



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

DESEMPENHO DE SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA QUENTE

Simar Vieira de Amorim (1); Sérgio Murilo de Oliveira Benedicto (2)

(1) DECiv-UFSCar, São Carlos-SP, Brasil; simar@ufscar.br

(2) DECiv-PPGCiv-UFSCar, São Carlos-SP, Brasil; smob@terra.com.br

RESUMO

Nos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) inúmeras são as não conformidades que podem ocorrer quando o usuário passa a ocupar e interagir com a edificação. Dentre esses sistemas, o Sistema Predial de Água Quente (SPAQ) é o responsável por oferecer ao usuário as condições de conforto e higiene em atividades tão importantes para o ser humano como banho. O desempenho dos sistemas que compõem o edifício habitacional durante a sua vida útil está vinculado às condições do uso para o qual foi projetado, à execução da obra de acordo com as normas técnicas, à utilização de elementos e componentes sem defeito de fabricação e a programas e técnicas de inspeções periódicas e de manutenção predial. Apesar do estudo das não conformidades nas construções, na área de SPHS, ser um tema pouco estudado no Brasil, pode-se admitir como causas das mesmas no SPAQ: norma técnica desatualizada, erros de projeto, especificações inadequadas, defeitos de fabricação, falhas na execução, falta de manutenção ou manutenção inadequada. Este artigo, baseando-se nas exigências do usuário e em requisitos e critérios de desempenho existentes na normalização vigente, teve como objetivo a identificação dos mesmos e a verificação de sua conformidade em um edifício residencial. Aliou-se a esses dados uma pesquisa de satisfação dos usuários com o sistema. São apresentados os resultados alcançados.

Palavras-chave: construção civil, sistemas prediais, sistemas prediais hidráulicos e sanitários, sistema predial de água quente, desempenho de edificações, patologia das construções.

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) são os responsáveis diretos por proporcionar, em cada habitação, as condições de saúde e higiene requeridas pelos usuários. Segundo Conceição (2007), diferentemente da maioria de outros subsistemas, os SPHS passam a entrar em equilíbrio somente depois de a edificação ser ocupada por seus usuários, e é neste momento que o mau funcionamento do mesmo começa a gerar problemas ao bem-estar físico e psicológico do ser humano. De modo geral se constata que as pessoas convivem diariamente com inúmeras falhas nos SPHS, que consideram como normais, mas que na realidade ocorrem devido a projetos mal elaborados, execução inadequada, utilização de componentes não normalizados, falta de orientação ao usuário e várias outras causas que necessitam ser encontradas.

Dentre esses sistemas, o Sistema Predial de Água Quente (SPAQ), numa edificação, é o responsável por oferecer ao usuário a condição de conforto ideal durante uma das principais atividades de higiene do ser humano, que é o banho. Mas, o que pode ser considerado como condição de conforto ideal? Quais são as temperaturas ideais na geração, armazenamento e distribuição? Quais exigências do usuário devem ser atendidas? No Brasil, o meio técnico e científico ainda carece de pesquisas relacionadas ao comportamento do usuário no que se refere a sua interação com o SPAQ ou sobre as principais causas de não conformidades no mesmo. Some-se a isso a complexidade técnica do sistema, sua interface com o Sistema Predial de Água Fria (SPAF), o responsável pelo suprimento de água e, mesmo, a falta de normas técnicas brasileiras adequadas. Atualmente, a demanda por projetos sustentáveis na construção civil também reforça a necessidade de maior especialização profissional, de conhecimentos técnicos e de preocupação com o desempenho do SPAQ, de forma a contemplar soluções técnicas cujo desempenho seja mais adequado às exigências do usuário, possibilitando o consumo racional dos insumos energéticos na edificação.

