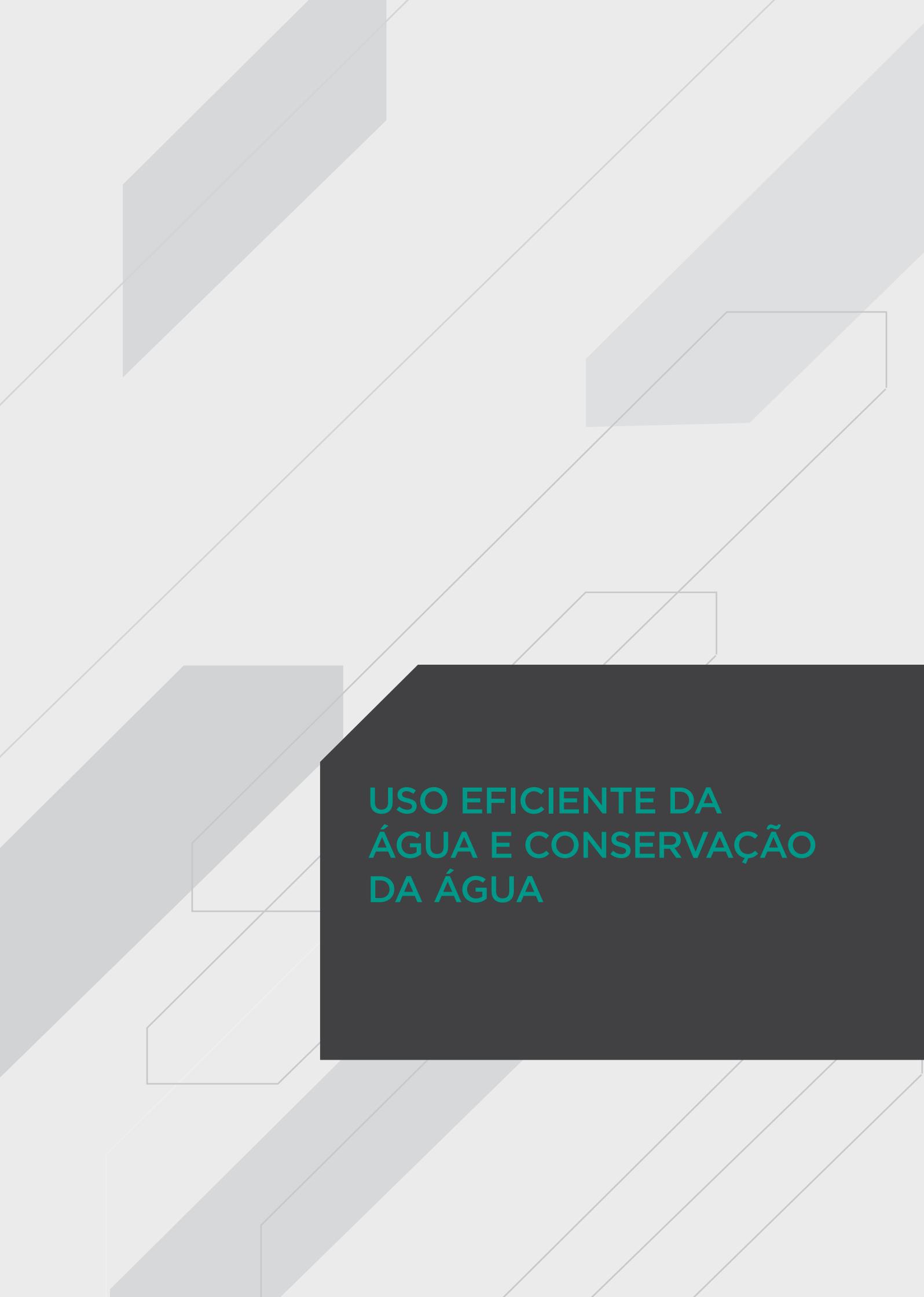
Cabe refletir como teriam sido os períodos de crise hídrica em diversas cidades brasileiras se as bacias sanitárias instaladas desde 2002 ainda utilizassem de 9 a 15 litros para cada descarga. Quanta água já foi economizada no Brasil, desde 2002, após o início da fabricação das bacias sanitárias de volume reduzido⁵? Esse é um exemplo claro de ação tecnológica para redução do consumo de água: independente do comportamento do usuário, o volume necessário para descarga em bacias sanitárias é, hoje, menor do que antigamente.

Na maior parte dos edifícios construídos no Brasil, o consumo de água ainda envolve desperdício significativo. As formas usuais e comumente praticadas para conceber, projetar, executar, operar e manter edifícios, resultam em consumo de água superior ao necessário para o desempenho das atividades consumidoras. Não se trata, aqui, de comportamento do usuário, mas de tecnologia.

Os principais aspectos a serem considerados para combater o desperdício de água em edifícios residenciais, abordados neste documento, são:

- concepção do edifício;
- gestão da demanda;
- vazões nos pontos de utilização.

5 Desde 2002, através de acordo setorial, deixaram de ser fabricadas, no Brasil, as bacias sanitárias que consumiam de 9 a 15 litros por descarga, com início da produção das bacias que necessitam de 6,8 litros (vazão nominal) para arraste de sólidos e 3 litros para líquidos.



**USO EFICIENTE DA
ÁGUA E CONSERVAÇÃO
DA ÁGUA**

2. USO EFICIENTE DA ÁGUA E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

Algumas decisões que fazem parte do processo de produção de novos edifícios ou de reforma de edifícios existentes acarretam a utilização de maior ou menor quantidade de água nas atividades consumidoras, independente do comportamento do usuário. Quando se pretende, de fato, praticar a sustentabilidade, mesmo se não houver obrigação legal, devem ser tomadas ações que favoreçam a otimização do consumo.

2.1 O USO EFICIENTE DA ÁGUA

O principal conceito a ser implementado nos edifícios é o do **uso eficiente da água**, que consiste na tomada de ações tecnológicas, que independem do comportamento do usuário, para reduzir o consumo ao mínimo necessário para o desempenho das atividades consumidoras.

A concepção de um novo edifício ou o planejamento da reforma de um edifício existente, sob a ótica do uso eficiente da água, permite a obtenção de indicadores de consumo menores do que os atuais.

Em 1997, a ABNT NBR 13969:1997 – Tanques sépticos –, já trouxe o alerta: “de modo geral, em um sistema de tratamento de esgotos, os custos de implantação e de operação são proporcionais ao volume de esgoto a ser tratado”. A redução do consumo de água promove, automaticamente, também a redução do volume de esgoto produzido, o que impacta, diretamente, nos custos dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

Em 1998, a ABNT NBR 5626 – Instalação predial de água fria –, no item 5.1.2, trouxe a exigência para o projeto dos sistemas hidráulicos prediais: “promover economia de água e energia”.

Na prática, entretanto, muita água ainda é desperdiçada, em consequência da maneira como os edifícios são concebidos, projetados, executados, operados e mantidos.

Ações para o uso eficiente da água que não dependem do comportamento do usuário são de caráter permanente.

Um exemplo clássico de desperdício de água que independe do comportamento do usuário é a quantidade de água fria liberada entre o acionamento do registro de um chuveiro e a chegada da água quente no ponto de utilização. Decisões tomadas em projeto determinam esse tipo de desperdício.

Impedir o desperdício de água fria em um ponto de chuveiro é uma ação associada à concepção do edifício, nos projetos de arquitetura e de sistemas hidráulicos prediais. Prever as menores distâncias possíveis entre a fonte de calor e o ponto de utilização da água quente, associadas a sistemas de recirculação de água, previsão de isolamento térmico de tubulações para diminuir a perda de calor, entre outros, são ações técnicas que reduzem o tempo de espera pela água quente e promovem, de modo permanente, o uso eficiente da água.

A figura 1 mostra outro exemplo de desperdício de água, que ocorre com a utilização de torneira com dispersão de jato superior ao previsto na norma de fabricação do produto: parte da água é utilizada e parte é desperdiçada.

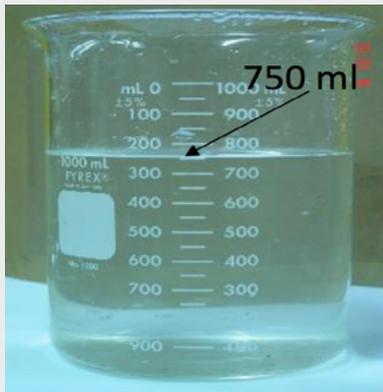
FIGURA 1: DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM TORNEIRA



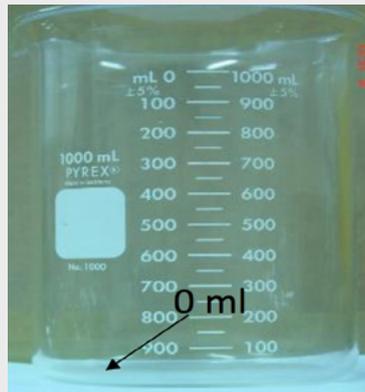
Fonte: TESIS (2017)

A figura 2 indica a quantidade de água desperdiçada em 1 minuto pela torneira não conforme da figura 1, na realização do ensaio de dispersão de jato previsto na ABNT NBR 10281 – Torneiras – Requisitos e métodos de ensaio.

FIGURA 2: QUANTIDADE DE ÁGUA DESPERDIÇADA EM 1 MINUTO



Não conforme dispersão 12%



Conforme dispersão 0%

Fonte: TESIS (2017)

Durante períodos de falta de água, muitos usuários são induzidos a promover alterações de comportamento para reduzir o consumo, seja por sensibilização, seja por motivação econômica (multas e bônus). Terminado o período crítico, entretanto, dependendo do tipo de alteração de comportamento adotada, hábitos anteriores são retomados⁶ e o consumo volta a crescer.

O conhecimento técnico disponível possibilita que cada edifício produzido ou reformado alcance indicadores de consumo bastante mais eficientes do que os atuais. Garantidas as ações tecnológicas que permitem o uso eficiente da água de forma permanente, novas reduções de consumo poderão estar associadas ao comportamento dos usuários e ao consumo consciente.

Produzir um novo edifício ou reformar um edifício existente com foco no uso eficiente da água significa interferir, tecnicamente, em todos os aspectos que geram desperdício. Requisitos de desempenho associados ao uso eficiente da água foram apre-

6 Exemplo de alteração de comportamento não permanente: colocar um balde embaixo do chuveiro para recolher a água fria e utilizá-la para outra finalidade (descarga da bacia sanitária, por exemplo). Terminado o período de escassez, os baldes são deixados de lado, dado o esforço envolvido, e o desperdício volta a ocorrer a cada banho.

sentados no documento Gestão de Recursos Hídricos na Indústria da Construção – uso eficiente da água em edifícios residenciais, publicado pela Comissão de Meio Ambiente – CMA – da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC –, em maio de 2016⁷. O anexo 1 apresenta resultados obtidos na implantação de ações em favor do uso eficiente da água em edificações, com significativas reduções no consumo de água e períodos de retorno do investimento que confirmam a viabilidade das intervenções.



Quadro resumo 1

2.2 A CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

Segundo a Portaria nº 2914, do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011⁸, que “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade” e “se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água”, a água para consumo humano é a água potável destinada à ingestão, à preparação e à produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem.

Em edifícios residenciais, sempre existirá o sistema de abastecimento de água potável, condição que reforça a importância das ações para o uso eficiente, ou seja, interferir tecnicamente no sistema de água potável para favorecer a obtenção do menor indicador de consumo possível, garantido o desempenho da atividade consumidora.

7 Disponível para download nas versões em português e espanhol em <http://cbic.org.br/pagina/publicacoes-cma>

8 Disponível em http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html

Entretanto, determinadas atividades, como lavagem de pisos e irrigação de jardins, podem ser executadas com a utilização de água não potável (considerada imprópria para consumo humano, por não atender ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde).

A ampliação do conceito do **uso eficiente da água** para o conceito de **conservação de água** consiste na promoção da otimização da demanda da água potável fornecida pela concessionária, associada à oferta de água proveniente de fonte alternativa, com utilização de água “menos nobre” para fins “menos nobres”.

A principal diferença entre a utilização exclusiva da água potável proveniente da concessionária e a inclusão de fontes alternativas de água é a necessidade de **gestão da qualidade da água**.

A preocupação com água imprópria para consumo humano, potencial transmissora de doenças, é antiga. Os egípcios, em 2.000 a.C., utilizaram o sulfato de alumínio na clarificação da água, e datam dessa época os mais antigos escritos em sânscrito sobre os cuidados que se deviam manter com a água de consumo, tais como seu armazenamento em vasos de cobre, sua exposição ao sol e sua filtração através do carvão. Tais escritos descrevem a purificação da água pela fervura ao fogo, aquecimento ao sol, ou a introdução de uma barra de ferro aquecida na massa líquida, seguida por filtração através de areia e cascalho grosso⁹. Quando a água é proveniente do sistema público de abastecimento, a concessionária é responsável pela sua qualidade, conforme os padrões estabelecidos pela Portaria 2.914, do Ministério da Saúde.

A opção pela utilização de fonte alternativa de água em um empreendimento transfere a responsabilidade pela qualidade da água para o gestor local, considerado um “produtor” de água, que deve garantir os padrões mínimos de qualidade compatíveis com as atividades-fim de impedir a contaminação dos usuários, seja por uso indevido do sistema não potável, seja pela contaminação do sistema potável com a água proveniente do sistema não potável.

A utilização de água de fonte alternativa ao sistema público de abastecimento requer a implantação de sistemas de tratamento e o permanente acompanhamento da qualidade da água produzida.

Assim, a principal diferença entre o **uso eficiente da água** e a **conservação de água** é a inevitável necessidade de operação de sistemas de tratamento e a obrigatoriedade de monitoramento, permanente, da qualidade da água.

A normalização existente no Brasil ainda não fornece toda a orientação necessária para a conservação da água em edifícios, em especial para a implantação de sistemas não potáveis. A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT –, por

9 REZENDE, S. C.; HELLER, L. O Saneamento no Brasil: políticas e interfaces. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002. 310 p

meio do CB-002, Conselho Brasileiro de Construção Civil, instalou, em 13/12/2016, a comissão de estudos CE-002:146.004 - Conservação de água em edificações. Essa comissão de estudos tem o objetivo de propor a normalização pertinente aos temas "Conservação de água" e "Sistemas de água não potável em edificações".

Aspectos específicos para implantação de sistemas não potáveis em edificações são apresentados no anexo 2. ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA



Quadro resumo 2



ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA

3. ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA

Não existe solução padrão que possa ser aplicada, com eficácia, para qualquer edifício. Cada caso é único, requer estudo específico e envolvimento de especialistas. Em se tratando de água, não há como afirmar, por exemplo, que o aproveitamento de água de chuva deve ser considerado para todos os edifícios. Os índices pluviométricos locais podem não suprir a demanda ou pode não haver demanda que justifique a previsão do sistema, ou o investimento e custos operacionais podem inviabilizar a implantação do sistema ou, ainda, pode não haver espaço para o sistema, entre outros.

A principal ferramenta para tomada de decisão referente aos tipos de sistemas de abastecimento de água viáveis ou interessantes para determinado edifício é o estudo de viabilidade técnica e econômica, que deve ser realizado ainda na etapa de concepção do edifício a produzir ou de concepção de uma reforma a ser realizada em um edifício existente.

E considerando que não cabe reduzir o consumo de um insumo às custas do aumento do consumo de outro insumo, principalmente de forma inconsciente, um estudo de viabilidade técnica e econômica deve envolver todos os insumos utilizados pela edificação, mesmo que para decisão apenas referente aos sistemas de água. Mesmo que o foco de um estudo de viabilidade técnica e econômica seja a água, não há como afirmar que determinada solução é viável sem avaliar também os impactos causados nos demais insumos (energia elétrica e gás). Quanto mais complexa for a edificação ou quanto maior o consumo dos insumos a ela associados, mais completo e detalhado deve ser o estudo realizado.

Por meio de um estudo de viabilidade técnica e econômica, é possível compreender e tornar consistentes as soluções que equilibram o consumo de insumos, de forma a racionalizar o uso sem prejuízo ao desempenho das atividades. O estudo de viabilidade técnica e econômica fornece subsídios técnicos e financeiros que permitem identificar, para cada solução avaliada, estimativa de consumo dos insumos, investimento necessário, período de retorno e custos de operação.

De modo geral, os principais aspectos a serem considerados para a elaboração de um estudo de viabilidade técnica e econômica para implementação de ações para a conservação de água são:

- **População:** fixa e variável; perfil dos usuários; possibilidade de existência ou não de equipe qualificada de operação e manutenção; capacidade financeira para absorver os custos operacionais.

- **Atividades consumidoras:** identificação e quantificação das atividades consumidoras (consumo); identificação dos maiores consumidores de água (atividades e equipamentos); identificação dos indicadores de consumo apropriados; identificação (e quantificação) das atividades que exigem água potável; identificação (e quantificação) das atividades que podem ser abastecidas por água de fontes alternativas; consumo histórico de água e energia (no caso de edifícios existentes).
- **Localização do edifício:** clima/temperatura; hábitos locais; facilidade (ou não) de acesso; existência (ou não) de fornecedores e prestadores de serviços qualificados na região; existência (ou não) de laboratório qualificado para ensaios de acompanhamento da qualidade da água; existência (ou não) de local adequado para descarte de lodo gerado em estações de tratamento.
- **Oferta de água:** índices pluviométricos; estimativa de volumes possíveis de geração de efluentes; quantidade de água subterrânea disponível, quando for o caso.
- **Tratamento:** qualidade da água necessária para as atividades que podem ser abastecidas por água proveniente de fontes alternativas; tratamentos possíveis e disponíveis; espaços necessários; custos de implantação, operação e manutenção.
- **Projeto de Arquitetura:** volume possível de coleta de água de chuva (áreas de cobertura); possibilidade (ou não) de espaço para previsão de reservatórios de água para fontes alternativas, antes e pós-tratamento; existência (ou não) de espaço para sistema de tratamento; no caso de edifícios existentes, avaliação do impacto físico e financeiro de obras civis para introdução de novos sistemas; existência de espaço (ou não) para tubulações e equipamentos do sistema hidráulico de água proveniente de fontes alternativas.

Parte dos aspectos acima descritos pode ser quantificada. Outra parte, entretanto, tem caráter subjetivo. Por exemplo: a dificuldade de acesso a laboratórios qualificados para determinados ensaios pode encarecer em demasia a gestão do sistema, contribuir para a não realização de tais ensaios e aumentar o risco para a saúde dos usuários pela não identificação de eventual desvio no sistema de tratamento, que pode deixar de fornecer a água com a qualidade esperada. A existência ou não de assistência técnica para os equipamentos instalados pode comprometer a manutenção de determinada solução. Outra condição de avaliação difícil e subjetiva é a capacidade de um condomínio, e de seus responsáveis,

entender os riscos associados a um sistema de água cuja qualidade não está sob a responsabilidade do sistema público, mas do próprio condomínio.

Castilho, C. (2016), em “Avaliação durante operação de sistemas prediais de água não potável”¹⁰ comenta que iniciativas para utilização de água proveniente de fontes alternativas contam hoje, no Brasil, “com pequeno respaldo técnico normativo, diretrizes ou legislação que orientem gestores, executores e profissionais sobre as práticas adequadas de implantação, gestão e monitoramento deste tipo de sistema, colocando em risco a segurança dos usuários e o sucesso da tecnologia”. Ao proceder à avaliação durante a operação (ADO) de seis empreendimentos residenciais de alto padrão na Região Metropolitana de São Paulo, por meio de pesquisa de campo, Castilho constatou que, mesmo em sistemas planejados, projetados e executados por profissionais habilitados, a posterior intervenção do condomínio comprometeu o desempenho do sistema e, além de não alcançar os resultados pretendidos, colocou em risco a saúde dos usuários. Considerando que o responsável por um condomínio residencial (síndico) é também, na maior parte das vezes, morador do condomínio, sem qualquer intenção de colocar em risco sua própria saúde ou de seus familiares, pode-se concluir que, apesar de as intervenções realizadas poderem ter um propósito diligente e bem-intencionado, os resultados evidenciam o total desconhecimento com relação aos riscos associados.

A pesquisa realizada por Castilho, C. (2016) demonstra a necessidade de considerar, para tomada de decisão, os riscos associados a sistemas alternativos de abastecimento de água.

Peixoto, L. (2008), em “Requisitos e Critérios de Desempenho para Sistema de Água Não Potável em Edifícios Residenciais”¹¹ propõe uma ferramenta de análise de modo de efeito e falha (FMEA) de requisitos para sistemas de água não potável, para apoiar projetistas, executores e gestores em tomadas de decisões. A ferramenta desenvolvida permite hierarquizar e quantificar requisitos do sistema, entre eles o risco à saúde dos usuários, transformando aspectos subjetivos em quantidades objetivas.

