



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

COMISSIONAMENTO DE SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE – REQUISITOS DE PROJETO DO PROPRIETÁRIO¹

YAMADA, Marco Antonio Furtado (1); OLIVEIRA, Lúcia Helena de (2)

(1) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, marco.yamada@usp.br

(2) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, lucia.helena@usp.br

RESUMO

A busca pela melhoria do desempenho e pela redução do impacto ambiental das edificações implica no uso de tecnologias mais avançadas. O emprego dessas tecnologias, no entanto, aumenta a complexidade dos sistemas prediais e traz consigo uma maior necessidade de planejamento e controle das fases do processo construtivo, além de maior capacitação das equipes de operação. A obtenção de melhores níveis de desempenho exige uma abordagem estruturada de todas as fases do processo construtivo da edificação, bem como em sua operação. O comissionamento tem como objetivo caracterizar, evidenciar e atingir os requisitos estabelecidos pelo proprietário do projeto, melhorar o desempenho e a eficiência da edificação, além de reduzir as possíveis falhas do processo construtivo. Esse artigo apresenta uma proposta de Requisitos de Projeto do Proprietário (OPR's) para o comissionamento dos sistemas prediais de água quente. Para definir os requisitos empregou-se o método estabelecido na ISO 19208 (ISO, 2016) em conjunto com uma pesquisa exploratória sobre os requisitos estabelecidos nas normas técnicas e referenciais que abordam o desempenho do sistema de água quente. O objetivo da proposta é fomentar a prática de comissionamento de edificações, bem como auxiliar a estruturar as atividades envolvidas no comissionamento dos sistemas prediais de água quente. (Mestrado)

Palavras-chave: Comissionamento, Sistemas prediais de água quente, Eficiência energética, Uso eficiente da água.

ABSTRACT

The improvement of the building's performance and reduction of its environmental impact, which comprises energy and water efficiency, require the use of advanced technology. The insertion of such technologies increases the complexity of the building's mechanical, electrical and plumbing systems, and therefore increases the need of planning, detailing and controlling the phases of the construction process, as well as the training of the building operation and maintenance staff. Therefore, the search for better building performance levels requires a structured approach of all the stages of the building process, as well as its operation. The commissioning process has the objective of assuring and proving that the owner's project requirements will be met, improving the building's performance, as well as reducing the errors that arise from the construction and operation process. This paper presents a proposal of Owner's Project Requirements (OPR's) for the commissioning of hot water building systems. The method applied to develop the requirements was based on the framework established by

¹ YAMADA, Marco Antonio Furtado; OLIVEIRA, Lúcia Helena de. Comissionamento de sistemas prediais de água quente – Requisitos de projeto do proprietário. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

ISO19208 (ISO, 2016) combined with the requirements present in the national technical standards regarding hot water building systems. The research results are expected to promote the practice of building commissioning, as well as to help structuring the practice of the commissioning of hot water building systems.

Keywords: *Commissioning, Building systems, Energy efficiency, Water efficiency.*

1 INTRODUÇÃO

O crescimento e o adensamento populacional nos centros urbanos requerem uma maior demanda por energia e água, o que implica em maiores investimentos em geração e distribuição de energia elétrica e captação, tratamento e de distribuição de água. As edificações demandam cerca de 24% da energia elétrica produzida (ELETROBRÁS, 2007) e 22% de toda água potável disponível no país (ANA, 2016).

Entre os usos finais de energia elétrica em edificações, o consumo para aquecimento de água representa cerca de 6% do consumo total de energia elétrica gerada. Além disso, devido à alta potência energética necessária para seu funcionamento, o chuveiro elétrico contribui com 46% da demanda de pico e 30% da demanda no período de ponta (TOMÉ, 2014).

A redução da demanda por energia elétrica pode ser feita pela diversificação das fontes de energia empregadas para o aquecimento de água. De acordo com a Eletrobrás (2007), o gás combustível e a energia solar combinadas têm uma participação inferior a 10% do total das fontes energéticas utilizadas para o aquecimento de água em residências.