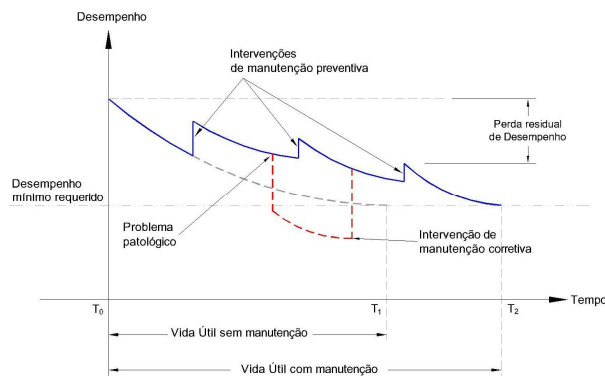
1.1 Normalização

Para o desenvolvimento de projeto do SPAQ alguns dos parâmetros estão estabelecidos na norma NBR 7198 (ABNT, 1993). Segundo Ilha (2009), “esta norma foi uma das primeiras tentativas de norma de desempenho da área de SPHS. A abordagem, porém, é ainda muito ampla, sem a delimitação de grandezas-chave para o adequado desempenho do sistema”. Por esse motivo, parte das decisões de alguns critérios e procedimentos para o desenvolvimento de projetos é deixada somente à experiência prática de engenheiros projetistas, o que, eventualmente, poderá vir a gerar não conformidades a partir do momento em que o sistema começa a ser utilizado pelo usuário. Outro aspecto técnico importante na concepção de projeto do SPAQ reside no desempenho que este sistema deveria ter ao longo do tempo. Por isso, além da determinação das características técnicas, o conhecimento das exigências do usuário constitui-se numa das premissas básicas para a implantação adequada do SPAQ.

Nesse sentido, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou em 2008, uma coletânea de normas de desempenho, dividida em seis partes, onde, baseadas nas exigências do usuário, estabelece os requisitos e critérios de desempenho para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Na parte 1, são definidos os requisitos e critérios gerais de desempenho que se aplicam ao edifício habitacional como um todo, e que não podem ser avaliados de forma isolada. Apresenta uma lista geral de exigências do usuário, utilizada como referência para o estabelecimento dos requisitos e critérios, que sendo os mesmos atendidos, considera-se, para todos os efeitos, satisfeitas suas exigências. Os requisitos e critérios específicos serão descritos nas demais partes (requisitos para os sistemas estruturais, requisitos para os sistemas de pisos internos, sistemas de vedações verticais externas e internas e requisitos para sistemas de coberturas). Na parte 6 são definidos os requisitos e diretrizes para avaliação de desempenho dos SPHS. Estão compreendidos em seu escopo o SPAF e SPAQ. As normas de desempenho traduzem as exigências do usuário em requisitos e critérios. Não substituem as normas existentes, mas as complementam e podem ser aplicadas a edifícios habitacionais ou sistemas com mais de cinco pavimentos, excetuando-se os casos em que dependem diretamente da altura do edifício habitacional. Portanto, para o SPAQ, independentemente da solução técnica adotada, deve-se avaliar seu desempenho.

1.2 Desempenho

O desempenho dos sistemas que compõem o edifício habitacional durante a sua vida útil está atrelado às condições de uso para qual o mesmo foi projetado, à execução da obra de acordo com as normas técnicas, à utilização de elementos e componentes sem defeito de fabricação e a programas e técnicas de inspeções periódicas e de manutenção predial. Considerando-se que a vida útil é função da agressividade do meio ambiente, das características intrínsecas dos materiais e do uso ao qual o sistema está submetido, os componentes podem apresentar vida útil maior do que as estabelecidas, desde que sejam feitas as manutenções periódicas preventivas. Na Figura 1 pode-se observar a deterioração normal do edifício e a elevação do desempenho mediante intervenções de manutenção.



Onde:

T_0 – Tempo de início da operação do sistema

T_1 – Tempo total de Vida Útil sem manutenção

T_2 – Tempo total de Vida Útil com manutenção

Figura 1 – Desempenho ao longo do tempo (Fonte: Adaptação da NBR 15575-1 (ABNT, 2008))

Observa-se que a ocorrência de problemas patológicos também poderá afetar o desempenho do sistema, fazendo com que fique abaixo do mínimo requerido. Neste caso, as intervenções de manutenção corretiva serão necessárias para que o sistema volte a atuar com desempenho acima do mínimo requerido. Mesmo assim, é importante dar prosseguimento às inspeções periódicas e manutenções preventivas. Pode-se também notar que, mesmo com as manutenções que ocorrem durante a vida útil do edifício, não se pode voltar ao nível de desempenho inicial. Essa perda residual de desempenho funcional mostra que o edifício tem uma deterioração irreversível ao longo do tempo.