A partir dos dados específicos do edifício, podem ser planejadas as configurações possíveis de oferta e demanda (cenários), da mais simples (uso eficiente da

10 Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, disponível em <http://sites.usp.br/construinoiva/wp-content/uploads/sites/97/2016/07/Carolina-Castilho1.pdf>

11 Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-14052009-145414/pt-br.php>

água potável) até a mais complexa, considerando o tratamento para obtenção da qualidade necessária para abastecimento de atividades consumidoras que permitem o uso de água não potável, custos operacionais associados a cada cenário e riscos envolvidos. Considera-se que o cenário de “otimização do consumo de água” seja sempre o mais simples, em função de não exigir a gestão da qualidade da água obtida através de sistema de tratamento dentro do edifício.

Em função do tipo de edifício e localização, o planejamento de cada cenário deve considerar as necessidades e possibilidades de incorporação permanente de equipe ou profissional habilitado para monitoramento da qualidade de água não potável. Quanto mais complexo for o sistema de tratamento necessário para viabilizar tecnicamente determinado cenário, maior a necessidade de inclusão de equipe ou profissional habilitado não apenas na instalação e *startup* do sistema, mas também na gestão permanente da operação e manutenção do sistema e monitoramento da qualidade da água.

Cabe também considerar os impactos causados por sistemas de água não potável nos custos de operação e manutenção, a serem arcados pelos condôminos. Os custos associados podem atingir valores inviáveis, o que poderá resultar na interrupção da operação e abandono do sistema ou, pior, na operação e manutenção inadequados.

A figura abaixo exemplifica o conteúdo de um estudo de viabilidade técnica e econômica com as informações mínimas necessárias para identificar a solução de maior interesse para determinado edifício

FIGURA 3 – EXEMPLO DE CONTEÚDO DE ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA.

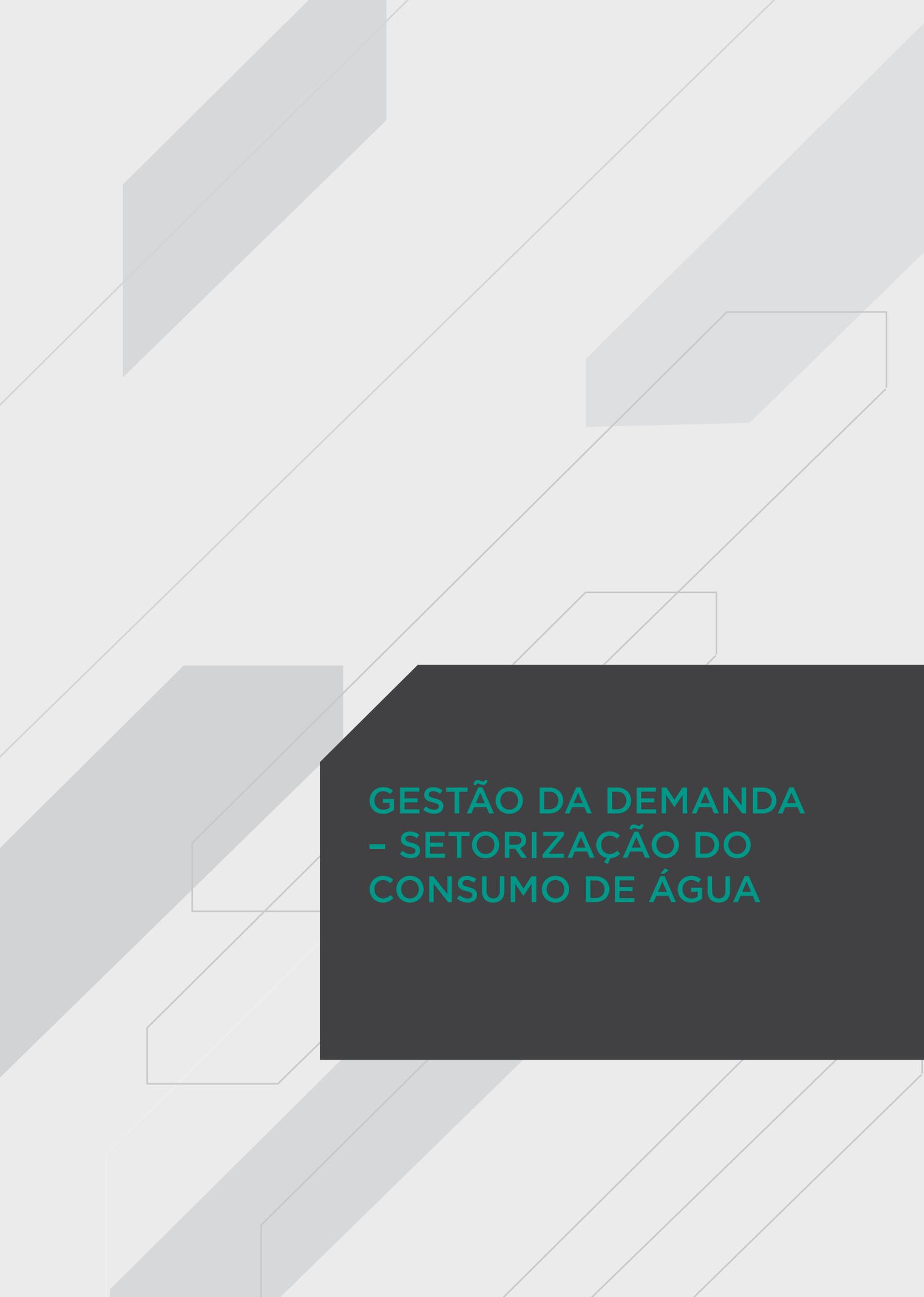
Cenários	Consumos			Investimento R\$/m ²	Período de retorno do investimento meses	Custo de operação R\$/mês
	água potável m ³ /mês R\$/mês	energia elétrica kWh/mês R\$/mês	gás m ³ /mês R\$/mês			
Cenário 1	uso eficiente da água - ações para obtenção do menor indicador de consumo possível para a água potável de água de chuva para lavagem de pisos e irrigação de jardins					
Cenário 2	Cenário 1 + coleta, armazenamento e tratamento					
Cenário 3	Cenário 2 + coleta, armazenamento e tratamento de efluentes para descarga de bacias sanitárias					
Cenário 4	Cenário 1 + coleta, armazenamento e tratamento de efluentes para lavagem de pisos, irrigação de jardins e descarga de bacias sanitárias					
Cenário 5	Cenário 2 + Cenário 4					

Cabe ressaltar que o uso eficiente da água (cenário 1) deve ser sempre considerado em todos os cenários, uma vez que as ações para combater o desperdício da água potável são, via de regra, as de menor investimento e custo de operação. E que, também na utilização de água não potável, as ações para o uso eficiente devem ser consideradas para obtenção dos melhores indicadores de consumo possíveis, uma vez que seria um paradoxo desperdiçar a água tratada e, por consequência, elevar os custos com tratamento e a produção de esgotos desnecessariamente.

O anexo 3 apresenta aspectos da caracterização do uso da água em edifícios residenciais.IV.



Quadro resumo 3



**GESTÃO DA DEMANDA
- SETORIZAÇÃO DO
CONSUMO DE ÁGUA**

4. GESTÃO DA DEMANDA - SETORIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

A gestão da demanda de água aplicada ao edifício permite a obtenção e a manutenção de indicadores de consumo eficientes, com redução de perdas e desperdício.

A principal ferramenta para a gestão da *quantidade* de água é o acompanhamento permanente do consumo, por meio da leitura de hidrômetros. Quando o consumo de água não é monitorado, eventual elevação só é percebida a cada 30 dias, na conta de água.

A implantação de sistema de gestão, com leitura frequente do hidrômetro, preferencialmente diária, permite identificar eventual elevação de consumo, buscar a sua origem e proceder à correção que permita retomar o indicador de consumo anterior.

A maior parte dos condomínios existentes tem apenas um hidrômetro, na entrada do alimentador predial. Nos últimos anos, entretanto, a demanda por contas individuais de água, de maneira análoga à cobrança de energia elétrica, mostrou-se uma necessidade. Pagar pela quantidade consumida, em vez de ratear o consumo entre todos os moradores, além do benefício econômico para apartamentos com menos moradores, estimula o consumo consciente e a tomada de ações de correção de perdas de água. Diversos estudos já realizados constatam que o usuário que conhece seu consumo de água obtém indicadores de consumo menores que o usuário que não conhece seu consumo de água, entre 15% e 30%¹².

É por meio da “setorização do consumo de água”, com instalação de hidrômetros em determinados pontos do sistema de distribuição, que se possibilita o acompanhamento permanente do consumo e a rápida identificação e intervenção quando identificada elevação de consumo não esperada.

12 MALAN, G.J; CRABTREE, P.R. The effect of individual meters on the water consumption in apartment buildings. In: CIB W62. International symposium on water supply and drainage for buildings, Proceedings, 1997.

YAMADA, E.S., Os impactos de medição individualizada no consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ZEEB, W. A holist approach to metering value. In: ANNUAL AMRA SYMPOSIUM, 11th 1998 Washington. Proceedings. Washington, 1998.

Quando a setorização do consumo de água coincide com a instalação de um hidrômetro para cada apartamento ou casa de um condomínio, é nomeada “medição individualizada”.

Setorizar o consumo de água de um condomínio residencial significa instalar um hidrômetro na entrada de água de cada apartamento, para possibilitar a medição individualizada de água e, além desses, identificar se existem outros “consumidores de água” para os quais se justifique o acompanhamento do consumo. Por exemplo, para condomínios com muitas torres e um único hidrômetro da concessionária, pode ser interessante instalar um hidrômetro na entrada de água de cada torre, que permitirá identificar se determinada torre tem consumo muito superior às demais com população semelhante, ou seja, se tem possibilidade de redução. Permitirá, também, identificar o consumo de água em área comum externa, pela diferença entre o consumo obtido pela leitura do hidrômetro da concessionária e a soma do consumo das torres. Em condomínios implantados em terrenos de grande área, a instalação de hidrômetros em determinados pontos do sistema de distribuição de água facilita a localização de perdas. Ou, ainda, a instalação de um hidrômetro na entrada de água de um salão de festas permite a cobrança da água utilizada em determinado evento diretamente do responsável por ele.

O procedimento corrente de rateio mensal da conta de água entre os condôminos em edifícios residenciais, além de não retratar a realidade de consumo de cada apartamento, por não ser proporcional ao consumo efetivo, ocasiona desperdício de água na medida em que não há evidente motivação para a economia.

As concessionárias de água e esgoto que já fornecem contas individuais de água para condomínios costumam emitir uma conta com o consumo total medido pelo hidrômetro principal, na entrada de água do condomínio, e uma conta para cada apartamento. Qualquer outro hidrômetro instalado em determinado setor do edifício não terá uma conta associada, mas facilitará a identificação de perda de água (pela elevação do consumo associado ao setor) e permitirá a cobrança por determinado uso, quando for o caso, em rateio do próprio condomínio.

A setorização do consumo de água é a principal ferramenta da gestão da demanda.

A medição individualizada contribui para a prática do consumo consciente e permite a cobrança por unidade, tornando justa a relação entre consumo e valor associado. Os usuários que consomem menos água pagam uma conta menor, o que favorece o esforço pela redução do consumo.

A Lei Federal 13.312, publicada em 12/7/2016¹³, torna obrigatória a medição individualizada de água em novas edificações condominiais.

13 Disponível em <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2016/lei-13312-12-julho-2016-783353-publicacaooriginal-150766-pl.html>

Entende-se como sistema de medição individualizada aquele que permite a quantificação do consumo de todos os componentes que utilizam água quente e fria de cada unidade autônoma.

Em condomínios com sistema de medição individualizada, além do medidor principal da concessionária, são instalados hidrômetros em todas as unidades autônomas. Esses hidrômetros devem ser criteriosamente selecionados e instalados para que os volumes consumidos sejam registrados com exatidão, devendo haver convergência entre a leitura do hidrômetro principal e os volumes registrados nos hidrômetros instalados em cada unidade.

Para edificações em que, além das unidades autônomas, também ocorre consumo de água em áreas comuns, o volume de água consumido na área comum é obtido pela diferença entre a leitura do hidrômetro principal e a somatória das leituras dos hidrômetros individuais.

Existem padrões estabelecidos por concessionárias de diversos municípios que especificam como deve ser a infraestrutura para a medição de água. O atendimento a tais padrões viabiliza a emissão de contas individuais.

Para edifícios a serem construídos em municípios cujas concessionárias ainda não estabeleceram padrões para a medição individualizada, recomenda-se que seja considerada a instalação de um único hidrômetro por apartamento, sempre em área comum do edifício. Aumenta, assim, a possibilidade de, no futuro, os condôminos poderem contratar contas individuais de água junto a essas concessionárias. Em determinados casos, em função de características do sistema hidráulico predial e da arquitetura, pode ser necessária a previsão de um segundo hidrômetro, para medição da água quente. Esse segundo hidrômetro, se necessário, deve também ser instalado em área comum, para viabilizar futura bilhetagem.

O anexo 4 apresenta aspectos específicos sobre a medição individualizada de água.

A obtenção de dados de consumo é fundamental para a gestão da demanda de água. A possibilidade de ler o hidrômetro constitui-se em um instrumento rápido para a identificação de variações de consumo, o que possibilita o início de uma ação corretiva em menor tempo.

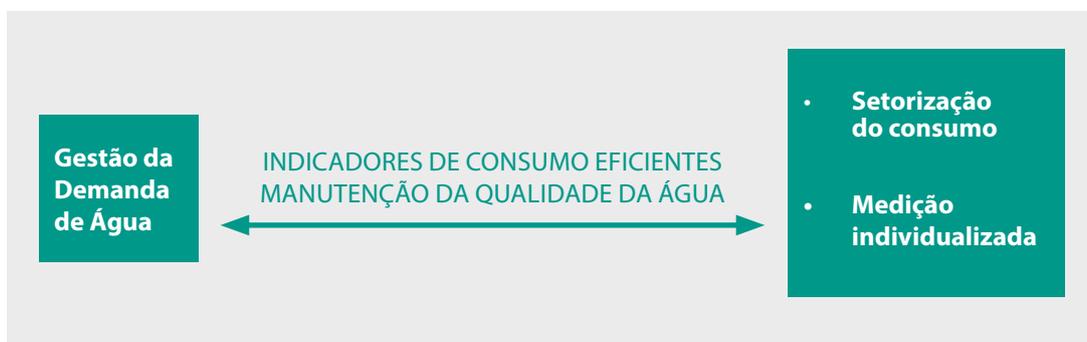
Os dados de consumo podem ser lançados em tabelas ou planilhas eletrônicas, podem-se levantar gráficos, comparar com dados anteriores e atuar sobre os sistemas.

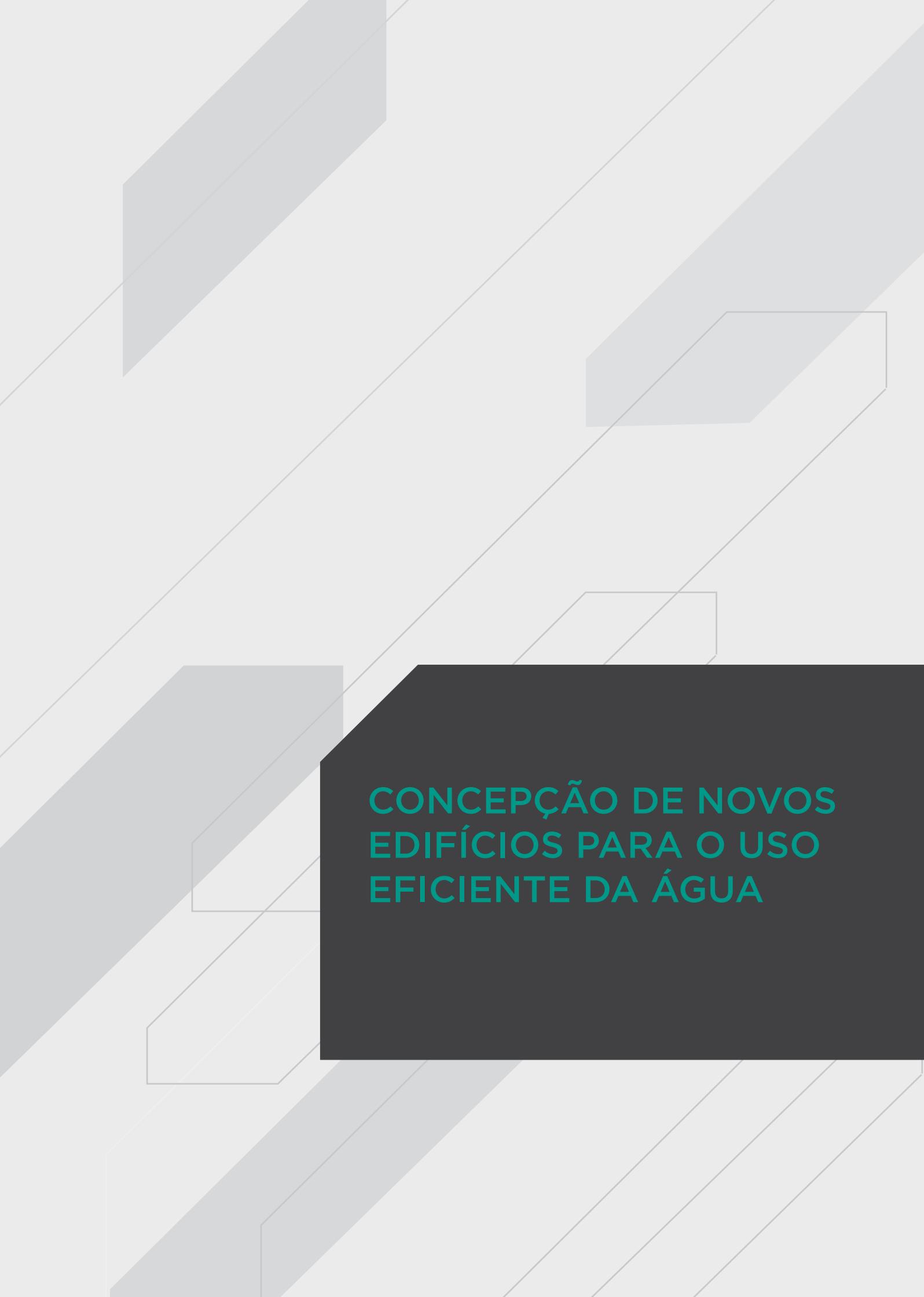
Pode-se determinar, para cada uma das unidades, o consumo diário por pessoa e utilizá-lo para comparação com os valores históricos da própria unidade, estabelecendo-se, assim, o indicador de consumo de água da unidade (litros por pessoa por dia).

O acompanhamento, ao longo do tempo, do indicador de consumo da unidade, permite ao responsável adquirir sensibilidade com relação a valores eficientes de consumo de água e estabelecer metas e ações para redução, quando for o caso.

Não existem indicadores de consumo genéricos, que reflitam metas de consumo para todo e qualquer edifício residencial. O consumo de água em edifícios depende, além do consumo realizado pelos próprios moradores em seus apartamentos, da quantidade de água necessária para a realização das atividades das áreas comuns. Quando existe apenas o hidrômetro da concessionária, não se consegue quantificar o consumo associado às áreas comuns. As variações de características de arquitetura e de atividades que consomem água indicam a necessidade de estabelecimento de indicadores de consumo de água para cada edifício. Em um edifício com grande área de piso a ser lavado ou de jardim a ser regado, com piscina, entre outros, o consumo de água em área comum será superior ao de outro edifício sem essas características. Portanto, além de permitir que moradores tomem ciência do consumo de água de seus apartamentos e calculem o indicador de consumo associado, a individualização do consumo de água permite, também, que os responsáveis pela gestão dos equipamentos de área comum façam o mesmo: ao conhecer o consumo de água da área comum, os responsáveis conseguem calcular o indicador de consumo daquele edifício e estabelecer metas e ações para a redução, quando for o caso.

Quando incorporado ao edifício um sistema de distribuição de água não potável para utilização em determinadas atividades, a gestão da demanda de água envolve também a obtenção e a manutenção da qualidade da água necessária para as atividades que consomem água não potável. É por meio da gestão da demanda de água que se previne o risco de contaminação dos usuários por uso inconsciente de água não potável ou por conexão indevida entre os sistemas de água potável e não potável.





**CONCEPÇÃO DE NOVOS
EDIFÍCIOS PARA O USO
EFICIENTE DA ÁGUA**

5. CONCEPÇÃO DE NOVOS EDIFÍCIOS PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA

Favorecer o uso eficiente da água em um novo edifício não depende apenas do projeto dos sistemas hidráulicos prediais. Premissas do projeto de arquitetura, principalmente, e de outras disciplinas que necessitem de alimentação de água (paisagismo e decoração, entre outros) interferem nos indicadores de consumo dos edifícios.

