



sushi  
sustainable social  
housing initiative

# AVALIAÇÃO

***Avaliação das tecnologias existentes  
no mercado e soluções para  
melhorar a eficiência energética e o  
uso racional da água em Habitação  
de Interesse Social no Brasil***

*Copyright © United Nations Environment Programme, 2010*

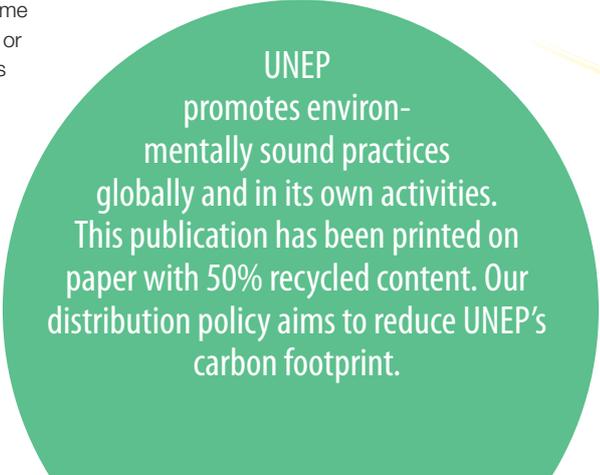
---

This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source.

No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without prior permission in writing from the United Nations Environment Programme.

**Disclaimer**

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the United Nations Environment Programme concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning delimitation of its frontiers or boundaries. Moreover, the views expressed do not necessarily represent the decision or the stated policy of the United Nations Environment Programme, nor does citing of trade names or commercial processes constitute endorsement.



UNEP  
promotes environ-  
mentally sound practices  
globally and in its own activities.  
This publication has been printed on  
paper with 50% recycled content. Our  
distribution policy aims to reduce UNEP's  
carbon footprint.



sushi  
sustainable social  
housing initiative

# AVALIAÇÃO

Avaliação das tecnologias existentes no mercado e soluções para melhorar a eficiência energética e o uso racional da água em Habitação de Interesse Social no Brasil



CBCS

Companhia de  
Desenvolvimento  
Habitacional  
e Urbano



CDHU



# Autores, parceiros e consultores

## **Autores:**

### **Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS)**

Prof. Dr. Vanderley Moacyr John (Prof. Poli-USP e conselheiro CBCS)

Msc. Diana Csillag (Diretora CBCS)

Dr. Marcelo Vespoli Takaoka (Presidente do Conselho Deliberativo CBCS)

Dra. Vanessa M. Taborianski Bessa (Pesquisadora CBCS)

Msc. Eliane Hayashi Suzuki (Pesquisadora CBCS)

## **Parceiros:**

### **Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) e Secretaria da Habitação do Estado de São Paulo**

Lair Krahenbuhl (Presidente da CDHU e secretário da Habitação do Estado de São Paulo)

Gil Scatena (Assessor do chefe de gabinete da Secretária da Habitação)

Leonardo MacDowell de Figueiredo (Membro do QualiHab - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo – da CDHU)

Eduardo Baldacci (Gestor de eficiência energética da CDHU)

Eduardo Trani (Chefe de Gabinete da Secretaria da Habitação)

Altamir Tedeschi (Técnico da área de projetos de uso racional da água da CDHU)

Ana Maria Antunes Coelho (Técnica da área de projetos de paisagismo da CDHU)

Arnaldo Rentes (Técnico da área de projetos de paisagismo da CDHU)

Fábio Leme (Membro do QualiHab da CDHU)

Irene Rizzo (Gerente de Projetos da CDHU)

João Luiz F. Neves (Técnico da área de projetos de eficiência energética da CDHU)

Rafael Pileggi (Membro do QualiHab da CDHU)

Sandra Pinheiro Mendonça (Superintendente de Desenvolvimento Social da CDHU)

Stella Bilenjiam (Técnica da área de projetos de eficiência energética da CDHU)

Valentina Denizo (Técnica das Secretarias do Estado dos Negócios Metropolitanos e do Meio Ambiente e da CDHU)

Viviane Frost (Superintendente de Ações de Recuperação Urbana da CDHU)

Wandenir Dominiqueli (Técnico da área de projetos da CDHU)

### **Caixa Econômica Federal**

Mara Motta Alvim (Gerente operacional do departamento nacional de meio ambiente)

### **Universidade de São Paulo**

Prof. Dra. Lucia Helena de Oliveira (Prof. Poli-USP)

Prof. Dr. Orestes Marracine Gonçalves (Prof. Poli-USP e conselheiro CBCS)

### **Unicamp**

Prof. Dra. Marina Ilha (Prof. Unicamp)

### **Universidade Federal de Santa Catarina**

Prof. Dr. Roberto Lamberts (Prof. UFSC e conselheiro CBCS)

## **Consultores:**

Msc. Maria Andrea Triana

Msc. Carla Sautchuk

Fábio Feldman Consultores

## **Revisores:**

### **PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**

Tatiana de Feraudy

Marina Bortoletti

## **Diagramação:**

Thad Mermer

Jente Minne

# Sumário

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou em 2009 o projeto SUSHI (Sustainable Social Housing Initiative), que tem como objetivo estabelecer diretrizes para a inclusão de elementos sustentáveis em projetos de Habitação de Interesse Social (HIS).

O projeto SUSHI, por meio de projetos pilotos implementados no Brasil e na Tailândia, buscou mapear, organizar e definir tecnologias essenciais sustentáveis a serem incorporadas na concepção, construção e operação de Habitações de Interesse Social, levando em consideração todos os agentes envolvidos nesse processo, como consumidores, fornecedores e, especialmente, os desenvolvedores desses projetos.

O setor de construções tem tido uma crescente demanda com a rápida urbanização e crescimento populacional, principalmente nos países em desenvolvimento, onde esses fatores têm sido mais presentes. Considerando que se trata de um dos setores que mais contribuem com a emissão de gás carbônico, estudos sobre técnicas de construções sustentáveis vêm ganhando cada vez mais relevância.

Considerando esses fatores, o PNUMA escolheu a cidade de São Paulo no Brasil como um dos locais estratégicos para o desenvolvimento de um projeto piloto para a promoção de tecnologias e estratégias sustentáveis em projetos de HIS. Espera-se que a partir desta experiência obtida localmente os resultados deste projeto possam ser replicados em outras regiões com características semelhantes; ou adaptados a regiões distintas.

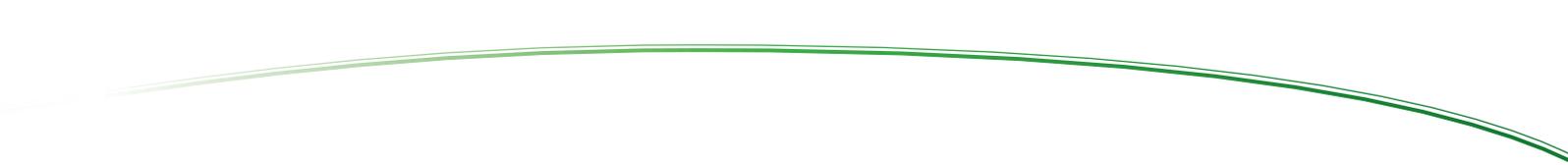
No contexto deste projeto, a equipe liderada pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) realizou:

1. Avaliação, como estudo de caso, do status das HIS no Estado de São Paulo, incluindo uma análise sobre o conceito de sustentabilidade empregado e de itens que deveriam ser verificados para uma proposta de iniciativas sustentáveis. Resultados deste estudo estão compilados no relatório intitulado "Mapeamento dos principais interessados e dos processos que afetam a seleção de soluções (tecnologias e materiais) para projetos de habitação social".
2. Avaliação das iniciativas anteriores conduzidas pela CDHU para integrar elementos sustentáveis em projetos de HIS. O estudo incluiu a proposição de mudanças em equipamentos, projetos de construções civis, ou fornecimento de fontes alternativas de fornecimento/aquecimento de água, entre outros.
3. Compilação dos estudos realizados nos dois primeiros relatórios e preparação deste presente Relatório, que terá como ênfase a análise das tecnologias e modificações de projetos de construções civis que poderiam ser aplicadas aos projetos de HIS em São Paulo, fornecendo uma análise de custos, benefícios e eficiência das alternativas selecionadas para a melhora do desempenho sustentável das unidades habitacionais sociais.

Embora a área de construção sustentável possibilite o estudo de diversos tipos de técnicas de sustentabilidade e recursos naturais, o projeto SUSHI no Brasil decidiu priorizar, como seu escopo, os temas água e energia. Neste contexto, na área de "água" optou-se por trabalhar opções de soluções sustentáveis para o uso racional da água e gerenciamento de sua demanda em HIS, enquanto que na área de "energia" foram estudadas soluções de conforto térmico e luminoso, energia renovável, aquecimento solar e propostas de medidas para diminuição do uso de sistemas de ar condicionado.

O presente relatório encontra-se dividido em três partes. A primeira trata do mapeamento de soluções sustentáveis para HIS, relacionadas aos temas "água" e "energia", e já existentes no mercado.

Para o tema "energia" são citados: aquecedores solares, uso de equipamentos e eletrodomésticos eficientes, energia fotovoltaica, padronização do pé-direito, uso de forro e de cobertura com baixa absorvância, medição remota de insumos, esquadrias e sombreamento que podem afetar na carga térmica, e aproveitamento de sombreamento natural. Já o tema "água" inclui: medição individualizada, aproveitamento de água pluvial, utilização de equipamentos hidráulicos economizadores, fitotratamento, tratamento de esgoto in situ e uso de pavimentos permeáveis (como o macadame hidráulico).



A segunda parte fornece um levantamento de itens importantes para os sistemas prediais referentes a conforto térmico e eficiência energética, incluindo referência a normas e experiências anteriores de consultores na área. Como exemplos podemos citar: a adequação do projeto às zonas bioclimáticas estabelecidas pela ABNT NBR 15220 (referente a desempenho térmico), o estudo da qualidade dos materiais, a interferência do entorno e do clima na edificação, a gestão da demanda e da oferta de energia e a qualidade da instalação dos sistemas prediais em conformidade com a ABNT NBR 15575, norma de desempenho para edifícios residenciais de até cinco pavimentos.

Para os sistemas prediais hidráulicos e uso da água, foram levantados aspectos relacionados à confiabilidade, qualidade e manutenção dos equipamentos sanitários e dos próprios materiais hidráulicos, à saúde e qualidade da água, à gestão da demanda e da oferta de água, à carga gerada na infraestrutura de drenagem pluvial e esgoto local e à interferência dos edifícios nos aquíferos.

A terceira parte deste relatório fornece a avaliação técnica das soluções apresentadas na parte 1 e 2, e a quarta, recomendações baseadas nas avaliações técnicas que

podem ser úteis ao empreendedor para escolha da tecnologia sustentável mais apropriada.

Foram levados em consideração os custos e benefícios de cada solução, afim de capacitar os desenvolvedores de projetos a fazerem suas análises de soluções levando em conta a vida útil do empreendimento. A classificação das soluções sobre uma escala de desempenho visa facilitar a sua avaliação e o processo de escolha das tecnologias. As recomendações incluem ainda diretrizes preliminares para o empreendedor tomar conhecimento dos tipos de soluções existentes no mercado e ter uma compreensão do impacto que cada tipo de tecnologia vai gerar e o custo relativo de uma solução com relação à outra.

Acredita-se que as recomendações apresentadas possam ser utilizadas por empreendedores bem como adaptadas segundo características regionais, locais, culturais, sociais e econômicas do projeto. O roteiro de sustentabilidade será implementado e verificado no terreno com parceiros do projeto SUSHI nos próximos anos, levando em conta os resultados de uma avaliação pós-ocupação, para definir melhor a viabilidade das soluções especialmente através da aprovação pelo usuário final.



# Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CATE	Centro de Aplicação de Tecnologias Eficientes
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CREA	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
DAEE	Departamento de Água e Esgoto
EPS	Expanded polystyrene (poliestireno expandido)
HIS	Habitação de Interesse Social
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
MME	Ministério de Minas e Energia
PBE	Programa Brasileiro de Energia
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PLC	Power Line Communication
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PSQ	Programa Setorial da Qualidade
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
QUALINSTAL-GÁS	Programa de Qualificação de Fornecedores de Instalações Internas de Gases Combustíveis e Aparelhos a Gás
QUALISOL	Programa de Qualificação de Fornecedores de Sistemas de Aquecimento Solar
RTQ-R	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais
SAS	Sistema de Aquecimento Solar
TV	Televisão

# Índice

<b>Título</b>	<b>Página</b>
AUTORES, PARCEIROS E CONSULTORES	3
SUMÁRIO	4
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	6
INTRODUÇÃO	9
1 MAPEAMENTO DAS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA PROJETOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (HIS) DISPONÍVEIS NO MERCADO BRASILEIRO	10
1.1 Energia	10
1.1.1 Aquecimento solar de água.	10
1.1.2 Energia fotovoltaica	11
1.1.3 Equipamentos e eletrodomésticos eficientes	11
1.1.4 Soluções de conforto térmico passivo	11
1.2 Uso racional da água	13
1.2.1 Medição individualizada de água	13
1.2.2 Medição remota de insumos	13
1.2.3 Aproveitamento de água pluvial	13
1.2.4 Equipamentos hidráulicos economizadores	14
1.2.5 Fitotratamento	14
1.2.6 Tratamento de esgoto in situ	14
1.2.7 Pavimentos permeáveis	14
2 REQUISITOS DE DESEMPENHO DAS AÇÕES SUSTENTÁVEIS	15
2.1 Sistemas prediais para conforto térmico e eficiência energética	15
2.1.1 Requisitos de desempenho para conforto térmico	16
2.1.2 Requisitos de desempenho para eficiência energética	20
2.2 Sistemas prediais hidráulicos e gestão uso da água	26
2.2.1 Sistemas prediais hidráulicos e sanitários	27
2.2.2 Saúde e qualidade da água	28
2.2.3 Gestão da demanda de água	28
2.2.4 Gestão da oferta de água	29
2.2.5 Carga na infraestrutura local	31
2.2.6 Qualidade dos materiais e componentes hidráulicos	32
3 AVALIAÇÃO TÉCNICA DAS SOLUÇÕES ALTERNATIVAS	40
4 DESENVOLVIMENTO DE UM ROTEIRO DE PROJETO BASEADO NA AVALIAÇÃO TÉCNICA DAS SOLUÇÕES ALTERNATIVAS	64
CONCLUSÕES	68



# Introdução

O PNUMA, no âmbito de seu programa para construções e edificações sustentáveis, vem desenvolvendo um projeto de construções sustentáveis focado em habitações de interesse social (HIS) em países em desenvolvimento intitulado SUSHI (Sustainable Social Housing Initiative).

O objetivo do projeto SUSHI é conceituar HIS e sua interação com o meio urbano e estabelecer diretrizes capazes de direcionar projetos arquitetônicos neste setor, com a intenção de se obter um lar durável, confortável, saudável, fácil de manter, econômico, adequado à cultura local e eficiente no uso de energia e no consumo de água.

A estratégia do projeto SUSHI consiste em estabelecer uma nova abordagem junto aos parceiros e mostrar oportunidades dos novos modelos de HIS para o setor da construção (oportunidades de negócios, empregos verdes), o governo (menos gastos com saúde, mais produtividade dos trabalhadores, melhor capacidade de aprender das crianças), a sociedade (geração de riqueza, menos poluição) os agentes financeiros (novas oportunidades de financiamento, melhores garantias, impedimento de obsolescência prematura da habitação) e, principalmente, para as famílias que nestas habitações irão morar com mais qualidade de vida.

No Brasil, o projeto ganhou um ambiente propício para seu desenvolvimento, pois mesmo com a crise econômica de 2009, o mercado imobiliário está crescendo de forma consistente, especialmente na construção de habitação social, impulsionado pelo plano de governo que visa construir 1 milhão de unidades habitacionais em apenas dois anos (2010-2011).

Diante deste contexto, a equipe brasileira do projeto SUSHI criou uma rede de parceiros para discussão dos aspectos de sustentabilidade nas HIS no Brasil e desenvolvimento de uma abordagem local para aplicação e difusão desses conceitos em projetos que sejam mais adequados às necessidades e bem-estar das famílias.

O Projeto no Brasil, liderado pelo CBCS, agregou instituições que trazem pessoas de renomada experiência em HIS, eficiência energética, conforto térmico e uso racional da água, como Caixa Econômica Federal (agente financeiro), Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo – CDHU, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo,

Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Estadual de Campinas e Fábio Feldmann Consultores.

Como produtos do projeto SUSHI, foi produzido um primeiro documento denominado “Mapeamento dos principais interessados e dos processos que afetam a seleção de soluções (tecnologias e materiais) para projetos de habitação social”, que apresenta um panorama geral sobre HIS no Brasil. A seguir, foi elaborado um segundo documento denominado “Lições Aprendidas: Soluções para sustentabilidade em Habitação de Interesse Social com a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU)”, em que são apresentadas as ações testadas por esta companhia na área de sustentabilidade ao longo de sua existência.

Já o presente relatório visa apresentar diretrizes para inserção de ações sustentáveis em habitações de interesse social no Brasil. As ações propostas neste relatório resultaram das pesquisas com a CDHU e da contribuição de consultores especializados nas áreas de eficiência energética, conforto térmico, e uso racional da água.

No capítulo 1, são descritas as ações de sustentabilidade relacionadas à eficiência energética e ao uso racional da água, seguidas de comentários com foco em sistemas prediais para conforto térmico e hidráulico, fornecendo requisitos de desempenho e de qualidade das instalações e de materiais.

A partir do mapeamento dessas ações, foi realizada uma avaliação técnica das mesmas com o intuito de verificar alguns parâmetros para inserção dessas tecnologias nas etapas de projeto, construção e operação/manutenção, além dos riscos associados à adoção dessas ações. São apresentadas 22 tabelas com as soluções em eficiência energética e em uso racional da água, onde são especificadas as ações, dificuldade e disponibilidade de fornecedores para cada uma das etapas citadas, sendo atribuída uma classificação (alta/média/baixa) de acordo com a viabilidade técnica.

Em seguida, é definido um roteiro para os empreendimentos de HIS baseado nas ações sustentáveis apresentadas, na qual são disponibilizadas duas tabelas que auxiliam no processo de escolha de tecnologias. As mesmas soluções foram listadas relacionando-se custo de instalação e de operação, benefícios sociais, econômicos e ambientais e grau de eficiência.

# 1 Mapeamento das soluções sustentáveis, disponíveis no mercado brasileiro, aplicáveis a projetos de habitação de interesse social

Neste capítulo são apresentadas, resumidamente, as ações de sustentabilidade que foram mapeadas no “Relatório de Lições Aprendidas: Soluções para sustentabilidade em Habitação de Interesse Social (HIS) com a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU)” e que encontram-se disponíveis no mercado brasileiro.

Após essa revisão das ações, serão apresentados os requisitos de desempenho esperados para essas ações e as variáveis que influenciam os mesmos. Com esses parâmetros será realizada a avaliação técnica das ações sustentáveis apresentadas (capítulo 3).

## 1.1 Energia

A sustentabilidade relacionada a energia pode combinar uso de energias renováveis, de equipamentos mais eficientes e estratégias para a redução da demanda – ou minimização do seu aumento no longo prazo.

No Brasil, o consumo de energia no setor residencial é dividido conforme a figura 1, sendo mais significativas as parcelas correspondentes ao chuveiro (aquecimento de água), geladeira, condicionamento ambiental (incluindo ar condicionado) e lâmpadas.

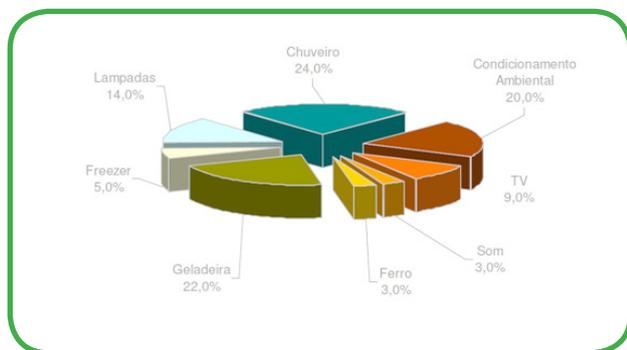


Figura 1 – Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial no Brasil (Fonte: Eletrobrás, 2007)

### 1.1.1 Aquecimento solar de água.

O aquecimento de água é responsável por uma fração que varia entre 20% (GHISI; GOSCH; LAMBERTS, 2007) e 24% (ELETROBRÁS, 2007) do consumo de eletricidade residencial. No entanto esta fração varia acentuadamente com as regiões bioclimáticas (Ghisi, Gosch e Lamberts, 2007). Portanto, a modificação de fonte de energia para aquecimento de água como estratégia para promover a sustentabilidade é relevante especialmente nas regiões centro-oeste, sul e sudeste, pois nas regiões norte e nordeste esta participação é pequena, respectivamente 2% e 8% da demanda (ELETROBRÁS, 2007).

Segundo a ABNT NBR 15569 (2008), um sistema de aquecimento solar é composto por coletor solar, reservatório térmico, sistema de aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas.

Os benefícios econômicos e ambientais do aquecedor solar, tanto para as empresas distribuidoras de eletricidade e os usuários estão demonstrados (NASPOLINI; MILITÃO; RÜTHER, 2010). No entanto eles dependem da intensidade de uso – ligada a clima e hábitos de uso, da eficiência e impacto ambiental da energia utilizada pelo sistema de aquecimento auxiliar e da quantidade de água fria desperdiçada na espera da chegada da água quente, uma vez que não são adotados circuitos onde a água quente circula.

Uma solução de aquecimento auxiliar comum é o uso de resistências térmicas internas no boiler que podem ser acionadas de forma manual (o que leva à indisponibilidade de água quente em determinadas momentos) ou automática, através de termostatos e temporizadores. Temporizadores são raros nos equipamentos brasileiros, o que faz com que em algumas situações o sistema solar tenha consumo elétrico superior ao de um chuveiro convencional. Uma solução que vem sendo adotada é a introdução de chuveiros elétricos, de ajuste manual ou automático da temperatura. Este sistema tem menor consumo de eletricidade, mas o seu benefício

ambiental em reduzir a demanda de ponta de energia ainda é desconhecido. A utilização de sistemas solares em HIS pode ser eficiente considerando as limitações identificadas acima, e levando em consideração a importância relativa do aquecimento de água em relação ao consumo total de energia na unidade.

### 1.1.2 Energia fotovoltaica

Por meio do efeito fotovoltaico, a energia contida na luz do sol pode ser convertida diretamente em energia elétrica. O efeito fotovoltaico é obtido através de lâminas muito finas de materiais semicondutores como o silício. Quando os raios solares atingem a superfície do painel fotovoltaico, é criado então um fluxo de energia elétrica que provoca o acionamento e o funcionamento do aparelho elétrico ligado ao painel.

Além da economia de energia, os sistemas fotovoltaicos têm como objetivo prover energia elétrica em locais distantes de uma rede elétrica ou simplesmente utilizar-se da cogeração de energia elétrica para reduzir os gastos com energia provida das concessionárias.

