MARIA ISABEL RODRIGUES TEIXEIRA

Comissionamento dos Sistemas Prediais Hidráulicos em Edifícios Multipavimentos

São Paulo
2019

MARIA ISABEL RODRIGUES TEIXEIRA

Comissionamento dos Sistemas Prediais Hidráulicos em Edifícios Multipavimentos

Versão Revisada

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Inovação na Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves

SÃO PAULO

2019

Nome: TEIXEIRA, Maria Isabel Rodrigues

Título: Comissionamento dos Sistemas Prediais Hidráulicos em Edifícios Multipavimentos

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção de título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

À minha família querida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, David e Nilda, por tudo que me ensinaram.

Ao meu marido, Júlio César, pelo apoio e amor, fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Orestes Gonçalves, por toda a ajuda, paciência e orientação.

Aos Professores Doutores Lucia Helena de Oliveira, Marina Sangoi de Oliveira Ilha e Moacyr E. A. da Graça, pelas observações e pelo auxílio.

Ao Prof. Dr. João da Rocha Lima, pelo apoio e orientação.

À minha prima, Luciana Riggs, pela ideia.

À minha amiga Laiz Rodrigues Gonçalves Landi, pela ajuda com a revisão.

À minha filha Júlia, minha maior companheira, pela ajuda com o texto final.

A todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram neste caminho, muito obrigada.

RESUMO

Devido aos enormes impactos socioeconômicos e ambientais que a indústria da construção civil tem na sociedade, existe a necessidade de se aumentar a eficiência do processo construtivo. O comissionamento surgiu nos Estados Unidos no final do século XX e serve para verificar e controlar a aderência do sistema construtivo considerado ao seu propósito em todas as etapas de sua vida útil, tendo como objetivo principal atender aos requisitos do proprietário e às normas legais. O objetivo deste trabalho é propor um processo de comissionamento para sistemas hidráulicos prediais, e por meio desta proposta difundir o uso do comissionamento. A norma americana sobre o assunto dá o subsídio necessário e, a partir de suas determinações, é proposta uma rotina de execução do comissionamento, para garantir que todos os aspectos relevantes do sistema construtivo em questão sejam respeitados. As normas brasileiras aplicáveis aos sistemas prediais de água servem de base para a adaptação do processo ao mercado brasileiro. Uma aplicação piloto foi feita para exemplificar parte da aplicação do processo proposto, em um empreendimento na cidade de São Paulo. O resultado esperado é uma rotina de uso do comissionamento para os sistemas construtivos hidráulicos.

PALAVRAS-CHAVE: Comissionamento, Construção civil, Relatórios, Normas para construção civil, Sistemas Hidráulicos Prediais.

ABSTRACT

In light of the huge economic and socio-environmental impacts produced by the construction industry in society, it is necessary to increase the efficiency of the construction process. The commissioning process has emerged in the United States in the late twentieth century and proposes planning and control for building system considering all stages of the lifetime of the project, with the main objective to meet the owner's requirements and legal standards. This work intends to study the application of the commissioning in hydraulic building systems of multipavimentos buildings. The objective is to develop a specific commissioning process for hydraulic systems to demonstrate the applicability to all systems and through this knowledge spread the use of commissioning. This work also deals with the commissioning process of building systems and its place in the production chain of Construction. In the absence of a specific Brazilian standard, the American standard on the matter will be investigated and, from the standpoint of its determinations, a routine of commissioning will be shown to ensure that all relevant aspects of the construction system in question are respected. The applicable Brazilian law on hydraulic systems will be researched in search of an adaptation of the process to the Brazilian market. A pilot program will be conducted to check the adhesion of the process during the implementation of one project in the city of São Paulo. The expected result is a routine to the use of commissioning for hydraulic building systems.

KEYWORDS: Commissioning, Building, Reports, Standards for construction, Hydraulic Building Systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Incidência de patologias nos edifícios por sistema predial.....	19
Figura 2	Impactos do comissionamento não ligados a energia.....	20
Figura 3	Esquema de etapas do método empregado.....	21
Figura 4	Os quatro tipos de comissionamento.....	31
Figura 5	Fases do Projeto Industrial Típico.....	32
Figura 6	Exemplo de Fluxograma para Processo de Comissionamento.....	39
Figura 7	Recorte da Figura 6 – Fase de Pré-Projeto.....	40
Figura 8	Recorte da Figura 6 – Fase de Projeto.....	43
Figura 9	Trecho da Figura 6 – Fase de Construção.....	47
Figura 10	Trecho da Figura 6 – Fase de Ocupação e Operação.....	50
Figura 11	Sistema de Suprimento de Água Transformado.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro1	Níveis e objetivos da inovação.....	16
Quadro2	Lista de atividades de Comissionamento e respectivas entregas.....	34
Quadro3	Exemplo de Modelo Padrão para Plano de Comissionamento.....	36
Quadro4	Ferramentas usadas em Planos de Comissionamento.....	56
Quadro5	Resumo geral do Processo de Comissionamento Proposto.....	79
Quadro6	Visão geral do Processo de Comissionamento Proposto.....	81
Quadro7	Matriz de Documentação - Fase de Pré-Projeto.....	86
Quadro8	Matriz de Documentação - Fase de Projeto.....	91
Quadro9	Matriz de Documentação - Fase de Construção.....	96
Quadro10	Matriz de Documentação - Fase de Ocupação e Manutenção.....	101
Quadro11	Questionário apresentado aos entrevistados.....	115
Quadro12	Resultados obtidos nos questionários.....	117
Quadro13	Resultados obtidos na aplicação piloto - Fase de Projeto.....	119
Quadro14	Resultados obtidos na aplicação piloto - Fase de Construção.....	120

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas (substitui NBR)
- ANSI** – *American National Standards Institute*
- ASHRAE** – *American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers*
- BCA** – *Building Commissioning Association*
- BIM** – *Building Information Modelling*
- BoD** – *Basis of Design*
- CSTB** – *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*
- Cx** – *Commissioning* – Comissionamento
- CxA** – *Commissioning Authority*
- ECBCS** – *Energy Conservation for Building and Community Systems Programme*. (Atual EBC)
- I-Cx** – Comissionamento Inicial
- IEA** – *International Energy Agency*
- ISO** – *International Organization for Standardization*
- LEED** – *Leadership in Energy and Environmental Design*
- NBR** – Norma Brasileira Registrada (antiga denominação da ABNT)
- NCBC** – *National Conference of Building Commissioning*
- NIBS** – *National Institute of Building Sciences*
- NIST** – *National Institute of Standards and Technology*
- On-Going Cx** – Comissionamento Contínuo
- OPR** – *Owner's Project Requirement*
- PEX** – Polietileno Reticulado Flexível
- RCx** – *Retrocommissioning*
- Re-Cx** – Recomissionamento
- Retro-Cx** – Retrocomissionamento
- SABESP** – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
- SINDUSCON-SP** – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
- WBDG** – *Whole Building Design Guide*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	14
1.1. OBJETIVO	18
1.2. JUSTIFICATIVA	18
1.3. MÉTODO DA PESQUISA	20
1.3.1. CONCEITUAÇÃO BÁSICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	20
1.3.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
1.3.3. PESQUISA NO MERCADO BRASILEIRO	22
1.3.4. DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE COMISSIONAMENTO	23
1.3.5. APLICAÇÃO PILOTO DO MODELO PROPOSTO	23
1.3.6. DISCUSSÃO	23
1.4. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	24
CAPÍTULO 2. O PROCESSO DE COMISSIONAMENTO	25
2.1. INTRODUÇÃO	25
2.2. PROCESSO DE COMISSIONAMENTO NO MUNDO	26
2.3. CONCEITOS DE COMISSIONAMENTO	30
2.4. DOCUMENTOS USADOS NO PROCESSO	34
2.5. COMISSIONAMENTO EM CADA FASE DO PROJETO	38
2.5.1. FASE DE PRÉ- PROJETO	40
2.5.2. FASE DE PROJETO	43
2.5.3. FASE DE CONSTRUÇÃO	46
2.5.4. FASE DE OCUPAÇÃO E MANUTENÇÃO	49
2.6. PAPÉIS E RESPONSABILIDADES	51
2.7. FERRAMENTAS DE SOFTWARE PARA COMISSIONAMENTO	56
2.8. COMISSIONAMENTO E A CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	57
2.9. BARREIRAS E GARGALOS IMPEDITIVOS AO COMISSIONAMENTO	60
2.9.1. AMBIENTE DE NEGÓCIOS HOSTIL	60
2.9.2. MÃO DE OBRA POUCO QUALIFICADA	61
2.9.3. PROCESSOS DE MANUFATURA RUINS	61
2.9.4. PROJETOS INSATISFATÓRIOS AO CLIENTE	62
2.9.5. FALTA DE CULTURA E <i>BENCHMARKING</i>	62
2.9.6. FALTA DE REPRESENTAÇÃO E UNIFICAÇÃO DA INDÚSTRIA	62
CAPÍTULO 3. SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS	64
3.1. INTRODUÇÃO	64
3.2. DESEMPENHO E QUALIDADE DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS	65
3.3. SISTEMA DE ÁGUA FRIA E QUENTE	67
3.3.1. SUBSISTEMA DE ABASTECIMENTO	69
3.3.2. SUBSISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO	69
3.3.3. SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA	70
3.4. MATERIAIS E COMPONENTES DO SISTEMA DE ÁGUA FRIA E QUENTE	71
3.5. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PROJETO HIDRÁULICO	73
3.6. ENSAIOS E TESTES	74
3.6.1. ENSAIO DE ESTANQUEIDADE	74
3.6.2. VERIFICAÇÃO DA PROTEÇÃO CONTRA RETROSSIFONAGEM	75
3.6.3. ENSAIO DE RESISTÊNCIA	75
3.6.4. ENSAIO DE POTABILIDADE DA ÁGUA	76
3.6.5. TESTES DOS EQUIPAMENTOS	76

3.6.6. LIMPEZA E DESINFECÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E TUBULAÇÃO	76
CAPÍTULO 4. COMISSIONAMENTO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS 77	
4.1. RESUMO DO PROCESSO.....	77
4.2. SEQUÊNCIA DE AÇÕES EM CADA FASE DO COMISSIONAMENTO	82
4.2.1. FASE DE PRÉ-PROJETO.....	82
4.2.2. FASE DE PROJETO	87
4.2.3. FASE DE CONSTRUÇÃO.....	91
4.2.4. FASE DE OCUPAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	97
4.3. DOCUMENTOS DE COMISSIONAMENTO	101
4.3.1. PLANO DE COMISSIONAMENTO/ACEITAÇÃO	101
4.3.2. OPR - OWNER'S PROJECT REQUIREMENTS	103
4.3.2.1. INTRODUÇÃO: CENÁRIO/ANTECEDENTES.....	104
4.3.2.2. OBJETIVOS	104
4.3.2.3. REQUISITOS E USOS FUNCIONAIS DE CADA AMBIENTE.....	105
4.3.2.4. VIDA ÚTIL, CUSTOS E QUALIDADE	105
4.3.2.5. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO	105
4.3.2.6. REQUISITOS DE MANUTENÇÃO	106
4.3.2.7. AVALIAÇÃO DO SISTEMA.....	107
4.3.2.8. DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO.....	107
4.3.3. BoD - BASIS OF DESIGN.....	108
4.3.4. RELATÓRIOS DE COMISSIONAMENTO	109
4.3.5. MANUAL DO SISTEMA.....	109
4.4. CONCLUSÃO DO PROCESSO	113
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	114
5.1. COMISSIONAMENTO NO MERCADO BRASILEIRO	114
5.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO PILOTO.....	118
5.2.1. PLANO DE COMISSIONAMENTO DO EDIFÍCIO S.....	121
5.2.2. OPR DO EDIFÍCIO S.....	121
5.2.3. BoD DO EDIFÍCIO S.....	121
5.2.4. RELATÓRIOS DE COMISSIONAMENTO DO EDIFÍCIO S.....	122
CAPÍTULO 6. DISCUSSÃO SOBRE RESULTADOS	123
6.1. COMISSIONAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA.....	123
6.2. DISCUSSÃO SOBRE RESULTADOS DA APLICAÇÃO PILOTO.....	124
CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA	136
ANEXO 1	151
ANEXO 2	154
ANEXO 3	173
ANEXO 4	177

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Os agentes envolvidos na construção civil no setor de edificações vêm, há vários anos, sofrendo pressões para apresentar um produto final com maior qualidade. A competitividade do setor, a publicação e o amadurecimento de normas técnicas e as evoluções tecnológicas são fatores que contribuem para mudanças nos processos construtivos tradicionais, buscando formas mais eficientes de conduzi-los. Além disso, a crescente preocupação com a sustentabilidade do meio ambiente incentiva a adoção de processos construtivos mais eficientes. FABRÍCIO (2002) explica esse processo de mudança na construção civil:

A sofisticação das demandas sociais e dos clientes, associada à ampliação dos conhecimentos tecnológicos disponíveis e a especialização das profissões tem implicado uma maior complexidade dos empreendimentos e o aumento das exigências quanto aos custos e prazos da construção, qualidade e manutenibilidade do edifício, além da crescente preocupação com sustentabilidade dos processos construtivos e dos produtos gerados FABRÍCIO (2002, p.127).

Na indústria da construção civil, ao contrário do que acontece em outras indústrias, o produto final não segue uma padronização. Os edifícios servem para abrigar pessoas e objetos (animados ou não), porém a variedade dos objetos abrigados e, portanto, dos tipos de edificações, é tão grande que se torna impossível estabelecer uma rotina contínua de produção dos mesmos. Assim, cada edifício tem suas características próprias e há uma ampla gama de variação entre os projetos de construção. As exigências do proprietário e os critérios podem mudar drasticamente, mesmo durante a execução do projeto, não só por razões financeiras ou sociais, mas algumas vezes apenas por uma reavaliação pessoal dos envolvidos.

Devido à enorme quantidade e variedade de elementos e detalhes componentes do produto, a qualificação do mesmo não é evidente nem automática. Além disso, pela sua própria natureza, a construção civil abrange diversas disciplinas, envolvendo inúmeros profissionais especialistas em diferentes áreas. Nesse mercado atuam muitos agentes/*stakeholders*: o incorporador, que planeja e contrata o empreendimento; o construtor, que também o planeja e o executa; as equipes encarregadas dos projetos das várias disciplinas; os vários fornecedores de equipamentos, matérias-primas e mão de obra; o proprietário, na figura de uma pessoa física ou jurídica; os usuários, os vários órgãos oficiais que legislam sobre o

assunto, em suas várias instâncias, os vizinhos e pessoas que terão sua rotina alterada pela obra.

A comunicação entre esses agentes muitas vezes se dá de forma truncada e pouco eficiente, tanto pela diversidade de profissionais como pela complexidade do assunto, o que impede que os responsáveis pelas várias etapas do projeto tenham acesso às informações necessárias e suficientes em tempo adequado para produzir os melhores resultados.

Segundo Santos (2003), na construção civil há uma sucessão de fases, grande dispersão de responsabilidades e baixo grau de integração entre os agentes. Esse descompasso impede uma compreensão do projeto completo por todos os envolvidos, o que pode gerar interferências entre os projetos das várias disciplinas, erros construtivos e retrabalho na obra.

Além das dificuldades relacionadas à variedade do produto e da difícil comunicação entre os agentes, existe também o fato de que há muitas leis e normas que devem ser observadas, algumas delas ainda em fase de evolução.

É antiga a preocupação com a qualidade do produto da construção civil. Tratando desse assunto, Rocha Lima (1995) afirmou, ao se referir à qualidade de determinado produto, serviço ou sistema, que:

O primeiro parâmetro do referencial de qualidade a ser identificado pelo empreendedor é aquele que indica que características essenciais devem conter o produto a ser colocado para o mercado, segundo os padrões desse mercado (ROCHA LIMA, 1995, p.11).

O conhecimento das necessidades do usuário é fundamental para que seja possível o encaminhamento de soluções que as satisfaçam. Segundo Farina (2002), qualidade, no processo de produção de edifícios, é garantir que se atendam às necessidades dos clientes, que são todos os envolvidos no ciclo de vida do produto, desde o planejamento até a operação e manutenção. E ainda segundo Juran (1992)¹ apud Santos (2003), para o sucesso do empreendedor é fundamental atender às necessidades dos clientes, identificando qual a demanda a ser atendida, estabelecendo a solução mais adequada e estipulando metas para a qualidade.

Rocha Lima (1993) afirma que:

Os preceitos de qualidade não podem ser vistos somente no seu vínculo com problemas de projetos, insumos e tecnologia. Onde se

---

¹ JURAN, J. M. **A Qualidade Desde o Projeto**: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. São Paulo, Pioneira, 1992, 551p.

deve buscar diferenças, está nos sistemas de gerenciamento e aqui o Brasil tem muito a cuidar (ROCHA LIMA, 1993, p.19).

Para se atingir esse objetivo, foram desenvolvidas várias ferramentas e propostas de sistemas de gestão de qualidade, estando implícito que esse produto ideal deve respeito às normas e às leis vigentes e aplicáveis.

Sabbatini (1989) afirma que:

Um novo produto, método, processo ou sistema construtivo introduzido no mercado, constitui-se em uma INOVAÇÃO TECNOLÓGICA na construção de edifícios quando incorporar uma nova ideia e representar um sensível avanço na tecnologia existente em termos de: desempenho, qualidade ou custo do edifício, ou de uma sua parte (SABBATINI, 1989, p. 45).

Segundo Amorim (1999), as inovações estão distribuídas em três níveis: nos produtos acabados da construção, nos produtos fornecidos para a construção e na organização interna das empresas do setor, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Níveis e objetivos da inovação

Nível da inovação:	Objetivos associados principais:
Produto: (Um novo tipo de imóvel, como, por exemplo, prédios inteligentes)	Competitividade: prazos e variedade dos produtos.
Processo: (Insumos e equipamentos, como, por exemplo, novo tipo de revestimento ou novo equipamento de transporte)	Produtividade: controle e intensificação do trabalho.
Organizacionais: (Novo modelo de gerência do trabalho e do projeto)	Flexibilidade: capacidade de adaptação a um mercado “mutante”.

Fonte: Amorim (1999)

A inovação pesquisada neste trabalho, apesar de não representar um processo de produção de um insumo físico, consiste numa maneira de aumentar a produtividade por meio de controle e registro das atividades executadas.

Trata-se do comissionamento dos sistemas, um processo que visa prioritariamente atender às exigências do proprietário, por meio de um controle mais eficaz sobre o processo construtivo e seu respectivo produto. O comissionamento assegura que um sistema esteja projetado, instalado, testado, operado e mantido de acordo com as necessidades e requisitos operacionais definidos pelo seu proprietário.

Isso se dá por meio da atuação de um agente que ao mesmo tempo está dentro e fora do processo, ou seja, ele conhece muito bem as características do empreendimento, mas não é responsável direto por nenhuma etapa construtiva, podendo manter uma atitude isenta frente às dificuldades e problemas que porventura surjam.

O comissionamento deve ser realizado do começo ao fim do processo construtivo de um sistema, e o resultado final almeja que o projeto esteja de acordo com os desejos do proprietário, possibilitando a produção de uma documentação técnica a respeito do mesmo, bem como os manuais de operações do sistema comissionado.

A entrega do manual de operações deve acompanhar o treinamento dos responsáveis pela operação do sistema após a entrega do sistema ao usuário.

Segundo Cleto (2010), para se obter a certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é necessário que sejam comissionados o sistema de ar condicionado e o sistema de combate a incêndio. Isso demonstra não somente a importância que essa certificação dá aos aspectos energéticos do projeto, mas também a confiança nos resultados obtidos pelo processo do comissionamento.

Segundo Conceição (2007), a indústria da construção civil tem avançado profundamente nas áreas de planejamento, qualidade e sistemas construtivos. O processo de comissionamento pode contribuir em cada uma dessas três áreas, pois influi no planejamento, atua na verificação das instalações e permite a certificação e a documentação de ensaios.

O processo de comissionamento pode ser aplicado em qualquer um dos sistemas que compõem o empreendimento, e o conjunto de todas as informações coerentemente organizadas pode ser a base para um Manual de Operações completo. Será objeto deste trabalho o comissionamento dos sistemas prediais hidráulicos em edifícios multipavimentos.

A palavra “projeto” em português tanto pode se referir ao equivalente ao inglês, “project”, significando um conjunto de ações e processos coordenados com prazo definido e objetivo claro, como também pode ter o sentido do termo “design”, um trabalho utilizado para determinar as características de um sistema. Neste trabalho será usado o primeiro significado, e havendo a necessidade de referência ao segundo, será especificado o tipo de projeto, por exemplo: “projeto arquitetônico”.

A palavra “comissionamento” neste trabalho será abreviada como Cx, conforme o exemplo de outros trabalhos e normas estrangeiras como a da *American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers* (ASHRAE).

1.1. Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é propor um processo para fazer o comissionamento de sistemas prediais hidráulicos de edifícios multipavimentos, com foco nos sistemas de água fria e quente.

Como objetivos complementares serão propostos:

- Contextualização do processo como uma inovação tecnológica, situando-o na cadeia produtiva da construção civil brasileira;
- Fazer uma aplicação piloto para discutir as dificuldades na prática do modelo proposto.

1.2. Justificativa

Segundo Helene e Terzian (1992)² apud Santos Neto (2006), a indústria da construção civil é uma das mais importantes em qualquer escala de parâmetros e, portanto, sobre ela são depositados os anseios e expectativas de um produto de qualidade para o consumidor e para os construtores. Um resultado com boa qualidade na construção civil depende de inúmeros fatores, desde sua concepção até o final de sua vida útil. Trata-se de uma indústria de acentuada importância na economia nacional: de acordo com o Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), dados de 2015), a construção civil responde por aproximadamente 7% da população ocupada no Brasil.

Segundo Squicciarini (2011), a baixa qualidade e disponibilidade de dados relacionados à construção civil dificulta a avaliação do setor, bem como a definição de seus indicadores – sejam relacionados à produtividade, habilidades ou dinâmicas profissionais.

O sistema predial hidráulico tem importância significativa na qualidade final do empreendimento. De acordo com o Sindicato da Indústria da Construção Civil do

---

2 HELENE, P. R. L., TERZIAN, P. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. São Paulo: PINI; Brasília, DF: SENAI, 1992.

Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP), 75% das patologias da construção são decorrentes de problemas relacionados com os sistemas prediais de água e esgoto. Como se vê na Figura 1, Amorim (1997) constatou em pesquisa realizada em edifícios residenciais ocupados um elevado número de patologias nos sistemas prediais hidráulicos, onde os sistemas de água fria e quente totalizam 60% das patologias detectadas.

Figura 1 – Incidência de patologias nos edifícios por sistema predial.

Fonte: Amorim (1997)

Segundo Castro et al (2006), além da economia de energia, os benefícios econômicos proporcionados pelo comissionamento dos sistemas incluem a diminuição de erros e retrabalhos construtivos. Ainda segundo Castro et al (2006), há fortes indícios de que a realização do comissionamento é ainda mais impactante no caso de edifícios verdes do que no caso de edifícios convencionais.

O comissionamento no caso dos sistemas prediais hidráulicos também é de fundamental importância quando se considera que sistemas ineficientes ou não propriamente comissionados levam ao desperdício de um recurso natural finito e escasso, como a água doce.

Um sistema predial hidráulico bem projetado, instalado e mantido proporciona um aproveitamento melhor da água aos usuários.

Mills et al (2004) relatam que num estudo envolvendo 44 novos empreendimentos, 95 benefícios não diretamente ligados a consumo de energia foram relatados pelo uso do processo de comissionamento. A Figura 2 demonstra que o benefício com maior índice de incidência foi o aumento da vida útil dos equipamentos. O estudo foi feito considerando o uso do comissionamento para sistemas de ar condicionado, mas vem mostrar como o processo pode trazer benefícios na qualidade geral do sistema.

Figura 2 – Impactos do comissionamento não ligados a energia (novos empreendimentos).

Fonte: Mills et al (2004)

Segundo Cardoso (2015):

Considerando que as características setoriais influenciam a forma como uma tecnologia se difunde e se integra ao sistema produtivo, busca-se compreender a dinâmica da difusão tecnológica e a cadeia produtiva, cujos agentes serão os protagonistas no desenvolvimento do sistema.

Por esta razão é abordada neste trabalho uma conceituação da cadeia produtiva, procurando reconhecer os gargalos e barreiras à introdução da prática do comissionamento para os vários sistemas, objetivando oferecer sugestões para solução destes impedimentos. Ainda que o uso do comissionamento no mercado brasileiro seja pouco significativo, a observação desse mercado também serve de subsídio para a proposta do presente trabalho.

1.3. Método da Pesquisa

1.3.1. Conceituação Básica para o Desenvolvimento da Pesquisa

Este trabalho faz parte do Programa de Mestrado Profissional Construinova de Inovação na Construção Civil e o comissionamento para sistemas construtivos é uma inovação tecnológica no processo de controle e registro de informações de

sistemas. Sendo o objetivo a proposta de um processo de comissionamento, faz-se necessária uma revisão bibliográfica dos conceitos básicos para o desenvolvimento do trabalho, incluindo os temas: comissionamento de sistemas, sistema predial hidráulico, processos de controle e gerenciamento de empreendimentos. O método empregado neste trabalho é constituído por cinco etapas, que em síntese podem ser resumidas na Figura 3, a seguir:

Figura 3 – Esquema de etapas do método empregado.

Fonte: Autora a partir da sequência do método utilizado.

A etapa inicial da pesquisa consiste em uma revisão da bibliografia existente sobre o Processo de Comissionamento e os Sistemas Prediais de Água Fria e Quente. Um levantamento de como o Comissionamento é empregado no mercado da Construção Civil brasileira consiste na segunda etapa. A revisão bibliográfica desses dois temas aliada ao conhecimento do mercado define os parâmetros para propor um Processo de Comissionamento específico para o sistema escolhido.

A terceira etapa consiste no desenvolvimento de uma proposta para aplicação de Comissionamento para Sistemas Prediais Hidráulicos.

A quarta etapa consiste na aplicação piloto do modelo proposto. O método desenvolvido foi aplicado para um caso específico, tendo sido uma parte do processo acompanhada pela autora.

A quinta etapa consiste na organização dos dados obtidos, relatando o ocorrido no caso prático onde foi aplicada a proposta, fazendo uma discussão sobre conceitos do Comissionamento e a aplicação do Modelo proposto.

Considerando os resultados obtidos, apresenta-se as considerações finais a respeito dos procedimentos e posturas relativas ao Processo de Comissionamento para os sistemas prediais hidráulicos.

1.3.2. Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica do estado da arte do processo de comissionamento de sistemas em obras de engenharia civil consiste na busca por informações sobre a aplicação do processo. O processo de comissionamento foi investigado por meio da leitura de artigos científicos, trabalhos técnicos e normas estrangeiras que tratam deste assunto, com ênfase especial para a *ASHRAE Guideline 0-2005: The Commissioning Process*, *ASHRAE Guideline 1.1-2007 – HVAC&R Technical Requirements for the Commissioning Process* e *NIBS Guideline 3-2006 – Exterior Enclosure Technical Requirements for the Commissioning Process*. Foram obtidas sugestões a respeito de outras possíveis fontes de consulta com especialistas na área.

O capítulo sobre sistema predial hidráulico, objeto da aplicação do processo de comissionamento neste trabalho, foi escrito com a preocupação de delimitar o escopo do trabalho e alinhar conceitos. Menciona os conceitos de sistema e desempenho, a Norma de Desempenho, ABNT NBR 15575-1 (2013) e outras Normas usadas para determinar e descrever os ensaios e testes para avaliação do sistema.

1.3.3. Pesquisa no Mercado Brasileiro

A partir dos parâmetros e requisitos definidos durante a revisão bibliográfica, determinou-se uma lista de atividades que deveriam fazer parte do processo para que este tivesse uma aderência mínima ao que se entende por comissionamento.

Desenvolveu-se uma série de questões, que foram apresentadas a cinco profissionais gabaritados, que afirmaram ter executado o comissionamento em suas

obras. As respostas deram origem a uma tabela que demonstra o baixo grau de homogeneidade da percepção do comissionamento por parte desses profissionais.

1.3.4. Desenvolvimento do Processo de Comissionamento

Com base nos parâmetros e requisitos definidos na revisão bibliográfica e considerando o mercado da construção civil brasileira, desenvolveu-se uma proposta de método para aplicação de comissionamento dos sistemas prediais hidráulicos de edifícios multipavimentos, com foco em sistemas de água fria e quente. O método proposto poderá eventualmente ser empregado em outros sistemas.

O processo está detalhadamente descrito em todos os seus passos, relacionando todas as ações necessárias desde a concepção do empreendimento até a elaboração do manual de operação do sistema.

1.3.5. Aplicação Piloto do Modelo Proposto

Com o objetivo de se ter uma ideia das dificuldades encontradas para aplicar o comissionamento num empreendimento em São Paulo, foi feita uma aplicação piloto. Neste trabalho a aplicação piloto foi feita em um edifício residencial de padrão médio/alto localizado em São Paulo. Por limitações de prazo deste trabalho não foi possível uma aplicação completa, abrangendo todas as fases do empreendimento. Optou-se por uma aplicação nas fases de projeto e construção.

1.3.6. Discussão

Neste item do presente trabalho é apresentada a avaliação da aderência dos processos na prática e das dificuldades observadas durante sua aplicação.

Discute-se também uma recomendação para que o processo de comissionamento seja efetuado em todos os sistemas construtivos, de forma que o conjunto dos manuais gerados a partir de sua aplicação constitua o Manual de Operação do Edifício.

1.4. Estruturação do Trabalho

O trabalho está estruturado em sete capítulos, incluindo este que trata da introdução ao tema, objetivos da pesquisa, justificativa para o seu desenvolvimento, o método utilizado e a estruturação do trabalho.

O capítulo 2 apresenta e caracteriza o conceito do processo de comissionamento, utilizado ao longo do trabalho, e traz informações do histórico do processo.

O capítulo 3 apresenta, por meio de revisão bibliográfica das normas brasileiras e de material acadêmico, o recorte do sistema predial hidráulico considerado no trabalho.

O capítulo 4 apresenta a proposta para o processo de comissionamento ao sistema predial hidráulico, definindo e detalhando como e quando os documentos necessários devem ser apresentados, e explicando as fases do processo.

O capítulo 5 apresenta os resultados obtidos, na forma de tabelas e descrições dos fatos.

O capítulo 6 discute os resultados, relacionando os fatos ocorridos com os esperados na proposta.

O capítulo 7 apresenta as considerações finais da pesquisa e sugestões para futuras pesquisas relacionadas ao tema.

CAPÍTULO 2. O PROCESSO DE COMISSIONAMENTO

2.1. Introdução

Bosco (2012) define o comissionamento como o conjunto de técnicas e procedimentos de engenharia aplicados de forma integrada a uma unidade (ou planta) industrial, visando torná-la operacional, dentro dos requisitos estabelecidos pelo cliente final.

Segundo Domingues (2008), o comissionamento teve sua origem na indústria naval, assegurando a integridade dos navios. Por meio do processo verificava-se e testava-se todos os sistemas do navio ainda nas docas, antes de sua entrega definitiva ao usuário. Sua aplicação na construção civil só começou nos Estados Unidos na segunda metade do século XX, no final da década de 1970.

Segundo o *WholeBuilding Design Guide* (WBDG), instrumento eletrônico não-governamental norte-americano sem fins lucrativos criado para oferecer normas, critérios e tecnologia para construção, o comissionamento é um processo que visa melhorar a entrega de um projeto tendo como foco a qualidade. O processo propõe verificar e documentar todos os elementos e partes do sistema comissionado, de forma que sejam planejados, projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com o documento *Owner's Project Requirements* (OPR), em português: Requisitos de Projeto do Proprietário. O processo funciona com times de trabalho para documentar o planejamento, a entrega, a verificação e o gerenciamento de riscos do sistema comissionado. Por meio de revisões de projeto e verificações *in loco* é assegurada a qualidade da construção, o que também ajuda a maximizar a eficiência energética, a sustentabilidade e a segurança da ocupação do ambiente. O comissionamento produz planos de manutenção preventiva, manuais customizados para o sistema comissionado e procedimentos de treinamento que todos os usuários devem seguir.

Em 1996 surgiu a *Building Commissioning Association* (BCA), uma associação norte-americana dedicada ao processo do comissionamento em construção civil. A BCA apresenta em seu site um histórico geral dos eventos ligados ao uso do comissionamento, mostrando como a ASHRAE, associação ligada aos profissionais dos sistemas de ar condicionado, começou a adotar o processo e estabeleceu uma norma para uso em sistemas de ar condicionado e outra para comissionamento em

geral. Gradualmente o processo começou a ser adotado por empresas que procuravam garantias de qualidade em seus projetos, e surgiram outras publicações determinando os parâmetros do processo.

Em 2008 a BCA publicou “*Best Practices for Existing Buildings*”, um guia para comissionamento de edifícios existentes, e em 2013 a ASHRAE revisou a diretriz *Guideline 0: The Cx Process*, que continua sendo a principal referência internacional para o comissionamento. Em 2005 foi publicado por Visier (2005) o resultado do Anexo 40 da IEA ECBCS (*International Energy Agency - Energy Conservation for Building and Community Systems Programme*.(Atual EBC), e nesse trabalho se ressalta que o comissionamento é um processo, ou seja, uma sequência de tarefas coordenadas que devem ser executadas de maneira estruturada.