Ao considerar premissas que favorecem o uso eficiente da água na concepção do empreendimento, o projeto de arquitetura otimiza soluções do projeto dos sistemas prediais hidráulicos. A condição ideal é o desenvolvimento conjunto das disciplinas principais (arquitetura, estruturas e sistemas prediais hidráulicos e elétricos), de forma que os diversos requisitos de desempenho a serem atendidos sejam discutidos em busca de equilíbrio.

Algumas características do projeto de arquitetura que interferem diretamente no projeto dos sistemas hidráulicos prediais e na eficiência do uso da água podem ser elencadas:

- disposição dos ambientes: o traçado da tubulação de distribuição de água é consequência da disposição dos ambientes sanitários e, nestes, da locação dos pontos que utilizam água. Ambientes sanitários concentrados em uma determinada região de um apartamento resultam, via de regra, em menor comprimento de tubulação e menor quantidade de conexões. Como consequência, além da redução de custo com materiais, a perda de carga no sistema se reduz (com impacto em redução de diâmetros de tubulação) e a possibilidade de locais de ocorrência de vazamentos é também minimizada. Para o sistema de distribuição de água quente, quanto menor o percurso a ser percorrido, menor a perda de calor associada, o que gera redução do consumo de energia (elétrica ou gás), menor necessidade de isolamento térmico, menor comprimento de tubulação para recirculação de água.

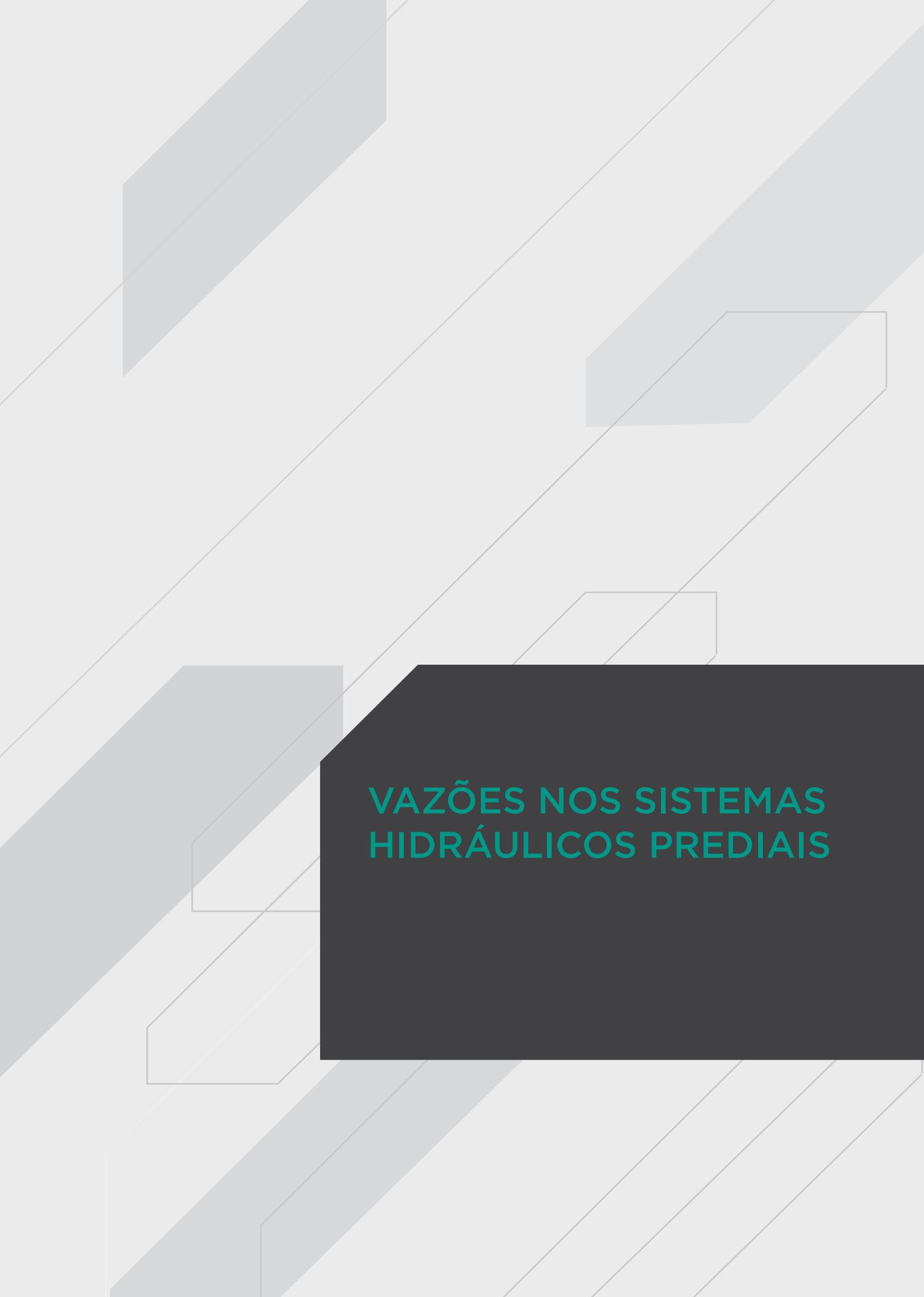
- Espaço para reservatórios e barriletes: o volume de água a ser armazenado em um edifício é calculado no projeto dos sistemas prediais hidráulicos. A locação dos reservatórios é feita no projeto de arquitetura. A previsão do espaço para reservatórios precisa considerar também o barrilete e espaço suficiente para adequada operação e manutenção do sistema. Não é incomum encontrar edifícios com barriletes praticamente inacessíveis, o que dificulta bastante qualquer tipo de operação ou manutenção. O acesso ao interior de reservatórios precisa ser facilitado, uma vez que é recomendada limpeza, pelo menos, semestral.
- *Shafts* técnicos: a locação de tubulação e componentes em *shafts* técnicos (registros, hidrômetros e válvulas de bloqueio, entre outros) tem o objetivo de facilitar o acesso, para eventual manutenção. Não é incomum, entretanto, a previsão de *shafts* com dimensões inferiores às que seriam recomendadas para viabilizar o acesso às tubulações.
- Especificação de metais sanitários: todo metal sanitário é fabricado para operar sob determinadas condições de pressão e vazão. A especificação de metais sanitários, em geral feita pelo responsável pelo projeto de arquitetura, deve ser fornecida, junto com as curvas de pressão e vazão dos equipamentos, ao responsável por dimensionar o sistema de distribuição de água, para poder ser considerada no dimensionamento hidráulico. As curvas de pressão e vazão dos metais especificados podem ser obtidas junto aos fabricantes. O dimensionamento do sistema de distribuição de água contemplando os metais que serão efetivamente instalados permite ao projetista responsável ajustar as vazões nos pontos de utilização e evitar que seja liberada uma quantidade de água superior à necessária para o desempenho da atividade. O anexo 5 do documento Gestão de Recursos Hídricos na Indústria da Construção – uso eficiente da água em edifícios residenciais –, publicado pela Comissão de Meio Ambiente – CMA – da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC –, em maio de 2016¹⁴, apresenta aspectos a serem considerados na especificação de metais sanitários para favorecer o uso eficiente da água.

14 Disponível para download nas versões em português e espanhol em <http://cbic.org.br/pagina/publicacoes-cma>

PROJETO DE ARQUITETURA E O USO EFICIENTE DA ÁGUA



- **Disposição dos ambientes: redução de tubulações e conexões**
- **Previsão de espaços-reservatórios e barriletes: viabilidade de acesso para operação, manutenção e eventual substituição**
- **Shafts técnicos - dimensões que permitam acesso para manutenção**
- **Especificação de metais sanitários: curvas de pressão e vazão**



VAZÕES NOS SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS

6. VAZÕES NOS SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS

O cálculo das vazões de projeto dos trechos da tubulação do sistema de distribuição de água de edifícios é uma questão determinante para o desempenho do sistema e uso eficiente da água.

O sistema de distribuição de água (fria e quente) deve ser dimensionado de forma que cada aparelho ou equipamento sanitário seja alimentado com a quantidade de água necessária e suficiente para o usuário realizar as atividades associadas com conforto e sem desperdício.

Para o dimensionamento de um trecho de tubulação que alimenta um conjunto de aparelhos sanitários, precisam ser definidas as vazões e a simultaneidade de uso dos aparelhos.

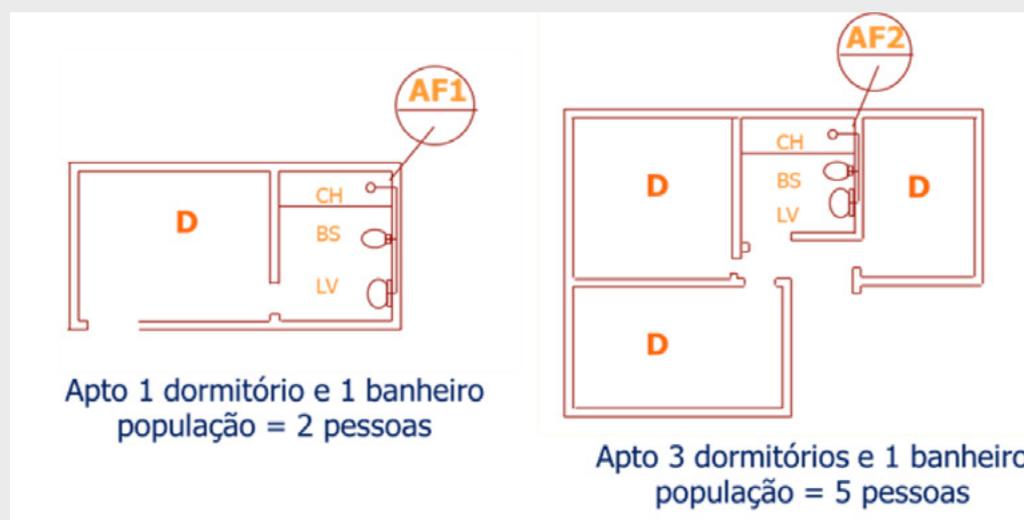
Quando as vazões e a simultaneidade de uso são superestimadas, o dimensionamento da tubulação resulta em diâmetros superiores aos necessários para o desempenho do sistema, o que pode contribuir para o desperdício de água e dos materiais necessários para a instalação.

Ao contrário, o estabelecimento de vazões inferiores ao mínimo necessário para a operação dos equipamentos ou a consideração de simultaneidade inferior à realidade podem causar desconforto ao usuário e comprometer o desempenho do sistema ao longo de toda a vida útil do edifício.

A maior parte dos métodos ainda utilizados para determinação de vazões de projeto foram propostos na primeira metade do século passado, quando, entre outros, o acesso a computadores não existia, os edifícios não eram tão altos e a medição individualizada de água não era uma realidade. Além disso, a escassez de água e a emergência da redução do consumo não faziam parte da pauta da sociedade.

Tradicionalmente, no Brasil, o sistema de distribuição de água (fria e quente) é dimensionado a partir de vazões mínimas nos pontos de utilização, estabelecidas na ABNT NBR 5626/1998, com simultaneidade de utilização estimada pelo Método dos Pesos. Os diâmetros dos ramais são calculados trecho a trecho, considerando os pesos dos aparelhos conectados a jusante do trecho a ser dimensionado. As prumadas (ou colunas) são dimensionadas da mesma maneira.

FIGURA 4 – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA



Ou seja, um sistema dimensionado pelo Método dos Pesos considera que a tubulação que alimenta o sanitário de um apartamento com um único dormitório terá o mesmo diâmetro que a tubulação que alimenta o sanitário de um apartamento com três dormitórios. Não importa a quantidade de usuários.

De modo geral, os diversos métodos e modelos para determinação de vazões de projeto em sistemas prediais de água, propostos a partir de 1920, podem ser classificados em métodos empíricos ou métodos probabilísticos.

Os métodos empíricos, utilizados por meio de tabelas e ábacos, foram desenvolvidos a partir da observação do comportamento do sistema e baseados em experiências prévias de seus autores. Diversos estudos comprovam que essas rotinas para o cálculo da vazão conduzem a valores pouco precisos quando comparados a situações reais, em geral superestimados (Gonçalves, 1978¹⁵; Gonçalves, 1986¹⁶; Oliveira, 2010¹⁷, entre outros).

Não é razoável considerar que todos os aparelhos sanitários de um ambiente ou apartamento ou conjunto de apartamentos serão acionados simultanea-

15 GONÇALVES, O. M. Influência do uso simultâneo de aparelhos sanitários no dimensionamento de instalações prediais de água fria. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1978.

16 GONÇALVES, O. M. Formulação de modelo para o estabelecimento de vazões de projeto em sistemas prediais de distribuição de água fria. 203 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

17 OLIVEIRA, L. H. de. Modelo para a simulação de vazões de projeto em sistemas prediais de água com medição individualizada empregando a lógica nebulosa e o método de Monte Carlo. 111 p. Tese (Livre-docência junto ao Departamento de Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2010.

mente. Pode-se supor que a probabilidade de ocorrência desse fenômeno tende a zero. A partir dessa premissa, surgem os métodos probabilísticos.

Métodos probabilísticos buscam representar uma situação real ou o comportamento de um determinado sistema a partir de modelos matemáticos. Foram desenvolvidos a partir da teoria da probabilidade e podem ser classificados em fechados ou abertos.

Modelos probabilísticos fechados, apesar de baseados na teoria da probabilidade, não garantem a flexibilidade necessária às diversas situações de dimensionamento, uma vez que utilizam tabelas ou gráficos idealizados a partir de situações particulares estudadas por seus propositores. Essa condição de utilização era necessária na época em que foram desenvolvidas, pela dificuldade de cálculo de formulações complexas sem o acesso rotineiro aos computadores.

Com a difusão dos computadores, o uso de modelos probabilísticos abertos, que permitem ao projetista estabelecer os valores das variáveis que serão consideradas conforme as condições de contorno de cada edifício, torna-se viável. Métodos probabilísticos abertos permitem ao projetista considerar características específicas de cada situação, com flexibilidade no estabelecimento dos níveis de desempenho dos sistemas, em função das condições específicas de cada projeto.

Diversos autores questionam os métodos convencionais para determinação de vazões de projeto, que geram valores superestimados no sistema de distribuição de água. Nos últimos anos não foram propostos novos métodos empíricos, apenas modelos baseados na teoria das probabilidades e, mais recentemente, métodos baseados em modelos de simulação (que utilizam a teoria das probabilidades e processos estocásticos para a previsão do comportamento do sistema durante um período de tempo pré-estabelecido). Embora já se disponham de modelos probabilísticos satisfatoriamente eficientes, alguns métodos empíricos, apesar de completamente obsoletos, continuam a ser largamente utilizados.

Alguns exemplos de modelos abertos podem ser citados:

- Modelo da Binomial Generalizada: proposto por Webster, em 1972. Baseia-se na aplicação da função de distribuição de probabilidade binomial, de forma generalizada, para um determinado conjunto heterogêneo de aparelhos. Considera que o uso dos diferentes tipos de aparelhos sanitários instalados possui independência probabilística. O modelo exige um esforço computacional relevante, uma vez que necessita da relação de todas as combinações possíveis de valores de vazão para sua aplicação, além do cálculo de cada probabilidade dessas vazões.
- Modelo da Multinomial: proposto por Courtney, em 1976, baseia-se na aplicação da distribuição de probabilidade multinomial para a determinação

da vazão de projeto de um determinado trecho de tubulação que alimenta sistemas mistos de aparelhos sanitários. Semelhante à proposta de Webster (1972), este modelo também necessita que sejam determinadas todas as combinações de vazões possíveis para sua aplicação. O modelo necessita, ainda, do cálculo das probabilidades de ocorrência de vazões nulas, obtido a partir de considerações teóricas de independência estatística entre os aparelhos sanitários de um ambiente sanitário. No caso de mais de um ambiente sanitário alimentado por um mesmo trecho de tubulação pertencente a um mesmo apartamento, comum em sistemas com medição individualizada, essas considerações de independência estatística precisam ser extrapoladas.

- Modelo Probabilístico Aberto: apresentado por Gonçalves, em 1986, propõe o cálculo das médias e variância das variáveis consideradas intervenientes, inclusive do número de aparelhos sanitários em uso simultâneo, consideradas como variáveis aleatórias. O conhecimento do número de aparelhos sanitários em uso simultâneo de um conjunto homogêneo de aparelhos é dado pela distribuição beta-binomial. Na abordagem teórica, foram desconsideradas as probabilidades de ocorrência de vazões nulas. Para o cálculo da vazão de projeto de um determinado trecho foi considerada uma aproximação com a função de distribuição de probabilidades do tipo gama.

O Modelo Probabilístico Aberto foi adotado pelo programa ProAcqua, da Sabesp, para o dimensionamento de hidrômetros para a individualização do consumo de água. O anexo 5 detalha esse método.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

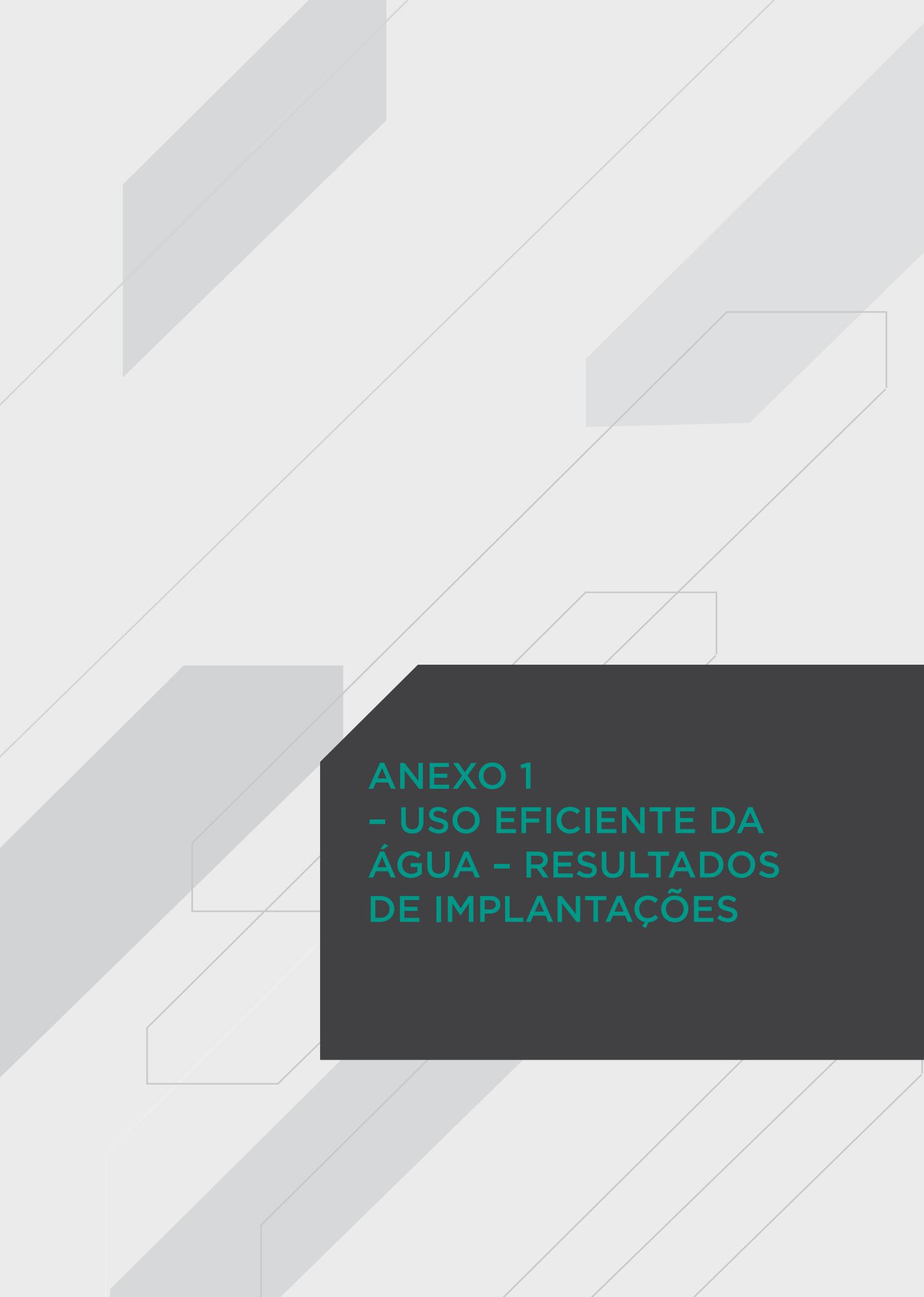
Os aspectos apresentados neste documento evidenciam duas questões principais:

- a demanda de água em edificações habitacionais é significativamente reduzida quando são consideradas ações para o uso eficiente da água na concepção de novos edifícios e na reforma de edifícios existentes. A promoção do uso eficiente da água depende, fundamentalmente, da interação e das premissas dos projetos de arquitetura e dos sistemas hidráulicos prediais. Enquanto esses projetos forem desenvolvidos da forma tradicional e sem interação entre as disciplinas, as cidades continuarão a receber edifícios que desperdiçam água.
- prática da conservação de água, com utilização de fontes alternativas para abastecimento de água em edifícios residenciais, envolve risco à saúde dos usuários, principalmente pela falta de capacidade técnica dos envolvidos com a operação e manutenção do sistema de água não potável, o que exige mais atenção e cuidados com a entrega do sistema.

