CHRISTIANNE DOS SANTOS FIGUEIREDO ISHIDA

# MODELO CONCEITUAL PARA COMISSIONAMENTO DE SISTEMAS PREDIAIS

São Paulo
2015

CHRISTIANNE DOS SANTOS FIGUEIREDO ISHIDA

# MODELO CONCEITUAL PARA COMISSIONAMENTO DE SISTEMAS PREDIAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Área de Concentração:
Engenharia de Construção Civil e Urbana

Orientadora:
Profa. Dra. Lúcia Helena de Oliveira

São Paulo
2015

Aos meus pais, Vera (*in memoriam*) e Figueiredo, pela dedicação, afeto, exemplo e oportunidade de vida que me oferecem.

Ao meu marido, César Augusto, pelo companheirismo, apoio e compreensão dos momentos de lazer e férias não usufruídas.

Ao meu filho, Lucas Augusto, razão do meu viver.

# AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora Dra. Lúcia Helena de Oliveira, pela oportunidade, imensa ajuda e paciência.

À Dona Laura e Sr. Manoel, por cuidarem do meu grande Lucas, em momentos preciosos.

Aos professores Moacyr e Orestes pelo auxílio para a delimitação dos limites da pesquisa.

À Laís, pelo estímulo.

À Carol, pelo constante incentivo.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

“As palavras voam...”

(Vera - provérbio português)

# RESUMO

Atualmente, os edifícios, em função dos avanços tecnológicos dos sistemas prediais, necessitam de maior planejamento, detalhamento de projetos, controles de execução e treinamento dos profissionais de operação e manutenção para atender os requisitos de projeto do proprietário, que têm como premissa os conceitos de sustentabilidade, qualidade e desempenho. A presença dos sofisticados sistemas de controle contribui para facilitar o gerenciamento de insumos como água e energia, porém pequenas falhas podem levar a grandes falhas de desempenho. As falhas na concepção dos edifícios têm início com a má interpretação, por parte da equipe técnica, dos requisitos dos proprietários. Assim, é necessário que na concepção do edifício sejam verificados todos os requisitos solicitados pelos proprietários para o edifício durante o seu ciclo de vida. A falha da comunicação percorre toda a cadeia produtiva do edifício gerando falhas de planejamento, projeto, execução e manutenção. O comissionamento é um processo para atender aos requisitos de projeto do proprietário, documentar as fases do ciclo de vida dos edifícios, capacitar os profissionais de operação e manutenção, com o objetivo de evitar as falhas, diminuir desperdícios e retrabalhos, melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade dos edifícios. O comissionamento é mais difundido em sistemas prediais de ar condicionado e de iluminação tendo como meta a alta eficiência energética e a economia de água, sendo pouco utilizado no Brasil. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é propor um modelo conceitual de comissionamento para sistemas prediais. A metodologia adotada para o desenvolvimento do modelo, utiliza a pesquisa bibliográfica como procedimento técnico. Para elucidar em que fase o comissionamento é aplicado, este foi relacionado com os outros conceitos utilizados no ciclo de vida do edifício como a coordenação de projeto, o gerenciamento de execução, o gerenciamento de facilidades, a qualidade, o desempenho, a sustentabilidade. Para o desenvolvimento do modelo conceitual é apresentado um fluxo das fases do ciclo de vida e respectivas etapas do comissionamento e outro fluxo com a relação de documentos gerados em cada fase. O resultado, ou seja, o modelo conceitual dá as diretrizes para o desenvolvimento de um comissionamento por meio da descrição das atividades, das competências e dos produtos gerados em cada etapa do comissionamento, conforme as fases do ciclo do edifício. Este trabalho contribui para difundir o comissionamento e embasar a sua aplicação em edifícios.

Palavras-chave: comissionamento, sistemas prediais, edifícios, modelo conceitual.

# ABSTRACT

The buildings of high technology, arising from technological advances in building systems, require more planning, project details, playback controls and training of operating professionals and maintenance to meet the owner's project requirements, which is premised on the concept of sustainability, quality and performance. The presence of sophisticated control systems helps to facilitate the management of inputs such as water and energy, however small faults can lead to major performance failures. The flaws in the design of the buildings begin to misinterpretation, by the technical staff, the requirements of the owners. Thus, it is necessary that the design of the building are checked all requirements requested by the building owners to during its life cycle. The failure of the communication runs through the entire production chain of the building generating design flaws, design, execution and maintenance. Commissioning is a process to meet the owner's project requirements, document the stages of the life cycle of buildings, train operating professionals and maintenance, in order to avoid failures, reduce waste and rework, improve quality, performance and sustainability of buildings. The commissioning is more widespread in building air conditioning and lighting systems with the goal of high energy efficiency and water savings, being little used in Brazil. In this context, the objective of this research is to propose a conceptual model of commissioning for building systems. The methodology used to develop the model, uses literature as a technical procedure. To elucidate what stage the commissioning is applied, this was related to the other concepts used in the building's life cycle, such as: project coordination, execution management, management of facilities, quality, performance, sustainability. To develop the conceptual model presented is a flow of phases of the life cycle and respective process steps and another stream with the list of documents generated at each stage. The result, i.e. the conceptual model gives guidelines for the development of a commissioning through the description of activities, skills and products generated at each stage of the commissioning, according to the phases of building cycle. This work contributes to spread the commissioning and to support its application in buildings.


*Keywords: Commissioning, building systems, building, conceptual model.*

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES


Figura 2.1 Estrutura das fases da pesquisa.....18
Figura 3.1 Sistemas comissionados em edifícios..... .....24
Figura 3.2 Pesquisa sobre as razões para execução do comissionamento..... .....26
Figura 3.3 Análise dos termos utilizados nos conceitos de comissionamento ..... ..34
Figura 3.4 Edifícios sem o comissionamento..... ..... .....36
Figura 3.5 Estimativa do custo de comissionamento de diferentes tipos de edifício em dólares por $m^2$.....45
Figura 3.6 Princípios do comissionamento..... .....48
Figura 3.7 Comissionamento como base para a funcionalidade total do edifício.....53
Figura 3.8 Fases do edifício e o comissionamento.....70
Figura 3.9 Fluxograma da fase de planejamento do comissionamento.....71
Figura 3.10 Fluxograma da fase de projeto do comissionamento..... ...71
Figura 3.11 Fluxograma da fase de cosntrução do comissionamento.....72
Figura 3.12 Fluxograma da fase de operação/manutenção do comissionamento.....72
Figura 4.1 Relação entre qualidade, desempenho e sustentabilidade..... ...85
Figura 4.2 As premissas iniciais e etapas do ciclo de vida do edifício.....87
Figura 4.3 Incorporação das fases do edifício na relação existente entre etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.2.88
Figura 4.4 Incorporação da coordenação de projeto, do gerenciamento de execução e do gerenciamento de facilidades na relação existente entre fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.3.....89
Figura 4.5 Incorporação do comissionamento e recomissionamento na relação existente entre coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.4.....91
Figura 4.6 Incorporação do retrocomissionamento e recomissionamento na relação existente entre coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.4.....92
Figura 4.7 Incorporação da qualidade na relação existente entre comissionamento, gerenciamento de execução, recomissionamento, coordenação de projeto, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.5.....93
Figura 4.8 Incorporação do desempenho na relação existente entre qualidade, comissionamento, recomissionamento, coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.7.....94
Figura 4.9 Relação existente entre sustentabilidade, desempenho, qualidade, comissionamento, recomissionamento, coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício.....95
Figura 4.10 Relação existente entre sustentabilidade, desempenho, qualidade,

retrocomissionamento, recomissionamento, coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício.....96
Figura 5.1 As fases do edifício e as etapas do comissionamento .....99
Figura 5.2 Nomenclatura das etapas e documentos do comissionamento.100
Figura 5.3 Relação de documentos gerados por fase e etapa do comissionamento.....101

# LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Comissionamento e respectivas fontes bibliográfica ..... 30
Tabela 3.2 Alguns resultados da pesquisa de Mills (2009) ..... 46
Tabela 3.3 Atividades do comissionamento e respectivo documento ..... 60

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| **AABC** | Associated Air Balance Council Commissioning Group |
| **ABNT** | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| **ACG** | AABC Commissioning Group |
| **AECO** | Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação |
| **AGESC** | Associação Brasileira de Gestores e Coordnadores de Projeto |
| **AQUA** | Processo de Alta Qualidade Ambiental |
| **ASHRAE** | American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers |
| **BECx** | Building Enclosure Commissioning Process |
| **BIM** | Building Information Model |
| **BoD** | Base de projeto (Base of Design) |
| **CAIXA** | Programa Selo Casa Azul |
| **CBCS** | Conselho Brasileiro de Construção Sustentável |
| **Cx** | Comissionamento |
| **GF** | Gerenciamento de facilidades |
| **GSA** | U. S. General Services Administration |
| **LCC** | Laboratório de Construção Civil |
| **LEED** | Leadership in Energy e and Environmental Design |
| **NBR** | Norma Técnica brasileira |
| **NEBB** | National Environmental Balancing Bureau |
| **NIBS** | National Institute of Building Sciences |
| **O&M** | Profissionais de operação e manutenção |
| **OPR** | Requisitos de projeto do proprietário (Owner's Project Requirements) |
| **PBQP-H** | Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat |
| **Plano Cx** | Plano de comissionamento |

| | |
|---|---|
| **Procel** | Selo Procel Edifica |
| **SECOVI** | Sindicato da Empresas de Compra, Venda, Licação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais |
| **WBDG** | Whole Building Design Guide Project Management Committee |

# SUMÁRIO


**1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA** ..... 16
1.1 OBJETIVOS GERAIS ..... 17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 17
**2 METODOLOGIA** ..... 18
**3 COMISSIONAMENTO** ..... 20
3.1 A EVOLUÇÃO DO COMISSIONAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL ..... 22
3.2 COMISSIONAMENTO NO BRASIL ..... 28
3.3 CONCEITO DE COMISSIONAMENTO ..... 30
3.4 OBJETIVOS E BENEFÍCIOS DO COMISSIONAMENTO ..... 35
3.5 COMUNICAÇÃO NO COMISSIONAMENTO ..... 41
**3.5.1 Formas de comunicação** ..... 43
**3.5.2 Fases da comunicação** ..... 44
3.6 CUSTOS DO COMISSIONAMENTO ..... 44
3.7 PRINCÍPIOS DO COMISSIONAMENTO ..... 48
**3.7.1 Determinar os requisitos de desempenho do projeto** ..... 49
**3.7.2 Planejar o comissionamento** ..... 51
**3.7.3 Documentar** ..... 54
3.8 INÍCIO DO COMISSIONAMENTO ..... 54
3.9 EQUIPE DE COMISSIONAMENTO ..... 56
3.10 DOCUMENTOS NO COMISSIONAMENTO ..... 60
**3.10.1 Definição das funções e responsabilidades** ..... 61
**3.10.2 Requisitos de projeto do proprietário - OPR** ..... 61
**3.10.3 Plano de comissionamento - Plano Cx** ..... 65
**3.10.4 Relatório de revisão de projeto** ..... 65
**3.10.5 Base de projeto – BoD** ..... 66
**3.10.6 Especificações de comissionamento** ..... 66
**3.10.7 Listas de verificação de execução e relatórios** ..... 67
**3.10.8 Registro de problemas e soluções** ..... 67
**3.10.9 Manual dos sistemas** ..... 68
**3.10.10 Planos de treinamento e registros** ..... 68
**3.10.11 Relatório final da garantia de comissionamento** ..... 69
**3.10.12 Relatório de comissionamento** ..... 69
3.11 FASES DO COMISSIONAMENTO ..... 69
**3.11.1 Fase de planejamento** ..... 73
**3.11.2 Fase de projeto** ..... 73
**3.11.3 Fase de execução** ..... 74
**3.11.4 Fase de operação e manutenção** ..... 75
**4 COMISSIONAMENTO E CICLO DE VIDA DO EDIFÍCIO** ..... 77
4.1 COORDENAÇÃO DE PROJETO ..... 78
4.2 GERENCIAMENTO DE EXECUÇÃO ..... 79
4.3 GERENCIAMENTO DE FACILIDADES ..... 80
4.4 QUALIDADE ..... 81
4.5 DESEMPENHO ..... 82
4.6 SUSTENTABILIDADE ..... 84