O desempenho do sistema predial de água quente, em todos seus aspectos, possui relação direta com a sua concepção, projeto, execução e operação. Para obter melhor desempenho, o sistema precisa empregar componentes e técnicas de maior nível tecnológico, o que traz uma maior complexidade ao sistema e implica em uma menor tolerância a erros e a imprecisão. Além disso, devido a quantidade de intervenientes nesse processo, as falhas podem ter origem na falta ou no erro de comunicação entre os profissionais envolvidos, bem como na falta de parâmetros e atribuições claras da responsabilidade dos envolvidos no processo.

Tentar solucionar essas falhas com a abordagem de apenas uma das fases da vida útil da edificação, tende a ser ineficiente de modo que a solução necessita de uma abordagem sistêmica. Uma das soluções para essas falhas é o Comissionamento, que é conceituado como um processo que tem como objetivo garantir e evidenciar o atendimento aos requisitos do proprietário do edifício, documentar as fases do ciclo de vida do edifício e capacitar os profissionais de operação (ISHIDA e OLIVEIRA, 2016). Assim, o objetivo desse artigo é apresentar uma proposta de Requisitos de Projeto do Proprietário (OPR's) para o comissionamento dos sistemas prediais de água quente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo do desempenho de edificações teve início nas décadas de 1960 e 1970. Em 2016 houve uma consolidação das normas de desempenho na ISO 19208 (ISO, 2016) que apresenta um modelo conceitual para a especificação de requisitos de desempenho de edificações e seus subsistemas.

No Brasil, o desempenho de edificações habitacionais é normalizado pela NBR 15575 (ABNT, 2013a e ABNT, 2013b). O documento também faz diversas referências às normas técnicas dos subsistemas da edificação, a exemplo da NBR 5626 (ABNT, 2020).

Além disso, existem critérios estabelecidos em referenciais técnicos de certificação ambiental, a exemplo do Procel, LEED, AQUA entre outros modelos.

As normas citadas devem ser atendidas, porém ressalta-se que o atendimento pode implicar que o sistema atende apenas aos requisitos mínimos definidos e não que o sistema ou edificação atende ao desempenho esperado ou exigido. Assim, é comum que diversas expectativas dos usuários ou proprietário da edificação não sejam contempladas integralmente pelas normas técnicas ou regulamentações, fazendo com que requisitos adicionais, estabelecidos em conjunto com os usuários ou proprietário sejam necessários.