Tanto para o uso eficiente da água quanto para a conservação de água, a obtenção de indicadores de consumo e o desempenho do sistema dependem do envolvimento de profissionais habilitados, e a manutenção de indicadores de consumo eficientes e do desempenho adequado do sistema dependem do sistema de gestão implantado.

A condição de vulnerabilidade hídrica dos centros urbanos brasileiros indica a necessidade de estabelecimento de medidas que garantam o equilíbrio entre a oferta e a demanda de água, com qualidade apropriada aos tipos de uso, como condição para que tais centros urbanos não se tornem economicamente inviáveis. O estabelecimento de ações de caráter institucional, tecnológico, de qualidade e sustentabilidade e de conscientização e capacitação profissional, em conjunto, podem contribuir para significativa redução dos níveis de consumo atuais.

Nesse contexto, a indústria da construção civil tem o desafio de garantir a produção de edifícios que utilizem a água com eficiência.



ANEXO 1
- USO EFICIENTE DA
ÁGUA - RESULTADOS
DE IMPLANTAÇÕES

ANEXO 1 - USO EFICIENTE DA ÁGUA - RESULTADOS DE IMPLANTAÇÕES

A partir do final da década de 1990, no âmbito do PURA da Sabesp, ações para o uso eficiente de água foram implantadas em diversas edificações existentes. Alguns casos são apresentados a seguir e evidenciam o quanto edificações desperdiçam água e quanto se pode reduzir a demanda por meio de ações tecnológicas para o uso eficiente.

CASO A1 - HOSPITAL

INSTITUTO DO CORAÇÃO DO HOSPITAL DAS CLÍNICAS (SÃO PAULO, SP)

	REDUÇÃO DO CONSUMO	INVESTIMENTO	ECONOMIA MENSAL DE ÁGUA
Correção de vazamentos	28,40%	R\$ 79.518,56	R\$ 54.256,88
Adequação de equipamentos	15,30%		

Fonte: Oliveira (1999)¹⁸

CASO A2 - ESCOLA

ESCOLA ESTADUAL FERNÃO DIAS PAES (SÃO PAULO, SP)

	REDUÇÃO DO CONSUMO	INVESTIMENTO	ECONOMIA MENSAL DE ÁGUA
Consumo inicial	81,1 litros/aluno*dia		
Consumo após correção de vazamentos	4,5 litros/aluno*dia	R\$2.645,95	R\$37.409,60
Consumo após adequação de equipamentos	4,1 litros/aluno*dia	R\$1.938,58	R\$199,76

Fonte: Oliveira (1999)¹⁷

18 Oliveira, L.H. e Gonçalves, O.M., Metodologia para Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 1999.

Nos dois casos acima, é interessante observar o impacto resultante de ações para identificação e correção de perdas de água por vazamentos visíveis e invisíveis. Em edifícios existentes, principalmente nos mais antigos, a falta de conhecimento de indicadores de consumo de água eficientes pode levar os responsáveis a não perceberem, nem por meio das contas de água, que o consumo possa estar significativamente acima do que seria razoável.

No segundo caso, o da escola, existia uma ruptura importante no alimentador predial, submetido à pressão da rede pública. Por se tratar de perda de água em tubulação enterrada, o vazamento não foi percebido durante muitos anos.

CASO A3 - COZINHA INDUSTRIAL

COZINHA INDUSTRIAL FORD IPIRANGA

Consumo inicial (1996)	40,35 litros/refeição
Consumo final (1998)	19,90 litros/refeição
Investimento	~R\$7.000,00
Redução	51%
Período de retorno	< 2 meses

Fonte: TESIS (1998), contrato SABESP

Os usos da água foram monitorados durante 3 meses, após os quais foram realizadas as intervenções: correção de vazamentos, adequação de equipamentos e alteração de procedimentos

CASO A4 - BAR

CERVEJARIA CONTINENTAL (SÃO PAULO, SP)

Consumo inicial (1996)	55,46 m ³ /semana
Consumo final (1998)	40,83 m ³ /semana
Investimento	*****
Redução	27%
Período de retorno	*****

Fonte: TESIS (1999)

CASO A5 -EDIFÍCIO RESIDENCIAL

EDIFÍCIO RESIDENCIAL (SÃO PAULO, SP)

Consumo inicial (1998)	1.460 m ³ /mês
Consumo final (1999)	1.045 m ³ /mês
Investimento	~R\$4.000,00
Redução	28%
Período de retorno	< 2 meses

FONTE: TESIS (1999)

Foram realizadas apenas correção de vazamentos.

CASO A6 -EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS

EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS (SÃO PAULO, SP)

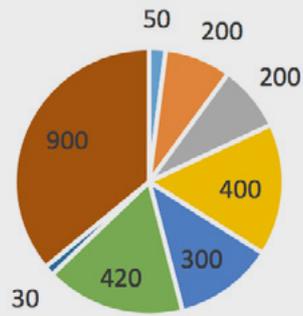
Consumo inicial (1996)	93.800 m ³ /mês
Consumo final (1998)	78.700 m ³ /mês
Investimento	~R\$80.000,00
Redução	16%
Período de retorno	9 meses

Fonte: TESIS (1999)

Substituição de 592 equipamentos

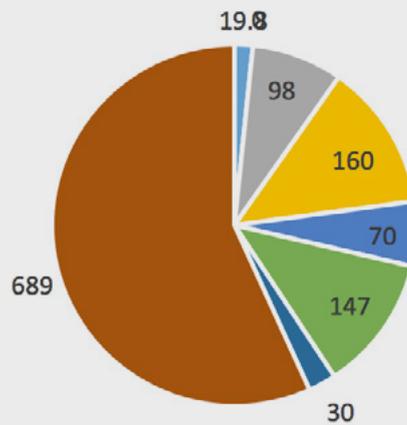
QUADRO A7 - FÁBRICA DE LATICÍNIOS

Consumo inicial = 2500 m³/dia



Consumo otimizado = ~1.200m³/dia

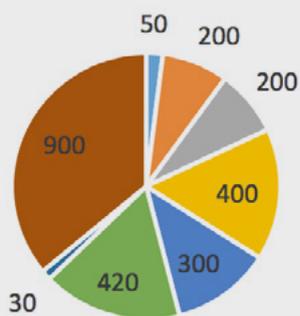
Chart Area



- consumo humano
- CIP
- insumo
- arrefecimento
- caldeiras
- torres/condensadores
- limpeza
- perdas físicas

QUADRO A7- FÁBRICA DE LATICÍNIOS (CONTINUAÇÃO)

Consumo inicial = 2500 m³/dia



- consumo humano
- CIP
- insumo
- arrefecimento
- caldeiras
- torres/condensadores
- limpeza
- perdas físicas

Geração de efluentes pós redução consumo de água = 457 m³/dia



- humano
- CIP
- insumo
- higienização
- resfriamento de motores
- torres/condensadores
- caldeiras
- perdas físicas

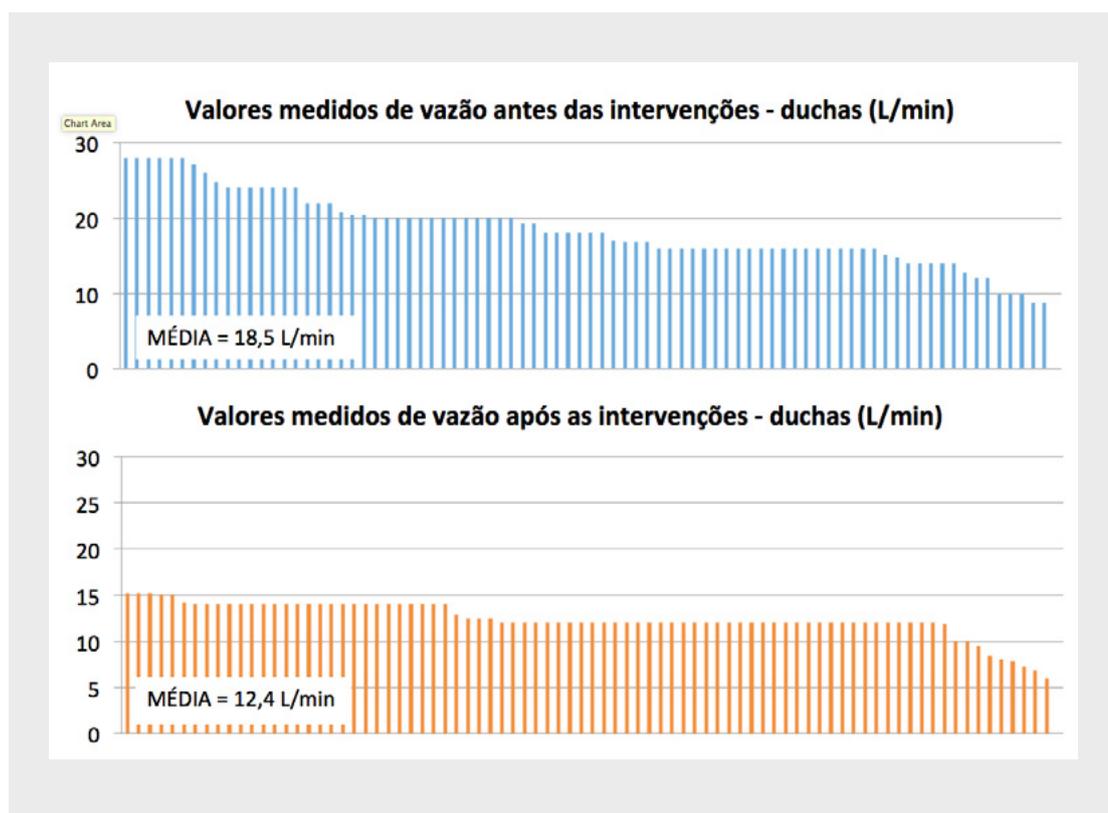
Os impactos causados pela redução de cerca de 52% da demanda de água ocasionaram forte redução da geração de esgotos (63%) e evitaram a implantação de uma segunda estação de tratamento de esgotos na unidade, que já estava programada.

CASO A8 - EDIFÍCIO RESIDENCIAL

Edifício residencial padrão médio-alto, na cidade de São Paulo (TESIS, 2015), em que, motivados pela “falta de água”¹⁹, os condôminos decidiram investir em ações tecnológicas para favorecer a redução do consumo.

O edifício, com 21 pavimentos e 37 apartamentos, foi entregue pela construtora em 2008, portanto já dispunha de bacias sanitárias de volume reduzido.

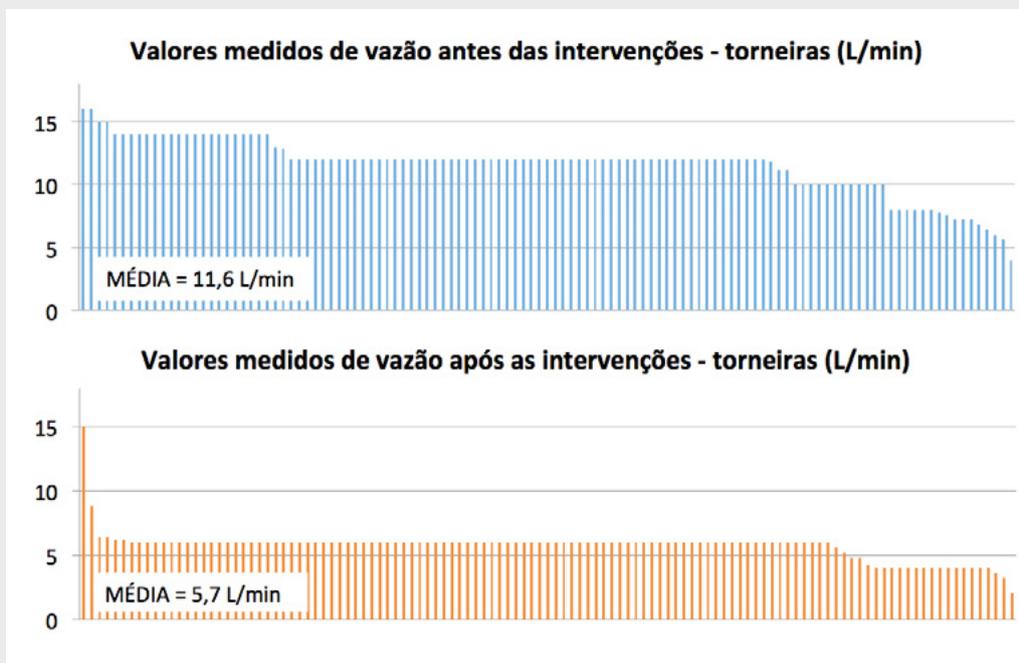
O consumo de água do edifício passou de 275 litros/morador*dia, em 2012 (consumo histórico) para 170 litros/morador*dia em 2015, após a realização das intervenções.



19 Por se localizar em região alta da cidade, as ações realizadas pela Sabesp para combater as perdas de água na rede pública por meio da redução da pressão da água, durante o recente período de forte estiagem em São Paulo, resultaram em dificuldade para abastecimento do reservatório inferior do edifício.

As intervenções realizadas foram:

- adequação do sistema de pressurização da água dos últimos pavimentos: o edifício conta com sistema de pressurização para alimentação de água dos pavimentos 18º ao 21º. A empresa contratada para a manutenção predial do edifício promoveu alterações no sistema original que resultou em desregulagem e vazamento permanente. O fabricante foi acionado e ajustou o sistema;
- regulagem de duas estações reductoras de pressão: as estações reductoras de pressão não haviam recebido, até 2015, qualquer tipo de manutenção. Encontravam-se desreguladas em relação às pressões especificadas no projeto original do edifício, causando forte desperdício de água em alguns pavimentos e até ruptura de tubulação. O fabricante foi acionado e ajustou o sistema;
- instalação de mecanismos de duplo acionamento em bacias sanitárias;
- instalação de dispositivos reguladores de pressão em duchas e torneiras.

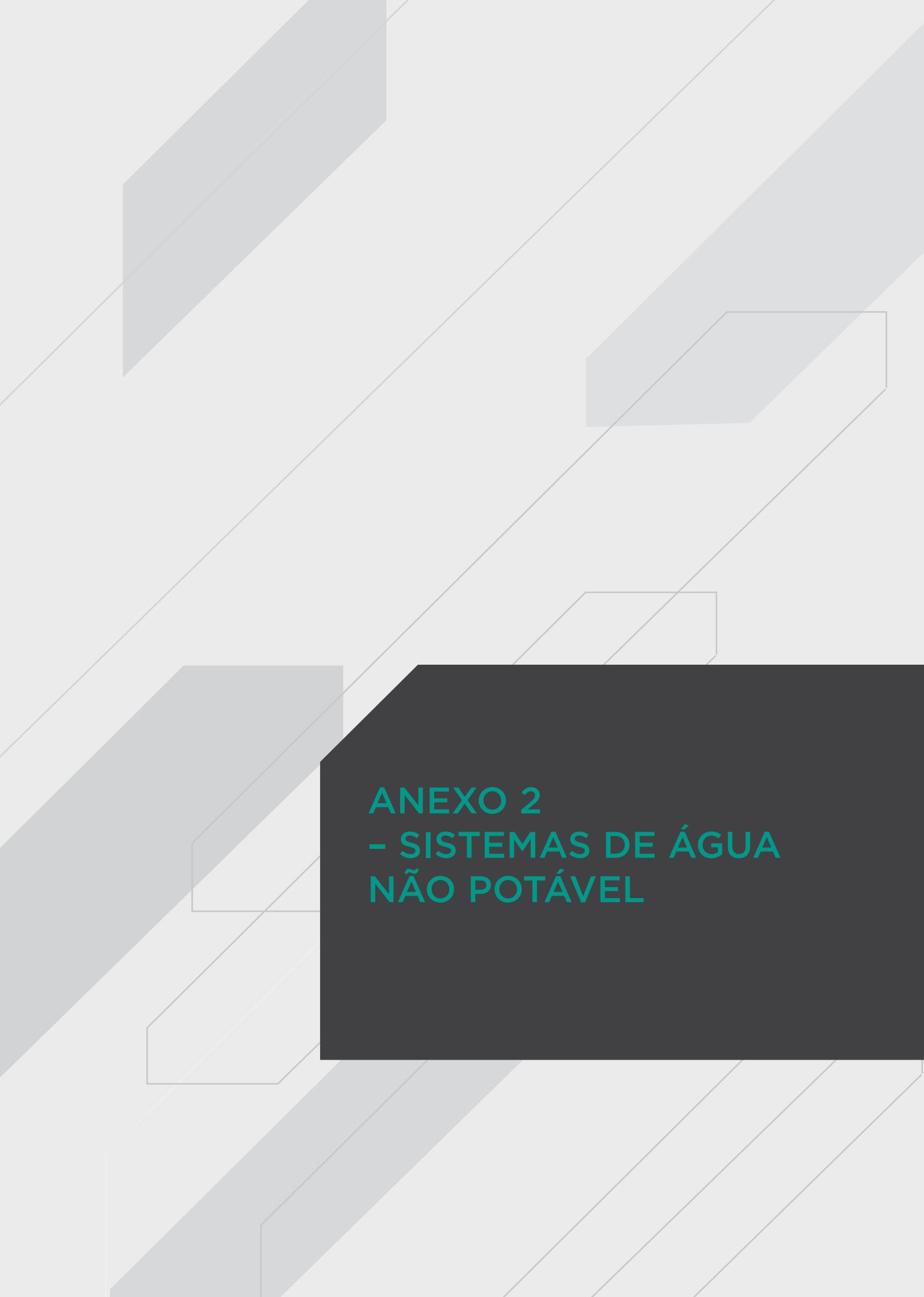


CASO A9 - PURA-SABESP

Em 16 de fevereiro de 2017, em evento realizado pela Sabesp, em conjunto com a Secretaria Estadual de Educação, foram apresentados resultados recentes de redução de consumo em edificações que receberam intervenções para o uso eficiente da água por meio do PURA (Programa do Uso Racional da Água da Sabesp):

CLIENTE	QUANTIDADE DE IMÓVEIS	CONSUMO MÉDIO ANTERIOR AO PURA (M ³ /MÊS)	REDUÇÃO EM RELAÇÃO AO ÚLTIMO CONSUMO
Secretaria Estadual de Educação Fase 1	345	138409	67%
Secretaria Estadual de Educação Fase 2	243	83592	62%
Prefeitura Municipal de Ferraz de Vasconcelos	2	1113	44%
Prefeitura Municipal de Franco da Rocha	16	2467	76%
Prefeitura Municipal de Caieiras	16	2747	63%
Prefeitura Municipal de Cajamar	18	6369	86%
Penitenciária Feminina de Santana	3	56416	47%
Prefeitura Municipal de São Paulo	2284	605581	46%
Hospital da Polícia Militar	1	5572	60%

Fonte: adaptado a partir de dados fornecidos pela Sabesp



ANEXO 2
- SISTEMAS DE ÁGUA
NÃO POTÁVEL

ANEXO 2 – SISTEMAS DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

A utilização de água não potável para determinadas atividades que não estão associadas ao consumo humano pode ocorrer de forma coletiva ou individual, por meio de sistema público de abastecimento ou de produção particular.

Como exemplo de sistema público de abastecimento de água não potável pode ser citado o empreendimento Aquapolo²⁰, que fornece, atualmente, 650 litros por segundo de água de reuso para o Polo Petroquímico do ABC Paulista (o que equivale ao abastecimento de uma cidade de 500 mil habitantes). A qualidade da água não potável é garantida pelo Aquapolo, que recebe água da Estação de Tratamento de Esgoto da SABESP, do ABC Paulista, trata e distribui para o Polo Petroquímico. Os parâmetros de qualidade da água foram determinados pelo Polo Petroquímico, que utiliza a água não potável principalmente para limpar torres de resfriamento e caldeiras.

Nos últimos anos, vem sendo praticada a utilização de fonte alternativa de água em edifícios residenciais, com objetivo de reduzir a demanda de água potável. Entre as atividades que usualmente utilizam água na rotina de edifícios residenciais, algumas demandas não exigem água potável, tais como irrigação de jardins ou lavagem de pisos. Dentre as possibilidades de produção particular de água, como alternativa à água fornecida pelo sistema público, destacam-se: aproveitamento de água de chuva, reuso de água e água de rebaixamento de lençol freático.