4.7 RELAÇÃO ENTRE FASES DO EDIFÍCIO, COMISSIONAMENTO, COORDENAÇÃO DE PROJETOS, GERENCIAMENTO DE EXECUÇÃO, GERENCIAMENTO DE FACILIDADES, QUALIDADE, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE ..... 85
4.8 BUILDING INFORMATION MODEL (BIM) .....97
**5 MODELO CONCEITUAL PARA O COMISSIONAMENTO DE SISTEMAS PREDIAIS EM EDIFÍCIOS** .....98
5.1 FASE A – CONCEPÇÃO DO PRODUTO (FASE DE PLANEJAMENTO) .....103
**5.1.1 Identificar a equipe de comissionamento – Cx-A 001** .....104
5.1.1.1 Descrição da atividade do Cx-A 001 .....104
5.1.1.2 Competências em Cx-A 001.....105
5.1.1.3 Produtos gerados em Cx-A 001 .....107
**5.1.2 Desenvolver os requisitos de projeto do proprietário (OPR) – Cx-A 002** .....107
5.1.2.1 Descrição da atividade do Cx-A 002 .....107
5.1.2.2 Competências em Cx-A 002.....108
5.1.2.3 Produtos gerados em Cx-A 002 .....108
5.1.2.4 Observações em Cx-A 002 .....110
**5.1.3 Estabelecer escopo e orçamento do gerenciamento de comissionamento – Cx-A 003**.....111
5.1.3.1 Descrição da atividade do Cx-A 003 .....111
5.1.3.2 Competências em Cx-A 003.....111
5.1.3.3 Produtos gerados em Cx-A 003 .....111
5.1.3.4 Observações em Cx-A 003 .....112
5.2 FASE B – DEFINIÇÃO DO PRODUTO (FASE DE PLANEJAMENTO)..112
**5.2.1 Desenvolver o plano de comissionamento (Plano Cx) – Cx-B 001**..113
5.2.1.1 Descrição da atividade do Cx-B 001 .....113
5.2.1.2 Competências em Cx-B 001.....113
5.2.1.3 Produtos gerados em Cx-B 001 .....113
**5.2.2 Desenvolver a base de projeto (BoD) – Cx-B 002**.....114
5.2.2.1 Descrição da atividade do Cx-B 002 .....114
5.2.2.2 Competências em Cx-B 002.....115
5.2.2.3 Produtos gerados em Cx-B 002 .....115
5.2.2.4 Observações em Cx-B 002 .....115
**5.2.3 Atualizar os requisitos de projeto do proprietário (OPR) – Cx-B003** -.....116
5.2.3.1 Descrição da atividade do Cx-B 003 .....116
5.2.3.2 Competências em Cx-B 003.....116
5.2.3.3 Produtos gerados em Cx-B 003 .....116
**5.2.4 Incorporar o comissionamento nos escopos de serviços envolvidos – Cx-B 004** .....117
5.2.4.1 Descrição da atividade do Cx-B 004 .....117
5.2.4.2 Competências em Cx-B 004.....117
5.2.4.3 Produtos gerados em Cx-B 004 .....117
5.3 FASE C – IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÃO DE INTERFACES (FASE DE PROJETO)..... 117
**5.3.1 Analisar a conformidade dos projetos e documentos – Cx-C 001**...118
5.3.1.1 Descrição da atividade do Cx-C 001 .....118
5.3.1.2 Competências em Cx-C 001 .....118

5.3.1.3 Produtos gerados em Cx-C 001 ..... 119
**5.3.2 Estabelecer a estrutura dos manuais dos sistemas – Cx-C 002** ..... 119
5.3.2.1 Descrição da atividade do Cx-C 002 ..... 119
5.3.2.2 Competências em Cx-C 002 ..... 119
5.3.2.3 Produtos gerados em Cx-C 002 ..... 120
5.3.2.4 Observações em Cx-C 002 ..... 121
5.4 FASE D – PROJETO DE DETALHAMENTO DAS ESPECIALIDADES (FASE DE PROJETO) ..... 121
**5.4.1 Validar os projetos conformes com os requisitos – Cx-D 001** ..... 122
5.4.1.1 Descrição da atividade do CxD-001 ..... 122
5.4.1.2 Competências em CxD-001 ..... 122
5.4.1.3 Produtos gerados em CxD-001 ..... 123
**5.4.2 Atualizar os requisitos de projeto do proprietário e base de projeto – Cx-D 002** ..... 123
5.4.2.1 Descrição da atividade do Cx-D 002 ..... 123
5.4.2.2 Competências em Cx-D 002 ..... 123
5.4.2.3 Produtos gerados em Cx-D 002 ..... 124
**5.4.3 Desenvolver planos de verificação de execução e testes – Cx-D 003** ..... 124
5.4.3.1 Descrição da atividade do Cx-D 003 ..... 124
5.4.3.2 Competências em Cx-D 003 ..... 125
5.4.3.3 Produtos gerados em Cx-D 003 ..... 125
**5.4.4 Desenvolver os requisitos e o plano de treinamento – Cx-D 004** ..... 126
5.4.4.1 Descrição da atividade do Cx-D 004 ..... 126
5.4.4.2 Competências em Cx-D 004 ..... 126
5.4.4.3 Produtos gerados em Cx-D 004 ..... 126
**5.4.5 Atualizar o plano de comissionamento – Cx-D 005** ..... 127
5.4.5.1 Descrição da atividade do Cx-D 005 ..... 127
5.4.5.2 Competências em Cx-D 005 ..... 127
5.4.5.3 Produtos gerados em Cx-D 005 ..... 127
5.5 FASE E – PÓS-ENTREGA DO PROJETO (FASE DE CONSTRUÇÃO) 128
**5.5.1 Validar as versões de projetos e documentos - Cx-E 001** ..... 128
5.5.1.1 Descrição da atividade do Cx-E 001 ..... 128
5.5.1.2 Competências em Cx-E 001 ..... 128
5.5.1.3 Produtos gerados em Cx-E 001 ..... 129
**5.5.2 Supervisionar as verificações de execuções e os testes – Cx-E 002** ..... 129
5.5.2.1 Descrição da atividade do Cx-E 002 ..... 129
5.5.2.2 Competências em Cx-E 002 ..... 129
5.5.2.3 Produtos gerados em Cx-E 002 ..... 130
**5.5.3 Identificar problemas não resolvidos – Cx-E 003** ..... 130
5.5.3.1 Descrição da atividade do Cx-E 003 ..... 130
5.5.3.2 Competências em Cx-E 003 ..... 130
5.5.3.3 Produtos gerados em Cx-E 003 ..... 131
**5.5.4 Validar os manuais dos sistemas – Cx-E 004** ..... 131
5.5.4.1 Descrição da atividade do Cx-E 004 ..... 131
5.5.4.2 Competências em Cx-E 004 ..... 132
5.5.4.3 Produtos gerados em Cx-E 004 ..... 132
**5.5.5 Treinar os profissionais de operação e manutenção – CxE 005** ..... 132
5.5.5.1 Descrição da atividade no Cx-E 005 ..... 132

5.5.5.1 Competências em Cx-E 005 ..... 133
5.5.5.2 Produtos gerados em Cx-E 005 ..... 133
**5.5.6 Atualizar os requisitos de projeto do proprietário e base de projeto – Cx-E 006** ..... 133
5.5.6.1 Descrição da atividade no Cx-E 006 ..... 133
5.5.6.2 Competências em Cx-E 006 ..... 133
5.5.6.3 Produtos gerados em Cx-E 006 ..... 134
5.6 FASE F – PÓS-ENTREGA DA OBRA (FASE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO) ..... 134
**5.6.1 Supervisionar os testes periódicos e sazonais – Cx-F 001** ..... 135
5.6.1.1 Descrição da atividade no Cx-F 001 ..... 135
5.6.1.2 Competências em Cx-F 001 ..... 135
5.6.1.3 Produtos gerados em Cx-F 001 ..... 136
**5.6.2 Inspecionar o desempenho antes do final do comissionamento – Cx-F 002** ..... 136
5.6.2.1 Descrição da atividade no Cx-F 002 ..... 136
5.6.2.2 Competências em Cx-F 002 ..... 137
5.6.2.3 Produtos gerados em Cx-F 002 ..... 138
**5.6.3 Elaborar o relatório final de comissionamento – Cx-F 003** ..... 138
5.6.3.1 Descrição da atividade no Cx-F 003 ..... 138
5.6.3.2 Competências em Cx-F 003 ..... 138
5.6.3.3 Produtos gerados em Cx-F 003 ..... 139
**5.6.4 Avaliar a satisfação do proprietário e usuários – Cx-F 004** ..... 139
5.6.4.1 Descrição da atividade no Cx-F 004 ..... 139
5.6.4.2 Competências em Cx-F 004 ..... 139
5.6.4.3 Produtos gerados em Cx-F 004 ..... 140
**5.6.5 Gerenciar as reuniões de lições aprendidas – Cx-F 005** ..... 140
5.6.5.1 Descrição da atividade no Cx-F 005 ..... 140
5.6.5.2 Competências em Cx-F 005 ..... 140
5.6.5.3 Produtos gerados em Cx-F 005 ..... 140
**6 CONSIDERAÇÕES FINAIS** ..... 141
**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ..... 143

# 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Os avanços tecnológicos têm aumentado a complexidade dos sistemas prediais, uma vez que são muito mais automatizados e interativos. A presença de sofisticados sistemas de controle contribui para facilitar o gerenciamento de insumos como água e energia, porém pequenas falhas de componentes podem levar a grandes falhas de desempenho do sistema. Assim, atualmente os edifícios necessitam de maior planejamento, detalhamento de projetos, controles de execução e treinamento dos profissionais de operação e manutenção para serem utilizados de maneira eficiente.

Para isso, é necessário que na concepção do edifício sejam verificados todos os requisitos solicitados pelo proprietário para o edifício durante o seu ciclo de vida. As falhas na concepção dos edifícios têm início com a má interpretação, por parte da equipe técnica, dos requisitos dos proprietários. Esta falha de comunicação percorre toda a cadeia produtiva do edifício gerando falhas de planejamento, projeto, execução e manutenção.

Uma alternativa para evitar falhas em instalações, sistemas e equipamentos e que assegura o atendimento aos requisitos de projeto do proprietário é o emprego do comissionamento desde o planejamento até o início da operação do edifício. Ressaltando esta alternativa, Saes (2006) relata que as falhas identificadas no início de operação do edifício, associadas aos problemas relacionados às condições de saúde do ambiente construído, energia e segurança, com consequente perda da inserção no mercado imobiliário, tem motivado a implementação do comissionamento em diversas tipologias de edifícios.

O comissionamento, segundo Saes (2006), facilita a aplicação desta complexidade, com a inserção dos ativos imobiliários no mercado de maneira competitiva, por meio:

- da gestão de insumos (água, energia, gás e outros);
- dos avanços tecnológicos nos equipamentos e processos de produção;
- das demandas pertinentes à qualidade do ar interno;
- dos avanços nos sistemas de telefonia, imagens, vídeo e comunicação de dados;

- da necessidade de ambientes mais seguros;
- dos controles relativos ao conforto dos ambientes;
- dos sistemas de automação predial.

Atualmente é usual comissionar sistemas prediais de ar condicionado e de iluminação tendo como meta a alta eficiência energética e a economia de água. No entanto, os demais sistemas prediais, em geral, não são alvo de comissionamento. Talvez este fato se deve à dificuldade do entendimento do conceito de comissionamento e seu emprego durante as diferentes fases do ciclo de vida do edifício.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Tendo-se em vista a melhoria da qualidade, sustentabilidade e desempenho no ambiente construído, esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um modelo conceitual de comissionamento.