Legris et al (2010) observam no Anexo 47 que o IEA Anexo 40 definiu o Comissionamento como um “processo orientado para a qualidade para pesquisar, verificar e documentar o desempenho de um sistema construtivo no alcance dos objetivos e critérios definidos”. Essa definição internacional se aproxima muito da usada pela ASHRAE: “processo de certificação de que o sistema esteja projetado, instalado, testado funcionalmente e pronto para ser operado e mantido desempenhando conforme o objetivo do projeto”.

Há muitas definições para comissionamento, como bem ficou demonstrado em Ishida (2015), que conclui:

Comissionamento é um processo para atender aos requisitos de projeto do proprietário, documentar as fases do ciclo de vida do edifício, capacitar os profissionais de operação e manutenção, com o objetivo de evitar falhas, diminuir desperdícios e retrabalhos, melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade (ISHIDA, 2015, pág. 30).

2.2. Processo de Comissionamento no Mundo

Ferreti et al (2018) mencionam que a necessidade de melhorar o desempenho da construção é global, e levou a numerosas colaborações internacionais. Desde 2000, a *International Energy Agency* (IEA) *Energy in Buildings and Communities Program* (EBC, antigamente conhecida por *ECBCS*) completou dois anexos de pesquisa sobre comissionamento de sistemas construtivos, reconhecendo o papel do processo de comissionamento no esforço de melhorar a conservação de energia. O Anexo 40 estabeleceu um entendimento comum do processo de comissionamento e

iniciou a pesquisa que se tornou a base do desenvolvimento de normas nacionais em diversos países e ferramentas automatizadas.

O Anexo 40 foi o resultado de um esforço de pesquisa internacional em conjunto, conduzido por 54 organizações (incluindo instituições de pesquisa governamentais, universidades e empresas diversas da área) na Bélgica, Canadá, Finlândia, França, Alemanha, Hong Kong, Hungria, Japão, Coréia, Países Baixos, Noruega, Suécia, Suíça e Estados Unidos.

Subsequentemente, o Anexo 47 se concentrou no avanço do uso da tecnologia no comissionamento. O Anexo 47 foi conduzido por 50 organizações (incluindo instituições governamentais de pesquisa, universidades e profissionais de comissionamento) na Bélgica, Canada, República Checa, Finlândia, Alemanha, Hong Kong/China, Hungria, Japão, Países Baixos, Noruega, e Estados Unidos.

Segundo Castro (2008), o uso do comissionamento tem se tornado cada vez mais reconhecido no mundo como um valioso mecanismo para garantir a qualidade do projeto, instalação e operação dos edifícios, e a necessidade global pelo aumento dessa qualidade tem levado a numerosas colaborações internacionais. Castro (2008) descreveu um panorama internacional do estado do comissionamento para sistemas construtivos, incluindo a situação na Europa, na Ásia e na América do Norte.

Segundo Castro (2008), na Europa, com exceção da Grã-Bretanha, o uso do processo de comissionamento ainda é bastante recente. Com o estabelecimento da EPBD (*European Performance of Buildings Directive*) em 2002, a Comissão Europeia tornou necessário que os países membros sigam diretivas para garantir a eficiência energética das suas construções. Como o processo do comissionamento é bem alinhado com os objetivos da EPBD, vários programas europeus de pesquisa nacional começam a apresentá-lo como uma ferramenta para seguir a diretiva. Em muitos países europeus as tarefas de comissionamento têm foco na entrega do empreendimento ou são executadas como parte do gerenciamento de *facilities*.

A Grã-Bretanha, por meio do CIBSE (*Chartered Institution of Building Services Engineers*), foi o primeiro país a desenvolver normas para o comissionamento para sistemas de ar condicionado, em 1960. Normas para os outros sistemas seguiram-se a essa e proporcionaram as bases para normas de outros países. Segundo Castro (2008), as normas para comissionamento britânicas davam ênfase às fases de pós-construção, mas com a crescente competitividade do mercado nos anos

1980 e 1990 os serviços de comissionamento foram sendo absorvidos pelo escopo dos serviços dos subempreiteiros, o que trazia um impacto negativo em sua qualidade, devido a pressões por cortes de custo. Além do CIBSE, há outras organizações britânicas ligadas ao desenvolvimento do comissionamento, como a BSRIA (*Building Services Research and Information Association*), uma organização sem fins lucrativos que fornece consultoria de projetos, construção e operações. A CSA (*Commissioning Specialists Association*) também se dedica a impulsionar o comissionamento, por meio de treinamentos e certificações de profissionais.

Nos Países Baixos o comissionamento é praticado nas fases de entrega há vários anos, e seu uso tem sido incentivado pelo EPBD (*European Performance of Buildings Directive*) e pela introdução de leis que exigem de novos edifícios um desempenho de baixo gasto de energia. Na Holanda foi desenvolvida a Matriz MQC (*Model Quality Control*), que deu origem ao modelo usado pela equipe japonesa, liderada pelo Professor Nakahara. A Organização Holandesa para Pesquisa Científica Aplicada (*Netherlands Organization for Applied Scientific Research*) está envolvida no desenvolvimento de normas nacionais para o desempenho energético, o que incentiva o uso do comissionamento em todas as fases do empreendimento.

Na França, segundo Castro (2008), o comissionamento é mais comumente implementado na fase de operação, ainda que haja interesse em adotá-lo desde o início, devido também às novas regulamentações do EPDB. Há estudos em andamento mostrando vantagens na adoção do processo em todas as fases. Visier (2001)³ apud Castro (2008) descreve a aplicação do comissionamento em sistemas de ventilação observando as fases determinadas na MQC, a matriz desenvolvida por pesquisadores belgas.

Na Alemanha, a lei, por meio da *Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)*, exige que durante as primeiras fases dos empreendimentos arquitetos e engenheiros projetistas sejam responsáveis pela supervisão e administração da construção, bem como pelas tarefas envolvendo testes, aceitação de fases, declaração de problemas, organização e documentação dos manuais de operação e protocolos de aceitação. O comissionamento ainda não está estabelecido, nem a necessidade de uma terceira parte para executá-lo, pois as tarefas acabam sendo

---

³ Visier J.C.2001b **Commissioning and Commissioning Tools for Ventilation Systems.** A40 B1 M2 F CSTB 01, 2001.

feitas internamente. Apesar disso, segundo Castro (2008), há esforços no sentido da implantação do comissionamento em todas as fases dos empreendimentos.

Na Noruega também não há uma prática generalizada do comissionamento, e em 2007 foi desenvolvida uma diretriz para comissionamento de sistemas de ar condicionado. Na Suécia, também, o comissionamento estava comumente ligado aos testes de aceitação e entrega do sistema. Recentemente o processo tem se iniciado em estágios mais anteriores. Na Finlândia, segundo Pietiläinen et al (2008), o comissionamento também era usualmente aplicado apenas nas fases de entrega dos empreendimentos. Novos estudos têm sido feitos pelo VTT (*Technical Research Centre of Finland*) no sentido de incentivar a prática correta do comissionamento, que deve abranger todas as fases.

Ainda segundo Castro (2008), diversos países na Ásia começaram a incentivar o uso do comissionamento, após terem participado de encontros sobre o assunto. Hong Kong foi um dos primeiros países da Ásia a adotar o comissionamento, devido à influência britânica. Chow et al (2006)⁴ apud Castro mencionam o grande aumento recente de contratos para comissionamento e retro-comissionamento, lembrando que em 1990 as normas britânicas para comissionamento da CIBSE foram usadas para nortear as primeiras diretrizes, que acabaram se tornando especificações e devem ser incorporadas em leis.

A China também é mencionada por Castro (2008) como possuindo vários códigos e regulamentações da construção civil por ser um mercado efervescente. Não havia regulamentação para o comissionamento, e a qualidade geral no setor era considerada baixa, mas nos anos 1990 os conceitos de comissionamento e qualidade começaram a ser introduzidos na China por influência de parcerias com empresas ocidentais.

Em 2006 o Japão tornou obrigatório o controle de desempenho energético em construção civil, o que demonstra relevante interesse pelo comissionamento. No Japão, a atuação da SHASE (*The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan*) contribuiu muito para o incentivo do comissionamento, por meio do desenvolvimento, em 2005, de uma diretriz para seu uso. Os japoneses usaram como base a matriz de qualidade desenvolvida pelos belgas aplicando-a por meio do software Excel.

---

⁴ CHOW, L. KH. et al. **Practice Guide to Building Commissioning Management**. Hong Kong Building Commissioning Centre. Hong Kong, 2006

Segundo Castro (2008), em Formosa (Taiwan), o comissionamento já é prática comum para novas construções, pois o governo determinou que todos os projetos com verba superior a US\$15.000.000,00 devem ser certificados quanto à sustentabilidade, o que no caso, inclui a necessidade do uso de comissionamento dos sistemas.

Na América do Norte, apesar do comissionamento estar consolidado em várias diretrizes reconhecidas pelo mercado, ainda há resistência quanto ao uso rotineiro do processo. Segundo Legris et al (2010), faz-se necessário que haja mais informação sobre os benefícios e custos para criar demanda e que haja maior número de profissionais certificados para criar oferta. Além disso, para aumentar a atratividade do processo, Legris et al (2010) sugerem que ferramentas eletrônicas e normatização podem diminuir o custo do processo e torná-lo mais atraente aos empreendedores.

No Brasil o processo de comissionamento ainda é pouquíssimo conhecido e aplicado, com exceção feita aos casos em que há intenção de se conseguir uma certificação do tipo LEED. Mesmo nesses casos, muitas vezes é feito somente para os sistemas de ar condicionado. Não existe uma regulamentação ou norma brasileira para o processo, e não há nenhuma em andamento. Este cenário começa aos poucos a mudar: a BCA americana tem uma representação no Brasil, que promove a troca de experiências e a difusão do uso do processo. A diretriz recomendada pela BCA é a da ASHRAE, que é a mesma usada para a aplicação piloto deste trabalho.

2.3. Conceitos de Comissionamento

De acordo com o Anexo 40 da IEA ECBCS, há quatro tipos de comissionamento, que são assim definidos:

- comissionamento inicial (I-Cx): um processo sistemático de controle da qualidade. Cobre todas as fases da Produção e a fase de Pós Aceitação da Operação e Manutenção;
- retrocomissionamento (Retro-Cx): comissionamento implementado em um edifício ou sistema existente, que não tenha passado pelo processo previamente. Ocorre na fase de Operação;
- recomissionamento (Re-Cx): processo implementado após o I-Cx ou Retro-Cx, quando o proprietário espera verificar, melhorar e documentar o

desempenho do sistema construtivo. Ocorre na fase de Operação. No caso de ter sido feito o comissionamento inicial, há uma pausa no processo, entre os dois tipos. Pode ser aplicado também após o Retro-Cx;

- comissionamento contínuo (On-Going Cx): conduzido para propósitos de operação e manutenção, otimizando o desempenho do sistema, após o I-Cx ou Retro-Cx. Ocorre na fase de Operação e Manutenção.

A Figura 4 ilustra graficamente a sequência das fases.

Figura 4: Os quatro tipos de comissionamento.

Fonte: Baseado na Tabela 1 - *International Energy Agency - Energy Conservation For Building And Community Systems Programme*. (2004) – Anexo40

Segundo a visão apresentada no Anexo 40, o comissionamento pode ser conduzido de três maneiras: a primeira com a presença de uma Autoridade Comissionária (CxA) externa à execução, subordinada apenas ao proprietário e independente dos outros agentes; a segunda em que as atividades de comissionamento são executadas pelos próprios agentes, sendo os mesmos certificados para isso; e a terceira, que é uma solução intermediária, em que a Autoridade Comissionária somente verifica se os agentes cumpriram todos os passos necessários ao processo.

No primeiro e no terceiro caso há uma certeza de que um observador imparcial conduzirá o processo, dando o máximo de segurança ao proprietário nesse aspecto. As desvantagens são os custos extras e o risco de que os agentes não se envolvam suficientemente no processo, prejudicando o resultado. Os defensores do comissionamento argumentam que esses custos extras são compensados pela

economia propiciada pelo processo e que o envolvimento dos agentes pode ser estimulado pela atuação competente da Autoridade Comissionária.

No segundo caso, o processo de comissionamento fica muito mais ligado à rotina diária dos agentes, já que serão estes os que o executarão. A maior dificuldade consiste na adequada diferenciação entre as tarefas relacionadas ao comissionamento e as suas tarefas usuais de projeto, instalação e verificação.

Outras fontes definem o comissionamento de forma ligeiramente diferente, relacionando-o a uma (ou mais de uma) fase específica do projeto. Vaz⁵ (2010) apud Buzzeti (2013) explica o processo do comissionamento para projetos industriais, que também pode ser dividido em etapas ou fases, conforme mostra a Figura 5.

Essas fases são muito similares às do projeto de um edifício multipavimentos, permitindo uma analogia entre um caso e outro.

Figura 5: Fases do Projeto Industrial Típico: Engenharia + Suprimentos + Construção + Comissionamento

Fonte: Vaz (2010) apud Buzzeti (2013)

Segundo o seu entendimento o comissionamento, que surge nas fases de engenharia, suprimentos e construção e tem sua atuação mais importante na fase de Pré-Operação e Testes, pode ser dividido nas seguintes etapas:

- Planejamento do Comissionamento: quando são desenvolvidos e revisados os procedimentos e normas aplicáveis ao Processo, definidos os pacotes de comissionamento, elaborados os *checklists*, elaborados os

⁵ VAZ M. A. M. **Melhores Práticas de Comissionamento**, Ed. Schoba, 2009, 250p.

cronogramas detalhados e implantados os softwares de gerenciamento do comissionamento;

- *Mechanical Completion* (Complementação Mecânica): quando ocorre a montagem das instalações e acompanhamento dos testes específicos dos equipamentos e instalações;
- Pré-comissionamento: quando são feitos os testes, preenchimento e validação dos protocolos de pré-comissionamento;
- Comissionamento: quando são feitos os testes, preenchimento e validação dos protocolos de comissionamento;
- Operação Assistida: quando, após os grupos de equipamentos já estarem comissionados, o processo de produção deve ser estabilizado, os parâmetros de funcionamento dos equipamentos devem ser monitorados, os ajustes finais nos sistemas devem ser realizados e deve ser averiguada a aderência ao Plano de Produção.

Durante os últimos anos a prática do comissionamento foi sendo ampliada conforme em vários países entidades governamentais passaram a exigir o seu uso, inclusive em paralelo com o uso de *Building Information Modelling* (BIM). Algumas certificações também exigem o uso do processo.

Atualmente a ASHRAE trabalha em conjunto com a *National Institute of Building Sciences* (NIBS) com o propósito de uniformizar os formatos das normas de comissionamento.

A NIBS vem desenvolvendo diretrizes técnicas para o uso do processo de comissionamento para vários sistemas: um exemplo é a NIBS Guideline 3-2012, *Building Enclosure Commissioning Process*, uma diretriz para o processo de comissionamento para os sistemas construtivos de envoltória, que deve ser usada em conjunto com a ASHRAE Guideline 0-2005. Esta última foi revisada e atualizada em 2013, que é a versão considerada neste trabalho.

A ASHRAE Guideline 0 (2013) está estruturada de forma a descrever um processo de comissionamento que seja capaz de verificar e se assegurar de que o sistema comissionado satisfaça os requisitos do proprietário, seguindo o OPR (*Owner's Project Requirements*).

Segundo a ANSI (2013), no processo de comissionamento as atividades devem ser sequencialmente definidas, assim como as respectivas entregas documentadas.

O Quadro 2, baseado numa tabela da ANSI (2013) mostra uma lista das atividades relacionando-as com suas respectivas entregas:

Quadro 2 – Lista de atividades de Comissionamento e respectivas entregas.

Atividade	Entrega
Início do Processo de Comissionamento	Definição de papéis e responsabilidades dos agentes envolvidos.
Decisão de requisitos do projeto	OPR
Desenvolvimento do Plano de Comissionamento	Plano do Processo de Comissionamento
Adequação dos projetos aos requisitos	BoD
Apresentação dos requisitos de Cx ao construtor	Especificações de comissionamento
Revisão dos projetos em vista dos requisitos	Relatório da revisão dos projetos
Revisão das propostas	Relatório da revisão das propostas
Observações e testes	Listas de checagem e relatórios
Resolução de problemas	Registro de problemas e resoluções
Montagem do Manual do Sistema	Manual do Sistema
Condução do treinamento	Planos e relatórios de treinamento
Operação pós-ocupação	Relatório final do processo
Montagem do Relatório de Comissionamento	Relatório de Comissionamento

Fonte: ANSI (2013)

2.4. Documentos Usados no Processo

Como ficou claro na definição do Comissionamento, a documentação das fases é parte importante do processo e deve ser feita do início ao fim, por meio de instrumentos definidos. Para Cleto (2012), a base do comissionamento apoia-se nos

dois principais documentos por meio dos quais se dá o processo: o OPR (*Owner's Project Requirements*) e o BoD (*Basis of Design*), em português, Bases do Projeto. Ambos estão definidos na ASHRAE Guideline 0 (2013). Estes fazem parte do Plano de Comissionamento, o documento que detalha o processo.

Segundo a ASHRAE Guideline 0 (2013), um Plano de Comissionamento bem desenvolvido forma as bases para o Relatório Final do Processo de Comissionamento. O Plano de Comissionamento identifica os procedimentos necessários ao sucesso do processo e deve ser atualizado a cada nova fase do projeto. Ele deve levar em conta o OPR e refletir o escopo e a verba disponível definidos para o processo. O Plano deve conter dentre outras as seguintes informações:

- uma visão geral do processo de comissionamento;
- papéis e responsabilidades para os integrantes do Time de Comissionamento, com as áreas de atuação e o detalhamento das tarefas de cada membro;
- documentação dos canais de comunicação a serem usados durante o projeto;
- descrição detalhada e cronograma das atividades do processo durante as fases de Pré-projeto e Projeto, onde estão definidas as datas dos eventos: reuniões do time, desenvolvimento do OPR e revisões do projeto;
- descrição generalizada das atividades do processo durante as fases de Construção e Ocupação/Manutenção;
- normas e formatos que serão usados para a documentação do processo facilitando a comunicação entre os membros do time e outras partes envolvidas;
- formulários do processo de comissionamento que serão usados durante as fases de Pré-projeto e Projeto para comunicar e controlar informações críticas do processo;
- procedimentos de verificação da documentação dos projetos das várias disciplinas;
- indicação de procedimento para quando a verificação não satisfizer o OPR;
- procedimentos de verificação por amostragem da satisfação dos requisitos do OPR durante todas as fases.

Um Modelo Padrão para Plano de Comissionamento para edifício de tamanho médio e sistema simples pode ser visto no Quadro 3, baseado no exemplo da Anexo 40.

Esse exemplo também foi desenvolvido para sistemas de ar condicionado, mas pode ser adaptado para qualquer sistema.

Quadro 3: Exemplo de Modelo Padrão para Plano de Comissionamento.

Pré-Projeto
Desenvolvimento do OPR Escopo e verba para comissionamento Escolha do gerente de comissionamento Execução da avaliação de risco Desenvolvimento inicial do Plano de Comissionamento Identificação dos requisitos dos testes funcionais
Projeto
Redação das especificações de comissionamento Revisão da verba para o sistema Definição do Time de Comissionamento e seus papéis Definição dos requisitos dos testes funcionais Elaboração do Plano de Comissionamento Revisão dos documentos de projeto para o Manual do Sistema Revisão da intenção do Projeto Revisão das necessidades do gerenciamento de manutenção Revisão das atividades da fase
Elaboração
Finalização das especificações de Cx Atualização do Time de Comissionamento e seus papéis Desenvolvimento dos formulários de desempenho Desenvolvimento dos formulários e procedimentos de teste Revisão do Manual do Sistema Atualização do Plano de Comissionamento Revisão das atividades da fase
Construção
Atualização do OPR Verificação dos relatórios de teste Desenvolvimento detalhado dos procedimentos de teste Desempenho ou verificação dos testes funcionais Condução das reuniões de comissionamento Coordenação do programa de comissionamento

continua

continuação

Atualização do Time de Comissionamento e seus papéis   Refinação dos formulários de comissionamento e listas de checagem   Revisão das propostas   Atualização do Plano de Comissionamento   Verificação do treinamento   Revisão das atividades da fase
Operação
Monitoramento dos <i>benchmarks</i> operacionais   Identificação dos itens de ação de garantia   Preparo do Relatório de Comissionamento   Resolução das questões de projeto/construção   Revisão final dos as-builts   Revisão final do Manual do Sistema   Treinamento do Time de Operação e Manutenção   Identificação das questões não resolvidas   Relatório Final de Comissionamento

Fonte: Baseado em ilustração da *International Energy Agency - Energy Conservation For Building And Community Systems Programme*. (2004) – Anexo40

O OPR é um documento fundamental do processo, da concepção até a operação. A execução do processo do comissionamento depende diretamente do OPR, pois este detalha os requisitos funcionais do projeto e as expectativas de como ele será usado e operado. Deve ser gerado na concepção do projeto e revisado e adequado ao longo de todo o processo. Contém todos os custos e viabilidades econômicas e técnicas do projeto. Deve ser claro e específico quando necessário.

O BoD (*Basis of Design*) é um documento que acompanha e complementa o OPR. É desenvolvido pela equipe de projetistas e arquitetos e deve incluir as metas do projeto, os critérios mensuráveis de desempenho, considerações de custo, *benchmarks*, critérios de sucesso e informações de apoio. Deve ser muito bem detalhado, tem o seu desenvolvimento desde o início do projeto, e vai sendo revisado para se adequar ao OPR. O Anexo 40 ressalta que o documento central do processo de comissionamento é o Plano de Comissionamento, que define as ações a serem executadas, dá aos vários envolvidos uma ideia do esforço e verba que

serão dispendidos e como isso se dará. Seu conteúdo global é definido no início e segue sofrendo alterações ao longo do processo. Os relatórios de acompanhamento do processo devem todos estar incluídos.

2.5. Comissionamento em Cada Fase do Projeto

O processo de comissionamento, conforme preconizado pela ASHRAE Guideline 0 (2013), tem uma sequência de atividades bem definida para cada fase da vida do sistema considerado. Cabe lembrar a importância de o processo ser iniciado junto com o início do Projeto, para assegurar que o sequenciamento das atividades não seja comprometido por informações faltantes ou inacuradas.

Cada fase do empreendimento e seus respectivos processos de comissionamento, desde a concepção até ocupação e manutenção, são descritos na ASHRAE Guideline 0 (2013) pelos procedimentos, métodos e documentação requeridos. Sem levar em conta elementos específicos, montagens ou sistemas, ela fornece uma visão global das atividades do processo de comissionamento, uma descrição dos processos de cada fase, os requisitos de aceitação e documentação de cada fase e os requisitos de treinamento para o pessoal de operação e manutenção.

A Figura 6, baseada num esquema da ASHRAE Guideline 0 (2013), mostra um exemplo de fluxograma para o processo de comissionamento que deve começar na concepção do empreendimento e seguir por todas as suas fases: Pré-Projeto, quando são feitos os planejamentos e primeiros pré-dimensionamentos; Projeto, quando são feitos os projetos executivos e documentações legais; Construção, quando o sistema é fisicamente executado; e Operação e Manutenção, quando o sistema passa a funcionar.

Essa figura serve de base para a explicação detalhada das fases, onde recortes de cada fase serão usados para ilustrar o processo.

Figura 6 – Exemplo de Fluxograma para Processo de Comissionamento

2.5.1. FASE DE PRÉ- PROJETO

Segundo a ASHRAE Guideline 0 (2013), durante a fase de Pré-Projeto são reunidas para o processo de comissionamento as informações sobre o projeto: os requisitos gerais, contextualização da comunidade, códigos, leis e regras aplicáveis, localização e clima, contextualização e tecnologia dos sistemas e suas funcionalidades, sustentabilidade, custos, cronogramas, e as necessidades e capacidades do cliente. Essas informações são necessárias para a tomada de decisões que definirá o Projeto. Com base nelas se estrutura o OPR, um dos documentos básicos que subsidiam o Plano de Comissionamento e o cronograma de atividades.

A Figura 7 apresenta uma sugestão de fluxograma de eventos para a fase de pré-projeto, que se inicia logo após a concepção do Projeto e termina com a passagem para a próxima fase, que é a fase de projeto.

Figura 7 – Recorte da Figura 6 – Fase de Pre-Projeto

Fonte: Autora a partir da ASHRAE Guideline 0 (2013)

A primeira atividade do processo nesta fase consiste na formação do Time de Comissionamento e na definição da pessoa responsável pelo processo, a Autoridade Comissionária (CxA). O Time de Comissionamento nesta fase deverá ser composto por representantes do proprietário, a CxA, os profissionais de projetos das várias disciplinas e o pessoal de gerenciamento do projeto. A figura do proprietário

abrange não apenas o dono do empreendimento, mas também os ocupantes, os operadores e o pessoal de manutenção. A CxA pode auxiliar na formação do time se ele ainda não estiver completo. A inclusão de pessoas ligadas a atividades de manutenção e operação pode ajudar a elaborar um plano mais eficiente. A composição do Time de Comissionamento evolui conforme o trabalho prossegue pelas fases subsequentes.

Estando definido o Time de Comissionamento, o próximo e importantíssimo passo é a definição inicial do OPR, em português: Requisitos de Projeto do Proprietário. Como o próprio nome indica, o OPR trata de documentar os desejos do proprietário, abrangendo todos os detalhes que possam estar relacionados com o Projeto. ASHRAE Guideline 0 (2013) propõe uma longa lista de itens para a composição do OPR, trazendo em seu anexo J um exemplo de uma matriz feita para auxiliar no seu desenvolvimento, onde aparecem todos esses itens.

Segundo a ASHRAE Guideline 0 (2013), o OPR deve incluir em seus registros:

cronograma e verba disponível do projeto; escopo e verba disponível do processo de comissionamento; requisitos de documentação do projeto (formato dos encaminhamentos, materiais de treinamento, relatórios e manuais de sistemas); instruções do proprietário; restrições e limitações; requisitos do usuário; cronogramas e requisitos de ocupação; requisitos de treinamento para o pessoal do proprietário; requisitos de garantias; requisitos de benchmarks; critérios de operação e manutenção para o sistema que reflitam tanto as expectativas do proprietário como as capacidades e a realidade do tipo de sistema; expectativas de manutenibilidade do sistema e seus equipamentos; requisitos de qualidade para materiais e construção, tolerância disponível nas operações do sistema; metas de eficiência energética; requisitos da comunidade; adaptabilidade para possíveis mudanças ou expansões do sistema; requisitos de integração do sistema, especialmente entre disciplinas; requisitos quanto à saúde e limpeza para ambientes internos, acústica, vibração, abalos sísmicos, acessibilidade, segurança, estética, construtibilidade e comunicação; e, finalmente, códigos e normas aplicáveis.

Esta é uma lista genérica que abrange todas as situações. É evidente que a composição do OPR deve conter o máximo de informações possível para possibilitar um bom resultado do processo, mas informações inúteis ou sem relevância não devem ser incluídas.

Além do desenvolvimento do OPR, na fase de Pré-Projeto também devem acontecer, concomitantemente, a identificação do escopo e da verba disponível para o Projeto e para o processo de comissionamento.

Essas informações contribuem para o desenvolvimento do Plano inicial de Comissionamento, que também deve levar em consideração informações aprendidas em outros projetos anteriores. O Plano de Comissionamento tem sua complexidade variável e de acordo com a necessidade fará uso de ferramentas eletrônicas para seu desenvolvimento.

Numa situação ideal, como prescrito pela ASHRAE Guideline 0 (2013), desde o início do processo todas as questões e problemas surgidos devem ser documentados organizada e separadamente. No momento de seu aparecimento devem ser marcados: um identificador numérico da questão, uma descrição breve do ocorrido, a data e hora em que ocorreu, o número do possível ensaio que tenha sido recomendado no momento, a identificação e localização do equipamento ou parte do sistema onde surgiu a questão, a ação recomendada (se aparente), a identificação do membro do time responsável pela resolução da questão, a data prevista para a resolução e o nome de quem está fazendo a documentação. Depois da resolução, é preciso documentar: a data da resolução, a descrição da ação corretiva, identificação de possíveis necessidades de mudança no OPR ou BoD, atestado de que a correção foi feita e o equipamento está pronto para ser retestado, nome de quem resolveu a questão, nome de quem está fazendo a documentação.

Periodicamente devem ser gerados relatórios para revisão de questões pendentes. Nestes devem constar: o número da questão, uma breve descrição, a data da identificação da questão, o nome do membro do time responsável pela resolução e a data esperada para a resolução.

O progresso do processo também deve ser documentado em relatórios periódicos, informando as atividades completadas desde o ultimo relatório, a descrição das mudanças no cronograma (se houver) e suas consequências para o Plano de Comissionamento, OPR e BoD, as questões novas e pendentes, junto com uma lista de ações para resolvê-las, e uma lista das atividades antecipadas. A frequência desses relatórios de progresso depende do volume de trabalho atingido e pode variar, mas uma sugestão da ASHRAE Guideline 0 (2013) é para fazê-los a cada quatro reuniões do time.

No desenvolvimento do Plano de Comissionamento inicial deve constar como estas informações a respeito das questões serão tratadas, qual a frequência e conteúdo necessário dos relatórios de questões e de progresso.

Os requisitos de aceitação para a fase de Pré-Projeto incluem a aceitação formal por parte do proprietário do OPR e do Plano de Comissionamento. Se não houver aceitação por sua parte, deve haver uma revisão do OPR, e consequentemente, do Plano de Comissionamento.

A documentação para a fase de Pré-Projeto consiste em: escopo e verba disponível para o Processo de Comissionamento e para o Projeto, OPR, Plano de Comissionamento, Relatórios de Problemas e Resoluções e Relatórios de Progresso.

2.5.2. Fase de Projeto

Na fase de Projeto, segundo a ASHRAE Guideline 0 (2013), o OPR deve ser usado como base na documentação do projeto para o processo de comissionamento.

A Figura 8 apresenta uma sugestão de fluxograma de eventos para a fase de projeto, que se inicia logo após a aceitação da fase de pré-projeto e termina com a passagem para a próxima fase, que é a fase de construção.

Figura 8 – Recorte da Figura 6 – Fase de Projeto

Fonte: Autora a partir da ASHRAE Guideline 0 (2013).

Para proceder à documentação do projeto para o processo de comissionamento, deve ser criado o documento BoD, que traz as características técnicas do projeto construtivo, de tal modo que transmita claramente os critérios do OPR e as hipóteses admitidas para o desenvolvimento da solução de projeto que atenda o objetivo.

Descrições narrativas dos elementos do sistema também devem ser desenvolvidas e incluídas no BoD, e o Plano de Comissionamento deve ser expandido para, mais tarde, incluir detalhes das atividades das fases de Construção e Operação e Manutenção.

Para que possam ser estabelecidos os requisitos para os documentos construtivos é necessário que estejam determinados os Requisitos de Treinamento, a Estrutura do Manual do Sistema e Requisitos dos *Checklists* da Construção. Além disso, deve ser feita a verificação do OPR e do BoD. Assim, as informações entregues por estes quatro passos possibilitam a definição desses requisitos, que serão, por sua vez, necessários à atualização do Plano de Comissionamento.

A ASHRAE Guideline 0 (2013) define as responsabilidades do Time de Comissionamento durante a fase de projeto, e são elas:

construir e manter um ambiente cooperativo dentro do time, assistir o proprietário em cobrar definições de papel e responsabilidades definidas no Plano de Comissionamento, identificar os especialistas que serão responsáveis pelas varias disciplinas, conduzir e documentar as reuniões, desenvolver o escopo e a verba disponível para projetos específicos do processo de comissionamento, informar todos os membros do time sobre decisões que alterem o OPR, verificar a documentação e revisão do BoD, desenvolver listas de checagem de construção, desenvolver requisitos para teste das fases de Construção, Operação e Manutenção, desenvolver requisitos de programas de treinamento, revisar o Plano de Comissionamento, revisar o OPR, escrever e revisar o relatório de progresso do Processo de Comissionamento.

A documentação do BoD, que é desenvolvida e revisada durante a fase de Projeto, deve ser exigida a cada entrega dos vários projetos construtivos e segundo a ASHRAE Guideline 0 (2013), deve incluir:

diretrizes e orientações do proprietário; opções de sistemas e montagem; argumentos para a seleção de sistemas e montagem; suposições de desempenho dos sistemas, montagens e equipamentos; descrições narrativas de sistemas e montagens; códigos, normas, diretrizes, regulamentações e outras referências; descrições específicas dos sistemas e montagens (Cálculos, dimensionamentos, ferramentas e procedimentos analíticos, condições ambientais, condições limitantes, referências de marcas e

modelos, suposições operacionais); diretrizes para os projetos construtivos desenvolvidos pelo time de projetistas.

O BoD documenta como cada critério do OPR deve ser implementado nos projetos construtivos. Para cada critério que não puder ser respeitado deve haver a correspondente documentação informando o que foi feito e como isso impactou o OPR.