A utilização de água não potável exige respeitar critérios para preservar a saúde dos usuários, tendo em vista os riscos associados: contaminação da água potável fornecida pela concessionária ou uso indevido da água não potável.

Sistemas não potáveis requerem projeto, execução e gestão profissionais para garantir a qualidade da água, prevenir os riscos de contaminação do meio ambiente e, acima de tudo, preservar a saúde dos usuários.

A utilização de fonte alternativa de água em edifícios deve ser aplicada com responsabilidades semelhantes às das concessionárias. Além de produzir água com padrão de qualidade para o uso específico, o produtor dessa água deve:

- atender à normalização e à legislação de outorga vigentes;

20 Disponível em <http://www.aquapolo.com.br/quem-somos/sobre-o-aquapolo/>

- implantar sistema de gestão e monitorar continuamente a qualidade e a quantidade da água não potável;
- capacitar e conscientizar os usuários.

A principal preocupação associada à implantação de sistemas não potáveis é a saúde dos usuários. O cidadão comum, morador dos centros urbanos, pouco ou nada sabe sobre a procedência da água que consome e o tratamento associado para que essa água se torne potável. O usuário, habituado a receber água potável proveniente do sistema público de abastecimento, utiliza a água sem questionar a sua qualidade.

A inclusão de sistemas não potáveis em edifícios residenciais é recente. Talvez não se tenha adquirido, ainda, o grau de maturidade necessário para garantir a saúde dos usuários, principalmente quando o responsável pelo edifício não necessariamente é um especialista, realidade da maioria dos edifícios residenciais. Quando se consideram edifícios de outras tipologias, até mesmo hospitais, em que existe atuação permanente de equipe de engenharia de manutenção, os riscos existem, mas são minimizados. Ao propor um sistema não potável para um edifício residencial, o empreendedor deve considerar as condições de contorno existentes e tomar todas as providências para prevenir riscos.

Um sistema de água não potável é composto pelo sistema hidráulico para reserva e distribuição e pelo sistema de tratamento. Não necessariamente, ou até mesmo raramente, um mesmo profissional estará qualificado para projetar, executar, operar e manter os dois sistemas. Em geral são dois responsáveis técnicos diferentes, um pelo sistema hidráulico predial e outro pelo sistema de tratamento da água.

A previsão de sistemas alternativos de fornecimento de água envolve três aspectos fundamentais: independência entre os sistemas hidráulicos, tratamento adequado e gestão profissional.

O primeiro aspecto, obrigatoriedade de **total independência entre um sistema de água não potável e o sistema potável** proveniente da rede pública, é previsto na legislação:

- Lei Federal nº 11.445/2007, parágrafo 2º, art. 45: a instalação hidráulica predial ligada à rede pública de abastecimento de água não poderá ser também alimentada por outras fontes.
- Decreto Federal nº 7.217/2010, art. 7º: a instalação hidráulica predial ligada à rede pública de abastecimento de água não poderá ser também alimentada por outras fontes.

- Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, art. 16º: a água proveniente de solução alternativa coletiva ou individual, para fins de consumo humano, não poderá ser misturada com a água da rede de distribuição.
- ABNT NBR5626/1998, item 5.4.4.1: não deve haver interligação entre tubulação que conduza água fornecida por redes públicas de concessionárias e tubulação que conduza água proveniente de sistema particular de abastecimento (conexão cruzada), seja esta última com água potável ou não.

Assim, a previsão de um sistema não potável para alimentação de determinados pontos de utilização, para atividades específicas, requer um sistema hidráulico completamente independente do sistema predial de água potável: reservatório(s), sistema de distribuição, pontos de utilização. Além disso, os dois sistemas (potável e não potável), devem **permanecer independentes** ao longo do tempo, o que significa previsão de proteção e impedimento para que eventual interligação venha a ocorrer em reformas, por exemplo.

O segundo aspecto a ser considerado se refere ao **tratamento necessário para obter e manter características de qualidade da água não potável** que permitam a utilização nas atividades específicas para as quais o sistema é projetado, sem prejuízo a usuários ou equipamentos. A falta de tratamento ou o tratamento inadequado podem comprometer o resultado da atividade. Por exemplo, utilizar o efluente proveniente de máquinas de lavar roupa para irrigação de jardins, sem eliminar o sabão, provavelmente danificará a vegetação. O sistema de tratamento deve ser projetado por profissional habilitado, considerar as características da água ou efluente a ser tratado e a qualidade necessária para o desempenho da atividade à qual a água não potável será destinada.

E o terceiro aspecto, não menos importante, é a **permanente gestão profissional do sistema não potável**. A entrega de um edifício residencial com sistema de água não potável requer cuidados específicos de capacitação e conscientização dos usuários. O usuário precisa saber que determinado ponto de utilização fornece água não potável. O funcionário de um edifício que usa água não potável para lavagem de pisos, precisa utilizar EPIs (Equipamentos de Proteção Individuais – botas, luvas e máscara, para evitar aspiração de água não potável), para evitar comprometer sua saúde. O síndico de um edifício onde se utiliza água não potável precisa entender a importância de manter acompanhamento especializado para o sistema de tratamento e a necessidade de monitorar permanentemente a qualidade da água não potável. Os moradores precisam de orientação específica para, ao reformar um apartamento, não permitir que um encanador realize uma interligação entre a tubulação do sistema potável e do sistema não potável. Considerando que moradores, visitantes, funcionários e síndicos mudam ao longo do tempo, garantir a saúde dos usuários de um edifício residencial que

conta com sistema de água não potável vai além de informações no manual de uso, operação e manutenção.

A2.1 SISTEMA HIDRÁULICO PREDIAL

São recomendadas algumas premissas de projeto, além das existentes nas normas técnicas pertinentes:

Sistema de armazenamento:

- prever pelo menos dois reservatórios: um para armazenamento da água ou efluente antes do tratamento e outro para armazenamento da água não potável.
- Evitar o armazenamento prolongado de água não potável, antes e após o tratamento, para evitar alterações de suas características e proliferação de agentes indesejados e não previstos pelo sistema de tratamento adotado. Recomenda-se reservar, no máximo, um dia de consumo.
- Prever suprimento de água potável para o reservatório de água não potável tratada, para os casos de interrupção ou produção de água tratada em quantidade inferior à necessária para as atividades previstas. Nesse caso, de modo análogo à tubulação que alimenta reservatórios de água potável, deve ser utilizado dispositivo de separação atmosférica para evitar contaminação do sistema de água potável.
- Tomar todas as precauções possíveis para evitar qualquer possibilidade de contaminação do sistema potável e do meio ambiente. Por exemplo, tubulação de extravasão e limpeza devem conduzir a água não potável diretamente para o sistema de esgotos sanitários, com previsão de sistema automático para alerta de extravasão; em reservatórios enterrados, devem ser previstas separações do solo; não pode haver passagem de tubulação de água potável dentro do volume útil do reservatório de água não potável; entre outros.

Sistema de distribuição:

- especificar a tubulação de distribuição de água não potável, preferencialmente, em material diferente da tubulação de distribuição de água não potável, como forma de alertar e dificultar interligação entre sistemas em reformas posteriores. Se não for possível utilizar materiais diferentes, a tubulação do sistema não potável deve ser, no mínimo, de cor

diferente da tubulação do sistema potável. Indica-se a cor púrpura para sistemas não potáveis. O material e a cor diferentes do sistema potável devem ocorrer em todo o sistema de distribuição.

- Prever distâncias seguras entre a tubulação do sistema potável e do sistema não potável, no mínimo de 30 cm, com a tubulação de água potável sempre acima da tubulação de água não potável.

Pontos de utilização:

- especificar todos os pontos de utilização de água não potável com acesso restrito e claramente identificados. Recomenda-se a instalação de placas de advertência, preferencialmente com letras em relevo e que não sejam facilmente removíveis, com a inscrição “ÁGUA NÃO POTÁVEL” e figuras de fácil compreensão, em especial por crianças.
- Quando da utilização de água não potável para descarga de bacias sanitárias, além da instalação de placa de advertência, recomenda-se prever ponto de alimentação de água potável próximo à bacia sanitária, para viabilizar eventual instalação de equipamentos que necessitem de água potável, como ducha higiênica, sem risco do usuário buscar essa alimentação na entrada da tubulação que alimenta a bacia sanitária.

A2.2 SISTEMA DE TRATAMENTO

O sistema de tratamento da água não potável deve ser selecionado, dimensionado e especificado por profissional habilitado. A determinação da tecnologia apropriada varia caso a caso, em função das características da água da fonte alternativa, das características requeridas para os usos não potáveis pretendidos, das vazões de projeto e da área técnica disponível. Algumas premissas de projeto podem ser recomendadas, além das existentes nas normas técnicas pertinentes:

- prever ventilação adequada (para exaustão de eventuais gases); drenos de fundo e extravasores adequadamente interligados ao sistema de esgotos sanitários; área de circulação para movimentação segura durante a implantação, a operação e a manutenção.
- Prever unidade de equalização para abater eventuais picos de geração e para homogeneização das cargas da água a ser tratada.

- Prever dispositivos que permitam a realização de manobras hidráulicas em situações de manutenção e/ou emergência.
- Prever pelo menos um dispositivo de medição de vazão da água não potável tratada, especificado conforme as características quali-quantitativas do fluido a ser medido.
- Prever, sempre que possível, pigmentação da água não potável, como forma de diferenciação clara da água potável.
- Especificar as análises a serem realizadas para manutenção dos parâmetros de qualidade da água não potável e frequência de realização.

Cabe ainda ressaltar que o lodo produzido, decorrente do tratamento, deve ser considerado resíduo sólido, conforme ABNT NBR 10004/2004-Resíduos sólidos-Classificação, e não pode ser descartado na rede municipal de coleta de esgoto sem prévia autorização da concessionária.

A aquisição, a instalação e o “start up” dos equipamentos devem sempre ser acompanhados por profissional habilitado.

A2.3 GESTÃO PROFISSIONAL

Em função do perfil dos usuários de edifícios residenciais, medidas para garantir a adequação de procedimentos de utilização, operação e manutenção de sistemas de água não potável assumem grande importância.

Conforme destacado no documento Gestão de Recursos Hídricos na Indústria da Construção – Uso Eficiente da Água em Edifícios Residenciais, publicado pela Comissão de Meio Ambiente – CMA – da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC –, em maio de 2016²¹, o conjunto de usuários de água de um edifício residencial ocupado é composto por moradores, visitantes, funcionários, profissionais de manutenção, animais, vegetação, equipamentos.

Tal conjunto de usuários apresenta características específicas que causam impactos na utilização, na operação e na manutenção dos sistemas do edifício:

- formação: moradores têm formações diversas;
- perfil socioeconômico: o perfil socioeconômico dos potenciais compradores aos quais um edifício se destina determina a faixa de valor possível para a

21 Disponível para download nas versões em português e espanhol em <http://cbic.org.br/pagina/publicacoes-cma>

taxa de condomínio, que, por sua vez, determina a capacidade financeira dos moradores suportarem as despesas de operação e manutenção.

- A dinâmica de operação e manutenção de edifícios residenciais deve também ser lembrada,

Responsabilidades:

- a responsabilidade e o ônus pela operação e pela manutenção de apartamentos é de seus proprietários ou inquilinos;
- a responsabilidade pela operação e pela manutenção de área comum costuma ser delegada a um síndico, com rateio de despesas entre todos os moradores. Em geral, os proprietários desconhecem que, mesmo delegando a responsabilidade ao síndico, também são corresponsáveis pela operação e pela manutenção de área comum.

Moradores (inclusive o síndico) não necessariamente possuem formação técnica específica para as decisões necessárias no estabelecimento das rotinas de operação e manutenção dos diversos sistemas do edifício. E, em geral, a função de "síndico" é rotativa, com alteração do responsável no tempo. Dinâmica de decisões: decisões que causam impacto financeiro nas taxas de condomínio ou que alteram características originais do edifício são, obrigatoriamente, tomadas em assembleias. Assembleias de condomínios reúnem proprietários de formações diversas, com capacidades distintas de entendimento técnico das necessidades dos sistemas do edifício e com prioridades e capacidades financeiras diferentes. Administradoras de condomínio: em sua maioria, as administradoras de edifícios residenciais não mantêm equipe técnica para apoiar síndicos ou moradores nas decisões de operação e manutenção dos sistemas.

Esse perfil de usuário não necessariamente consegue operar e manter corretamente os sistemas do edifício, a começar pelo sistema de distribuição de água potável. É comum observar, em edifícios residenciais, válvulas redutoras de pressão que operam com pressões superiores às especificadas em projeto por perder a regulação (falta de manutenção), operações de limpeza de reservatórios de água potável realizadas de maneira inadequada, elevada vazão em pontos de utilização, reformas no sistema hidráulico que comprometem o desempenho do sistema, entre outros. Os usuários, em geral, pouco ou nada conhecem sobre os sistemas prediais hidráulicos do edifício. Considerando que limpeza de reservatórios tem relação direta com saúde, e que estações redutoras de pressão desreguladas têm relação direta com o desempenho do sistema e eventual elevação das contas de água (quando em operação com pressões acima ou abaixo das especificadas em projeto), é razoável concluir que a manutenção do sistema não é rea-

lizada como deveria por desconhecimento, pelos usuários, das consequências de risco à saúde e das despesas maiores com o insumo. Assim como os moradores, em geral as administradoras de condomínios desconhecem as consequências de ocorrências em sistemas que não recebem manutenção adequada.

No caso de implantação de sistemas de água não potável em edifícios residenciais, essas características específicas dos usuários não podem ser desconsideradas, dado o aumento do risco envolvido.

Nos condomínios acompanhados por Castilho, C. (2016)²², torna-se evidente a necessidade de ações que vão além da entrega do manual de uso, operação e manutenção, em especial quando o usuário irá conviver com água não potável. Dentre os condomínios acompanhados, não foi incomum encontrar moradores que nem soubessem da existência de um sistema de água não potável em sua moradia. Ficou também evidente a falta de discernimento dos responsáveis com relação aos riscos existentes, considerando alterações encontradas tanto no sistema hidráulico quanto no sistema de tratamento especificados em projeto.

Para garantir os parâmetros de qualidade, a água não potável precisa ser permanentemente monitorada por meio de análises laboratoriais, com amostra retirada no reservatório de distribuição. A frequência das análises a serem realizadas – diária, semanal, mensal ou trimestral – devem respeitar às especificações do projeto do sistema de tratamento.

Seja para um edifício novo, a ser ocupado, seja para um edifício existente, a entrega do sistema de água não potável requer cuidados específicos:

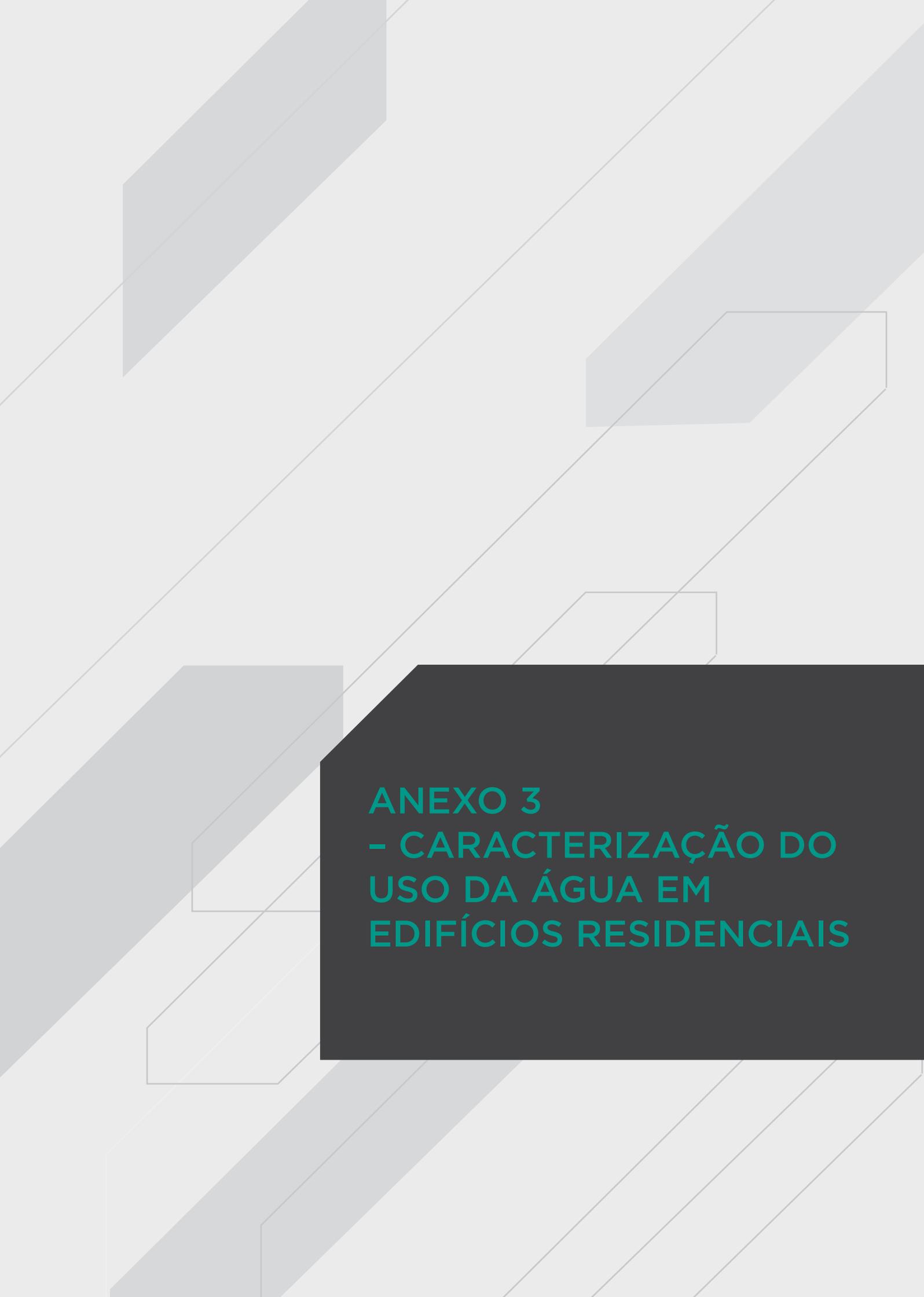
- indicar, claramente, a obrigatoriedade de manter, entre os serviços contratados pelo condomínio, empresa ou profissional habilitado para a gestão profissional do sistema de água não potável. Preferencialmente, incluir tal obrigatoriedade nos estatutos do condomínio, de forma que síndicos sejam impedidos de operar e manter o sistema sem apoio profissional, da mesma forma como ocorre com manutenção de elevadores, por exemplo.
- Divulgar a existência do sistema não potável: além das informações constantes do manual de uso, operação e manutenção, prover o edifício com informação visual permanente, distribuída em ambientes de área comum (quadros de informação, hall de elevadores, pontos de utilização), em locais de maior circulação de pessoas, com explicações sobre a existência

22 Disponível em <http://sites.usp.br/construinoiva/wp-content/uploads/sites/97/2016/07/Carolina-Castilho1.pdf>

do sistema não potável e os cuidados necessários²³. Fornecer informações de maneira permanente, afixadas de forma que não possam ser facilmente retiradas.

- Promover treinamento para síndicos, zeladores e profissionais do condomínio e orientar para a reciclagem sempre que houver substituição de síndicos, zeladores ou funcionários. Tal treinamento deve ser oferecido pelos responsáveis pela instalação do sistema, em conjunto com a empresa contratada para a gestão do sistema, e deve ser tal que os envolvidos compreendam claramente os riscos e a importância de utilizar, operar e manter o sistema da forma como especificado no manual de uso, operação e manutenção.
- Fornecer, no manual de uso, operação e manutenção, orientação para a correta desativação do sistema: a qualquer tempo e por qualquer motivo, se o condomínio decidir desativar o sistema não potável, deve estar orientado quanto à forma adequada.

23 A necessidade de ampla e permanente divulgação é necessária em função do risco associado ao sistema. Todos os moradores, visitantes, funcionários, prestadores de serviços, precisam estar conscientes da existência do sistema de água não potável.



ANEXO 3
- CARACTERIZAÇÃO DO
USO DA ÁGUA EM
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

ANEXO 3 – CARACTERIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

A caracterização do uso da água em edifícios residenciais, para fins de quantificação e qualificação dos usos potáveis e não potáveis e para estabelecimento dos volumes a serem reservados, além de melhores soluções de abastecimento para cada edifício, não é tarefa simples.

Conhecer os indicadores e perfis de consumo de água torna mais precisa uma série hipóteses e premissas adotadas, sejam elas associadas a políticas de investimento em saneamento básico, sejam no âmbito do uso da água dentro dos edifícios, foco deste documento.