Energia fotovoltaica tem sido adotada em comunidades isoladas do Brasil, em substituição aos geradores a diesel, embora ainda seja economicamente inviável sem pesados subsídios (MARTINS; BAZZO; RÜTHER, 2005), particularmente para a população de baixa renda que usufrui de energia fortemente subsidiada.

A adoção de um sistema que viabilize a implantação de sistemas fotovoltaicos conectados a rede elétrica (grid-connected), e que dispensam baterias dispendiosas e de elevado impacto ambiental, tem sido defendida por especialistas apenas para consumidores de maior renda, que paguem tarifa elétrica cheia (RÜTHER; ZILLES, n.d.). A utilização de energia fotovoltaica em HIS deve ser ligada a um estudo apresentando o retorno sobre investimento para verificar a viabilidade econômica do projeto em relação aos benefícios ambientais.

### 1.1.3 Equipamentos e eletrodomésticos eficientes

Esta estratégia consiste na utilização de equipamentos e eletrodomésticos com comprovada eficiência energética, que no caso do Brasil, pode ser feita por meio do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e dos Selos PROCEL e CONPET.

De acordo com a (ELETROBRÁS, 2007) iluminação é responsável por 14% do consumo de eletricidade residencial; geladeiras 22% e condicionamento ambiental 20%.

Os equipamentos que podem ser incluídos facilmente na construção e aplicáveis a HIS (levando em consideração o baixo custo de instalação e manutenção) são ventiladores de teto – que poderiam ser uma alternativa de reduzir a demanda crescente por ar condicionado (GHISI, GOSCH; LAMBERTS, 2007) e lâmpadas fluorescentes compactas.

Outros eletrodomésticos como refrigeradores não são usualmente parte de um projeto de habitação e, como mostra a experiência da CDHU, sua introdução deve ser realizada considerando as necessidades e demanda de cada família.

### 1.1.4 Soluções de conforto térmico passivo

O consumo de eletricidade para condicionamento ambiental varia entre 11 e 40% do consumo elétrico residencial no Brasil, e vem crescendo pela adoção do ar condicionado (GHISI; GOSCH; LAMBERTS, 2007).

A adoção de soluções passivas de conforto pode minimizar esta tendência, com importantes benefícios econômicos e ambientais.

#### 1.1.4.1 Adoção de pé-direito elevado

A altura do pé-direito é uma característica arquitetônica que influencia diretamente no conforto térmico devido ao gradiente térmico, propriedade física que faz com que o ar quente seja naturalmente armazenado na parte superior do ambiente e o ar frio, na parte inferior. Os ambientes que possuem pé-direito maior separam melhor o usuário desse estoque de ar quente.

A ABNT NBR 15575, norma de desempenho para edifícios de até cinco pavimentos, estipula um pé-direito mínimo 2,20 m para banheiros e de 2,50 m para os outros cômodos da unidade residencial, observando a legislação vigente. A CDHU utiliza um pé-direito de 2,60 m, altura mínima permitida pelo Código de Obras da maioria das cidades. O aumento do pé-direito poderia levar a uma melhoria do conforto térmico em unidades de HIS e teria um custo razoável.

Porém, para que o efeito desejado seja observado, deve ser combinado com outros elementos arquitetônicos que melhorem a circulação interna do ar e isolem o ambiente termicamente, além do provimento de adequada orientação solar na fase de projeto.

#### 1.1.4.2 Uso de forro isolante

Segundo Lamberts e Triana (2005), o uso de forro associado ao telhado é necessário para garantir um desempenho térmico mínimo e deveria ser um requisito

básico para aprovação de projetos no setor de habitações de interesse social, já que 70% da carga térmica provém da cobertura e 30% da fachada (CAVALCANTI; PRADO, 2001)

O uso de forro cria uma camada isolante térmica que separa o ambiente ocupado pelo usuário do calor irradiado através do telhado durante o dia e diminui a perda de calor durante a noite. O forro pode ser de materiais como gesso, madeira e PVC. Também pode ser usado o forro de laje, que consiste na aplicação de camada de revestimento de concreto armado, podendo ser do tipo laje mista com preenchimento em bloco cerâmico vazado ou com bloco de EPS.

O uso de forro isolante em HIS pode ser uma solução adaptada com uma seleção cuidadosa do tipo de material, seu custo, seu desempenho, e o impacto potencial segundo a região climática.

### 1.1.4.3 Uso de cobertura com baixa absorvância

Esta ação define a utilização de coberturas com baixa absorvância, que normalmente está associado ao uso de cores claras. As normas brasileiras especificam as propriedades da cobertura de acordo com a absorvância, que é o quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (ABNT NBR 15220-1). Krüger e Lamberts (2000) detectaram uma redução de até 3,8 K da temperatura interna com a ventilação diurna e 6 K com a ventilação noturna devido ao uso de uma pintura branca no telhado e, portanto, baixo coeficiente de absorção solar.

De acordo com Cavalcanti e Prado (2001), as casas unifamiliares representam a maioria das HIS, se comparadas às unidades multifamiliares e por isso, a cobertura é o componente mais exposto às variações climáticas. Segundo dados da Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo (PRODESP), dos imóveis entregues pela CDHU até dezembro de 2010, 38,7% dos possuíam tipologia de habitação multifamiliar, enquanto que 61,3% eram de tipologia unifamiliar<sup>1</sup>.

A escolha de coberturas pode estar associada ao clima, à disponibilidade do material, à durabilidade e também à necessidade de tratamento acústico, o que em especial deve ser considerado nas telhas metálicas.

Também deve ser dada atenção à manutenção e à limpeza da cobertura. A perda de refletância solar de uma cobertura com pintura metalizada encontrada em Cheng

et al (2011) em um período de 1,63 anos foi de 6%, o que implica que considerando um período maior de tempo, a perda será proporcionalmente maior, alterando as propriedades isolantes da cobertura. A refletância à radiação solar é o quociente da taxa de radiação de ondas longas que é refletida por uma superfície pela taxa de radiação de ondas longas incidente sobre esta superfície (ABNT NBR 15220).

Desta forma, recomenda-se o uso de coberturas com baixa absorvância e alta refletância, isto é, que seja de material metálico (desde que devidamente isolado termicamente), ou com pintura clara ou metalizada, escolhendo a solução com custo e desempenho apropriado para HIS.

### 1.1.4.4 Esquadrias e sombreamento

Segundo Lamberts e Triana (2005) as janelas são os principais componentes que influenciam no desempenho térmico da habitação, e um dos que necessita menor desenvolvimento tecnológico em todos os setores e em todas as faixas de renda em nível geral no Brasil.

As janelas devem conseguir responder de maneira eficaz às diferentes exigências climáticas existentes no país, apresentando uma boa estanqueidade em locais de clima frio e permitindo a ventilação e o sombreamento/escurecimento em locais de clima quente.

Entre os componentes das janelas devem ser vistos com especial atenção as venezianas, pois o sombreamento na janela representa uma importante melhoria no desempenho térmico do ambiente, em especial quando consideradas com cores claras.

No Brasil, em HIS utiliza-se o padrão de janelas de correr, que diminui a área efetiva de ventilação para 50%. Embora um aumento no vão da janela em teoria aumentaria o conforto térmico, de acordo com simulação realizada por Krüger e Lamberts (2000) para a cidade de Florianópolis (latitude 27,5°) no mês de janeiro, ao dobrar a área da janela, com alteração da abertura efetiva de 50% para 100%, não houve melhoria significativa do conforto térmico, pois o aumento das taxas de fluxo de ar não promoveu a diminuição da temperatura interna. Neste caso, esta medida seria eficiente para o maior aproveitamento da iluminação natural, que poderia gerar um menor consumo de energia de lâmpadas.

Para poder utilizar esta solução, desenvolvedores de projeto precisam ter flexibilidade para escolha de janelas na etapa de projeto, sem ter que seleccionar o mesmo tipo de janela para projetos diferentes e localizados em zonas climáticas diferentes.

<sup>1</sup> Em: <http://www.prodesp.sp.gov.br/>



Figura 2 – Exemplo de janela de correr utilizada em moradias populares

#### 1.1.4.5 Sombreamento natural

Consiste em criar anteparos naturais, em vez de anteparos artificiais como coberturas metálicas, a fim de diminuir a incidência dos raios solares no solo e nos veículos, reduzindo os efeitos de ilha de calor. Para isto, poderiam ser plantadas, por exemplo, árvores frutíferas, arbustos e plantas trepadeiras, desde que suas raízes não causem danos ao piso de circulação.

As áreas cobertas por vegetação apresentam temperatura mais baixa e umidade mais alta, pois além de reduzir a temperatura por sombreamento direto, diminuem o ganho de calor solar devido à evapotranspiração (BARBOSA; AMO; LABAKI, 2010).

Esta solução apresenta simplicidade e baixo custo, e pode ser aplicada em HIS considerando os requisitos específicos do terreno (área disponível) e da área (preferência por espécies locais).

## 1.2 Uso racional da água

A seguir, são apresentadas as ações sustentáveis na área de uso racional da água que podem ser aplicadas para HIS.

### 1.2.1 Medição individualizada de água

Medição individualizada de água é a utilização de hidrômetro capaz de fornecer o consumo de água por unidade habitacional nos condomínios verticais e horizontais. Nesse caso, a conta de água pode ser estabelecida, para cada unidade, tendo em vista o consumo registrado nos respectivos hidrômetros, acrescido da parcela que lhe couber, referente ao consumo de água para satisfazer as necessidades comuns do edifício (DOMINIQUELI, 2007).

Para as companhias de saneamento estaduais, a medição individualizada de água surge a partir de uma demanda do mercado incentivada pelo uso racional da água e principalmente pela necessidade do cliente em realizar a gestão do seu consumo e pagar pelo que realmente consome. Desta forma, a gestão da inadimplência passa a ser da concessionária.

Esta forma de medição pode ser uma solução interessante para edifícios multifamiliares de HIS, mas o impacto será mais de conscientização que em termos econômicos levando em conta o baixo preço da água.

### 1.2.2 Medição remota de insumos

Denomina-se como telemetria ou telemedição a automatização da medição e da transmissão de dados das fontes de origem para estações de processamento. As tecnologias para medição remota de insumos prediais disponíveis no mercado são: radiofrequência, PLC, rede pública de telefonia fixa e móvel, TV a cabo, satélite, barramento de campo e sistemas híbridos (ROZAS; PRADO, 2002).

Além de garantir mais segurança, pois os técnicos não precisam entrar nos edifícios para fazer a leitura dos hidrômetros, a medição remota fornece em tempo real a ocorrência de vazamentos quando houver, evitando assim maiores desperdícios de água, e podendo evitar custos para a concessionária e os moradores de HIS.

### 1.2.3 Aproveitamento de água pluvial

A principal função desta medida é diminuir o consumo de água potável fornecida pelas concessionárias por meio da utilização da água pluvial tratada para fins não potáveis.

O processo consiste na coleta de água pluvial de áreas impermeáveis (telhados em geral), no tratamento e no

armazenamento em reservatórios de acumulação para posterior utilização. O aproveitamento de águas pluviais para o setor residencial seria mais eficiente se combinado com o reuso de água (água cinza), apresentando um potencial de economia de água potável de até 36%, considerando que pode ser usada água não potável em vasos sanitários e em torneiras destinadas a regas de jardim e lavagem de piso. No entanto, o período de retorno de investimento da medida é muito longo, calculado em 17 anos, devido às baixas tarifas das concessionárias de água aplicadas no Brasil (GHIS; OLIVEIRA, 2007), o que leva a pensar que esta solução não seria ideal para HIS.

### 1.2.4 Equipamentos hidráulicos economizadores

Esta solução consiste na utilização de dispositivos e equipamentos hidrossanitários que utilizem menos água para sua operação, em comparação com equipamentos convencionais. Entre estes, podem ser citados arejadores de torneiras, registros reguladores de vazão, restritores de vazão, bacias sanitárias com caixa acoplada de volume reduzido, válvulas e caixas de descarga de acionamento duplo.

Em Belo Horizonte, foram instalados alguns desses equipamentos em habitações de baixa renda (com renda familiar de até 3 salários mínimos), tais como torneiras de fechamento automático, válvulas de descarga de vazão regulável, reguladores de vazão para torneiras e caixa de descarga de embutir. Verificou-se uma redução de 7,5% do consumo de água, considerado um valor expressivo para os autores da pesquisa (VIMIEIRO; PÁDUA, 2005). A implementação podendo ter um impacto ambiental e econômico positivo, deveria ser feita em colaboração com o usuário.

### 1.2.5 Fitotratamento

Também conhecido por Solos Filtrantes ou Wetlands, são sistemas que aproveitam as características filtrantes de um solo preparado para se fazer o tratamento do efluente doméstico (OLIVEIRA et al; 2005).

O processo de descontaminação da água de reuso torna-se mais eficiente quando vegetações do tipo juncos ou taboa são plantadas na superfície da área destinada ao lançamento do efluente a ser tratado.

Oliveira et al (2005) observam que este sistema de tratamento tem a vantagem de economizar energia elétrica, pois opera através de um processo natural. Outra vantagem é que ele proporciona a infiltração de água de chuva que precipita sobre a vala filtrante. Seu desempenho de tratamento geralmente é elevado, possibilitando a produção de água de reuso para

sistemas de descarga de bacias sanitárias, irrigação de jardins e lavagem de pisos. Entretanto, no caso de atender a unidades habitacionais de interesse social isoladas, torna-se restritivo em função das pequenas áreas dos lotes.

### 1.2.6 Tratamento de esgoto in situ

O tratamento de esgoto in situ é proporcionado por estações compactas ou fossas sépticas com filtros anaeróbios que tratam o esgoto no próprio local onde é gerado. A aplicação desta solução em HIS requer consideração da localização da unidade de HIS e da necessidade de manutenção pelo usuário.

### 1.2.7 Pavimentos permeáveis

São sistemas simples de infiltração, onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para o interior da estrutura do solo no processo de infiltração, visando a redução da vazão drenada superficialmente e a melhoria da qualidade da água, contribuindo para o aumento da recarga de água subterrânea. As limitações são o alto custo de implementação e a necessidade de manutenção, que seriam compensadas pelos benefícios gerados (ARAÚJO; TUCCI; GOLDENFUM, 2000) mas consistem um importante limite para aplicação em HIS. Como exemplos desta tecnologia têm-se o macadame hidráulico, os blocos intertravados e o gramacadame.

- **Macadame hidráulico**  
O macadame hidráulico é uma tipologia de pavimento constituída de agregados graúdos com diâmetro variável, compactados, com as partículas firmemente entrosadas umas às outras e os vazios preenchidos por material de enchimento como o pó-de-pedra ou areia, com ajuda da água. A estabilidade da camada é obtida a partir da ação mecânica enérgica de compactação.
- **Blocos intertravados**  
O pavimento com blocos pré-moldados de concreto constitui uma versão moderna e aperfeiçoada dos antigos calçamentos de paralelepípedo.
- **Gramacadame**  
É semelhante ao macadame hidráulico na montagem e nos componentes, diferencia-se pela matriz granulométrica mais descontínua dos agregados, com maior índice de vazios e pela ausência do filler, pasta de pó de pedra e água que preenche os vazios no macadame hidráulico, em parte substituído por substrato agrícola, que preenche frouxamente a matriz pétreo, de modo a preservar parte de sua porosidade ao ar e à água. A grama em placas é plantada na cobertura.

## 2 Requisitos de desempenho das ações sustentáveis

O objetivo deste capítulo é apresentar os requisitos de desempenho das ações sustentáveis, selecionadas com base nas normas, nas referências bibliográficas e nos materiais disponíveis no mercado. As ações referentes ao conforto térmico e à energia estão relacionadas às diferentes necessidades em função da zona bioclimática. A seguir são apresentados os requisitos de desempenho necessários para as ações de sustentabilidade levantadas nas áreas de conforto térmico, eficiência energética e uso racional da água.

### 2.1 Sistemas prediais para conforto térmico e eficiência energética

Os requisitos de desempenho das ações para o uso racional da energia podem ser divididos em ações para melhoria do conforto térmico ou da eficiência energética, que são justificadas nas dimensões ambiental, social e econômica.

Com relação à dimensão ambiental, o objetivo é incorporar ações e tecnologias sustentáveis mas que ao mesmo tempo proporcionem um ambiente confortável e adequado ao usuário. Estas ações contribuem para diminuir ou extinguir a demanda por energia para o uso de sistemas mecânicos de ventilação e condicionamento, contribuindo para uma melhor gestão da demanda. Também são consideradas ações ligadas ao aumento da oferta de energia por meio do uso de fontes renováveis e alternativas à produção de energia elétrica convencional.

Na dimensão social o foco é o usuário, por ter este o direito a um nível de conforto adequado na habitação, ao acesso à energia de forma eficiente e por ser o agente que irá operar e manter os sistemas da edificação, conforme estipulado no projeto.

O usuário também é o foco para a dimensão econômica dos projetos, que devem ser de baixo custo e proporcionar economia de energia e custos de manutenção reduzidos graças às ações citadas. O próprio país, ao mesmo tempo, também colhe benefícios destas ações de sustentabilidade ambiental e ainda pode utilizar os estudos técnicos apresentados pelo Projeto SUSHI em tomadas de decisões políticas.

Os requisitos de desempenho das ações de energia podem ser classificados em:

#### **Requisitos de desempenho para conforto térmico:**

- Adequação construtiva da edificação conforme o local de implantação (estratégias);
- Sistemas construtivos (qualidade e características construtivas dos materiais e componentes arquitetônicos);
- Interferência do entorno e do clima local nas edificações.

#### **Requisitos de desempenho para eficiência energética:**

- Gestão da demanda (tecnologias que proporcionam menor consumo de energia);
- Gestão da oferta (energias renováveis);
- Qualidade na instalação, manutenção e operação dos sistemas prediais para eficiência energética.

A seguir serão definidos de forma mais específica alguns requisitos de ações dentro de cada um desses itens.

## 2.1.1 Requisitos de desempenho para conforto térmico

### 2.1.1.1 Adequação construtiva da edificação conforme o local de implantação: normas e classificação

A NBR 15220-3 (ABNT, 2005) fornece informações referentes ao zoneamento bioclimático brasileiro, classificando 330 cidades segundo o tipo de clima em oito zonas bioclimáticas.

A distribuição das Zonas se deu em função de parâmetros como temperatura, umidade e altitude das cidades; por esta razão, para cidades que não foram identificadas na norma, o clima deve ser avaliado em função das cidades mais próximas com características semelhantes.

A Zona 1 (Z1) refere-se a climas mais frios no sul do país com invernos mais acentuados e onde há maior necessidade de aquecimento neste período. As Zonas 2 e 3, predominantes no sul e sudeste respectivamente, consideram ainda verão e inverno de forma acentuada. As zonas 4, 5 e 6 também apresentam diferenças entre estratégias para verão e inverno, porém muito menos acentuadas. Na zona 4 ainda se considera importante o aquecimento solar passivo da edificação para inverno, enquanto nas zonas 5 e 6 não é mais recomendada esta estratégia. As Zonas 7 e 8, representadas pelo Nordeste e Norte do país, apresentam estratégias para o verão ao longo do ano. (LAMBERTS; TRIANA, apud JOHN et al, 2010).

No caso do Estado de São Paulo, as cidades estão localizadas nas zonas bioclimáticas 2, 3, 4, 5 e 6. Assim, devem ser estabelecidos os critérios de projeto em função das zonas bioclimáticas onde se localizam os

projetos de HIS. Neste sentido, a NBR 15220-3 (ABNT, 2005) estabelece as estratégias de projeto adequadas para verão e inverno por zona bioclimática e, para as edificações de HIS unifamiliares, estabelece também os critérios de desempenho dos componentes construtivos (paredes, coberturas e aberturas).

Já para edificações multifamiliares, os critérios para conforto no verão e no inverno, assim como as características dos componentes construtivos, são determinados pela NBR 15575 (ABNT, 2008) - Norma de desempenho para edificações de até cinco pavimentos. Para as paredes e coberturas, são estabelecidos critérios de desempenho térmico em função da transmitância e da capacidade térmica do componente (considerando todas as suas camadas, isto é, tipo de telha, isolante e forro). Para as aberturas, são estabelecidas a necessidade de sombreamento e a porcentagem de abertura necessária para ventilação.

A Tabela 1 apresenta de forma resumida os requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2008) para edifícios multifamiliares em diferentes zonas bioclimáticas.

Em novembro de 2010 foi lançada a Etiqueta de eficiência energética para edificações residenciais (INMETRO), que classifica as edificações conforme o seu desempenho com uma escala que varia de E até A, sendo o A mais eficiente, e toma como base a Norma NBR 15575 (ABNT, 2008), estabelecendo métodos prescritivos e de simulação para verificação da adequação climática da edificação. Desta forma, as premissas iniciais de projeto e a escolha de estratégias e de materiais devem estar de acordo com estes critérios. O Selo Casa Azul da CAIXA (JOHN et al, 2010) também estabelece critérios de avaliação de projeto em função do conforto, tomando como base a NBR 15575 (ABNT, 2008).

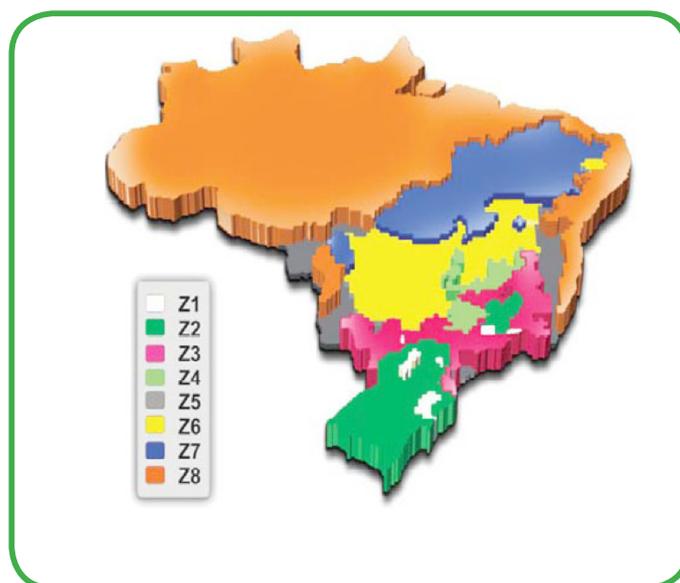


Figura 3 – Zoneamento bioclimático proposto pela ABNT NBR 15220-3 (Fonte: JOHN et al, 2010)

Tabela 1 – Requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2008) para as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.