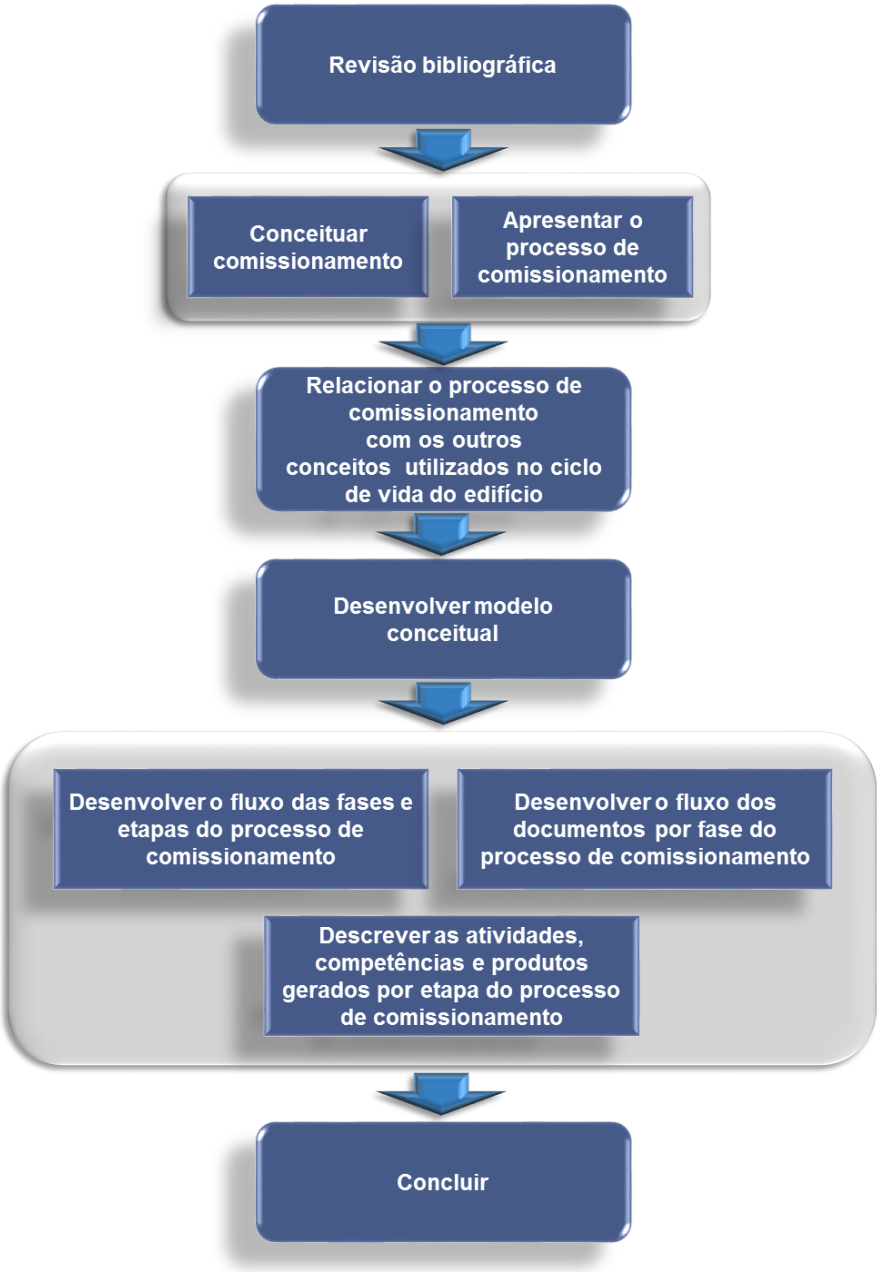
## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Descrever as atividades, as competências e os produtos gerados com o comissionamento em cada fase do ciclo de vida do edifício, para que profissionais utilizem o comissionamento de sistemas prediais por meio de uma estrutura integrada e sistêmica.

# 2 METODOLOGIA

Para proposição do modelo conceitual para comissionamento de sistemas prediais foi efetuada uma pesquisa exploratória por meio de revisão bibliográfica. Na Figura 2.1 é apresentada a estrutura das fases da pesquisa.

Figura 2.1 – Estrutura das fases da pesquisa




Fonte: autor.

Após o levantamento bibliográfico e análise do material pesquisado apresenta-se o comissionamento por meio de sua conceituação; análise do inter-relacionamento entre as etapas, as fases, as atividades e os processos utilizados durante o ciclo edifício para demonstrar em que momento se executa o comissionamento; seus objetivos e benefícios, suas formas de comunicação e seus custos.

Inicialmente conceitua-se e apresenta-se o do comissionamento por meio de sua evolução na construção civil, de seu emprego no Brasil, dos objetivos e benefícios, dos meios de comunicação utilizados, dos custos, dos princípios, da contratação, da equipe e dos documentos utilizados no comissionamento.

Para elucidar em que fase o comissionamento é aplicado este foi relacionado com os outros conceitos utilizados no ciclo de vida do edifício, como a coordenação de projeto, o gerenciamento de execução, o gerenciamento de facilidades, a qualidade, o desempenho, a sustentabilidade.

Para o desenvolvimento do modelo conceitual para o comissionamento de sistemas prediais é apresentado um fluxo das fases do ciclo de vida e respectivas etapas do processo e outro fluxo com a relação de documentos gerados em cada fase. O modelo conceitual descreve as atividades, as competências e os produtos gerados em cada etapa do comissionamento, conforme as fases do ciclo do edifício.

Para facilitar a implantação do comissionamento, a estrutura do modelo segue o padrão do manual de escopo de serviços de instalações hidráulicas da AGESC (2012), que é referenciado na norma brasileira de desempenho de sistemas hidrossanitários NBR 15575-6 (ABNT, 2013).

# 3 COMISSIONAMENTO

Este capítulo apresenta o conceito e mostra o panorama do comissionamento por meio de sua evolução na construção civil, do comissionamento no Brasil, dos objetivos e benefícios, dos meios de comunicação utilizados, dos custos, dos princípios, da contratação, da equipe e dos documentos no comissionamento.

A palavra comissionamento é utilizada na área comercial para designar o valor percentual sobre as vendas realizadas. Comissionamento significa também a ação de comissionar, a palavra comissionar, por sua vez, significa dar comissão. Segundo Polito (2004), o outro significado da palavra comissionar é encarregar provisoriamente; a palavra encarregar significa incumbir-se; tomar encargo, obrigação, responsabilidade.

No comissionamento são empregados os significados de encarregar provisoriamente, responsabilidade, uma vez que por meio do gerenciamento de comissionamento verifica-se o cumprimento dos requisitos de projeto do proprietário que atendam os propósitos do proprietário, dentro das normas e legislações pertinentes.

Empresas usam comissionamento em edifícios para garantir o melhor desempenho, para impactar positivamente nas linhas de produção e dar continuidade aos negócios. Os fabricantes usam comissionamento por causa dos altos níveis de controles ambientais, necessários em seus processos e para garantir a segurança em ambientes perigosos. Todo edifício necessita de um certo nível de comissionamento para ser mais eficiente (WBDG, 2012).

No comissionamento há tarefas específicas a serem realizadas cada fase do edifício, a fim de verificar a concepção, reunir os requisitos de projeto do proprietário, capacitar os profissionais de operação e manutenção dos edifícios (ASHRAE, 2013b). Deve prever e providenciar os recursos necessários para treinar e fornecer os subsídios para o desenvolvimento das funções destes profissionais (PETROBRAS, 2010).

Deve ser estruturado de forma a coincidir com as fases de um edifício, abordando as fases de planejamento, projeto, execução e operação e manutenção (ASHRAE, 2013).

Algumas tarefas do comissionamento são relatadas por Stannus e Priece (2005) e Agústsson e Jensen (2012), entre elas:

- entrevistar o proprietário sobre suas expectativas, necessidades, requisitos de projeto, critérios de aceitação para o nível de desempenho e eficiência dos sistemas a serem comissionados;
- preparar o plano de gestão do comissionamento, descrever a sequência de atividades, principais dependências e plano de teste de inspeção;
- examinar os documentos específicos dos sistemas que serão comissionados e documentar todas as observações sobre questões que podem não cumprir os requisitos de projeto do proprietário em um relatório de comissionamento (registro de problemas);
    - apurar os problemas potenciais em uma análise inicial do projeto e seleções de sistemas propostos;
- convidar a equipe de projeto para analisar as questões e comentar sobre as ações que serão tomadas com a entrega de uma cópia do relatório de comissionamento;
- verificar os comentários da equipe de projeto e responder quando necessário;
    - revisar as estratégias de controle e diagramas do sistema;
    - revisar o projeto para assegurar que o sistema possa ser adequadamente mantido;
- desenvolver padrões de testes junto com os especialistas;
    - preparar os planos de testes de inspeção que são totalmente integrados no processo de projeto, traçando seus critérios de aceitação para a especificação ou norma de desempenho;
- inspecionar os sistemas quando estiver perto da finalização da execução;
    - atualizar o relatório de comissionamento para mostrar o estado atual dos problemas que foram identificadas.

- testar os sistemas e coletar dados para verificar se está de acordo com os requisitos de projeto do proprietário;
  - enviar ao cliente uma cópia do relatório de comissionamento com os resultados dos testes dos sistemas;
- instruir os profissionais que farão operação e manutenção;
- realizar o ajuste sazonal das atividades do edifício durante o período de garantia e de preparar os registros e as orientações;
- desenvolver os manuais dos sistemas.

Segundo Neves (2012) no decorrer do comissionamento, as verificações da instalação, os testes de operação e desempenho, faz com que o sistema trabalhe dentro das características para as quais foi projetado, evitando, assim, gastos excessivos com energia causados por uma má instalação e operação dos sistemas.

## 3.1 A EVOLUÇÃO DO COMISSIONAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O comissionamento surgiu na indústria naval que utilizava um processo rigoroso, para assegurar a integridade dos navios, antes de sua entrega definitiva ao usuário final (SAES, 2006). Segundo Ágústsson e Jensen (2012) muitos dos componentes que tornam comissionamento da construção civil aquilo que é hoje têm sido mundialmente utilizados há algumas décadas.

Os movimentos de preservação ambiental do final da década de 1960 ao final da década de 1970 começaram a mudar as atitudes do público em relação ao consumo de energia. Ágústsson e Jensen (2012) relatam ainda que a ideia ganha mais impulso com a crise energética da década de 1970 nos Estados Unidos, quando foram desenvolvidas ações para reduzir o consumo de energia, aumentar a eficiência de iluminação e do ar condicionado. O comissionamento semelhante ao praticado hoje foi aplicado entre 1977 e 1993, principalmente no setor público.

Em 1994 o governo dos Estados Unidos emitiu ordem executiva obrigando o comissionamento de todos os edifícios, o que incentivou a disseminação nos quatro

anos seguintes. A partir de 1999, um dos principais estímulos para o uso do comissionamento foi a sua obrigatoriedade como requisito do Leadership in Energy e and Environmental Design (LEED). Juntamente com este, tem surgido outras orientações, associações e padrões energéticos como, por exemplo, a American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) (ÁGÚSTSSON; JENSEN, 2012).

Segundo Rozgus (2012), a ASHRAE trata de comissionamento há mais de 20 anos. Foi a primeira organização a desenvolver diretrizes formais para comissionamento em 1982, tendo em vista documentar as melhores práticas para alcançar instalações que operam de acordo com os requisitos de projeto do proprietário. A sua orientação original em comissionamento foi publicada em 1989

Outra organização é o National Environmental Balancing Bureau (NEBB), que segundo NEBB (2009a), difere da ASHRAE por integrar os componentes, sistemas e montagem, com a filosofia que todos têm que trabalhar juntos.

NEBB (2009a) relata que a ASHRAE e outras organizações trabalham com o National Institute of Building Sciences (NIBS) para promover um conjunto completo de requisitos para o comissionamento de sistemas prediais.

Na publicação do NEBB - Procedural Standards for Whole Building Systems Commissioning of New Construction NEBB (2009b) - encontram-se o comissionamento de vários sistemas, inclusive do sistema predial hidrossanitário, por exemplo.

Atualmente existem vários outros guias e orientações publicados como, por exemplo, o Commissioning Water Systems (PARSLOE, 2010) que aborda o comissionamento de sistemas prediais de água (sistemas de distribuição de água fria, água quente e água em sistemas de ar condicionado).