Por exemplo, será razoável, nos dias atuais, utilizar indicadores de consumo da ordem de 150 a 200 litros, por pessoa, por dia, e considerar dois habitantes por dormitório²⁴, para calcular volumes de reservatórios de água potável? Se, por um lado, pode-se justificar esses valores com base no fato de que “em épocas de crise hídrica, quanto mais água armazenada melhor”; por outro lado, a reserva de água superior à necessária onera o empreendimento no aumento dos materiais necessários para a instalação e, além disso, o armazenamento por período superior ao desejado pode ocasionar alteração da qualidade da água.

O estabelecimento de indicadores e de perfis de consumo de água em edifícios residenciais torna mais preciso o cálculo das demandas de água potável e das demandas de água não potável.

A3.1 – INDICADORES DE CONSUMO

O consumo de água no uso doméstico é influenciado por diversos fatores (cultura, costumes, clima, educação, conscientização ambiental, perfil socioeconômico). Hafner (2007), em “Conservação e Reuso de Água em Edificações”²⁵, apresentou os seguintes valores para alguns países:

24 Segundo a PNAD 2011, Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio, a queda no número de componentes das famílias acontece em todas as regiões do País. No Sul e no Sudeste, a média é de 2,9 integrantes. Estados do Norte do País são os que possuem as maiores famílias. No Amazonas, a média de integrantes por família chega a 3,6. Já o Rio Grande do Sul apresenta o menor número, com 2,8 integrantes por família.

25 Dissertação de Mestrado apresentada à Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, disponível em http://www.poc.ufrj.br/teses/mestrado/rh/2007/Teses/HAFNER_AV_07_t_M_rhs.pdf

TABELA A3.1 - INDICADORES DE CONSUMO EM DIFERENTES PAÍSES

PAÍS	CONSUMO DOMÉSTICO (LITROS/PESSOA*DIÁ)
Estados Unidos	573
Austrália	493
Japão	374
México	365
Noruega	304
França	287
Israel	273
Brasil	187
Índia	136
China	87
Uganda	14
Somália	3

Fonte: FAO, 2006a (AQUASTAT database) apud Hafner (2007)

Variações tão significativas permitem afirmar que a utilização de dados de consumo obtidos a partir de pesquisas internacionais pode resultar em erros graves.

Conforme apresentado anteriormente, os dados de consumo de água, por pessoa, por dia, fornecidos pelo SNIS 2015²⁶ evidenciam as variações dos indicadores de consumo entre as regiões e os estados brasileiros.

Além de o consumo de água variar entre os estados, o consumo residencial nos centros urbanos varia significativamente com o perfil socioeconômico das famílias.

Macintyre (1986)²⁷ propõe o consumo diário de 200 a 250 litros, por pessoa, para apartamentos, majorado para 300 a 400 litros, por pessoa, em apartamentos de luxo. Propõe, também, taxa de ocupação de duas pessoas por dormitório, em prédios de apartamentos, valores esses tradicionalmente utilizados nos projetos de edifícios para dimensionamento de reservatórios de água potável.

26 Disponível em <http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=120>

27 Macintyre, A.J., Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais, Editora Guanabara Dois, 2ª Edição, 1986.

Borja (1997), em estudo realizado em 5 diferentes bairros da cidade de Salvador, obteve os seguintes indicadores de consumo:

TABELA A3.2 – INDICADORES DE CONSUMO EM DIFERENTES BAIRROS DE SALVADOR

BAIRRO (SALVADOR, BA)	CONSUMO: LITROS/HAB*DIA
Vila Yolanda Pires	40
Alto do Cruzeiro	80
Conjunto dos Comercários	162
Vila Laura	248
Horto Florestal	729

Fonte: Borja(1997) adaptado de Cohim, E. et al, *Consumo de água em residências de baixa renda – estudo de caso*. In: 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Pernambuco. ABES. 2009²⁸.

Moradias construídas antes de 2002 receberam bacias sanitárias que consumiam de 9 a 15 litros por descarga. A menos que tais bacias tenham sido substituídas em eventual reforma após 2002, quando passaram a ser fabricadas no Brasil apenas as bacias de volume reduzido, a contribuição para o consumo diário das moradias com bacias antigas passou a ser superior ao volume de descarga das bacias atuais o que, por si só, já eleva os indicadores de consumo de água de moradias construídas antes de 2002²⁹.

Em função dos valores apresentados é razoável considerar, entre outros, que:

- indicadores de consumo de água em moradias variam significativamente entre países, especialmente em função de hábitos culturais bastante distintos no que se refere à higiene, à limpeza e à alimentação. Indicadores de consumo para aplicação no Brasil precisam ser obtidos a partir de medição em moradias brasileiras;
- indicadores de consumo de água de residências unifamiliares tendem a ser menores do que em residências multifamiliares, em especial pelo

28 Disponível em http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art90.pdf

29 Levantamentos de consumo devem ser acompanhados de descrições dos equipamentos instalados, em especial as bacias sanitárias, para que os valores obtidos possam ser compreendidos e ajustados, se necessário.

desconhecimento que moradores de residências multifamiliares costumam ter em relação aos valores consumidos, o que estimula o uso não consciente de água;

- indicadores de consumo de água de residências multifamiliares com medição individualizada tendem a ser menores que em residências multifamiliares com medição única. Pode-se supor que a separação dos volumes consumidos e a cobrança proporcional sejam estímulos às ações para o uso eficiente da água;
- indicadores de consumo tendem a aumentar com o aumento do perfil socioeconômico dos usuários.

Os dados disponíveis confirmam que, durante o processo de produção de um novo edifício ou de planejamento de reforma de edifício existente, é razoável verificar, pelo menos, em que região do Brasil se localiza tal edifício e considerar indicadores de consumo e número de moradores compatíveis com as informações existentes.

A3.2 – PERFIL DE CONSUMO

Considerando uma moradia típica, os usos comuns associados à água encontram-se nos ambientes sanitários (banheiros, cozinhas e áreas de serviço), na prática de atividades de higiene, limpeza e cocção.

Assim como os indicadores de consumo, o perfil de consumo de água em moradias, por tipo de atividade, também varia conforme a região do País e com o perfil socioeconômico dos usuários.

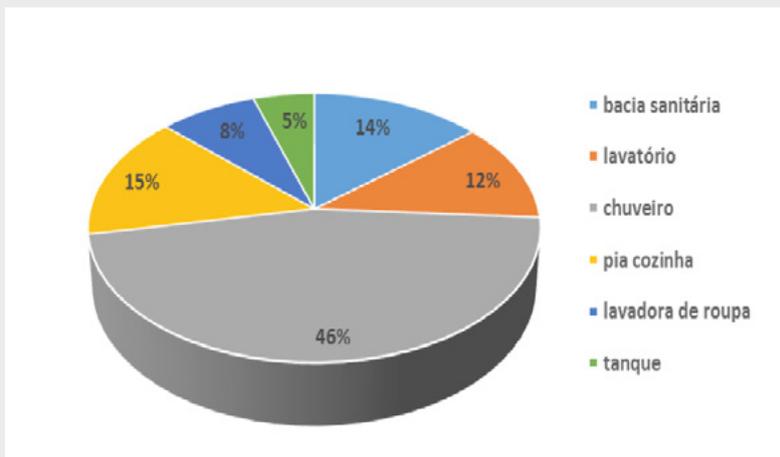
O Brasil ainda carece de levantamentos de campo e monitoramentos de consumo suficientes para caracterização do perfil de consumo de edifícios residenciais. Além disso, em função de diversidade cultural, dimensão territorial, quantidade de habitantes e significativa variação do perfil socioeconômico da população, não é razoável considerar que um determinado e único perfil de consumo de água reflita uma condição nacional.

Entretanto, algumas pesquisas de campo já realizadas indicam tendências. Antes do início da fabricação das bacias sanitárias de volume reduzido, o maior consumo de água de uma habitação provavelmente estaria associado a este equipamento. Com a redução do volume de água necessário para descarga de bacias sanitárias, os chuveiros passaram a ter o maior consumo associado.

A identificação e quantificação das atividades de maior consumo de água em um edifício é fundamental para o estabelecimento dos cenários de estudos de viabilidades técnica e econômica. Intervenções realizadas em atividades ou equipamentos de maior consumo tendem a promover os melhores resultados.

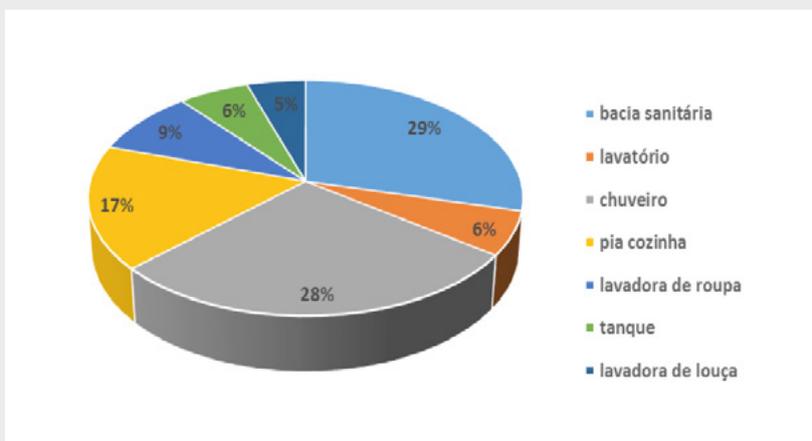
Hafner (2007), em “Conservação e Reuso de Água em Edificações”³⁰, analisou “a distribuição do consumo de água em unidades residenciais de vários estudos e trabalhos” e constatou variação dos valores, mas também algumas tendências, como o maior consumo associado ao chuveiro. Resultados de alguns desses trabalhos são apresentados a seguir.

GRÁFICO A3.1 – PERFIL DE CONSUMO DOMÉSTICO – DECA



Fonte: DECA (2006), adaptado de Hafner (2007) Fonte: PURA-USP (2006), adaptado de Hafner (2007)

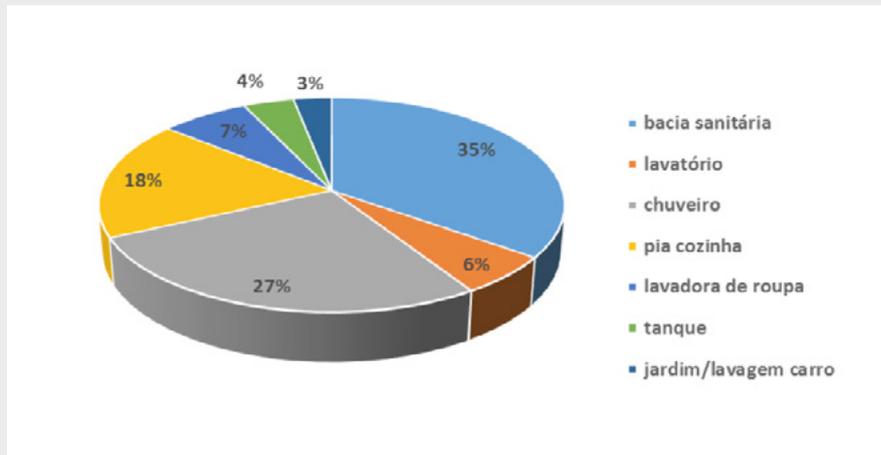
GRÁFICO A3.2 – PERFIL DE CONSUMO DOMÉSTICO – PURA-USP



Fonte: PURA-USP (2006), adaptado de Hafner (2007)

30 Dissertação de Mestrado apresentada à Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, disponível em http://www.coc.ufrj.br/teses/mestrado/rh/2007/Teses/HAFNER_AV_07_t_M_rhs.pdf

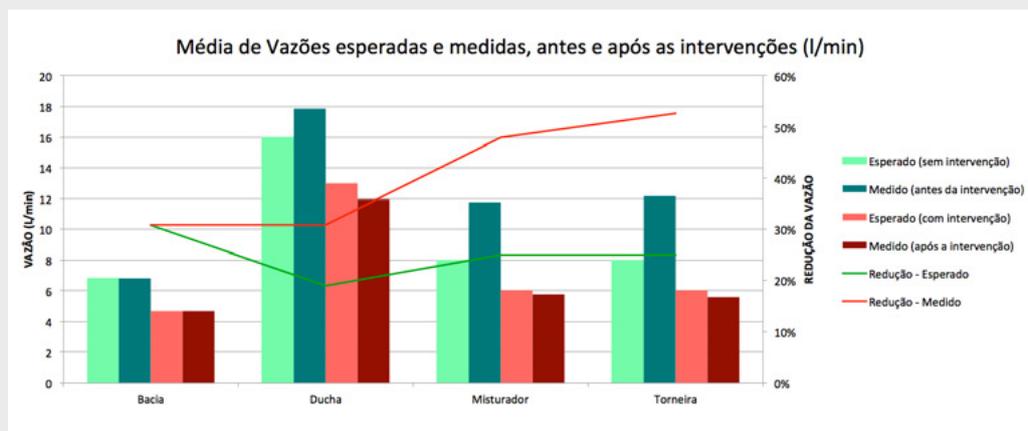
GRÁFICO A3.3 – PERFIL DE CONSUMO DOMÉSTICO – MIELI



Fonte: Mieli (2001), adaptado de Hafner (2007)

TESIS (2015)³¹ mediu as vazões em aparelhos sanitários de 37 apartamentos de um edifício padrão médio–alto na cidade de São Paulo, antes e após a realização de intervenções para combater o desperdício de água:

GRÁFICO A3.4 – PERFIL DE CONSUMO – TESIS

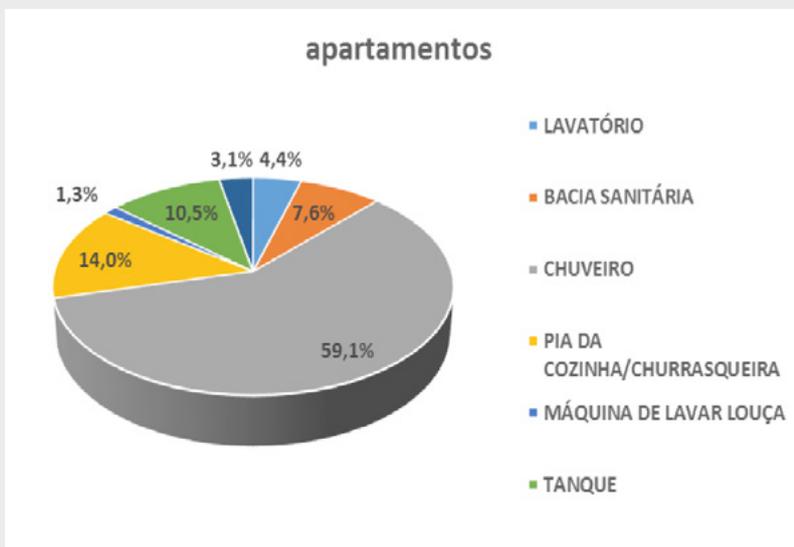
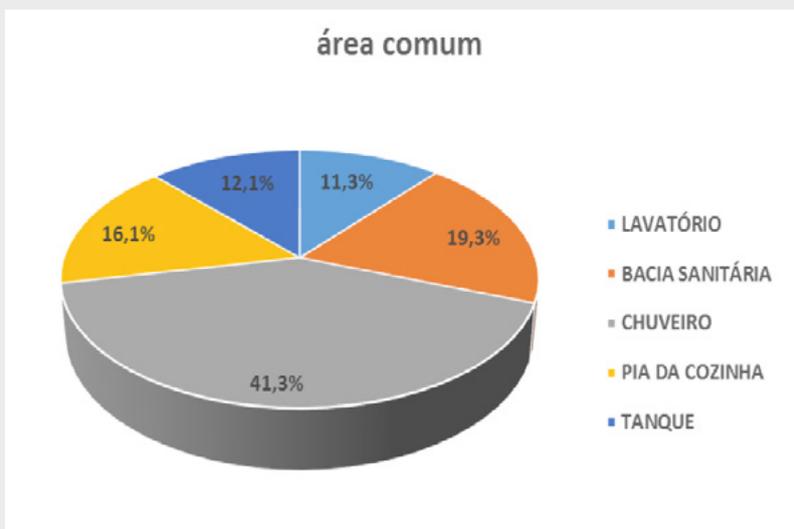


Fonte: TESIS (2015)

31 Implantação de ações para redução do consumo de água em edifício padrão médio–alto na cidade de São Paulo, realizada por TESIS, em 2015.

Os gráficos abaixo indicam o perfil da distribuição do consumo de água nesses apartamentos e nos equipamentos sanitários da área comum do edifício:

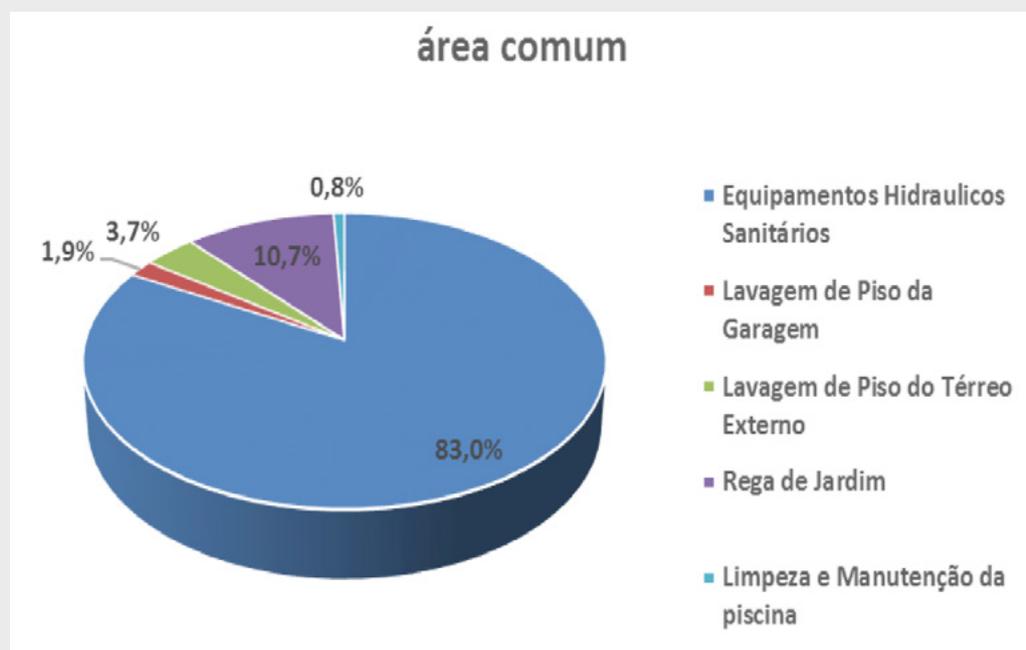
GRÁFICO A3.5 - PERFIL DE CONSUMO - TESIS



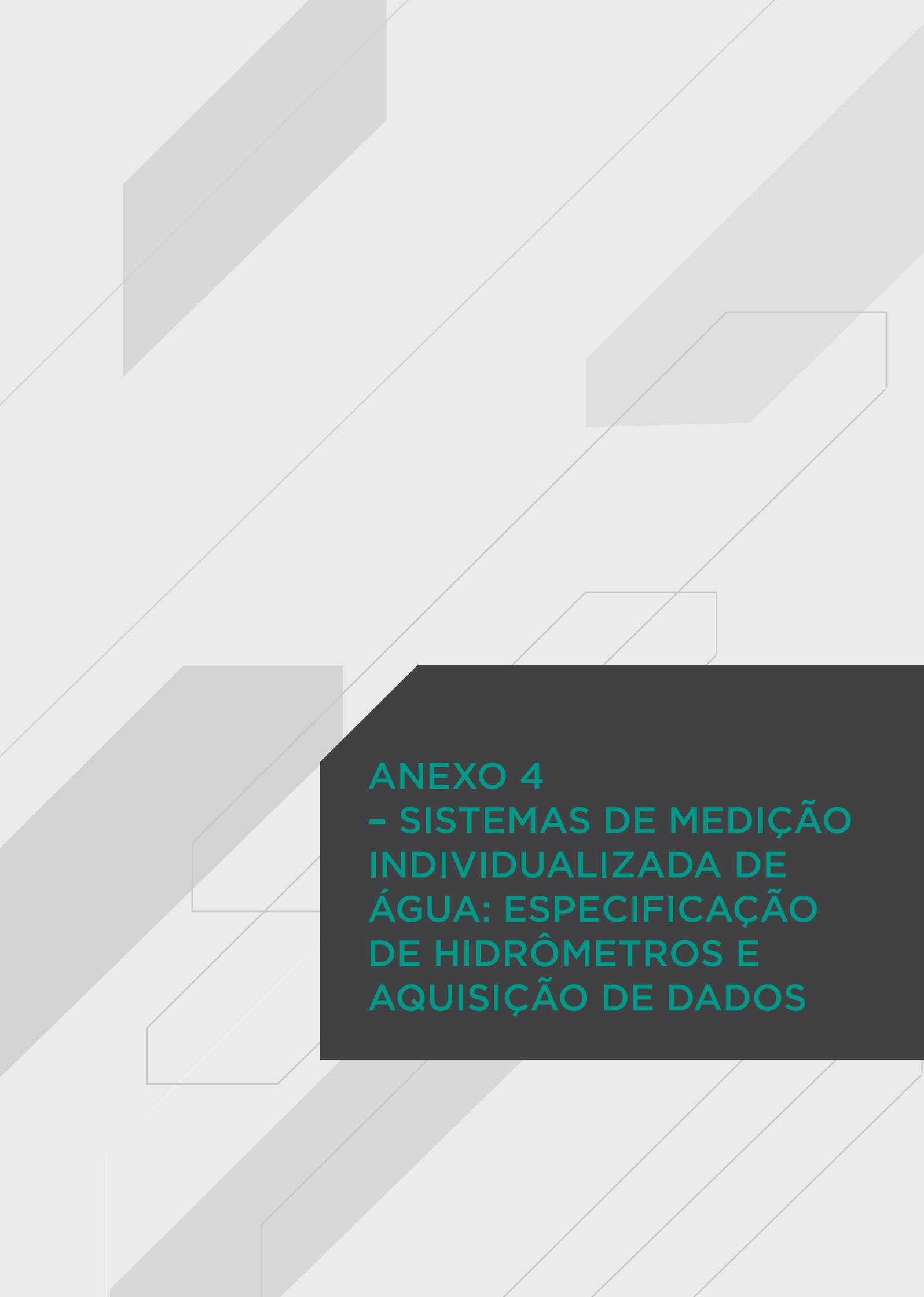
Fonte: TESIS (2015)

Ainda em área comum, quando considerados os demais usos da água, TESIS (2015) obteve o seguinte perfil de consumo:

GRÁFICO A3.6 - PERFIL DE CONSUMO - TESIS



Interessante observar, nesse caso, em que foi realizada a medição de área comum, a predominância do consumo de água em equipamentos sanitários sobre as demais atividades realizadas nesse edifício.