A durabilidade do edifício e de seus sistemas é uma exigência econômica do usuário, pois está diretamente associada ao custo global do bem imóvel. A durabilidade de um produto se extingue quando ele deixa de cumprir as funções que lhe foram atribuídas, quer seja pela degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja por obsolescência funcional.

A sustentabilidade do empreendimento é alcançada, em parte, pela gestão da manutenção, uma vez que esta tem a finalidade de viabilizar o uso máximo dos sistemas, com menor desperdício e custo, aliados à maior disponibilidade e confiabilidade das instalações. A manutenção, atualmente, também tem o compromisso de racionalizar o uso dos recursos naturais e a preocupação com questões de impacto ambiental e urbano (GOMIDE, 2006).

Lichtenstein (1985) define desempenho como "Comportamento em utilização do edifício ou de uma de suas partes. Resulta do equilíbrio dinâmico entre as condições de exposição a que fica submetido e sua capacidade de reagir".

A utilização do conceito de desempenho foi ampliada e permitiu que os produtos (projetos, sistemas, componentes, etc.), bem como a análise do comportamento do edifício e de suas partes pudessem ser descritos, avaliados e passassem por um exame minucioso e sistemático.

“Pensar no desempenho das habitações é pensar em como esta habitação, ou suas partes, devem se comportar ao invés de se pensar em como as mesmas devem ser” (AMORIM, 1989).

Algumas pesquisas têm mostrado que grande parcela dos edifícios não vem apresentando desempenho satisfatório. Esse fato não significa que a vida útil do edifício esteja terminada, mas que necessita de alguma intervenção ou manutenção para que volte a ter o desempenho em níveis satisfatórios. Desta forma, pelo fato de um edifício, durante a sua vida útil, ficar exposto a determinados agentes de degradação (atmosféricos, biológicos, sobrecargas, uso), torna-se de fundamental importância a avaliação de forma precisa, se o desempenho está atendendo às exigências do usuário.

Dentro deste contexto, a partir das exigências do usuário, realizou-se uma pesquisa bibliográfica para a sistematização de quais são os principais requisitos e critérios de desempenho do SPAQ. A partir deste entendimento foram feitas inspeções e levantamento de dados em um edifício habitacional de múltiplos pavimentos de uma construtora localizada na cidade de Ribeirão Preto-SP para observação de não conformidades no SPAQ.

1.3 Exigências do usuário

A norma ISO 6241 (ISO, 1984) define usuário como "uma pessoa, um animal ou um objeto para o qual o edifício é projetado", podendo não fazer uso permanente da edificação.

A NBR 14037 (ABNT, 1998) define usuário como "pessoa física ou jurídica, ocupante permanente ou não permanente da edificação".

A NBR 5626 (ABNT, 1998) define usuário como "pessoa física ou jurídica que efetivamente usa a instalação predial de água fria, ou que responde pelo uso que outros fazem dela, respondendo pelo correto uso da instalação e por sua manutenção, podendo delegar esta atividade a outra pessoa física ou jurídica".

A NBR 15575-1 (ABNT, 2008) define o usuário como "pessoa que ocupa o edifício habitacional".

Em função dos diferentes significados dados ao "usuário" da edificação, entende-se que a palavra "usuário" pode ser compreendida e considerada de uma forma mais ampla, ou seja, também poderá ser utilizada para designar outros indivíduos ou entidades relacionadas com a edificação. São os proprietários, os financiadores, os administradores do edifício, as concessionárias de serviços públicos e as vizinhanças que podem ser afetadas pelo mesmo.

A seguir, relacionam-se as exigências do usuário conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2008), que neste artigo foram utilizadas como referência para o estabelecimento dos requisitos e critérios de desempenho do SPAQ. São as seguintes: segurança estrutural, segurança no uso e na operação, estanqueidade, conforto acústico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto térmico e antropodinâmico, durabilidade e manutenibilidade, e impacto ambiental.

1.4 Requisitos de desempenho

A NBR 15575-1 (ABNT, 2008) define requisitos de desempenho como: "condições que expressam qualitativamente os atributos que o edifício habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam satisfazer às exigências do usuário".