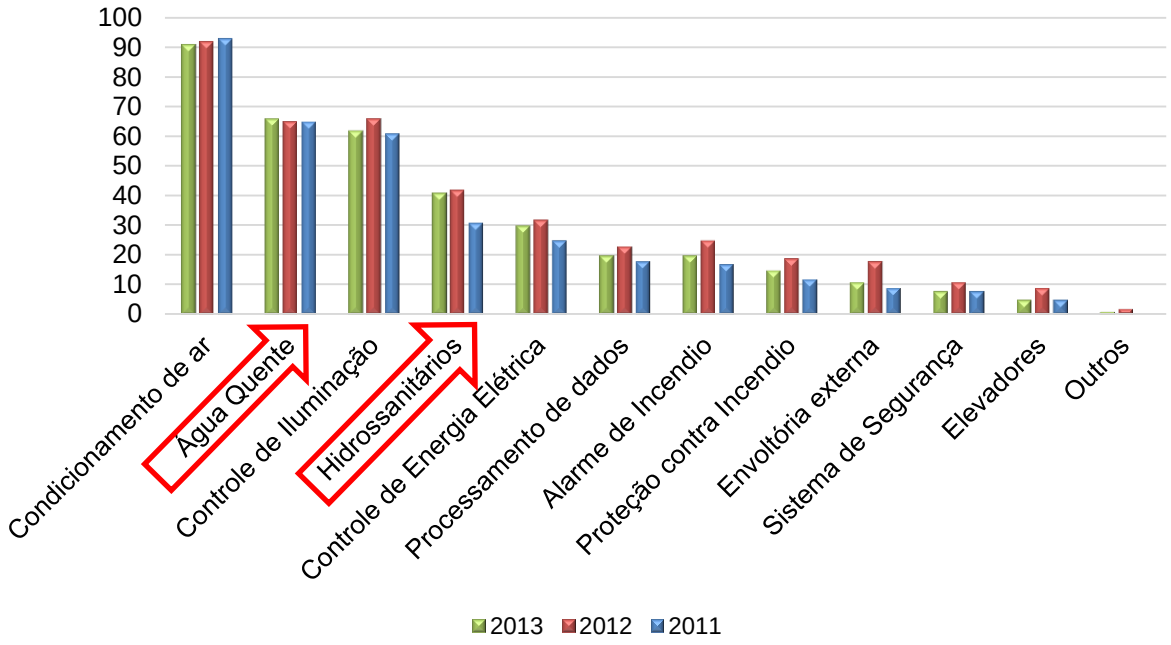
Outros exemplos são Commissioning Process for Buildings and Systems (ASHRAE 202, 2013), The Commissioning Process Guideline 0 (ASHRAE, 2013), e Building

Enclosure Commissioning Process BECx (NIBS GUIDELINE 3, 2012), estes dois últimos se complementam.

Segundo Ágústsson e Jense (2012) o comissionamento de edifícios ganha força dentro da indústria da construção como um processo de garantia de qualidade global que pode ser empregado durante todo o ciclo de vida dos edifícios para garantir que sejam atendidas as necessidades e exigências do proprietário. Embora os resultados positivos do comissionamento sejam reconhecidos, ainda não é uma prática usual na indústria da construção. Os Estados Unidos é o líder entre os países em fazer do comissionamento de edifícios uma prática usual e bem sucedida.

Um exemplo da prática de comissionamento nos Estados Unidos é a pesquisa realizada pela Associated Air Balance Council Commissioning Group (AABC Commissioning Group - ACG) com suas empresas associadas que fornecem serviços de comissionamento, conforme descrito por Bert e Thomason (2013). Entre outras análises, este exemplo apresenta as porcentagens dos sistemas prediais que foram comissionados nos edifícios durante o período de 2011 e 2013, como mostrado na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Sistemas comissionados em edifícios




Fonte: adaptado de Bert e Thomason (2013).

Observa-se na Figura 3.1 que o comissionamento é mais executado nos sistemas prediais:

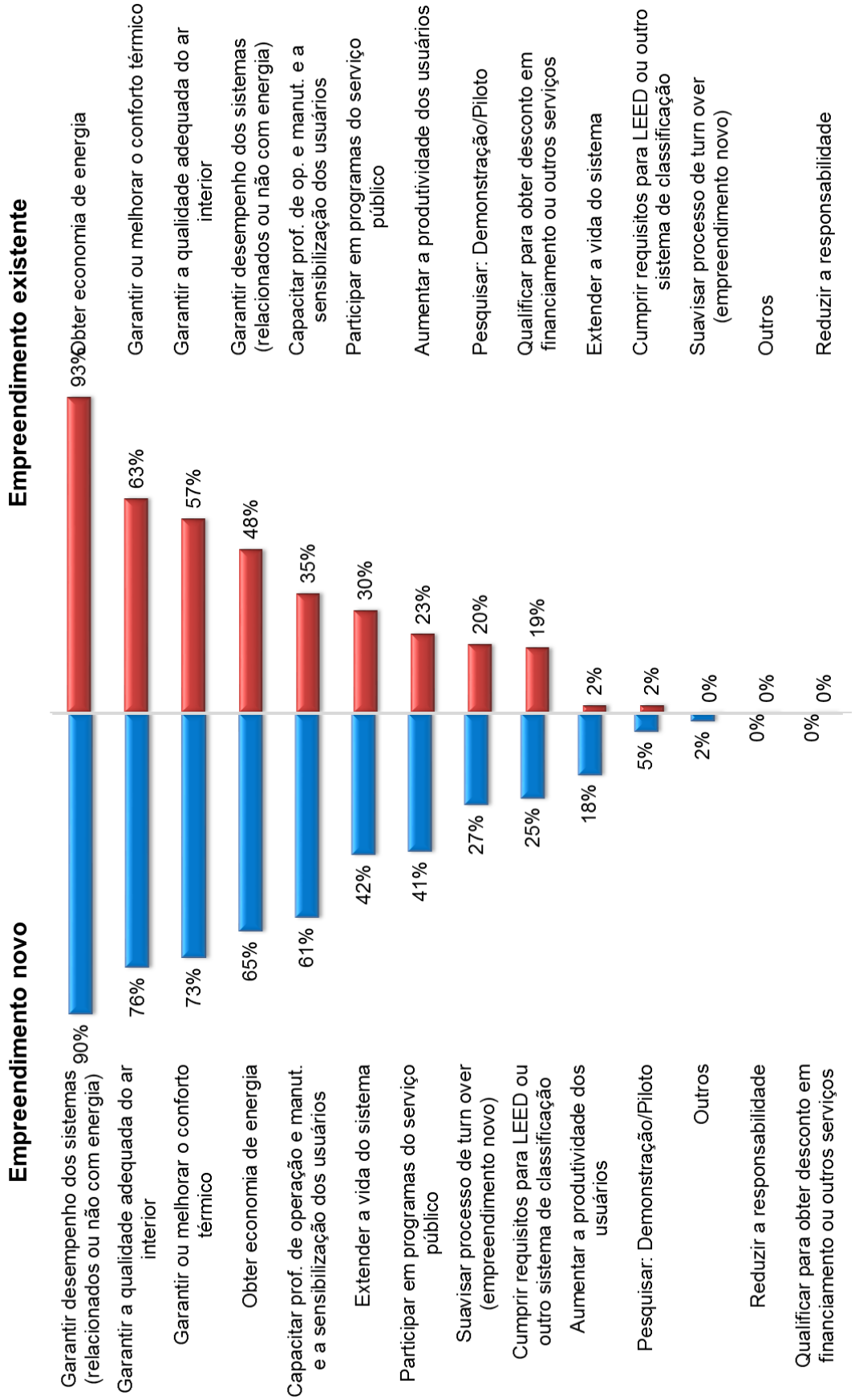
- de condicionamento de ar;
- hidrossanitários, sendo muitas vezes comissionados somente o sistema de suprimentos de água quente;
- de controle de iluminação;
- de energia elétrica;
- de processamento de dados;
- de alarme de incêndio e sistemas de proteção contra incêndio;
- de envoltória externa;
- de sistemas de segurança;
- de elevadores; entre outros.

Observa-se, pela Figura 3.1, que o sistema predial de água quente é o segundo mais comissionado e que o sistema predial hidrossanitário ocupa a quarta posição.

Esta pesquisa mostra que o comissionamento é executado com maior frequência nos sistemas prediais de ar condicionado, seguido pelos sistemas prediais de água quente, iluminação e hidrossanitário.

Outro exemplo da prática de comissionamento nos Estados Unidos é a apresentação das razões para a execução de comissionamento, ilustrada na Figura 3.2, e resultante da pesquisa realizada por Mills (2009) em 178 comissionamentos em edifícios existentes e 36 comissionamentos em edifícios novos.

Figura 3.2 – Pesquisa sobre as razões para execução do comissionamento




Fonte: adaptado de Mills (2009).

Na Figura 3.2 nota-se que para edifícios existentes a economia de energia é citada em 90% dos casos, seguido pelo desejo de garantir ou melhorar o conforto térmico, produtividade e qualidade do ar. Garantir o desempenho do edifício é demonstrado em cerca de metade dos casos e a formação dos profissionais de operação e manutenção em um terço dos casos. No comissionamento de novos edifícios assegurar o desempenho dos sistemas, a qualidade adequada do ar interno e melhorar o conforto térmico são as razões citadas com maior frequência.

Como observado na Figura 3.2 o comissionamento pode ser utilizado em momentos diferentes do ciclo de vida do edifício e recebe, segundo Baechler e Farley (2011), as seguintes denominações:

- **Comissionamento** é o processo utilizado em edifícios que serão construídos ou sofrerão grande obra de renovação.
- **Recomissionamento** é o comissionamento periódico para edifícios que já foram comissionados anteriormente.
- **Retrocomissionamento** refere-se ao comissionamento dos edifícios existentes que não foram comissionados anteriormente.

Enquanto no edifício novo o comissionamento tem como objetivo assegurar que os novos sistemas sejam totalmente integrados, testados e operados corretamente, no edifício existente o comissionamento identifica as deficiências dos sistemas e equipamentos existentes e faz recomendações para melhorar o desempenho e assegurar a eficiente operação (BAECHLER; FARLEY, 2011).

Para edifícios existentes, que não tenham passado por um comissionamento durante a execução, existe a opção do retrocomissionamento, que avalia os sistemas que estão em atuação e, a partir daí, estabelece os padrões de desempenho esperados segundo procedimentos e metodologias de acompanhamento, com base nas normas vigentes, para cada sistema predial (ASSIS, 2010).

Segundo Pinheiro (2014) devido ao aumento dos insumos públicos os usuários dos edifícios utilizam-se do retrocomissionamento para ganhar eficiência energética e reduzir os custos operacionais. Outro motivo é cumprir os requisitos dos programas

de certificação como o Leadership in Energy e and Environmental Design (LEED) para edifícios existentes e o Energy Star que incentivam a prática de retrocomissionamento para que o edifício obtenha o máximo desempenho em todos os sistemas. No comissionamento faz-se a revisão, por exemplo, dos sistemas hidrossanitários, dos sistemas elétricos, da envoltória do edifício e dos sistemas de gestão para identificar problemas e propor soluções (PINHEIRO, 2014).

Ressalta-se que esta pesquisa se concentra no estudo do comissionamento para edifícios novos e objetiva, como descrito na introdução, desenvolver um modelo conceitual para o comissionamento em edifícios.

## 3.2 COMISSIONAMENTO NO BRASIL

A dificuldade da aplicação do comissionamento no Brasil é observada no dia-a-dia do meio profissional. Esta foi evidenciada quando perguntado para diversos profissionais da construção civil se já trabalharam em algum edifício em que foi aplicado o comissionamento e obteve-se uma resposta quase unânime: “O que é isso?”.

Em contato realizado com algumas empresas que executam o comissionamento observa-se a execução do comissionamento em sistemas de ar condicionado, elétricos e de água quente, principalmente para cumprimento de pré-requisitos de certificação como, por exemplo, do Leardership in Energy and Environmental Design (LEED).

Neves (2012) comenta a adoção do comissionamento como requisito da certificação LEED, porém menciona que anualmente ele vem perdendo seu valor no Brasil devido à falta de padronização.

Segundo Cleto (2012), no Brasil, o comissionamento é ainda um tema pouco conhecido. O edifício precisa ser concebido e projetado para operar com alta eficiência, precisa ser comissionado para garantir que foi executado conforme os

requisitos de projeto do proprietário e, finalmente, precisa ser verificado e monitorado a fim de se garantir a eficiência ao longo da operação.

Em relação à legislação, no Brasil não existe nenhuma lei ou norma sobre comissionamento. Carvalho e Sposto (2012) citam que existe alguma legislação, para buscar a maior eficiência no processo de produção de edificações. Entre elas a Lei número 10.295 de 2001 - lei de eficiência energética e Decreto número 4.508 de 2002 – regulamentação específica que define os níveis mínimos de eficiência energética.