Durante esta fase devem ser feitas as revisões direcionadas dos projetos construtivos. Todas as questões pendentes devem ser resolvidas antes da continuação do projeto. As revisões direcionadas dos projetos construtivos são compostas por quatro tarefas: revisão geral da qualidade dos documentos (inclui legibilidade, consistência e nível de completude), coordenação entre disciplinas, revisão específica para satisfazer o OPR para cada disciplina, verificação da aplicabilidade das especificações e consistência com OPR e BoD.

A ASHRAE Guideline 0 (2013) recomenda que a coordenação entre os projetos construtivos seja feita por amostragem em 10 a 20% do total, para evitar erros sistemáticos. A responsabilidade pela verificação completa pertence à equipe de projetos construtivos. Da mesma forma devem ser avaliados os dimensionamentos e a consistência com o OPR. A ASHRAE Guideline 0 (2013) apresenta em seu Anexo N um exemplo de roteiro de revisão dos projetos construtivos, onde recorda que é importante lembrar o papel do comissionador. Este deve, prioritariamente, verificar se o OPR está sendo atendido e se o sistema foi projetado com qualidade.

Nesta fase dá-se o início da estruturação do Manual do Sistema, que deve trazer as informações necessárias para entender, operar e manter os sistemas e seus elementos. Por meio do processo de Comissionamento ele expande o escopo tradicional de documentação de operação e manutenção e deve incluir: índice dos sistemas, sumário executivo, OPR, documentos do BoD, documentos de registros de construção, uma lista de procedimentos recomendados para registro de informações, guia de otimização rotineiro, manuais de operação e manutenção, materiais de treinamento, Relatório do Processo de Comissionamento. A ASHRAE Guideline 0 (2013) traz em seu Anexo O um exemplo de formato para um Manual do Sistema.

Nesta fase devem ser definidas as listas de checagem que serão usadas na construção. Estas listas auxiliam os instaladores provendo informações do OPR relativas a montagens e equipamentos, e normalmente incluem verificações dos

equipamentos e montagens, da pré-instalação e da instalação, e quaisquer respostas negativas. A ASHRAE Guideline 0 (2013) mostra em seu Anexo M alguns exemplos de formatos para listas de checagem.

Durante a fase de Projeto devem ser definidos os testes e verificações a que serão submetidos os sistemas e equipamentos, bem como quais os papéis e responsabilidades de novos membros do time. É preciso que seja providenciada a documentação para as próximas fases, definindo os cronogramas de atividades, os requisitos de documentação e relatórios, os protocolos de comunicação e os procedimentos do processo de comissionamento das fases de Construção e de Ocupação e Manutenção.

Segundo a ASHRAE Guideline 0 (2013), o cronograma de atividades deve incorporar:

As etapas onde ocorrem as reuniões prévias de concorrência e construção, reuniões do Time de Comissionamento, sessões de treinamento, envio de manuais de sistemas, testes especiais ou inspeção e aceitação do código, testes em geral, envio de Relatório Inicial do Processo de Comissionamento, revisão das garantias, encontro sobre lições aprendidas e Relatório Final do Processo de Comissionamento.

Os procedimentos de comissionamento a serem implementados durante as fases de Construção e de Ocupação e Manutenção devem ser claramente definidos, inclusive sobre como se dará o fluxo de informações entre os membros do time.

Os requisitos de aceitação para esta fase incluem a aceitação formal por parte do proprietário do BoD e do BoD revisado.

A documentação para esta fase consiste em: OPR revisado, BoD revisado, Plano de Comissionamento revisado, Relatório de Problemas e Resoluções revisado e Relatórios de Progresso. As informações contidas nestes documentos serão usadas nas fases subsequentes.

2.5.3. Fase de Construção

A fase de Construção ocorre durante a instalação e montagem do sistema. Devem ser efetuados os testes e ensaios cabíveis e o sistema deve ser colocado em funcionamento. Segundo a ASHRAE Guideline 0 (2013), esta fase também pode incluir atividades contratuais (concorrências, negociações, contratações).

A Figura 9 apresenta uma sugestão de fluxograma de eventos para a fase de projeto, que se inicia logo após a aceitação da fase de projeto e termina com a passagem para a próxima fase, que é a fase de Ocupação e Operação.

Figura 9 – Trecho da Figura 6 – Fase de Construção

Fonte: Autora a partir da ASHRAE Guideline 0 (2013)

Na fase de construção, o OPR e o Plano de Comissionamento devem ser revisados, as propostas, os sistemas e as montagens devem ser verificados junto ao OPR, formulários detalhando procedimentos de testes e dados devem ser desenvolvidos, o manual do sistema deve ser entregue, o treinamento para operação e manutenção deve ser verificado e deve acontecer a aceitação das atividades do processo de comissionamento da fase de construção. A ASHRAE Guideline 0 (2013) recomenda

que nos casos em que o processo de comissionamento comece somente na fase de construção, as atividades descritas para as fases anteriores sejam realizadas antes que a fase de construção comece. As atividades do processo de comissionamento durante a fase de Construção visam principalmente assegurar que o sistema seja instalado e montado de maneira a satisfazer o OPR. As reuniões de time, rotineiras e obrigatoriamente documentadas, devem facilitar a coordenação e cooperação entre os membros da equipe para atingir esse propósito.

O Time de Comissionamento nesta fase deve contar com os representantes do proprietário, a Autoridade de Comissionamento, os projetistas, os construtores, os fornecedores de material e mão de obra, e os gerenciadores. As responsabilidades deste time, seguindo a ASHRAE Guideline 0 (2013) incluem os seguintes tópicos:

- identificação dos profissionais que serão responsáveis pelas atividades do comissionamento para cada elemento do sistema;
- participação nas reuniões de concorrência: os concorrentes devem ser informados das particularidades e exigências do processo de comissionamento;
- coordenação dos representantes do proprietário: é importante que os representantes participem das reuniões do time, da revisão dos relatórios de comissionamento, das discussões sobre as mudanças no OPR, dos treinamentos do pessoal, das revisões das entregas e dos testemunhos dos ensaios e testes;
- revisão do OPR de forma a refletir decisões tomadas durante a concorrência e a construção;
- revisão do Plano de Comissionamento, de modo a incluir atividades novas ou revisadas durante a fase de Construção e incorporar os procedimentos de testes e formulários desenvolvidos durante a fase de Construção;
- condução de uma reunião de comissionamento Pré-Construção: onde serão revisados o OPR, o BoD e os requisitos dos documentos de contratação;
- revisão dos projetos construtivos e documentos entregues: onde especial atenção deve ser dada a desvios que possam impactar negativamente o OPR;
- programação das atividades do processo de comissionamento: para integrá-las e coordená-las com as outras atividades da fase de construção. O

- cronograma de construção deve incluir a data de início do projeto, sua duração, sua descrição e a entidade responsável por ele;
- desenvolvimento e documentação de procedimentos de testes e formulários de dados;
  - condução e documentação de reuniões do Time de Comissionamento, e os participantes devem receber com antecedência uma agenda dizendo onde e quando será a reunião, qual sua duração, quem são os participantes e quais os itens a discutir;
  - monitoramento da satisfação do OPR por meio de visitas periódicas da obra;
  - verificação da completude de itens indicados nas listas de checagem de construção;
  - execução de testes e ensaios;
  - verificação de treinamento de pessoal.

Os requisitos de aceitação para esta fase incluem a aceitação formal por parte do proprietário do manual do sistema e dos relatórios dos ensaios e testes e dos treinamentos, que devem corresponder às recomendações da Autoridade de comissionamento.

A documentação obrigatória para a fase de construção consiste em: Relatório de Progresso do processo de comissionamento e os elementos do comissionamento do manual do sistema.

2.5.4. Fase de Ocupação e Manutenção

A fase de Ocupação e Manutenção do processo de comissionamento inicia-se com o final da obra e início da operação do sistema. Idealmente o processo deve continuar até o fim da vida do sistema. Nesta fase, a operação, a manutenção e eventuais modificações no sistema ou em seus elementos devem ser sempre baseadas no OPR atualizado e a participação ativa do Time de Comissionamento faz parte do processo.

A Figura 10 apresenta uma sugestão de fluxograma de eventos para a fase de Ocupação e Operação, que se inicia logo após a aceitação da fase de Construção.

Figura 10 – Trecho da Figura 6 – Fase de Ocupação e Operação

Fonte: Autora a partir da ASHRAE Guideline 0 (2013)

Além de oferecer direcionamento nas atividades de operação e manutenção, a documentação desta fase é importante fonte de dados para futuros projetos, onde as lições aprendidas durante o uso de um projeto podem ajudar na concepção aprimorada do próximo. Segundo a ASHRAE Guideline 0 (2013), se o proprietário decidir adotar o processo de comissionamento somente nesta fase, o processo será denominado “retrocomissionamento”, e não faz parte do escopo dela. Trata-se de outro tipo de processo, com características próximas, porém diferentes deste.

O Time de Comissionamento deverá, nesta fase, coordenar as eventuais correções dos construtores, verificar se está sendo dada a continuação periódica de treinamento do pessoal e a aplicação de testes e ensaios nos elementos e equipamentos do sistema, verificar a revisão e atualização contínua do manual do sistema, conduzir e verificar avaliações periódicas de desempenho do sistema e seus elementos e completar o Relatório final do processo de comissionamento do

projeto. Toda correção necessária na execução do Projeto deve ser identificada no momento da entrega do mesmo, permitindo que a Autoridade de Comissionamento possa contatar o agente responsável pelo problema surgido. Reitera-se que esse procedimento se torna facilitado quando a Autoridade de Comissionamento está envolvida desde o início do processo. O manual do sistema é um dos objetivos mais importantes do processo de comissionamento, pois será peça fundamental na condução apropriada da operação e manutenção do empreendimento. Ele começa a ser formado na fase de construção, porém nesta fase se dará sua compleição, adicionando conteúdos que ainda não estavam disponíveis ou completando os que faltaram. Conforme sejam feitas mudanças no sistema, o manual deverá ser atualizado, e isso inclui correspondente atualização do OPR e do BoD.

Os requisitos de aceitação para esta fase incluem a aceitação formal por parte do proprietário de quaisquer treinamentos que tenham sido feitos, do manual de projeto final do sistema e do relatório final do processo de comissionamento durante a fase de Ocupação e Manutenção.

A documentação obrigatória para esta fase consiste em: Relatório final do processo de comissionamento do projeto e manual do sistema final. Estes deverão ser usados durante a vida do empreendimento.

2.6. Papéis e Responsabilidades

A participação harmoniosa dos envolvidos é fundamental para o bom resultado do processo de comissionamento. Para esse objetivo faz-se necessária a compreensão clara do papel de cada um, definindo e registrando as responsabilidades em contratos específicos.

Para que o processo de comissionamento seja implantado é necessária a atuação de um agente de comissionamento, que gerencia os comissionadores de cada sistema. Atualmente, para se obter a certificação LEED, é necessário que o agente de comissionamento, mesmo atuante no Brasil, seja acreditado junto ao USGBC – *United States Green Building Council*, o órgão americano responsável pela certificação LEED.

O Time de Comissionamento, que sofre mudanças a cada momento do projeto, deve ser liderado pela Autoridade Comissionária (do inglês *Commissioning Authority* – CxA).

A ASHRAE Guideline 0 (2013) prevê em detalhes essas responsabilidades, para cada um dos principais envolvidos, numa situação ideal.

O proprietário deve incluir no pedido aos projetistas uma declaração das responsabilidades e escopo ligados ao comissionamento; ajudar a desenvolver e se comprometer com o OPR do sistema e seus usos; designar equipes de operação e manutenção e programá-las para participar das reuniões, sessões de treinamento e inspeções; revisar e aprovar mudanças feitas no OPR, revisar e aprovar os documentos de construção; providenciar gravações de vídeo para as sessões de treinamento; gravar em vídeo o progresso da construção; revisar e comentar os Relatórios de Progresso do Processo de Comissionamento; revisar e comentar os Relatórios de Verificação do Processo de Comissionamento e revisar e aceitar os Relatórios do Processo de Comissionamento. É claro que a figura do proprietário, neste caso, não necessariamente está limitada a uma pessoa que tenha a propriedade do empreendimento. Por proprietário entende-se a entidade que será responsável pela realização e depois será dona (e possivelmente usuária) do empreendimento, e pode ser uma pessoa jurídica, ou um conjunto de pessoas.

A Autoridade Comissionária (CxA) deve:

- organizar e liderar o Time de Comissionamento;
- auxiliar no desenvolvimento e documentar o OPR;
- verificar se todas as atividades do Processo de Comissionamento estão claramente declaradas nos escopos de trabalho;
- integrar as atividades do Processo de Comissionamento no cronograma do projeto;
- preparar um Plano de Comissionamento que descreva o processo e atualizá-lo durante cada fase do projeto, incorporando mudanças e informações adicionais;
- revisar e comentar os documentos de projeto;
- preparar as atividades do Processo de Comissionamento para incluí-las na especificação do projeto, incluindo uma lista com as responsabilidades de cada contratado para com cada atividade;
- executar o Processo de Comissionamento escrevendo e revisando os Relatórios do Processo de Comissionamento, organizando as reuniões do

Time de Comissionamento e os eventos de treinamentos, testes e demonstrações descritos nos contratos e no Plano de Comissionamento;

- revisar os projetos e as especificações, verificando se o OPR foi satisfeito e se equipamentos de teste adequados foram providenciados em cada sistema, equipamento e montagem;
- programar todas as reuniões de coordenação e revisão de documentos;
- comparecer às pré-contratações dos projetistas para detalhar os requisitos do Processo de Comissionamento;
- programar as reuniões de pré-projeto e construção com 60 dias de antecedência da assinatura do contrato para revisar o processo e estabelecer cronogramas iniciais;
- desenvolver o formato inicial a ser adotado para as tabelas de Problemas e Soluções ao longo de cada fase do processo;
- programar as sessões de treinamento iniciais,
- revisar o programa de treinamento previsto pelo contratado para isso e assistir às primeiras sessões, para verificar se satisfaz o OPR;
- receber e revisar o manual do sistema recebido pelo construtor e verificar se satisfaz o OPR;
- testemunhar os testes e as montagens, verificando os resultados e registrando as deficiências;
- supervisionar o Time de Comissionamento com os testes, coletando os dados para o Relatório do Processo de Comissionamento;
- periodicamente revisar projetos e produzir projetos as built;
- verificar que o manual do sistema e todos os outros projetos e registros tenham sido atualizados para incluir as modificações;
- repetir a implementação de testes para acomodar testes que dependam da época ou para corrigir deficiências de desempenho;
- revisar e preparar o Relatório de Processo de Comissionamento final;
- reunir toda a documentação que inclui o Relatório de Processo de Comissionamento, o Manual do Sistema e todos os documentos de registro e submetê-la à revisão e aceitação do proprietário.

O projetista do sistema deve:

- participar e contribuir na documentação inicial do OPR;
- documentar revisões do OPR com a aprovação do proprietário;
- documentar o BoD;
- preparar os documentos de Contrato, integrando os requisitos e atividades recebidas da CxA;
- preparar documentos de contrato que coordenem interfaces entre sistemas;
- comparecer às reuniões de coordenação e revisão das fases de Pré-projeto e Projeto;
- responder rapidamente às questões e comentários propostos pelo Time de Comissionamento;
- comparecer às reuniões preliminares de contratação dos executores programadas pela CxA;
- especificar e verificar se a operação e manutenção do sistema e montagens estão adequadamente detalhadas nos documentos de construção;
- participar das sessões de treinamento iniciais de operação e manutenção apresentando o BoD do projeto;
- revisar os procedimentos de testes apresentados pelo construtor;
- revisar e comentar os relatórios periódicos de problemas e soluções;
- revisar e aceitar os documentos estabelecidos em contrato;
- revisar e comentar o Relatório de Processo de Comissionamento final;
- recomendar a aceitação final do sistema ao proprietário.

O construtor (ou empreiteiro) deve:

- incluir os custos para atividades do Processo de Comissionamento no preço do contrato;
- incluir as atividades e requisitos do Processo de Comissionamento em todos os contratos e subcontratos;
- obter a cooperação e participação de todos os subcontratados e executores;
- comparecer às reuniões do Time de Comissionamento de pré-construção;
- incluir os marcos do Processo de Comissionamento na programação do cronograma do projeto;
- providenciar acessibilidade adequada à operação e manutenção da facilidade;

- implementar o programa de treinamento detalhado nos documentos de contrato;
- providenciar propostas para o proprietário, projetistas e CxA;
- informar a CxA quando os sistemas e instalações estiverem prontos para teste;
- demonstrar o desempenho das instalações ou operação dos sistemas à CxA;
- completar as checklists de construção conforme o trabalho for sendo realizado e apresentá-las prontas à CxA;
- manter continuamente os relatórios de projetos e detalhamentos como especificado nos documentos de contrato;
- entregar uma declaração certificando que o trabalho foi completado e que o sistema está funcionando de acordo com os documentos do contrato;
- entregar os relatórios apropriados aos profissionais designados para revisão e aceitação;
- remediar as deficiências identificadas pela CxA durante a verificação da instalação ou dos testes;
- revisar e comentar o Relatório de Processo de Comissionamento final.

O fornecedor dos equipamentos usados deve:

- providenciar toda informação necessária à operação e manutenção do sistema ou instalação;
- providenciar os requisitos para manter a garantia;
- coordenar e executar os testes de fábrica como detalhado nos documentos de contrato;
- providenciar treinamento como detalhado no programa de treinamento constando dos documentos de contrato;
- demonstrar a operação e o desempenho do sistema ou instalação como detalhado nos documentos de contrato.

2.7. Ferramentas de Software para Comissionamento

O uso de ferramentas digitais para o comissionamento tem um potencial de facilitar e estimular a aplicação do processo e há muitas opções a escolher. Não está dentro do escopo deste trabalho o detalhamento desse aspecto do processo, e por esta razão se apresenta apenas uma visão geral.

O Anexo 40 ressalta que o documento central do processo de comissionamento é o Plano de Comissionamento, que define as ações a serem executadas, dá aos vários envolvidos uma estimativa do esforço e recursos que serão dispendidos e como isso ocorrerá. Seu conteúdo global é definido no início e ao longo do processo sofre atualizações, que devem incluir a aposição de todos os relatórios de acompanhamento.

Para apoiar a definição e aplicação do plano, o Anexo 40 apresenta três ferramentas, que variam em nível de detalhamento das tarefas. As ferramentas e suas descrições estão mostradas no Quadro 4.

Quadro 4: Ferramentas usadas em Planos de Comissionamento.

Ferramenta	Descrição	Nível de detalhe
Listas de checagem	Nível mínimo de definição de Plano de Comissionamento	Baixo
Modelos padrão de Plano de Comissionamento (SMCxP)	Descrição típica de ações de Comissionamento durante o projeto.	Médio
Matriz para Controle de Qualidade (MQC)	Ferramenta extensa e detalhada para o gerenciamento do projeto.	Alto

Fonte: Baseada na Tabela 1 - *International Energy Agency - Energy Conservation For Building And Community Systems Programme*. (2004)

As três ferramentas estão descritas na publicação do Anexo 40, que apresenta uma visão geral de cada uma.

Segundo Gaete (2007), dentre os objetivos almejados pelo uso das ferramentas de software no comissionamento estão: gerenciar o grande volume de dados e sua complexidade, gerar os registros de execução e aprovação e armazenar as evidências, garantir a rastreabilidade, disponibilizar as informações a todos os envolvidos, aperfeiçoar o planejamento e acompanhamento do trabalho, registrar todo o histórico do comissionamento do empreendimento e garantir o alinhamento com a metodologia.

Existem outros softwares disponíveis no mercado que se propõem a automatizar o comissionamento, como por exemplo:

- CCMS (*Completions & Commissioning Software Management System*) um módulo do Continuum Edge desenvolvido pela americana/canadense IBS (*Industrial Business Solutions*);
- CMSappDatabase, desenvolvido pela CMScompletion de Cingapura;
- IBM MaximoAsset Management, desenvolvido pela IBM, não é específico para comissionamento, mas pode ser utilizado em módulos;
- Vempra Software para Comissionamento, desenvolvido pela Vempra Field Management Software (Áustria/Brasil);
- Zenator, desenvolvido pela Falcon Global (UK e USA);
- GO-CMMS, desenvolvido pela britânica QED International;
- Go-Console, desenvolvido pela holandesa Lucy Software BV;
- HMSWeb, desenvolvido por HMSWeb Ltda / Forship Engenharia (Brasil);
- PCMsyst, desenvolvido pela brasileira PCM Engenharia;
- PWCom, desenvolvido pela australiana Portreef;
- WinPCS, desenvolvido pela norueguesa Complan;
- Unidrive M Connect – Commissioning tool, módulo desenvolvido pela Emerson Industrial Automation.

2.8. Comissionamento e a Cadeia Produtiva da Construção Civil

A implantação, nos sistemas construtivos, do uso do processo de comissionamento permitiria um aumento da competitividade do setor da Construção Civil como um todo, já que o processo visa assegurar que um sistema esteja projetado, instalado, testado, operado e mantido de acordo com as necessidades e requisitos

operacionais definidos pelo seu usuário. A exigência por um resultado final com maior qualidade traz novas perspectivas e necessidades de tecnologia, sustentabilidade e inovação a todos os participantes da cadeia produtiva em todas as suas fases.

Para se reconhecer os gargalos e barreiras à introdução da prática do comissionamento para os vários sistemas e oferecer sugestões para solução destes impedimentos, faz-se necessária uma reflexão sobre a cadeia produtiva da construção civil.

Segundo Castelo (2013), a cadeia produtiva da construção civil é composta pelas construtoras, incorporadoras e prestadoras de serviços auxiliares da construção, que realizam obras e edificações; por segmentos da indústria de transformação, os que produzem materiais de construção; por segmentos do comércio varejista e atacadista; e por várias atividades de prestação de serviços, tais como serviços técnicos profissionais, serviços financeiros e seguros.

Os agentes da cadeia produtiva da indústria da construção civil que se relacionam com o processo do comissionamento são:

- contratantes (empreendedores): pertence a eles a decisão de contratar o processo do comissionamento para os vários sistemas que compõem o empreendimento;
- empresas de projetos de construção e engenharia consultiva: trabalham junto com o agente comissionador no momento de identificar as necessidades do proprietário e mais tarde, ao detalhar os projetos, planejar e gerenciar a construção do empreendimento de acordo com as diretrizes do processo;
- construtoras: trabalham junto com o agente comissionador, permitindo sua atuação ao longo da fase de construção do empreendimento;
- empresas de execução de serviços de obra: trabalham junto com o agente comissionador, permitindo o controle sobre o resultado de seu trabalho;
- indústrias de materiais e componentes, de subsistemas integrados e de fabricação de máquinas e equipamentos: devem fornecer dados e informações confiáveis sobre os materiais, componentes, subsistemas e máquinas por eles fabricados e fornecidos para a construção civil;

- empresas de aluguel de máquinas e equipamentos: devem fornecer dados e informações confiáveis sobre as características dos equipamentos alugados para a construção civil;
- empresas com atuação pós-entrega: são beneficiadas pela atuação do comissionamento, que produz o Manual de Operações e providencia os treinamentos das equipes ao final da fase de construção;
- órgãos públicos, entidades setoriais e sindicatos: o processo de comissionamento em sua aplicação correta também assegura que as normas e regulações sejam atendidas;
- instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento e capacitação profissional: estudam e desenvolvem o processo do comissionamento, bem como formam novos profissionais capacitados;
- laboratórios: fornecem dados relativos aos ensaios feitos durante a obra;
- mercado de trabalho: envolve os trabalhadores do setor, o time de comissionamento e os agentes comissionadores.

A comunicação entre todos esses agentes é importante fator de impacto na qualidade final do produto da construção civil. Conforme já observado, segundo Medeiros (2012), cerca de 40% dos problemas de qualidade na construção civil e falhas em edifícios podem ser atribuídos a projetos de construção deficientes, resultado de uma má gestão do processo de projeto.

Uma das possibilidades para melhorar o controle sobre a qualidade do produto final é o uso do processo de comissionamento nos sistemas construtivos.

Dentro da Cadeia Produtiva da Construção Civil alguns fatores, de acordo com Cardoso (2005), podem ser destacados como mais influentes no processo do comissionamento, representando oportunidades e barreiras para o desenvolvimento tecnológico e organizacional do subsector de edificações. Podemos citar:

- determinantes macroeconômicos: a estabilidade macroeconômica interna permite ou não a implementação de regras mais definidas e novas tecnologias para aplicá-las;
- determinantes politico-institucionais: a política científica e tecnológica, que possibilita o surgimento de novas tecnologias;
- determinantes legais-regulatórios: defesa da concorrência e do consumidor, que visa esclarecer a população acerca dos seus direitos e de como ter

acesso à informação sobre seus bens e defesa do meio ambiente, que traz exigências por um processo construtivo mais consciente e controlado;

- determinantes sociais: educação e qualificação da mão de obra, que permite a implementação de novas tecnologias; padrão de vida dos consumidores, que permite à população um nível melhor de consumo e política Nacional da Habitação, que deve proteger a qualidade do produto entregue aos cidadãos.

Segundo Cardoso (2005), para uma análise organizacional de uma empresa do setor da construção civil são considerados o plano externo ao subsetor (ambiente politico-institucional), o plano do subsetor (da cadeia produtiva) e o plano da empresa (organização do trabalho).

2.9. Barreiras e Gargalos Impeditivos ao Comissionamento

Algumas barreiras e gargalos impedem a adoção rotineira do processo de comissionamento na Cadeia Produtiva da Construção Civil:

2.9.1. Ambiente de Negócios Hostil

Existe uma dificuldade para introduzir inovações tecnológicas na forma de novos processos. A indústria da construção civil é pautada por uma concorrência cega, que visa ao maior retorno financeiro mediante o menor esforço possível. Segundo Castro (2008), a necessidade de maior eficiência energética e qualidade é há tempos evidente, porém critérios e decisões de investimento míopes representam uma grande barreira. Inovações que não impliquem em lucro imediato e visível têm dificuldade para se estabelecer. O compartilhamento de informações, vital para o processo do comissionamento, ainda é visto com desconfiança por muitos agentes da cadeia, que pensam que isso pode lhes trazer um aumento de responsabilidades com menor remuneração. Trata-se da mesma dificuldade que enfrentam os defensores do uso de BIM. Uma sugestão de solução para este entrave está na promoção da unificação e entendimento da cadeia como um todo. A promoção do entendimento, esclarecimento e união entre os componentes da cadeia por meio de programas de fomento da indústria e eventos acadêmicos poderia levar a um ambiente mais amigável e confiante. Castro (2008) opina que há uma necessidade

imediate de pesquisa para estabelecimento de metodologias padronizadas para documentar custos e benefícios.

2.9.2. Mão de Obra Pouco Qualificada

Hoje na construção civil há dificuldade por parte dos profissionais para executar corretamente o projetado. Para que o processo do comissionamento possa ser implantado, a mão de obra envolvida deve ter um nível de escolaridade adequado. Alguns dos problemas decorrentes de uma mão de obra não qualificada podem ser: instalação inadequada dos elementos do sistema, falta de registro dos ensaios feitos, má vontade ao lidar com agentes externos, comunicação falha entre os agentes. É claro que o problema da educação deficitária no Brasil ultrapassa de longe o âmbito da construção civil e permeia todas as áreas. A solução parece óbvia, mas não é simples: somente por meio da educação é possível melhorar a qualidade da mão de obra da indústria da construção civil. Uma educação básica de boa qualidade precisa alcançar toda a população e, além disso, são necessários programas de treinamento e cursos técnicos específicos para os envolvidos no processo construtivo.

2.9.3. Processos de Manufatura Ruins

Falta regularidade na qualidade e certificação dos produtos. Na indústria da construção brasileira ainda há um excesso de trabalho no canteiro em relação ao que seria desejável. Esse aspecto do processo construtivo leva a desperdícios, retrabalho, falta de segurança e de salubridade para a mão de obra. O produto muitas vezes fica sem a devida documentação. Exigências legais na regularidade e na qualidade e a certificação dos produtos podem resolver o problema. Para melhorar o processo de manufatura deve-se procurar o máximo possível de industrialização dos elementos, evitando o excesso de trabalho nos canteiros de obra. Os produtos devem obedecer às regulamentações existentes.

2.9.4. Projetos Insatisfatórios ao Cliente

Quando o documento de requisitos do cliente já nasce com problemas, o processo inteiro fica comprometido. Para executar o comissionamento é elaborado um documento (OPR) onde constam os requisitos do cliente para que este forneça claramente as características de seu produto. O envolvimento do cliente e do time de comissionamento no processo construtivo desde seu início é fundamental para a elaboração do OPR, que é a base do processo de comissionamento. São necessárias ações educativas tanto para o agente construtor como para o público em geral, no sentido de esclarecer as características do produto, com suas possibilidades e limitações. Programas como o PBPQ-H ou a publicação da Norma de Desempenho NBR 15575 são exemplos de fatores que ajudam o produtor e o cliente a ter maior conhecimento quanto aos requisitos que o produto deve atender.

2.9.5. Falta de Cultura e *Benchmarking*

Em geral as inovações são raras e demoradas, e para a implantação de uma inovação é necessário que esta seja conhecida e desenvolvida. A promoção de troca de conhecimento entre mercado e academia possibilita oportunidades maiores para que isso aconteça. Para que a implantação de um novo processo seja um sucesso é necessário conhecê-lo e desenvolvê-lo. Programas como o PIT (Programa Inovação Tecnológica na Construção) da CBIC promovem a troca de conhecimento entre mercado e academia. Castro (2008) afirma que programas internacionais proporcionam bases para transferência de tecnologia e adoção de políticas, citando como exemplos de esforços de disseminação do comissionamento a IEA ECBCS Anexo 40 e a Anexo 47, publicações de eventos relacionados ao processo.

2.9.6. Falta de Representação e Unificação da Indústria

A indústria da construção civil é fragmentada e pouco representada perante a sociedade. Trata-se também de um problema político, pois não há uma liderança clara no setor. As normas que regem a construção são confusas, contraditórias ou, em alguns casos, inexistentes. Falta um direcionamento eficiente que leve a uma

uniformização da legislação. Seria necessária uma revisão geral da legislação, seguindo um plano pré-definido. O caminho para se chegar a um acordo sobre a legislação está na solução do ambiente de negócios hostil, onde todos desconfiam de todos. Uma associação entre o mercado e a academia, supervisionada por uma autoridade governamental teria condições de rever e uniformizar as normas e organizar a cadeia produtiva.

CAPÍTULO 3. SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS

3.1. Introdução

Segundo Ackoff (1975)⁶ apud Graça (1986), um sistema é um conjunto de dois ou mais elementos inter-relacionados de algum modo. Churchman⁷ (1972) apud Farina (2002) completa que um sistema presta uma ou mais funções dentro de um determinado ambiente. Segundo Graça (1986), os elementos de um conjunto e o conjunto de elementos devem ter as seguintes propriedades:

- as propriedades ou comportamento de cada elemento têm efeito sobre as propriedades do conjunto como um todo;
- as propriedades ou comportamento de cada elemento e a maneira pela qual afetam o todo dependem das propriedades ou comportamento de pelo menos um outro elemento do conjunto;
- cada possível subgrupo de elementos do conjunto tem as duas primeiras propriedades.

Considerando o caso de um edifício como um sistema, Ilha (1993) apresenta a definição de um edifício:

Um sistema composto por diversos subsistemas que se inter-relacionam, onde o melhor desempenho não se reduz a uma boa solução de cada parte isoladamente, mas na conjugação de todas para atender às funções a que o edifício se destina.

Os Sistemas Prediais podem ser entendidos como o conjunto de insumos e serviços necessários para o desenvolvimento das atividades em um edifício. Segundo Gonçalves (1993), são sistemas físicos, integrados a um edifício, que servem para dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com os insumos prediais necessários e propiciando os serviços requeridos. Ainda segundo Gonçalves (1993), as características dos Sistemas Prediais podem ser consideradas quanto aos aspectos de flexibilidade, confiabilidade e gerenciabilidade. A medida da flexibilidade de um sistema reflete-se na sua capacidade de adaptação às evoluções funcionais do edifício. Sua confiabilidade é a probabilidade de permanência em operação, em função das ações a que o sistema pode estar sujeito. E sua gerenciabilidade está ligada à capacidade organizacional de gerir informações que permitam a ação efetiva sobre o sistema.

---

⁶ ACKOFF, R. L. **Redesigning the Future – A Systems Approach to Societal Problems**. New York: John Wiley, 272 p. 1974.

⁷ CHURCHMAN, C. W. **Introdução à Teoria dos Sistemas**. 2ed. Petropolis: Vozes. 1972.

Os Sistemas Prediais Hidráulicos podem ser entendidos como os sistemas que permitem a condução dos líquidos de forma adequada e controlável, e fazem, portanto, parte de um sistema superior, que é o sistema do edifício. Segundo Reali et al (2002), os principais objetivos de um projeto de instalação predial de água são:

- O fornecimento contínuo e em quantidade suficiente de água aos usuários, procurando amenizar ao máximo os problemas decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema público de abastecimento;
- A limitação a certos valores das pressões e velocidades do fluido, definidos em norma técnica, assegurando-se dessa forma o bom funcionamento da instalação;
- A preservação da qualidade da água através de técnicas de distribuição e reservação coerentes e adequadas propiciando aos usuários boas condições de higiene, saúde e conforto.