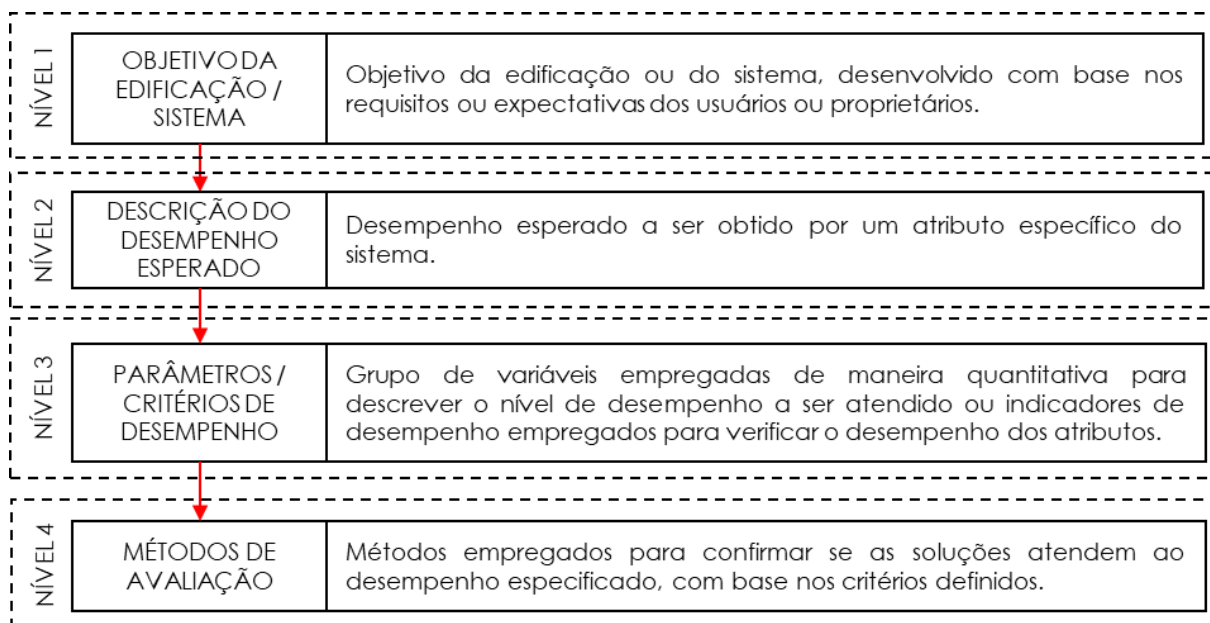
De acordo com Ishida e Oliveira (2016), o comissionamento é feito por meio de um conjunto de atividades de caráter multidisciplinar, que são executadas durante as fases de concepção, projeto, execução e operação.

A segunda etapa do Comissionamento é o desenvolvimento dos Requisitos de Projeto do Proprietário (OPR's) que estabelecem as principais características do sistema. Os OPR's são estabelecidos com base nas expectativas do proprietário do projeto, que devem ser traduzidas em termos técnicos e, sempre que possível, de forma quantitativa. O processo de desenvolvimento dos OPR's é a etapa decisiva do Comissionamento, uma vez que ele estabelece o que será comissionado. Para isso emprega-se principalmente as normas técnicas, legislações aplicáveis e especificações do próprias do proprietário.

3 MÉTODO

A ISO 19208 (ISO, 2016) apresenta um modelo para o estabelecimento dos requisitos de desempenho. O método permite que os requisitos e critérios de desempenho sejam estabelecidos de modo que após a implantação das soluções ele seja passível de verificação. Os OPR's foram desenvolvidos com base em uma pesquisa exploratória dos requisitos de desempenho estabelecidos nas normas técnicas e certificações ambientais, consolidados dentro do modelo demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Método de especificação de requisitos de desempenho



Fonte: Adaptado de ISO 19208 (ISO, 2016)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a NBR 15775-1 (ABNT, 2013a), os requisitos de desempenho a serem atendidos e que são aplicáveis a sistemas prediais de água quente são aqueles relativos à segurança, habitabilidade e sustentabilidade, descritos a seguir.

Nesse artigo, os valores estabelecidos para a formação OPR's foram aqueles presentes nas normas NBR 15575-1 (ABNT, 2013a), NBR 15575-6 (ABNT, 2013b) e NBR 5626 (ABNT, 2020), sendo que valores superiores podem ser adotados, a critério da equipe de projeto e do proprietário.

4.1 Requisitos de projeto relacionados à segurança

Na Tabela 1 estão apresentados os requisitos estabelecidos para segurança.

Tabela 1 – Requisitos de segurança

Desempenho esperado	Descrição	
Resistência mecânica	Tubulações suspensas	As tubulações suspensas e seus suportes devem resistir às solicitações mecânicas durante seu uso.
	Tubulações aparentes	As tubulações aparentes devem resistir às solicitações mecânicas durante seu uso, inclusive possíveis impactos que possam ocorrer durante o uso e operação da edificação.
Resistência a solicitações dinâmicas	Resistência a sobrepressão	A ocorrência de sobrepressões e de vibrações decorrentes da operação do sistema predial de água quente não pode incorrer em risco de instabilidade estrutural do sistema.
Segurança no uso e operação do sistema	Riscos de explosão	O sistema predial de água quente deve ser projetado de modo a mitigar os riscos de explosão durante o uso e operação do sistema.
	Risco de escaldamento	O risco de escaldamento dos usuários durante o uso da água quente deve ser mitigado.
	Risco de queimadura por contato	A ocorrência de riscos de queimadura devido ao contato com os componentes do sistema predial de água quente, durante o uso e a operação do sistema, deve ser mitigada.