Segundo David (2012) o Brasil vai, pouco a pouco, empregando o comissionamento para garantir a qualidade do bem imóvel construído, principalmente por ser um item mandatório no processo de certificação do LEED, destaca que o comissionamento é um processo a favor da eficiência energética.

Neves (2012) comenta que ainda se confunde o comissionamento com o teste de ajuste e balanceamento (TAB) de entrega dos sistemas de ar condicionado, onde os sistemas são testados e qualificados quanto à operação e desempenho. Na maioria das vezes, o comissionamento é feito de forma incompleta, incorreta ou simplesmente não é feito. Isso se deve à falta de conhecimento do processo (NEVES, 2012).

Domingues (2008) enumerou algumas das dificuldades encontradas para implantação do comissionamento no Brasil, entre elas:

- **Ordem geral**
  - não são usualmente empregados na execução dos edifícios um projeto bem feito, especificações detalhadas, sistemas testados e outras atividades de planejamento;
  - não existe o esforço de fiscalizar e documentar as atividades;
  - complexidade do assunto que envolve não só a parte técnica como a sistemática construtiva do Brasil.
- **Ordem técnica**
  - necessidade de conhecer muito bem as normas, os sistemas e os equipamentos;

- necessidade da existência de empresas e profissionais capacitados para função.

- **Ordem econômica**
  - preocupação prioritária com a execução, custos e prazos, e a não preocupação com a operação e manutenção;
  - custo do comissionamento;
  - não levar em conta o ciclo de vida de sistemas e equipamentos, com a análise de investimento, muitas vezes ilusórias;
  - visão de curto prazo, da parte dos proprietários/investidores, privilegiando o lucro imediato em detrimento de um melhor retorno no futuro;
  - ocupação prematura do edifício, sem estar tudo acabado e sem haver a transição dos profissionais da execução para os da operação e manutenção.

## 3.3 CONCEITO DE COMISSIONAMENTO

Trinta diferentes conceitos para comissionamento na construção civil, propostos por diferentes organizações, estão apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Comissionamento e respectivas fontes bibliográfica

| Comissionamento | Fonte |
|---|---|
| Aplicação integrada de um conjunto de técnicas e procedimentos de engenharia para verificar, inspecionar e testar cada componente físico do edifício, desde os individuais, como peças, instrumentos e equipamentos, até os mais complexos, como módulos, subsistemas e sistemas. | (STANNUS; PRICE, 2005) |
| Efetuado a fim de manter o sistema em condições ideais ao longo da vida do edifício do ponto de vista ambiental, energético e uso de instalações; incluindo requisitos de conservação de energia, qualidade do ar, sustentabilidade e manutenção preventiva dos sistemas de construção. | (LOPES, 2011) |
| Entregar ao usuário final um ambiente seguro e funcional de acordo com requerimentos de projeto e expectativas dos clientes. | (NASCIMENTO, 2005) |
| Formalização da revisão e da integração de todas as expectativas do edifício durante o planejamento, projeto, execução e as fases de ocupação, | (WBDG, 2012a) |

| Comissionamento | Fonte |
|---|---|
| por inspeção e testes de desempenho funcional, supervisão de treinamento do operador e registro da documentação. | |
| Intenso processo de garantia de qualidade que começa durante o projeto e continua pela execução, ocupação e operação. O comissionamento garante que o edifício funcione como o proprietário solicitou e prepara os profissionais de operação e manutenção dos sistemas e equipamentos. | (CACX, 2006b) |
| Conjunto estruturado de conhecimentos, práticas, procedimentos e habilidades aplicáveis de forma integrada a uma instalação, visando torná-la operacional, dentro dos requisitos de desempenho desejados, tendo como objetivo central assegurar a transferência da instalação do construtor para o operador de forma rápida, ordenada e segura, certificando usa operabilidade em termos de desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informação. | (SOARES, [2012]) |
| Meio de assegurar que o proprietário tenha a qualidade esperada e merecida da edificação. É uma comunicação e processo de validação que começa quando possível na aquisição de uma ideia de edifício e continua na ocupação do proprietário. | (GORNDZIK, 2009) |
| Processo de assegurar que os sistemas e componentes de uma edificação ou unidade industrial estejam projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades e requisitos operacionais do proprietário. | (ENGENHEIROS ASSOCIADOS, [20--]), (ASBEA,2012) |
| Processo de controle de qualidade que garante que o projeto, a instalação e a operação dos equipamentos atendem as exigências do proprietário e que sejam corrigidas as deficiências associadas. | (BAECHLER; FARLEY, 2011) |
| Processo de qualidade centrado na melhora da entrega de um edifício. O processo se centra em verificar e documentar para que todos os sistemas sejam montados e funcionem como planejado, projetado, instalado, testados, operados e mantidos para cumprir os requisitos de projeto do proprietário. | (ASHRAE, 2013), |
| Processo de verificação do atendimento aos requisitos de desempenho definidos pelo incorporador (ou por quem quer que esteja definindo os requisitos) para o edifício durante sua operação. | (YAMADA, 2014) |

continua

| Comissionamento | Fonte |
|---|---|
| Processo formal que visa prover a comprovação documentada de que os sistemas do edifício (entre os quais os sistemas prediais hidráulicos) funcionam de acordo com os critérios estabelecidos na documentação constituinte do projeto e atendem às necessidades dos usuários. | (GNIPPER, 2010) |
| Processo orientado para a qualidade de realizar, verificar e documentar o desempenho das instalações, sistemas e conjuntos e cumprir os objetivos e critérios definidos. | (ASHRAE, 2013b), |
| | continua |
| Processo pelo qual o projeto, o desempenho dos materiais e os componentes do conjunto de sistemas são validados para satisfazer os objetivos definidos nos requisitos de projeto, conforme estabelecido pelo proprietário. | (NIBS GUIDELINE 3-2012, 2012) |
| Processo que melhora a entrega de um projeto, verifica e documenta a edificação e seus sistemas e conjuntos planejados, projetados, instalados, testados, operados e mantidos de modo a satisfazer as exigências de projeto do proprietário. Além de revelar deficiências no projeto ou instalações, usando análise por pares e verificação em campo. Comissionamento também resulta em uma maior eficiência energética, saúde ambiental e segurança para os ocupantes. | (EPA, 2009) |
| Processo sistemático de assegurar que todos os sistemas do edifício funcionem interativamente em função dos objetivos do proprietário e das necessidades operacionais do edifício. | (EPA, 2007) |
| Processo sistemático para garantir pela verificação e documentação, da fase de concepção até um mínimo de um ano após a execução, para que todos os sistemas funcionem de forma interativa, de acordo com a documentação e intenção de projeto e com as necessidades operacionais do proprietário, incluindo a preparação de pessoal de operação. | (U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION, 2005) |
| Processo sistemático que facilita e assegura a comunicação necessária, a coordenação, a análise e verificação e resulta na entrega da edificação como pretendida. | (ACG, 2005) |
| Conceito que é utilizado por empresas que buscam a redução de impactos ambientais, sociais e econômicos das soluções empregadas ao longo do ciclo de vida do edifício, inclusive no processo de certificação para obter o | (ASSIS, 2010) |

| Comissionamento | Fonte |
|---|---|
| selo Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). | |
| Conjunto estruturado de conhecimentos, práticas, procedimentos e habilidades aplicáveis de forma integrada a uma instalação, visando torná-la operacional, dentro dos requisitos de desempenho desejados. Um dos macroprocessos da implantação de um edifício, estendendo-se desde o projeto executivo até a transferência da instalação para a operação. | (PETROBRAS, 2010) |
| Processo abrangente de todo o planejamento, entrega, verificação e gestão de riscos para as funções críticas realizadas em, ou por instalações. O comissionamento garante a execução de qualidade utilizando revisão por pares no planejamento ou no local de verificação. O comissionamento propicia também uma maior eficiência energética, saúde ambiental e segurança dos ocupantes e melhora a qualidade do ar interior, verificando se os componentes de execução estão trabalhando corretamente e que os planos sejam implementados com a maior eficiência. | (WBDG, 2012a) |
| Processo de controle de qualidade com foco na otimização da entrega de um edifício. | (CLETO, 2012) |
| Processo de garantia de qualidade tendo como base em planos de manutenção preventiva e preditiva, manuais operacionais e procedimentos de treinamento sob medida para todos os usuários. | (WBDG, 2012a) |
| Processo desenvolvido para integrar as ações dos diferentes agentes envolvidos desde a concepção de um edifício, garantindo a performance pretendida. | (PINHEIRO, 2014) |
| Processo orientado nas ferramentas e técnicas da qualidade que verifica e documenta as instalações, sistemas e conjuntos foram planejados, projetados, instalados, testados, operados e mantidos conforme definido nos requisitos do proprietário. | (RODRIGUES, 2010) |
| Processo sistemático e formal de revisão dos sistemas prediais que permite que os mesmos atinjam a performance desejada, tanto individual quanto de forma interativa. | (COMMAND COMMISSIONING BRASIL, 2011) |
| Programa de garantia de qualidade que verifica se os sistemas relacionados ao consumo de energia do edifício estão projetados, instalados, calibrados e funcionam em conformidade com os requisitos do proprietário para o | (NOVVA SOLUTIONS, 2013) |

continua

| Comissionamento | Fonte |
|---|---|
| edifício, as bases do projeto e os documentos de construção (projetos executivos e memoriais). | |
| Reconhecimento da natureza integrada do desempenho de todos os sistemas de construção e o impacto sobre a sustentabilidade, produtividade e segurança dos ocupantes. | (U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION, 2005) |
| | continua |
| Metodologia que inclui atingir, verificar e documentar o desempenho de uma edificação e de suas instalações, de modo a cumprir seus objetivos e atender as suas especificações. | (OTEC, 2012) |
| | conclusão |

Fonte: autor.

O gráfico ilustrado na Figura 3.3 apresenta uma análise dos termos mais utilizados nos conceitos de comissionamento apresentados na Tabela 3.1.

Figura 3.3 – Análise dos termos utilizados nos conceitos de comissionamento

Fonte: autor.

Observa-se, na Figura 3,3, que os termos mais empregados nos conceitos de comissionamento são atender aos requisitos, expectativas, necessidades e funcionalidade, comissionamento é um processo, que realiza inspeção, verificação, testes e revisão, que busca o desempenho, com manutenção, operação, documentação, informação e qualidade.

Portanto, por meio da análise da literatura e conceitos, denomina-se comissionamento 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.

Embora o conceito de comissionamento seja simples, o comissionamento pode ser complexo porque envolve diversos profissionais em fases diferentes do ciclo de vida do edifício (GRONDZIK, 2009).