Neste trabalho são considerados os Sistemas Prediais de Água Fria e Quente. O sistema de combate a incêndio que, na grande maioria das vezes faz uso dos reservatórios de água potável com tubulação independente, é apenas mencionado, já que tem muito em comum com o de água fria e quente e pode ser comissionado de maneira análoga.

Não são abordados os sistemas prediais de esgoto, de águas pluviais, de combate a incêndio por hidrante e chuveiros automáticos e nem fontes de abastecimento provenientes do reuso da água (esgoto) ou do aproveitamento de água (de chuva). Também não são abordados os sistemas ligados aos fluidos do tipo vapor, gás combustível (Natural ou GLP), ar comprimido, vácuo, oxigênio etc., excluindo-se também o sistema de condicionamento de ar. Os sistemas elétricos e os de automação, obrigatoriamente ligados ao sistema hidráulico pela funcionalidade, também não são abordados neste trabalho.

3.2. Desempenho e Qualidade dos Sistemas Prediais Hidráulicos

Segundo Ilha (2009), são características inerentes aos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários (SPHS) a complexidade funcional intrínseca e a inter-relação dinâmica dos seus diversos subsistemas, além da enorme variedade de materiais, componentes e equipamentos constituintes (tubos, conexões, registros, válvulas, acessórios, reservatórios, bombas, tanques, equipamentos de controle e medição etc.). Por essa razão, segundo Teixeira (2011), a quantidade e a diversidade das manifestações patológicas possíveis nas edificações são enormes. Os problemas

podem ser originados de falhas nos projetos e execução, bem como do processo natural de obsolescência e desgaste do sistema, ou de sua má utilização.

O conceito de desempenho, segundo Wyly et al (1975)⁸ apud Graça (1986) centraliza-se na ideia de que os sistemas podem ser descritos segundo os desempenhos medidos em termos das exigências dos usuários. Segundo Graça (1986), a abordagem de sistema por meio do conceito de desempenho consiste em:

1. Caracterizar os usuários do sistema;
2. Definir as exigências e necessidades dos usuários;
3. Identificar as condições de exposição a que será submetido o sistema;
4. Definir os requisitos de desempenho;
5. Definir os critérios de desempenho;
6. Estabelecer os métodos para a avaliação do desempenho do sistema.

Estas atividades têm muito em comum com as do processo do comissionamento.

Uma vez estabelecidos os requisitos de desempenho de um sistema, o próximo passo é a definição dos critérios e métodos pelos quais esses requisitos devem ser avaliados. Segundo Graça (1986), os critérios de desempenho, de caráter quantitativo, estão diretamente relacionados aos requisitos de desempenho, de caráter qualitativo. Para permitir a verificação do atendimento aos critérios de desempenho do sistema existem os métodos de avaliação, como descrito a seguir.

Amorim (1989) apresenta critérios de desempenho para os sistemas prediais hidráulicos e sanitários, elaborados a partir dos quatorze requisitos constantes na norma ISO 6241/84.

No Brasil, a ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013) apresenta os requisitos gerais que os sistemas devem atender, divididos em grupos:

- Quanto à Segurança:
  - segurança estrutural;
  - segurança contra fogo;
  - segurança no uso e na operação.
- Quanto à Habitabilidade:
  - estanqueidade;
  - desempenho térmico;
  - desempenho acústico;
  - desempenho lumínico;
  - saúde, higiene e qualidade do ar;
  - funcionalidade e acessibilidade;
  - conforto tátil e antropodinâmico.
- Quanto à Sustentabilidade:

---

⁸ WYLY, R. S.; GALOWIN, L. S. An Approach to Performance Evaluation for Water Supply and Drainage for Buildings. **Proceedings of the CIB Comission W62, Symposium, Drainage and Water Supply for Buildings**, University of Glasgow. 1975.

- durabilidade;
- manutenibilidade;
- impacto ambiental.

Os requisitos e critérios de desempenho relacionados com o sistema de água fria e quente estão relacionados na ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013), em tabelas para cada um: Segurança Estrutural, Segurança contra Incêndio, Segurança no Uso e Operação, Estanqueidade, Desempenho acústico, Durabilidade e Manutenibilidade, Saúde, Higiene e Qualidade do Ar, Funcionalidade e acessibilidade, Conforto tátil e Antropodinâmico e Adequação Ambiental.

Os requisitos e critérios de Desempenho Térmico e Lumínico não se aplicam ao sistema.

Segundo Araújo (2004), além dos requisitos de desempenho, que traduzem as exigências dos usuários dos sistemas prediais hidráulicos, o projeto e a execução desses sistemas precisam atender às exigências constantes nas normas e regulamentos, as quais são, em sua grande maioria, prescritivas.

Neste trabalho a revisão bibliográfica das normas vigentes tem uma importância preponderante, pelo fato de que o objetivo básico do processo de comissionamento, além da satisfação dos requisitos do proprietário, é a observância das Normas vigentes e das boas práticas construtivas.

Para a caracterização geral do sistema predial hidráulico foram levadas em consideração: a ABNT NBR 5.626: Instalação predial de água fria, publicada em 1998 e a NBR 7198: Projeto e execução de instalações prediais de água quente, publicada em 1992. Está em andamento a preparação de uma nova norma técnica brasileira que irá abranger os dois sistemas. Também foi considerada a legislação do Estado de São Paulo, na figura do Decreto n. 12.342, de 27 de setembro de 1978, que dispõe sobre normas de promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de Estado da Saúde e da Lei n. 10.083, de 23 de setembro de 1998, que dispõe sobre o Código Sanitário do Estado.

3.3. Sistema de Água Fria e Quente

Landi (1993) observou que os sistemas prediais têm uma história relativamente recente, com início há menos de 200 anos, e os estudos envolvendo modelos matemáticos para o assunto, menos de cem anos. Por essa razão esta ainda é uma área em que existe muito espaço para inovações e melhorias.

O Sistema Predial de Água, que faz parte do subsistema de suprimento e disposição de água dentro dos empreendimentos deve ser projetado de modo a apresentar a harmonia funcional solicitada pelo usuário e pode ser dividido em dois subsistemas básicos: abastecimento (ou reservação) e distribuição. Gonçalves (1994) apresenta o esquema da Figura 11 para o Sistema de Suprimento de Água transformado:

Figura 11 - Sistema de Suprimento de Água Transformado:

Fonte: Gonçalves (1994)

O sistema de abastecimento ou reservação é formado pelos elementos que se situam entre o fornecimento de água e a rede de distribuição, de modo a garantir o funcionamento adequado do sistema predial. Compreende o ramal predial (ou ramal externo), o alimentador predial (ou ramal interno de alimentação), reservatório(s), instalação elevatória e sistema de pressurização, caso existam.

O sistema de reservação serve como garantia de fornecimento em casos de falta d'água.

O sistema de tratamento, constituído por filtros, garante a qualidade da água a ser distribuída.

O sistema de medição, constituído por hidrômetros, mede o consumo para efeitos tarifários. A respeito do tema de medição de consumo, cabe observar que a tendência atual para edifícios é a medição individualizada para cada unidade. Esta é uma solução interessante, pois os usuários mudam seus hábitos diários e tendem a economizar mais água quando são cobrados exatamente pelo que consomem. Além disso, segundo Carvalho (2012), fica facilitada a detecção de vazamentos no sistema, pois os próprios usuários identificam discrepâncias no consumo mensal e providenciam a manutenção corretiva da instalação.

O sistema de pressurização, Booster, é uma opção a ser usada quando houver deficiência de pressão no sistema.

O sistema de distribuição compreende os elementos entre o reservatório superior e/ou o sistema de pressurização e os pontos de consumo.

3.3.1. Subsistema de Abastecimento

Ainda segundo Ilha (1994), os Sistemas Prediais de Água Fria podem ser classificados em:

- Direto, com ou sem sistema de pressurização;
- Indireto, por gravidade e ou pressurizado;
- Misto, onde alguns pontos serão abastecidos diretamente da rede de abastecimento e outros não.

A água utilizada no sistema pode ter sua origem na rede pública ou em fontes alternativas como poços particulares, sistemas de reuso ou coleta pluvial. Segundo Hafner (2007), a adoção de um sistema de água não potável implica em inúmeros riscos à saúde dos usuários, uma vez que águas de qualidades diferentes passam a circular pelo sistema predial.

No caso deste trabalho é considerada apenas a rede pública como fonte de abastecimento.

Segundo Ilha (1994), a escolha do sistema a ser usado depende tanto das condições de disponibilidade de suprimento quanto pelas condições de demanda.

O decreto do Estado de São Paulo Nº 12.342, de 27 de setembro de 1978, determina em seus artigos que as normas da ABNT devem ser observadas quanto ao dimensionamento, execução e manutenção dos sistemas prediais de água.

No Estado de São Paulo, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de SP – SABESP exige que os edifícios com mais de três pavimentos sejam providos de reservatório.

3.3.2. Subsistema de Distribuição

O subsistema de distribuição consiste no conjunto de tubulações que conduzem a água até os pontos de consumo terminais. Segundo Ilha (1994), um dos seus principais requisitos é a entrega de água na quantidade adequada, sempre que necessário, com o mínimo de custo envolvido.

Existem dados amplamente confirmados que possibilitam a estimativa do consumo diário de qualquer tipo de edificação.

A norma brasileira estabelece condições mínimas de funcionamento para a instalação predial de água fria (NBR 5.626) e preconiza uma rotina para dimensionamento das tubulações.

Para garantir a pressão adequada em todos os pontos do sistema é comum o emprego de bombas de pressurização para os andares superiores e válvulas redutoras de pressão para os andares inferiores. O sistema deve ser dimensionado de modo que a vazão de projeto estabelecida seja disponível no respectivo ponto de utilização se apenas o mesmo estiver em uso.

3.3.3. Sistemas de Aquecimento de Água

Há várias formas de controle da temperatura da água nos pontos de utilização. Para aquecer a água é possível adotar um sistema individual para cada ponto ou um sistema central, que fornece água quente para vários pontos.

As fontes de energia usadas podem ser o gás combustível, a eletricidade e o sol. A NBR 7198 indica as médias de consumo diário de água quente para cada tipo de utilização, e o dimensionamento do aquecedor e dos reservatórios deve ser feito a partir desses dados.

O sistema central pode ser privado, alimentando uma única unidade habitacional, ou coletivo, alimentando várias unidades distintas. Atualmente a grande maioria dos empreendimentos prevê o aquecimento de água próprio para cada unidade, através de aquecedor individual de passagem ou acumulação a gás, ou seja, um sistema de condução único de água até o ponto onde se dá o aquecimento individual.

Segundo Ilha (1994), os geradores de água quente (aquecedores) podem ser divididos em instantâneo ou de acumulação.

O sistema individual é aquele que alimenta um único ponto de utilização e não depende de uma rede de água quente. São os chamados “aquecedores de passagem”. A alimentação de água fria é feita conjuntamente com os demais aparelhos e não existe tubulação transportando água quente. É o caso do chuveiro ou da torneira elétricos.

O sistema central pode ser dividido em dois sistemas de aquecimento de água: com e sem reservação. O sistema central com reservação, chamado de acumulação, conta com um tanque de armazenamento e uma fonte geradora de calor. A água é aquecida por um queimador, no caso de aquecedores a gás ou de outros produtos

de combustão, ou uma resistência, no caso de aquecedores elétricos. À medida que o volume de água aquecida é consumido, entra mais água fria no reservatório. A temperatura da água é medida por um termostato que regula a intensidade do fluxo de gás para o queimador ou a atuação da resistência. Neste caso também o abastecimento de água fria para o aquecedor deve ser feito através de coluna exclusiva, independente. A distribuição de água quente pode ser ascendente, onde há um barrilete inferior e as colunas sobem; descendente, onde há um barrilete superior e as colunas descem; ou misto, em que algumas colunas descem e outras sobem.

Para o sistema central de acumulação, existe a necessidade de uma tubulação de alimentação de água quente, resistente às temperaturas, exclusiva para o sistema, além da tubulação do tanque de armazenamento até os pontos de consumo.

O sistema central de passagem conta com uma fonte geradora de calor, com capacidade de aquecimento da água instantaneamente, apenas pela passagem da água fria pelo seu interior. Normalmente possuem fontes geradoras de calor com maiores potências do que os aquecedores de acumulação. O sistema central de passagem, analogamente ao sistema individual de aquecimento, recebe água fria pela mesma tubulação de alimentação dos demais aparelhos sanitários. Neste caso, entretanto, existe uma tubulação de água quente que a conduz desde o aparelho até os pontos de consumo.

Conforme o material utilizado para as tubulações de água quente, deve ser previsto isolamento térmico para as mesmas.

Por vezes, dependendo das distâncias envolvidas, deve ser feita uma tubulação de retorno dos pontos de consumo ao sistema de aquecimento, para recirculação da água quente, melhorando assim o conforto dos usuários e minimizando os desperdícios de água.

3.4. Materiais e Componentes do Sistema de Água Fria e Quente

Segundo Carvalho Jr (2013), uma escolha adequada de materiais, dispositivos e peças de utilização é condição básica para o bom funcionamento do sistema. A Norma ABNT NBR 5626 (1998) fixa as condições exigíveis e os critérios para a determinação desses materiais, e a Norma de desempenho, ABNT NBR 15575-6

(2013) elenca os requisitos que devem ser atendidos pelos equipamentos constituídos por esses materiais.

Segundo Ilha (1994), são muitos os componentes empregados no sistema de água fria, sendo os mais importantes os tubos e suas conexões e os vários tipos de dispositivos controladores de fluxo: válvulas, torneiras, misturadores, registros, bombas e hidrômetros.

No caso dos tubos e conexões, os materiais mais comumente usados são: cloreto de polivinila (PVC rígido), que pode ser soldável ou rosqueável, aço carbono (galvanizado) e cobre. Segundo Ilha (1994) e Carvalho Jr (2013), as principais vantagens dos tubos de PVC são a leveza e fácil manuseio e execução (soldagem a frio), resistência à corrosão e baixo custo. Sua principal desvantagem é a baixa resistência ao calor, bem como a degradação por exposição aos raios ultravioletas.

Os tubos metálicos, ao contrário, apresentam um custo maior e são mais susceptíveis à corrosão, porém têm uma estabilidade de desempenho melhor: eles deformam menos e resistem a temperaturas mais altas.

Nos últimos anos surgiram novos materiais, tais como o PEX, polietileno reticulado flexível de alta densidade, que possibilita curvas sem a utilização de conexões. Os tubos fabricados em PEX são bastante flexíveis e de boa homogeneidade. Segundo Carvalho Jr (2013), eles funcionam encamisados por tubos luvas, como nos eletrodutos dos sistemas elétricos. A maior vantagem do sistema em PEX, em maior ou menor grau, é a flexibilidade. Constitui-se como uma solução integrada à construção industrializada.

O PPR, polipropileno, e o CPVC, cloreto de polivinila clorado, também podem ser citados como alternativas tanto para água fria como para água quente.

O CPVC utiliza conexões também em CPVC, cujo acoplamento é feito por meio de soldagem química a frio. As conexões são fabricadas para permitir transição entre o CPVC e as tubulações metálicas.

O PPR utiliza conexões plásticas e seu acoplamento dá-se por meio de termofusão. A tubulação do sistema predial de água quente deve ser preferencialmente de ferro puro especial ou de cobre recozido, com conexões de bronze ou latão, e deve ser isolada com material de baixa condutibilidade térmica.

O isolamento previne a perda de calor entre o sistema de aquecimento e o ponto de uso da água quente. Alguns materiais mais comuns empregados para este fim são:

lã de rocha ou mineral, vermiculite, silicato de cálcio hidratado com fibras de amianto ou silicato de magnésio hidratado.

As válvulas, segundo Ilha (1994), são dispositivos que estabelecem, controlam e interrompem o fornecimento de água nas tubulações e nos aparelhos sanitários, sendo que as válvulas de segurança e alívio são dispositivos incorporados ao aquecedor.

Os aparelhos e equipamentos sanitários mais comumente empregados nos sistemas de água fria são:

- Bacia sanitária (com caixa suspensa externa ou embutida, com caixa acoplada ou com válvula de descarga);
- Mictório (suspense ou até o piso);
- Lavatório (com cuba em tampo, com pedestal ou suspense);
- Bidê;
- Chuveiro ou banheira;
- Tanque de lavar roupas;
- Máquina de lavar pratos ou roupas;
- Filtro;
- Torneira de lavagem ou jardim;
- Torneira de banheiro;
- Pia de cozinha (com cuba simples ou dupla).

Os pontos de alimentação para esses equipamentos e aparelhos têm suas alturas determinadas pelas especificações de seus fabricantes.

Nos últimos anos foi difundido o uso de equipamentos economizadores de água. A SABESP divulga uma tabela com a comparação entre equipamentos convencionais e economizadores, mostrando a redução obtida no consumo de água.

3.5. Representação Gráfica do Projeto Hidráulico

No caso dos sistemas prediais hidráulicos, os desenhos têm por finalidade a representação completa do percurso do sistema, com a localização de todos os equipamentos e peças.

As paredes e aberturas (portas e janelas) serão representadas em linhas finas e os aparelhos, tubulações, registros e detalhes serão representados por simbologia própria e em linhas grossas.

Os eixos dos pontos de consumo devem ser locados na planta de arquitetura, e linhas pontilhadas devem ser traçadas até a altura indicada. Os ramais internos devem ser traçados unindo os pontos de consumo. Os registros de pressão e o registro geral também devem ser locados, indicando sua posição e altura.

Os diâmetros das tubulações, as nomenclaturas e a escala devem ser indicados.

Para melhor visualização de toda rede de distribuição (reservatório, barrilete, ramais e sub-ramais), os compartimentos são também representados em perspectiva isométrica. Os desenhos da representação isométrica são feitos normalmente nas escalas 1:20 ou 1:25.

A relação dos materiais necessários à execução do sistema deve constar do desenho e a simbologia adotada deve ser desenhada para descrever os elementos do sistema.

3.6. Ensaios e Testes

No caso dos sistemas prediais hidráulicos, os ensaios e testes devem verificar, em resumo: a estanqueidade e a pressão adequada dos reservatórios, da tubulação e dos equipamentos, e o bom funcionamento de todos os equipamentos do sistema: bombas hidráulicas, equipamentos de aquecimento, equipamentos de filtragem, válvulas, registros, torneiras, bacias etc.

O que exigir:

- Equipamentos e instrumentos de medição calibrados e na precisão requerida;
- Equipamentos de sinalização de segurança e EPIs adequados;
- Equipe habilitada à realização de ensaios de pressão com supervisão e inspeção;
- Equipamentos de registro de pressão e relatórios adequado.

3.6.1. Ensaio de Estanqueidade

A estanqueidade dos reservatórios é verificável observando-se o nível de água dos mesmos a intervalos, sem que haja acréscimo ou retirada de água.

Quanto às tubulações, que ficam muitas vezes embutidas, os vazamentos podem não ser evidentes. De acordo com a ABNT NBR 5626 (1998), o ensaio de estanqueidade deve ser realizado de modo a submeter as tubulações a uma pressão hidráulica superior àquela que se verificará durante o uso. O valor da pressão de ensaio, em cada seção da tubulação, deve ser no mínimo 1,5 vezes o valor da pressão prevista em projeto para ocorrer nessa mesma seção em condições estáticas (sem escoamento).

A ABNT NBR 5626 (1998) recomenda um procedimento para execução do ensaio de estanqueidade, num passo a passo em que são descritas todas as fases do teste.

3.6.2. Verificação da Proteção Contra Retrossifonagem

A ABNT NBR 5626 (1998) traz em seu Anexo B o procedimento para verificação da proteção contra retrossifonagem em dois grupos de dispositivos:

- a) grupo 1 - separação atmosférica não padronizada;
- b) grupo 2 - quebrador de vácuo (incorporado ou não à peça de utilização).

Os dispositivos não previstos nos dois grupos devem também ser submetidos a um ensaio específico para que seja avaliado o seu comportamento quanto à prevenção à retrossifonagem.

3.6.3. Ensaio de Resistência

As tubulações aparentes fixadas até 1,5 m acima do piso devem resistir aos impactos que possam ocorrer durante a vida útil de projeto, sem sofrerem perda de funcionalidade (impacto de utilização) ou ruína (impacto-limite).

A tubulação, quando ensaiada, deve estar totalmente cheia de água para as instalações de água potável e de reuso e vazia nas de esgoto e águas pluviais.

Os impactos devem ser aplicados nas regiões mais críticas da tubulação a ser ensaiada, previstas em projeto.

A aplicação dos impactos deve ser iniciada pelos impactos de utilização de corpos mole e duro e, em seguida, os impactos-limites de corpo mole e duro.

Após cada impacto, deve-se verificar a ocorrência de fissuras ou outros danos superficiais na tubulação.

Após a aplicação de todos os impactos, a ocorrência de vazamentos deve ser verificada através da aplicação do descrito anteriormente.

3.6.4. Ensaio de Potabilidade da Água

A ABNT 12170 (2009) prescreve o método para análises físicas organolépticas e químicas de água potável em contato com sistemas de impermeabilização.

A amostra em contato com o sistema impermeabilizante e a amostra-testemunho (um litro de água da rede de abastecimento recolhido em outro vasilhame de vidro a cada dia de ensaio) devem ser comparadas em verificações repetidas por cinco dias.

Devem ser atendidos os parâmetros contidos nos padrões de aceitação para consumo humano e nos padrões de potabilidade para substâncias químicas que representam risco a saúde.

3.6.5. Testes dos Equipamentos

Todos os equipamentos do sistema (bombas hidráulicas, equipamentos de aquecimento, equipamentos de filtragem etc.) devem ter seu bom funcionamento verificado.

Os critérios de avaliação e os níveis de aceitação devem ser definidos pelos fornecedores dos equipamentos, que devem poder ser ligados para verificação.

Equipamentos como válvulas, registros, torneiras, bacias etc. devem ter seu funcionamento avaliado por meio de testes de uso.

3.6.6. Limpeza e Desinfecção dos Reservatórios e Tubulação

Todos os elementos do sistema (reservatórios, tubulações etc.) devem ser entregues limpos e desinfetados. Segundo a ABNT NBR 5626 (1998), o construtor deve entregar a instalação predial de água fria em condições de uso. Para tanto, devem ser executadas a limpeza e a desinfecção estabelecidas, cujo objetivo é garantir que a água distribuída pela instalação atenda ao padrão de potabilidade.

CAPÍTULO 4. COMISSIONAMENTO DE SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS

4.1. Resumo do Processo

Baseando-se nas informações obtidas na pesquisa bibliográfica e considerando o ambiente construtivo brasileiro, propõe-se uma versão adaptada e simplificada de comissionamento para sistemas hidráulicos prediais, procurando preservar a qualidade do resultado.

Para cada uma das fases é apresentado:

- Breve resumo das atividades da fase;
- Descrição das atividades, relacionando os envolvidos com cada responsabilidade, suas competências, atribuições e responsabilidades;
- Relação dos envolvidos no comissionamento na fase (Time de Comissionamento), especificando a atuação de cada um;
- Descrição dos documentos usados para registro das informações, bem como da respectiva nomenclatura adotada.

Posteriormente são também apresentados modelos que podem ser usados na elaboração dos documentos usados no comissionamento.

Com base no trabalho de Ishida (2015), foi elaborada uma esquematização relacionando as fases do comissionamento e suas respectivas atividades e documentos.

O Quadro 5, na página 79, ilustra um resumo do esquema elaborado, onde as atividades do comissionamento aparecem organizadamente nas quatro fases da vida do sistema. As fases estão identificadas por cores, para facilitar a visualização: amarelo para Pré-Projeto, azul para Projeto, verde para Construção e vermelho para Ocupação e Manutenção.

O detalhamento de cada fase está apresentado no item 4.2 deste trabalho.

As atividades do comissionamento acontecem numa sequência em que as ações ocorridas nas primeiras fases dão subsídio às próximas e deve haver uma ligação entre as mesmas. Essa ligação dá-se pelo registro dos dados e pelo uso desses registros nas fases subsequentes.

O Quadro 6, na página 81, ilustra uma visão geral do processo, mostrando as ligações entre as atividades. É importante destacar que essas ligações devem ser mantidas durante o processo, para garantir a continuidade das informações.

No presente estudo se demonstra a ligação entre as atividades graficamente, por meio de setas. As setas de cor preta mostram a ligação entre atividades similares, mostrando sua evolução no tempo. As de cor vermelha mostram ligações das atividades existentes com outras surgidas durante o desenrolar do projeto.

A denominação das ações por letras facilita a compreensão e o discernimento das atividades que aparecem conforme as fases se sucedem. Os números servem para identificar em qual das fases a atividade é realizada.

Quadro 5-Resumo geral do Processo de Comissionamento Proposto

Pré-Projeto		Projeto		Construção		Ocupação e Manutenção	
1-A	Definição da CxA						
1-B	Definição do Time de Cx	2-B	Atualização do Time de Cx	3-B	Atualização do Time de Cx	4-B	Atualização do Time de Cx
1-C	Desenvolvimento do Plano de Cx	2-C	Atualização do Plano de Cx	3-C	Atualização do Plano de Cx	4-C	Atualização do Plano de Cx
1-D	Desenvolvimento do OPR	2-D	Atualização do OPR	3-D	Atualização do OPR	3-D	Atualização do OPR
1-E	Agendamento das Reuniões	2-E	Agendamento das Reuniões	3-E	Agendamento das Reuniões	4-E	Agendamento das Reuniões
1-F	Registro de Problemas e Soluções	2-F	Registro de Problemas e Soluções	3-F	Registro de Problemas e Soluções	4-F	Registro de Problemas e Soluções
1-G	Elaboração do Relatório de Cx	2-G	Elaboração do Relatório de Cx	3-G	Elaboração do Relatório de Cx	4-G	Elaboração do Relatório Final de Cx
		2-H	Desenvolvimento do BoD	3-H	Atualização do BoD	4-H	Atualização do BoD
		2-I	Verificação da Revisão dos Projetos				
				3-J	Registro das Listas de Materiais		
				3-K	Registro da Baseline Adotada		
				3-L	Definição de Checklists de Inspeção		
				3-M	Elaboração de Relatórios de Inspeção		
				3-N	Definição dos Testes a Executar		
				3-O	Definição do Cronograma de Testes		
				3-P	Verificação e Registro dos Testes		

continua

continuação

				3-Q	Preparo do Manual do Sistema	4-Q	Elaboração do Manual do Sistema
						4-R	Preparo do Treinamento
						4-S	Desenvolvimento do Programa de Manutenção
						4-T	Verificação da Execução do Programa de Manutenção
						4-U	Reunião Sobre Lições Aprendidas

Fonte: Autora.

Quadro 6- Visão geral do Processo de Comissionamento Proposto

Fonte: Autora

4.2. Sequência de Ações em Cada Fase do Comissionamento

4.2.1. Fase de Pré-projeto

Na fase de Pré-Projeto é feito o estudo preliminar que permite a concepção do produto, onde se verifica a viabilidade do projeto no tocante aos aspectos legais, financeiros, econômicos e físicos. Para que sejam definidas as características do empreendimento, o escopo, o orçamento e o cronograma do projeto, faz-se necessário conhecer as necessidades que deverão ser satisfeitas. São feitas reuniões com proprietários e idealizadores do projeto e o time de Cx para definição dos parâmetros do Projeto, elaboração dos documentos de comissionamento (Plano de Cx, OPR) e verificação da correspondência dos documentos à realidade.

O processo de comissionamento de sistemas prediais hidráulicos na fase de Pré-Projeto inclui:

1-A- Definição da Autoridade Comissionária (CxA): a CxA é a figura que lidera o Time de Comissionamento. Deve ser um profissional que tenha experiência em projeto e execução de Sistemas Hidráulicos e que conheça bem o processo de comissionamento. Há casos em que a CxA faz parte do quadro de funcionários da Construtora ou da Incorporadora do Empreendimento, ou da empresa responsável pela execução do sistema, mas, segundo Ishida (2015), o ideal é que esta não esteja envolvida nos processos de coordenação do projeto ou no gerenciamento da execução do sistema. O acúmulo de funções pode levar à falta de isenção na tomada de decisões.

1-B- Definição do Time de Comissionamento (especialistas necessários ao processo de comissionamento): a CxA é responsável pela seleção e convocação dos profissionais que irão realizar cada tarefa, fazendo parte do Time de Comissionamento. Idealmente, devem ser definidos:

- Autoridade Comissionaria (CxA);
- um representante do proprietário/usuário;
- projetistas do sistema hidráulico;
- projetistas dos outros sistemas construtivos (estrutura, elétrica, dados, segurança etc.);

- engenheiro responsável pela obra;
- construtor ou empreiteiro do sistema;
- representantes da equipe de operação e manutenção do sistema.

Estas pessoas devem, em conjunto, implantar, executar, verificar e registrar as atividades do comissionamento, que na fase de Pré-Projeto incluem:

- **1-C-** Desenvolvimento e definição do Plano de Comissionamento, o documento detalhado no item 4.3.1;
- **1-D** - Desenvolvimento e definição do OPR, detalhado no item 4.3.2;
- **1-E** - Agendamento e realização das reuniões do time de Cx;
- **1-F-** Registro de Problemas e Soluções: abrange as questões surgidas durante a fase. É de responsabilidade da CxA reconhecer os problemas e suas respectivas soluções além de registrá-los;
- **1-G-** Relatório do Processo de Cx da Fase de Pré-Projeto: deve registrar os acontecimentos. Está detalhado no item 4.3.4.

Nesta fase, os agentes envolvidos devem:

- Autoridade Comissionária (CxA):
  - conhecer o Proprietário/Usuário e estabelecer um relacionamento, **(1-A)**;
  - pesquisar e determinar as necessidades do Proprietário/Usuário quanto ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos objetivos e metas do Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos riscos e ameaças ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - formar o Time de Cx, identificando as atribuições e responsabilidades, **(1-B)**;
  - identificar o escopo e a verba disponível para o Comissionamento, e elaborar o contrato correspondente, **(1-C)**;
  - elaborar o Plano de Cx, descrevendo a sequência de atividades (Veja Item 4.3.1), **(1-C)**;
  - elaborar o OPR (Veja item 4.3.2), **(1-D)**;

- identificar os problemas, procurar identificar os responsáveis pelas soluções e colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(1-F)**;
- elaborar o Relatório de Cx para esta fase (Veja item 4.3.4), **(1-G)**;
- participar das reuniões agendadas, **(1-E)**.
- Representante do Proprietário/Usuário:
  - declarar as necessidades que o Sistema Hidráulico deve satisfazer, informando as expectativas, objetivos e requisitos de qualidade, desempenho e sustentabilidade esperados, **(1-C, D)**;
  - contribuir na formação do Time de Cx, **(1-B)**;
  - contribuir na identificação do escopo e verba disponível para o Comissionamento, **(1-C)**;
  - contribuir na elaboração do Plano de Cx, **(1-C)**;
  - contribuir na elaboração do OPR, **(1-D)**;
  - aprovar o Plano de Cx, **(1-C)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(1-F)**;
  - aprovar o Registro de Problemas e Soluções, **(1-F)**;
  - participar das reuniões agendadas, **(1-E)**.
- Projetistas do sistema hidráulico:
  - contribuir na determinação das necessidades dos usuários quanto ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos objetivos e metas do Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos riscos e ameaças ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - verificar as restrições legais para a instalação do Sistema Hidráulico na localidade, **(1-D)**;
  - contribuir na elaboração do Plano de Cx, **(1-C)**;
  - contribuir na elaboração do OPR, **(1-D)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(1-F)**;
  - participar das reuniões agendadas, **(1-E)**.
- Projetistas dos outros sistemas construtivos (estrutura, elétrica, dados, segurança etc.):

- contribuir na determinação das necessidades dos usuários, **(1-C, D)**;
- contribuir na determinação dos objetivos e metas do Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
- contribuir na determinação dos riscos e ameaças ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
- verificar as restrições legais para a instalação do Sistema Hidráulico na localidade, **(1-D)**;
- contribuir na elaboração do Plano de Cx, **(1-C)**;
- contribuir na elaboração do OPR, **(1-D)**;
- colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(1-F)**;
- participar das reuniões agendadas, **(1-E)**.
- Engenheiro responsável pela obra,
  - contribuir na determinação das necessidades dos usuários quanto ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos objetivos e metas do Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos riscos e ameaças ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na elaboração do Plano de Cx, **(1-C)**;
  - contribuir na elaboração do OPR, **(1-D)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(1-F)**;
  - participar das reuniões agendadas, **(1-E)**.
- Construtor ou empreiteiro do sistema:
  - contribuir na determinação das necessidades dos usuários quanto ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos objetivos e metas do Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos riscos e ameaças ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na elaboração do Plano de Cx, **(1-C)**;
  - contribuir na elaboração do OPR, **(1-D)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(1-F)**;

- participar das reuniões agendadas, **(1-E)**.
- Representantes da equipe de operação e manutenção do Sistema Hidráulico.
  - contribuir na determinação das necessidades dos usuários quanto ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos objetivos e metas do Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na determinação dos riscos e ameaças ao Sistema Hidráulico, **(1-C, D)**;
  - contribuir na elaboração do Plano de Cx, **(1-C)**;
  - contribuir na elaboração do OPR, **(1-D)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(1-F)**;
  - participar das reuniões agendadas, **(1-E)**.