Zona	Estratégias 15575		Abertura para ventilação*	sombreamento das aberturas	Parede Externas		Cobertura	
	verão	inverno			U min	CT min	U	$\alpha$
1		a) aquecimento solar da edificação / b) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	$A \geq 8\%$ Aberturas médias	Permitir sol durante o inverno	$\leq 2,50$ (Parede leve)	$\geq 130$	$\leq 2,30$	-
2	a) Ventilação cruzada	a) aquecimento solar da edificação / b) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	$A \geq 8\%$ Aberturas médias	Permitir sol durante o inverno	$\leq 2,50$ (Parede leve)	$\geq 130$	$\leq 2,30$	-
3	a) Ventilação cruzada	a) aquecimento solar da edificação / b) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	$A \geq 8\%$ Aberturas médias	Permitir sol durante o inverno	$\leq 3,70$ e $\alpha < 0,60$ $\leq 2,50$ e $\alpha \geq 0,60$	$\geq 130$	$\leq 2,30$ $\leq 1,50$	$\alpha \leq 0,6$ $\alpha > 0,6$
4	a) Resfriamento evaporativo e Massa Térmica para resfriamento / b) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)	a) aquecimento solar da edificação / b) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	$A \geq 8\%$ Aberturas médias	Sombrear aberturas	$\leq 3,70$ e $\alpha < 0,60$ $\leq 2,50$ e $\alpha \geq 0,60$	$\geq 130$	$\leq 2,30$ $\leq 1,50$	$\alpha \leq 0,6$ $\alpha > 0,6$
5	a) Ventilação cruzada	a) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	$A \geq 8\%$ Aberturas médias	Sombrear aberturas	$\leq 3,70$ e $\alpha < 0,60$ $\leq 2,50$ e $\alpha \geq 0,60$	$\geq 130$	$\leq 2,30$ $\leq 1,50$	$\alpha \leq 0,6$ $\alpha > 0,6$
6	a) Resfriamento evaporativo e Massa Térmica para resfriamento / b) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)	a) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	$A \geq 8\%$ Aberturas médias	Sombrear aberturas	$\leq 3,70$ e $\alpha < 0,60$ $\leq 2,50$ e $\alpha \geq 0,60$	$\geq 130$	$\leq 2,30$ $\leq 1,50$	$\alpha \leq 0,6$ $\alpha > 0,6$
7	a) Resfriamento evaporativo e Massa Térmica para resfriamento / b) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)		Pequenas $A \geq 5\%$	Sombrear aberturas	$\leq 3,70$ e $\alpha < 0,60$ $\leq 2,50$ e $\alpha \geq 0,60$	$\geq 130$	$\leq 2,30$ FV $\leq 1,50$ FV	$\alpha \leq 0,4$ $\alpha > 0,4$
8	a) Ventilação cruzada permanente.  OBS: O condicionamento passivo será insuficiente durante as horas mais quentes.		Grandes $A \geq 15\%$	Sombrear aberturas	$\leq 3,70$ e $\alpha < 0,60$ $\leq 2,50$ e $\alpha \geq 0,60$	sem exigência	$\leq 2,30$ FV $\leq 1,50$ FV	$\alpha \leq 0,4$ $\alpha > 0,4$

Símbolos e unidades: Transmitância térmica – U: W/m<sup>2</sup>.K Absortância- $\alpha$  Capacidade Térmica: CT: kJ/(m<sup>2</sup>K)  
OBS: \* Nas zonas 1 a 6, as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio.

### 2.1.1.2 Sistemas construtivos

Os componentes usados para a edificação apresentam características específicas de desempenho térmico e devem ser observados os cuidados na instalação, operação e manutenção. Para garantir o seu adequado desempenho, é necessário observar o local e a orientação de implantação para verificar se o material terá o desempenho térmico desejado, as recomendações dos fabricantes na instalação dos componentes, a manutenção necessária e a capacitação de usuários para utilização adequada dos equipamentos.

Devem ser observados os fornecedores que, preferencialmente, tenham implantado o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP-Habitat) assim como verificar os catálogos técnicos para o fornecimento de informações precisas sobre a correta instalação e desempenho dos produtos.

Os componentes construtivos (paredes, coberturas e aberturas) devem ser escolhidos em função do desempenho térmico e acústico e das características de disponibilidade e reposição dos materiais conforme o local de implantação.

#### **Desempenho de paredes e coberturas**

- **Durabilidade**

Para a escolha dos componentes da edificação em termos de durabilidade, deve-se atentar às especificações de instalação e das características locais, como ventos dominantes, insolação, presença de chuva ácida, maresia, etc. Como exemplo, coberturas com telhas metálicas devem ser montadas no sentido contrário aos dos ventos dominantes para garantir maior estanqueidade, com atenção ao recobrimento necessário entre uma telha e outra dependendo da sua inclinação. Em locais onde ocorre chuva ácida, não é indicado este tipo de telha.

- **Desempenho térmico**

No caso das paredes, deve ser observada a capacidade térmica requerida (sendo que a baixa possui menor inércia térmica e a alta, maior inércia térmica) e a sua necessidade de transmitância térmica (que é maior se paredes forem leves, ou menor se as paredes forem pesadas ou mais isoladas). Já para as coberturas, deve ser observado o grau de isolamento requerido para verificar a incorporação do tipo de cobertura (telha ou teto jardim), de forro e a necessidade de uso de barreiras radiantes (isolantes).

#### Capacidade térmica

A capacidade térmica (CT) é definida como a quantidade de calor que um determinado corpo deve trocar para que sua temperatura sofra uma variação unitária. Paredes e coberturas com capacidade térmica alta, e, portanto, com alta inércia térmica, devem ser restritas em regiões com verão acentuado devido ao efeito do atraso térmico, já que acumulam calor durante o dia e o transferem à noite para o interior da edificação, o que é adequado para o inverno, mas não para verão. Para a cobertura, é importante o uso de isolante térmico para minimizar o efeito de sobreaquecimento do ambiente no verão devido à incidência direta de raios solares durante o dia.

#### Transmitância térmica

Para determinar a transmitância térmica final das paredes e coberturas é necessário saber as propriedades de condutividade (W/m.K) e de espessura de todas as camadas que formam o componente. A resistência térmica da câmara de ar, quando existente, é definida em função do sentido do fluxo de calor (horizontal para paredes e vertical para coberturas). A NBR 15220-2 (ABNT, 2005) fornece os cálculos para transmitância e capacidade térmica das coberturas, enquanto que a NBR 15220-3 (ABNT, 2005) e o selo Casa Azul da Caixa (JOHN et al, 2010) fornecem alguns exemplos de propriedades térmicas de paredes e coberturas.

Além do material, a cor também influencia no desempenho; por esta razão, na NBR 15575 (ABNT, 2008) se determinam as propriedades de transmitância térmica em função da absorvância das paredes e da cobertura. Desta forma, aconselha-se o uso de cores claras (baixa absorvância) na grande maioria dos climas, pois as características típicas do verão tropical são predominantes no país em boa parte do ano e na maioria das regiões.

#### Resistência térmica

O uso de forro na cobertura aumenta a resistência térmica do telhado, em especial quando associado a uma câmara de ar, proporcionando ambientes internos mais agradáveis. Os forros de madeira, gesso e PVC apresentam um peso menor para a estrutura e uma menor capacidade térmica quando comparados com os forros de laje (mista ou com EPS). Os forros de laje facilitam a manutenção dos sistemas que se encontram abaixo da cobertura.

Também podem ser associadas barreiras radiantes às paredes ou às coberturas, de materiais tais como mantas aluminizadas e lã de rocha, com o objetivo de aumentar a resistência térmica dos componentes. Deve-se verificar o desempenho do material com os fornecedores por meio dos catálogos técnicos, assim como a sua instalação na obra. O desempenho das barreiras radiantes varia em função da espessura da manta e da presença de alumínio em uma ou nas duas faces. A espuma de polietileno apresenta uma baixa condutividade térmica, enquanto que o alumínio apresenta uma baixa emissão de calor, baixa absorvância à radiação solar e alta reflexão.

### Desempenho de janelas (esquadrias)

Em relação à especificação do componente esquadrias, segundo Ino et al. (2003), os agentes externos e internos à edificação que contribuem para o desempenho adequado da janela às exigências do usuário podem ser traduzidos em quatro requisitos de desempenho: estrutural, utilização, estanqueidade e durabilidade.

As esquadrias devem ser flexíveis e permitir adaptação climática respondendo às necessidades do local de implantação em relação à ventilação, sombreamento, escurecimento, proteção à chuva e segurança. Neste sentido, a nova Norma da ABNT NBR 10821 – Esquadrias externas para edificações – está sendo revisada e conterá cinco partes: terminologia, requisitos e classificação, métodos de ensaio, requisitos de desempenho adicionais (acústica e conforto térmico) e instalação e manutenção.

Conforme entrevista da eng. Fabiola Rago pela AEC Web (2010), as maiores alterações da norma estão na Parte 2 – Requisitos e Classificação. Nesta, as esquadrias são classificadas conforme o local de instalação, em relação ao número de pavimentos da edificação e a região do País. Serão cinco classes em que as pressões de ensaio, de segurança e de estanqueidade à água são

informadas na forma de tabela para dar maior clareza ao meio técnico. Quanto aos casos de esquadrias instaladas em posições que não sejam na vertical ou em edifícios de forma não retangular ou ainda em edifícios com exigências específicas, as necessidades e as exigências especiais de utilização deve ser consultadas na norma ABNT NBR 6123, de Forças devidas ao vento em edificações, para a determinação da pressão de projeto (Pp) e da pressão de ensaio (Pe). A nova norma classificará as esquadrias nos níveis de desempenho mínimo, intermediário e superior.

A estanqueidade dos caixilhos é muito importante para permitir maior controle dos ganhos e perdas térmicas da edificação, além do aumento de durabilidade que pode proporcionar ao evitar a penetração de água.

Para determinação da esquadria ideal, é necessário pensar no material que será usado, na necessidade de abertura para ventilação/iluminação e no sombreamento. Assim, para materiais como alumínio e PVC, deve-se determinar o correto dimensionamento das barras para minimizar perdas, verificando com o fabricante a dimensão do perfil necessária para compatibilizar requisitos técnicos e financeiros. Em relação aos materiais como madeira, a escolha depende da garantia da qualidade do fornecedor e da trabalhabilidade da madeira a ser usada.

A área de abertura necessária em relação à área de piso do ambiente (em porcentagem) e a necessidade de sombreamento podem ser determinadas conforme os requisitos especificados pela NBR 15575 (ABNT, 2008) e pelo RTQ-R (MME, 2010). A Tabela 2 considera as zonas bioclimáticas de 2 a 6 presentes no Estado de São Paulo em relação ao tipo de sombreamento necessário, vão de abertura para ventilação, iluminação e outras características das esquadrias conforme os critérios das fontes acima colocadas.

FONTE	Ventilação ambientes de permanência prolongada	Ventilação cozinha	Ventilação banheiros	Iluminação ambientes de permanência prolongada	Iluminação cozinhas	Iluminação banheiros	Necessidade de sombreamento	Outros
NBR 15575	A <sup>3</sup> 8	A <sup>3</sup> 8					Sombrear aberturas e permitir sol durante o inverno nas zonas 2 e 3	
RTQ-R (nível A)	A <sup>3</sup> 8	A <sup>3</sup> 8	A <sup>3</sup> 10%	A <sup>3</sup> 12.5%	A <sup>3</sup> 12,5%	A <sup>3</sup> 10%	Bonificação para utilização de dispositivos especiais que favoreçam ventilação com acesso à luz natural (ie. Venezianas, etc)	Garantia de ventilação noturna com proteção à chuva e segurança

Tabela 2 – Zonas bioclimáticas 2 a 6 presentes no Estado de São Paulo.

## Operação e manutenção

A operação e manutenção devem ser realizadas na edificação a fim de manter o desempenho dos sistemas e dos componentes conforme previsto em projeto. Em relação à manutenção, deve ser pensando nos projetos itens que facilitem a mesma.

E tanto para a manutenção quanto para a operação é muito importante a capacitação do usuário na entrega da obra, além da entrega do manual do usuário, já que a falta de manutenção e a operação de forma muito diferente ao programado nos projetos podem afetar o desempenho térmico das edificações.

### 2.1.1.3 Interferência do entorno e do clima local nas edificações

A estratégia do sombreamento natural pode ser utilizada de forma a diminuir a carga térmica dos ambientes internos, com o uso de tetos jardins ou de vegetação no caso de ambientes internos, ou também no uso de vegetação para as áreas externas do empreendimento, como estacionamentos e caminhos de pedestres, minimizando o efeito das ilhas de calor no entorno.

Para um sombreamento natural efetivo é importante considerar a trajetória solar sobre a edificação ou sobre os ambientes externos limítrofes do terreno, prevendo a necessidade de sombreamento adequado dependendo da localização e das necessidades microclimáticas do projeto.

Na especificação da vegetação deve-se considerar o tipo, dimensão e forma para atingir os resultados de sombreamento desejados; para isto, é importante que as árvores sejam plantadas já com crescimento adequado ao tipo de clima do local.

Deve ser considerada também a forma de crescimento da vegetação em relação às estações, privilegiando árvores caducas quando for necessário aquecimento no inverno e sombreamento no verão.

No caso de tetos jardins é importante atentar-se ao crescimento das plantas/grama, necessidade de manutenção e peso total do sistema em conjunto com o cálculo estrutural.

## 2.1.2 Requisitos de desempenho para eficiência energética

### 2.1.2.1 Gestão da demanda

Para a gestão da demanda, podem ser consideradas ações que possibilitem redução da demanda de energia das habitações, concentrando esforços em equipamentos como geladeiras, chuveiro elétrico, iluminação e ar condicionado, que são os principais usos finais das habitações brasileiras. Faz-se necessário, desta forma, o uso de tecnologias eficientes em conjunto com as ações dos usuários.

Nesta linha encontram-se ações como incentivo ao uso de equipamentos e eletrodomésticos eficientes; uso de tecnologias alternativas para o aquecimento de água; maior aproveitamento de iluminação natural e uso de sistemas de iluminação artificial com menor consumo de energia; seleção de sistemas construtivos nas edificações de forma que respondam de forma adequada ao clima local; e medição de insumos energéticos.

### Uso de equipamentos e eletrodomésticos eficientes.

O requisito de desempenho principal para o uso de equipamentos e eletrodomésticos eficientes é que seu grau de eficiência possa ser comprovado de forma efetiva. O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO mostra a classificação dos aparelhos elétricos conforme o seu consumo de energia, como condicionadores de ar de janela e split, coletores solares, reservatórios térmicos, congeladores, lâmpadas e reatores, lavadoras, motores, refrigeradores, televisores, ventiladores de teto e módulos fotovoltaicos; assim como para equipamentos com consumo de gás. Desta forma o ideal é especificar equipamentos e eletrodomésticos que apresentem no mínimo nível A e de preferência os selos PROCEL, para equipamentos consumidores de energia elétrica ou CONPET, para equipamentos consumidores de gás, o que garantirá um baixo consumo de energia.

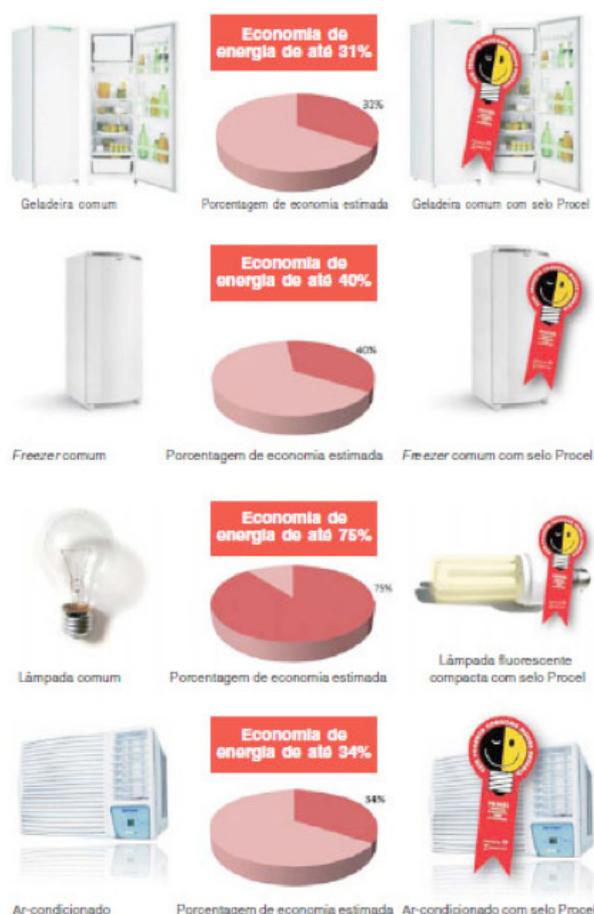
No caso do não fornecimento de equipamentos com eficiência energética, o empreendedor deve garantir que o futuro locatário ou comprador receba informação por meio do "Manual do usuário", que explica sobre a importância e os benefícios de se economizar energia e quais os custo de operação destes equipamentos

dotados dos selos PROCEL e CONPET para o consumo de energia, de forma a incentivá-los à escolha consciente quando da aquisição de seus eletrodomésticos individuais ou para uso das áreas comuns.

A Figura 4 mostra as economias de energia possíveis de serem obtidas com o uso de alguns equipamentos e eletrodomésticos eficientes.

**Figura 4 - Economia média de energia obtida com a escolha de eletrodomésticos com Selo PROCEL. Centro de Aplicação de Tecnologias Eficientes (CATE).**

Fonte: Caixa (2010)



O site da Eletrobrás, empresa do setor de energia elétrica controlada pelo governo brasileiro, fornece todo ano uma lista com os equipamentos que obtiveram o selo PROCEL, disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp>.

Similarmente, o site do CONPET fornece uma lista anual com os equipamentos que obtiveram o selo no ano, disponível em [www.conpet.gov.br](http://www.conpet.gov.br).

O site do INMETRO fornece tabelas de consumo e de nível de eficiência energética de todos os eletrodomésticos e equipamentos catalogados, disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>.

O usuário deve verificar o nível de eficiência do equipamento que está sendo adquirido/especificado. Dentro da etiqueta de energia do INMETRO, tanto elétrica quanto de gás, é importante considerar, para a escolha do equipamento, a tensão (110V ou 220V); a letra indicando a eficiência que varia de E até A, sendo E a menos eficiente e A a mais eficiente; e o consumo de energia em kWh/mês, que pode variar muito em relação ao tipo de equipamento mesmo que tenham o mesmo nível de eficiência energética.

Quando estes equipamentos são fornecidos junto com a habitação, um dos principais requisitos é promover opções de maior personalização para que esta ação seja bem sucedida, estabelecendo, por exemplo, parcerias com fornecedores que dão a possibilidade de que o usuário escolha equipamentos mais adequados aos seus gostos pessoais.

### Uso de tecnologias alternativas para o aquecimento de água

Sistemas eficientes de água quente como alternativa ao uso do chuveiro elétrico podem ser baseados em energias renováveis, como é caso do aquecimento solar ou de outros sistemas como gás ou bombas de calor. Para eles, é importante que sejam avaliadas as necessidades conforme a tipologia (unifamiliar ou multifamiliar), o local, as possibilidades de implantação de forma que o sistema instalado apresente o melhor desempenho possível e a necessidade de manutenção. No caso de edificações multifamiliares, devem ser avaliadas as alternativas de instalação no projeto para medição individualizada da água quente e a possibilidade de operação dos sistemas.

Para cada um dos sistemas instalados devem ser observados requisitos de desempenho específicos. O aquecimento solar é uma ótima opção para climas que tenham uma ampla disponibilidade do sol ao longo do ano e, em especial, para tipologias como as habitações residenciais unifamiliares. Devem ser observadas a normativa em relação aos projetos, a qualidade dos instaladores e a distribuição da conta para residências

multifamiliares. Igualmente, para sua implantação, devem ser consideradas as diferenças climáticas e também as faixas de renda. De forma geral, o projeto deve fornecer a melhor alternativa em termos de custo-benefício, considerando que a eficiência do sistema depende da fração solar atingida.

Para edificações residenciais multifamiliares, os sistemas a gás podem ser utilizados como alternativa tecnológica ao aquecimento de água, sendo mais eficientes quando no local de implantação do projeto existir rede pública de gás natural. Também podem ser incorporados como aquecimento auxiliar ao sistema de aquecimento solar, em especial em edificações multifamiliares.

Como requisitos de desempenho dos sistemas a gás, devem ser verificados:

- **Componentes:** Deverá constar de aquecedor instantâneo (passagem) e chaminé (individual ou coletiva), que deverá abastecer, com água quente, somente o ponto do chuveiro em unidades habitacionais.
- **Eficiência do equipamento:** Os aquecedores a gás do tipo instantâneo devem possuir preferencialmente nível A ou B no PBE, sendo que nos casos de utilização de reservatório de água quente, este deve ter isolamento térmico e capacidade adequados. Os aquecedores devem estar instalados em lugares protegidos permanentemente contra intempéries e com ventilação adequada para não interferir em sua eficiência.
- **Instalação:** Na instalação do sistema deve-se dar preferência a instaladores que fazem parte do Programa de Qualificação de Fornecedor de Instalações Internas de Gases Combustíveis e Aparelhos a Gás – QUALINSTAL GÁS.
- **Isolamento da tubulação:** Verificar necessidade de isolamento da tubulação conforme a distância entre o equipamento e o ponto de consumo.
- **Dimensionamento da tubulação:** Verificar o dimensionamento necessário para atendimento a mais de um banheiro simultaneamente.
- **Aplicação das normas pertinentes:** Normas sobre a utilização de gás combustível em sistemas prediais:
  - NBR 14570 – Instalações Internas para Uso Alternativo dos Gases GN e GLP.
  - NBR 13103 – Adequação de ambientes residenciais para instalação de aparelhos que utilizam gás combustível.
  - NBR 13523 – Central predial de gás liquefeito de petróleo.
  - NBR 13932 – Instalações internas de gás liquefeito de petróleo (GLP) - Projeto e execução.
  - NBR 13933 – Instalações internas de gás natural (GN)- Projeto e execução.
  - NBR 14024 – Centrais prediais e industriais de gás liquefeito de petróleo (GLP) - Sistema de abastecimento a granel.
  - COMPAGAS. Regulamento para instalações prediais de gás. Disponível em: <http://www.compagas.com.br>

### **Maior aproveitamento de iluminação natural e uso de sistemas de iluminação artificial com menor consumo de energia**

Com relação ao uso de iluminação eficiente, esta ação pode ser pensada tanto em ações para o maior aproveitamento da iluminação natural, quanto em ações para o uso de iluminação artificial eficiente. Para a iluminação natural dos ambientes tanto das habitações unifamiliares quanto das multifamiliares devem ser observados o acesso às fachadas externas através de aberturas, as profundidades dos ambientes, a porcentagem de iluminação necessária conforme as normas e a refletâncias das paredes internas dos ambientes. A NBR 15575 (ABNT, 2008) estabelece na sua Parte 1- Requisitos gerais para desempenho lumínico, níveis mínimos de iluminamento natural e níveis mínimos de iluminamento artificial.

Para a iluminação artificial eficiente devem ser considerados os requisitos já colocados para o uso de tecnologias eficientes.

### **Medição de insumos energéticos**

Outra ação importante que deve ser considerada na gestão da demanda de energia é a medição de insumos energéticos, que possibilita ao usuário o controle do seu consumo e, desta forma, uma redução na demanda de energia, após uma conscientização incentivada pela diminuição do custo em função da redução do consumo.

Para isto, os sistemas instalados devem garantir uma medição por uso final segura e automatizada da habitação/edificação.