## 3.4 OBJETIVOS E BENEFÍCIOS DO COMISSIONAMENTO

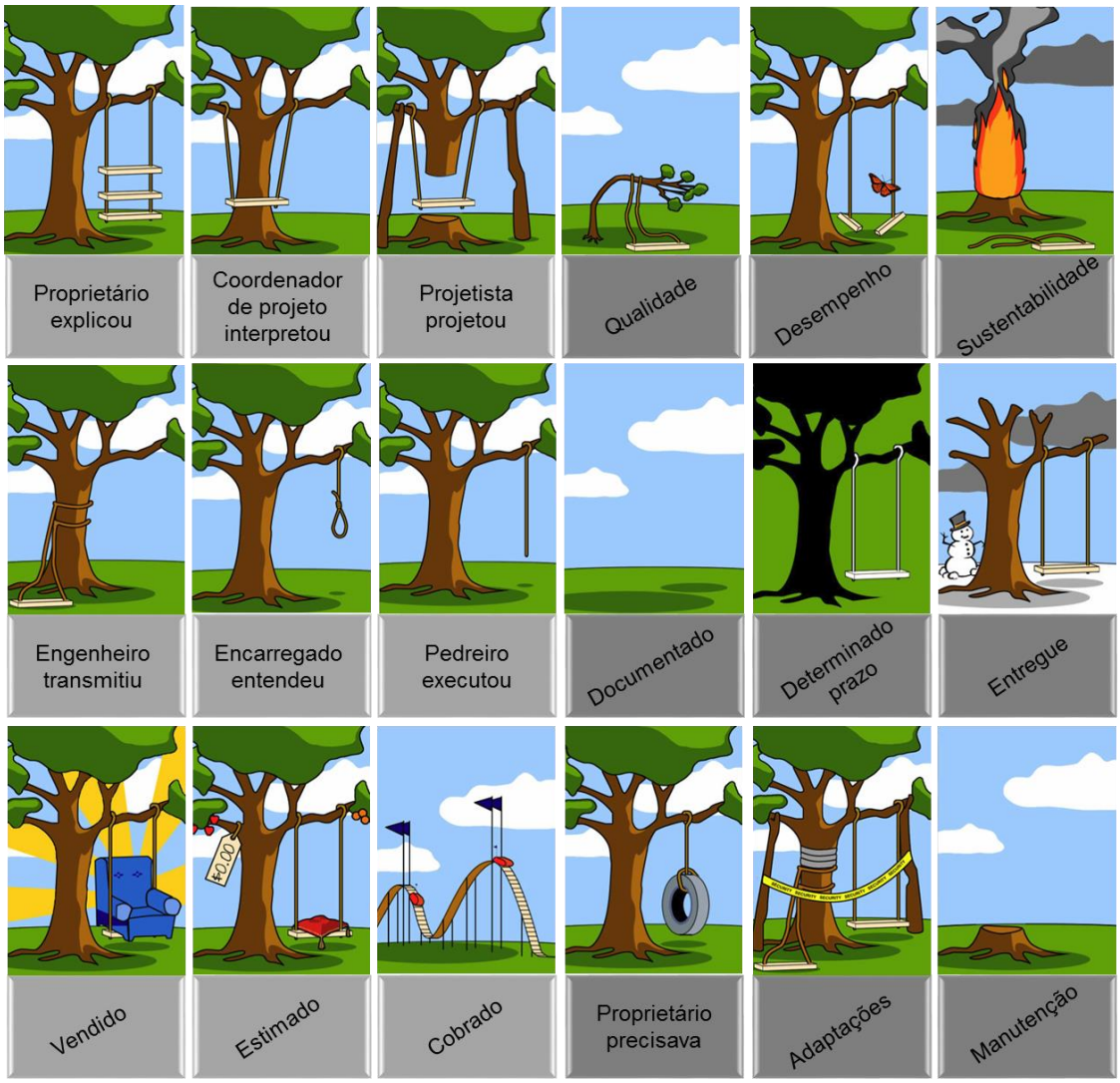
Segundo Neves (2012) o comissionamento tem como objetivo verificar e documentar que a instalação e todos os seus sistemas e conjuntos são planejados, projetados, instalados, testados, operados e mantidos para atender os requisitos de projeto do proprietário.

Para Engenheiros Associados [20--] o objetivo do comissionamento é assegurar a transferência do edifício para o proprietário de forma ordenada e segura, garantindo sua operabilidade em termos de desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações. Adicionalmente, quando executado de forma planejada, estruturada e eficaz, o comissionamento tende a se configurar como um processo essencial para o atendimento aos requisitos de prazos, custos, segurança e qualidade do edifício.

Na implantação de edifícios sem a utilização do comissionamento podem ocorrer falhas de procedimento, conforme ilustrado na Figura 3.4, desenvolvida com auxílio

do site *Project Cartoon* e com base em figuras muito utilizadas pela tecnologia da informação. Este modo de ilustrar é também utilizado por Melhado (2012) e Berkeley Lab (2014).

Figura 3.4 – Edifícios sem o comissionamento




Fonte: autor, com recursos do site www.projectcartoon.com.

Observam-se na Figura 3.4 desenhos que exemplificam as falhas de comunicação e integração das fases de planejamento e de projeto, a não observância dos objetivos da qualidade, do desempenho e da sustentabilidade, as falhas na fase da execução do edifício, os problemas com os custos, as falhas na fase de operação e manutenção e na fase de renovação do edifício.

O início da operação de um edifício pode ser dificultado pela falta de integração entre a fase de execução e a fase de operação e manutenção por uma série de fatores, entre eles:

- participação reduzida do projetista do sistema na execução do edifício por desenvolver diversos projetos simultâneos. Isso pode resultar em insuficientes critérios de aceitação, o que leva a não realização de testes de verificação e a transferência para o proprietário e profissionais da operação e manutenção, de dados operacionais e manuais de manutenção genéricos;
- tendência crescente para projetar e executar edifício com foco em resultados de entrega em vez de foco nos resultados para o ciclo de vida do edifício;
- crescente sofisticação e complexidade da tecnologia dos sistemas e a consequente especialização e isolamento de instaladores, que resulta em sistemas não integrados e aplicações tecnológicas que não fornecem totalmente os benefícios prometidos;
- pressão comercial para concluir o edifício em menor custo e tempo, para atender a data contratual de conclusão e evitar pesadas multas por atrasos.

A utilização do comissionamento pode reduzir a influência desses fatores na fase de transição, uma vez que é efetuado o treinamento dos profissionais de operação e manutenção da edificação e entrega de toda documentação necessária para correta gestão da edificação e existe o acompanhamento pelo gerenciamento de comissionamento desempenho do edifício por, no mínimo, um ano de utilização.

A não realização do comissionamento pode causar ainda diversos problemas como escolha de instalações erradas, instalação não conforme com o projeto, segundo relatado por Neves (2012).

Para a operação do edifício, segundo Assis (2010), em conjunto com a manutenção preditiva e tradicional, o comissionamento e o retrocomissionamento serão executados de forma monitorada e otimizada, aumentando a eficiência energética dos sistemas, reduzindo os custos operacionais e de manutenção e aumentando a vida útil dos equipamentos ao longo do ciclo de vida do edifício.

A eficiência energética, segundo Cleto (2012), gerada pelo comissionamento bem desenvolvido e utilizado como, por exemplo, no sistema de ar condicionado gera ganhos na satisfação do usuário final com a qualidade. No entanto, menciona que esse processo, muitas vezes pode retardar a execução da instalação por falta de conhecimento de como aplicar o comissionamento. Nos mercados americano e europeu o comissionamento de edifícios vem sendo integrado de forma relevante ao processo de projeto e de execução para assegurar que proprietários e investidores obtenham o retorno adequado de seus investimentos.

A falta de conhecimento ou má execução do comissionamento é demonstrada por Jesus (2014) que relata o aprendizado de sua experiência na observação de que nem todos os profissionais seguem a descrição do projeto, as normas e as boas práticas. Isso se tornou uma premissa que Jesus (2014) aplica e usa como um argumento para defender os requisitos de projeto ou o comissionamento.

Outro benefício para a execução do comissionamento, segundo Stannus e Price (2005) é que hoje tem-se um número de fortes determinantes para melhorar a eficácia dos edifícios e dos serviços de construção civil, entre eles uma maior consciência do impacto que os edifícios geram sobre o meio ambiente e a necessidade de minimizar estes para o longo prazo. Ainda que a propriedade do edifício por investidores tipo institucional, com foco no desempenho do ativo em longo prazo se traduz em uma nova apreciação das questões relativas ao ciclo de vida e uma melhor compreensão da ligação entre como executar bem os serviços de construção civil e a retenção e satisfação do usuário.

A utilização do comissionamento ganha mais importância na indústria da construção civil como um amplo processo de garantia de qualidade, que pode ser utilizado em todo o ciclo de vida dos edifícios a fim de assegurar que as necessidades e as exigências do proprietário, para o edifício, sejam atendidas (ÁGÚSTSSON; JENSEN, 2012).

Com relação ao aumento da qualidade, Mills (2009a) relata que o comissionamento maximiza a qualidade e a eficiência energéticas, os custos de operação e a redução de emissões de poluentes.

Segundo Pinheiro (2014) resultados efetivos na qualidade do conforto térmico e otimizações sensíveis nos sistemas de ar condicionado são mostrados com desenvolvimento correto do comissionamento e a aplicação deste de forma contínua para garantia da qualidade do processo de uma instalação, assim como o investimento na qualidade da engenharia empregada desde o projeto até a operação.
O comissionamento beneficia todos os participantes da execução do edifício, mas os maiores beneficiados são os proprietários, profissionais de operação e manutenção e usuários do edifício (ÁGÚSTSSON; JENSEN, 2012).

Resultados de pesquisa têm indicado que os proprietários podem obter redução de custos operacionais de US$ 4 durante os primeiros cinco anos de ocupação como um resultado direto de cada US$ 1 investido em comissionamento. No entanto, o custo de não comissionamento é igual ao custo de correção de deficiências mais os custos de operações ineficientes (WBDG, 2012a).

U.S. General Services Administration (2005), Ágústsson e Jensen (2012), Petrobras (2010), EPA (2012), Major (2007), Bert e Thomason (2013), Nascimento (2005), Stannus e Price (2005), Grondzik (2009) e (WBDG, 2012a) mencionam pontos favoráveis à execução do comissionamento, entre eles:

- melhorar a documentação do edifício com:
  - a identificação e documentação das necessidades do proprietário e os requisitos de projeto, juntamente com os critérios de aceitação mensuráveis para cada necessidade e exigência;
  - definição clara dos requisitos de documento no início de cada fase e atualização por meio do processo;
  - verificação e documentação da conformidade em cada nível de conclusão;
  - documentação de todos os problemas e contradições encontradas e as soluções destes de forma estrutural;
- incentivar e documentar as comunicações entre proprietário, projetistas, empreiteiros e profissionais de operação e manutenção para:
  - reforçar a cooperação entre os participantes do processo;

  - reduzir o número de pedidos de informação, pedidos de alteração e conflitos, o que aumenta a probabilidade do edifício estar concluído dentro do prazo e orçamento;
  - minimizar ordens de mudança durante o processo de execução;
- melhorar os aproveitamentos dos sistemas e equipamentos com metas de:
  - atender às crescentes exigências de desempenho e padrões de energia ambiental e execução de sistemas que se tornaram mais complexas e interdependentes:
  - melhorar os aproveitamentos dos sistemas e equipamentos;
  - utilizar o cálculo do custo do ciclo de vida como ferramenta para decisão em todo o processo de execução;
  - reduzir os gastos de serviços públicos por meio da redução de energia;
- aprimorar as condições ambientais, de saúde e o conforto dos usuários, por meio:
  - do aumento da segurança dos usuários;
  - do aumento da satisfação do usuário, que gera a melhora da produtividade dos usuários do edifício;
- melhorar os testes de verificação para que os sistemas apresentem o desempenho especificado nos requisitos de projeto do proprietário mediante a:
  - utilização de técnicas de qualidade com base em amostragem para detectar problemas sistêmicos;
  - entrega do edifício para atender às necessidades do proprietário, no momento da conclusão;
- fornecer treinamento aos profissionais de operação e manutenção para que sejam capazes de manter o edifício com o nível de desempenho estabelecido pelo proprietário com:
  - fornecimento de informações precisas para os usuários na operação e manutenção do edifício;
  - elaboração de manuais de operação e manutenção mais detalhados;
  - redução do número de chamadas das empresas especializadas devido ao treinamento dos profissionais de operação e manutenção;
  - redução do período de transição do final da execução para utilização do edifício;
  - aprimoramento da execução e manutenção dos edifícios para:

  - melhorar a manutenção do sistema visando o desempenho esperado do sistema operacional;
  - reduzir o tempo de inatividade em função de uma melhor forma de diagnóstico de falhas;
  - otimizar o tempo homem hora para operação e manutenção;
  - reduzir custos operacionais;
  - aumentar o ciclo de vida dos equipamentos;
- manter o desempenho por todo ciclo de vida do edifício, por meio do recomissionamento;
- melhorar o valor de revenda dos edifícios.

Assim, ressalta-se a importância, os benefícios e os objetivos do comissionamento como um processo para atender os requisitos de projeto do proprietário, documentar as fases do ciclo de vida do edifício, capacitar os profissionais de operação e manutenibilidade, com o objetivo de evitar as falhas, diminuir os desperdícios e os retrabalhos, melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade.

## 3.5 COMUNICAÇÃO NO COMISSIONAMENTO

Para que as informações das diferentes especialidades não se percam no desenvolvimento de qualquer edifício é importante a definição de um sistema de gestão eficiente da comunicação (SALGADO et al., 2012).

A comunicação é a chave da aplicação do comissionamento. As equipes devem se comunicar claramente e abertamente para atingir seus objetivos. O comissionamento facilita a comunicação por meio da definição de metas de desempenho e de exigências de reuniões regulares entre todos os membros da equipe (CACX, 2006b).