As exigências do usuário variam em função do tipo de edifício (residencial ou comercial) e de características determinadas por fatores regionais, culturais, sócio-econômicos ou climáticos.

A correta identificação dos requisitos de desempenho depende da definição do objeto de trabalho, ou seja, para quais tipos de edificação esses requisitos deverão ser definidos. Os requisitos devem estar relacionados aos seguintes aspectos:

- uso propriamente dito da edificação;
- resistência que a mesma deverá oferecer aos desgastes que agem sobre ela;
- desgastes que a mesma produzirá sobre o meio ambiente.

Segundo Borges (2008), os requisitos de desempenho são expressos em termos qualitativos; os critérios de desempenho, em termos quantitativos; e os métodos de avaliação para mensuração do desempenho variam de acordo com o momento e os objetivos das avaliações, que podem ser análises de projeto, inspeções em protótipo, medições "in loco", ensaios laboratoriais, etc.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é identificar as exigências do usuário, os requisitos e critérios de desempenho existentes na normalização vigente para o SPAQ e verificar a sua conformidade em um edifício residencial. Pesquisou-se também a satisfação dos usuários com o sistema.

3 MÉTODO DE PESQUISA

O método utilizado para a avaliação do desempenho do SPAQ é composto pelas seguintes etapas:

3.1 Levantamento, identificação e classificação dos requisitos e critérios de desempenho do SPAQ

Para a confecção deste item foram pesquisadas as normas NBR 15575-1 (ABNT, 2008), NBR 15575-6 (ABNT, 2008), NBR 7198 (ABNT, 1993), NBR 5626 (ABNT, 1998), NBR 13103 (ABNT, 2007), NBR 14037 (1998), NBR 15526 (ABNT, 2007). A etapa seguinte foi a elaboração de quadros para cada exigência do usuário, com os requisitos e critérios relacionados ao SPAQ. A partir dessa identificação foram elaborados formulários para serem utilizados no levantamento de dados, onde, por meio de uma legenda de cores, foram definidos e identificados os agentes ou os locais a serem consultados.

3.2 Definição do edifício a ser pesquisado

Utilizou-se como critério para a escolha do edifício a ser pesquisado, que possuísse uma taxa de ocupação superior a 50% e que o SPAQ estivesse instalado e funcionando.

3.3 Levantamento documental

Foi analisado o projeto executivo dos SPHS, o manual do proprietário e os laudos de análise de água. Obteve-se também, os dados de consumo dos insumos energéticos e de água do período de janeiro a junho de 2009.

3.4 Pesquisa em campo

Para a obtenção de dados auxiliares na análise e diagnóstico do SPAQ frente à sua utilização atual foram realizadas entrevistas com o encarregado de assistência técnica, com o encarregado dos SPHS da construtora e com o zelador do edifício. Foram visitados alguns apartamentos para aferição e medição de requisitos e critérios de desempenho.

3.5 Verificação da satisfação do usuário do SPAQ

A partir dos formulários com os requisitos e critérios de desempenho do SPAQ, foi elaborado um questionário contendo 21 perguntas específicas, a serem respondidas pelos moradores de forma voluntária. O questionário, além de questões gerais, também possuía questões qualitativas sobre o SPAQ, pretendendo avaliar o cumprimento de quais exigências estavam sendo atendidas. Foi distribuído um questionário por apartamento pelo zelador de cada edifício. Além de o questionário ser auto-explicativo, os zeladores também orientaram os moradores sobre os motivos da pesquisa.

3.6 Análise e diagnóstico

Foi realizada a partir de todas as informações obtidas nas etapas anteriores.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Requisitos e Critérios de desempenho do SPAQ

Para cada exigência do usuário, elaborou-se um quadro contendo os requisitos e critérios de desempenho do SPAQ. A seguir, no Quadro 1, apresenta-se os requisitos e critérios de desempenho referentes à exigência de adequação ambiental.