Mas o principal fator para o sucesso de qualquer ação em relação à gestão da demanda de energia e independente do sistema/tecnologia adotado é o usuário, tanto em termos de operação e manutenção das tecnologias, quanto de conscientização em relação à importância de ações para a conservação da energia. Neste sentido é muito importante que qualquer ação esteja associada a uma iniciativa de educação e conscientização dos usuários, sendo que a medição de insumos energéticos pode ser um ponto de partida para alcançar este objetivo.

### 2.1.2.2 Gestão da oferta

As principais ações a serem contempladas como gestão de oferta de energia são através da incorporação de energias renováveis nas edificações, que podem ser tanto para produção de energia térmica (aquecimento solar de água) quanto para produção de energia elétrica (através de energia fotovoltaica, energia eólica, biomassa etc).

#### Produção de energia térmica: aquecimento solar de água

Para a escolha do uso de um sistema de aquecimento solar de água para HIS, é necessário verificar as opções disponíveis, custo de cada alternativa e desempenho esperado da tipologia construtiva do Sistema de Aquecimento Solar (SAS), perfis de consumo, clima local e características técnicas da instalação (SOUZA; ABREU, 2009).

Também é importante verificar o grau de manutenção necessária ao sistema e o envolvimento dos usuários na sua operação e na conscientização do consumo tanto de água quanto de energia.

De forma mais específica é importante se atentar aos seguintes requisitos de desempenho:

- **Níveis de insolação adequados:** Devem ser verificados os níveis de insolação adequados no local em que se pretende implantar o sistema. De forma geral, o Estado de São Paulo apresenta índices de insolação médias diárias aceitáveis que variam entre 6 a 8 horas, sendo que a radiação global média no sudeste é de 5,6 kWh/m<sup>2</sup> e a radiação média no plano inclinado é de 5,7 kWh/m<sup>2</sup>. Valores de insolação diária podem ser encontrados no Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA et al, 2006).
- **Viabilidade para posicionamento das placas:** É importante também observar a viabilidade para o posicionamento das placas coletoras conforme a obtenção da sua máxima eficiência. As placas devem ser orientadas para o Norte verdadeiro (Norte

considerando a declinação magnética), podendo ter um desvio de mais ou menos 30° nas direções leste ou oeste. Do mesmo modo, devem ser posicionadas em um ângulo de inclinação conforme a latitude do local, dando preferência à inclinação da latitude mais 10° para aumentar a eficiência do sistema na época de inverno.

- **Fração solar atingida:** O Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais /RTQ-R<sup>2</sup> (MME, 2010) estabelece os níveis de eficiência conforme a fração solar atendida, sendo que entre 60% e 69% corresponde ao nível B e 70% ou mais corresponde ao nível A. Já o selo Casa Azul da Caixa (JOHN et al, 2010) incentiva instalações com fração solar atendida entre 60% e 80%. Por fim, a Lei n° 14.459, que torna obrigatória a instalação de sistemas de aquecimento de água por meio do uso de energia solar nas novas edificações em São Paulo, incentiva edificações que atinjam 40% ou mais de fração solar.
- **Manutenção:** É muito importante pensar na facilidade de manutenção como critério de escolha do sistema e, caso o sistema solar utilizado em edificações multifamiliares seja individual, ou seja, contenha um aquecedor por apartamento, deve haver uma preocupação quanto à manutenção do sistema, uma vez que ela deixa de ser condominial e passa a ser individual.
- **Medição individualizada da conta:** As soluções adotadas devem possibilitar a medição individual, mesmo em habitações multifamiliares.
- **Garantia de alto desempenho do sistema:** Obrigatoriedade do uso de substâncias anticongelantes pela empresa fornecedora na implantação do sistema, nos locais em que seja necessário, devido à ocorrência desse fenômeno em algumas cidades do Estado de São Paulo.
- **Estabelecimento de planos de Medição e Verificação (M&V):** para monitoramento do sistema aplicado sempre que possível.
- **Ponto de abastecimento:** A água quente deve ser usada principalmente para abastecer o chuveiro.
- **Eficiência dos componentes do sistema:**
  - **Coletores:** Devem possuir elevada eficiência na conversão de energia, sendo preferencialmente etiquetados pelo Programa

<sup>2</sup> Regulamento que se encontra em desenvolvimento e estará disponível para download a partir de 2011. Será disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/>.

Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO com os níveis A ou B. Verificar a superfície total dos coletores em relação à necessidade de volume armazenado.

- **Reservatórios:** O reservatório deve ser dimensionado de forma a atender a demanda por água quente da habitação conforme normativas e pode ser integrado ou separado do coletor. Reservatórios devem preferencialmente possuir selo PROCEL e devem ter isolamento térmico adequado e capacidade de armazenamento mínimo compatível com o dimensionamento proposto. Deve-se atentar à distância entre o reservatório de água quente e os coletores e a distância entre o reservatório de água quente e os pontos de consumo.

- **Fonte auxiliar:** Pode ser a gás ou elétrica. Deve ser facilmente desligada pelo usuário, mas de preferência automatizada.

- **Instalação qualificada:** Dar preferência a empresas e instaladores certificados pelos programas QUALISOL (Programa de Qualificação de Fornecedores de Sistemas de Aquecimento Solar) e QUALINSTAL.
- **Também devem ser atendidos os requisitos de desempenho das normas pertinentes:**
  - NBR 15569: Norma sobre aquecimento solar de água
  - NBR 5626: Norma de instalações de água fria
  - NBR 7198: Norma de instalações de água quente
  - NBR 5410: Norma sobre aquecimento auxiliar (backup) elétrico
  - NBR 13013: Norma sobre aquecimento auxiliar (backup) a gás
  - Verificar outras normativas ou leis municipais

### Produção de energia elétrica

O uso de fontes renováveis de energia não poluentes para produção de energia elétrica ainda não é muito difundido no país, em especial em HIS, principalmente devido ao alto custo de implantação. A obtenção de energias renováveis pode ser por meio de painéis fotovoltaicos, gerador eólico, biomassa, entre outros. Como requisitos de desempenho são importantes:

- Comprovação da eficiência pelo fabricante;

- Previsão da porcentagem de energia que será suprida;
- Avaliação do empreendimento por meio de estudo da relação custo-benefício considerando as características do local de implantação em relação à disponibilidade do insumo e dimensões adequadas para a incorporação do sistema;
- Manutenção;
- Durabilidade.

A energia eólica pode ser incorporada às edificações, mas é uma tecnologia apropriada para locais com ventos de velocidades elevadas e constantes; já a biomassa pode ser considerada para a produção de energia elétrica e/ou biogás para abastecimento de cozinhas.

### O caso da energia fotovoltaica

Um das fontes alternativas para produção de energia elétrica que é mais factível no futuro de ser incorporada nas edificações residenciais, ao menos considerando o cenário atual, é a energia fotovoltaica. Com relação ao seu uso para tipologias unifamiliares, podem ser levantadas algumas previsões: suprimento de todo o seu consumo através do sistema fotovoltaico instalado, instalação de potência instalada superior à necessária ao consumo para que seja possível exportar energia que ajudará na geração lucro, ou suprir uma porcentagem do consumo necessário que permita manter-se no consumo de energia da rede elétrica na categoria de baixa renda. Para tipologias multifamiliares, o ideal é suprir energia suficiente para o consumo do condomínio, já que normalmente há problemas de menores áreas disponíveis para instalação do sistema e maior consumo. Para locais providos de infraestrutura urbana, o mais adequado é propor sistemas de energia fotovoltaica conectadas à rede. Para locais sem acesso à rede elétrica, usam-se sistemas isolados. Qualquer uma destas ações depende da avaliação de viabilidade financeira.

De forma mais específica, os requisitos de desempenho de um sistema fotovoltaico integrado à edificação dependem de algumas variáveis:

- **Local de implantação:** pode ser implantado como brise ou como algum elemento de proteção, em paredes ou integrado à cobertura. Na latitude de São Paulo, a radiação incidente em elementos verticais, como paredes, normalmente é muito inferior (em torno de 40 a 50% menor) se comparada aos locais com inclinações menores como as coberturas. Por esta razão, aconselha-se seu uso integrado à cobertura ou elementos de proteção que tenham ângulos de inclinação menores.

- **Nível de radiação (em Wh/m<sup>2</sup>/dia) que atinge o plano onde será colocado o sistema:** Deve ser verificada a radiação incidente no plano proposto considerando a média diária mensal de radiação. A radiação incidente é determinada pela latitude, longitude e altitude do local e os dados são medidos em estações solarimétricas no país. Também vai influenciar a posição em relação ao Norte dos módulos solares (azimute) e o ângulo de inclinação dos mesmos. De forma geral, os módulos fotovoltaicos orientados para o Norte verdadeiro com o ângulo de inclinação conforme a latitude local apresentam os níveis de radiação mais elevados, embora planos horizontais não apresentam perdas muito grandes em relação à situação ideal.
- **Potência nominal instalada (em kWp):** A potência instalada no sistema deve estar de acordo com a porcentagem do consumo de energia elétrica que se busca suprir por meio do sistema fotovoltaico. A potência final instalada deve estar distribuída de forma equitativa em cada uma das fases que compõem o sistema elétrico da edificação (que pode ser trifásico ou monofásico).
- **Eficiência dos módulos fotovoltaicos (em %):** A eficiência dos módulos fotovoltaicos é determinada pela tecnologia adotada. As tecnologias mais utilizadas são as de silício cristalino e silício amorfo. Dentro da tecnologia do silício amorfo encontram-se módulos rígidos (podem ser opacos e semitransparentes) e flexíveis (opacos). Os módulos flexíveis podem ser facilmente adaptados às coberturas, fazendo curvas, se necessário. A tecnologia de silício amorfo apresenta as menores porcentagens de eficiência, em torno de 6%, e também o menor custo. Os módulos de silício cristalino apresentam eficiências maiores, na média, sendo os de silício policristalino em torno de 12% e chegando até no máximo de 19% para alguns modelos de monocristalino. Desta forma, o mais importante é determinar a eficiência necessária ao sistema, que vai estar aliado ao custo e à área disponível.
- **Escolha dos inversores:** A escolha dos inversores depende das características do módulo fotovoltaico que está sendo usado e da potência nominal a ser instalada, de forma que as características do inversor suportem as condições do arranjo fotovoltaico

escolhido em relação à potência máxima de entrada ( $W_p$ ), tensão de operação ( $V$ ), tensão de circuito aberto ( $V$ ), corrente de operação ( $A$ ) e corrente de curto circuito ( $A$ ). A seleção dos inversores deve ser criteriosa, pois não podem ser subutilizados, de forma que a potência máxima de entrada deles deve estar muito próxima à potência nominal instalada no sistema. Deve ser prevista também em projeto a área para a locação dos inversores.

- **Área necessária à implantação do sistema:** É a área necessária para incorporar todos os módulos fotovoltaicos de forma a que atinjam toda ou a parte que se considere necessária da potência nominal instalada. A área necessária vai estar determinada pela potência instalada e pelo rendimento dos módulos fotovoltaicos.
- **Cuidados com sombreamento:** É importante a verificação do sombreamento que se tenha no local, pois o mesmo pode prejudicar o desempenho do sistema, diminuindo a radiação incidente nos módulos fotovoltaicos instalados. Assim, devem ser evitados os locais que apresentem sombreamento contínuo ao longo do ano e para os que apresentam sombreamentos em algumas horas, deve ser verificada a porcentagem de sombreamento, para validar a implantação do sistema e o arranjo entre as conexões de séries e paralelos dos módulos de forma que as eventuais sombras não atinjam o sistema como um todo, senão uma parte dele.
- **Energia gerada pelo sistema (em kWh/dia, kWh/mês ou kWh/ano):** Deve ser verificado se o sistema está cobrindo 100% do consumo da habitação, se somente uma porcentagem. Se está cobrindo mais do que é consumido, poderá-se desta forma exportar energia à concessionária, o que pode gerar lucro para os usuários, uma vez que sejam amparados por uma política pública, que hoje se encontra em processo de tramitação.

Além dos requisitos acima listados, deverão também ser previstos eletrodutos para os condutores, suportes ou pontos de fixação dos módulos fotovoltaicos, espaço adequado para instalação dos demais componentes do sistema (chaves, inversores, medidor de energia etc) bem como eletrodutos para os condutores de conexão à rede.

### 2.1.2.3 Qualidade na instalação, manutenção e operação dos sistemas prediais

Os cuidados no projeto e na instalação dos componentes e nas tecnologias adotadas são de extrema importância para o funcionamento esperado dos sistemas, razão pela qual deve ser priorizada a instalação por meio de empresas e profissionais com comprovada experiência no setor.

Com relação à durabilidade e manutenibilidade dos sistemas construtivos, a NBR 15575 (ABNT, 2005) apresenta parâmetros para as fachadas (parte 4) e coberturas (parte 5), além de requisitos gerais para as edificações (parte 1). Segundo esta norma, os elementos, componentes e instalações das edificações habitacionais, submetidos a intervenções periódicas de manutenção e conservação segundo instruções específicas do fornecedor, devem manter sua capacidade funcional durante toda a vida útil prevista no projeto.

Assim, coloca-se a manutenção periódica como sendo muito importante para o funcionamento correto e contínuo dos sistemas. Desta forma, deve ser dada uma educação ao usuário, o que pode ser feita através de manuais ou palestras na entrega das habitações, mostrando os requisitos de conforto térmico e eficiência energética implementados e sua necessidade e periodicidade de manutenção. É importante também, quando pensado em termos de edificações multifamiliares, que a administração do condomínio seja feita por empresas ou pessoas que entendam sobre manutenção predial dos sistemas. Também deve ser destacada a reposição de peças ou elementos necessários que mantenham o mesmo grau de eficiência proporcionado pelos elementos iniciais propostos nos projetos.

## 2.2 Sistemas prediais hidráulicos e uso e gestão da água

É essencial a análise da importância do uso da água em suas várias dimensões, ou seja, ambiental, social, econômica, cultural, etc.

Na dimensão social, o trato apropriado da água, ou seja, a disponibilidade da água de qualidade, bem como o devido cuidado na coleta dos efluentes gerados, tratamento e disposição final influenciam diretamente na qualidade de vida das pessoas, não somente no habitat local, mas principalmente no meio urbano e rural. Nota-se que, em locais onde a infraestrutura é apropriada no que diz respeito à água, as condições de saúde e higiene também são adequadas, o que melhora a qualidade de vida das pessoas.

Na dimensão econômica, a água é utilizada de forma direta nas atividades de higiene humana, ou de forma indireta incorporando-a como produto ou utilizando-a em processos produtivos, por exemplo.

Na dimensão ambiental, é possível utilizar a água causando o mínimo impacto ao meio ambiente e para tal, cabe salientar a importância do saneamento básico, do uso racional da água através da gestão da demanda e da aplicação da gestão da oferta de água através da análise de critérios de risco e de controles para garantia da qualidade e resguardo dos usos e usuários.

No que diz respeito ao uso da água nas edificações, é importante que o insumo seja usado com parcimônia, resguardando a saúde dos usuários e a qualidade e produtividade das atividades consumidoras.

Para tal, vale ressaltar que as questões de desempenho dos sistemas prediais hidráulicos tomam-se fundamentais para a garantia do uso sustentável deste insumo. Os vários modelos de sistemas de avaliação de sustentabilidade de edifícios consideram a água como tema importante para que um edifício seja sustentável e as ações que visem otimizar e garantir a qualidade do uso deste insumo são estimuladas e pontuadas.

Segundo Kalbusch (2007), podemos agrupar os seguintes itens de avaliação dos sistemas prediais hidráulicos e do uso da água nos seguintes requisitos:

- Confiabilidade, qualidade e manutenibilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários;
- Saúde e qualidade da água;
- Gestão da demanda de água;
- Gestão da oferta de água (aproveitamento de águas pluviais e reuso);

- Carga na infraestrutura local (drenagem pluvial e tratamento de esgotos);
- Interferência dos edifícios nos aquíferos subterrâneos;
- Qualidade dos materiais e componentes hidráulicos aplicados.

A seguir será descrito o detalhamento destes requisitos para a edificação.

### 2.2.1 Sistemas prediais hidráulicos e sanitários

Neste requisito, as normas brasileiras NBR 14037 (ABNT, 1998) e a norma de desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos (ABNT, 2004a) possuem explicitada a necessidade de um manual orientativo contendo informações quanto a rotinas de manutenção preventiva dos sistemas prediais hidráulicos, cabendo aqui salientar que este deverá incorporar os sistemas prediais hidráulicos potáveis e não potáveis. Deverá ainda possuir informações quanto à conservação de água e cuidados relativos à qualidade da água. Esses manuais devem apresentar uma explicação técnica do funcionamento dos sistemas prediais e, desta forma, garantir a maior vida útil dos sistemas.

Outro ponto crítico diz respeito ao projeto as built, prática ainda não incorporada pela construção civil. Na análise do ciclo de vida da edificação, a ausência desta documentação causa danos significativos ao longo do tempo, inviabilizando uma futura intervenção ou mesmo manutenção por falta de informações.

#### Capacitação dos usuários

Outro tema importante diz respeito à capacitação dos usuários finais. Com a complexidade dos sistemas prediais hidráulicos e com a inclusão de ações a favor da conservação de água, torna-se fundamental a capacitação dos usuários finais. Nos edifícios novos, as informações devem estar contidas nos manuais ou guias informativos, porém, na entrega do empreendimento, seria fundamental que construtoras e também concessionárias locais capacitassem os novos moradores sobre os benefícios gerados pela conservação de insumos e pelo gerenciamento adequado dos sistemas.

Nos edifícios existentes, os setores de administração de condomínios poderiam realizar campanhas de conscientização juntamente com as concessionárias locais para a garantia permanente da busca pela otimização do consumo de água, reciclando as informações das inovações tecnológicas para a sociedade, ressaltando sempre o cuidado com a saúde das pessoas e desta forma, contribuindo com o ciclo de vida das edificações.

#### Confiabilidade

Ainda, sob o tema da confiabilidade, cabe salientar a necessidade da identificação apropriada dos diferentes sistemas prediais que transportam água, principalmente com a complexidade de diferenciação dos sistemas de água potável e de não potável. Os riscos e falhas que podem existir no projeto, execução e manutenção são elevados, e o resultado de uma falha pode causar danos graves aos usuários finais, bem como aos sistemas. A NBR 13969 (ABNT, 1997) recomenda a identificação dos sistemas de reserva e distribuição de água de reuso, a sinalização, as tubulações de cores distintas e algumas normas internacionais, como Guidelines for water reuse (EPA, 2004) recomendam a pigmentação da água não potável.

#### Manutenibilidade

No que diz respeito à manutenibilidade dos sistemas prediais, a NBR 5626 (ABNT, 1998) explicita que o projeto deve garantir a fácil manutenção dos sistemas, recomendando o uso de registros de fechamento e o uso de outros dispositivos que cumpram a função, de forma a evitar dificuldades e onerar futuramente a manutenção da edificação.

Ainda, cabe aqui salientar que o uso de sistemas prediais hidráulicos com menor número de conexões, muitas vezes acessíveis ou contidos em paredes hidráulicas de fácil acesso, racionaliza a manutenção futura dos sistemas. A manutenção deve ser sempre compreendida como uma ação contínua, programada e realizada preferencialmente por profissionais capacitados. Para sua viabilização, é fundamental que as informações relativas aos sistemas prediais hidráulicos sejam disponibilizadas ao condomínio.

#### Qualidade

Outro tópico relativo ao requisito diz respeito ao controle da manutenção da temperatura de água no sistema predial de água quente. Este tema é fundamental para a garantia do resguardo da saúde dos usuários, bem como segurança e conforto.

Deve ser feito o controle de qualidade da água e tomar algumas medidas de prevenção a fim de evitar a infestação de agentes biológicos nocivos. A contaminação pela bactéria *Legionella pneumophila* pode ocorrer nas seguintes condições:

- Uso de temperatura entre 25 °C e 50 °C;
- Água estagnada;
- Períodos longos sem uso do sistema;
- Sedimentação e formação de biofilme.

Neste caso, cabe salientar os cuidados a serem tomados em projeto, adotando uma temperatura máxima de saída da água aquecida, por equipamento de aquecimento.

Por fim, a descontinuidade do fornecimento de água deve ser considerada, principalmente se avaliarmos as diferentes realidades locais e para tal o projeto deve considerá-la em seu dimensionamento.

### 2.2.2 Saúde e qualidade da água

Neste requisito, fundamentalmente ressalta-se a segurança dos sistemas prediais hidráulicos no que diz respeito à saúde dos usuários finais. Desta forma, manter a potabilidade da água no sistema de reserva e distribuição até os pontos finais de consumo é fundamental para a segurança dos usuários. Além disso, a qualidade dos materiais utilizados e do apropriado uso dos diferentes materiais e componentes são importantes para a não contaminação da água e para a preservação de sua potabilidade.

### 2.2.3 Gestão da demanda de água

A conservação de água apresenta dimensões de base ambiental, social e econômica. Sob a ótica ambiental, com a implantação de ações de conservação de água ocorre a preservação dos recursos hídricos, favorecendo o desenvolvimento sustentável. Na questão social, viabiliza a melhor distribuição dos recursos hídricos aos usuários finais, através dos volumes excedentes obtidos. Sob a ótica econômica, reduz os custos relativos aos insumos, além de gerar racionalização dos custos relativos à manutenção e operação dos sistemas. Desta forma, a gestão da água em uma edificação está associada a duas componentes fundamentais:

- Técnica: engloba as ações de avaliações, medições, aplicações de tecnologias e procedimentos para o uso da água;
- Humana: envolve comportamentos e expectativas sobre o uso da água e procedimentos para realização de atividades consumidoras.

Faz-se fundamental a integração da ação técnica à questão humana para o êxito da implantação de um programa de conservação de água em uma edificação, que pode ser implantado tanto em uma edificação nova ou em uma existente. No caso de uma nova edificação, o projeto de sistemas prediais deve ser concebido considerando a otimização do consumo de água, a aplicação de fontes alternativas de água nos usos menos nobres através da previsão de sistemas prediais potáveis e não potáveis, bem como facilidade de gestão do insumo através de traçados otimizados, sistemas hidráulicos acessíveis e implantação de ferramentas de monitoramento do consumo. Cabe salientar que nos

novos projetos não há limitantes executivos, porém, deve haver um aprofundamento da etapa de estudo preliminar para viabilidade técnica das ações.

No caso de edifícios existentes, a implantação de programas de conservação de água inicia-se com uma avaliação da documentação técnica existente para compreensão do sistema predial existente, dos usos e dos usuários.

Para que haja a gestão da demanda, é fundamental que se tenham todas as informações que envolvam o uso da água na edificação para aquisição de pleno conhecimento sobre a condição de utilização. O mapeamento dos usos da água na edificação deve ser feito através da análise do sistema hidráulico, dos processos e dos usuários que utilizam água e também dos índices históricos.

Nesta etapa é feita a identificação das diversas demandas para avaliação do consumo atual de água e das intervenções necessárias para redução do consumo e conseqüente minimização de geração de efluentes. São avaliados os processos que utilizam água, as perdas físicas, os equipamentos hidráulicos e a pressão do sistema hidráulico.