ANEXO 4
- SISTEMAS DE MEDIÇÃO
INDIVIDUALIZADA DE
ÁGUA: ESPECIFICAÇÃO
DE HIDRÔMETROS E
AQUISIÇÃO DE DADOS

ANEXO 4 – SISTEMAS DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA: ESPECIFICAÇÃO DE HIDRÔMETROS E AQUISIÇÃO DE DADOS

Em função das características de abastecimento de água dos sistemas públicos no Brasil, o sistema predial de suprimento de água mais frequentemente utilizado para edifícios é o sistema misto, que combina o sistema direto (uma ou mais peças de utilização alimentadas diretamente pela rede pública) com o sistema indireto, em que o sistema público abastece um reservatório de água e este disponibiliza a água para o sistema de distribuição do edifício. O sistema de distribuição, por sua vez, é composto por barrilete, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais que alimentam os pontos de utilização de água.

A individualização do consumo de água agrega aos sistemas hidráulicos prediais o subsistema de medição, que requer projeto específico. O projeto do sistema de medição individualizada deve ser composto por elementos descritivos (memorial descritivo, memorial de cálculo e especificações técnicas de materiais, componentes e serviços) e gráficos (plantas, vistas e detalhes).

O sistema de medição individualizada deve atender aos seguintes requisitos fundamentais:

- permitir a quantificação dos consumos individuais com confiabilidade;
- não comprometer a utilização da água e o desempenho dos equipamentos sanitários instalados;
- não degradar a qualidade da água proveniente do sistema de reservação. Devem ser observados, também os seguintes aspectos:
- o local de instalação dos medidores deve ser, preferencialmente, em área comum do edifício (cobertura, hall de circulação de cada pavimento tipo, térreo, subsolo etc.), sendo os medidores abrigados adequadamente e acessíveis para leitura e manutenção;

- adotar, preferencialmente, um único ramal de alimentação para cada unidade autônoma, de forma que seja necessário apenas um único hidrômetro (dependendo das características e dos projetos arquitetônico e de distribuição de água do edifício, pode ser necessário mais de um hidrômetro para cada apartamento, embora não seja recomendável, dado o aumento da complexidade dos sistemas e dos custos e pela possibilidade de a concessionária não emitir a conta individual);
- considerar a possibilidade ou o interesse de adoção de um sistema de leitura remota de hidrômetros, provendo-se infraestrutura adequada conforme a necessidade (por exemplo, dutos para comunicação e alimentação dos medidores, ponto de energia elétrica etc.).

A implantação de sistema de medição individualizada em edifícios existentes pode ser complexa e se inicia com o estudo do sistema de distribuição de água fria, verificando-se a posição das colunas e dos ramos de distribuição. A quantidade de colunas que alimentam cada apartamento e a obra civil necessária para a individualização do consumo de água podem inviabilizar a medição por meio de apenas um hidrômetro. E, em determinados casos, possivelmente os hidrômetros deverão ser posicionados dentro das unidades autônomas. Em situações desse tipo, caso a concessionária não emita contas individuais, o condomínio poderá ratear o valor da conta proporcionalmente ao consumo efetivo de cada apartamento.

Quando não for possível a utilização das colunas e dos ramos existentes para individualizar o consumo de água, ou se, ainda, pela idade da edificação uma reforma já se fizer necessária, recomenda-se a desativação do sistema existente, a fim de reduzir os pontos de possíveis futuros vazamentos. Sugere-se, quando possível, a locação de novas colunas e ramos em shafts, como forma de minimizar os custos e os transtornos da implantação, reduzindo-se a quantidade de rasgos em alvenaria e de reconstituição de acabamentos. A passagem de novos ramos através de elementos estruturais do edifício (vigas, lajes e pilares) deve ser evitada. Nos casos em que não houver alternativa, deve ser emitido parecer de um profissional habilitado, se possível o projetista de estruturas original do edifício³².

Os hidrômetros devem estar preferencialmente abrigados em caixas de proteção (ou equivalente) exclusivas para este fim, para um ou mais medidores. As caixas de proteção devem ser projetadas de forma a permitir a leitura visual, a manutenção dos hidrômetros e a eventual interrupção no fornecimento de

³² Devem sempre ser atendidos os requisitos da ABNT NBR 16280 – Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos.

água para determinado apartamento, além de prover o acesso somente a pessoas autorizadas.

A opção pela adoção da medição individualizada de água na fase de planejamento de um edifício pode determinar, por exemplo, a escolha propícia dos aparelhos sanitários e que as colunas de distribuição de água sejam locadas em pontos adequados para a inserção de medidores (externos à unidade autônoma); que áreas que se utilizam de água (banheiros, cozinhas, lavanderias) sejam posicionadas próximas umas das outras, de forma a permitir menores extensões dos ramais de distribuição, entre outros benefícios.

Há diversas soluções possíveis para a implantação de sistema de medição individualizada em edifícios, sempre considerando a instalação do hidrômetro em áreas comuns, de modo que a manutenção e a leitura sejam facilitadas. Cada caso exige estudo específico, uma vez que fatores como pressão e vazão devem ser garantidos durante a operação.

Sistemas de medição individualizada de água são compostos por, no mínimo, hidrômetros individuais (pelo menos um por apartamento), instalados preferencialmente em área comum, para leitura visual ou remota. Para realização de leitura remota, o sistema de medição deve contemplar, além dos hidrômetros, a infraestrutura associada ao sistema de leitura a ser instalado (ponto elétrico, dutos de comunicação) e espaço para instalação de uma central de medição em área comum (guarita ou sala do zelador, por exemplo). O sistema de medição pode, ainda, prever a instalação de dispositivos para interrupção remota do abastecimento de água em caso de necessidade³³.

Algumas concessionárias de água já definiram padrões técnicos para aceitação de sistemas de medição individualizada e emissão de contas individuais. Nesses casos, tais padrões devem ser obedecidos em edifícios a construir e, sempre que possível, também em reformas de edifícios existentes. Para edifícios em localidades cujas concessionárias ainda não definiram padrões para sistemas de medição individualizada recomenda-se, sempre que possível, locar os hidrômetros em área comum e prever no máximo dois hidrômetros por apartamento (um para água fria e outro para água quente). Aumenta, assim, a probabilidade futura de emissão de contas individuais.

A ABNT NBR 15806/2010 – Sistemas de medição predial remota e centralizada de consumo de água e gás – estabelece os requisitos mínimos necessários para implementação de sistemas de medição prediais remotos e centralizados de consumo de água em edificações residenciais. A ABNT NBR 16496/2016 – Me-

33 Cabe ressaltar que, em princípio, apenas os prestadores públicos de fornecimento de água podem interromper o abastecimento de um determinado apartamento por falta de pagamento. Mesmo com a individualização do consumo aprovada em assembleia do condomínio, tanto juízes quanto advogados têm divergido sobre a interrupção do abastecimento conduzida por síndicos.

dição de água e gás – Provedor de serviços de medição para edifícios residenciais e comerciais – Requisitos estabelece requisitos mínimos recomendados a serem atendidos pelo provedor de serviços de medição no que se refere à operação de medidores secundários, sistemas de medição avançada e gestão dos dados de medição em condomínios residenciais.

A4.1 – ESPECIFICAÇÃO DE HIDRÔMETROS

Hidrômetro é o instrumento destinado a medir continuamente o volume de água que o atravessa. Por se tratar de metrologia legal³⁴, os hidrômetros comercializados no Brasil são verificados pelo INMETRO.

Os parâmetros fundamentais para a especificação de hidrômetros são a pressão (perda de carga) e a vazão da água. A verificação da perda de carga do hidrômetro na vazão de dimensionamento da rede hidráulica é indispensável, uma vez que a ABNT NBR 5626/1998, item 5.3.5.2, especifica que a pressão da água em condições dinâmicas, em qualquer ponto da rede predial de distribuição, deve ser sempre superior a 5k Pa (0,5 mca) e, em condições estáticas, o valor máximo da pressão é de 400 kPa (40 mca)³⁵.

Quanto maior a pressão da rede, maior a possibilidade de ocorrência de vazamentos em tubulações: dependendo da intensidade e da duração do vazamento, o hidrômetro pode passar a operar acima de sua vazão nominal, resultando em danos para o mesmo.

Para o caso oposto, em que o hidrômetro é instalado em uma condição de baixa pressão, deve-se atentar para a perda de carga gerada no sistema, que pode comprometer o desempenho das atividades realizadas por meio dos pontos de utilização instalados a jusante. Muitos pontos de utilização têm apenas 20 ou 30 kPa de pressão estática disponível e, por consequência, apresentariam uma vazão significativamente menor com a instalação do hidrômetro. Algumas formas de atenuar esse problema são: a adoção de hidrômetros de maior capacidade e de classe metrológica superior, que apresentem perda de

34 A Metrologia Legal é parte da metrologia relacionada às atividades resultantes de exigências obrigatórias, referentes às medições, às unidades de medida, aos instrumentos e aos métodos de medição, e tem por objetivo principal proteger o consumidor tratando das unidades de medida, dos métodos e dos instrumentos de medição, de acordo com as exigências técnicas e legais obrigatórias. No Brasil, as atividades da Metrologia Legal são uma atribuição do Inmetro.

35 Em favor do uso eficiente da água, recomenda-se que a pressão estática máxima no sistema de distribuição de água seja limitada a 300 kPa (30 mca).

carga menor para uma mesma vazão; previsão de coluna de distribuição exclusiva ou de sistema de pressurização para os pavimentos que apresentarem pressão aquém da necessária.

Com relação às vazões, para a seleção do hidrômetro, deve-se considerar a vazão de projeto do dimensionamento do ramal de alimentação no qual se pretende instalar o medidor, ou seja, a vazão máxima provável a que será submetido o hidrômetro.

A adoção do mesmo tipo e modelo de medidor, e de mesma capacidade, para todos os apartamentos de um edifício é interessante, pois além da clara uniformização do desempenho dos hidrômetros, a manutenção é facilitada.

É importante ressaltar que o hidrômetro não deve ser selecionado em função do diâmetro da tubulação do ramal de alimentação, e sim da vazão de projeto.

A seleção do hidrômetro deve considerar as condições reais de operação do medidor, dentro das faixas e das condições de trabalho para as quais ele foi projetado. O dimensionamento adequado dos hidrômetros envolve a determinação das vazões de projeto no trecho em que o medidor será instalado.

A estimativa da perda de carga do hidrômetro pode ser obtida por meio da equação (ABNT NBR5626/1998):

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\text{máx}})^{-2}$$

Em que:

Δh = perda de carga no hidrômetro, em kPa;

Q = vazão estimada na seção considerada, em l/s;

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

A4.2 - CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA E METROLÓGICA DE HIDRÔMETROS

Existem dois tipos de hidrômetros para medição de água: velocimétricos e volumétricos.

Hidrômetros volumétricos são aqueles em que uma câmara de determinado volume é preenchida pela passagem do fluido a cada ciclo. Os hidrômetros volumétricos mais comuns são do tipo pistão rotativo. No funcionamento desse modelo, um pistão cilíndrico gira excêntrica dentro de uma câmara cilíndrica, permitindo a passagem de um volume determinado de água a cada rotação do pistão. Os medidores desse tipo normalmente possuem dimensões reduzidas, para ligações de até 25 mm (1").

Hidrômetros velocimétricos são aqueles em que a medição do volume de água é realizada pela contagem do número de revoluções de uma turbina (hélice), por meio do estabelecimento de uma relação entre a revolução da turbina e o

volume correspondente escoado. A movimentação da turbina ocorre sob ação hidrodinâmica do fluxo de água sobre as pás da mesma. Dessa forma, a movimentação da turbina e, conseqüentemente, a computação do volume escoado, inicia-se quando as forças de atrito são vencidas pelas forças de empuxo do fluxo de água.

Os medidores velocimétricos são classificados em três grupos, em função da forma de incidência do jato de água sobre a turbina, na câmara de medição:

- unijato: quando da incidência de um único jato na direção perpendicular em relação ao eixo da turbina e no plano da mesma;
- multijato: quando da incidência de múltiplos jatos também na mesma direção;
- woltmann: quando a direção do fluxo de água é ortogonal ao plano da turbina, coincidindo com o eixo dela.

O hidrômetro do tipo unijato tem como câmara de medição a própria carcaça, característica que possibilita a adoção de um mecanismo mais simples, leve e compacto. Em virtude da simplicidade e da leveza, apresenta maior sensibilidade para pequenas vazões e menor custo de fabricação, além de tolerar água com maior quantidade de sólidos em suspensão. Entretanto, em decorrência da excentricidade da incidência do jato, os esforços resultantes podem provocar problemas de desgaste prematuro nos mancais da turbina, reduzindo a vida útil do medidor. Outros inconvenientes são: a manutenção dificultada pelo fato de a carcaça interferir no desempenho de medição do hidrômetro e a necessidade, em muitos casos, de maior trecho de tubulação reta a montante do medidor (para melhor desempenho metrológico).

O hidrômetro do tipo unijato é normalmente empregado em ligações de pequeno porte – de 20 mm (3/4") e vazão máxima característica de 1,5 ou 3,0 m³/h – geralmente domiciliares e que atendam a uma única família.

O hidrômetro do tipo multijato tem a câmara de medição localizada no interior da carcaça. A câmara de medição recebe o fluxo de água por meio de orifícios ou fendas equidistantes entre si, situados em um plano inferior da câmara, e o elimina por outros orifícios situados em um plano superior da câmara, igualmente distribuídos, após a incidência dos jatos sobre as pás da turbina. Com essa concepção, a distribuição dos esforços sobre a turbina é simétrica, permitindo o funcionamento equilibrado e com maior precisão ao longo de toda a faixa de medição, favorecendo a durabilidade das condições metrológicas do hidrômetro.

A maior complexidade desse modelo em relação ao unijato leva os custos de aquisição a patamares mais elevados, embora sua manutenção seja facilitada. O

hidrômetro multijato é normalmente encontrado em diâmetros nominais, variando de 20 a 50 mm (3/4" a 2"), para vazões máximas características de 1,5 a 30 m³/h.

O medidor tipo woltmann é utilizado em ligações de grande porte – de 50 até 300 mm (2" a 12") –, para vazões máximas de 300 a 15.000 m³/dia – principalmente em usuários industriais e comerciais e em macromedição.

Os hidrômetros velocimétricos apresentam curvas características de funcionamento que representam seu comportamento hidráulico (perda de carga em função da vazão) e capacidade de medição (expressa em erro percentual, em função da vazão), próprias de cada tipo e modelo de medidor. As curvas características são compostas pela curva de erros e pela curva de perda de carga.

Conforme definido pela Portaria nº 246, de 17 de outubro de 2000 do INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO, 2000)³⁶ –, os termos que descrevem e caracterizam o funcionamento de hidrômetros são:

- vazão (Q): quociente do volume de água escoado através do hidrômetro pelo tempo do escoamento desse volume, expresso em metros cúbicos por hora (m³/h).
- Vazão máxima (Q_{máx}): maior vazão, expressa em m³/h, na qual o hidrômetro é exigido a funcionar por um curto período de tempo, dentro dos seus erros máximos admissíveis, mantendo seu desempenho metrológico quando posteriormente for empregado dentro de suas condições de uso.
- Vazão nominal (Q_n): maior vazão nas condições de utilização, expressa em m³/h, nas quais o medidor é exigido para funcionar de maneira satisfatória dentro dos erros máximos admissíveis.
- Vazão de transição (Q_t): vazão, em escoamento uniforme, que define a separação dos campos de medição inferior e superior.
- Vazão mínima (Q_{min}): menor vazão na qual o hidrômetro fornece indicações que não possuam erros superiores aos erros máximos admissíveis.
- Início do movimento: vazão a partir da qual o hidrômetro começa a dar indicação de volume, sem submissão aos erros máximos admissíveis.

36 Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000667.pdf>

- Pressão de serviço: pressão existente na linha de abastecimento, em condições normais, a montante do hidrômetro.
- Perda de carga: perda de pressão na linha de abastecimento, decorrente da inserção do hidrômetro na mesma.
- Faixa de medição: intervalo que comporta vazões compreendidas entre a vazão mínima e a vazão máxima.
- Campo inferior de medição: intervalo que comporta vazões compreendidas entre a vazão mínima (inclusive) e a vazão de transição (exclusive).
- Campo superior de medição: intervalo que comporta vazões compreendidas entre a vazão de transição (inclusive) e a vazão máxima.
- Curva de erros: representação gráfica dos erros de indicação em função das vazões, em que o eixo das abscissas representa as vazões e o eixo das ordenadas representa o erro relativo (percentual) correspondente.
- Curva da perda de carga: representação gráfica das perdas de carga em função das vazões, em que o eixo das abscissas representa as vazões e o eixo das ordenadas representa a perda de carga correspondente.
- Designação: inscrição, no mostrador, que corresponde ao valor numérico da vazão nominal do hidrômetro.

Os erros máximos admissíveis na indicação do volume escoado pelos hidrômetros são: $\pm 5\%$ entre a vazão mínima (inclusive) e a de transição (exclusive), e $\pm 2\%$ entre a vazão de transição (inclusive) e máxima (exclusive).