Fonte: Autores

4.1.1 Tubulações suspensas

Os componentes de fixação e suporte das tubulações, assim como as próprias tubulações, aparentes ou não, devem resistir a uma carga de cinco vezes a tubulação cheia de água (ABNT, 2013b). No caso de tubulações rígidas, a carga aplicada na tubulação não pode incorrer em uma flecha que exceda 0,5% (ABNT, 2013b).

4.1.2 Tubulações aparentes

Os trechos de tubulação acima do nível do piso, com uma altura superior a 1,5 m devem resistir aos impactos sem sofrer perda de funcionalidade ou ruína. A energia dos testes de impacto e de ruína devem ser as previstas na NBR 15575-6 (ABNT, 2013b).

4.1.3 Resistência a sobrepressão

O sistema deve ser projetado de modo que a sobrepressão decorrente do fechamento de componentes hidráulicos não supere 200 kPa (ABNT, 2020). No caso

de ocorrência de sobrepressões que superem os valores especificados, deve-se prever meios para absorver e atenuar a sobrepressão da água.

4.1.4 Riscos de explosão

O sistema deve ser projetado prevendo meios de alívio e proteção no caso da temperatura e/ou a pressão da água ultrapassem os valores máximos da pressão e temperatura de operação normal do sistema. Em todos os casos, o sistema deve contar com componentes para alívio de pressão e temperatura, a exemplo de válvulas de alívio e segurança, tanques de expansão, além de componentes que possuam função automática de corte de fornecimento de energia no caso de superaquecimento da água (ABNT, 2020).

4.1.5 Risco de escaldamento do usuário

Durante a operação normal do sistema, a temperatura máxima da água misturada nos pontos de utilização não pode incorrer em escaldamento do usuário. Caso a temperatura da água quente ultrapassar 45°C em pontos de utilização de água para uso corporal, deve-se empregar recurso de segurança intrínseca com atuação automática (ABNT, 2020). No caso da previsão do uso da água quente por usuários fragilizados, medidas de segurança adicionais devem ser adotadas para limitar automaticamente a temperatura máxima da água (ABNT, 2020).

4.1.6 Risco de queimadura por contato

O contato com as superfícies expostas dos componentes do sistema de água quente não pode incorrer em riscos de queimaduras quando o sistema se encontra em sua temperatura de operação normal. Os trechos de tubulações que podem conduzir água com nível de temperatura acima de 70°C devem ser identificados, isolados e protegidos (ABNT, 2020). No caso da impossibilidade de isolamento térmico das superfícies dos componentes devem ser tomadas medidas para alertar e proteger os usuários e operadores.

4.2 Requisitos de projeto relacionados a habitabilidade

A Tabela 2 apresenta os requisitos estabelecidos relativos a habitabilidade.

Tabela 2 – Requisitos de habitabilidade

Desempenho esperado	Descrição	
Estanqueidade	Estanqueidade das tubulações	Os componentes do sistema predial de água quente não podem apresentar vazamentos ou exsudações.
Funcionamento das instalações	Distribuição de água quente	O sistema predial de água quente deve fornecer água nas condições adequadas para as atividades e processos.
	Geração e armazenamento de água quente	O sistema de aquecimento deve gerar água quente nas condições adequadas para a distribuição e uso.
Proteção sanitária da água potável	Contaminação das instalações	O sistema predial de água quente não pode permitir a contaminação da água potável por meio do ingresso de corpos ou fluidos estranhos ao mesmo, bem como pelos materiais que o compõe e pelo risco de estagnação.