#### Identificação do consumo

Para o estabelecimento de um plano de redução de perdas, devem ser levantados os materiais e componentes a serem incluídos ou substituídos (no caso de edifícios existentes), calculada a expectativa de redução do consumo e os custos envolvidos. Devem ser realizados testes no sistema hidráulico para a detecção das perdas físicas invisíveis, inclusive com a utilização de equipamentos específicos para evitar intervenções destrutivas na edificação.

Para o conhecimento dos indicadores de consumo, é importante o conhecimento do consumo de água associado aos seus usuários e especificidades de uso. A setorização do consumo de água permite identificar os diferentes usos e usuários e, através da instalação de medidores de água, torna-se possível avaliar o indicador de consumo de água. No caso das edificações verticais, a medição individualizada de água garante ao morador a gestão de seu insumo, permitindo identificar possíveis problemas como perdas físicas, por exemplo, ou mesmo interferir em processos ou comportamentos para redução de seu consumo.

Desta forma, para a adequação de processos que utilizam água, muitas vezes é necessário o estabelecimento de procedimentos e rotinas específicas que garantam o uso apropriado da água para a realização de atividades consumidoras, em quantidade e qualidade adequadas

à necessidade. São importantes que sejam detalhados procedimentos específicos para as atividades consumidoras, cujos conteúdos possam facilmente ser transmitidos aos usuários envolvidos nas atividades. Muitas vezes os ajustes para redução do desperdício são relativos aos aspectos comportamentais e não somente a adequações tecnológicas.

### Equipamentos

Com relação à adequação de equipamentos hidráulicos, os mesmos devem ser especificados de acordo com a pressão de utilização e o tipo de uso e de usuário do ponto de consumo, devendo proporcionar conforto ao usuário e minimizar o consumo de água. Além disso, recomenda-se que os componentes hidráulicos participem do PBQP-H, garantindo a qualidade dos materiais aos usuários finais.

Deve ainda ser avaliada se a pressão disponível no sistema hidráulico é apropriada ao desempenho adequado das atividades consumidoras e funcionamento dos equipamentos hidráulicos. O controle da pressão pode representar importante contribuição para a redução do consumo de água.

A Figura 5 apresenta de maneira resumida as ações a serem realizadas para a gestão da demanda.

### 2.2.4 Gestão da oferta de água

De uma maneira geral, as edificações podem ter seu abastecimento proveniente da rede pública, de responsabilidade da Concessionária local de Saneamento Básico, ou das seguintes fontes alternativas:

- Captação direta de mananciais;
- Águas subterrâneas;
- Águas pluviais;
- Reuso de efluentes.

Para o abastecimento de água, um dos requisitos importantes na escolha de alternativas deve considerar não somente os custos envolvidos na aquisição, mas também os custos relativos à descontinuidade do fornecimento, aos de manutenção e operação e à garantia da qualidade necessária a cada uso específico, resguardando a saúde dos usuários internos e externos. O uso negligente de fontes alternativas de água ou a falta de gestão dos sistemas alternativos podem colocar em risco o consumidor e as atividades nas quais a água é utilizada, pela utilização inconsciente de água com padrões de qualidade inadequados. Recomenda-se a participação de um profissional especialista na avaliação do uso de fontes alternativas de água, além da implantação do Sistema de Gestão da Água para monitoramento permanente.

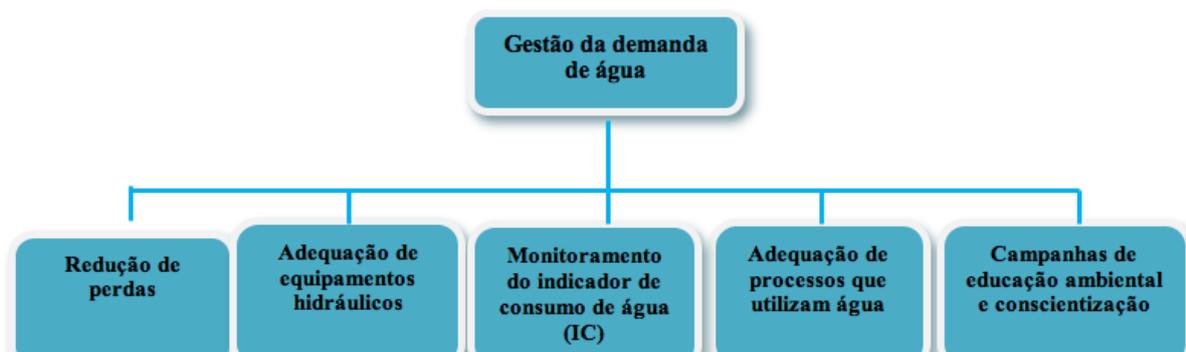
### Rede pública local

Para a avaliação do abastecimento de água através da concessionária, é necessário verificar a existência de rede pública local. Além disso, deve-se também verificar a tarifa cobrada, que varia de acordo com a tipologia da edificação. Além do fornecimento de água potável, já existem concessionárias que fornecem água de reuso, que deve ser considerado também como fonte alternativa de água para usos específicos.

### Captação direta de mananciais

Para o uso de água captada diretamente de mananciais, o primeiro passo é a verificação da legislação a ser atendida, inclusive referente aos órgãos ambientais, para identificação da possibilidade ou não de captação, da classe do corpo d'água e da bacia hidrográfica onde este corpo d'água está inserido, entre outros. Uma vez constatada a permissão e as condições de captação, deve ser emitida uma outorga para o uso, através da entidade fiscalizadora local.

**Figura 5 – Esquema de ações para a gestão da demanda de água.**



### Águas subterrâneas

O uso de águas subterrâneas é regido por legislação específica. Para a perfuração de poços artesianos é necessário obter uma licença do Departamento de Água e Esgoto (DAEE), além de solicitar uma Outorga de Direito de Uso por geólogo habilitado pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) estadual correspondente. Os cuidados relativos à captação, inclusive para não contaminar o subsolo, passam a ser de responsabilidade do usuário.

### Águas pluviais

Para a análise da possibilidade de aplicação de águas pluviais, devem ser realizadas simulações de captação e reserva em função de séries históricas de dados pluviométricos médios mensais fornecidos pelos Postos Pluviométricos da região onde se encontra a edificação. Para o desenvolvimento de um projeto de aproveitamento de águas pluviais deve-se inicialmente identificar demandas possíveis de serem supridas por tal volume. Em seguida, é calculada a área de coleta e dimensionado o volume do reservatório. Cabe ressaltar que ao reservar e utilizar águas pluviais, além de reduzir o consumo de água potável para diversos fins, a edificação em questão contribuirá para a prevenção de enchentes.

### Reuso de efluentes

A análise da viabilidade de utilização de efluente tratado inicia-se com a caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes gerados, estabelecendo os critérios de segregação e os tratamentos necessários. Num primeiro momento, deve ser avaliada a possibilidade de utilização direta de efluentes, ou seja, sem a necessidade de tratamento específico, o que muitas vezes é possível quando a qualidade do efluente gerado é apropriada para aplicação em um determinado fim.

Depois de coletados os dados qualitativos e quantitativos dos efluentes gerados, devem ser checados os requisitos de qualidade exigidos para cada aplicação, como subsídio para a definição das tecnologias de tratamento de efluentes necessárias.

O uso de fontes alternativas de água para usos menos nobres é importante para a preservação ambiental, porém cabe salientar a responsabilidade e os riscos associados a sua aplicação.

Segundo o comitê temático da água do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), devem ser considerados alguns tópicos importantes para o uso de fontes alternativas em projeto, como por exemplo:

- Análise dos pontos de risco de contaminação no sistema de água potável;
- Análise dos parâmetros de qualidade de água para usos restritivos não potáveis, das legislações e das normalizações específicas de referência;
- Cuidados relativos às conexões cruzadas – como atuar no projeto, execução e manutenção dos sistemas;
- Necessidade de reservas independentes;
- Especificação dos materiais a serem utilizados em tubulações, válvulas e conexões;
- Capacitação do usuário final para minimização dos riscos;
- Projeto de sinalização para conscientização dos usuários, entre outros.

A Figura 6 apresenta, de maneira resumida, as ações a serem realizadas para a gestão da demanda e oferta de água.



Figura 6 - Ações a serem realizadas para a gestão da demanda e oferta de água.

Desta forma, podem ser consideradas as principais medidas para a conservação da água:

- Adequação de componentes hidráulicos: Uso de bacias sanitárias de baixo consumo, torneiras e chuveiros mais eficientes quanto ao uso da água;
- Diminuição de perdas de água;
- Setorização do consumo de água;
- Adequação de processos;
- Reciclagem;
- Reuso da água;
- Utilização de águas subterrâneas;
- Aproveitamento de águas pluviais.

Vale ressaltar que a adoção de fontes alternativas de água, ou seja, água não potável, envolve o gerenciamento tanto da demanda quanto da oferta de água, sendo necessário considerar aspectos ligados não somente a quantidade, mas principalmente a qualidade da água consumida para garantia da saúde dos usuários.

### 2.2.5 Carga na infraestrutura local (interferência nos aquíferos, drenagem pluvial e tratamento de esgotos)

#### • Interferência dos edifícios nos aquíferos

Neste requisito cabe salientar os cuidados relativos ao posicionamento da edificação nos terrenos, contemplando distâncias mínimas de eventuais recursos naturais, bem como cuidados relativos ao uso de águas subterrâneas.

Ressalta-se a importância do respeito às questões legais e do atendimento às exigências das concessionárias locais.

#### • Detenção de água pluvial

Dentro do conceito de edifícios sustentáveis e avaliando-se a gestão da água, a detenção de água pluvial no terreno durante o período de pico é uma ação recomendada por trazer benefícios ambientais, econômicos e sociais. No caso de haver a simples detenção, é importante ressaltar a necessidade de análise de uma posterior utilização desta água, já que os investimentos nos sistemas prediais serão realizados para tal ação e, se avaliado de maneira mais sistêmica, possivelmente poderá haver o benefício da economia de água para aplicação em fins menos nobres.

Em algumas cidades brasileiras já existe a obrigatoriedade da construção de microrreservatórios de detenção de água pluvial, como é o caso de São Paulo. Os microrreservatórios de detenção são reservatórios que armazenam a água precipitada para retardamento do escoamento superficial, contribuindo assim para a diminuição das enchentes urbanas.

No entanto, segundo Gonçalves (2004), pode ser feita uma simples detenção para posterior descarga no sistema de drenagem urbana ou mesmo para utilização da água armazenada para fins diversos, como irrigação paisagística, lavagem de superfícies e outros fins não potáveis.

Pode haver também um maior esforço em projeto e obras objetivando-se a infiltração da água da chuva no solo local. Neste caso, a infiltração pode ocorrer através da utilização de pavimentos permeáveis e/ou de dispositivos de drenagem que armazenam a água no solo por tempo suficiente para que haja infiltração.

As principais medidas de infiltração da água pluvial no solo para controle de inundações são as trincheiras de infiltração, as valas de infiltração, os poços de infiltração e pavimentos permeáveis, segundo Kalbusch (2004).

#### • Tratamento de esgotos

Ainda, no que diz respeito aos efluentes gerados pelas edificações, faz-se necessária a coleta adequada para posterior tratamento e disposição final.

Para a coleta de esgoto sanitário em rede pública, o padrão de qualidade do efluente deve estar dentro do exigido pela legislação local. No caso da não existência de rede pública de coleta, deve ser previsto um sistema de tratamento in loco dos efluentes do edifício que atenda, da mesma maneira, a legislação local pertinente.

A resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser descartados em corpos d'água (direta ou indiretamente), se obedecerem a condições estabelecidas, como pH, temperatura, vazão, proporção de materiais sedimentáveis e de óleos e graxas (BRASIL, 2005). A referida resolução também estabelece padrões de lançamento de efluentes, relacionando substâncias orgânicas e inorgânicas com o respectivo valor máximo permitido por litro de efluente.

### 2.2.6 Qualidade dos materiais e componentes hidráulicos

Um dos requisitos fundamentais associados à questão da sustentabilidade diz respeito à qualidade dos materiais utilizados.

O combate a não conformidade sistemática às normas técnicas na fabricação de materiais e componentes para a construção civil é um dos principais eixos do PBQP-Habitat. Atualmente, alguns materiais da construção civil participam de Programas Setoriais da Qualidade (PSQ), o que contribui com a isonomia competitiva no setor da construção civil.

A não conformidade técnica de materiais e componentes da construção civil resulta em habitações e obras civis de baixa qualidade, o que prejudica o usuário final, as empresas e o habitat urbano como um todo. Desperdício, baixa produtividade, poluição urbana e déficit habitacional fazem parte deste cenário.

No site [http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_simac\\_psqqs.php](http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_simac_psqqs.php), é possível acompanhar a evolução dos diversos materiais no que diz respeito à qualidade.

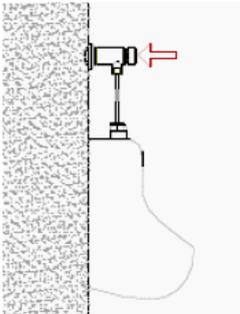
Além dos materiais construtivos, deve-se garantir a qualidade aos materiais de acabamento, tanto com relação à durabilidade como para conservação de insumos. Por exemplo, segundo Schmidt (2004), um dos fatores que influenciam o nível de consumo de água de um edifício é a especificação de louças e metais sanitários.

Os produtos economizadores de água apresentam características específicas de instalação, funcionamento, operação e manutenção. Desta forma, para garantir um bom desempenho, algumas especificações são necessárias como: os usos particulares de cada peça e o tipo de usuário mais adequado para sua utilização; orientações dos fabricantes para instalação adequada; operação adequada dos produtos; capacitação dos usuários para correta utilização, se necessário; e especificações de fabricantes para manutenção preventiva e corretiva adequada ao equipamento, que deve ser realizada periodicamente.

Na Tabela 3 são apresentadas as principais características de aparelhos e dispositivos economizadores de água existentes atualmente no mercado brasileiro.

Tabela 3 - Principais características dos equipamentos hidráulicos (adaptado de SAUTCHUK, 2004)

Equipamentos hidráulicos	Tipo	Características principais
TORNEIRAS	<p>Convencional</p> 	<p>Dispositivo de controle do fluxo de água que, quando acionado, libera uma determinada vazão, que pode ser controlada, para uma atividade fim.</p>
	<p>Hidromecânica</p> 	<p>O controle da vazão é obtido pela incorporação de um redutor de vazão no equipamento, ou seja, os usuários não interferem na vazão.</p> <p>O tempo de acionamento do fluxo de água também determina o uso racional deste tipo de equipamento. Este tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acioná-lo várias vezes em uma única operação de lavagem, causando desconforto.</p> <p>Este sistema pode ser instalado em sanitários/vestiários de escolas, escritórios, estádios de futebol e hospitais, entre outros.</p>
AREJADORES	<p>Arejadores</p> 	<p>O arejador é um componente instalado na extremidade da bica de uma torneira que tem por finalidade reduzir a seção de passagem da água através de peças perfuradas ou telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento da água. De forma geral, podem ser caracterizados por apresentar sucção ou não de ar quando da passagem do fluxo de água. O arejador atua de duas maneiras: pelo controle da dispersão do jato e pela redução da vazão de escoamento pela bica da torneira, reduzindo assim o consumo de água.</p> <p>Os arejadores são indicados para todas as torneiras, exceto as de limpeza e de tanque, nas quais o usuário necessita de uma maior vazão para reduzir o tempo de realização da atividade. Em cozinhas, é recomendada a instalação de arejadores do tipo "chuveirinho", que facilitam ainda mais a realização das atividades.</p> <p>Existem no mercado componentes com dupla função: arejador e "chuveirinho". Geralmente, a modificação da função é feita através do giro da peça, permitindo um jato concêntrico ou difundido, como em um chuveiro.</p>
MICTÓRIOS	<p>Individual</p> 	<p>Os mictórios individuais são fabricados industrialmente em série, geralmente de louça cerâmica. A maioria dos mictórios comercializados hoje no Brasil é deste tipo.</p>

Equipamentos hidráulicos	Tipo	Características principais
DISPOSITIVOS DE DESCARGA PARA MICTÓRIOS CONVENCIONAIS	<p>Válvula de acionamento hidromecânico</p> 	<p>É caracterizada por um corpo metálico fechado, por onde a água passa para chegar ao mictório.</p> <p>Para o acionamento da descarga após a utilização do mictório, o usuário deve pressionar o êmbolo da válvula liberando o fluxo de água para a bacia do mictório. Imediatamente após a liberação da pressão pelo usuário, ocorre o retorno do êmbolo pela ação da própria água e de uma mola interior ao corpo da válvula. Este tipo de equipamento pode ser utilizado, entre outros, nas seguintes tipologias de edificações: indústrias, escolas, shoppings centers, hospitais, clubes, escritórios, estádios e terminais de passageiros.</p>
CHUVEIROS	<p>Duchas para água misturada</p> 	<p>Há uma grande variedade de tipos e modelos de duchas no mercado, com as mais diversas vazões. Uma intervenção passível tanto em duchas de sanitário público como de residências é a introdução de um dispositivo restritor de vazão. Uma das vantagens do uso do restritor de vazão é que a mesma permanece constante dentro de uma faixa de pressão. Existem restritores de vazão com os mais diferentes valores de vazão. Ressalta-se que há um mínimo recomendado para valores de pressão hidráulica.</p>
	<p>Elétricos</p> 	<p>Não é recomendável o uso de dispositivos redutores de vazão para os chuveiros elétricos, uma vez que podem interferir no seu funcionamento.</p>
	<p>Dispositivos para comando de duchas para mistura de água</p> 	<p>Outra forma para redução do consumo de água no sistema de banho é o uso de dispositivos temporizados para comando da liberação do fluxo de água para duchas. O dispositivo mais encontrado nas instalações hidráulicas é o registro de pressão. A desvantagem deste sistema é que o registro pode ser mal fechado, resultando em gotejamento fora do uso ou mesmo o não fechamento, em locais com incidência de vandalismo. Os dispositivos temporizados são os que apresentam funcionamento hidromecânico, que são fechados automaticamente após período pré-determinado.</p>
BACIAS SANITÁRIAS	<p>Com válvulas de descarga</p> 	<p>Atualmente, as bacias sanitárias deste tipo são encontradas no mercado com a característica de demanda de apenas 6 litros, aproximadamente, para efetuar a descarga eficientemente.</p>

Equipamentos hidráulicos	Tipo	Características principais
BACIAS SANITÁRIAS	<p>Com caixa acoplada</p> 	<p>Apresentam funcionamento com 6 litros. Estas bacias geralmente são de fixação no piso e apresentam funcionamento por sifão.</p> <p>Existem dispositivos conhecidos como “dual-flush” que possibilitam dois tipos de acionamento da des-carga de água neste tipo de bacia sanitária através da existência de dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa de 6 litros, para o arraste de efluentes com sólidos e o outro resulta em uma meia descarga, geralmente de 3 litros, para a limpeza apenas de urina na bacia sanitária.</p>
	<p>Válvulas de descarga embutida</p>  <p>Válvulas de descarga aparente</p>  <p>Caixas de descarga embutidas</p> 	<p>Existem atualmente alguns modelos no mercado com volume fixo de 6 litros por descarga. O usuário, ao acionar o dispositivo de descarga destas válvulas, libera um fluxo de água com o volume determinado, independente do tempo de acionamento do botão. Para que seja liberado um novo fluxo, o botão deve ser novamente acionado.</p> <p>Outros tipos de dispositivo de descarga embutidos na parede são as válvulas com acionamento por sensor de presença. O usuário deve permanecer por um período de tempo mínimo no raio de alcance do sensor, normalmente 5 segundos, para que o sistema se arme e após a saída do usuário do alcance do sensor é efetuada a descarga. O volume por descarga pode ser regulado para 6 litros de água.</p> <p>O acionamento se dá por um dispositivo presente no corpo da válvula, em forma de alavanca. Por mais que o usuário permaneça acionando a alavanca, somente o volume previamente regulado para descarga será liberado. Para a liberação de novo volume de água, a alavanca deverá ser acionada novamente. Este sistema é indicado para locais com a existência de vandalismo, uma vez que suas partes aparentes são metálicas resistentes e praticamente invioláveis sem o uso de ferramentas adequadas. O sistema resiste inclusive a impactos.</p> <p>Uma opção de dispositivo de descarga de 6 litros para bacias sanitárias é o uso de caixas de descarga embutidas. Estas caixas podem ficar no interior de uma parede de alvenaria, sendo mais comumente utilizadas no interior de paredes dry-wall (paredes finas de gesso). Antes da especificação deste tipo de dispositivo, as dimensões da parede devem ser avaliadas, uma vez que a espessura da parede pode inviabilizar a instalação.</p>
REDUTORES DE VAZÃO	<p>Redutores de vazão</p> 	<p>Como há uma relação direta entre a vazão e a pressão, a redução de uma resulta na redução da outra. Dessa forma, o redutor de pressão leva a uma perda de carga localizada no sistema, que resulta na redução de vazão. Caso uma determinada área da edificação apresente uma pressão elevada, pode ser mais conveniente a instalação de uma válvula redutora de pressão na tubulação de entrada de água da área. Estes dispositivos mantêm a vazão constante em uma faixa de pressão.</p>

A Tabela 4 apresenta a relação entre o consumo de água por um equipamento convencional e o consumo por um equipamento economizador, indicando a economia de água de um em relação ao outro.

Tabela 4 - Relação entre equipamentos convencionais e economizadores (adaptado de MENDES, 2006)

<b>EQUIPAMENTO CONVENCIONAL</b>	<b>CONSUMO EM EQUIPAMENTO CONVENCIONAL</b>	<b>EQUIPAMENTO ECONOMIZADOR</b>	<b>CONSUMO DE EQUIPAMENTO ECONOMIZADOR</b>	<b>ECONOMIA (%)</b>
Bacia com caixa acoplada		Bacia VDR (de consumo reduzido)	6 litros/descarga	
Bacia com válvula bem regulada		Bacia VDR (de consumo reduzido)	6 litros/descarga	
Bacia com caixa acoplada ou válvula de duplo acionamento	6 litros/descarga	Dual flush	6 e 3 litros/descarga	18
Ducha (quente + fria) de baixa pressão (6 mca)	0,19 litros/segundo	Restritor de vazão 8 l/min	0,16 litros/segundo	16
Ducha (quente + fria) de alta pressão (15 a 20 mca)	0,34 litros/segundo	Restritor de vazão 8 l/min	0,13 litros/segundo	62
Torneira de pia de baixa pressão (6 mca)	0,23 litros/segundo	Arejador de vazão 6 l/s	0,10 litros/segundo	56
Torneira de pia de alta pressão (15 a 20 mca)	0,42 litros/segundo	Arejador de vazão 6 l/s	0,10 litros/segundo	76
Torneira para uso geral de baixa pressão (6 mca)	0,26 litros/segundo	Regulador de vazão	0,13 litros/segundo	50
Torneira para uso geral de alta pressão (15 a 20 mca)	0,42 litros/segundo	Regulador de vazão	0,21 litros/segundo	50
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	1 litro/uso	50

De maneira a resumir os requisitos de desempenho dos sistemas prediais hidráulicos para auxiliar os usuários finais na aplicação prática, segue a Tabela 5 consolidada a partir da norma de desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos (ABNT, 2004a).