Quadro 1 - Requisitos e Critérios de desempenho para exigências de Adequação Ambiental

Exigências do Usuário	Requisitos	Critérios
Adequação Ambiental	<p>a) Relativos ao uso racional da água:</p> <ul style="list-style-type: none">• O sistema deverá ser projetado de modo a tornar mais eficiente o uso de água, reduzindo a demanda da rede pública.• Controle de vazão de água em sistemas com pressão hidráulica excessiva nos pontos de utilização. <p>b) Relativos ao uso racional de energia:</p> <ul style="list-style-type: none">• O SPAQ deverá ser projetado de modo a racionalizar o uso de energia.• O sistema de aquecimento deve fornecer água à temperatura adequada ao uso e funcionamento, de forma a economizar energia.• Os tubos e conexões, quando necessário, devem ter isolamento térmico de forma a minimizar a perda térmica e economizar energia. <p>c) Relativos ao custo operacional do sistema de aquecimento de água:</p> <ul style="list-style-type: none">• Os equipamentos para aquecimento de água devem proporcionar conforto compatível com o consumo de energia e com a disponibilidade de recursos financeiros do usuário.• O isolamento térmico das tubulações deve ser eficiente, a fim de diminuir o consumo de energia na recirculação.	<ul style="list-style-type: none">• Recomenda-se que as peças de utilização possuam vazão em conformidade com o prescrito em NBR 15575-6 (ABNT, 2008).• Para pressões superiores à 100 kPa, recomenda-se a instalação de arejadores para torneiras e restritores de vazão para duchas.• Equipamentos devem estar etiquetados com selo de eficiência energética (Conpet / Procel), conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO.• A temperatura da água deverá ser no máximo de 70°C. <p><u>Critérios para utilização de isolamento térmico em tubulações no SPAQ:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Cobre: isolamento térmico em qualquer situação de uso.• CPVC (policloreto de vinila clorado): recomenda-se o isolamento quando as distâncias entre o aquecedor e o ponto de consumo forem maiores que 20 m ao ar livre, ou em situações em que perda térmica possa ser mais significativa.• PPR (polipropileno copolímero random-tipo3): recomenda-se o isolamento em situações em que perda térmica possa ser mais significativa (grandes consumos de fluxo de água quente em trechos longos de tubulação).• Na adoção de sistemas de aquecimento com recirculação de água, deverá ser previsto o uso de dispositivos para controle da recirculação e controle do consumo de energia.

4.2 Características do edifício pesquisado

Identificação	Características gerais	Sistemas de Pressão	Sistema de aquecimento de água	Fonte energética	Início de funcionamento
Edifício A	02 subsolos / térreo 23 andares tipo/duplex 04 aptos/andar 96 apartamentos Área total = 23.757,90 m ² Medição individualizada de água e gás	-Sistema alto -Sist. intermediário -Sistema baixo	Central privado: Aquecedor de passagem a gás	GN	Setembro/2006

4.3 Entrevistas com moradores

Dados gerais da amostragem:

- Número de apartamentos ocupados: **85** unidades (Índice de ocupação: 89%);
- Número de questionários respondidos: **17** (Participação: 20%).

Resumo das respostas de cada questão

As questões de 1 a 4 referem-se ao grau de conhecimento dos usuários em relação ao SPAQ.

1) 88% identificaram de forma correta o tipo do sistema de aquecimento.

2) 71% identificaram corretamente a marca/modelo do aquecedor.

3) 82% informaram a localização do aquecedor de forma correta.

4) 94% identificaram corretamente os pontos de utilização com água quente.

As questões 5 e 6 não foram aplicadas pois são específicas para aquecedores de acumulação.

As questões de 7 a 15 referem-se ao atendimento de alguns requisitos e critérios específicos.

7) 70% conseguem ajustar a temperatura da água, ao nível de conforto desejado.

8) 65% afirmam ocorrer variação de temperatura da água durante o banho.

8.1) Dos usuários que afirmam ocorrer variação da temperatura da água, 46% afirmam que esta ocorre quando abre ponto em outro ambiente e 45% afirmam que a variação ocorre sem motivo aparente ou não respondeu.

9) 88% não levaram choque, no uso de chuveiros elétricos.

10) 94% não se cortaram no contato com o aquecedor

11) 94% não se queimaram no contato com o aquecedor ou registro.

12) Todos os usuários afirmaram que o ruído do aquecedor não incomoda nas atividades normais.

13) 76% afirmam ter recebido o manual de orientação para uso, operação e inspeção do aquecedor.