Fonte: Autores

4.2.1 Estanqueidade das instalações de água quente

As tubulações e componentes do sistema predial de água não podem apresentar queda de pressão ou exudações quando submetidas a pressão e temperatura de teste durante o período de teste. De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020), a pressão mínima deve ser de 1,5 vez a pressão estática de operação na seção, a temperatura mínima deve ser de 80°C e o período de teste deve ser de 1 hora.

4.2.2 Geração e armazenamento de água quente

O sistema de geração e, caso necessário, armazenamento de água quente deve atender a demanda de água quente para as atividades consumidoras, considerando o perfil de vazão previsto no intervalo de pico definido, além de atender a capacidade de recuperação desejada. Durante o período de pico, a temperatura da água não pode ser inferior a temperatura mínima definida. As fontes de energia empregadas para o aquecimento da água, bem como sua participação, devem ser definidas com base na disponibilidade local e na legislação aplicável.

4.2.3 Distribuição de água quente

O sistema predial de água quente deve ser capaz de fornecer água dentro das faixas de pressão, vazão e intervalos compatíveis com as atividades e processos consumidores definidos, considerando as condições de uso simultâneo, tempo de espera pela água quente e as oscilações máximas especificadas no ponto de utilização. Atenção deve ser dada ao método de determinação de vazões, que devem ser justificados nos elementos integrantes do projeto, e em especial no caso de sistemas que requerem medição setorizada.

4.2.4 Contaminação das instalações

O sistema predial de água quente deve ser projetado de modo a não afetar a qualidade da água. No caso da necessidade de controles adicionais, como o risco de contaminação por *Legionella*, deve-se proceder com uma análise de perigos e pontos críticos de controle para determinar as medidas a serem adotadas. No caso da presença de sistemas de água não potável na edificação, o sistema de água quente deve ser testado de modo a garantir que não existem conexões cruzadas.

4.3 Requisitos de projeto relacionados a sustentabilidade

Os requisitos de sustentabilidade estão presentes na Tabela 3 e descritos a seguir.

Tabela 3 – Requisitos de sustentabilidade (continua)

Desempenho esperado	Descrição	
Vida útil de projeto	Durabilidade e vida útil de projeto	O sistema deve ser projetado de modo a atender a vida útil de projeto estabelecida.
Flexibilidade e adaptabilidade	Geração e distribuição de água quente	O sistema deve ser capaz de gerar e fornecer água quente, considerando a previsão de alteração no perfil de uso do sistema, seja pelo aumento da demanda por água quente ou pela inclusão de novos processos consumidores, sem incorrer em perdas significativas ou não previstas do desempenho pré-estabelecido.

Fonte: Autores

Tabela 3 – Requisitos de sustentabilidade (conclusão)

Desempenho esperado	Descrição	
Manutenibilidade	Manutenibilidade e acessibilidade	O sistema predial de água quente deve ser projetado de modo que as atividades de manutenção e operação sejam passíveis de execução de maneira facilitada e segura para os usuários e operadores.
Eficiência energética	Geração e distribuição de água quente	O sistema predial de água quente deve ser projetado de maneira a reduzir o consumo de energia para o aquecimento e distribuição de água.
Uso eficiente da água	Gestão da água	O sistema deve ser projetado de modo a reduzir o desperdício de água quente, além de reduzir as vazões e pressões de operação, sem dificultar ou prejudicar a execução das atividades fim ou o desempenho do sistema. O consumo de água deve ser monitorado periodicamente por meio de medidores para permitir a gestão da água.