Tabela 5 - Resumo da norma de desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos com relação aos sistemas prediais hidráulicos

Item	Requisito	Critério	Detalhes
SEGURANÇA ESTRUTURAL	Resistência mecânica	Fixações apropriadas	
	Resistência às solicitações dinâmicas	Os componentes não devem provocar golpes e vibrações que impliquem em risco à sua estabilidade estrutural	As válvulas de descarga, metais de fechamento rápido e do tipo monocomando não devem provocar sobrepressões no fechamento superiores a 0,2 Mpa.
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	Combate a incêndio com água	Reservação de água para combate a incêndio	O volume de água reservado para combate a incêndio deve ser estabelecido segundo o Decreto Estadual local ou instrução técnica do Corpo de Bombeiros, ou, na sua ausência, na norma NBR 13714.
	Combate a incêndio com extintores	Tipos e posicionamento de extintores	Os extintores devem ser corretamente classificados e posicionados de acordo com a norma NBR 12693/93. Devem ainda dispor de selo de conformidade do INMETRO.
SEGURANÇA NO USO E OPERAÇÃO	Risco de choques elétricos e queimaduras	Aterramento das instalações	Todas as tubulações, equipamentos e acessórios metálicos de um sistema hidrossanitário devem ser direta ou indiretamente aterrados.
		Aterramento de aparelhos aquecedores	Os aparelhos elétricos utilizados para aquecimento da água devem ser devidamente interligados ao sistema de aterramento através de um condutor de proteção, conforme descrito na norma NBR 5410.
		Corrente de fuga em aparelhos aquecedores	Os aparelhos elétricos utilizados para aquecimento da água não devem apresentar corrente de fuga pelo aparelho que exceda 15 mA.
		Temperatura máxima da água aquecida	Chuveiros de até 7,8 Kw - variação de temperatura sem protetor térmico 50 C, com protetor 55 C.
			Torneira de até 9 Kw - variação de temperatura sem protetor térmico 50 C, com protetor 55 C.
	Aquecedores de passagem de até 5,5 Kw - variação de temperatura sem protetor térmico 55 C, com protetor 55 C. Aquecedores de passagem de até 5,5 a 9 Kw - variação de temperatura sem protetor térmico 75 C, com protetor 75 C.		
	Risco de explosão ou intoxicação por gás	Dispositivos de segurança em aquecedores elétricos de acumulação	Os aparelhos elétricos de acumulação utilizados para o aquecimento de água devem ser providos de dispositivo de alívio para o caso de sobrepressão, e também de dispositivo de segurança que corte a alimentação de energia em caso de superaquecimento.
		Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação a gás	Os aparelhos de acumulação a gás utilizados para o aquecimento de água devem ser providos de dispositivo de alívio para o caso de sobrepressão e também de dispositivo de segurança que corte a alimentação do gás em caso de superaquecimento. A instalação deve ser provida de meios que protejam o equipamento contra o seu amassamento por compressão.
		Instalação de equipamentos a gás	A instalação de equipamentos que se utilizam de gás combustível em ambientes residenciais, deve ser feita de maneira adequada.
	Segurança na utilização de peças e aparelhos	Prevenção de ferimentos	As peças de utilização e demais componentes dos sistemas hidrossanitários que são manipulados pelos usuário não devem possuir cantos vivos ou superfícies ásperas.
Temperatura superficial máxima das peças		A temperatura superficial das peças de utilização nos sistemas que conduzem água quente deve ser no máximo igual a 55 °C para superfícies metálicas e 65 °C para superfícies não metálicas.	
ESTANQUEIDADE	Estanqueidade das instalações	Estanqueidade à água das instalações de água	As tubulações do sistema predial de água não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão hidrostática de, no mínimo, 1,5 vezes o valor da pressão prevista em projeto para ocorrer nessa mesma seção, em condições estáticas (sem escoamento), e em nenhum caso inferior a 100 kPa.
		Estanqueidade à água de peças de utilização	As peças de utilização e o reservatório domiciliar não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão hidrostática normal de uso.
		Estanqueidade à água das instalações de esgoto e de águas pluviais	As tubulações dos sistemas prediais de esgoto sanitário e de águas pluviais não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão estática de 60 kPa, durante 15 minutos se o teste for feito com água, ou de 35 kPa, durante o mesmo período de tempo se o teste for feito com ar.
		Desconectores do sistema predial de esgoto	Os desconectores utilizados nos sistemas prediais de esgoto devem apresentar fecho hídrico com altura de 0,05 m, no mínimo.
		Estanqueidade à água das instalações de água pluvial	As juntas das calhas do sistema predial de águas pluviais devem ser estanques.

Tabela 5 - Resumo da norma de desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos com relação aos sistemas prediais hidráulicos. (continuação)

Item	Requisito	Critério	Detalhes
DESEMPENHO TÉRMICO	Temperatura de utilização da água	Necessidade de equipamento aquecedor	Nas regiões onde a média das temperaturas mínimas absolutas do mês mais frio for inferior a 8°C, deve ser prevista água quente pelo menos no chuveiro.
DESEMPENHO ACÚSTICO	Limitação de ruídos	Velocidade de escoamento da água	A velocidade de escoamento da água nas tubulações dos sistemas prediais de água não deve ser superior ao valor especificado pela norma NBR 5626.
		Ruídos gerados por vibrações	As tubulações, equipamentos e demais componentes sujeitos a esforços dinâmicos, devem ser devidamente isolados para que não propaguem vibrações às estruturas de sustentação.
SAÚDE E HIGIENE	Contaminação da água a partir dos componentes das instalações	Independência do sistema de água	O sistema hidrossanitário deve ser separado fisicamente de qualquer outra instalação que conduza água não potável ou fluido de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável.
		Seleção de vedantes	Nas juntas das tubulações de água não devem ser utilizados zarcão, chumbo ou outro material de vedação que possa contaminar a água.
		Limitação de metais pesados no PVC	Os tubos de PVC utilizados na instalação predial de água fria devem obedecer ao disposto na norma NBR 5648 no que diz respeito à contaminação por metais pesados.
	Contaminação biológica da água	Risco de contaminação biológica das tubulações	Todo componente de instalação aparente deve ser fabricado de material lavável e impermeável para evitar a impregnação de sujeira ou desenvolvimento de bactérias ou atividades biológicas.
		Risco de estagnação da água	Os componentes da instalação hidráulica não devem permitir o empoçamento de água que possa ser foco de desenvolvimento de atividades biológicas.
	Contaminação da água por agentes externos	Tubulações de água potável enterradas	As tubulações enterradas devem distar horizontalmente no mínimo 3,0 m de qualquer fonte potencialmente poluidora, tais como tubulações enterradas de esgoto, fossas sépticas, sumidouros, valas de infiltração, etc. Quando houver necessidade do cruzamento de tubulações enterradas de água e esgoto, o fundo da tubulação de água deve ficar no mínimo 0,30 m acima da geratriz superior da tubulação de esgoto.
		Inspeção e limpeza de reservatórios de água potável	Os reservatórios de água devem ser fechados com tampas que impeçam a entrada de animais, corpos estranhos e líquidos que não a água potável, permitindo ainda a inspeção e limpeza. A tampa ou a superfície superior externa deve ser dotada de declividade mínima de 1:300 no sentido das bordas, para evitar o acúmulo de água. Essa mesma tampa de acesso deve ser elevada 10cm, no mínimo, em relação ao piso acabado.
		Dispositivos necessários nos reservatórios de água potável	Os reservatórios devem possuir dispositivos de extravasão, limpeza e ventilação. As extremidades dessas tubulações devem ser dotadas de um crivo de tela com malha fina.
	Contaminação por refluxo de água	Separação atmosférica	A separação atmosférica mínima deve atender às exigências da norma NBR 5626. As banheiras com torneiras afogadas, duchas portáteis, lavadoras de louça e de roupa, bidês, torneiras com possibilidade de conexão para mangueiras, etc. exigem dispositivo quebrador de vácuo, sendo que esta exigência aplica-se também às caixas de descarga e aos reservatório domiciliares com alimentação afogada.
	Funcionamento das instalações de esgoto	Dimensionamento da instalação de esgoto	O sistema predial de esgoto sanitário deve ser projetado de acordo com a norma NBR 8160, observando-se as declividades mínimas recomendadas para as tubulações horizontais, o adequado dimensionamento de todos os seus componentes e a garantia do não rompimento dos fechos hídricos dos desconectores provocados por ações dependentes ou não do escoamento.
		Equipamentos mínimos necessários	Cada residência unifamiliar deve possuir pelo menos uma bacia sanitária, um lavatório, um chuveiro, uma pia de cozinha e um tanque para lavagem de roupa.
Ausência de odores provenientes da instalação de esgoto	Estanqueidade aos gases por meio de desconectores	A altura do fecho hídrico (h) dos desconectores (sifões) de todos os aparelhos sanitários, incorporados ou independentes, antes ou após a descarga, deve ser igual ou superior a 50 mm.	
	Liberação de gases a partir do sistema de ventilação	As extremidades dos tubos ventiladores situados na cobertura do edifício devem guardar distância da própria cobertura, de janelas e portas, de acordo com o previsto na norma NBR 8160.	

Tabela 5 - Resumo da norma de desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos com relação aos sistemas prediais hidráulicos. (continuação)

Item	Requisito	Critério	Detalhes
FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE	Funcionamento das instalações de água	Dimensionamento da instalação de água	O dimensionamento das tubulações do sistema predial de água deve ser feito de acordo com a norma NBR 5626 tomando como base as vazões de projeto ali indicadas e respeitando as pressões mínimas fixadas para os diversos pontos de utilização.
		Funcionamento de dispositivos de descarga	As caixas e válvulas de descarga devem obedecer ao disposto nas normas NBR 11852 e NBR 12904 no que diz respeito à vazão e volume de descarga.
	Ausência de respingamentos	Limite de dispersão do jato de torneiras	A dispersão do jato de torneiras (cozinha, tanque e jardim) totalmente abertas, à pressão de 100 kPa, deve atender as exigências da norma NBR 10281.
	Continuidade do fornecimento de água	Dimensionamento da reservação de água	Deverá ser previsto um reservatório com capacidade para fornecimento de água por pelo menos um dia, caso haja descontinuidade no fornecimento. O volume mínimo reservado deve ser estabelecido de acordo com a norma NBR 5626.
	Funcionamento das instalações de águas pluviais	Dimensionamento de calhas e condutores	As calhas e condutores devem ser dimensionados conforme a NBR 10844.
CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO	Conforto na operação dos sistemas prediais	Adaptação ergonômica dos equipamentos	As peças de utilização, inclusive registros de manobras, devem possuir volantes com formato e dimensões adequadas ao específico uso.
DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE	Vida útil das instalações hidrossanitárias	Projeto e execução das instalações hidrossanitárias	A qualidade do projeto e da execução dos sistemas hidrossanitários deve garantir a durabilidade das mesmas no que se refere à manutenção das suas funções essenciais, durante sua vida útil, em condições normais de uso e operação. O projeto e a execução dos sistemas hidrossanitários devem obedecer as prescrições das seguintes normas: NBR 5626, NBR 8160, NB 7198 e NBR 10844.
	Vida útil das instalações hidrossanitárias	Durabilidade dos materiais, equipamentos e peças	Os componentes dos sistemas hidrossanitários (tubos, conexões, metais sanitários, peças sanitárias etc) devem apresentar expectativa de vida compatível com a vida útil de projeto, atendendo aos períodos especificados na Tabela 7 do documento Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais.
	Manutenibilidade das instalações e dos seus componentes	Inspeções em tubulações aparentes de esgoto ou águas pluviais	Nas tubulações aparentes de esgoto ou águas pluviais devem ser previstos dispositivos de inspeção para que qualquer ponto da tubulação possa ser atingido por uma haste flexível, de acordo com a norma NBR 8160.
		Inspeções em tubulações enterradas de esgoto ou águas pluviais	Nas tubulações enterradas de esgoto ou águas pluviais devem ser previstas caixas de inspeção, de forma que o afastamento entre caixas contíguas não supere as distâncias máximas estabelecidas na norma NBR 8160, para que qualquer ponto da tubulação possa ser atingido por meio de haste flexível.
		Manual de operação, uso e manutenção das instalações hidrossanitárias	O fabricante do produto, o construtor e o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar todas as condições de uso, operação e manutenção das instalações hidrossanitárias e dos seus componentes, ou seja: <ul style="list-style-type: none"> <li>• recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (remoção de tampas de reservatórios de água ou caixas de inspeção, apoio de pessoas ou objetos pesados sobre tampos de pia e peças sanitárias, utilização incorreta de aquecedores e misturadores, lançamento de objetos nas peças sanitárias, tentativa de desobstrução de tubulações com água quente e substâncias ácidas etc);</li> <li>• periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;</li> <li>• periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;</li> <li>• técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção.</li> </ul>
ADEQUAÇÃO AMBIENTAL	Uso racional da água	Consumo de água em bacias sanitárias	As bacias sanitárias utilizadas devem ser de volume de descarga reduzido, de acordo com as especificações da norma NBR 6452.
		Fluxo de água em torneiras	As torneiras do lavatório e da pia devem ser dotadas de arejadores.
		Vazão de serviço de chuveiros	A vazão nos chuveiros de uso residencial deve apresentar valor máximo de 9 litros por minuto.
	Contaminação do solo e do lençol freático	Tratamento e disposição de efluentes	Os sistemas prediais de esgoto sanitário devem estar ligados à rede pública de esgoto ou a um sistema localizado de tratamento e disposição de efluentes.

## 3 Avaliação técnica das soluções alternativas

A Tabela 6 apresenta um resumo das principais recomendações técnicas de ações a serem utilizadas em edificações multifamiliares, com objetivo de auxiliar na tomada de decisões dos futuros empreendedores, visando melhorar a qualidade e o desempenho dos edifícios a favor da sustentabilidade.

Neste sentido, as ações foram detalhadas apresentando as fases de projeto, obras e manutenção, pensando sempre no ciclo de vida do empreendimento e nos seus diversos interlocutores e usuários. As ações devem apresentar benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Quando avaliados os aspectos sociais, cabe salientar a formalidade de mão de obra, na aquisição e fabricação de materiais e componentes, geração de empregos verdes, e incentivo à expansão do mercado da sustentabilidade (por exemplo, gestores de insumos e indústria de componentes).

Nos benefícios ambientais serão sempre avaliados os impactos relativos aos insumos utilizados na vida útil do empreendimento. Nos benefícios econômicos, a análise deverá permear as etapas de projeto, execução e manutenção, considerando a vida útil do empreendimento.

Para cada uma das ações propostas, há diversos beneficiários e usuários, o que será detalhado a seguir, posteriormente à apresentação da tabela.

Ainda, cabe salientar que a tabela expressa possibilidades de ações que podem variar não somente devido aos aspectos regionais, porém também aos aspectos culturais, sociais e econômicos.

Há, na realidade, 22 subtabelas que fazem parte da Tabela 6 a seguir, enumeradas da seguinte forma:

### Soluções em eficiência energética:

01. Adoção de estratégias para o projeto conforme o zoneamento bioclimático brasileiro
02. Aquecimento solar de água
03. Fornecimento de equipamentos e eletrodomésticos eficientes
04. Uso de forro e/ou barreiras radiantes/isolamento na cobertura

05. Uso de coberturas com baixa absorvância
06. Esquadrias e sombreamento das esquadrias
07. Uso de energia fotovoltaica
08. Medição remota de insumos energéticos
09. Sombreamento natural
10. Telhado verde
11. Aquecimento de água a gás
12. Altura adequada do pé-direito

### Soluções em gestão da demanda e oferta de água:

01. Shafts visitáveis e sistemas acessíveis através de paredes hidráulicas
02. Sistemas hidráulicos racionalizados
03. Medição individualizada de água fria e quente
04. Controle de vazões e pressões
05. Equipamentos economizadores
06. Sistema de retenção de água de chuva
07. Sistema de aproveitamento de águas pluviais para lavagem de áreas de jardins e pátios
08. Sistema de aproveitamento de águas pluviais para uso em bacias sanitárias
09. Sistema de reuso de água cinzas para uso em bacias sanitárias
10. Paisagismo eficiente

Como pode ser observado, há 12 ações propostas para eficiência energética e 10 para uso racional da água, sendo que o item 08 da primeira lista, de medição remota de insumos energéticos, pode ser aplicado também para outros tipos de insumo como água e gás.

As tabelas foram divididas, cada uma, em três partes, denominadas projeto, construção e operação/manutenção. Cada parte foi novamente subdividida em ação, dificuldade de implementação e disponibilidade de fornecedores. A “ação” corresponde à descrição das atividades a serem realizadas.

Foram determinadas classificações para cada quesito, de forma a auxiliar na visualização das tabelas. Os níveis

de dificuldade de solução no projeto, de instalação e de manutenção foram divididos em baixa, média e alta, sendo considerada “baixa” quando há pouca ou nenhuma dificuldade de realização das ações, tal como a disponibilidade de produtos no mercado e/ou de mão de obra especializada para tais aplicações. Um nível de dificuldade “alta” corresponde exatamente ao oposto, quando se torna complexa a implementação do sistema por empecilhos de base técnica, de custo e de acessibilidade a equipamentos.

Com relação à disponibilidade de fornecedores de materiais, de instalação e de manutenção para produtos e projeto, foram estabelecidos dois níveis, ineficiente e consolidado, na qual “ineficiente” se refere à falta de produtos e/ou mão de obra (dependendo do item analisado) e “consolidado”, quando a tecnologia já está disseminada no mercado, havendo variedade de produtos e serviços.

Tabela 6 - Principais sugestões técnicas de ações para sustentabilidade em HIS

**ENERGIA E CONFORTO TERMICO**

01		Solução:	<b>ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA O PROJETO CONFORME O ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO</b>
PROJETO	Variáveis de aplicação		Verificação das características locais do entorno imediato para necessidade de estratégias diferenciadas além das sugeridas pelo zoneamento bioclimático brasileiro.
	Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar o zoneamento bioclimático em que se localiza o projeto, disponível na NBR 15220-3 e manual Casa Azul da Caixa;</li> <li>• Verificar estratégias necessárias para o verão e dependendo da zona bioclimática, também para o inverno;</li> <li>• Estudar a melhor forma de adotar estas estratégias por meio do projeto através da forma, localização e orientação dos ambientes (em especial os de longa permanência), necessidade e localização de aberturas etc;</li> <li>• Especificar materiais (componentes das paredes e coberturas) que estejam dentro dos parâmetros estabelecidos pela NBR 15575 para edificações de até 5 pavimentos e pela NBR 15220-3 para habitações unifamiliares de HIS.</li> </ul>
	Dificuldade		Baixa
	Disponibilidade de fornecedores	Produto Projeto	
CONSTRUÇÃO	Ação		Construir as habitações seguindo as corretas especificações dos projetos.
	Dificuldade		Baixa
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada
	Ação		Instruir usuários através de manual e curso de capacitação para mostrar o uso adequado da habitação, quando devem ser colocadas estratégias bioclimáticas específicas de projeto.
	Dificuldade		Baixa
	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada

02		Solução:		AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA	
PROJETO	Variáveis de aplicação		Viabilidade da solução técnica com alto desempenho do sistema		
	Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar nível de insolação do local;</li> <li>• Verificar viabilidade do posicionamento das placas no norte verdadeiro ou no máximo 30° para leste ou oeste;</li> <li>• Verificar instalação mais adequada conforme a tipologia (uni ou multifamiliar);</li> <li>• Verificar aquecimento auxiliar necessário para melhor desempenho: elétrico ou a gás, interno no boiler ou no ponto de consumo; e manual ou automatizado;</li> <li>• Verificar fração solar atingida mínima entre 60% e 80% com área adequada de painéis e reservatório térmico;</li> <li>• Considerar o consumo de 50L/pessoa e 2 pessoas por quarto;</li> <li>• Atentar à distâncias máximas entre os coletores e o reservatório térmico, assim como entre o reservatório e o ponto de consumo e ao isolamento necessário da tubulação;</li> <li>• Verificar necessidade de uso de substâncias anticongelantes em climas com invernos mais severos;</li> <li>• Garantir medição individualizada e discriminação do consumo individual na conta de água.</li> </ul>		
	Dificuldade		Baixa para habitações unifamiliares / Alta para habitações multifamiliares		
	Disponibilidade de fornecedores		Produto	Consolidada	
CONSTRUÇÃO	Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantir medição individualizada e discriminação do consumo individual na conta de água;</li> <li>• Garantir especificação de coletores solares nível A ou B pelo INMETRO e reservatórios térmicos com selo PROCEL;</li> <li>• Garantir instalação por empresa certificada pelo Qualisol.</li> </ul>		
	Dificuldade		Alta		
	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada		
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer limpeza regular das placas;</li> <li>• Em edificações multifamiliares de menor porte com sistemas de aquecimento individual, a manutenção passa a ser individual.</li> </ul>		
	Dificuldade		Alta		
	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada		

03		Solução:		FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS E ELETRDOMÉSTICOS EFICIENTES	
PROJETO		Variáveis de aplicação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Para HIS, entregar as unidades habitacionais com eletrodomésticos eficientes, considerando ao menos geladeira e ventiladores de teto nas áreas de ocupação prolongada;</li> <li>Possibilidades de personalização com os usuários para o sucesso da ação. Privilegiar na ordem de entrega: 1. Geladeira; 2. Ventiladores de teto; 3. Lâmpadas; 4. Equipamentos nas áreas comuns de habitações multifamiliares; 5. Fogão a gás; 6. Outro tipo de equipamentos (lavadora, micro-ondas, etc).</li> </ul>	
		Ação		No caso do fornecimento de ventiladores de teto nos ambientes de maior permanência, considerar isto no projeto elétrico	
		Dificuldade		Baixa	
CONSTRUÇÃO		Disponibilidade de fornecedores		Consolidada	
		Produto		Consolidada	
		Projeto		Consolidada	
CONSTRUÇÃO		Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificar equipamentos de consumo de energia elétrica com selo PROCEL ou nível A no PBE. E especificar equipamentos de consumo de gás com selo COMPET ou nível A no PBE. Antes de especificar os equipamentos, verificar a eficiência e o consumo de energia (em kWh/mês) no site do INMETRO: <a href="http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp">http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp</a>;</li> <li>Garantir opções de escolhas mais pessoais dos equipamentos para os usuários, em especial no fornecimento da geladeira, para isto podem ser verificadas parcerias com fornecedores de equipamentos.</li> </ul>	
		Dificuldade		Baixa	
		Disponibilidade de fornecedores		Consolidada	
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO		Ação		Caso não sejam fornecidos os equipamentos, especificar a importância da aquisição de equipamentos eficientes no manual de usuário em relação à economia na conta de energia para os usuários.	
		Dificuldade		Baixa	
		Disponibilidade de fornecedores		Consolidada	