Nesta fase os documentos para aceitação são o OPR, o Plano de Comissionamento, os Registros de Problemas e Soluções e os Relatórios do Processo de Cx. O Quadro 7 relaciona os documentos da fase com os responsáveis pelo fornecimento de dados, execução, revisão e usos dos mesmos.

Quadro 7 – Matriz de Documentação relativa à Fase de Pré-Projeto.

DOCUMENTO	FORNECIMENTO DE DADOS	EXECUÇÃO	REVISÃO/ APROVAÇÃO	USADO POR	IDENTIFICAÇÃO ALFABÉTICA NO PROCESSO
Plano de Cx	Todos os envolvidos	CxA	Proprietário	CxA, Proprietário, Time de Projetistas	1-C
OPR	Todos os envolvidos	CxA, Projetista do Sistema.	Proprietário	CxA, Time de Projetistas	1-D
Registro de Problemas e Soluções	CxA, Time de Cx	CxA	Todos os envolvidos	CxA, Time de Projetistas	1-F
Relatórios do Processo de Cx da Fase de Pré-Projeto	CxA, Time de Cx	CxA	Proprietário	Proprietário	1-G

Fonte: Autora baseada na ASHRAE Guideline 0 (2013)

4.2.2. Fase de Projeto

Na fase de Projeto acontecem as reuniões com proprietários, projetistas e executores do projeto para verificar correspondência dos documentos de Cx à realidade, a elaboração do documento de comissionamento BoD e a atualização dos documentos de comissionamento (Plano de Cx, OPR), a verificação de que foi feita a compatibilização do projeto para evitar interferências com outros projetos e desrespeitos às normas e leis vigentes.

O processo de Cx de sistemas prediais hidráulicos na fase de Projeto inclui:

2-B- Atualização do Time de Comissionamento. Ainda devem participar:

- Autoridade Comissionária (CxA);
- um representante do proprietário/usuário;
- projetistas do sistema hidráulico;
- projetistas dos outros sistemas construtivos (estrutura, elétrica, dados, segurança etc.);
- engenheiro responsável pela obra;
- construtor ou empreiteiro do sistema;
- representantes da equipe de operação e manutenção do sistema.

2-C- Revisão e atualização do Plano de Comissionamento, incluindo as atividades da fase;

2-D- Revisão e atualização do OPR: as decisões tomadas na fase de pré-projeto podem ter ocasionado mudanças em algum dos itens do OPR;

2-E- Agendamento e realização das reuniões do time de comissionamento;

2-H - Desenvolvimento do BoD com base no OPR, como descrito no item 4.5;

2-I - Verificação e documentação da revisão dos projetos, que inclui não apenas o aspecto técnico dos mesmos, mas também a adequação aos requisitos do usuário determinados pelo OPR;

2-F - Registro de Problemas e Soluções: a principal exigência a se cumprir na revisão de projetos equivale à compatibilização do projeto hidráulico com os outros sistemas, evitando a ocorrência de interferências. Todas as questões pendentes devem ser resolvidas antes da continuação do projeto. As revisões apontadas dos projetos construtivos podem incluir: revisão em geral da qualidade dos documentos

(inclui legibilidade, consistência e nível de completude), coordenação entre disciplinas (feita por amostragem em 10% a 20% do total, para evitar erros sistemáticos), verificação da aplicabilidade das especificações e consistência com OPR e BoD. A responsabilidade pela verificação completa pertence à equipe de projetos construtivos;

2-G - Relatório de Progresso do Processo de Cx da Fase de Projeto: deve enumerar todas as atividades executadas.

Nesta fase, os agentes envolvidos devem:

- Autoridade Comissionária (CxA):
  - atualizar o Time de Comissionamento, **(2-B)**;
  - participar das reuniões agendadas, **(2-E)**;
  - atualizar o Plano de Cx, descrevendo a sequência de atividades (Veja Item 4.3.1), **(2-C)**;
  - atualizar o OPR (Veja item 4.3.2), **(2-D)**;
  - elaborar o BoD (Veja item 4.3.3), **(2-H)**;
  - registrar os projetos e documentos fornecidos pelos projetistas, **(2-I)**;
  - analisar a qualidade dos projetos e documentos, apurando possíveis interferências e problemas, **(2-I)**;
  - registrar existência de revisão ou alteração nos projetos, **(2-I)**;
  - validar a adesão dos projetos às necessidades estabelecidas no OPR, **(2-I)**;
  - revisar estratégias de controle de problemas, **(2-F)**;
  - identificar os problemas, procurar identificar os responsáveis pelas soluções e colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(2-F)**;
  - validar a versão final do projeto para construção, **(2-I)**;
  - elaborar Relatório de Cx para esta fase, **(2-G)**.
- Representante do Proprietário/Usuário:
  - participar das reuniões agendadas, **(2-E)**;
  - contribuir na atualização do Plano de Cx, **(2-C)**;
  - contribuir na atualização do OPR, **(2-D)**;
  - contribuir na elaboração do BoD (Veja item 4.3.3), **(2-H)**;

- aprovar a adesão dos projetos às necessidades estabelecidas no OPR, **(2-I)**;
- aprovar o Plano de Cx, **(2-C)**;
- aprovar o BoD e o OPR, **(2-D, H)**;
- aprovar a versão final do projeto para construção, **(2-I)**;
- colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(2-F)**;
- aprovar o Relatório de Cx para esta fase, **(2-G)**.
- **Projetistas do sistema hidráulico:**
  - participar das reuniões agendadas, **(2-E)**;
  - contribuir na atualização do Plano de Cx, **(2-C)**;
  - contribuir na atualização do OPR, **(2-D)**;
  - fornecer os projetos e documentos à CxA, **(2-H)**;
  - informar a CxA e registrar quando houver revisão ou alteração nos projetos, **(2-I)**;
  - verificar a adesão dos projetos às necessidades estabelecidas no OPR, **(2-I)**;
  - contribuir na elaboração do BoD (Veja item 4.3.3), **(2-H)**;
  - validar o BoD (Veja item 4.3.3), **(2-H)**;
  - informar a versão final do projeto para construção, **(2-I)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(2-F)**.
- **Projetistas dos outros sistemas construtivos (estrutura, elétrica, dados, segurança etc.):**
  - participar das reuniões agendadas, **(2-E)**;
  - contribuir na atualização do Plano de Cx, **(2-C)**;
  - contribuir na atualização do OPR, **(2-D)**;
  - fornecer os projetos e documentos à CxA, **(2-H)**;
  - informar a CxA e registrar quando houver revisão ou alteração nos projetos, **(2-I)**;
  - verificar a adesão dos projetos às necessidades estabelecidas no OPR, **(2-I)**;
  - contribuir na elaboração do BoD (Veja item 4.3.3), **(2-H)**;
  - validar o BoD (Veja item 4.3.3), **(2-H)**;
  - validar a versão final do projeto para construção, **(2-I)**;

- colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(2-F)**.
- Engenheiro responsável pela obra,
  - participar das reuniões agendadas, **(2-E)**;
  - contribuir na atualização do Plano de Cx, **(2-C)**;
  - contribuir na atualização do OPR, **(2-D)**;
  - contribuir na elaboração do BoD (Veja item 4.5), **(2-H)**;
  - verificar a adesão dos projetos às necessidades estabelecidas no OPR, **(2-I)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(2-F)**.
- Construtor ou empreiteiro do sistema:
  - participar das reuniões agendadas, **(2-E)**;
  - contribuir na atualização do Plano de Cx, **(2-C)**;
  - contribuir na atualização do OPR, **(2-D)**;
  - contribuir na elaboração do BoD (Veja item 4.3.3), **(2-H)**;
  - verificar a adesão dos projetos às necessidades estabelecidas no OPR, **(2-I)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(2-F)**.
- Representantes da equipe de operação e manutenção do sistema:
  - participar das reuniões agendadas, **(2-E)**;
  - contribuir na atualização do Plano de Cx, **(2-C)**;
  - contribuir na atualização do OPR, **(2-D)**;
  - contribuir na elaboração do BoD (Veja item 4.3.3), **(2-H)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(2-F)**.

Nesta fase os documentos para aceitação são o OPR atualizado, o BoD e o Plano de Comissionamento atualizado. O Quadro 8 relaciona os documentos da fase com os responsáveis pelo fornecimento de dados, execução, revisão e usos dos mesmos.

Quadro 8 – Matriz de Documentação relativa à Fase de Projeto.

DOCUMENTO	FORNECIMENTO DE DADOS	EXECUÇÃO	REVISÃO/ APROVAÇÃO	USADO POR	IDENTIFICAÇÃO ALFABÉTICA NO PROCESSO
Plano de Cx (Atualização)	Proprietário, Time de Projetistas, CxA	CxA	Proprietário	CxA , Proprietário, Time de Projetistas	2-C
POR (Atualização)	O&M, Usuários, Analistas Financeiros, Time de Projetistas	CxA ou Projetista.	Proprietário	CxA, Time de Projetistas	2-D
BoD	Time de Projetistas	Time de Projetistas	Proprietário, Projetista	CxA, Time de Projetistas	2-H
Registro de Problemas e Soluções	CxA, Time de Cx	CxA	-	CxA, Time de Projetistas	2-F
Relatório do Processo de Cx da Fase de Projeto	CxA, Time de Cx	CxA	Proprietário	Proprietário	2-G

Fonte: Autora baseada na ASHRAE Guideline 0 (2013)

4.2.3. Fase de Construção

Na fase de Construção é feita a atualização dos documentos de comissionamento (Plano de Cx, OPR e BoD), o registro da definição dos fornecedores e executores dos elementos do sistema, a verificação das listas de compras face ao estipulado no projeto, a verificação da chegada dos materiais na obra conforme o encomendado, a verificação do andamento da instalação conforme o *baseline* adotado, a definição e execução dos procedimentos de verificação dos testes feitos durante e após a instalação do sistema, a redação dos Relatórios de Cx e o desenvolvimento do Manual de Operação do sistema. O Manual do Sistema contém todas as suas informações necessárias sobre a instalação, operação e manutenção.

Os Relatórios de Testes e Ensaios devem registrar o cronograma, data e hora de realização dos mesmos, identificação do equipamento testado, resultado do teste, condições de execução e participantes.

O processo de comissionamento de sistemas prediais hidráulicos na fase de Construção inclui:

3-B- Atualização do Time de Comissionamento. Ainda devem participar:

- Autoridade Comissionaria (CxA);
- um representante do proprietário/usuário;
- projetistas do sistema hidráulico;
- projetistas dos outros sistemas construtivos (estrutura, elétrica, dados, segurança etc.);
- engenheiro responsável pela obra;
- construtor ou empreiteiro do sistema;
- representantes da equipe de operação e manutenção do sistema.

3-C, D, H - Atualização do OPR, BoD e do Plano de Comissionamento;

3-E- Agendamento e realização das reuniões do time de comissionamento;

3-J- Registro das listas dos materiais definidas para o Projeto;

3-K- Registro da *Baseline* adotada para controle dos prazos em que será instalado cada item do sistema;

3-L- Definição de *checklists* de inspeção para vistorias e datas das vistorias;

3-M- Elaboração de relatórios de inspeção das visitas à obra;

3-N- Definição dos testes que serão executados no sistema, considerando condições normais e críticas de uso: veja item 3.7 do Capítulo 3;

3-O- Definição do Cronograma de testes;

3-P- Verificação e registro dos testes executados;

3-Q- Elaboração do Manual do Sistema;

3-F- Registro de problemas e soluções;

3-G- Relatório de Progresso do Processo de Cx da Fase de Construção deve enumerar todas as atividades executadas.

Nesta fase, os agentes envolvidos devem:

- Autoridade Comissionária (CxA):
  - atualizar o Time de Comissionamento, **(3-B)**;
  - participar das reuniões agendadas, **(3-E)**;

- atualizar o Plano de Cx, descrevendo a sequência de atividades (Veja Item 4.3.1), **(3-C)**;
- atualizar o OPR (Veja item 4.3.2), **(3-D)**;
- atualizar o BoD (Veja item 4.3.3), **(3-H)**;
- validar a lista dos materiais necessários, **(3-J)**;
- validar a verificação da lista dos materiais necessários contra a encomendada e entregue, **(3-J)**;
- validar a baseline adotada, **(3-K)**;
- validar a verificação de respeito à baseline adotada, **(3-K)**;
- definir os Checklists e Relatórios de Inspeção, **(3-L)**;
- registrar os Relatórios de Testes e Ensaios, **(3-M)**;
- validar os testes que devem ser executados, **(3-N)**;
- supervisionar os Procedimentos de Testes e Ensaios e as devidas correções até que o sistema esteja funcionando de acordo com o determinado no OPR, **(3-P)**;
- colaborar no estabelecimento da estrutura do Manual do Sistema, **(3-Q)**;
- identificar os problemas, procurar identificar os responsáveis pelas soluções e colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(3-F)**;
- elaborar o Relatório de Cx para esta fase (Veja item 4.3.4), **(3-G)**.
- Representante do Proprietário/Usuário:
  - participar das reuniões agendadas, **(3-E)**;
  - contribuir na atualização do Plano de Cx, OPR e BoD, **(3-C, D, H)**;
  - aprovar o Plano de Cx,OPR e BoD, **(3-C, D, H)**;
  - aprovar a Lista dos materiais necessários, **(3-J)**;
  - aprovar a baseline adotada, **(3-K)**;
  - contribuir no estabelecimento da estrutura do Manual do Sistema, **(3-Q)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(3-F)**.
- Projetistas do Sistema Hidráulico:
  - participar das reuniões agendadas, **(3-E)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(3-D, H)**;

- atualizar possíveis alterações do projeto, **(3-H)**;
- informar a Lista dos materiais necessários, **(3-J)**;
- validar a baseline adotada, **(3-K)**;
- definir os Check-lists de inspeção, **(3-L)**;
- definir os testes que devem ser executados, **(3-N)**;
- estabelecer a estrutura do Manual do Sistema, **(3-Q)**;
- colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(3-F)**.
- Projetistas dos outros sistemas construtivos (estrutura, elétrica, dados, segurança, etc.):
  - participar das reuniões agendadas, **(3-E)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(3-D, H)**;
  - contribuir na definição dos Checklists e Relatórios de Inspeção **(3-L)**;
  - atualizar possíveis alterações do projeto, **(3-H)**;
  - contribuir no estabelecimento da estrutura do Manual do Sistema, **(3-Q)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(3-F)**.
- Engenheiro responsável pela obra:
  - participar das reuniões agendadas, **(3-E)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(3-D, H)**;
  - validar a Lista dos materiais necessários, **(3-J)**;
  - verificar a lista dos materiais necessários contra a encomendada e entregue, **(3-J)**;
  - validar a baseline adotada, **(3-K)**;
  - verificar o respeito à baseline adotada, **(3-K)**;
  - validar os Checklists de inspeção, **(3-L)**;
  - elaborar os Relatórios de Inspeção, **(3-M)**;
  - elaborar os Relatórios de Testes e Ensaios, **(3-P)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(3-F)**.
- Construtor ou empreiteiro do sistema:
  - participar das reuniões agendadas, **(3-E)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(3-D, H)**;
  - contribuir na formação da Lista dos materiais necessários, **(3-J)**;

- verificar a lista dos materiais necessários contra a encomendada e entregue, **(3-J)**;
- informar a baseline adotada, **(3-K)**;
- verificar o respeito à baseline adotada, **(3-K)**;
- definir os Checklists e Relatórios de Inspeção, **(3-L)**;
- contribuir na definição dos Checklists e Relatórios de Inspeção, **(3-L)**;
- registrar os Relatórios de Testes e Ensaios, **(3-M)**;
- realizar os Procedimentos de Testes e Ensaios e fazer as devidas correções até que o sistema esteja funcionando de acordo com o determinado no OPR, **(3-O)**;
- elaborar os Relatórios de Testes e Ensaios, **(3-P)**;
- colaborar no estabelecimento da estrutura e fornecer dados para a elaboração do Manual do sistema, **(3-Q)**;
- registrar problemas e soluções, **(3-F)**;
- participar da análise do registro de problemas e soluções, **(3-F)**;
- colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(3-F)**.
- Representantes da equipe de operação e manutenção do sistema:
  - participar das reuniões agendadas, **(3-E)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(3-D, H)**;
  - contribuir na definição dos Checklists e Relatórios de Inspeção, **(3-L)**;
  - participar nos Procedimentos de Testes e Ensaios, **(3-P)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(3-F)**.

Nesta fase os documentos para aceitação são o Manual do Sistema, os relatórios de ensaios e testes e os relatórios de treinamento. O Quadro 9 relaciona os documentos da fase com os responsáveis pelo fornecimento de dados, execução, revisão e usos dos mesmos.

Quadro 9– Matriz de Documentação relativa à Fase de Construção.

DOCUMENTO	FORNECIMENTO DE DADOS	EXECUÇÃO	REVISÃO/ APROVAÇÃO	USADO POR	IDENTIFICAÇÃO ALFABÉTICA NO PROCESSO
Atualização do Plano de Cx	CxA, Proprietário	CxA	CxA, Proprietário, Time de Proj., Empreiteiros	CxA, Proprietário, Time de Proj., Empreiteiros	3-C
Atualização do OPR	Todos os envolvidos	CxA ou Projetista.	CxA, Proprietário	CxA, Time de Proj., Empreiteiros	3-D
Atualização do BoD	Todos os envolvidos	Time de Projetistas	Proprietário, CxA	CxA, Time de Proj.	3-H
Listas dos materiais necessários	Time de Projetistas, CxA, Empreiteiro	Time de Projetistas	Time de Projetistas	Empreiteiros	3-J
Baseline adotada	Empreiteiro, construtora	Construtora	Construtora, CxA	Todos	3-K
Checklists de inspeção	Time de Projetistas, CxA, Empreiteiro	CxA Empreiteiro	Time de Projetistas, CxA,	Empreiteiros	3-L
Relatórios de Inspeção	Empreiteiros	Empreiteiro	Proprietário, CxA	Empreiteiros	3-M
Procedimentos de Testes e Ensaios	Time de Projetistas, CxA, Empreiteiro	Empreiteiro	Time de Projetistas, CxA,	Empreiteiros	3-N
Relatórios de Testes e Ensaios	Empreiteiro	Empreiteiro	Proprietário, CxA	Empreiteiros	3-O, P
Manual do Sistema	Time de Projetistas, O&M, CxA, Empreiteiro	Empreiteiro, CxA, Projetista	Proprietário, CxA	O&M, Usuários	3-Q
Registro de Problemas e Soluções	Todos os envolvidos	CxA	-	CxA, Time de Projetistas, Empreiteiro	3-F
Relatório do Processo de Cx da Fase de Construção	Todos os envolvidos	CxA	Proprietário	Proprietário	3-G

Fonte: Autora baseada na ASHRAE Guideline 0 (2013)

4.2.4. Fase de Ocupação e Manutenção

Na fase de Ocupação e Manutenção é feita a atualização dos documentos de comissionamento (Plano de Cx, OPR e BoD) para chegar ao Relatório Final de Comissionamento. Deve ser feita a verificação de que houve o treinamento da equipe responsável pela operação do sistema, e deve ser estabelecido um cronograma de verificação das ações de manutenção do sistema.

O Programa de Manutenção deve incluir, segundo Ishida (2015), um plano de treinamento com:

- esquema dos tópicos instrutivos ligados ao sistema, incluindo projeto, execução, operação e manutenção do mesmo;
- objetivos de aprendizagem e método de treinamento;
- locais e instalações previstas para seções de treinamento;
- qualificação dos instrutores;
- requisitos dos materiais de treinamento usados;
- relatório de treinamento e registro dos requisitos.

O processo de comissionamento de sistemas prediais hidráulicos na fase de Ocupação e Manutenção inclui:

4-B - Atualização do Time de Comissionamento. Ainda devem participar:

- Autoridade Comissionária (CxA);
- um representante do proprietário/usuário;
- projetistas do sistema hidráulico;
- projetistas dos outros sistemas construtivos (estrutura, elétrica, dados, segurança etc.);
- engenheiro responsável pela obra;
- construtor ou empreiteiro do sistema;
- representantes da equipe de operação e manutenção do sistema.

4-C, D, H- Atualização do OPR, BoD e do Plano de Comissionamento;

4-E- Agendamento e realização das reuniões do time de comissionamento;

4-Q- Preparo da lista de requisitos para o Manual do Sistema, descrito no item 4.6: descrição do sistema, listas de partes, solução de problemas, requisitos de

operação e manutenção, nível em que cada material deve ser descrito para bom entendimento;

4-R- Preparo da lista de requisitos de treinamento para a equipe que irá operar os elementos do sistema;

4-S- Desenvolvimento do programa de manutenção, conforme especificado no Manual do Sistema, no item 4.7;

4-T- Verificação da execução do programa de manutenção;

4-U- Relação de pessoas que devem comparecer à reunião sobre lições aprendidas;

4-F- Atualização da lista de itens do Registro de Problemas e Resoluções: conforme as questões surgirem, devem ser registradas, assim como suas respectivas soluções;

4-G- Relação de atividades que devem ser incluídas no relatório final do processo de comissionamento. O Relatório de Progresso do Processo de Cx da Fase de Construção deve enumerar todas as atividades executadas.

Nesta fase, os agentes envolvidos devem:

- Autoridade Comissionária (CxA):
  - atualizar o Time de Comissionamento, **(4-B)**;
  - participar das reuniões agendadas, incluindo reunião sobre lições aprendidas, **(4-E, U)**;
  - atualizar o Plano de Cx, descrevendo a sequência de atividades (Veja Item 4.3.1), **(4-C)**;
  - atualizar o OPR (Veja item 4.3.2), **(4-D)**;
  - atualizar o BoD (Veja item 4.3.3), **(4-H)**;
  - colaborar na elaboração do Manual do Sistema, **(4-Q)**;
  - contribuir na elaboração do Programa de Manutenção, **(4-S)**;
  - supervisionar a realização dos testes e verificações rotineiros, segundo o Programa de Manutenção, **(4-T)**;
  - identificar os problemas, procurar identificar os responsáveis pelas soluções e colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(4-F)**;

- aprovar o Programa de Manutenção, **(4-S)**;
  - elaborar o Relatório Final de Cx, **(4-G)**.
- Representante do Proprietário/Usuário:
  - participar das reuniões agendadas, incluindo reunião sobre lições aprendidas, **(4-E, U)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(4-D, H)**;
  - contribuir na atualização do Plano de Cx, **(4-C)**;
  - contribuir na elaboração do Programa de Manutenção, **(4-S)**;
  - aprovar o Programa de Manutenção, **(4-S)**;
  - aprovar o Plano de Cx, **(4-C)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(4-F)**;
  - contribuir na elaboração do Relatório Final de Cx, **(4-G)**.
- Projetistas do sistema hidráulico:
  - participar das reuniões agendadas, incluindo reunião sobre lições aprendidas, **(4-E, U)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(4-D, H)**;
  - elaborar o Manual do Sistema, **(4-Q)**;
  - contribuir na elaboração do Programa de Manutenção, **(4-S)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(4-F)**;
  - contribuir na elaboração do Relatório Final de Cx, **(4-G)**.
- Projetistas dos outros sistemas construtivos (estrutura, elétrica, dados, segurança etc.):
  - participar das reuniões agendadas, incluindo reunião sobre lições aprendidas, **(4-E, U)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(4-D, H)**;
  - colaborar na elaboração do Manual do Sistema, **(4-Q)**;
  - contribuir na elaboração do Programa de Manutenção, **(4-S)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(4-F)**;
  - contribuir na elaboração do Relatório Final de Cx, **(4-G)**.
- Engenheiro Responsável pela obra:
  - participar das reuniões agendadas, incluindo reunião sobre lições aprendidas, **(4-E, U)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(4-D, H)**;

- colaborar na elaboração do Manual do Sistema, **(4-Q)**;
- contribuir na elaboração do Programa de Manutenção, **(4-S)**;
- colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(4-F)**;
- contribuir na elaboração do Relatório Final de Cx, **(4-G)**.
- Construtor ou empreiteiro do sistema:
  - participar das reuniões agendadas, incluindo reunião sobre lições aprendidas, **(4-E, U)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(4-D, H)**;
  - colaborar na elaboração do Manual do Sistema, **(4-Q)**;
  - contribuir na elaboração do Programa de Manutenção, **(4-S)**;
  - realizar os testes e verificações rotineiros, segundo o Programa de Manutenção, **(4-T)**;
  - realizar os serviços de correção quando necessário, **(4-F)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(4-F)**;
  - contribuir na elaboração do Relatório Final de Cx, **(4-G)**.
- Representantes da equipe de operação e manutenção do sistema:
  - participar das reuniões agendadas, incluindo reunião sobre lições aprendidas, **(4-E, U)**;
  - contribuir na atualização do OPR e BoD, **(4-D, H)**;
  - colaborar na elaboração do Manual do Sistema, **(4-Q)**;
  - contribuir na elaboração do Programa de Manutenção, **(4-S)**;
  - contribuir na realização dos testes e verificações rotineiros, segundo o Programa de Manutenção, **(4-T)**;
  - colaborar no Registro de Problemas e Soluções, **(4-F)**;
  - contribuir na elaboração do Relatório Final de Cx, **(4-G)**.

Nesta fase os documentos para aceitação são o Manual do Sistema, os relatórios de ensaios e testes, os relatórios de treinamento e o Relatório Final do Processo de Comissionamento. O Quadro 10 relaciona os documentos da fase com os responsáveis pelo fornecimento de dados, execução, revisão e usos dos mesmos.

Quadro 10 – Matriz de Documentação relativa à Fase de Ocupação e Manutenção

DOCUMENTO	FORNECIMENTO DE DADOS	EXECUÇÃO	REVISÃO/ APROVAÇÃO	USADO POR	IDENTIFICAÇÃO ALFABÉTICA NO PROCESSO
Atualização do Plano de Cx	Proprietário, Time de Projetistas, CxA, Empreiteiros	CxA	CxA, Proprietário, Time de Projetistas, Empreiteiros	CxA, Proprietário, Time de Projetistas, Empreiteiros	4-C
Atualização do OPR	O&M, Usuários, Time de Projetistas	CxA ou Projetista.	Proprietário	CxA, Time de Projetistas, Empreiteiros	4-D
Atualização do BoD	Time de Projetistas	Time de Projetistas	Proprietário, CxA	CxA, Time de Projetistas	4-H
Manual do Sistema	Time de Projetistas, O&M, CxA, Empreiteiro	Empreiteiro	Proprietário, CxA	O&M, Usuários	4-Q
Programa de Manutenção	O&M, CxA, Empreiteiros	CxA ou Proprietário	CxA, Proprietário,	O&M, Usuários	4-S
Registro de Problemas e Soluções	CxA	CxA	-	CxA, Time de Projetistas, Proprietário, Empreiteiro	4-F
Relatório Final do Processo de Cx	CxA	CxA	Proprietário	Proprietário	4-G

Fonte: Autora baseada na ASHRAE Guideline 0 (2013)

4.3. Documentos de Comissionamento

4.3.1. Plano de Comissionamento/Aceitação

O Plano de Comissionamento é o documento escrito que delinea a organização, programação, alocação de recursos e os requisitos de documentação do Processo de Comissionamento. Deve conter uma descrição do processo de Comissionamento, incluindo as seguintes informações:

- escopo do comissionamento do sistema (definido no início do Projeto, estabelecendo a verba destinada, os prazos e os procedimentos, os métodos

- e os requisitos de documentação para cada atividade do processo de comissionamento do sistema);
- descrição do sistema comissionado, listando instalações e montagens, bem como procedimentos de avaliação: no caso do sistema predial hidráulico, a descrição inclui:
    - definição da fonte de fornecimento da água;
    - descrição e localização dos reservatórios;
    - definição do material da tubulação;
    - definição e localização dos equipamentos usados para garantir e verificar a pressão adequada no sistema;
    - definição dos equipamentos usados nos pontos de utilização;
    - outras descrições que se apliquem ao sistema.
  - descrição dos papéis e responsabilidades dos membros do Time de Comissionamento durante cada fase do processo (veja item 2.6 do Capítulo 2);
  - descrição detalhada das atividades do processo de comissionamento, com respectivo cronograma, definindo as datas-marco para:
    - formação do time de comissionamento;
    - desenvolvimento do OPR;
    - desenvolvimento do BoD;
    - desenvolvimento dos relatórios de comissionamento;
    - acompanhamento das atividades da fase do projeto;
    - aceitação de cada fase.
  - descrição dos procedimentos de avaliação da documentação dos projetos, que devem estar de acordo com o item 3.7 do Capítulo 3;
  - procedimentos de verificação dos documentos do projeto;
  - descrição do formato a ser adotado para a documentação do processo, incluindo manual do sistema e planos de treinamento;
  - relação e formato dos instrumentos usados para comunicar e encontrar informações do processo, como formulários, checklists de avaliação do processo, registros de problemas e soluções e relatórios de progresso do processo;
  - documentação para assinaturas de aceitação para cada fase.

4.3.2. OPR - Owner's Project Requirements

O OPR é o documento que detalha os requisitos de um sistema e as expectativas de como ele será usado e operado. É a base para o Plano e para o Cronograma do Comissionamento e fundamenta as premissas que orientam os projetos, a construção e a ocupação/manutenção do sistema.

É uma narrativa que descreve o projeto global onde o sistema deverá ser inserido, incluindo informações como tamanho e escopo do projeto. Serve para dar contexto ao projeto, pois como visto no Capítulo 2 sobre sistemas hidráulicos, a compreensão global do sistema é necessária para a definição dos elementos do sistema.

Nele devem estar registrados os objetivos do projeto, os critérios de medida de desempenho e de sucesso, os planejamentos de custo e as informações de apoio ao projeto.

O OPR vai evoluindo e novas informações vão se acrescentando conforme as atividades ocorrem de acordo com a fase do projeto. Seus registros devem incluir:

- cronograma e a verba disponível do projeto, discriminando as datas de entrega dos projetos e das instalações dos elementos do sistema, bem como o custo de cada atividade;
- escopo e a verba disponível do processo de comissionamento;
- requisitos de documentação do projeto (formato dos encaminhamentos e comunicações, materiais de treinamento, relatórios e manuais de sistemas);
- instruções do proprietário, que expressam como o proprietário precisa que o sistema opere, e definem as restrições e limitações do projeto, os requisitos de ocupação, os requisitos de garantias, os requisitos de benchmarks, os critérios de operação e manutenção para o sistema, as expectativas de manutenibilidade do sistema e seus equipamentos, os requisitos de qualidade para materiais e construção, tolerância disponível nas operações do sistema, as metas de eficiência energética;
- requisitos da comunidade, tanto no sentido de respeito à legislação como no de manter uma postura responsável com relação ao meio ambiente e à sociedade. Inclui requisitos quanto à saúde e limpeza para ambientes

internos, acústica, vibração, abalos sísmicos, acessibilidade, segurança, estética, construtibilidade e comunicação;

- requisitos de integração do sistema, especialmente entre disciplinas.

Conforme as fases se sucedem, o OPR deve ser atualizado com as novas informações que fazem parte das novas atividades.

Seguindo um exemplo sugerido pela norma desenvolvida pela ANSI/ASHRAE/IES, pode-se adotar para os sistemas hidráulicos o seguinte formato, em itens, para o OPR:

4.3.2.1. Introdução: Cenário/Antecedentes

A introdução é uma narrativa descrevendo o projeto global onde o sistema deverá ser inserido, incluindo informações como tamanho e escopo do projeto. Esta narrativa deve dar contexto ao projeto, informando onde se encontra o empreendimento servido pelo sistema, suas características, época em que será executado, prazo estimado de entrega, características dos usuários, clima do local, exigências estéticas e outras exigências particulares da situação. Como visto no Capítulo 2 sobre sistemas hidráulicos, para a definição dos elementos do sistema é necessária a compreensão global do sistema.

4.3.2.2. Objetivos

Este item especifica e detalha os objetivos específicos do sistema. Cada projeto tem suas características próprias que, além de satisfazer as exigências legais mínimas, devem também obedecer aos objetivos estabelecidos pelo proprietário, que incluem aspectos de eficiência, sustentabilidade e ambiente.

No caso dos sistemas prediais de água, o objetivo mais primário é a entrega de água de boa qualidade em quantidade e temperatura controláveis nos pontos de uso. Outros objetivos podem fazer parte do Projeto, como: custo mínimo, prazo de entrega mais curto possível, mínimo de interferência com outros projetos, maior economia no uso e operação etc.

4.3.2.3. Requisitos e Usos Funcionais de Cada Ambiente

Além da definição genérica oferecida pelos projetistas de arquitetura dos usos funcionais de cada ambiente do empreendimento, aqui devem ser documentados os seus requisitos específicos relacionados aos sistemas hidráulicos. No caso dos sistemas prediais de água, só há interesse em ambientes onde haverá uso de água. Os usuários do sistema devem ser identificados para que suas necessidades sejam conhecidas. Os ambientes ocupados devem ser nomeados e a programação de ocupação e seus usos relacionados a sistemas hidráulicos devem ser especificados quanto a conforto, segurança, manutenibilidade e qualidade da água.