O comissionamento facilita a comunicação bem documentada entre proprietário, projetista, executor e operador (GRONDZIC, 2009). Uma vez que estrutura o como a comunicação deve ser efetuada e documentada, com rastreabilidade de versões. O

agente comissionador tem uma variedade de públicos para se comunicar. As reuniões não técnicas incluem proprietários e usuários finais, gerentes de execução, arquitetos, engenheiros, gerentes de projeto, empreiteiros e técnicos de campo. Cada reunião requer diferentes formas e frequências de comunicação e o agente de comissionamento deve conduzir essas diferenças rapidamente e se estabelecer como um especialista na área (MCFARLAND, 2012). Para que as reuniões se tornem produtivas e não percam o foco o agente comissionador deve conduzir a pauta das reuniões e controlar seus desvios.

Para que as estratégias de reunião sejam eficazes, um agente comissionador deve trazer muito mais do que habilidades técnicas para a equipe do projeto. Ele também deve ser um comunicador excepcional. O agente comissionador, ao representar o interesse do proprietário tem a função de facilitador para unificar as equipes em torno do objetivo comum de entrega de um edifício que atenda aos requisitos de projeto do proprietário (MCFARLAND, 2012).

O comissionamento emprega estratégias de comunicação eficazes entre todos os membros da equipe. Durante a realização do projeto, a equipe de comissionamento acompanha e resolve problemas, muitas vezes inicia as reuniões concentrando a atenção sobre as questões a serem resolvidas. A melhoria da comunicação em todo o projeto e processo de execução resulta em menos pedidos de alteração, reclamações, atrasos no projeto, menor período de transição e menor trabalho corretivo após a ocupação (BAECHLER; FARLEY, 2011).

A integração entre os profissionais das diferentes especialidades implica na integração das decisões de projeto e contribui para a realização de um edifício com alta qualidade, segundo Salgado et al. (2012). Implica na revisão dos procedimentos de trabalho normalmente adotados pelas empresas, acostumadas ao processo linear e sequencial, que não mais atende às exigências para desenvolvimento de edifícios.

### 3.5.1 Formas de comunicação

As formas de comunicação, segundo Mcfarland (2012), podem ser divididas em três categorias:

- **Comunicação pessoal**

  A comunicação pessoal ocorre por meio do face-a-face, das conversas e das reuniões de grupo. A comunicação pessoal tem a vantagem da linguagem corporal, que constitui aproximadamente 80% da comunicação. Este é um elemento importante que o agente de comissionamento deve empregar para evitar tensão excessiva quando as questões ou problemas com o projeto ou execução do edifício são discutidos.

- **Comunicação eletrônica**

  A comunicação eletrônica se dá por meio de telefonemas, e-mails, mensagens de texto, softwares e mídias sociais como o *Twitter* ou mensagens instantâneas. Conversas telefônicas são classificadas como comunicação eletrônica em vez de comunicação pessoal, na medida em que não há linguagem corporal na comunicação. A videoconferência tem o potencial para preencher esta lacuna e torna-se mais utilizada. Em geral, os telefonemas são a melhor alternativa a reuniões, especialmente quando a conversa é limitada a duas ou três partes. Telefonemas permitem o diálogo e a entonação de voz, que pode minimizar um longo caminho nas situações potencialmente tensas e difusas.

- **Comunicação impressa**

  A comunicação impressa abrande projetos, memorandos, relatórios de revisão, relatórios de software de comissionamento e, finalmente, o relatório de comissionamento. Estes são documentos formais que devem representar a habilidade e o profissionalismo do agente de comissionamento. Eles devem apresentar consistência da forma, precisão técnica e especificidade, além de estar livres de erros gramaticais e de digitação.

### 3.5.2 Fases da comunicação

As fases da comunicação, segundo Mcfarland (2012), variam conforme a fase do ciclo de vida do edifício, conforme descrito a seguir.

- **Fase de projeto**
  O elemento crítico é o agente comissionador comunicar no início da fase de projeto que ele faz parte da equipe do projeto. Nesta fase, o agente comissionador pode interagir quase que exclusivamente com colegas profissionais.
- **Fase de execução**
  Nesta fase o agente comissionador tem que dispor de meios eficazes de comunicação para interagir com uma grande variedade de profissionais.
- **Fase de transição entre fases de execução e de operação e manutenção**
  Durante o período de conclusão da execução, o agente comissionador deve se comunicar com a equipe do projeto para facilitar a resolução de todas as questões em aberto. Além disso, deve interagir com as equipes de execução e os profissionais de operação e manutenção, para que estes possam entrar e começar a utilizar e operar o edifício. Proceder a adequada manutenção predial com as informações recebidas e alcançar os propósitos dos requisitos de projeto do proprietário. A função do gerente é levar as pessoas a fazer as coisas certas (eficácia), com a maior eficiência possível (menor uso de recursos, tempo, etc.…).

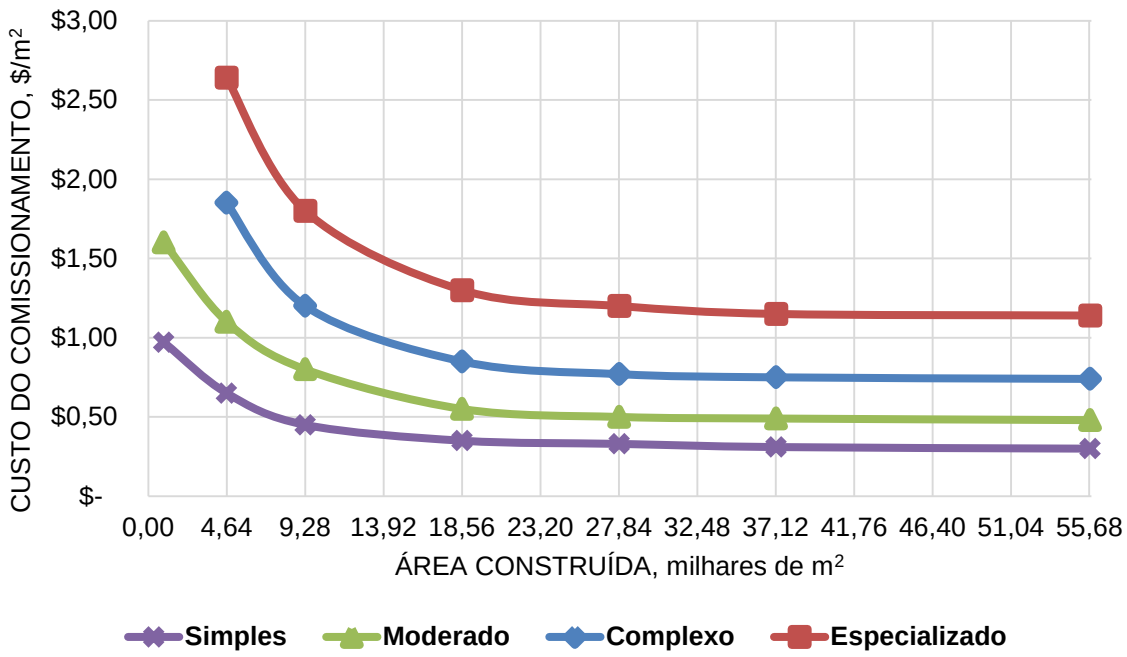
## 3.6 CUSTOS DO COMISSIONAMENTO

Os custos de comissionamento podem variar muito e dependem de muitos fatores, incluindo se é um edifício novo ou existente, o tamanho, a complexidade, o escopo da prestação do serviço de comissionamento. Segundo WBDG (2012b), em geral, o custo de comissionamento de edifícios novos varia de 0,5% do custo total para edifícios simples, como de escritórios, para 1,5% para laboratórios e sistemas hospitalares complexos. Para um edifício existente o custo varia de 3% a 5% do

custo total de operação. Uma regra básica para o comissionamento é considerar entre 2% e 4% do custo de execução de cada sistema a ser comissionado.

O gráfico apresentado na Figura 3.5 mostra a variação do custo de comissionamento de diferentes tipos de edifícios nos EUA e área de construção.

Figura 3.5 – Estimativa do custo de comissionamento de diferentes tipos de edifício em dólares por $m^2$




Fonte: adaptado de PECI (2002).

A descrição dos tipos de edifícios considerados na Figura 3.5 é:

- **Simples**: escritório, salas de aula, com sistemas e controles com menos elementos.
- **Moderado**: escritórios mais complexos, escolas com alguns laboratórios, automação residencial, com mais estratégias de controle, menos equipamentos; mais sistemas (incêndio, iluminação de emergência, etc.).
- **Complexo**: maior área útil com sistemas complexos (hospitais, laboratórios, salas de cirurgia, salas limpas, exaustores ou outros sistemas que não o de ar condicionado são comissionados como sistemas elétricos, transformadores, segurança, comunicações, etc.). Hotéis e edifícios residenciais de alto padrão.
- **Especializado**: instalações muito complexas, como prisões (não inclui os custos de comissionamento de sistemas de segurança).

Os dados apresentados na Figura 3.5 não são atualizados. O que deve ser observado é que na curva gerada, o custo de comissionamento diminui em função do aumento da área construída.

Outro estudo relatado em Energy Ideas Clearinghouse (2005) mostra que um edifício não comissionado tem um custo de operação de 8% a 20% maior que um edifício comissionado. Um relatório de 2004 mostra que, em média, o custo do comissionamento foi pago em 4,8 anos devido a redução do consumo de energia. Quando outros benefícios são contabilizados tais como: a maior vida útil dos equipamentos, redução de custo devido à detecção precoce de falhas, prevenção da degradação prematura do equipamento pela correta manutenção redução dos custos de operação e manutenção, e um melhor ambiente interior, compensa essencialmente o custo total da edificação nova.

Sendo que de acordo com a Baumgartle (2012), a maioria dos benefícios de comissionamento permanecem na vida útil do edifício, enquanto que a implementação do comissionamento é um custo único.

Outra pesquisa realizada por Mills (2009) com o comissionamento de 561 edifícios existentes e 82 para edifícios novos o custo total do comissionamento foi U$43 milhões, com um preço médio U$49.000 por edifício existente e U$87.000 por edifício novo. A Tabela 3.2 apresenta alguns resultados desta pesquisa do comissionamento dos diversos sistemas dos edifícios.

Tabela 3.2 – Alguns resultados da pesquisa de Mills (2009)

| Descrição | Edifício existente | Edifício novo |
|---|---|---|
| Custo médio de comissionamento | U$3,23 /m$^2$ | U$12,48 /m$^2$<br>0,4% do custo da construção |
| Economia de custo | U$3,12 /m$^2$/ano | U$1,94 /m$^2$/ano |
| Prazo de retorno<br>(Se a economia de custo for igual a um, o prazo de | 1,1 anos | 4,2 anos |

| Descrição | Edifício existente | Edifício novo |
|---|---|---|
| retorno é de um ano) | | |

Observação: os valores excluem a economia de energia que são quantificados em temos econômicos.

Fonte: Autor, baseado em Mills (2009) e adaptado de Ágústsson e Jensen (2012).

O prazo de retorno do comissionamento em edifícios novos em Mills (2009) foi de 4,2 anos, menor que os 4,8 anos relatados por Energy Ideas Clearinghouse (2005).

Os resultados dessas pesquisas mostram que o custo do comissionamento teve tempo de retorno em até 5 anos após a construção de um edifício novo, e este custo de construção representa cerca de 5% do custo da vida útil do edifício.

No Brasil, os proprietários/investidores desconhecem que para um edifício cuja vida útil seja de 40 anos, o custo da execução é de aproximadamente 5% e o custo da operação e o custo da manutenção é de 85% do total. Estes dados ressaltam a importância de que todos os sistemas e equipamentos sejam bem especificados, instalados, operados e conservados, tarefas que devem ser consideradas desde o início da fase de planejamento do comissionamento (DOMINGUES, 2008).

Para muitos profissionais capacitados em realizar o comissionamento o maior empecilho para sua adoção é a cultura brasileira com base nos custos. Muitos clientes e profissionais da área ainda não conseguem ver que o comissionamento tem valor agregado dentro de um edifício e, consequentemente, não avaliam o retorno que terão com a utilização deste processo (PINHEIRO, 2012).