Com relação ao desempenho dos hidrômetros, especialmente em regime de baixas vazões, classes metrológicas foram estipuladas pelo INMETRO, segundo as quais valores-limites de vazão mínima e de transição devem ser atendidos. As classes A, B e C, em ordem crescente de exigência metrológica, definem esses limites para as diversas vazões nominais, conforme tabela abaixo:

TABELA A 4.1 - CLASSES METROLÓGICAS DE HIDRÔMETROS

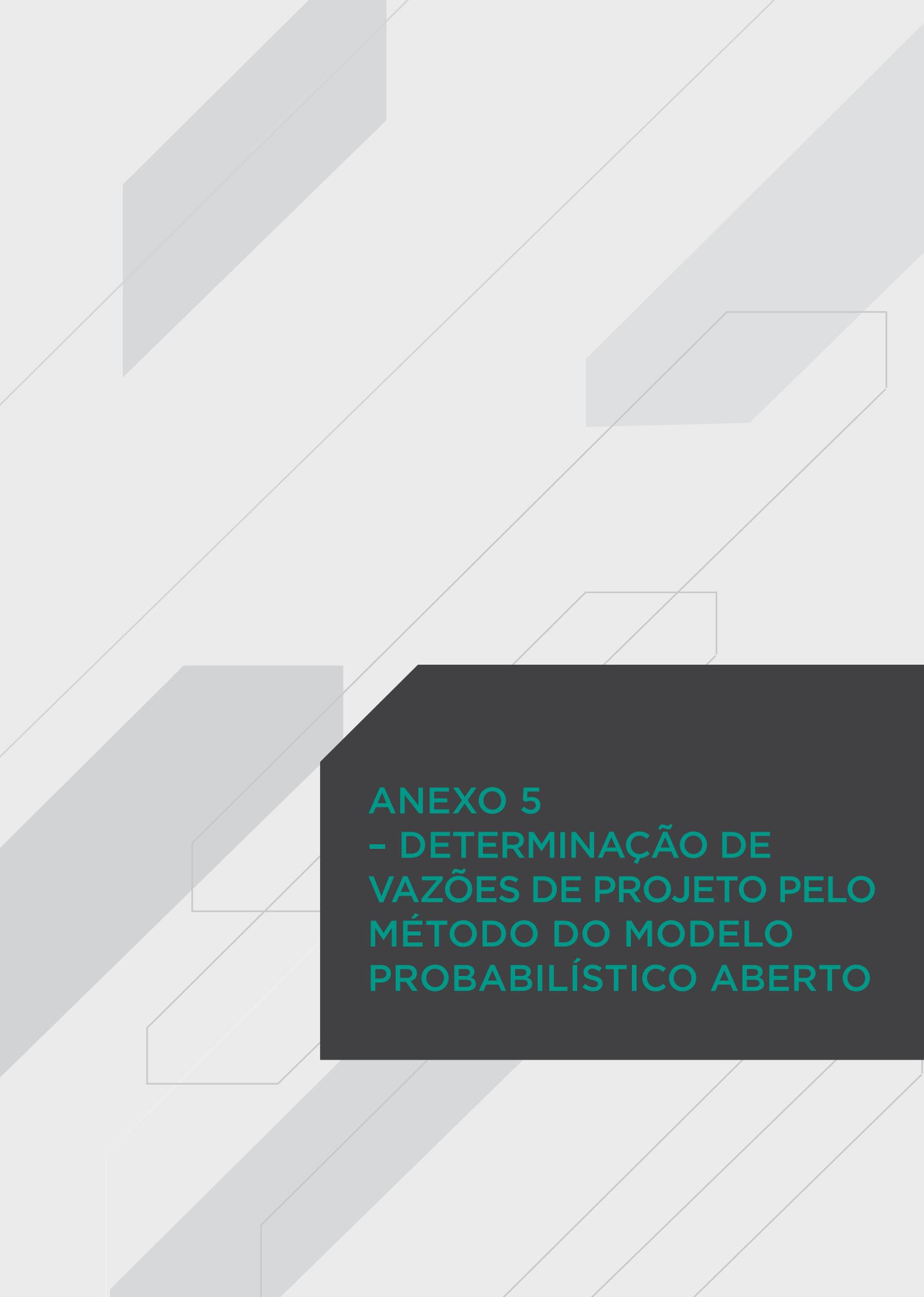
CLASSES METROLÓGICAS		VAZÃO NOMINAL (M ³ /H)									
		0,6	0,75	1	1,5	2,5	3,5	5	6	10	15
A	Qmin(m ³ /h)	0,0240	0,0300	0,040	0,0400	0,1000	0,1400	0,200	0,240	0,40	0,600
	Qt(m ³ /h)	0,0600	0,0750	0,100	0,1500	0,2500	0,3500	0,500	0,600	1,00	1,500
B	Qmin(m ³ /h)	0,0120	0,0150	0,020	0,0300	0,0500	0,0700	0,100	0,120	0,20	0,300
	Qt(m ³ /h)	0,0480	0,0600	0,080	0,1200	0,2000	0,2800	0,400	0,480	0,80	1,200
C	Qmin(m ³ /h)	0,0060	0,0075	0,010	0,0150	0,0250	0,0350	0,050	0,060	0,10	0,150
	Qt(m ³ /h)	0,0090	0,0110	0,015	0,0225	0,0375	0,0525	0,075	0,090	0,15	0,225

Fonte: INMETRO, 2000

A classificação metrológica de um hidrômetro é realizada em função da capacidade de medição.

Um fator importante para o desempenho metrológico do hidrômetro é a sua posição de instalação, pois trabalhando fora da condição ideal para a qual foi projetado, a precisão é afetada ou mesmo a durabilidade é comprometida. As tubulações para a instalação de hidrômetros podem ser horizontais, verticais ou inclinadas, e a relojoaria pode estar posicionada para o alto ou para os lados (em relação ao eixo da tubulação). A posição usual de instalação é em tubulação horizontal e com a relojoaria voltada para cima. No entanto, em função de aspectos construtivos, alguns hidrômetros podem ser instalados em outra posição, que não a padrão, de forma a atender a necessidades especiais. Assim, um mesmo hidrômetro, em função da posição de instalação, pode assumir classes metrológicas diferentes, como B na posição horizontal e A na posição vertical. Devem sempre ser obedecidas as condições de instalação previstas pelo fabricante do hidrômetro a ser especificado.

Outro fator relevante quanto à durabilidade do hidrômetro e ao seu desempenho metrológico é o regime de operação do medidor. Para regimes situados até os valores da vazão nominal, o hidrômetro apresenta bom funcionamento, sem comprometimento de sua vida útil. Para regimes acima da vazão nominal até a vazão máxima, somente ocorrências esporádicas e de curta duração são toleráveis (para evitar danos ao hidrômetro). Dessa forma, além da vazão máxima provável para dimensionamento das tubulações, é importante considerar as vazões dos equipamentos instalados a jusante do hidrômetro individual. Bacias sanitárias com válvula de descarga, por exemplo, demandam elevadas vazões (da ordem de 1,70 l/s ou 6,0 m³/h), que superam em muito as de outros equipamentos sanitários (da ordem de 0,15 l/s ou 0,5 m³/h, em torneiras de lavatório, por exemplo).



ANEXO 5
- DETERMINAÇÃO DE
VAZÕES DE PROJETO PELO
MÉTODO DO MODELO
PROBABILÍSTICO ABERTO

ANEXO 5 - DETERMINAÇÃO DE VAZÕES DE PROJETO PELO MÉTODO DO MODELO PROBABILÍSTICO ABERTO

As vazões de projeto que ocorrem no sistema de distribuição de água dependem basicamente dos seguintes fatores:

- comportamento dos usuários: função da tipologia da edificação e das características dos usuários, determinadas por fatores fisiológicos, regionais, culturais, sociais, climáticos;
- características do edifício: população (quantidade e distribuição) e organização espacial;
- características do conjunto de aparelhos sanitários: função do tipo e da quantidade de aparelhos disponíveis.
- Resumidamente, os fatores que determinam as vazões de projeto nos diferentes trechos do sistema predial de água podem ser expressos por meio das seguintes variáveis:
 - vazões unitárias dos aparelhos sanitários existentes no edifício (q);
 - intensidade de utilização do conjunto de aparelhos sanitários existentes no trecho considerado.
 - A intensidade de utilização do conjunto de aparelhos sanitários depende, por sua vez, dos seguintes parâmetros:
 - duração de descarga do aparelho sanitário (t);
 - intervalo de tempo entre descargas consecutivas de um aparelho (T);
 - número de aparelhos sanitários instalados a jusante do trecho considerado (n).
A variável n é determinística, ou seja, existe um número fixo e conhecido de aparelhos sanitários a jusante de um trecho qualquer considerado.
As variáveis q , t , T são variáveis aleatórias.

A **duração da descarga de um aparelho (t)** consiste no período compreendido entre o início da descarga (abertura do registro de um chuveiro ou acionamento do botão da caixa de descarga ou acionamento de uma válvula etc.) e o fim do seu uso. Pode ser determinado a partir de levantamentos em campo, com o cálculo da média e da variância do conjunto de dados. Na ausência de dados medidos, t pode ser estimado a partir do método da estimativa por três pontos: um valor mínimo ($t_{\text{mín}}$), outro mais provável (t_{prov}), e outro máximo ($t_{\text{máx}}$), empregando as seguintes expressões para a determinação da média (μ_t) e da variância ($\sigma^2 t$):

$$\mu_t = \frac{t_{\text{mín}} + 3 * t_{\text{prov}} + t_{\text{máx}}}{5} \quad (1)$$

$$e \quad \sigma^2 t = \frac{(t_{\text{máx}} - t_{\text{mín}})^2}{25} \quad (2)$$

De maneira análoga, a **vazão unitária de cada aparelho (q)** pode ser também determinada por meio de levantamentos em campo, com o cálculo da média e da variância ou a partir do método da estimativa por três pontos: um valor mínimo, outro mais provável e outro máximo, utilizando expressões similares às anteriores:

$$\mu_q = \frac{q_{\text{mín}} + 3 * q_{\text{prov}} + q_{\text{máx}}}{5} \quad (3)$$

$$e \quad \sigma^2 q = \frac{(q_{\text{máx}} - q_{\text{mín}})^2}{25} \quad (4)$$

No caso de bacia sanitária com caixa de descarga, as vazões dependem principalmente das características do aparelho e da pressão disponível, não sendo determinadas pelos usuários. No caso de bacias com válvulas de descarga convencionais, a vazão é regulada previamente e, dependendo da pressão de alimentação, constante a cada acionamento, sendo que o tempo de acionamento pode ser determinado pelo usuário. Já nas bacias com válvula de descarga de ciclo fixo, o controle do tempo também deixa de ser de responsabilidade do usuário.

O **intervalo entre dois usos consecutivos (T)** depende de diversos fatores, que podem ser representados pelas seguintes variáveis:

- número de aparelhos do mesmo tipo instalados no ambiente sanitário (n);
- número de usos per capita de um “tipo” de aparelho durante o período de pico (u), sendo o período de pico aquele de maior probabilidade de utilização do aparelho; população atendida pelo ambiente sanitário no qual o aparelho está instalado (P).

Vale ressaltar que um “tipo” de aparelho é caracterizado por um conjunto de parâmetros no período de maior utilização (período de pico): número de usos per capita, duração da descarga, intervalo entre duas descargas consecutivas e vazão unitária. Assim, um lavatório de suíte que atende a duas pessoas é um “tipo” diferente de aparelho do que um lavatório de serviço, que atende a uma terceira pessoa, diferente das outras duas. E, ainda, é diferente do lavatório do banheiro social, que atende, por exemplo, a outras quatro pessoas (considerando que esse banheiro atenda a dois dormitórios com duas pessoas cada).

O **número de usos per capita de cada tipo de aparelho sanitário no período de pico (u)** pode ser determinado de maneira similar ao que foi apresentado para a vazão unitária e para a duração da descarga, ou seja, a partir de levantamentos em campo, com o cálculo da média e da variância ou a partir do método da estimativa por três pontos: um valor mínimo, outro mais provável e outro máximo, utilizando-se expressões análogas às anteriores:

$$\mu_u = \frac{u_{\text{mín}} + 3 * u_{\text{prov}} + u_{\text{máx}}}{5} \quad (5)$$

$$e \quad \sigma^2_u = \frac{(u_{\text{máx}} - u_{\text{mín}})^2}{25} \quad (6)$$

A **população atendida pelo aparelho sanitário corresponde ao número de pessoas que utilizam o aparelho em questão (P)**. No caso de edifícios residenciais, para o cálculo do volume de água a ser reservada, tem sido usual considerar duas pessoas por dormitório e uma pessoa por dormitório de serviço, quando este existe. Cabe, entretanto, lembrar, que o tamanho médio da família brasileira tem diminuído, com três moradores, em média, conforme o PNAD 2011, e com variação desse valor em função da região do País. Assim, considerar que um apartamento com três dormitórios será ocupado por seis pessoas promove o superdimensionamento dos sistemas de armazenamento e de distribuição e água.

A média e a variância do **intervalo entre dois usos consecutivos de um aparelho sanitário no período de pico** podem ser determinadas a partir das expressões:

$$\mu_T = \frac{n * t_p}{P} * \left(\frac{1}{\mu_u} + \frac{\sigma_u^2}{\mu_u^3} \right) \quad (7)$$

e

$$\sigma^2_T = \left(\frac{n * t_p}{P} \right)^2 * \frac{\sigma_u^2}{\mu_u^4} \quad (8)$$

Verifica-se que a variável **T** depende de uma série de outras variáveis, dificultando o uso de valores generalizados para diferentes situações de projeto (tipos de edifícios, por exemplo).

A vazão do sistema pode ser determinada pela equação:

$$Q = \sum_i r_i * q_i$$

Em que:

q_i é a vazão unitária do aparelho do tipo i ; e

r_i é o número de aparelhos do tipo i , em uso simultâneo, o qual segue uma distribuição beta-binomial:

$$r_i^d = B - B(a_i, b_i, n_i)$$

, com parâmetros a_i, b_i e dependentes de p_i , dado por:

$$p_i = \frac{t_i}{T_i}$$

O projetista tem, ainda, a flexibilidade de determinar como premissa de projeto, quais serão os fatores de falha admissíveis, compatíveis com o nível de desempenho desejado para o sistema:

ε_G – **fator de falha global** – corresponde à probabilidade de que a vazão de projeto seja ultrapassada durante o período de pico considerado. Exprime a falha admitida no sistema. Assim, se o desejado é que a vazão de projeto calculada para o trecho não seja ultrapassada em mais do que 1% do tempo, o fator de falha global deverá ser $1/100=0,01$.

ε_{LMAX} – **fator de falha local máximo** – probabilidade de que a vazão de projeto seja ultrapassada, considerando-se apenas os intervalos de tempo em que ocorrem vazões no trecho considerado durante o período de pico. Assim, se o desejado é que a vazão de projeto calculada para o trecho não seja ultrapassada em mais do que 5% do tempo em que ocorrem vazões no período de pico, o fator de falha local deverá ser $5/100=0,05$.

A utilização rotineira de métodos probabilísticos requer o apoio de programação e uso de computadores, para se tornar viável.

O Modelo Probabilístico Aberto, adotado pelo ProAcqua, da Sabesp, foi programado e o software tem sido disponibilizado aos participantes dos processos de qualificação do ProAcqua, promovidos pela ABES-SP³⁷.

A título de ilustração, o exemplo abaixo apresenta o dimensionamento de uma coluna de alimentação de água fria de um edifício pelo método dos pesos e pelo Método Probabilístico Aberto. Foram calculadas as vazões em cada trecho, pelos dois métodos, considerando que do 8º ao 3º pavimentos a alimentação é feita por gravidade e, para o 2º e 1º pavimentos, por meio de estação redutora de pressão. Nos dois casos, os diâmetros apresentados são os de referência (tabela A5.1).

Caracterização: 10 pavimentos tipo, com 6 apartamentos por pavimento, sendo 4 apartamentos com 3 dormitórios e 2 banheiros, e 2 apartamentos com 2 dormitórios e 1 banheiro. Pé direito (pisos a pisos) de 2,75 m.

Premissas:

- população: duas pessoas por dormitório (portanto, 6 pessoas para os apartamentos com 3 dormitórios e 4 pessoas para os apartamentos com 2 dormitórios).
- Material: PVC
- Pressão estática máxima: 30 mca.
- Velocidade máxima: 2,8 m/s.

37 <http://www.abes-sp.org.br/>

- Período de pico: 2 horas.
- Considerações:
 - conforme citado anteriormente, a família média brasileira conta hoje com três pessoas. Ao considerar duas pessoas por dormitório neste exemplo, assume-se uma premissa convencional, o que indica que as vazões calculadas pelo Método Probabilístico Aberto podem resultar em valores ainda menores;
 - os pavimentos 9º e 10º seriam alimentados por coluna independente, pressurizada. Não foram considerados neste exemplo;
 - para o dimensionamento das vazões pelo Método Probabilístico Aberto foram consideradas premissas específicas estabelecidas para este exemplo (número de usos mínimo, máximo e mais provável; vazão mínima, máxima e mais provável durante a utilização de cada equipamento; tempo mínimo, máximo e mais provável de utilização de cada equipamento; fator de falha local; fator de falha global). Tais premissas são variáveis e não estão apresentadas, pois variam caso a caso.

TABELA A5.1- VAZÕES PELO MÉTODO DOS PESOS E PELO MÉTODO PROBABILÍSTICO ABERTO E DIÂMETROS RESULTANTES

TRECHO	Q PROBABILÍSTICO (L/S)	F PROBABILÍSTICO (MM ²)	Q PESOS (L/S)	F PESOS (MM ²)
1 pavimento	0,98	25	1,71	40
2 pavimento	1,60	32	2,41	40
3 pavimento	2,14	40	2,96	50
4 pavimento	2,63	40	3,42	50
5 pavimento	3,10	50	3,82	50
6 pavimento	3,56	50	4,18	50
7 pavimento	4,00	50	4,52	60
8 pavimento	4,16	50	4,83	60

Fonte: QIT Engenharia



INFORMAÇÕES ADICIONAIS

CONHEÇA OUTRAS PUBLICAÇÕES CBIC

Acesse o site da CBIC (www.cbic.org.br/publicacoes) e baixe os livros gratuitamente. Disponível em português, inglês e espanhol.

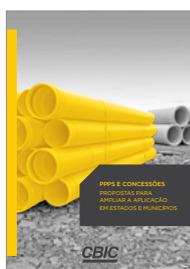
INFRAESTRUTURA (OBRAS PÚBLICAS E CONCESSÕES)



PPPs e Concessões - Propostas para Ampliar a Participação de Empresas (2ª Edição)
Ano: 2016



PPPs e Concessões - Guia sobre Aspectos Jurídicos e Regulatórios
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



PPPs e Concessões - Propostas para Ampliar a Aplicação em Estados e Municípios
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



PPPs e Concessões - Guia para Organização de Empresas em Consórcios
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



PAC - Radiografia dos Resultados 2007 a 2015
Ano: 2016



PAC - Avaliação do Potencial de Impacto Econômico
Ano: 2016



Um Debate Sobre Financiamento de Longo Prazo para Infraestrutura
Gargalos e Perspectivas
Ano: 2016



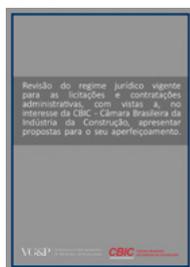
Ciclo de Eventos Regionais Concessões e PPPs - Volumes I e II
Ano: 2015/2016



Investimento em Infraestrutura e Recuperação da Economia
Ano: 2015



Report International Meeting Infrastructure and PPPs
Ano: 2015



Propostas para Reforma da Lei de Licitações
Ano: 2015



Diálogos CBIC | TCU Contribuição da CBIC para o Manual "Orientações para Elaboração de Planilhas Orçamentárias de Obras Públicas"
Ano: 2014

RESPONSABILIDADE SOCIAL E EMPRESARIAL



Plataforma Liderança Sustentável
Ano: 2016
cbic.org.br/liderancasustentavel



Guia de Ética e Compliance para Instituições e Empresas do Setor da Construção
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



Código de Conduta Concorrencial
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



Ética & Compliance na Construção Civil: Fortalecimento do Controle Interno e Melhoria dos Marcos Regulatórios & Práticas
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE



Guia de Compra Responsável na Construção
Ano: 2015



Mapeamento de Incentivos Econômicos para construção Sustentável
Ano: 2015



Guia de Orientação para Licenciamento Ambiental
Ano: 2015



Manual de Implantação do Conselho de Desenvolvimento da Cidade
Ano: 2014

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



Coletânea Implementação do BIM - Volumes I a V
Ano: 2016



Catálogo de Inovação na Construção Civil
Ano: 2016



Catálogo de Normas Técnicas Edificações
Ano: 2016



Análise dos Critérios de Atendimento à Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575
Ano: 2016



Boas Práticas para Entrega do Empreendimento Desde a sua Concepção
Ano: 2016



Guia Nacional para a Elaboração do Manual de Uso, Operação e Manutenção das Edificações
Ano: 2014

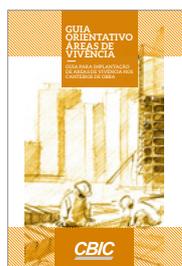


Guia Orientativo para Atendimento à Norma NBR 15.575/2013
Ano: 2013

RELAÇÕES TRABALHISTAS



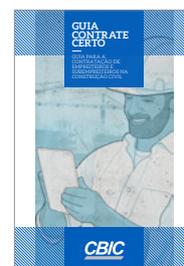
Guia Orientativo de Incentivo à Formalidade
Ano: 2016



Guia Orientativo de Áreas de Vivência
Ano: 2015



Guia Orientativo de Segurança
Ano: 2015



Guia Contrate Certo - Guia para a Contratação de Empreiteiros e Subempreiteiros na Construção Civil
Ano: 2014

MERCADO IMOBILIÁRIO



Perenidade dos Programas Habitacionais - PMCMV: Sua Importância e Impactos de uma Eventual Descontinuidade
Ano: 2016



Melhorias no Sistema de Crédito Imobiliário - O Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo e o Crédito Habitacional
Ano: 2015



I Encontro Nacional sobre Licenciamentos na Construção
Ano: 2014



O Custo da Burocracia no Imóvel
Ano: 2014

correalização



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

realização



CORREALIZAÇÃO



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

REALIZAÇÃO