Os equipamentos, sistemas e instalações a serem comissionados devem ser listados. Com a evolução do processo a lista pode mudar. Por exemplo, na fase de pré-projeto haverá ênfase nos elementos de uso direto dos usuários, como torneiras, chuveiros etc., pois os elementos do sistema como bombas e válvulas ainda não estarão definidos. Na fase de projeto e construção os equipamentos técnicos do sistema passam a ser definidos, e devem então ser acrescentados à lista.

Exemplo: Cozinha – pontos de água fria para abastecer torneira de pia, lava-louças e filtro.

4.3.2.4. Vida Útil, Custos e Qualidade

Neste item devem ser documentadas as expectativas do proprietário quanto à vida útil esperada de cada elemento do sistema, seu custo de construção ou instalação e o nível de qualidade esperado. As expectativas e garantias de todos os equipamentos, sistemas e instalações devem ser definidas e estabelecidas.

Cada elemento da lista do item 4.3.3 deve ser nomeado, os dados relativos a ele devem ser especificados, e a verba destinada deve ser estipulada. Exemplo: Torneira de cozinha – vida útil: 12 anos; custo de material mais instalação: R\$1.000,00; nível de qualidade esperado: alto.

4.3.2.5. Critérios de Desempenho

Neste item devem estar documentados os critérios de desempenho para cada um dos elementos do sistema. Souza (2015) estabelece que a avaliação de

desempenho consiste em prever o comportamento potencial do edifício e suas partes quando em utilização normal. Critérios específicos para o uso funcional de cada elemento do sistema em cada ambiente devem estar definidos, e deve ser possível a verificação dos mesmos. A norma ABNT NBR 15575-6 (2013) para sistemas hidrossanitários traz definições para critérios de desempenho quanto à segurança estrutural, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação, estanqueidade, desempenho acústico, durabilidade e manutenibilidade, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico, adequação ambiental. Esses critérios com suas respectivas formas de avaliação e níveis de aceitação estão descritos nas tabelas do item 3.2 do Capítulo 3.

Além dos aspectos previstos em legislação, neste item devem constar os critérios específicos de desempenho estabelecidos pelo proprietário, que podem ser mais restritivos que os previstos na norma.

4.3.2.6. Requisitos de Manutenção

Neste item devem estar documentados os requisitos de manutenção para cada um dos elementos do sistema. A norma ABNT NBR 5626 (1998) especifica que o sistema predial de água fria seja projetado de modo a possibilitar manutenção fácil e econômica, e recomenda a utilização de registros de fechamento ou de outros dispositivos que cumpram a mesma função no barrilete, nas colunas de distribuição e nos ramais de distribuição de água. A previsão de acesso aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários é imprescindível para evitar custos desnecessários quando da manutenção. Requisitos específicos de desempenho operacional, de manutenibilidade e acesso de cada elemento do sistema em cada ambiente devem estar definidos, e deve ser possível a verificação dos mesmos.

Exemplo: Válvula redutora de pressão: deve estar instalada em local com espaço suficiente para possíveis manobras de substituição da mesma, de fácil acesso do pessoal técnico e os manômetros de controle devem estar visíveis.

4.3.2.7. Avaliação do Sistema

Neste item deve estar descrito o sistema de avaliação a ser adotado para o sistema. Existem vários sistemas de avaliação, como explica o item 3.3 do Capítulo 3.

O proprietário deve fazer a escolha por um sistema de avaliação ou estabelecer seus próprios critérios e sistema de avaliação. O time de comissionamento deve apresentar soluções alternativas e aconselhar sobre a decisão.

4.3.2.8. Documentação do Projeto

Neste item deve ser feita uma relação dos documentos necessários ao processo de comissionamento, seguida pela definição da forma como estes devem ser apresentados.

Deve estar descrito o formato dos documentos do projeto, para que haja uma uniformização da apresentação das informações.

Pelo menos os seguintes documentos devem constar desta relação, com seus formatos definidos:

- OPR - Owner's Project Requirements;
- BoD - Basis of Design, definindo o conteúdo, a organização e os eventos programados do BoD para os processos de projeto e construção (veja item 4.3.3);
- plano de Comissionamento (veja item 4.3.1);
- relatórios de Comissionamento, a intervalos regulares (veja item 4.3.4);
- manual do Sistema (veja item 4.3.5);
- documentos de Contratação dos profissionais envolvidos (orçamentos, pedidos, contratos, recibos, notas fiscais etc.);
- projetos técnicos e seus cronogramas, definindo o número, o formato e a programação das entregas e de suas revisões;
- planos de treinamento da equipe de operação (descrevendo o plano de treinamento de operação para cada um dos equipamentos constantes da lista);
- requisitos de treinamento para a equipe de manutenção e para os ocupantes;

- documentos de garantia dos elementos do Sistema (obtidos dos fornecedores e fabricantes).

4.3.3. BoD - Basis of Design

O BoD é o documento escrito que descreve as soluções técnicas dadas pelos projetistas para satisfazer o OPR, permitindo ao proprietário uma compreensão maior das questões e problemas de projeto e facilitando as soluções dos problemas técnicos. Ele deve registrar os conceitos adotados, os cálculos feitos, as decisões tomadas e a seleção de produtos e equipamentos que foi feita, tanto para satisfazer o OPR quanto a legislação vigente. Inclui descrições narrativas e listas de itens que fazem parte do processo. Deve ser atualizado e complementado a cada fase do processo, de acordo com a evolução do projeto. A cada vez que for feita uma atualização, tanto o proprietário como a CxA devem verificar, por meio do BoD, se os projetos e seus parâmetros estão de acordo com o OPR, se os requisitos legais estão sendo atendidos, se estão sendo consideradas alternativas de projeto e se há oportunidades de melhora de desempenho do sistema. Devem ser previstos espaços para as assinaturas de aceitação do documento em cada uma das revisões. A norma desenvolvida pela ASHRAE (2013) propõe um formato e uma organização geral do BoD em concordância com os itens propostos no OPR.

No caso do comissionamento dos sistemas hidráulicos, o conteúdo do BoD deve incluir:

- lista das normas e códigos vigentes que serão considerados para o sistema, como apresentado no item 3.4 do Capítulo 3;
- lista dos procedimentos de testes e avaliações das instalações e equipamentos (veja item 3.6 do Capítulo 3);
- informações relativas a condições do ambiente onde será instalado o sistema: climáticas, geográficas, espaciais;
- premissas a respeito do uso do sistema, detalhando o número e o perfil dos usuários (veja OPR);
- critérios de desempenho que o sistema deve satisfazer (veja OPR);

- projeto esquemático do sistema, plantas baixas e desenhos isométricos que, de acordo com a fase, devem ser mais detalhados. (veja item 3.5 do capítulo 3);
- informação sobre softwares, métodos e técnicas de projeto usados (veja item 2.7 do Capítulo 2);
- uma narrativa descrevendo como o projetista pretende atender ao OPR: deve estar discriminada a linha de raciocínio usada para a definição do sistema;
- uma narrativa descrevendo detalhadamente como se espera que o sistema opere em várias situações: normalmente, em caso de emergência ou de sobrecarga. A emergência no caso do sistema hidráulico pode se dar no caso de um incêndio ou de uma necessidade súbita de água em quantidade. A sobrecarga se dá quando o sistema opera acima de sua capacidade normal;
- lista de fabricantes e modelos usados como base para projetos e especificações.

4.3.4. Relatórios de Comissionamento

Os relatórios de progresso do processo de comissionamento descrevem os acontecimentos que foram observados nas visitas à obra, bem como as informações mais relevantes da fase. Devem ser atualizados continuamente e ser anexados ao Plano de Comissionamento.

4.3.5. Manual do Sistema

O desenvolvimento do Manual do Sistema constitui-se na reunião de todas as informações relacionadas aos elementos, montagens e instalações do sistema, transformando-as em um instrumento de consulta referencial. A ASHRAE Guideline 0 (2013) sugere um formato onde um Manual Geral compreenda todos os sistemas do edifício, com uma seção para cada sistema. A ABNT NBR 14037 (2011) também propõe um manual de operação e manutenção das edificações onde o sistema hidrossanitário aparece como um dos itens. O Manual deve ser adaptável para possíveis mudanças ou expansões do sistema;

No caso dos sistemas prediais hidráulicos, uma sugestão de formato considerando as duas recomendações inclui:

- Sumário Executivo: relação e descrição dos elementos, montagens e instalações do sistema, incluindo uma relação da capacidade e limitação de cada item com respectivos desenhos esquemáticos e uma relação dos empreiteiros, subempreiteiros, fornecedores e projetistas envolvidos;
- lista de definições, onde devem ser incluídas apenas as que são necessárias à compreensão de certos termos técnicos e legais adotados no manual;
- OPR - Owner's Project Requirements: uma cópia do documento final;
- BoD - Basis of Design: uma cópia do documento final aceito;
- documentos e especificações dos registros de construção: devem incluir os projetos e documentos técnicos da obra, bem como os projetos "as built" de cada sistema;
- memorial descritivo do sistema, onde constem desenhos esquemáticos, com dimensões cotadas, que representem a posição das instalações;
- relação dos itens entregues e aprovados, que deve incluir também comentários das entregas originais;
- garantias: informações sobre os prazos de garantia, constando os principais itens das áreas de uso privativo e das áreas de uso comuns, podendo variar de acordo com a característica individual de cada empreendimento, com base no seu memorial descritivo;
- relação dos procedimentos de operação e manutenção, agendamentos e recomendações para cada elemento do sistema, para situações normais, anormais e de emergência. Deve incluir as recomendações dos fabricantes para procedimentos de manutenção e as datas de quando devem ser feitas:

- Hidrômetros:

- Funcionamento;
- Limpeza;
- Identificação.

- Reservatórios:

- Funcionamento (estanqueidade);
- Limpeza.

- Tubulação:
  - Funcionamento (estanqueidade);
  - Limpeza e pintura;
  - Identificação.
- Bombas Hidráulicas:
  - Funcionamento;
  - Identificação.
- Válvula redutora de pressão:
  - Funcionamento;
  - Identificação.
- Válvulas e registros:
  - Funcionamento;
  - Limpeza;
  - Identificação.
- Bacias sanitárias:
  - Estado de conservação das louças;
  - Estado da fixação;
  - Verificação de existência de assentos;
  - Detecção de vazamentos nas bacias.
- Lavatórios:
  - Estado de conservação das louças;
  - Adequabilidade das torneiras de alimentação;
  - Detecção de vazamentos nas torneiras.
- Chuveiros:
  - Adequabilidade ao uso;
  - Detecção de vazamentos nos registros.
- Tanques de lavar roupa:
  - Estado de conservação das louças;
  - Adequabilidade das torneiras de alimentação;
  - Detecção de vazamento nas torneiras.
- Pia de cozinha:
  - Adequabilidade ao uso;
  - Adequabilidade das torneiras de alimentação;

- Detecção de vazamentos nas torneiras.
-
- relação Recomendada de Manutenção de Registros de Procedimentos de Operação: inclui formulários de amostras e agendamento de procedimentos. Deve incluir instruções à equipe de manutenção e operação sobre quais informações devem ser documentadas e mantidas nos registros de modo a beneficiar a equipe no futuro;
- relação dos procedimentos de otimização contínua: inclui orientação para uma melhora contínua do sistema, programando benchmarks periódicos, usando checklists e testes desenvolvidos durante a construção e verificando a manutenção dos documentos OPR e BoD. Deve instruir sobre o procedimento para ocasiões em que o OPR não for atendido;
- manuais de operação e manutenção dos fabricantes, impressos para todos os equipamentos e componentes do sistema. Pode incluir uma lista de peças a serem usadas, bem como peças extras para eventuais reposições;
- relação de requisitos de treinamento para os usuários;
- registros de treinamento, onde figuram as informações de quem foi treinado, quando e como;
- relatório do Processo de Comissionamento para a montagem do sistema, que inclui o Relatório do Processo de Comissionamento final e inclui todos os procedimentos, resultados e formulários de testes realizados.
- relação de itens de treinamento que devem ser feitos durante o primeiro ano de operação:
  - operação dos reservatórios;
  - operação das válvulas redutoras de pressão;
  - operação das bombas hidráulicas.
- relação de itens que devem ser verificados quanto à garantia durante o primeiro ano de operação:
  - bombas hidráulicas;
  - válvulas;
  - equipamentos sanitários de uso;
  - reservatórios.

- relação de testes necessários durante a ocupação:
  - estanqueidade;
  - limpeza e desinfecção dos reservatórios e das tubulações;
  - funcionamento dos equipamentos.

4.4. Conclusão do Processo

O processo proposto se diferencia de outros pela adoção de um número menor de fases consideradas e pela simplificação das atividades elencadas. Optou-se por essa escolha pela característica do mercado brasileiro, que ainda é resistente ao uso do comissionamento.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Como resultados obtidos neste trabalho, apresenta-se as respostas dos profissionais da construção civil ao questionário proposto e os documentos obtidos na aplicação piloto.

A elaboração do questionário teve como objetivo estabelecer apenas como os profissionais entendiam as atividades realizadas em seus supostos processos de comissionamento, verificando se os documentos mínimos necessários foram usados. Os profissionais escolhidos para responder o questionário gozam de boa reputação no mercado brasileiro e afirmaram ter comissionado os sistemas hidráulicos em seus empreendimentos. Sendo profissionais da construção civil, e não de operação e manutenção, fica implícito que estão consideradas apenas as três primeiras fases do processo.

Para a aplicação piloto, foi considerado um empreendimento residencial em São Paulo, que se encontrava em fase de pré-projeto quando do início do estudo. A construtora T. ofereceu a oportunidade de aplicação do processo, permitindo acesso aos dados técnicos do mesmo e fornecendo o apoio necessário. A autora fez o papel da Autoridade Comissionaria e o modelo proposto foi usado para aplicação do comissionamento do sistema hidráulico. Considerando que não havia condições para aplicação do modelo completo por imposição do prazo deste trabalho, a aplicação piloto apresentada visa antes trazer uma amostra da experiência de comissionar um sistema do que uma demonstração da aplicação do processo completo.

As experiências e dificuldades vividas durante a aplicação de alguns passos do processo ilustram a tentativa de se implantar um novo procedimento, estranho à rotina usual.

5.1. Comissionamento no Mercado Brasileiro

No Brasil ainda são raros os casos em que o processo de comissionamento é adotado, sobretudo em sistemas prediais hidráulicos. Considerando que não existe um consenso definido sobre como ele deve ser conduzido, a pesquisa de casos em que o processo tenha sido aplicado tem como intenção verificar se os pontos considerados essenciais ao processo foram realizados. Foram entrevistados

profissionais da construção civil que declararam ter usado o processo de comissionamento em edifícios multipavimentados, para seus sistemas hidráulicos, ou pelo menos, para parte dos sistemas. Um questionário, que pode ser visto no Quadro 11, foi elaborado com o propósito de verificar qual o grau de aderência das atividades cumpridas durante as fases dos empreendimentos.

Quadro 11- Questionário apresentado aos entrevistados

1	Nome do Empreendimento:
2	Endereço do Empreendimento:
3	Construtora/Incorporadora/Proprietário do Empreendimento:
4	Tipo do Empreendimento: (comercial, residencial, industrial etc.):
5	Número de pavimentos:
6	Sistema de abastecimento: (direto, indireto, misto, etc.):
7	Existe sistema de aquecimento?
8	Existe sistema de reaproveitamento/reuso de água?
9	Qual a razão para ter sido feito o comissionamento?
10	Foi contratada uma empresa específica para o comissionamento dos sistemas hidráulicos?
11	O time de comissionamento foi definido? Quais foram os seus membros?
12	Foi elaborado um Plano de Comissionamento? É possível obter uma cópia do original ou de alguma de suas alterações subsequentes?
13	Foi elaborado um documento OPR (<i>Owner's Project Requirement</i>)? É possível obter uma cópia do original ou de alguma de suas alterações subsequentes?
14	Foi elaborado um documento BoD (<i>Basis of Design</i>)? É possível obter uma cópia do original ou de alguma de suas alterações subsequentes?
15	Durante o passar das fases do empreendimento o Plano de Comissionamento, o OPR e o BoD foram sendo revisados e atualizados a cada etapa?
16	Cada fase tem suas exigências próprias de documentação para aceitação. Essas exigências foram explicitadas e/ou satisfeitas?
17	Foi desenvolvido um Manual do Sistema?
18	Foi realizado um treinamento do time de operação/manutenção?
19	Foram realizados relatórios de comissionamento? É possível obter uma cópia do original ou de alguma de suas alterações?

Fonte: Autora

Foram considerados edifícios multipavimentados em que havia sido contratado um serviço de comissionamento para seus sistemas hidráulicos, ou pelo menos, para parte dos sistemas. O questionário foi enviado por via eletrônica a cinco profissionais com acesso à informação sobre edifícios que declaravam ter sido submetidos ao processo de comissionamento. Dentre estes, cinco responderam às perguntas e apenas um enviou cópias de documentos relacionados ao processo.

Em São Paulo, o número de edifícios que passaram por um processo de comissionamento é pequeno em relação ao total existente. Dentre estes, não existe uma uniformidade que possa caracterizar uma rotina para o processo, ficando claro que há margem para ampla discussão quanto ao que se aceite como uma rotina definitiva e consagrada do processo.

As respostas aos questionários enviados foram usadas para o preenchimento do Quadro 12, de modo a ilustrar graficamente os resultados.

O Quadro 12 traz um resumo dos resultados obtidos nos questionários realizados. As respostas negativas foram assinaladas em vermelho, as positivas em azul. As respostas positivas que não correspondessem perfeitamente ao esperado pelo modelo foram assinaladas em amarelo.

Quadro 12 – Resultados Obtidos nos Questionários

CASO	TIPO DO EDIFÍCIO	DEFINIÇÃO DO TIME DE COMISSIONAMENTO /EMPRESA ESPECIALIZADA	PLANO DE COMISSIONAMENTO	OPR/ BOD	ATUALIZAÇÃO A CADA FASE	RELATÓRIOS DE Cx	MANUAL DO SISTEMA	TREINAMENTO DO TIME DE OPERAÇÃO
1 - Edifício G.S.	Comercial	Feita de forma diversa do esperado. Contratada a empresa Ditec.	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
2 – Edifício F. L.XXX	Comercial	Sim. Ditec, Teknika, Bosco e CTE.	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
3 – Edifício M.	Residencial	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
4 – Edifício J. das P.	Residencial	Sim, de forma diversa do esperado.	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
5 – Edifício C. J.	Comercial	Sim.Outsource terceirização de Serviços de Engenharia Ltda	Sim	Sim	Não foi informado.	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autora

5.2. Resultados da Aplicação Piloto

A aplicação piloto teve início em abril de 2016, quando o empreendimento em questão estava no final da fase de pré-projeto, e continuou até o final da fase de construção, um pouco antes da entrega do empreendimento.

A fase de Pré-Projeto estava praticamente encerrada e não era mais possível qualquer modificação, e a necessidade de respeito aos prazos para a elaboração deste trabalho não permitiram que este se alongasse além do final da Construção. Por essa razão, o processo de comissionamento foi aplicado somente em duas fases: Projeto e Construção. A fase de Construção não foi totalmente comissionada, como já dito, por razões de prazo.

Foi feita uma primeira reunião com a equipe interna de engenharia para explicação do processo, e foram fornecidos os dados para a elaboração dos documentos básicos (Plano de Comissionamento, OPR e BoD).

Foi definido um Time de Comissionamento e acordado que seriam conduzidas reuniões periódicas para dar andamento ao processo.

Os documentos foram elaborados pela autora, e posteriormente enviados aos membros do Time de Comissionamento para aprovação.

A comunicação e o registro dos documentos técnicos ocorreram por meio do software utilizado pela construtora, Construmanager. Trata-se de uma plataforma eletrônica que permite aos usuários cadastrados o compartilhamento e a visualização dos projetos do empreendimento em arquivos eletrônicos.

Os documentos relativos ao Comissionamento foram compartilhados entre os participantes do estudo por meio de correio eletrônico.

Os resultados obtidos na aplicação piloto consistem na documentação obtida durante o processo.

O conjunto completo da documentação técnica, que abrange todos os projetos hidráulicos em vários momentos de sua evolução, os relatórios contendo a lista de todos os elementos usados, além dos documentos específicos do comissionamento têm uma extensão e pertinência que excedem o necessário neste trabalho.

Estão disponibilizados alguns exemplos nos anexos e os resultados podem ser analisados nos Quadros 13 e 14.

Os resultados da fase de Projeto aparecem no Quadro 13.

Quadro 13 – Resultados obtidos na aplicação piloto relativos à Fase de Projeto.

DOCUMENTO	FORNECIMENTO DE DADOS	EXECUÇÃO	REVISÃO/ APROVAÇÃO	OBSERVAÇÃO
Atualização do Plano de Cx	A construtora forneceu os dados.	A CxA elaborou o Plano, que se iniciou neste momento.	O Proprietário aprovou o Plano.	O Plano se refere ao processo todo usando as informações já consolidadas em etapas anteriores.
Atualização do OPR	A construtora forneceu os dados.	A CxA elaborou o OPR, que se iniciou neste momento	Proprietário aprovou o OPR	A discussão a respeito das necessidades dos usuários se limitou ao reconhecimento das informações.
Elaboração do BoD	Gerente de projetos da construtora.	A CxA elaborou o BoD, baseada nas informações.	Proprietário aprovou o BoD	Houve dificuldade de comunicação com o Projetista do sistema, então a própria construtora forneceu as informações necessárias.
Registro de Problemas e Soluções	Houve reuniões onde funcionários da construtora informaram os problemas da fase.	A CxA incluiu as informações no Relatório.	Os problemas e respectivas soluções foram comunicados.	
Relatório do Processo de Cx da Fase de Projeto	Houve reuniões onde funcionários da construtora informaram os acontecimentos.	A CxA elaborou os Relatórios.	O Proprietário recebeu os Relatórios.	Os Relatórios foram entregues aos envolvidos.

Fonte: Autora

Os resultados da fase de Construção aparecem no Quadro 14.

Quadro 14 – Resultados obtidos na aplicação piloto relativos à Fase de Construção.

DOCUMENTO	FORNECIMENTO DE DADOS	EXECUÇÃO	REVISÃO/ APROVAÇÃO	OBSERVAÇÃO
Atualização do Plano de Cx	A construtora forneceu os dados.	A CxA atualizou o Plano	O Proprietário aprovou o Plano.	O Plano se refere ao processo todo usando as informações já consolidadas em etapas anteriores.
Atualização do OPR	A construtora forneceu os dados.	A CxA atualizou o OPR.	O Proprietário aprovou o OPR.	A atualização foi feita incluindo o engenheiro da obra.
Atualização do BoD	A construtora forneceu os dados.	A CxA atualizou o BoD.	O Proprietário aprovou o BoD.	A atualização foi feita incluindo o engenheiro da obra.
Listas dos materiais necessários	A construtora forneceu os dados.	Foram anexadas a relatórios.	CxA revisou.	-
Baseline adotada	A construtora forneceu os dados.	Foi anexada a relatórios.	CxA revisou.	-
Checklists de inspeção	A construtora forneceu os dados.	Foram anexados a relatórios.	CxA revisou.	-
Relatórios de Inspeção	A construtora forneceu os dados.	Foram anexadas a relatórios.	CxA revisou.	-
Procedimentos de Testes e Ensaios	A construtora forneceu os dados.	Foram anexadas a relatórios.	CxA revisou.	-
Relatórios de Testes e Ensaios	A construtora forneceu os dados.	Foram anexadas aos relatórios.	CxA revisou.	O, P
Manual do Sistema	A construtora forneceu os dados.	Foi iniciada pela Construtora	Proprietário aprovou.	-
Registro de Problemas e Soluções	Houve reuniões onde funcionários informaram os problemas.	A CxA incluiu as informações no Relatório.	Problemas e respectivas soluções comunicados.	
Relatório do Processo de Cx da Fase de Construção	Houve reuniões e funcionários informaram os acontecimentos.	A CxA elaborou os Relatórios.	O Proprietário recebeu os Relatórios	Os Relatórios foram entregues aos envolvidos.

Fonte: Autora

5.2.1. Plano de Comissionamento do Edifício S.

A elaboração do Plano de Cx para a presente aplicação piloto foi o passo inicial do comissionamento do sistema, logo depois da definição do Time de Cx. Sua feição inicial sofreu modificações à medida que as fases se sucederam, conforme era esperado.

No Plano não foi definida a verba para o Cx pela razão do mesmo estar sendo realizado como aplicação piloto. As informações foram fornecidas pela equipe da T.. As várias versões do plano foram sendo alimentadas pelas informações colhidas durante o processo, e por sua vez, alimentando as próximas. O Plano de Comissionamento final do Sistema Predial de Água Fria e Quente do Edifício S. está descrito no ANEXO 1.

5.2.2. OPR do Edifício S.

A elaboração do OPR para a presente aplicação piloto foi feita pela Autoridade Comissionaria (no caso, a autora do trabalho), seguindo o determinado no Plano de Cx. Sua feição inicial também sofreu modificações conforme as fases se sucederam, como previsto.

As informações foram fornecidas pela equipe da T.. Assim como no caso do plano, suas várias versões também foram sendo alimentadas pelas informações colhidas durante o processo, e por sua vez, alimentando as próximas.

O OPR final, elaborado para o Sistema predial de Água Fria e Quente do Edifício S. está no ANEXO 2.

5.2.3. BoD do Edifício S.

A elaboração do BoD para a presente aplicação piloto foi feita pela Autoridade Comissionaria (no caso, a autora do trabalho), seguindo o determinado no Plano de Cx . O ideal seria que esse documento tivesse sido elaborado pelo projetista do sistema, ou mesmo com sua colaboração.

Sua feição inicial também sofreu modificações conforme as fases se sucederam, conforme era esperado. Assim como nos casos do plano e do OPR, suas várias

versões também foram sendo alimentadas pelas informações colhidas durante o processo, e por sua vez, alimentando as próximas.

O BoD final, elaborado para o Sistema predial de Água Fria e Quente do Edifício S. está no ANEXO 3.

5.2.4. RELATÓRIOS DE COMISSIONAMENTO DO EDIFÍCIO S.

Os Relatórios feitos para o Cx devem conter a informação necessária e suficiente para ilustrar os acontecimentos ocorridos na construção. Neste trabalho está mostrado um exemplo de Relatório elaborado durante o Cx do Sistema predial de Água Fria e Quente do Edifício S..

É apenas uma sugestão de formato, que pode variar conforme a preferência e as possibilidades do agente comissionador, e pode ser visto no ANEXO 4.

CAPÍTULO 6. DISCUSSÃO SOBRE RESULTADOS

6.1. Comissionamento na Construção Civil Brasileira

O Quadro 12 do item 5.1 do Capítulo 5 permite uma visão parcial de alguns exemplos do uso do comissionamento no mercado brasileiro.

Percebe-se que em todos os casos o processo ficou comprometido logo no início, pois em nenhum dos casos o Time de Comissionamento foi constituído apropriadamente. No melhor dos casos, tomaram parte os times profissionais ligados ao projeto e à construção. Em nenhum dos casos o proprietário foi representado, o que compromete a capacidade do time de agir.

Os documentos básicos e imprescindíveis ao processo, o Plano de Comissionamento, o OPR e o BoD só foram desenvolvidos em dois casos, o que mostra a fragilidade dos outros.

Todos os entrevistados afirmaram ter realizado relatórios de comissionamento, mas somente um deles apresentou um exemplo, que pode ser considerado adequado.

Os entrevistados também afirmaram ter realizado o Manual do Sistema e o treinamento do time de operação/manutenção, mas isso não necessariamente confirma que foram feitos da forma preconizada pelo processo. Além disso, estes procedimentos só foram executados porque são exigidos pela legislação.

Os resultados, resumidos no Quadro 12, mostram que há consenso unânime apenas na questão sobre Relatórios de Comissionamento, o que está de acordo com uma das funções do processo, que é a de registrar as ocorrências, suas origens e as ações resultantes. Pode-se imaginar uma hipótese em que, nos vários casos, os agentes atuam de forma similar, porém atribuindo nomenclaturas diferentes aos seus atos.

A definição do Time de Comissionamento também apresenta uma variedade de atuações e formações. Como se observou no item 2.3 do Capítulo 2, o processo pode ser implementado de várias formas, interna ou externamente.

Dentre os profissionais que declararam haver realizado o processo não existe um consenso unânime quanto aos resultados diretamente ligados ao uso do processo.

Fica claro que há pouca homogeneidade de opiniões e conhecimento do comissionamento por parte do mercado brasileiro.

6.2. Discussão Sobre Resultados da Aplicação Piloto

A aplicação piloto foi conduzida pela autora fazendo uma aplicação dos conceitos do processo em um empreendimento situado em São Paulo, Capital, que se encontrava na fase de Pré-projeto no início do estudo.

Durante a aplicação do processo, observou-se que:

- a sugestão do uso de um software ou sistema externo específico para o comissionamento foi descartada, pela falta de tempo/verba necessários para implantar e treinar os envolvidos. Percebe-se neste aspecto uma similaridade com as dificuldades enfrentadas na implantação de BIM. A solução encontrada foi usar o sistema de controle e gerenciamento interno da construtora, bem como softwares comerciais genéricos;
- durante a fase de pré-projeto foi identificada pelo CxA uma incompatibilidade do projeto com a Norma. A avaliação do projeto por uma pessoa externa com conhecimento técnico e familiaridade com o projeto permitiu a observação de problemas que passaram despercebidos durante a fase de pré-projeto, mesmo tendo sido previamente avaliado por profissionais comprovadamente competentes e experientes. Esse fato, que confirma a ideia intuitiva de que erros podem ser evitados por meio de uma aplicação sistemática de verificação, demonstra um resultado positivo do uso do comissionamento;
- se o processo tivesse sido iniciado depois da fase de projeto, a possibilidade de correção teria sido muito menor, senão impossível sem acarretar prejuízos significativos;
- houve dificuldade para se obter a participação do projetista no processo, e seu papel foi representado por uma funcionária da construtora, o que acarretou sobrecarga de atividades para essa funcionária e piora na eficiência de entrega das informações. Esse fato demonstra que um dos obstáculos para o bom uso do comissionamento é a resistência dos profissionais envolvidos em participar, seja pelo motivo que for. A qualidade do resultado obtido é dependente do nível de colaboração dos envolvidos, sendo imprescindível um mínimo de participação;
- a principal dificuldade encontrada foi demonstrar a necessidade de que todos os envolvidos deveriam ler e aprovar os documentos do processo e colaborar

com o mesmo. Como os resultados benéficos da aplicação do comissionamento muitas vezes só ficam evidentes a longo prazo, profissionais que não conhecem o processo demonstram resistência para realizar as tarefas ligadas a ele;

- em sua grande maioria, os envolvidos na execução do sistema estudado não estavam familiarizados com o comissionamento. Foi observada durante a aplicação piloto uma reação negativa por parte dos mesmos quando algum problema era relatado. Esse fato demonstra a importância da comunicação, não apenas para troca de informações relativas ao projeto, mas também para que fique claro aos envolvidos que os erros podem ser prevenidos ou corrigidos prematuramente, desde que sejam comunicados;
- segundo Ishida (2015), um dos principais objetivos do Comissionamento é aprimorar a comunicação entre os agentes envolvidos na idealização, projeto, execução e uso do sistema. O resultado do desempenho do sistema pode ser muito melhorado por meio de uma sistematização dessa comunicação, em que fique claro que não haverá prejuízos específicos aos executores quando algum erro for detectado.

CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do comissionamento proporciona diversos benefícios, dentre eles: um aumento na qualidade em geral do sistema, possibilidade de aferição de um selo de qualidade ao sistema, transparência quanto às responsabilidades e recompensas dos envolvidos, diminuição da insegurança jurídica, diminuição de retrabalhos e interferências indesejadas e prejudiciais.

A adaptação proposta partiu da premissa de que a condução do processo de comissionamento deve ser realizada com a utilização dos conceitos de sistema e desempenho, aplicados ao sistema predial hidráulico. A aplicação piloto em um empreendimento mostrou, em uma pequena medida, algumas das situações potencialmente enfrentadas por um agente comissionador;

O processo de comissionamento na construção civil ainda é pouco aplicado no Brasil, havendo uma variedade de formas de aplicação no mercado. Sua plena utilização favoreceria uma postura de maior consciência por parte dos envolvidos na cadeia produtiva, pois todos os detalhes do sistema ficariam registrados, bem como as respectivas responsabilidades assinaladas.

O presente estudo pretende incentivar a divulgação do processo de comissionamento no mercado de construção civil.

A principal barreira ao uso do processo está no fato de que os agentes que tomariam a decisão de usá-lo ainda não adotam uma postura colaborativa, e isso impede que consideremos custos do comissionamento como um investimento atraente. Somente em locais onde o poder público tornou obrigatório o comissionamento houve avanço significativo no uso do processo. Os benefícios elencados justificam a recomendação de uma política pública neste sentido.