Fonte: Autores

4.3.1 Durabilidade e vida útil de projeto

O sistema de água quente deve ser projetado de modo que a vida útil de projeto (VUP) seja igual ou superior 20 anos. O projeto deve especificar os meios empregados para mitigar os efeitos das intempéries que possam causar desgaste e degradação acelerada. No caso de componentes ou trechos que necessitam de manutenção em um intervalo inferior a vida útil do sistema, o projeto deve prever acesso conforme especificado nos requisitos de manutenibilidade.

4.3.2 Flexibilidade e adaptabilidade

O sistema de água quente deve ser projetado considerando alterações previstas no perfil de demanda do sistema e/ou a inclusão de novos processos consumidores previamente definidos. As soluções definidas para atendimento às alterações previstas não podem incorrer em perda de desempenho do sistema ou falha em atendimento aos requisitos estabelecidos anteriormente.

4.3.3 Manutenibilidade e acessibilidade do sistema

A setorização do sistema para fins de manutenção deve permitir a execução das atividades de manutenção, testes e verificações previstas sem a necessidade de intervenções significativas. Os componentes que requerem manutenção periódica ou inspeção devem ser passíveis de acesso pelos operadores e usuários definidos, considerando os espaços necessários para a execução das atividades.

No caso de subsistemas e componentes que alimentam uma ou mais unidades ou setores, cuja falha ou a parada de um ou mais componentes implica em perda total da funcionalidade do setor em questão, a exemplo de bombas ou válvulas redutoras de pressão, o projeto deve prever redundâncias ou a disponibilidade de componentes adicionais para substituir temporariamente aqueles que necessitam ser removidos para manutenção.

4.3.4 Eficiência energética

O sistema de aquecimento deve ser projetado considerando a eficiência dos

aquecedores. No caso do emprego de energia solar, a participação no atendimento da demanda energética deve ser estabelecida previamente ao projeto. No caso da intenção de certificação, deve-se estabelecer os níveis almejados.

As perdas térmicas inerentes ao armazenamento e distribuição de água quente devem ser minimizadas pelo emprego de materiais e componentes com maior capacidade de isolamento térmico, pela redução da temperatura, da extensão e do diâmetro dos tubos, bem como pela automação do sistema de recirculação.

4.3.5 Uso eficiente da água

No caso da intenção de certificação ambiental, os critérios e requisitos que devem ser atendidos e os níveis almejados devem ser definidos. O projeto deve prever um plano de monitoramento do consumo de água quente e a obtenção de meios de verificação dos indicadores de consumo com a periodicidade e precisão definida. Deve-se atentar para o consumo e para a vazão de água dos aparelhos sanitários empregados, de modo a reduzir o desperdício de água nos processos consumidores.

5 CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa apontam que para fomentar a prática do Comissionamento dos sistemas prediais de água quente foi necessário adaptar os requisitos normativos para uma abordagem ao desempenho, em especial aqueles presentes na NBR 5626 (ABNT, 2020). Ao mesmo tempo, observa-se que devido ao caráter inovador do tema, diversos pontos, em especial os métodos de verificação em campo, ainda necessitam ser pesquisados com maior abrangência para permitir obter melhores resultados com o processo.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016**. Agência Nacional das Águas. Brasília. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **ABNT NBR 5626**: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro. 2020.
- _____. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro. 2013.
- _____. **NBR 15575-6**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 6: Sistemas Hidrossanitários. Rio de Janeiro. 2013.
- BENEDICTO, S. M. O. **Desempenho de sistema predial de águas quente**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2009.
- ELETOBRÁS - PROCEL. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005 - Classe residencial – Relatório Brasil**. Rio de Janeiro. 2007.
- International Organization for Standards (ISO). **ISO 19208**: Framework for specifying performance in buildings. 2016.
- ISHIDA, Christianne dos Santos Figueiredo; OLIVEIRA, Lúcia Helena de. Escopo para comissionamento de sistemas prediais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016. p. 4524-4534.
- TOMÉ, M. C. **Análise do impacto do chuveiro elétrico em redes de distribuição no contexto da tarifa horossazonal**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Campinas. 2014.