04	USO DE FORRO E/OU BARREIRAS RADIANTES/ISOLAMENTO NA COBERTURA	
PROJETO	<p><b>Variáveis de aplicação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar o tipo de forro a ser usado no projeto conforme a transmitância e capacidade térmica requerida da cobertura em função da zona bioclimática em que está inserido o projeto e das necessidades do projeto;</li> <li>Forros em madeira, PVC ou gesso apresentam menor peso e menor capacidade térmica;</li> <li>Forros em laje apresentam maior peso e capacidade térmica alta e são importantes quando é necessário dar manutenção a sistemas que se encontrem sobre ou embaixo da cobertura;</li> <li>Verificar a necessidade de aplicação de barreira radiante/isolamento na cobertura.</li> <li>Verificar na NBR 15220-3 no caso de habitações de HIS unifamiliares, ou na NBR 15575 no caso de edificações de até 5 pavimentos, as características adequadas da cobertura em relação à transmitância e à capacidade térmica para especificar no projeto.</li> <li>Barreiras radiantes como mantas isolantes, lã de rocha ou similares são adequadas para aumentar a resistência térmica do telhado. Podem ser usadas com forros leves e devem ser usadas com forro de laje para evitar o sobreaquecimento da habitação no verão à noite devido à alta capacidade térmica das lajes que transmitem o calor acumulado nela para o interior da edificação.</li> <li>Mantas isolantes são indicadas para vários tipos de coberturas, em especial coberturas leves como metálicas e de fibrocimento.</li> </ul>	<p><b>Ação</b></p>
		<p><b>Dificuldade</b></p> <p>Média</p>
CONSTRUÇÃO	<p><b>Disponibilidade de fornecedores</b></p> <p>Projeto</p>	<p>Consolidada</p>
	<p><b>Ação</b></p>	<p>Se for usado isolante tipo manta aluminizada em uma só fase, colocar a fase com alumínio voltada para o ambiente interno e não virado para o telhado como é comumente aplicado.</p>
	<p><b>Dificuldade</b></p> <p>Baixa</p>	
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	<p><b>Disponibilidade de fornecedores</b></p>	<p>Consolidada</p>
	<p><b>Ação</b></p>	<p>Dependendo do tipo e do material usado no forro, fazer a manutenção exigida pelo fabricante/fornecedor.</p>
	<p><b>Dificuldade</b></p> <p>Baixa</p>	
	<p><b>Disponibilidade de fornecedores</b></p>	<p>Consolidada</p>

05		Solução:		USO DE COBERTURAS COM BAIXA ABSORTÂNCIA	
Variáveis de aplicação		Climas mais quentes demandam o uso de coberturas com absorptâncias menores (normalmente associado à cores claras), enquanto climas mais frios podem usar coberturas com absorptâncias maiores (normalmente associado a cores médias ou mais escuras). No caso de climas temperados com inverno e verão bem definidos, usar coberturas com baixa absorptância.			
PROJETO	Ação	Verificar a absorptância do material utilizado na cobertura e especificar em função das necessidades climáticas do local.			
	Dificuldade	Baixa			
PROJETO	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Consolidada		
		Projeto	Consolidada		
CONSTRUÇÃO	Ação	Verificar correta instalação e especificação dos materiais.			
	Dificuldade	Média			
	Disponibilidade de fornecedores	Consolidada			
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantir a manutenção das características de absorptância da cobertura ao longo da sua vida útil;</li> <li>Se usadas telhas cerâmicas, fazer limpeza periódica no telhado para conservar suas características de absorção e de desorção;</li> <li>Usar tintas autolimpantes.</li> </ul>			
	Dificuldade	Média			
	Disponibilidade de fornecedores	Baixa			

06		Solução:		ESQUADRIAS E SOMBREAMENTO DAS ESQUADRIAS		
VARIÁVEIS DE APLICAÇÃO		Variáveis de aplicação		<ul style="list-style-type: none"> <li>É necessário o sombreamento em todas as esquadrias de ambientes de dormitórios nas zonas bioclimáticas brasileiras de 3 a 5 e se possível, em áreas de estar;</li> <li>Esquadrias que não permitam a abertura total do vão de iluminação não devem ser especificadas nos projetos.</li> </ul>		
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar tamanho de aberturas de vãos para habitações unifamiliares conforme a NBR 15220-3 e para edifícios de até 5 pavimentos conforme a NBR 15575;</li> <li>Especificar esquadrias que sejam flexíveis, permitindo ventilação, escurecimento e iluminação;</li> <li>No caso de venezianas, indicar cores claras ou conforme a necessidade da zona bioclimática.</li> </ul>		
PROJETO	Ação	Dificuldade		Média		
		Disponibilidade de fornecedores	Produto Projeto	Insuficiente Consolidada		
	Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantir boa estanqueidade na colocação das esquadrias;</li> <li>Usar mão de obra especializada na instalação.</li> </ul>		Baixa	
CONSTRUÇÃO	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada			
	Ação		<p>No caso de utilizar esquadrias de madeira, fazer manutenção com proteção a cada ano ou conforme indicado pelo fabricante.</p>			
	Disponibilidade de fornecedores		Média			
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Disponibilidade de fornecedores		Insuficiente			

07		Solução:		USO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA
PROJETO	Variáveis de aplicação			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilidade para posicionamento das placas em relação à área necessária descontando possíveis sombreamentos;</li> <li>• Viabilidade econômica adequada conforme o potencial de geração de energia e o investimento financeiro;</li> <li>• Para locais em implantação urbana, propor sistemas de energia fotovoltaica conectadas à rede. Para locais sem acesso à rede elétrica, propor sistema isolado.</li> </ul>
	Ação			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensar na integração dos módulos fotovoltaicos em relação ao local de implantação de forma a que atinja o maior nível de radiação possível, podendo ser integrados nas coberturas, nos brises ou em outros elementos, tomando cuidado em relação aos possíveis sombreamentos;</li> <li>• Determinar o nível de radiação que atinge o plano onde será colocado o sistema;</li> <li>• Verificar qual a potência nominal a ser instalada (em kWp) que deve ser estimada conforme a porcentagem de consumo de energia elétrica que se busca suprir;</li> <li>• Determinar a quantidade de energia a ser gerada pelo sistema;</li> <li>• Escolher o tipo de módulos fotovoltaicos conforme a eficiência e a área disponível. Módulos com eficiência menor ocupam mais área, enquanto que módulos mais eficientes ocupam menos área, porém tem um preço maior;</li> <li>• Escolher inversores de forma que a potência máxima de entrada seja muito próxima à potência nominal instalada no sistema;</li> <li>• Determinar espaço para os inversores.</li> </ul>
CONSTRUÇÃO	Dificuldade			Alta
	Disponibilidade de fornecedores	Produto Projeto		Insuficiente Insuficiente
MANUTENÇÃO/OPERAÇÃO	Ação			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer comissionamento na instalação para garantir que tudo seja instalado conforme especificado;</li> <li>• Cuidados na montagem dos painéis;</li> <li>• Contratação de mão de obra especializada em energia fotovoltaica para a instalação elétrica e para a montagem dos módulos.</li> </ul>
	Dificuldade			Alta
MANUTENÇÃO/OPERAÇÃO	Disponibilidade de fornecedores			Insuficiente
	Ação			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavagem periódica dos módulos, dependendo do local;</li> <li>• Prever troca dos inversores em função da garantia da sua vida útil;</li> <li>• Fazer monitoramento automatizado contínuo do sistema para verificar se a geração de energia está dentro do estimado no projeto.</li> </ul>
	Dificuldade			Baixa
Disponibilidade de fornecedores				Insuficiente

08		Solução:		MEDIÇÃO REMOTA DE INSUMOS ENERGÉTICOS	
		Variáveis de aplicação			
PROJETO	Ação	Considerar no escopo do projeto elétrico medição por uso final.			
	Dificuldade	Média			
	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Consolidada		
CONSTRUÇÃO	Ação	Projeto	Consolidada		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificar equipamentos de consumo de energia elétrica com selo PROCEL ou nível A no PBE. E especificar equipamentos de consumo de gás com selo CONPET ou nível A no PBE. Antes de especificar os equipamentos, verificar a eficiência e o consumo de energia (em kWh/mês) no site do INMETRO: <a href="http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp">http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp</a>;</li> <li>Garantir opções de escolhas mais pessoais dos equipamentos para os usuários, em especial no fornecimento da geladeira, para isto podem ser verificadas parcerias com fornecedores de equipamentos.</li> </ul>			
	Dificuldade	Alta			
	Disponibilidade de fornecedores	Consolidada			
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Religamento de gás no caso de necessidade deve ser feito manualmente por técnico especializado;</li> <li>Manutenção feita no lado externo do edifício.</li> </ul>			
	Dificuldade	Alta			
	Disponibilidade de fornecedores	Baixa			

09		Solução:		SOMBREAMENTO NATURAL	
Variáveis de aplicação		Necessidade de sombreamento de fachadas e de alguns elementos da edificação e/ou espaços externos como estacionamentos ou calçadas de pedestres.			
PROJETO	Ação	Verificação da orientação solar e estimativa de necessidade de sombra que possa ser fornecida por elementos naturais como árvores, trepadeiras etc.; com indicação de plantas nativas ou adaptadas.			
	Dificuldade	Baixa			
PROJETO	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Consolidada		
		Projeto	Consolidada		
CONSTRUÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transplante de árvores maiores na obra, que produzam sombra efetiva;</li> <li>• Cuidados na colocação das plantas conforme a espécie.</li> </ul>			
	Dificuldade	Baixa			
	Disponibilidade de fornecedores	Consolidada			
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árvores maiores nativas ou adaptadas requerem manutenção mínima, sendo necessária somente uma irrigação inicial no período de adaptação;</li> <li>• Manutenção necessária conforme as características das espécies plantadas.</li> </ul>			
	Dificuldade	Baixa			
	Disponibilidade de fornecedores	Consolidada			

10		Solução:		TELHADO VERDE	
PROJETO		Variáveis de aplicação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Situações que seja necessário deixar lajes expostas para futuras ampliações;</li> <li>Locais em que não seja necessária irrigação constante para manutenção da grama/plantas;</li> <li>Cobertura de ambientes em que seja necessário aumentar a capacidade térmica da cobertura, mantendo um alto grau de conforto.</li> </ul>	
		Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir uso do telhado na fase inicial de projeto para compatibilização com o projeto estrutural devido ao peso;</li> <li>Definir tipo de telhado a ser usado, se tipo piso grama ou estruturas mais leves somente para cobertura;</li> <li>Definir no projeto como fazer a manutenção no telhado e inserir procedimento no desenho.</li> </ul>	
CONSTRUÇÃO		Dificuldade		Média	
		Disponibilidade de fornecedores		Insuficiente	
CONSTRUÇÃO		Produto		Consolidada	
		Projeto			
CONSTRUÇÃO		Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuidados na impermeabilização da cobertura;</li> <li>Especificação correta de grama/plantas de forma a que as raízes não alcancem a impermeabilização, que sejam compatíveis com o local e não precisem de muita manutenção e água;</li> <li>Se houver retenção posterior de água de chuva dos telhados verdes, aumentar o grau de filtragem.</li> </ul>	
		Dificuldade		Alta	
CONSTRUÇÃO		Disponibilidade de fornecedores		Insuficiente	
		Ação		Limpeza periódica da grama/planta instalada no teto jardim em relação à poda e limpeza de outras plantas.	
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO		Dificuldade		Média	
		Disponibilidade de fornecedores		Insuficiente	

11		Solução:		AQUECIMENTO DE ÁGUA A GÁS	
Variáveis de aplicação		Privilegiar aplicação quando houver rede pública de gás natural no local.			
PROJETO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser incorporado como aquecimento auxiliar ao sistema de aquecimento solar, em especial para edificações multifamiliares;</li> <li>• Sistema deve constar de aquecedor instantâneo de passagem e chaminé (individual ou coletiva) para abastecer os pontos de chuveiro em HIS;</li> <li>• Para sistemas de aquecimento com uso exclusivo de gás, as duchas devem ser reguladas para vazões menores;</li> <li>• Verificar dimensionamento adequado da tubulação para abastecer simultaneamente os pontos de consumo;</li> <li>• Instalar os aquecedores em locais protegidos e com ventilação adequada.</li> </ul>			
		Dificuldade	Média		
	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Projeto	Consolidada	Consolidada
CONSTRUÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar aquecedores de passagem com selo CONPET ou nível A ou B pelo INMETRO;</li> <li>• Os instaladores devem fazer parte do Programa QUALINSTAL GÁS;</li> <li>• No caso de haver reservatório térmico, este deve ser isolado;</li> <li>• Dar isolamento adequado à tubulação;</li> <li>• Cuidar com as distâncias adequadas na instalação para garantia de ótimo desempenho.</li> </ul>			
		Dificuldade	Média		
	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada		
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação	Troca de pilha do aquecedor de passagem a cada 6-8 meses ou conforme especificação do fabricante.			
		Dificuldade	Média		
	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada		

12		Solução:		ALTURA ADEQUADA DO PÉ-DIREITO
PROJETO	Variáveis de aplicação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Em habitações multifamiliares verificar altura máxima da edificação permitida conforme o numero de pavimentos desejado;</li> <li>Pé-direito mais alto favorece o conforto térmico no verão;</li> <li>Pé-direito mais baixo favorece o conforto térmico no inverno.</li> </ul>	
	Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Considerar alturas adequadas de pé-direito no início do projeto;</li> <li>Não considerar pé-direito menor que 2,40 m em áreas de pouca ocupação. Em ambientes de permanência prolongada considerar pé-direito maior ou igual a 2,60 m, que permita, se necessário, o uso de ventiladores de teto;</li> <li>Verificar se o aumento do pé-direito propicia um aumento da altura da verga da esquadria para permitir acoplar bandeiras para ventilação/iluminação ou similares às esquadrias, se for adequado ao projeto, dependendo da localização na zona bioclimática.</li> </ul>	
	Dificuldade		Baixa	
CONSTRUÇÃO	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada	
	Produto		Consolidada	
	Projeto			
CONSTRUÇÃO	Ação		Garantir construção adequada da alvenaria.	
	Dificuldade		Baixa	
	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada	
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação		Nenhuma	
	Dificuldade		Baixa	
	Disponibilidade de fornecedores		Consolidada	

**GESTÃO DA ÁGUA**

01		Solução:	<b>SHAFTS VISITÁVEIS E SISTEMAS ACESSÍVEIS ATRAVÉS DE PAREDES HIDRÁULICAS</b>
PROJETO	Variáveis de aplicação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de vedação interna;</li> <li>• Padrão do empreendimento.</li> </ul>
	Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar na NBR 15220-3 no caso de habitações de HIS unifamiliares, ou na NBR 15575 no caso de edificações de até 5 pavimentos, as características adequadas da cobertura em relação à transmitância e à capacidade térmica para especificar no projeto.</li> <li>• Barreiras radiantes como mantas isolantes, lâ de rocha ou similares são adequadas para aumentar a resistência térmica do telhado. Podem ser usadas com forros leves e devem ser usadas com forro de laje para evitar o sobreaquecimento da habitação no verão à noite devido à alta capacidade térmica das lajes que transmitem o calor acumulado nela para o interior da edificação.</li> <li>• Mantas isolantes são indicadas para vários tipos de coberturas, em especial coberturas leves como metálicas e de fibrocimento.</li> </ul>
	Dificuldade		Baixa
	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Média
		Projeto	Alta
CONSTRUÇÃO	Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepção integrada dos sistemas prediais hidráulicos, com otimização do traçado do sistema e redução do número de conexões;</li> <li>• Memorial descritivo contendo os kits com seus componentes, detalhes executivos e detalhes de manutenção;</li> <li>• Maior padronização dos ambientes sanitários.</li> </ul>
	Dificuldade		Baixa
	Disponibilidade de fornecedores		Baixa
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitação profissional;</li> <li>• Estabelecimento de rotinas com periodicidade.</li> </ul>
	Dificuldade		Baixa
	Disponibilidade de fornecedores		Baixa

02		Solução:		SISTEMAS HIDRÁULICOS RACIONALIZADOS	
PROJETO	Variáveis de aplicação		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de vedação interna;</li> <li>Padrão do empreendimento.</li> </ul>		
	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas prediais hidráulicos com traçado racionalizado, preferencialmente com uso de sistemas ponto a ponto, com elevada redução do número de conexões ;</li> <li>Detalhes executivos e de manutenção.</li> </ul>			
	Dificuldade	Baixa			
CONSTRUÇÃO	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Alta		
	Ação	Projeto	Alta		
	Dificuldade	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuidados na execução respeitando as características dos materiais referenciadas em normas técnicas e manuais dos fabricantes;</li> <li>Capacitação profissional.</li> </ul>			
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Disponibilidade de fornecedores	Média			
	Ação	Baixa			
	Dificuldade	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitação profissional;</li> <li>Estabelecimento de rotinas com periodicidade.</li> </ul>			
	Disponibilidade de fornecedores	Baixa			
		Baixa			

03	Solução:	MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA FRIA E QUENTE
PROJETO	Variáveis de aplicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Padrão do empreendimento;</li> <li>• Exigência da concessionária local;</li> <li>• Tipo de sistema de aquecimento de água.</li> </ul>
	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do método probabilístico para dimensionamento dos medidores;</li> <li>• Checagem dos padrões e das normas das concessionárias;</li> <li>• Escolha do tipo de tecnologia a ser aplicada e se a mesma está em conformidade ou não com a concessionária local;</li> <li>• Checagem das perdas de carga ocasionadas pelos medidores e eventuais válvulas solenoides para corte;</li> <li>• Detalhamento da unidade de medição deve constar em projeto;</li> <li>• A escolha do tipo de sistema de aquecimento de água quente define o padrão de consumo de insumos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se for sistema individual com aquecedor de passagem a gás, lê-se apenas água fria;</li> <li>- Se for sistema de individual de aquecimento de água por acumulação a gás, leem-se água fria e água fria para abastecimento do aquecedor de acumulação;</li> <li>- Se for sistema central de aquecimento de água a gás, leem-se água fria e quente;</li> <li>- Se for chuveiro elétrico, lê-se apenas água fria;</li> <li>- Se for aquecimento por energia solar com apoio do chuveiro elétrico, lê-se água fria e quente;</li> <li>- Se for aquecimento por energia solar individual com chuveiro elétrico, lê-se água fria;</li> <li>- Se for aquecimento por energia solar coletivo com chuveiro elétrico, leem-se água fria e água quente;</li> <li>- Se for aquecimento por energia solar com apoio a gás por aquecedor de passagem, leem-se água fria e quente;</li> <li>- Se for aquecimento por energia solar com apoio a gás por acumulação, leem-se água fria e água fria de alimentação do aquecedor.</li> </ul> </li> </ul>
	Dificuldade	Média
	Disponibilidade de fornecedores	Alta
	Produto Projeto	Média

<b>CONSTRUÇÃO</b>	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuidados na execução respeitando as premissas de projeto e as normas técnicas da concessionária local;</li> <li>• Cuidado no posicionamento dos medidores para não haver problemas com a qualidade dos dados;</li> <li>• Cuidado na escolha da tecnologia e dos medidores;</li> <li>• Possibilidade de acesso à central de medição pelos usuários.</li> </ul>
	Dificuldade	Baixa
	Disponibilidade de fornecedores	Média
<b>OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO</b>	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitação profissional;</li> <li>• Estabelecimento de rotinas de manutenção do sistema de medição com periodicidade que atenda à qualidade dos dados de leitura.</li> </ul>
	Dificuldade	Baixa
	Disponibilidade de fornecedores	Baixa

04		Solução:		CONTROLE DE VAZÕES E PRESSÕES	
Variáveis de aplicação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura do empreendimento;</li> <li>• Traçado em projeto;</li> <li>• Presença ou não de medição individualizada.</li> </ul>			
PROJETO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previsão de válvula redutora de pressão quando ultrapassar 40 mca;</li> <li>• Previsão de restritor de vazão no ponto de consumo;</li> <li>• Uso de cálculo probabilístico no cálculo das vazões para dimensionamento dos medidores e das tubulações.</li> </ul>			
	Dificuldade	Baixa			
	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Média		
		Projeto	Alta		
CONSTRUÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação de válvula redutora de pressão quando ultrapassar 40 mca;</li> <li>• Instalação de restritores de vazão no ponto de consumo.</li> </ul>			
	Dificuldade	Baixa			
	Disponibilidade de fornecedores	Média			
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer rotinas de manutenção preventiva (aferição dos manômetros, limpeza de filtro Y);</li> <li>• Formação de gestores da água dos condomínios</li> </ul>			
	Dificuldade	Média			
	Disponibilidade de fornecedores	Média			

05		Solução:		EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES	
	Variáveis de aplicação				
PROJETO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Padrão do empreendimento.</li> <li>• Especificação dos tipos de equipamentos em projeto, considerando que os mesmos pertencem ao PBQP ;</li> <li>• Incentivo do uso de bacias sanitárias dual flush, torneiras de 1/4 de volta, torneiras de acesso restrito para áreas externas, duchas de vazão moderada e restritores de vazão nos pontos de consumo.</li> </ul>			
	Dificuldade	Média			
	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Média		
		Projeto	Média		
CONSTRUÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação dos tipos de equipamentos atendendo as solicitações e aos cuidados dos fabricantes;</li> <li>• Uso de produtos e componentes em conformidade com normas técnicas brasileiras.</li> </ul>			
	Dificuldade	Baixa			
	Disponibilidade de fornecedores	Média			
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilizar ferramentas necessárias para futuras manutenções,</li> <li>• Fornecer aos futuros condomínios referências de locais para aquisição de peças de reposição;</li> <li>• Estabelecimento de rotinas de manutenção preventiva;</li> <li>• Formação de gestores da água dos condomínios.</li> </ul>			
	Dificuldade	Média			
	Disponibilidade de fornecedores	Média			
		Média			

07	Solução:	<b>SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA LAVAGEM DE ÁREAS DE JARDINS E PÁTIOS</b>	
PROJETO	Variáveis de aplicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona bioclimática;</li> <li>• Disponibilidade de infraestrutura local e espaço para reserva;</li> <li>• Padrão do empreendimento.</li> </ul>	
	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionamento de reserva exclusiva com apoio da norma NBR 15527/07;</li> <li>• Projeto de sistema de coleta de água de chuva das coberturas (canaletas, tubos e conexões);</li> <li>• Estabelecimento do tipo de tratamento e da pigmentação da água;</li> <li>• Uso de torneiras de acesso restrito nos pontos de consumo;</li> <li>• Elaboração de projeto de sinalização.</li> </ul>	
	Dificuldade	Alta	
	Disponibilidade de fornecedores	Média	Média
CONSTRUÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação de diferentes sistemas de distribuição de água fria, sendo um para água potável e outro para água não potável evitando a conexão cruzada e obedecendo a ABNT NBR 5626/98;</li> <li>• Os pontos de consumo, como por exemplo, uma torneira de jardim, devem ser identificados com placa de advertência com a seguinte inscrição “água não potável” e advertência visual destinada a pessoas que não saibam ler e a crianças;</li> <li>• Recomenda-se o uso de dois reservatórios, sendo um para água potável e outra para água não potável, que será usado para o aproveitamento da água de chuva;</li> <li>• Recomenda-se a instalação de torneiras de acesso restrito.</li> </ul>	
	Dificuldade	Alta	
	Disponibilidade de fornecedores	Média	
	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitação dos usuários e formação de um gestor da água do condomínio;</li> <li>• Periodicidade de análise físico-química da água;</li> <li>• Rotina de manutenção preventiva acompanhada por empresa ou profissional capacitado.</li> </ul>	
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Dificuldade	Alta	
	Disponibilidade de fornecedores	Média	