O processo de comissionamento tem muitos pontos em comum com outros sistemas de gerenciamento, avaliação ou qualificação de sistemas. Há muita discussão sobre o que pode ser considerado como fazendo parte do comissionamento, e o que seria uma simples sequência de atividades de verificação de projetos e gerenciamento de obras. Essa é uma das razões pelas quais ainda não há um consenso sobre a real necessidade de início do processo na fase inicial do Projeto.

Na verdade, é importante, para que a informação concernente ao sistema esteja completa, que o comissionamento se inicie na fase de concepção do projeto e que

se continue a aplicar as diretrizes mesmo após a entrega do sistema, ao longo de toda sua vida útil.

Fica feita a recomendação de que sejam desenvolvidas propostas similares de comissionamento para os outros sistemas construtivos, de forma a haver uma integração das disciplinas, por meio do comissionamento completo do empreendimento.

Uma sugestão para futuros trabalhos, além da abordagem do comissionamento para outros sistemas, seria também uma proposta de considerar o comissionamento para a fase final, de descarte das partes do sistema, no momento em que este atingiu o final de sua vida útil. A destinação dos inservíveis raramente é objeto de preocupação por parte da sociedade, o que implica em impactos ambientais e sociais indesejados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, S. R. L.. **Inovações tecnológicas nas edificações: papéis diferenciados para construtores e fornecedores**. Niterói, RJ. 1999. 17p. Disponível em: http://www.infohab.org.br/Scripts/Download.asp?CD_BIBLIOGRAFIA=13804>. Acesso em: 08 out. 2003.

AMORIM, S.V. **Metodologia para estruturação de sistemas de informação para projeto dos sistemas hidráulicos prediais**. 1997.213p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

_____. **Instalações prediais hidráulico sanitárias: desempenho e normalização**. 1989. 235p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Arquitetura e Planejamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1989.

ANSI/ASHRAE/IES.**Standard202-2013**: Commissioning Process for Buildings and Systems. Atlanta, USA. 2013. 47p.

ARAÚJO, L. S. M.. **Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários de edifícios escolares**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2004. 231 ps., 2004.

ASHRAE **Guideline 0-2013**: The Commissioning Process. Atlanta, Georgia. 70 pg. 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR15575. 2013**

_____. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro. 41p. 1998.

_____. **NBR 7198**: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. 6p. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 14037:** Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. 16p. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 14534:** Torneira de boia para reservatórios prediais de água potável - Requisitos e métodos de ensaio. 19p. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 15575-1:** Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71 p.

_____. **NBR 15575-6:** Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013. 32 p.

_____. **NBR 15705:** Instalações hidráulicas prediais - Registro de gaveta - Requisitos e métodos de ensaio. 26p. Rio de Janeiro, 2009.

BOSCO, P. Comissionamento de Sistemas Prediais: o que é, como fazer e quais os benefícios de fazer. **8º Seminário de Tecnologia de Sistemas Prediais, Qualidade e Inovação.** SindusCon-SP SP. 2012

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC) – Banco de Dados. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: janeiro de 2015.

CARDOSO, F. F. Capítulo II: A Dimensão Organizacional da Construção Civil. In: ABIKO, A. K et al. **Setor de construção civil:** segmento de edificações. Brasília: SENAI/ DN. 2005. p. 71-124. (Série Estudos Setoriais nº5).

CARDOSO, S. S. **Tecnologia construtiva de fachada em chapas delgadas estruturadas em *light steelframing***- Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 254p., 2015.

CARVALHO JR., R. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura.** 5ª Edição. São Paulo. Blucher 2012. 315p.

_____. **Patologias em Sistemas Prediais Hidráulicos - Sanitários**. 1ª Edição. São Paulo. Blucher 2013. 216p.

CASTELO, A. M. (2013). **A cadeia da construção**. s.local; s. data.

CASTRO, A. R. V. **Um Modelo para a Certificação de Qualidade de Projectos de Instalações Hidráulicas Prediais** - Dissertação (Mestrado) - Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal. 146p., 2008.

CASTRO, N.; Nakahara, N.; Yoshida, H. The International State of Building System Commissioning. American Council for an Energy-Efficient Economy – ACEEE **Summer Study on Energy Efficiency in Buildings**. 2008. Disponível em http://aceee.org/files/proceedings/2008/data/papers/8_45.pdf. Acesso em janeiro 2016.

CASTRO, N.; CHOINIÈRE, D. Cost-Effective Commissioning for Existing and Low Energy Buildings – A New IEA ECBCS Research Project. **National Conference on Building Commissioning**. April 19-21, 2006.10p. Disponível em http://www.bcxa.org/ncbc/2006/proceedings/BF1_Castro_NCBC2006.pdf. Acesso em janeiro 2016.

CLETO, L.T. O Processo de Comissionamento dentro do Programa de Certificação LEED. **Associação Nacional de Profissionais de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento (ANPRAC)**. Porto Alegre, 2010.

_____. O Processo de Comissionamento no Brasil: Como Estamos e Para Onde Vamos. ASHRAE – **Brasil Chapter**. 2012.

CONCEIÇÃO, A.P. **Estudo da Incidência de Falhas Visando a Melhoria da Qualidade dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2007.

DOMINGUES, L.C.F. **Estudo sobre comissionamento de edifícios comerciais monousuários e sua influencia sobre o Gerenciamento de Facilidades.** Monografia (MBA) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008

FARINA, H.; GONÇALVES, O.M. **Formulação de Diretrizes para Modelo de Gestão de Produção de Projetos de Sistemas Prediais.** São Paulo, 2002. Boletim Técnico BT/PCC/323 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FERRETI, N.M, MIYATA, M., BAUMANN,O. A retrospective on the impact of Anexo 40 and Anexo 47 research on the international state of building commissioning. **Energy and Buildings** Vol 158, pags. 54-61, 2018.

GAETE, L.; PRATES, A.J. Ferramentas de T.I. para o comissionamento de empreendimentos industriais. XX COPINAVAL – **Congresso Panamericano de Engenharia Naval**- 2007.

GONÇALVES, O.M. Sistemas Prediais: avanços conceituais e tecnológicos. In: Seminário promovido pela ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, 1993. **Anais** – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GONÇALVES, O.M.; ILHA, M.S.O. **Sistemas Prediais de Água Fria.** São Paulo, 1994. Texto Técnico TT/PCC/08 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GRAÇA, M.E.A.; GONÇALVES, O.M. Desempenho de sistemas sanitários prediais: conceitos fundamentais. **Revista Engenharia Mackenzie.** São Paulo. 7 – 13p. Janeiro/Fevereiro, 1986.

HAFNER, A.V. **Conservação e reuso de água em edificações - experiências.** Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

ILHA, M.S.O. **Qualidade dos Sistemas Hidráulicos Prediais.** São Paulo, 1993. Texto Técnico TT/PCC/07 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

_____. A investigação patológica na melhoria dos sistemas prediais hidráulicosanitários. **Hydro**, Aranda, São Paulo, a. 30, n. 30, p.60-65, abr. 2009.

ILHA, M.S.O.; GONÇALVES, O.M. **Sistemas Prediais de Água Fria**. 1994. Texto Técnico TT/PCC/08 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O.M.; KAVASSAKI, Y. **Sistemas Prediais de Água Quente**. 1994. Texto Técnico TT/PCC/09 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - ENERGY CONSERVATION FOR BUILDING AND COMMUNITY SYSTEMS PROGRAMME. **Commissioning tools for Improved Energy Performance**. 2004. Disponível em http://www.ecbcs.org/docs/Anexo_40_Commissioning_Tools_for_Improved_Energy_Performance.pdf. Acesso em janeiro 2016.

ISHIDA, C.D.S.F. **Modelo Conceitual para Comissionamento de Sistemas Prediais**. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015

LANDI, F. R. **A Evolução Histórica das Instalações Hidráulicas**. São Paulo, 1993. Boletim Técnico BT/PCC/100 - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1993.

LEGRIS, C.; CHOINIÈRE, D.; FERRETTI, N.M. **Anexo 47 Report 1: Commissioning Overview**. NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. NIST Technical Note 1725. 37 pg. 2010. Disponível em <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.TN.1725>. Acesso em janeiro 2016.

MEDEIROS, M.C.I. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil: Estudos de caso em construtoras**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 395p. 2012.

MILLS,E.; FRIEDMAN,H.; POWELL,T; BOURASSA,N.; CLARIDGE,D.; HAASL,T.; PIETTE,M.A. **The cost-effectiveness of commercial-buildings commissioning**. 2004. Disponível em <http://eetd.lbl.gov/emills/PUBS/Cx-Costs-Benefits.html>. Acesso em Janeiro 2016.

NIBS **Guideline 3-2006** – Exterior Enclosure Technical Requirements for the Commissioning Process.

PIETILÄINEN, J.; KAUPPINEN, T.; KOVANEN, K.; NYKÄNEN, V.; NYMAN, M.; PAIHO, S.; PELTONEN, J.; PIHALA, H. **The building commissioning procedure in Finland (ToVa)**. VTT. 13 ps. Finlandia, 2007. Disponível em http://www.brita-in-pubs.eu/toolbox/Commissioning_files/Commissioning%20procedure.pdf. Acesso em maio de 2016.

REALI, M.A.P.; MORUZZI, R.B.; PICANÇO, A.P. CARVALHO, K.Q. **Instalações Prediais de Água Fria**. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos. 62p. 2002.

ROCHA LIMA JR., J. **Qualidade na Construção Civil – Conceitos e Referenciais**. 1993. 23p. Boletim Técnico (BT/PCC/120) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

_____. **Qualidade do empreendimento na Construção Civil: inovação e competitividade**. São Paulo, 1995. 44p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/144).

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **NTS 063** Norma Técnica Interna SABESP. São Paulo. 14 p.2000.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. 207 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SANTOS, L. A. DOS . **Diretrizes para Elaboração de Planos da Qualidade em Empreendimentos da Construção Civil**. Dissertação (Mestrado). 2003, 317p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2003.

SANTOS NETO, B. J. **Análise das Falhas mais Frequentes Encontradas na Construção Civil Segundo as Queixas Feitas ao Crea-PE**. 2006. 102 F. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2006.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto n. 12.342**, de 27 de setembro de 1978. Aprova o Regulamento a que se refere o artigo 22 do Decreto-Lei 211, de 30 de março de 1970, que dispõe sobre normas de promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de Estado da Saúde. São Paulo, 1978.

_____. **Lei n. 10.083**, de 23 de setembro de 1998. Dispõe sobre o Código Sanitário do Estado. São Paulo, 1998.

SOUZA, R. A. **O conceito de desempenho aplicado às edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, Julho 2015. 28 p.

SQUICCIARINI, M.; ASIKAINEN, A.L. A value chain statistical definition of construction and the performance of the sector. **Construction Management and Economics**. 29:7, 671-693. 2011.

TEIXEIRA, P. de C.; REIS, P.A.; Gnipper, S.F.; Monteiro, J.V.F. Estudo de patologias nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários do prédio do ciclo básico ii da Unicamp. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. Nº2, Vol.1, 34-50. 2011. <http://revistas.ufg.br/index.php/reec/index>.

VISIÉ, J.C. IEA Anexo 40: Commissioning of Buildings and HVAC Systems for Improved Energy Performance. **International Energy Agency (IEA) Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS)**. 2005. Disponível em www.commissioning-hvac.org. Acesso em junho de 2017.

VISIER, J.C.; MILLET, J.R. Commissioning Process And Commissioning Tool Requirements For Ventilation Systems In French Residential Buildings. **Rapport d'étude n° DDD/AGE - 2001.110R**. Centre Scientifique Et Technique Du Batiment.7ps. Paris, França. 2001

VTT TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND. **Scientific Activities in Building and Construction**.188p. Finlândia, 2008. Disponível em http://www.vtt.fi/files/download/scientific_reports/building_construction_scientific_activities_2008.pdf. Acesso em janeiro de 2016.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

ALMEIDA, G. G. **Avaliação durante operação (ADO). Metodologia aplicada aos sistemas prediais.** 1994. 197 p. Dissertação (mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI – USP). São Paulo.

_____. **Avaliação durante operação (ADO). Metodologia aplicada aos sistemas prediais.** São Paulo, 1994. Boletim Técnico BT/PCC/133 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 26p. 1994.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Conservação e reuso da água em edificações.** São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. Disponível em: <http://www.ciesp.com.br/pesquisas/conservacao-e-reuso-da-agua-em-edificacoes/>
Data de acesso: 08 de mai. 2014.

ARO, C. R.; AMORIM, S. V. **As inovações tecnológicas no processo de produção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.** I Conferência latino-americana de construção sustentável e X encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. São Paulo, julho, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR15575. 2013**

_____. **NBR 5410:** Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro. 217 p. 2008.

_____. **NBR 5648:** Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria — Requisitos. Rio de Janeiro. 25p. 2010.

_____. **NBR 5674:** Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro. 25p. 2012.

_____. **NBR 5649:** Reservatório de fibrocimento para água potável - Requisitos. Rio de Janeiro. 5 p. 2006.

____. **NBR 5688:** Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos. Rio de Janeiro. 26 p. 2010.

____. **NBR 7542:** Tubo de cobre médio e pesado, sem costura, para condução de água. 7p. Rio de Janeiro, 1982.

____. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. 74p. Rio de Janeiro, 1999.

____. **NBR 8194:** Medidores de água potável – Padronização. Rio de Janeiro, 2013.

____. **NBR 8220:** Reservatório de poliéster, reforçado com fibra de vidro, para água potável para abastecimento de comunidades de pequeno porte – Especificação. Rio de Janeiro. 11 p. 2015.

____. **NBR 10281:** Torneira de pressão - Requisitos e métodos de ensaio — Requisitos. 23p. Rio de Janeiro, 2003.

____. **NBR 10283:** Revestimentos eletrolíticos de metais e plásticos sanitários - Especificação. 5p. Rio de Janeiro, 1998.

____. **NBR 10897:** Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos — Requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

____. **NBR 11535:** Misturadores para pia de cozinha tipo mesa - Especificação. 12p. Rio de Janeiro, 1991.

____. **NBR 11778:** Aparelhos sanitários de material plástico - Especificação. 6p. Rio de Janeiro, 1990.

____. **NBR 11815:** Misturadores para pia de cozinha tipo parede - Especificação. 9p. Rio de Janeiro, 1991.

____. **NBR 12090:** Chuveiros elétricos - Determinação da corrente de fuga - Método de ensaio. 4p. Rio de Janeiro, 2012.

____. **NBR 12170:** Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2009.

____. **NBR 12211:** Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água - Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

____. **NBR 12483:** Chuveiros elétricos - Padronização. 3p. Rio de Janeiro, 1992.

____. **NBR 12450:** Pia monolítica de material plástico - Dimensões - Padronização. 3p. Rio de Janeiro, 1990.

____. **NBR 12451:** Cuba de material plástico para pia - Dimensões - Padronização. 2p. Rio de Janeiro, 1990.

____. **NBR 12693:** Sistemas de proteção por extintor de incêndio. Rio de Janeiro. 26p. 2013.

____. **NBR 13103:** Instalação de aparelhos a gás para uso residencial - Requisitos. 33p. Rio de Janeiro, 2013.

____. **NBR 13206:** Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluidos – Requisitos. 9p. Rio de Janeiro, 2010.

____. **NBR 13713:** Instalações hidráulicas prediais - Aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático - Requisitos e métodos de ensaio. 27p. Rio de Janeiro, 2009.

____. **NBR 13714:** Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

____. **NBR 14011:** Aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas - Requisitos. 3p. Rio de Janeiro, 1997.

____. **NBR 14016:** Aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas - Determinação da corrente de fuga - Método de ensaio. 5p. Rio de Janeiro, 1997.

____. **NBR 14162:** Aparelhos sanitários – Sifão – Requisitos e métodos de ensaio. 27p. Rio de Janeiro, 2011.

____. **NBR 14390:** Misturador para lavatório - Requisitos e métodos de ensaio. 16p. Rio de Janeiro, 2001.

____. **NBR 14580:** Instalações em saneamento - Registro de gaveta PN 16 em liga de cobre - Requisitos e métodos de ensaio. 16p. Rio de Janeiro, 2000.

____. **NBR 14799:** Reservatório poliolefínico para água potável - Requisitos. Rio de Janeiro. 26 p. 2002.

____. **NBR 14863:** Reservatório de aço inoxidável para água potável. Rio de Janeiro. 5 p. 2012.

____. **NBR 14877:** Ducha Higiênica - Requisitos e métodos de ensaio. 16p. Rio de Janeiro, 2002.

____. **NBR 14878:** Ligações flexíveis para aparelhos hidráulicos sanitários - Requisitos e métodos de ensaio. 23p. Rio de Janeiro, 2015.

____. **NBR 15097-1:** Aparelhos sanitários de material cerâmico. Parte 1: Requisitos e métodos de ensaios. 65p. Rio de Janeiro, 2011.

____. **NBR 15097-2:** Aparelhos sanitários de material cerâmico. Parte 2: Procedimento para instalação. 15p. Rio de Janeiro, 2011.

____. **NBR 15206:** Instalações hidráulicas prediais - Chuveiros ou duchas - Requisitos e métodos de ensaio. 17p. Rio de Janeiro, 2005.

____. **NBR 15267:** Instalações hidráulicas prediais - Misturador monocomando para lavatório - Requisitos e métodos de ensaio. 26p. Rio de Janeiro, 2005.

____. **NBR 15423:** Válvulas de escoamento - Requisitos e métodos de ensaio. 28p. Rio de Janeiro, 2006.

____. **NBR 15491:** Caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias - Requisitos e métodos de ensaio. 40p. Rio de Janeiro, 2010.

____. **NBR 15704-1:** Registro - Requisitos e métodos de ensaio Parte 1: Registros de pressão 25p. Rio de Janeiro, 2009.

____. **NBR 15813-1:** Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria- Parte 1: Tubos de polipropileno copolímero random (PP-R) tipo 3 - Requisitos. 27p. Rio de Janeiro, 2010.

____. **NBR 15813-2:** Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Parte 2: Conexões de polipropileno copolímero random (PP-R) tipo 3 - Requisitos. 34p. Rio de Janeiro, 2010.

____. **NBR 15813-3:** Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Parte 3: Tubos e conexões de polipropileno copolímero random (PP-R) tipo 3 - Montagem, instalação, armazenamento e manuseio 19p. Rio de Janeiro, 2010.

____. **NBR 15857:** Válvula de descarga para limpeza de bacias sanitárias — Requisitos e métodos de ensaio. 34p. Rio de Janeiro, 2010.

____. **NBR 15884-1:** Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Policloreto de vinila clorado (CPVC) Parte 1: Tubos - Requisitos. 26p. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15884-2:** Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Policloreto de vinila clorado (CPVC) Parte 2: Conexões - Requisitos. 20p. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15884-3:** Sistema de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Policloreto de vinila clorado (CPVC) Parte 3: Montagem, instalação, armazenamento e manuseio. 13p. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15939-1:** Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Polietileno reticulado (PE-X) Parte 1: Requisitos e métodos de ensaio. 53p. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 15939-2:** Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Polietileno reticulado (PE-X) Parte 2: Procedimentos para projeto. 12p. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 15939-3:** Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Polietileno reticulado (PE-X) Parte 3: Procedimentos para instalação. 13p. Rio de Janeiro, 2011.

AUSTRALIAN STANDARDS **Fire sprinkler systems** - Piping – General AS 4118.2.1, 27p, 1995.

BARROS, M. M. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** 1996, 421p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil.

BRASIL. **Código Civil** - Lei Nº 10.406, de 10 de Janeiro de 2002. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10406.htm> Acesso em 10 de março de 2014.

_____. **Código de Defesa do Consumidor** - Lei Nº 8.078, de 11 de Setembro de 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm>. Acesso em 10 de março de 2014.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego – **NR 13** - Caldeiras e vasos de pressão - Norma Regulamentadora aprovada pela Portaria 02/84 de 08/05/84.

_____. **Sistema Nacional de Avaliações Técnicas - SINAT** – Disponível em: http://www4.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php. Acesso em: fevereiro de 2014.

BRE CERTIFICATION Requirements for testing plastic pipes and fittings for sprinkler systems – LPS 1260. 9p. 2002.

CARVALHO, W.F. **Medição individualizada de água em apartamentos**. 2010. 109 F. Monografia (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

CASTELO, A. M.; BROERING, L. Fim de um ciclo. **Revista Conjuntura da Construção**, São Paulo, FGV/IBRE e Sinduscon-SP. Ano XII, n. 3, p. 13 -16, outubro de 2014.

CHOI, J.; KIM, I. An Approach to Share Architectural Drawing Information and Document Information for Automated Code Checking System. **Tsinghua Science And Technology**. ISSN. 1007-0214 - 28/67. Pgs. 171-178 Volume 13, Nr. S1, 2008.

CROITOR, E. P.N. **A Gestão De Projetos Aplicada À Reabilitação de Edifícios: Estudo da Interface Entre Projeto e Obra** - Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

DANIEL, E. **Segurança e Eficiência Energética nas Instalações Elétricas Prediais: Um Modelo de Avaliação**. Dissertação para Mestrado. EPUSP, 2010.

EASTMAN, C.; LEE, J.; JEONG, Y.; LEE, J. Automatic rule-based checking of building designs. **Automation in Construction** N18, págs. 1011-1033, 2009.

EASTMAN, C. M. **Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction**. Boca Raton: CRC Press, 1999. 411p;

EPA (ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY). Guidelines for water reuse. Washignton: U.S. EnviromentalProtectionAgency, 2012. (**EPA/600/R-12/618**). Disponível em: <<http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100FS7K.pdf>> Data de acesso: 04 de mar. 2014.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. (Tese de Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FAIRCLOUGH, J. Rethinking Construction Innovation and Research: A Review of Government R&D Policies and Practices. **UK: Department of Trade and Industry**, Feb 2002. 37p. and anexo.

FM GLOBAL TECHNOLOGIES LLC **Approval Standard for Plastic Pipe and Fittings for Automatic Sprinkler Systems – Class Number 1635**. 47p. 2005.

FRANCKLIN JUNIOR, I.; AMARAL, T.G. Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil. v.1, n.2, pg.5, 2008. **Ciência et Praxis** – FESP/UEMG. Passos, MG. 2008

HAMARTHY, T. Z. **Fundamentals of designing building for safety**. Ottawa, NRCC, 1984.

HORSLEY, D. **Process Plant Commissioning, a User Guide**, Institution of Chemical Engineering, 1998.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR BUILDING RESEARCH STUDIES AND DOCUMENTATION – CIB.Report. **Working with the Performance Approach in Building**. 32p. Netherlands, 1982.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241:1984.**

Performance standards in building - Principles for their preparation and factors to be considered. Genebra, Suíça. 10p.1984

_____.**ISO 1182:2010.** Reaction to fire tests for products -- Non-combustibility test. Genebra, Suíça. 32p. 2010.

KALBUSCH, A.; GONÇALVES, O.M. **Critérios de Avaliação de Sustentabilidade Ambiental dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários em Edifícios de Escritórios.** 2007. Boletim Técnico BT/PCC/467 – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

KERZNER, H. **Gestão de Projetos: as melhores práticas.** Trad. Marco Antonio Viana Borges, Marcelo Klippel e Gustavo Severo de Borba. (2002).

LAM, C. **Empreendimentos Eco-Sustentáveis: Aplicação de Parâmetros de Eco-Sustentabilidade em Edifícios Comerciais no Mercado Imobiliário de São Paulo.** Monografia para MBA/USP – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

MACINTYRE, A.J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais.** LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 3ª Edição. Rio de Janeiro. 1996. 739p.

MARCELLINI, L.; OLIVEIRA, L. H. **Avaliação dos requisitos de desempenho de sistemas hidrossanitários do projeto de norma para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos.** In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), 2008. 10 p.

MARQUES, I. G. **Modelo conceitual para avaliação de riscos em sistema de água não potável de edifícios residenciais.** 2013. 66 F. Relatório Final Programa Institucional de Iniciação Científica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MELHADO, S.B. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao Caso das Empresas de Incorporação e Construção**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 294p. 1994

MELLO, G. Q. **Responsabilidade e garantias na construção civil**. UNIVALI, Itajaí, 2010.

MONTENEGRO, B., O Comissionamento Durante as Fases de Construção de um Empreendimento Complexo, em: **EPC News**, abril 2009

NAHB RESEARCH CENTER, PARTNERSHIP FOR ADVANCING TECHNOLOGY IN HOUSING, PLASTIC PIPE AND FITTINGS ASSOCIATION. **Design Guide: Residential PEX Water Supply Plumbing Systems**. 128p. USA. 2006.

NAKAHARA, N. **Japanese vision of commissioning process and asian view**. Building Services Commissioning Association 20-48-2 Harusato-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-0038, Aichi, 2004. Japan. Disponível em <http://www.commissioning-hvac.org/files/doc/PF-96.pdf>. Acesso em: janeiro 2016.

NAKAHARA, N.; KAMITANI, K.; ONOJIMA, H. Defining Commissioning Process/Tools using Model Quality Control Matrix. National Conference on Building Commissioning: May 18-20, 2004. 11pgs. Disponível em <http://www.commissioning-hvac.org/files/doc/A40-A2-M7-JP-1.pdf>. Acesso em: janeiro 2016.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION Installation of Sprinklers Systems. **NFPA 13**. Boston, 311p. 1999

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios** 1999. 344 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI - USP). São Paulo.

OLIVEIRA, C.B.; SANCHES, I. D.; ZANFERDINI, A. S; SERRA, S. M. B.; FABRICIO, M. M. Avaliação de desempenho de habitações sociais: patologias internas. VI SIBRAGEC – **Simpósio Brasileiro de Gestão da Economia da Construção**. 2009.

OLIVEIRA, C.R.M.; GONÇALVES, O. M. **Avaliação da resistência ao fogo de tubulações de compostos vinílicos empregados em sistemas prediais de chuveiros automáticos para extinção de incêndio**. 2008. Boletim Técnico BT/PCC/489 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ORNSTEIN, S.W.; VILLA, S.B. Avaliação do comportamento dos usuários no espaço habitacional: métodos e reflexões. **ENTAC** 2006.

ORNSTEIN, S. W; BRUNA, G., ROMÉRO, M. Ambiente construído & comportamento: a avaliação pós-ocupação e a qualidade ambiental. São Paulo: Studio Nobel/FAU-USP/FUPAM, 1995. **Qualidade e Produtividade. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade**. (Brasília 1990).

ORNSTEIN, S.W. (coord.); ROMÉRO, M. Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social. Porto Alegre: **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2003.

PALIARI, J.C. **Método para prognóstico da produtividade da mão de obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. São Paulo, 2008. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PICCHI, F.A.; AGOPYAN, V. **Sistemas da Qualidade na Construção de Edifícios**. São Paulo, 1993. Boletim Técnico BT/PCC/104 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PINI - **TABELA DE CUSTOS PARA MANUTENÇÃO E REFORMA**. São Paulo: Disponível em: <http://construcao-engenharia-arquitetura.lojapini.com.br/>

PINHEIRO, A.P.B. Comissionamento ainda é pouco usado no Brasil. **Revista Engenharia e Arquitetura**. Disponível em <http://>

www.engenhariaearquitetura.com.br/noticias/631/Comissionamento.aspx. Acesso em 19 de março de 2014.

PBQP-H – **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat**. Disponível em: < pbqp-h.cidades.gov.br >. Acesso em janeiro. 2016.

PMKB - Project Management Knowledge Base. **Comissionamento: o que é, para que serve e quem faz**. 2013. Disponível em <http://pmkb.com.br/artigo/comissionamento-o-que-e-para-que-serve-e-quem-faz/>. Acesso em janeiro de 2016.

PROACQUA. **Programa de Qualidade e Produtividade dos Sistemas de Medição Individualizada de Água**. 2014. Disponível em: <http://www.proacqua.org.br/proacqua_adm/default.asp> Data de acesso: 29 de ago. 2014.

Programa Casa Segura, disponível em: < <http://www.programacasasegura.org>>. Acesso em 10 de março de 2014.

RAMOS, H.dos R. **Manutenção de Sistemas Hidráulicos Prediais**. 2010. 90p. Dissertação para Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.

RAMSAK, P.; OP'T VELD, P. **Model Quality Control for Commissioning of HVAC**, A40 A1 NL CH1 MQC, 2001.

RAMSAK P., **Positioning on Commissioning, QA and certification**, A40 A M3 NL Novem 1 (slides) 2002.

ROCHA LIMA JR., J. **Avaliação do risco nas análises econômicas de empreendimentos habitacionais**. São Paulo, SP, 1991. 51p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/30).

_____. **Decidir sobre investimentos no setor da construção civil.** São Paulo, 1998.32p.(Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil BT/PCC/200).

ROCHA, R. M. **Gerenciamento dos Riscos – Uma Abordagem de Processos e Práticas para Aplicação junto às Empreiteiras de Obras Públicas de Infraestrutura Urbana no Município de São Paulo.** Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2005.

ROSRUD, T. **Sanitary Installation: properties they ought to have:** performance requirements and quality testing of sanitary installations. Instruction 13. Oslo, Norwegian: Building Research Institute, 1979. 236 p.

SANTOS, A. R. DOS. **Desenvolvimento do Mercado de Edifícios de Escritórios para Locação na Cidade de São Paulo Impulsionado pela Securitização.** Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2006. p. 10-11.

SATO, G.E. **A Atratividade do Investimento no Mercado de Edifícios de Escritório da Cidade de São Paulo Por Meio de Fundos de Investimento em Participações sob a Ótica do Investidor Estrangeiro.** Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2008.

SINDUSCOM/SP E SEBRAE. **Manual das Edificações: Termo de Garantia – aquisição, uso e manutenção do imóvel, operação do imóvel.** São Paulo. 2002.

SIQUEIRA, J.G.S. **Identificação e análise das competências necessárias aos profissionais de concepção e planejamento de produtos imobiliários.** Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Especialista em Real Estate – Economia Setorial e Mercado - MBA/USP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

SISSON, B.; AERSCHOT, C. - Energy Efficiency in Buildings: Business Realities and Opportunities – **World Business Council for Sustainable Development**. 2007. Disponível em: <http://www.c2es.org/docUploads/EEBSummaryReportFINAL.pdf>. Acessado em 2016.

SOUZA, R. **A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: aplicação a janelas de uso habitacional**. São Paulo, 1983. 181p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

TANIGUTI, E.; MASSETO, L.; BARROS, M. M. B. A indústria de materiais, componentes e equipamentos e a inovação tecnológica no processo de produção de edifícios. **VII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**. Florianópolis, abril, 1998.

TOLEDO, R. **Identificação de Fatores que Influenciam o Processo de Inovação Tecnológica no Subsetor de Construção de Edifícios: um Diagnóstico Preliminar**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2001.

UNDERWRIGHT LABORATORIES Thermoplastic Sprinkler Pipe and Fittings for Protection Service - **UL-1821**.

VENTURINI, J. Válvulas redutoras de pressão. **Equipe de Obra**. 2011. Disponível em <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/35/valvulas-redutoras-de-pressao-213991-1.aspx>. Acesso em janeiro de 2016.

VERONEZI, A. B. P. **Sistema de Certificação da Qualidade de Edifícios de Escritórios no Brasil**. São Paulo, 2004. 146 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.)

WUNDER, L. R. **Avaliação durante operação dos sistemas hidráulicos prediais e urbanos de conjuntos habitacionais de interesse social no município de**

Passo Fundo. Passo Fundo. 220 pgs. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo. 2006.

YANG, Q.Z.; Xu, X. Design knowledge modeling and software implementation for building code compliance checking. **Building and Environment** 39 (2004) pgs. 689 – 698. Acesso online em www.sciencedirect.com em 15/10/2014.

ZHANG, S.; TEIZER, J.; LEE, J.K.; EASTMAN, C.M.; VENUGOPAL, M. Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules. **Automation in Construction** n. 29 () pgs. 183–195. 2013.

ANEXO 1

Plano de Comissionamento do Sistema Predial de Água Fria e Quente do Edifício S.

Construtora T.

1) Escopo do processo:

a. Escopo do processo

i. Verba destinada para o comissionamento: R\$1.000,00/mês.

ii. Prazos:

- Fase de Pré-projeto: Novembro 2015 a Março 2016

- Fase de Projeto: Março 2016 a Novembro 2016

- Fase de Construção: Novembro 2016 a Junho 2018

- Fase de Operação/Manutenção: Julho 2018 em diante.

iii. Procedimentos de documentação – Diretriz da empresa: uso de sistema de gerenciamento de arquivos eletrônicos pela internet (Construmanager).

iv. Métodos de documentação – upload de arquivo em pastas específicas, conforme a disciplina, dentro do sistema.

v. Requisitos de documentação – documentação a cada etapa de desenvolvimento de projeto, execução e verificação do sistema, com garantia de visualização dos envolvidos.

2) Descrição do sistema:

a. Definição da fonte de fornecimento da água: Concessionária (Sabesp): Da rede pública com diâmetro indicado pela concessionária local, com cavalete de medidor em abrigo apropriado, seguirá com linha Ø 50 mm diretamente ao reservatório inferior de água, tubulações executadas com canos de PVC.

b. Descrição e localização dos reservatórios: um inferior localizado no 3º subsolo, com capacidade para 72.000 litros e um superior localizado no ático, com capacidade para 73.000 litros, destinando-se deste último 25.000 litros para a reserva de combate a incêndios. Ambos os

reservatórios terão tubulações de extravasão e limpeza executadas com canos de PVC. No(s) reservatório(s) inferior e superior o sistema de alarme de extravasão será por aviso visual e elétrico.