13.1) 58% consideram que é fácil a regulação do aquecedor.

13.2) 65% nunca verificaram o pré-filtro do aquecedor de passagem.

13.3) 47% verificam a cor da chama do aquecedor quando necessário e 41% nunca fazem este tipo de verificação.

13.4) 41% verificam a pilha do aquecedor a cada semestre e 35% nunca verificam.

14) 100% consideram que a altura do aquecedor e dos dispositivos de controle estão adequadas.

15) Na opinião de 88% dos usuários o aquecedor está instalado em local adequado.

As questões 16 a 21 referem-se ao grau de satisfação do usuário em relação ao SPAQ.

16) 36% consideram que, na concepção do SPAQ, o requisito de sustentabilidade deve ser priorizado.

17) 88% consideram que as vazões das duchas estão adequadas ao uso.

18) 29% afirmaram ter instalado restritor de vazão nas duchas e 71% não instalaram ou não souberam responder.

19) 64% estão satisfeitos com o consumo mensal de energia para aquecimento de água.

20) 58% aprovam o sistema de aquecimento.

21) 59% consideram que a realização de um treinamento não é necessária.

4.4 Formulário para avaliação de desempenho do SPAQ

A seguir, a Figura 2 segue como exemplo, do formulário referente à exigência de adequação ambiental, já preenchido com os dados do edifício pesquisado.

ADEQUAÇÃO AMBIENTAL						
EXIGÊNCIAS DO USUÁRIO	REQUISITOS	CRITÉRIOS	VALOR MEDIDO	ATENDE REQUISITO		ATENDE CRITÉRIO
ISOLAMENTO DA ÁGUA	O sistema deverá ser projetado de modo a tornar mais eficiente o uso de água, reduzindo a demanda da rede pública.	Recomenda-se que as peças de utilização possuam vazão em conformidade com o prescrito na NBR 15575-6 (ABNT, 2009).		SIM	NÃO	SIM
	Controle de vazão de água em sistemas com pressão hidráulica excessiva nos pontos de utilização.	Para pressões superiores à 100 kPa, recomenda-se a instalação de arajadores para torneiras e registros de vazão para duchas. Verificar a existência de arajador/registro de vazão.				X
ISOLAMENTO DE ENERGIA	O SPAQ deverá ser projetado de modo a racionalizar o uso de energia.	Verificar se os equipamentos estão etiquetados com selo de eficiência energética (Compar./Procel), conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO.	O aquecedor não possui selo de eficiência energética.			X
	O sistema de aquecimento deve fornecer água a temperatura adequada ao uso e funcionamento, de forma a economizar energia.	A temperatura da água deverá ser no máximo de 70°C.				X
		Cobre: isolamento térmico em qualquer situação de uso.				
	Os tubos e conexões, quando necessário, devem ter isolamento térmico de forma a minimizar a perda térmica e economizar energia.	CPVC (policloreto de vinila clorado): recomenda-se o isolamento quando as distâncias entre o aquecedor e o ponto de consumo estiverem acima de 20 metros ao ar livre, ou em situações em que perda térmica possa ser mais significativa. PPR (polipropileno copolímero random-tpo3): recomenda-se o isolamento em situações em que perda térmica possa ser mais significativa (grandes consumos de fluxo de água quente em trechos longos de tubulação).			X	
SISTEMA DE AQUECIMENTO	Os equipamentos para aquecimento de água devem proporcionar conforto compatível com o consumo de energia e com a disponibilidade de recursos financeiros do usuário.	Verificar com o morador/usuário, o grau de satisfação em relação ao gasto com energia.				12% - MUITO SATISFEITO 47% - SATISFEITO 18% - POUCO SATISFEITO 24% - NSATISFEITO 9% - NÃO RESPONDEU
	O isolamento térmico das tubulações deve ser eficiente, a fim de diminuir as perdas térmicas e o consumo de energia na recirculação.	Na adoção de sistemas de aquecimento com recirculação de água, deverá ser previsto o uso de dispositivos para controle da recirculação e controle do consumo de energia.			X	-

4.5 Diagnóstico do desempenho do SPAQ para o edifício pesquisado

A análise dos resultados obtidos, após a avaliação do SPAQ do edifício pesquisado, demonstrou que não foram detectadas não conformidades a serem resolvidas. Mesmo assim, 42% dos participantes ainda se declararam pouco satisfeitos ou insatisfeitos com o sistema de aquecimento.