08		SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA USO EM BACIAS SANITÁRIAS	
PROJETO	Variáveis de aplicação		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona bioclimática;</li> <li>• Disponibilidade de infraestrutura local e espaço para reserva;</li> <li>• Padrão do empreendimento.</li> </ul>		
	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionamento de reserva exclusiva com apoio da norma NBR 15527/07;</li> <li>• Projeto do sistema de coleta de água de chuva das coberturas (canaletas, tubos e conexões);</li> <li>• Desenvolvimento do projeto de sistema predial de água potável e não potável;</li> <li>• Estabelecimento do tipo de tratamento;</li> <li>• Pigmentação da fonte alternativa de água;</li> <li>• Elaboração de projeto de sinalização ;</li> <li>• Memorial descritivo detalhado do funcionamento dos sistemas, tipos de materiais a serem utilizados e cuidados de execução;</li> <li>• Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) e termo de responsabilidade do projeto.</li> </ul>	
	Dificuldade	Alta	
	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Média
		Projeto	Média
CONSTRUÇÃO	Ação		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificação da execução do sistema predial por profissional capacitado para garantia da conformidade com o projeto antes do fechamento das paredes;</li> <li>• Identificação do sistema predial não potável para evitar futuros riscos de contaminação (uso inclusivo de diferentes materiais);</li> <li>• Os pontos de consumo ou ambientes devem ser identificados com placa de advertência com a seguinte inscrição "água não potável" e advertência visual destinada a pessoas que não saibam ler e a crianças;</li> <li>• Capacitação profissional da equipe de execução;</li> <li>• ART e termo de responsabilidade da execução.</li> </ul>		
	Dificuldade	Alta	
	Disponibilidade de fornecedores	Média-Alta	
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitação dos usuários;</li> <li>• Formação de um gestor da água do condomínio;</li> <li>• Controle das intervenções nas unidades residenciais para evitar possíveis riscos associados a conexões cruzadas;</li> <li>• Periodicidade de análise físico-química da água;</li> <li>• Rotina de manutenção preventiva acompanhada por empresa ou profissional capacitado.</li> </ul>		
	Dificuldade	Alta	
	Disponibilidade de fornecedores	Média-Alta	

09		Solução:		SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA CINZAS PARA USO EM BACIAS SANITÁRIAS	
Variáveis de aplicação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona bioclimática;</li> <li>• Disponibilidade de infraestrutura local e espaço para reserva;</li> <li>• Padrão do empreendimento.</li> </ul>			
PROJETO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionamento de reserva exclusiva (apoio de normas e códigos internacionais);</li> <li>• Projeto do sistema predial de água potável e não potável;</li> <li>• Projeto do tratamento de efluentes;</li> <li>• Pigmentação da fonte alternativa de água;</li> <li>• Elaboração de projeto de sinalização;</li> <li>• Memorial descritivo detalhado do funcionamento dos sistemas, tipo de materiais a serem utilizados e cuidados de execução.</li> </ul>			
	Dificuldade	Alta			
	Disponibilidade de fornecedores	Produto	Média-Alta		
		Projeto	Média-Alta		
CONSTRUÇÃO	Disponibilidade de fornecedores	Média-Alta			
OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO	Ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitação dos usuários;</li> <li>• Formação de um gestor da água do condomínio;</li> <li>• Controle das intervenções nas unidades residenciais para evitar possíveis riscos associados a co-nexões cruzadas;</li> <li>• Periodicidade de análise físico-química da água;</li> <li>• Rotina de manutenção preventiva acompanhada por empresa ou profissional capacitado.</li> </ul>			
	Dificuldade	Alta			
	Disponibilidade de fornecedores	Média-Alta			



## 4 Desenvolvimento de um roteiro de projeto baseado na avaliação técnica das soluções alternativas

De forma a auxiliar no processo de escolha das soluções a favor da sustentabilidade, foi desenvolvida uma matriz de ações voltada para os insumos energia e água (Tabelas 8 e 9, respectivamente).

Para aplicação desta matriz como uma ferramenta prática, são elencadas as soluções por grau de eficiência para vários tipos de empreendimentos que contemplem a HIS e empreendimentos residenciais de médio e alto padrão.

Associados a cada solução, são avaliados os custos de implantação e manutenção e os benefícios que podem ser obtidos. O objetivo é promover a conscientização da população na análise das soluções considerando a vida útil do empreendimento. Sabe-se que os maiores custos de uma habitação se dão na etapa de operação e não nas de execução e de projeto.

Embora não seja possível quantificar com exatidão tanto os custos quanto os benefícios, assim como qual é a escala para cada nível, foi sugerida uma classificação de 3 pontos para facilitar na avaliação das soluções e no processo de tomada de decisão para escolha das tecnologias. Foi criada uma escala classificatória para os custos e benefícios dividida em três níveis: alto, médio e baixo. Por exemplo, não seria viável optar por

uma solução que tenha um alto custo de instalação e de manutenção e baixos benefícios à nível social, econômico e ambiental. Por outro lado, um tipo de tecnologia que agregasse mais benefícios e com custos médios, poderia trazer um retorno financeiro em médio prazo, o que seria passível de uma análise detalhada por parte do empreendedor. As tabelas fornecem diretrizes preliminares para o empreendedor tomar conhecimento das soluções existentes e ter uma ideia do impacto que a solução pode gerar e o custo relativo de uma solução com relação à outra.

Com relação às Tabelas 8 e 9, em “tipo de empreendimento”, U se refere a habitações unifamiliares e M, multifamiliares. Com relação aos tipos, HIS, médio e alto, estes se referem ao padrão das casas brasileiras. No Brasil, a pirâmide social é dividida da seguinte forma:

De acordo com Oscar (2010), na realidade existem divergências sobre quem deve ser considerado em cada classe social, já que não existe uma definição oficial. A Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas (Abep) usa o Critério Brasil, que é baseado nas posses e no grau de instrução. Porém, a maioria dos levantamentos considera somente a renda familiar. O Programa Minha Casa Minha Vida, fruto de uma parceria do Governo Federal e da Caixa Econômica Federal, dá prioridade em fornecer habitação para famílias com renda de até 3 salários mínimos, abrangendo também para famílias com renda de até 10 salários mínimos. Mesmo assim, entre as famílias que possuem renda de 3 a 10 salários mínimos, procura-se atender às famílias que recebem de 3 a 6.<sup>3</sup> Para a primeira categoria, que corresponderia, de acordo com a Tabela 7, às classes D e E, existem dois tipos de tipologias propostas pelo programa: casa térrea de 35 m<sup>2</sup> e apartamento de 42 m<sup>2</sup>. Para a classe C, não há especificação de tipologia.

Desta forma, para as Tabelas 8 e 9, pode-se então considerar como HIS sendo as classes D e E, média, a C e alta, A e B.

**Tabela 7 – Pirâmide social brasileira, dados de 2009 (Fonte: adaptado de Oscar, 2010)**

Classe	Renda familiar (em salários mínimos)	% da população (2009)
A	Acima de 20	5,7
B	De 10 a 20	9,8
C	De 3 a 10	49,7
D	De 1 a 3	27
E	De 0 a 1	6,8

<sup>3</sup> Em: [http://downloads.caixa.gov.br/\\_arquivos/habita/mcmv/CARTILHACOMPLETA.PDF](http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/CARTILHACOMPLETA.PDF)

Com relação ao grau de eficiência, as soluções foram inseridas nas tabelas de acordo com sua classificação em alto, médio ou baixo. As soluções com grau de eficiência baixo geralmente possuem baixa adesão e a não há garantia de que a ação terá o êxito desejado. Já as com alto grau de eficiência são as mais recomendadas por apresentarem um retorno do investimento devido aos altos benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Cabe ressaltar que os benefícios considerados são benefícios relativos ligados à utilização desta solução invés da solução típica (business-as-usual).

Cabe também salientar que questões regionais, locais, culturais, sociais e econômicas podem alterar a ordem das soluções desta matriz, bem como da pontuação sugerida.

Tabela 8 - Matriz de ações voltada para os insumos de energia

GRAU DE EFICIÊNCIA	TIPO DE SOLUÇÕES	TIPO DE EMPREENDIMENTO						CUSTOS		BENEFÍCIOS		
		HIS		MÉDIO		ALTO		IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	SOCIAIS	ECONÔMICOS	AMBIENTAIS
		U	M	U	M	U	M					
ALTO	01	X	X	X	X	X	X	Baixo	Baixo	Alto	Alto	Alto
	02	X		X		X		Médio	Baixo	Alto	Alto	Alto
		X	X		X		X	Alto	Alto	Médio	Médio	Alto
	03	X	X					Médio	Baixo	Alto	Alto	Alto
		X	X					Baixo	Baixo	Médio	Alto	Alto
	04	X	X	X	X	X	X	Médio	Baixo	Alto	Alto	Alto
X		X	X	X	X	X	Médio	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
06	X	X	X	X	X	X	Médio	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto
			X	X	X	X	Alto	Baixo	Médio	Alto	Alto	Alto
07	X						Alto	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto
	X	X	X	X	X	X	Médio	Médio	Baixo	Medio	Medio	Medio
09	X	X	X	X	X	X	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Alto	Alto
	X	X	X	X	X	X	Alto	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Alto
11	X	X	X	X	X	X	Médio	Baixo	Médio	Médio	Médio	Médio
		X						Médio	Baixo	Baixo	Médio	Médio
12	X	X					Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Médio
			X	X	X	X		Médio	Baixo	Baixo	Médio	Médio
13	X	X					Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio

Tabela 9 - Matriz de ações voltada para os insumos de água

GRAU DE EFICIÊNCIA	TIPO DE SOLUÇÕES	TIPO DE EMPREENHIMENTO						CUSTOS		BENEFÍCIOS		
		HIS		MEDIO		ALTO		OPERAÇÃO	SOCIAIS	ECONÔMICOS	AMBIENTAIS	
		U	M	U	M	U	M					
<b>ALTO</b>	01		X					Médio		Alto		Alto
	02				X		X	Alto		Alto		Alto
	03	X	X	X	X	X	X	Baixo		Alto		Alto
	04	X	X	X	X	X	X	Médio		Alto		Médio
	05	X	X	X	X	X	X	Médio		Alto		Médio
	06	X	X	X	X	X	X	Baixo		Médio		Médio
	07				X		X	Médio		Médio		Médio
	08	X						Médio		Méd.-Baixo		Méd.-Baixo
	09				X		X	Médio		Méd.-Baixo		Méd.-Baixo
	10			X		X		Médio		Méd.-Baixo		Méd.-Baixo
<b>BAIXO</b>	11	X		X		X		Alto		Médio		Alto
	12	X						Médio		Médio		Alto
	13				X		X	Médio		Médio		Alto
	14	X	X			X		Alto		Baixo		Médio
	15	X						Alto		Baixo		Médio
	16			X			X	Alto		Baixo		Médio
	17				X		X	Alto		Médio		Médio
	18		X	X		X		Alto		Médio		Médio
	19	X	X	X		X		Baixo		Médio		Médio
	20			X	X	X	X	Médio		Médio		Médio

# Conclusões

No presente relatório foram avaliadas diversas ações técnicas e tecnológicas, com o intuito de verificar alguns parâmetros para inserção dessas tecnologias nas etapas de projeto, construção e operação/manutenção, além dos riscos associados à adoção dessas ações. Por fim, foi definido um roteiro para os empreendimentos de HIS baseada nas ações sustentáveis apresentadas.

## Benefícios gerados com as soluções para uso racional da água:

- Economia gerada pela redução do consumo de água;
- Economia gerada pela redução dos efluentes produzidos;
- Consequente economia de outros insumos como energia e produtos químicos;
- Redução de custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e dos equipamentos da edificação;
- Aumento da disponibilidade de água;
- Agregação de valor ao produto;
- Melhoria da visão da organização na sociedade – responsabilidade social.

## Benefícios gerados com as soluções em eficiência energética

- Economia gerada pela redução do consumo de energia elétrica;
- Autonomia de energia em locais carentes de infraestrutura urbana (utilização de energia fotovoltaica);
- Maior conforto no banho (aquecedores solar e a gás);
- Conforto térmico nas edificações;
- Segurança dos moradores (através da medição remota de insumos);
- Redução dos efeitos da ilha de calor (com o sombreamento natural);
- Agregação de valor ao produto;
- Melhoria da visão da organização na sociedade – responsabilidade social.

## Escolha da melhor solução

Na realidade, não existe solução melhor ou pior, pois a escolha da tecnologia é baseada em algumas premissas de projeto, tais como local de construção das moradias, acesso à rede pública de água e esgoto, montante de capital que se deseja aplicar e taxa de retorno (curto, médio ou longo prazo).

Algumas soluções como aquecedor solar e medição individualizada já provaram que possuem alto grau de eficiência devido às experiências vistas até o momento, com médios custos de instalação e benefícios altos. Já por exemplo, o uso de águas pluviais para bacias sanitárias possui alto custo de instalação e benefícios de baixo a médio para HIS, então pode ser que não seja uma solução viável para aqueles que procuram baixo investimento e retorno rápido do mesmo, embora seja um sistema que economize água potável.

## Recomendações

Observa-se que os objetivos e resultados da seleção de opções alternativas sustentáveis contribuem para a geração de empregos verdes dentro da indústria da construção civil e que pode impactar no surgimento de novas vagas de trabalho no país. Além disso, a escolha de soluções sustentáveis também têm potencial de incentivar o desenvolvimento de novos materiais e/ou tecnologias para a construção civil levando em conta critérios de sustentabilidade ambiental.

Sugere-se, como um resultado do projeto SUSHI, que seja criada uma metodologia de avaliação pós-ocupação das soluções apresentadas pelo projeto SUSHI e implementadas em HIS, de tal forma que possibilite a análise sistêmica destas ações considerando todo o ciclo de vida do empreendimento e as suas fases de implantação. Esta avaliação permitirá verificar o roteiro apresentado e intensificar a análise da viabilidade das soluções, particularmente no que se refere à aceitação, integração e conscientização do usuário.

Sendo assim, é observada a necessidade de mais uma etapa do projeto SUSHI que inclua a testagem das soluções apresentadas, e que já estão sendo implementadas no Programa de Recuperação Socioambiental da Serra do Mar e no Sistema de Mosaicos da Mata Atlântica, que ainda estão em implantação pela CDHU.

# Bibliografia

AEC Web. O Portal da Arquitetura, Engenharia e Construção. Artigo: Mudança na norma de portas e janelas. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/aec-news/materia/2944/mu-dancas-na-norma-de-portas-e-janelas.html>. Acesso em outubro 2010.

ARAUJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 5, nº 3, 2000, p. 21-28.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.037: Manual de operação, uso e manutenção das edificações - Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220: Desempenho Térmico para Edificações. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

BARBOSA, E. T.; AMO, V. A.; LABAKI, L. C. A influência da vegetação e das variáveis climáticas no nível de conforto dos usuários da praça do centro de convivência em Campinas, SP. In: ENTAC 2010. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 13, 2010, Canela. Anais... São Paulo: ANTAC, 2010.

BOAS PRÁTICAS PARA HABITAÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL (Selo Casa Azul). Coordenadores Vanderley Moacyr John, Racine Tadeu Araújo Prado. São Paulo: Páginas & Le-tras – Editora e Gráfica, 2010. Realização CAIXA.

CAVALCANTI, J. R. S.; PRADO, R. T. A. Estudo experimental comparativo entre resfriamento evaporativo e radiativo em ambientes cobertos com telhas de fibrocimento em região de clima quente e úmido. São Paulo: EPUSP, 2001. (Boletim Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/302)

CHENG, M. D.; PFIFFNER, S. M.; MILLER, W. A.; BERDAHL, P. Chemical and microbial effects of atmospheric particles on the performance of steep-slope roofing materials. Building and Environment, nº 46, 2011, p. 999-1010.

DOMINIQUELI, W. H. Medição individualizada de água em habitações de interesse social. São Paulo, 2007. 152p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT.

ELETROBRÁS/PROCEL – DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO E ESTUDOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. Regulamento do selo Procel de economia de energia. 2005.

ELETROBRÁS/PROCEL – DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO E ESTUDOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: Pesquisa de posse de equipamento e hábitos de uso – ano base 2005. 2007, 187 p.

GHISI, E.; OLIVEIRA, S. M. Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil. Building and Environment, nº42, 2007, p. 1731-1742.

INMETRO. Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET). Brasília, 1991. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/>

INO, A.; SHIMBO, I.; SOUZA, A. Otimização do processo de fabricação de esquadrias de madeira no centro produtor da região Sul e desenvolvimento de janelas de baixo custo para habitação social. In: FORMOSO, C.T.; INO, A. (Ed.). Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. Porto Alegre:

KRÜGER, E. L.; LAMBERTS, R. Avaliação do desempenho térmico de casas populares. In: ENTAC 2000. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2000. Anais... São Paulo: ANTAC, 2000.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. Categoria 2 Projeto e Conforto. In: BOAS PRÁTICAS PARA HABITAÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL. Coordenadores Vanderley Moacyr John, Racine Tadeu Araújo Prado. São Paulo: Páginas & Letras – Editora e Gráfica, 2010. Realização CAIXA.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. Levantamento do estado da arte: Energia. 2005. Projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável – FINEP.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. ELETROBRÁS. Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.labeeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/>

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. ELETROBRÁS. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). Brasília, 1985. Disponível em: [www.eletrobras.gov.br/procel](http://www.eletrobras.gov.br/procel)

NASPOLINI, H. F.; MILITÃO, H. S. G.; RÜTHER, R. The role and benefits of solar water heating in energy demands of low-income dwellings in Brazil. *Energy Conversion and Management*, nº 51, 2010, p. 2835-2845.

OLIVEIRA, L.H. et al. Levantamento do estado da arte: Água. 2005. Projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável – FINEP.

OSCAR, N. Expansão da renda altera a pirâmide social e tende a extinguir a classe E. *O Estado de São Paulo*. São Paulo, 02 jan. 2011. *Economia & Negócios*, p. B1.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RUTHER, R. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 1. ed. São José dos Campos - SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006. v. 1. 60 p. Disponível em: <http://www.institutoideal.org/index.php?sys=biblioteca&&id=68>

ROZAS, N.; PRADO, R.T.A. Implantação de sistemas de leitura automática de medidores de insumos prediais. São Paulo: EPUSP, 2002. (Boletim Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/319).

RÜTHER, R. ZILLES, R. Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. *Energy Policy*, doi: 10.1016/j.enpol.2010.12.021. Article in press.

SOUZA, A.; ABREU, S. Acompanhamento da implantação de um programa de incentivo ao uso de sistemas de aquecimento solar em projetos habitacionais de interesse social: Contribuições para um plano de Monitoramento e Verificação nos projetos de Aquecimento Solar do Programa Habitacional Minha Casa, Minha Vida. Agosto 2009. (Comunicação pessoal)

## **About the UNEP Division of Technology, Industry and Economics**

The UNEP Division of Technology, Industry and Economics (DTIE) helps governments, local authorities and decision-makers in business and industry to develop and implement policies and practices focusing on sustainable development.

The Division works to promote:

- > sustainable consumption and production,
- > the efficient use of renewable energy,
- > adequate management of chemicals,
- > the integration of environmental costs in development policies.

### **The Office of the Director, located in Paris, coordinates activities through:**

- > **The International Environmental Technology Centre** - IETC (Osaka, Shiga), which implements integrated waste, water and disaster management programmes, focusing in particular on Asia.
- > **Sustainable Consumption and Production** (Paris), which promotes sustainable consumption and production patterns as a contribution to human development through global markets.
- > **Chemicals** (Geneva), which catalyzes global actions to bring about the sound management of chemicals and the improvement of chemical safety worldwide.
- > **Energy** (Paris and Nairobi), which fosters energy and transport policies for sustainable development and encourages investment in renewable energy and energy efficiency.
- > **OzonAction** (Paris), which supports the phase-out of ozone depleting substances in developing countries and countries with economies in transition to ensure implementation of the Montreal Protocol.
- > **Economics and Trade** (Geneva), which helps countries to integrate environmental considerations into economic and trade policies, and works with the finance sector to incorporate sustainable development policies.

*UNEP DTIE activities focus on raising awareness,  
improving the transfer of knowledge and information,  
fostering technological cooperation and partnerships, and  
implementing international conventions and agreements.*

For more information,  
see **[www.unep.fr](http://www.unep.fr)**

For more information, contact:

**UNEP DTIE**

**Sustainable Consumption and  
Production Branch**

15 Rue de Milan  
75441 Paris CEDEX 09  
France

Tel: +33 1 4437 1450  
Fax: +33 1 4437 1474  
E-mail: [unep.tie@unep.org](mailto:unep.tie@unep.org)  
[www.unep.fr/scp/sun](http://www.unep.fr/scp/sun)

[www.unep.org](http://www.unep.org)

United Nations Environment Programme  
P.O. Box 30552 Nairobi, Kenya  
Tel.: ++254 (0) 20 762 1234  
Fax: ++254 (0) 20 762 3927  
Email: [unepub@unep.org](mailto:unepub@unep.org)



***Este relatório é o terceiro e último de uma série de três análises técnicas desenvolvidas durante a implementação do projeto SUSHI (Sustainable Social Housing Initiative) no Brasil. Este projeto tem como objetivo promover o uso de soluções sustentáveis em habitação de interesse social (HIS) em países em desenvolvimento.***

***Durante o projeto, especialistas avaliaram o status da HIS no Estado de São Paulo, e em seguida as iniciativas anteriores conduzidas pela CDHU para integrar elementos sustentáveis em projetos de HIS. Com base nestas análises e consulta com parceiros, este relatório tem como ênfase a análise das tecnologias e modificações de projetos de construções civis que poderiam ser aplicadas aos projetos de HIS em São Paulo, fornecendo uma análise de custos, benefícios e eficiência das alternativas selecionadas para a melhora do desempenho sustentável das unidades habitacionais sociais.***

***O relatório prioriza soluções para uso racional de água e para redução do consumo de energia, sem diminuir o conforto do usuário. A classificação das soluções sobre uma escala de desempenho visa facilitar a sua avaliação e o processo de escolha das tecnologias. As recomendações incluem ainda diretrizes preliminares para o empreendedor tomar conhecimento dos tipos de soluções existentes no mercado e ter uma compreensão do impacto que cada tipo de tecnologia vai gerar e o custo relativo de uma solução com relação à outra.***

DTI/XXXX/PA