- c. Definição do material da tubulação: PVC
- d. Definição dos equipamentos usados nos pontos de utilização e no apoio do sistema: Veja OPR
- e. Outras descrições que se apliquem ao sistema:

Edifício residencial com 29 pavimentos, contendo:

- 3º subsolo com acesso ao edifício, garagem de veículos, reservatórios inferiores e casa de bombas de recalque, sala de equipamentos de reuso de água, vestiários e depósitos;
- 2º subsolo com garagem de veículos e depósitos;
- 1º subsolo com garagem de veículos, depósitos, centro de medição, casa de bombas de piscinas e sala de pressurização da escada;
- Térreo com acesso ao edifício, piscinas, quadra descoberta, apartamento do zelador, sala de ginástica, sauna, salão de jogos e salão de festas;
- 1º andar com 2 apartamentos de 3 dormitórios cada;
- 2º ao 17º andar com 4 apartamentos de 3 dormitórios cada por andar;
- 18º andar com 2 apartamentos de 4 dormitórios e terraço descoberto cada;
- 19º andar com 2 apartamentos de 4 dormitórios cada;
- 20º ao 23º andar com 2 apartamentos de 4 dormitórios cada, por andar;
- Barrilete com reservatórios superiores de água potável e de reuso, bombas de pressurização, casa de bomba de incêndio, equipamento do sistema de aquecimento solar;
- Ático e Cobertura com casa de máquinas dos elevadores.

3) Descrição dos papéis e responsabilidades dos membros do Time de Comissionamento durante cada fase do processo:

- i. Autoridade Comissionária: Conduzir o processo, elaborar os relatórios, verificar os eventos;
- ii. Proprietário: Revisar e aprovar os documentos;

- iii. Chefe do Depto. de Projetos da Construtora T.: Providenciar as informações, revisar os documentos;
  - iv. Projetista: Providenciar as informações, revisar os documentos;
- 4) Descrição das atividades do processo de comissionamento:
- a. Formação do time de comissionamento – Proprietário (Eng. S. F. D.), Coordenadora do projeto (Eng. E. H. M.), Projetista de Instalações (R. E.), Assistência Técnica (Eng. A. T. E.), Especialista em Normatização (Eng. V. M.M. e S.), Autoridade Comissionária (esta aluna).
  - b. Desenvolvimento do OPR,
  - c. Desenvolvimento do BoD,
  - d. Desenvolvimento dos relatórios de comissionamento,
  - e. Acompanhamento das atividades da fase do projeto,
  - f. Aceitação de cada fase.
- 5) Procedimentos de verificação dos documentos do projeto: A coordenadora de projetos avalia e aprova (ou não) os documentos dentro do sistema.
- 6) Descrição do formato a ser adotado para a documentação do processo, incluindo manual do sistema e planos de treinamento: Projetos (DWG), Memoriais (PDF), Fichas de Verificação de Serviço FVS (Sistema específico da qualidade).
- 7) Relação e formato dos instrumentos usados para comunicar e encontrar informações do processo: será usado o programa Construmanager para comunicações técnicas e programas eletrônicos de editor de textos e de planilhas (no caso, Word e Excel) para Listas de equipamentos e documentação técnica.
- 8) Procedimentos de verificação da satisfação do OPR durante todas as fases, baseados na qualidade de amostras aleatórias.
- 9) Documentação para assinaturas de aceitação para cada fase: cópias do OPR relativo à fase.

ANEXO 2

OPR (Owner's Project Requirements) para Sistema Predial de Água Fria e Quente do Edifício S.

Construtora T.

1. Introdução: cenário/antecedentes

O Edifício S. é um empreendimento residencial voltado para classe média/alta, localizado na Rua José Vicente de Azevedo, 442, na Vila Mariana, em São Paulo. O terreno onde está tem aproximadamente 3.850 m², e a área total de construção será de aproximadamente 19.700 m², com 78 unidades distribuídas por 23 andares. Cada andar pode ter duas ou quatro unidades e é servido por três elevadores. O edifício oferece 2, 3 ou 4 vagas para automóveis por unidade e conta com brinquedoteca, piscina, praças de convivência, salão de festas, sala de massagem, sala de estudos, espaço gourmet, playground, quadra esportiva, salão de jogos e sala de ginástica. O empreendimento pretende ser executado considerando a excelência técnica, havendo preocupação com desempenho acústico e térmico. Os usuários aos quais se destina o empreendimento têm uma alta exigência quanto ao acabamento visual, aparência e desempenho prático dos equipamentos, mas baixo conhecimento técnico.

O empreendimento se localiza em São Paulo, onde nos invernos a temperatura pode chegar a menos de 5° e nos verões, a mais de 35°. A região enfrenta um problema de carência de água, que leva a problemas na distribuição.

O cronograma do empreendimento compreende:

- Pré-projeto: Janeiro/2015 – Agosto/2015 (Estudo Preliminar e Anteprojeto)
- Projeto: Agosto/2015 a Novembro 2016
- Início dos trabalhos de construção: Novembro/2016
- Data estimada de entrega: julho/2018

2. Objetivos

Em se tratando de sistemas prediais de água, o objetivo primário é a entrega de água de boa qualidade em quantidade e temperatura controláveis nos pontos de uso. No caso do empreendimento em questão, o proprietário deseja que o projeto de seu sistema seja particularmente respeitoso às normas vigentes, por uma questão mercadológica.

3. Requisitos e usos funcionais de cada ambiente

No caso dos sistemas prediais de água, só há interesse em ambientes onde haverá uso de água.

- Identificação dos usuários do sistema: para que suas necessidades sejam conhecidas: Famílias com mais de 4 pessoas, classe média alta.
- Nomeação dos ambientes ocupados e programação de ocupação. Seus usos relacionados a sistemas hidráulicos devem ser especificados quanto a segurança, conforto, manutenibilidade e qualidade da água:
  - Casa de máquinas – segurança e manutenibilidade;
  - Cozinhas – qualidade da água, conforto, segurança e manutenibilidade;
  - Áreas de serviço – qualidade da água, segurança e manutenibilidade;
  - Banheiros:- qualidade da água, conforto e segurança;
  - Áreas comuns – segurança, conforto, qualidade da água.

Cobertura		Unidades
	Coletores de aquecimento solar	22
	Reservatórios – de concreto armado com 36,50m ³	2
Barrilete/Ático		
	Coletores de aquecimento solar	32
–	Boilers do sist. aquecimento solar	1

continua

continuação

–	Bombas – pressurização	2
–	Bombas – proteção contra incêndio	1
–	Torneira para teste da bomba	1
–	Registros de entrada e saída	4
Pavto. Tipo (20º ao 23º) - 2 unidades com 3 suítes e 1 dorm.)	Quantidades para cada unidade	–
–	Tanque	1
–	Ponto para máquina de lavar	1
WC serviço		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Cozinha		
–	Pia de cozinha	2
–	Ponto para filtro	1
Área externa		
–	Pia de cozinha	1
WC quartos(4)		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Lavabo		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1

continua

continuação

19º Pavimento (2 unidades com 3 suítes e 1 dorm.)		
–	Tanque	1
–	Ponto para máquina de lavar	1
WC serviço		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Cozinha		
–	Pia de cozinha	2
–	Ponto para filtro	1
Área externa		
–	Pia de cozinha	1
WC quartos (4)		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
	Vaso sanitário	1
Lavabo		
	Chuveiro	1
	Pia	1
	Vaso sanitário	1
18º Pavimento - (2 unidades com 3 suítes e 1 dorm.)		
	Tanque	1
	Ponto para máquina de lavar	1
WC serviço		

continua

continuação

–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Cozinha		
–	Pia de cozinha	2
–	Ponto para filtro	1
Área externa		
–	Pia de cozinha	1
–	Banheira de hidromassagem	1
WC quartos(4)		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Lavabo		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Pavimento Tipo (3º ao 17º) (3 unidades com 3 suítes e 1 unidade com 2 dorm. e 1 suíte)		
–	Tanque	1
–	Ponto para máquina de lavar	1
WC serviço		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Cozinha		

continua

continuação

–	Pia de cozinha	2
–	Ponto para filtro	1
Área externa		
–	Pia de cozinha	1
WC quartos(3)		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Lavabo		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
2º Pavimento (3 unidades com 3 suítes e 1 unidade com 2 dorm. e 1 suíte)		
–	Tanque	1
–	Ponto para máquina de lavar	1
WC serviço		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Cozinha		
–	Pia de cozinha	2
–	Ponto para filtro	1
Área externa		
–	Pia de cozinha	1
WC quartos(3)		
–	Chuveiro	1

continua

continuação

–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Lavabo		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
1º Pavimento (1 unidade com 3 suítes e outra com 1 suíte e 2 dorm.)		
–	Tanque	1
–	Ponto para máquina de lavar	1
WC serviço		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Cozinha		
–	Pia de cozinha	2
–	Ponto para filtro	1
Área externa		
–	Pia de cozinha	1
WC quartos(2)		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1
Lavabo		
–	Chuveiro	1
–	Pia	1
–	Vaso sanitário	1

continua

continuação

Pavimento		
Térreo		
	Hidrômetro	1
	Torneiras de reuso	3
	Portaria - pia com torneira	1
	Portaria - bacia sanitária	1
	Piscina - Torneira para reposição de água	1
	Piscina - Ducha higiênica com lava pés	1
	Piscina - Ducha higiênica para cadeira de rodas	1
	Piscina – Equipamentos para piscinas infantil e adultos	2
	Salão de Festas - pias com torneira	2
	Salão de Festas - bacias sanitárias para WC	2
	Salão de Festas - pia com torneira para WC PNE	1
	Salão de Festas - bacias sanitárias para WC PNE	1
	Salão de Festas - pia de cozinha	1
Área Ginástica		
	Pias com torneira	2
	Bacias sanitárias para WC	2
	Bacia sanitária para WC PNE	1
	Pia com torneira para WC PNE	1
	Pia com torneira na sala de massagem	1
Apto Zelador		
	Pia com torneira	1
	Bacia sanitária	1
	Chuveiro	1
	Pia de cozinha	1
	Tanque de lavar roupa	1

continua

continuação

	Previsão para máquina de lavar roupa	1
1º Subsolo		
	Torneiras de reuso	3
	Sistemas de bomba e filtro das piscinas infantil e adulto	1
	Válvulas redutoras de pressão para aparelhos e para reuso	
2º Subsolo		
	Torneiras de reuso	4
3º Subsolo		
	Piscininha de águas pluviais	1
	Bomba submersível	
	Torneira de reuso	
	Reservatório de Aproveitamento de águas pluviais	1
	Tanque de acúmulo 500L	1
	Decantador	1
	Reservatório de Retrolavagem	1
	Sistema de Pressurização de velocidade variável	1
	Previsão para bomba de recalque para reuso	1
	Reservatórios de água -Volume=12m³	6
	Bombas de recalque	2
	Pias com 2 torneiras nos Vestiários	4
	Mictório nos Vestiários	1
	Bacias sanitárias nos Vestiários	2
	Chuveiros nos Vestiários	2
	Pia na APA	1

- Listagem dos equipamentos, sistemas e instalações a serem comissionados:
  - Tabela Excel fornecida pela ConstrutoraT.

4. Vida útil, custos e qualidade

Elemento	Especificação	Verba
Válvula Retenção Vertical 4''	Sistema de vedação para retenção de fluido em refluxo de tubulações verticais em borracha nitrílica: proporciona vedação perfeita com durabilidade média de abertura e fechamento superior a 30 mil vezes. Resistência mecânica para rigidez, desgaste e fadiga. Rosca NBR 6414 (ISO R7/1). Pressão máxima de uso recomendada: 4 kgf/cm² (57 psi). Temperatura máxima da água: 70°C Garantia Toda Vida: qualidade e segurança por tempo indeterminado. Para mais informações, acesse http://www.docol.com.br/pt/garantia	R\$530,00

continua

continuação

Válvula Ventosa 1/2"	A válvula de sucção deve ser instalada dentro dos reservatórios inferiores e visa manter a tubulação das bombas com 100% de água, evitando danos às tubulações e queima do selo de vedação da bomba d'água. Sistema de vedação em borracha nitrílica proporciona vedação perfeita. Grade de proteção para evitar a entrada de materiais grosseiros. Rosca NBR 6414 (ISO R7/1). Aplicação: sistema de captação de água (recalque). Pressão máxima de uso recomendada: 4 kgf/cm² (57 psi). Temperatura máxima da água: 70°C. Garantia Toda Vida: qualidade e segurança por tempo indeterminado. Para mais informações, acesse http://www.docol.com.br/pt/garantia	R\$55,00
Registro De Gaveta 1"	Pressão mínima de funcionamento: 2 metros de coluna d'água. Pressão máxima de funcionamento: 140 metros de coluna d'água. Tipo de rosca de entrada e saída: bsp NBR 8133 Composição básica: liga de cobre (bronze e latão), plásticos de engenharia e elastômeros. Órgão certificador ABNT Número norma(s)/decreto(s): NBR 15705.	
Colar De Tomada	Bitola 63 x 1.1/4" Código 37620556	R\$10,00

continua

continuação

Válvula Euro	Esta válvula destina-se ao bloqueio, não sendo recomendada para regulação ou estrangulamento. Principais Características: Passagem plena e sem cavidades de encunhamento na parte inferior do corpo, o que elimina o risco de obstrução por corpos estranhos ou depósito de lama. Excelente proteção contra corrosão interna e externa, podendo ser instalada diretamente enterrada. Possibilidade de manutenção do sistema de vedação da haste com rede em carga. Torques de manobra baixos, facilitando a operação. Haste de aço inoxidável confeccionada em peça única sem soldas ou emendas. Fixação da Tampa por efeito autoclave, sem a utilização de parafusos. Cunha em ferro dúctil sobre moldada com elastômero. Revestimento em epóxi pó, ideal para o contato com água potável e aplicado por processo eletrostático com espessura mínima de 250µm. Garantia de Durabilidade Estanqueidade perfeita nos dois sentidos de fluxo, assegurada pela compressão.	R\$550,00
Caixa P/ Hidrômetro - Padrão Sanasa - Mod. Mont	Caixas fabricadas em aço galvanizado. pintura eletrostática a pó IK 10	R\$1200,00

continua

continuação

Registro Globo Angular 2 1/2" X45	Rosca interna BSP 11 fios por polegada e Saída 2.1/2" rosca externa NBR 5 fios por polegada. Haste em Latão Fundido. Volante em Alumínio Fundido. Disco para Vedação em Latão Fundido com Borracha Vulcanizada. Classe 210 PSI. Teste Hidrostático: 400 PSI (corpo, sede e contra sede). Peso: 2,5Kg. Material: Corpo e Castelo em Latão Fundido NBR 6941. Acabamento: Usinado.	R\$100,00
Filtro para piscina	Filtro DFR - 22-11 Cabeçote Válvula seletora de 6 posições. Bomba PF-17 1cv PRATIKA (autoescorvante com pré-filtro). Motor de motor de 1cv.- 2 uniões 50mm completas, acompanha oring, porca e complemento das uniões. Informações Técnicas Válvula seletora de 6 posições de operação, com manômetro de controle e visor de retrolavagem. Funções: Testar - Retrolavar- Recircular - Pré Filtrar - Filtrar – Drenar. Tanque produzido pelo processo de rotomoldagem com parafusos prisioneiros em aço inoxidável. Sistema drenante e meio filtrante (areia sílica(não acompanha)) projetados segundo a ABNT. Todos os componentes funcionais são confeccionados em termo plástico de engenharia. Vazão Nominal: 11.000 L/h . Carga de Areia: 140 kg (não acompanha). Ideal para piscina de: 78.000 a 88.000l.	R\$900,00

continua

continuação

Bomba e filtro para piscina	Carcaça e intermediária (interna e externa) - em ABS reforçado com fibra de vidro, termoplástico de engenharia de excelentes qualidades. Rotor - do tipo fechado, injetado em Noryl reforçado com fibra de vidro com ressalto na parte posterior e rosqueado diretamente na ponta do eixo. Vedação do eixo - por selo mecânico - Ø 3/4", tipo "16", conjunto de precisão, construído com borracha nitrílica, mola de aço inox e as faces de vedação em grafite e cerâmica o qual em conjunto com o rotor impedem, totalmente, o contato do líquido com as partes metálicas. Tubulação - Sucção e Elevação: 50mm Ø Motor Elétrico com Potência de 1cv; Tensão: Bivolt Monofásico 110/220v (opcional trifásico 220/380v); Norma - Nema MG1-18.326 a MG1 - 18.341 - "Jet Pump"; 2 pólos - 3.500 rpm - 60 Hz - Monofásico: 110/220V; Grau de Proteção: IP 21; Isolamento: Classe "B". Garantia: 18 meses Marca: Dancor Origem: Nacional	R\$900,00

continua

continuação

Bomba submersível abs uni-550t	Proteção térmica incorporada nos modelos monofásicos • Motor monofásico com capacitor permanente • Grau de proteção IP 68 • Rolamentos de esfera lubrificados por óleo isolante • Carcaça em ferro fundido (EN-GJL-250: GG25) • Selo mecânico carvão/cerâmica • Entrada de cabos elétricos com dupla vedação (borracha e resina epóxi) • Cabo elétrico de 5 metros como padrão Principais Benefícios • Leve e portátil: fácil de usar e transportar • Altamente adequada para serviços de emergência graças à mínima exigência de acessórios • Hidráulica com propulsores Contrablock ou vortex para uma operação livre de bloqueios • Design compacto de alta eficiência • Chave-boia integrada como opcional (bombas monofásicas até 0,5 c.v. / 0,37 kW) • Baixa necessidade de manutenção	R\$2.600,00
Torneira De Boia	- Matéria-prima - Plástico de Engenharia (Poliacetil, ABS e Polietileno); Bitolas - 1/2", 3/4" e 1"; Pressão Máxima de Serviço - 10 kgf/cm²; Funcionamento - A torneira boia click funciona com um mecanismo simples, que fecha a entrada da água quando esta chega a um determinado nível; Normas de Referência - NBR 14534 e NBR 5626.	R\$30,00

5. Requisitos de manutenção

A norma ABNT NBR 5626 (1998) especifica que o sistema predial de água fria seja projetado de modo a possibilitar manutenção fácil e econômica, e recomenda a utilização de registros de fechamento ou de outros dispositivos que cumpram a mesma função no barrilete, nas colunas de distribuição e nos ramais de distribuição de água. A previsão de acesso aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários é imprescindível para evitar custos desnecessários quando da manutenção. Requisitos específicos de desempenho operacional, de manutenibilidade e acesso de cada elemento do sistema em cada ambiente devem estar definidos, e deve ser possível a verificação dos mesmos.

- Bacia sanitária para WC e WC PNE: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Banheira de hidromassagem: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Boilers do sist. aquecimento solar: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Bomba submersível: Limpeza e revisão de manutenção a intervalos regulares.
- Bombas – pressurização: Limpeza e revisão de manutenção a intervalos regulares.
- Bombas – proteção contra incêndio: Limpeza e revisão de manutenção a intervalos regulares.
- Bombas de recalque: Limpeza e revisão de manutenção a intervalos regulares.
- Chuveiro: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Coletores de aquecimento solar: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Decantador: Limpeza e revisão de manutenção a intervalos regulares.
- Ducha higiênica com lava pés: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Ducha higiênica para cadeira de rodas: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.

- Equipamentos para piscinas infantil e adultos: Limpeza e revisão de manutenção a intervalos regulares.
- Hidrômetro: Limpeza e revisão de manutenção a intervalos regulares.
- Mictório nos vestiários: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Pia: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Pia com torneira: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Pia com torneira para WC PNE: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Pia de cozinha: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Pia na APA: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Pias com 2 torneiras nos vestiários: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Piscininha de águas pluviais: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Ponto para filtro: Limpeza a intervalos regulares.
- Ponto para máquina de lavar: Limpeza a intervalos regulares.
- Previsão para bomba de recalque para reuso: Limpeza a intervalos regulares.
- Previsão para máquina de lavar roupa: Limpeza a intervalos regulares.
- Registros de entrada e saída: Limpeza a intervalos regulares.
- Registros: devem ser identificados e os mostradores dos equipamentos devem trazer os valores adequados indicados.
- Reservatório de aproveitamento de águas pluviais: Limpeza a intervalos regulares.
- Reservatório de retrolavagem: Limpeza a intervalos regulares.
- Reservatórios: devem ter espaço suficiente para manutenção em seu entorno. A configuração dos reservatórios foi alterada devido à observação feita durante o processo de comissionamento. A tampa deve ficar sempre fechada.
- Sistema de pressurização de velocidade variável: Limpeza e revisão de manutenção a intervalos regulares.
- Sistemas de bomba e filtro das piscinas infantil e adulto: Limpeza e revisão de manutenção a intervalos regulares.

- Tanque de lavar roupa: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Torneira de reuso: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Torneira p/ reposição de água: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Torneira para teste da bomba: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.
- Tubulações: devem ser identificadas por cor, facilitando a identificação do sistema a que pertencem.
- Válvula redutora de pressão: deve estar instalada num local com espaço suficiente para possíveis manobras de substituição da mesma, de fácil acesso ao pessoal técnico e os manômetros de controle devem estar visíveis. Haverá válvulas individuais nos apartamentos do 1º ao 11º andar com dados conforme o esquema superior de água fria. Para o Sistema Inferior será instalada no 1º subsolo, coluna AF-14, redistribuição no 1º subsolo para abastecimento entre térreo e 3º subsolo.
- Vaso sanitário: Limpeza e verificação das ferragens a intervalos regulares.

6. Avaliação do sistema

O método de avaliação a ser adotado pelo proprietário para o sistema é pesquisa de pós-ocupação.

7. Documentação do Projeto

- Plano de Comissionamento: texto no formato de arquivo do Word;
- OPR - Owner's Project Requirements: texto no formato de arquivo do Word;
- BoD - Basis of Design, definindo o conteúdo, a organização e os eventos programados do BoD para os processos de projeto e construção: texto no formato de arquivo do Word;
- Relatórios de Comissionamento, a intervalos regulares: texto no formato de arquivo do Word;
- Manual do Sistema: texto no formato de arquivo do Word;

- documentos de contratação dos profissionais envolvidos (orçamentos, pedidos, contratos, recibos, notas fiscais, etc) : contratos elaborados pela construtora.
- projetos técnicos e seus cronogramas, definindo o número, o formato e a programação das entregas e de suas revisões: projetos entregues digitalmente e em formato impresso para a obra.
- planos de treinamento da equipe de operação: texto no formato de arquivo do Word;
- requisitos de treinamento para a equipe de manutenção e para os ocupantes: texto no formato de arquivo do Word
- documentos de garantia dos elementos do sistema (obtidos dos fornecedores e fabricantes): impressos conforme o fornecedor disponibiliza.

8. Time de Comissionamento – Fase de Execução

- Proprietário (Eng. S. F. D.);
- Coordenadora do projeto (Eng. V. M.M. e S.);
- Projetista do Sistema de Água Fria (R. E.);
- Projetista do Sistema de Água Quente (Eng. J. C.);
- Responsável pelo Aquecimento Solar (Eng. D. L. J.);
- Coordenador de Obras da T. (Eng. B.);
- Assistência Técnica (Eng. A. T. E.);
- Responsável pela instalação de sistema (Sr. J. R.);
- Engenheiro Responsável da Obra (Eng. S. L.);
- Autoridade Comissionária (Esta aluna).

ANEXO 3

BOD (BASIS OF DESIGN) PARA O SISTEMA PREDIAL DE AGUA FRIA E QUENTE DO EDIFÍCIO S.

Construtora T.

1. - Lista das normas e códigos vigentes que serão considerados para o sistema:
2. - Lista dos procedimentos de testes e avaliações das instalações e equipamentos:
  - Ensaio de Estanqueidade: A estanqueidade dos reservatórios é verificável observando-se o nível de água dos mesmos a intervalos, sem que haja acréscimo ou retirada de água. Quanto às tubulações, que ficam muitas vezes embutidas, os vazamentos podem não ser evidentes. De acordo com a ABNT NBR 5626 (1998), o ensaio de estanqueidade deve ser realizado de modo a submeter as tubulações a uma pressão hidráulica superior àquela que se verificará durante o uso. O valor da pressão de ensaio, em cada seção da tubulação, deve ser no mínimo 1,5 vezes o valor da pressão prevista em projeto para ocorrer nessa mesma seção em condições estáticas (sem escoamento). A ABNT NBR 5626 (1998) recomenda um procedimento para execução do ensaio de estanqueidade.
  - Verificação da proteção contra retrossifonagem em dispositivos de prevenção ao refluxo: A ABNT NBR 5626 (1998) traz em seu Anexo B o procedimento para verificação da proteção contra retrossifonagem em dois grupos de dispositivos:
  - Ensaio de Resistência a impactos de tubulações aparentes: as tubulações aparentes fixadas até 1,5 m acima do piso devem resistir aos impactos que possam ocorrer durante a vida útil de projeto, sem sofrerem perda de funcionalidade (impacto de utilização) ou ruína (impacto-limite). A tubulação, quando ensaiada, deve estar totalmente cheia de água para as instalações de água potável e de reuso e vazia nas de esgoto e águas pluviais. Após cada impacto, deve-se verificar a ocorrência de fissuras ou outros danos superficiais na tubulação. Após a aplicação de todos os impactos, a

ocorrência de vazamentos deve ser verificada através da aplicação do descrito acima.

- Ensaio de Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização: a ABNT 12170 (2009) prescreve o método para análises físicas organolépticas e químicas de água potável em contato com sistemas de impermeabilização.
- Testes dos Equipamentos: todos os equipamentos do sistema (bombas hidráulicas, equipamentos de aquecimento, equipamentos de filtragem etc.) devem ter seu bom funcionamento verificado. Os critérios de avaliação e os níveis de aceitação devem ser definidos pelos fornecedores dos equipamentos, que devem poder ser ligados para verificação. Equipamentos como válvulas, registros, torneiras, bacias etc. devem ter seu funcionamento avaliado por meio de testes de uso.
- Limpeza e Desinfecção dos reservatórios e tubulação: todos os elementos do sistema (reservatórios, tubulações etc.) devem ser entregues limpos e desinfetados. Segundo a ABNT NBR 5626 (1998), o construtor deve entregar a instalação predial de água fria em condições de uso. Para tanto, devem ser executadas a limpeza e a desinfecção estabelecidas, cujo objetivo é garantir que a água distribuída pela instalação atenda ao padrão de potabilidade. A substância ativa utilizada deve ser o cloro livre, obtido, por exemplo, pela dissolução de hipoclorito de sódio na água a ser desinfetada. O efeito desejado é função da concentração de cloro livre e do seu tempo de contato com os micro-organismos. Outros procedimentos de desinfecção podem ser empregados, desde que atendam ao critério da garantia do padrão de potabilidade da água. Procedimentos diferentes devem ser adotados em função do tipo de abastecimento utilizado na parte da instalação objeto da limpeza e desinfecção. A limpeza e desinfecção dos sistemas prediais com tipo de abastecimento indireto consistem na remoção de materiais e substâncias eventualmente remanescentes nas diversas partes do sistema e na subsequente lavagem através do escoamento de água potável pela tubulação. Deve ser realizada após a conclusão da execução. O procedimento recomenda que: a desinfecção é considerada concluída quando em todas as peças de utilização se obtiver água com teor de cloro não superior àquele característico da fonte de abastecimento. No caso de abastecimento a partir da rede pública da concessionária, deve ser obtida

prévia autorização dela para que a desinfecção seja efetuada. Eventualmente, pode ser executada desinfecção combinada de um trecho da rede pública e da instalação em questão. No caso de sistema predial de água fria, onde o abastecimento seja tanto do tipo direto como indireto (abastecimento misto), a desinfecção das tubulações que constituem o abastecimento direto deve preceder a limpeza e desinfecção daquelas que constituem o abastecimento indireto.

3. - Informações relativas a condições do ambiente onde será instalado o sistema: climáticas, geográficas, espaciais;

O empreendimento se localiza em São Paulo, onde nos invernos a temperatura pode chegar a menos de 5° e nos verões, a mais de 35°. A região enfrenta um problema de carência de água, que leva a problemas na distribuição.

4. - Premissas a respeito do uso do sistema, detalhando o número e o perfil dos usuários: veja OPR;
5. - Critérios de desempenho que o sistema deve satisfazer: veja OPR;
6. - Projeto esquemático do sistema, plantas baixas e desenhos isométricos que, de acordo com a fase, devem ser mais detalhados:
7. – Descrição de como se pretende atender ao OPR:

A entrada de água se dá pela rede pública, com diâmetro indicado pela concessionária local, com cavalete de medidor em abrigo apropriado, seguirá com linha Ø 50 mm diretamente ao reservatório inferior de água, tubulações executadas com canos de PVC.

O reservatório inferior está localizado no 3º subsolo, com capacidade para 6 x 12.000 litros, total 72.000 litros e o superior localizado no ático, com capacidade para 73.000 litros, destinando-se deste último 25.000 litros para a reserva de combate a incêndios. Ambos os reservatórios terão tubulações de extravasão e limpeza executadas com canos de PVC. No(s) reservatório(s) inferior e superior o sistema de alarme de extravasão será por aviso visual e elétrico.

O sistema elevatório terá duas eletrobombas de funcionamento alternado e comando automático por chaves de boia de nível máximo e mínimo instalados nos respectivos reservatórios. Cada bomba terá capacidade para vazão de 4,50 litros/s para altura manométrica de 101mca. A tubulação de sucção de Ø75 mm será executada com canos de PVC e a de recalque de Ø63 mm será executada com canos de PPR.

O barrilete será instalado a partir de 1,14 metros do fundo do reservatório superior, para garantir a reserva de combate a incêndios por 2 barrilete(s) de Ø 100 mm e 1 de Ø 50 mm munido(s) de respectivos registros de gaveta e pente(s) de distribuição com ramais e registros para cada uma das colunas de distribuição. Bomba de pressurização para vazão de 3,25 l/s, altura manométrica de 15 mca. As tubulações serão executadas com tubos de PVC / cobre. A partir do pente de registros do barrilete seguirão as colunas de distribuição, horizontalmente pela cobertura e verticalmente por toda a edificação. Tubulações executadas em PVC. Dentro de cada dependência de consumo, sempre munidos de registros de gaveta para permitir a manutenção individualizada por dependência. Os ramais correrão embutidos na laje e pelo forro até os respectivos aparelhos e serão executados com canos de PEX/ PVC. Haverá medição individual por unidade, com medidores instalados no hall de serviço, ramais derivados da coluna AF-1, AF-P1 seguindo até as respectivas unidades de consumo. Tubulações executadas com PVC.

Redução de pressão - Para manter as instalações dentro dos limites de pressão recomendados pelas normas da ABNT será(o) instalada(s) válvula(s) redutora(s) de pressão na área técnica do hall de serviço e também no térreo para o sistema inferior. Haverá válvulas individuais nos apartamentos do 1º ao 11º andar com dados conforme o esquema superior de água fria. Para o Sistema Inferior será instalada no 1º subsolo, coluna AF-14, redistribuição no 1º subsolo para abastecimento entre térreo e 3º subsolo. Características: Q=1,73 l/s; PE=71mca; PD=42mca; PS=29 mca. Para o Sistema de Reuso (sistema Inferior), será instalada no 1º subsolo, coluna AF-13, redistribuição no 1º subsolo para abastecimento entre 1º e 11º andares. Características: Q=2,38 l/s; PE=74mca; PD=40mca; PS=34mca. Nos sistemas inferiores sempre serão colocadas 2 (duas) válvulas, sendo uma de serviço e a outra em forma de by-pass para reserva.

ANEXO 4**RELATÓRIO DE COMISSIONAMENTO PARA O SISTEMA PREDIAL DE
ÁGUA FRIA E QUENTE DO EDIFÍCIO S. – OUTUBRO 2017**

Construtora T.

4. Data da Reunião: 03 de Outubro de 2017

Presentes: Eng. S. L., Eng. M. I., Sr. J. R.

Assunto: Consulta sobre atividades na obra.

A subida das prumadas de água quente começou a ser instalada entre o 3º e o 9º andares.

As tubulações aéreas do 4º andar começaram a ser instaladas nesta semana.

A tubulação de alimentação dos hidrantes começou a ser instalada do 5º andar para cima.

Faltaram 2 registros de água fria para os pontos de alimentação da geladeira, no 4º andar e foi comunicada a necessidade.

Foi observada a inconsistência entre o número de ligações que deveria haver na obra e o que realmente se encontrava lá. Foi comunicada a diferença.

Fotografias tiradas na obra:

Fotografia feita em 03/10/2017 –
Registro de uma prumada de água
quente no 3º andar.

Fotografia feita em 03/10/2017 – Vista da tubulação de alimentação dos hidrantes.

Fotografia feita em 03/10/2017 – Vista de tubulação aérea.

Fotografia feita em 03/10/2017 – Registro dos aquecedores elétricos de apoio individuais para cada unidade.

Foi marcada a próxima reunião para 21/08/17.