Para exigências de **adequação ambiental** constatou-se o seguinte:

- No requisito de uso racional de água, 59% dos usuários afirmaram não terem instalado restritor de vazão nas duchas. A análise do consumo de água e de gás combustível mostra que esses apartamentos consomem 13,8% a mais de água e 39,8% a mais de gás em relação aos usuários de apartamentos que instalaram o restritor.
- De modo geral, o usuário ainda não está esclarecido sobre o impacto que os requisitos de sustentabilidade causam sobre o consumo de água e de gás: 66,7% dos usuários que afirmaram ser a sustentabilidade mais importante do que o conforto não instalaram restritores de vazão nas duchas; 80% dos usuários que afirmaram ser a sustentabilidade e o conforto iguais em importância, também não instalaram.
- Não foi atendido o requisito de uso racional de energia, pois se verificou que os aquecedores não possuem o selo de eficiência energética (CONPET).

4.6 Algumas Recomendações para melhoria

Da pesquisa efetuada surgem recomendações gerais que podem ser feitas ao condomínio. São elas:

- Criar um programa de manutenção preventiva para o SPAQ em todos os apartamentos, onde deverão ser verificadas periodicamente as condições de funcionamento dos aquecedores, pois 65% dos participantes nunca verificam o pré-filtro, 41% nunca verificam a chama e 35% nunca verificam a pilha do aquecedor.
- Confirmar a existência de restritores de vazão nas duchas, pois, mesmo sendo recomendado no manual do proprietário, 59% dos participantes declararam não ter instalado. Dessa forma, pretende-se diminuir alguns itens como: variação de temperatura durante o banho relatada por 65% dos participantes; variação de temperatura quando abre a ducha do outro banheiro relatada por 46%; e dificuldade de ajuste na temperatura da água durante o banho relatada por 30%.
- Verificar a adequação do ambiente em que o aquecedor está instalado como as condições dos dutos das chaminés, entrada e saída de ar e a ocorrência de modificações que possam prejudicar a ventilação permanente.
- Recomenda-se a realização de palestra explicativa, pois 41% dos participantes ainda acham necessário o esclarecimento de dúvidas sobre o sistema e 42% consideram difícil ou média a regulação do aquecedor.

5 CONCLUSÕES

Após o desenvolvimento deste trabalho concluiu-se que o método de pesquisa adotado para a identificação dos requisitos e critérios de desempenho do SPAQ em conjunto com a pesquisa de satisfação dos usuários, mostraram-se adequados. No estudo de caso, independentemente da constatação ou não de não conformidades, pode-se ainda propor algumas recomendações para melhoria no desempenho do SPAQ e conseqüente aumento do grau da satisfação do usuário em relação ao sistema de aquecimento.

6 REFERÊNCIAS

- AMORIM, S. V. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias: desempenho e normalização**. 1989. 168 p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Arquitetura e Planejamento. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-7198**: projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-13103**: instalação de aparelhos a gás para uso residencial – Requisitos dos ambientes. Rio de Janeiro, 2007. 38 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-14037**: manual de operação, uso e manutenção das edificações - Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro, 1998. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-15526**: redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 2007. 38 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-15575-1**: desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008. 52 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-15575-6**: desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Desempenho - Parte 6: Sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2008. 28 p.
- BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. 263 p. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CONCEIÇÃO, A. P. **Estudo da incidência de falhas visando a melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 2007. 135 p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.
- GOMIDE, T. L. F.; PUJADAS, F. Z. A.; FAGUNDES NETO, J. C. P. **Técnicas de inspeção e manutenção predial**. 1.ed. São Paulo, Editora Pini. 2006. 227 p.
- ILHA, M. S. O.; GNIPPER, S.F. A investigação patológica na melhoria dos sistemas prediais hidráulico-sanitários. **Hydro**, São Paulo, ano III, nº30, p.60-65, 2009.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241**. Performace standards in buildings. Principles for their preparation and factors to be considered. London. 1984. 12 p.
- LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. 1985. 191 p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.