Para gerenciar os custos e os resultados do comissionamento, segundo Bauers [2005?], os proprietários devem considerar as perguntas básicas:

- quais os sistemas devem ser incluídos no comissionamento?
- quais tarefas devem ser concluídas no fim do comissionamento de cada sistema?
- quem deve ser responsável pela execução de cada tarefa?
- em qual fase do ciclo de vida ocorrerá o comissionamento?
- qual a complexidade dos sistemas a serem comissionados?

- quais documentos devem ser entregues?
- qual o tipo de edifício a ser comissionado? Manutenção, renovação, modernização ou nova construção?

As respostas a estas perguntas irão determinar tanto o resultado do processo como o seu custo. Por outro lado, a atribuição de responsabilidades determina a atribuição de custos entre o comissionamento, a autoridade de comissionamento e os contratos de execução (BAUERS, 2005?).

Enfim, pode-se constatar que o comissionamento, além atender os 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 as falhas, diminuir os desperdícios e os retrabalhos, melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade propicia impacto financeiro e econômico durante o ciclo de vida do edifício.

## 3.7 PRINCÍPIOS DO COMISSIONAMENTO

Os princípios do comissionamento fundamentam o sistema operacional do edifício para alcançar os requisitos de projeto do proprietário. Para que isso ocorra o comissionamento deve ser alterado, ajustar-se e adaptar-se às necessidades e ao contexto de cada edifício (GRONDZIK, 2009).

Em WBDG (2012a) são apresentados três princípios gerais para o comissionamento, representados na Figura 3.6.

Figura 3.6 – Princípios do comissionamento

Fonte: autor.

### 3.7.1 Determinar os requisitos de desempenho do projeto

Cada edifício passa pela fase de pré-projeto e de projeto, quando se estabelecem as necessidades do proprietário, os objetivos, o escopo e as soluções de problemas. Projetos propostos e trabalhos realizados só podem ser avaliados com base em critérios e medidas que são incorporados em requisitos bem documentados. O desenvolvimento do projeto é um processo de aprendizagem, onde a construção de decisões de desempenho é refinada para sucessivos níveis de detalhe ao longo de um ciclo de vida. As principais atividades de comissionamento de apoio deste princípio segundo WBDG (2012a) são descritas a seguir:

- **Entender as necessidades de diferentes tipos de edifícios**
  O foco para o comissionamento varia de acordo com a finalidade do edifício. Por exemplo, alguns componentes hospitalares são altamente sensíveis à temperatura e umidade relativa, assim como os de museus, bibliotecas e arquivos. Edifícios sustentáveis, com alta eficiência energética e sistemas de comando, devem ser concebidos, construídos e operados corretamente para alcançar as economias projetadas de energia e água. Naturalmente, alguns edifícios devem satisfazer mais do que um destes requisitos (WBDG, 2014b).

- **Estabelecer as metas do programa e objetivos essenciais**

  Comissionamento de sistemas prediais é muitas vezes focada em garantir altos níveis de confiabilidade, qualidade de energia, facilidade de manutenção e flexibilidade, bem como outros objetivos de projeto e atributos dos sistemas. As características funcionais que precisam de comissionamento para verificar o desempenho requerido do edifício podem incluir:

  - acessibilidade;
  - confiabilidade dos sistemas;
  - adaptabilidade;
  - controle de pressurização do edifício;
  - eficiência de energia e água;
  - flexibilidade dos sistemas;
  - funcionalidade;
  - manutenibilidade;
  - sistemas de climatização para o controle do clima redundantes e resilientes;
  - confiabilidade;
  - análise de riscos/segurança;
  - sistemas de combate a incêndio;
  - espaços e funcionalidades do processo organizacional;
  - sustentabilidade;
  - sobrevivência.

- **Definir ameaças, riscos e consequências**

  Para o estabelecimento das expectativas e medidas de desempenho, deve-se ter uma compreensão clara dos objetivos-chave para o edifício. O proprietário deve conduzir a equipe de projeto no estabelecimento das prioridades e estas serem documentadas nos requisitos de projeto do proprietário. É importante que o proprietário ou especialistas definam os riscos do negócio, as ameaças à segurança dos usuários, os riscos, os perigos, as consequências e impactos que uma falha no sistema pode ter sobre o desempenho global da instalação, de modo que o agente comissionador considere estas prioridades definidas na revisão do projeto para verificar o desempenho dos sistemas integrados (WBDG, 2014b).

- **Reconhecer a criticidade dos sistemas para atingir as metas**
  A criticidade do sistema e a necessidade da verificação de desempenho por meio do comissionamento são determinadas pelo exame de como cada sistema, sua execução, os recursos utilizados e integração dos sistemas, apoiam as metas estabelecidas (WBDG, 2014b).

- **Realizar atividades chave de programação para o comissionamento**
  Para o comissionamento ser bem sucedido, a documentação de programação deve apresentar os requisitos de projeto do proprietário, que são gerais e específicos. Os requisitos de projeto do proprietário é um resumo das necessidades críticas de planejamento e programação e expectativas do proprietário e devem ser sempre atualizada pela equipe de comissionamento para refletir as mudanças na construção dos requisitos de desempenho (WBDG, 2014b).

### 3.7.2 Planejar o comissionamento

O planejamento do comissionamento envolve o processo sistemático da equipe de comissionamento para a entrega dos documentos, tarefas e as responsabilidades para todas as fases do edifício e atividades, incluindo revisão e aceitação dos procedimentos, exigências de documentação, desenvolvimento e aprovação do plano de comissionamento, programações planos de comissionamento e testes de inspeção (WBDG, 2012a).

Uma vez que a equipe de entrega do projeto determinou metas do projeto, críticas e exigências, as questões que são respondidas por meio do planejamento do comissionamento são: um agente comissionador independente será contratado, e em caso afirmativo, quando? Como os sistemas devem ser testados, inspecionados e documentados? Quanto deve ser previsto no orçamento para comissionamento e serviços de testes especiais? (WBDG, 2014b).

O planejamento do comissionamento inclui a identificação de necessidades de testes e medidas que irão garantir uma adequada operação do edifício. As principais atividades de suporte de comissionamento deste princípio são:

- estabelecer metas de qualidade, eficiência e funcionalidade;
- estabelecer a abordagem e abrangência do comissionamento;
- estabelecer orçamentos de comissionamento;
- estabelecer planos de comissionamento;
- estabelecer a agenda do comissionamento;
- estabelecer planos de inspeção e testes que devem ser realizados em todos os equipamentos e sistemas comissionados, para assegurar que a operação e o desempenho estejam em conformidade com os requisitos de projeto do proprietário. Todos os testes devem ser testemunhados pelo agente comissionador. Segundo Bauers [2005?] os testes a seguir são necessários como parte do comissionamento:
    - **testes de verificação** são compostos por um conjunto de verificações e testes para determinar se todos os componentes, equipamentos, sistemas e interfaces entre sistemas operam de acordo com documentos do contrato. Isso inclui todos os modos de operação, intertravamentos, controles de respostas e respostas específicas para falhas ou situações de emergência;
    - **testes de desempenho funcional** devem determinar se o sistema fornece a capacidade necessária dos diversos serviços em conformidade com objetivo de projeto final;
- desenvolver especificações de comissionamento;
- determinar as necessidades especiais de testes;
- estabelecer os planos de recomissionamento.

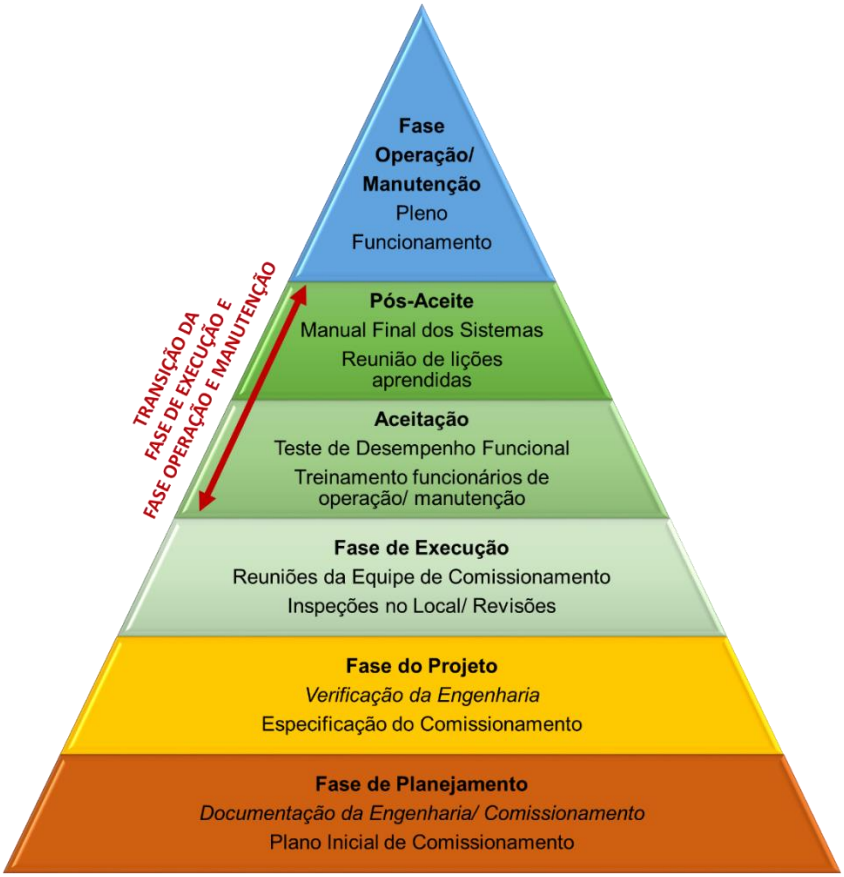
A execução do comissionamento inclui uma completa avaliação da operação e do desempenho de todos os componentes, sistemas e subsistemas. Em Grays Harbor College (2011) são apresentados exemplos de equipamentos e sistemas que devem ser avaliados em sistemas hidrossanitários:

- sistemas de água não potável;
- casa das bombas e controles;
- sistemas sanitários, sistemas de ventilação e drenagem;

- sistemas de água fria;
- sistemas de água quente;
- sistemas de gás natural;
- pressurizadores;
- controles automáticos de temperatura da água.

Deve-se executar o planejamento do comissionamento porque ele é a base em cada fase do edifício para alcançar os requisitos de projeto do proprietário com qualidade, desempenho e sustentabilidade. Buzzeti e Coutinho (2013) apresentam uma pirâmide, ilustrada na Figura 3.7, para demonstrar que a funcionalidade total do edifício depende de estágios consistentes do comissionamento.

Figura 3.7 – Comissionamento como base para a funcionalidade total do edifício




Fonte: adaptado de Buzzeti e Coutinho (2013).

### 3.7.3 Documentar

Quando o processo de desenvolvimento, execução e entrega do edifício é documentado de forma consistente, um panorama histórico é criado, e explica o processo iterativo de tomada das decisões para as exigências de projeto em cada etapa do desenvolvimento do processo. A documentação do comissionamento torna-se o roteiro dos pontos e critérios a serem cumpridos pelos sistemas instalados. No pós-ocupação, a documentação de comissionamento torna-se o ponto de referência para garantir que o edifício possa ser mantido ou reformado para atender às futuras necessidades (WBDG, 2012c).

A documentação registra o porquê e como as decisões das equipes de planejamento e execução durante as fases de planejamento, projeto execução e início de operação e manutenção foram tomadas. Os documentos de comissionamento relatam os padrões de desempenho para os sistemas do edifício e como o edifício em operação atende a esses padrões. De acordo com WBDG (2012a) as principais atividades de comissionamento de apoio para cumprimento e aceitação de documentos incluem:

- documentar todos os níveis de desenvolvimento do projeto e aceitação;
- enfatizar as inspeções, os testes e o treinamento nos sistemas comissionados;
- reunir as documentações chave do comissionamento, entre eles os requisitos de projeto do proprietário (OPR), a base de projeto (BoD), o plano de comissionamento (Plano Cx) e o relatório final de comissionamento.

## 3.8 INÍCIO DO COMISSIONAMENTO

É importante iniciar o comissionamento na fase inicial de planejamento e contratar o agente comissionador durante ou antes da fase do pré-projeto. Este envolvimento precoce é fundamental para o desenvolvimento dos requisitos de projeto do proprietário, a subsequente base do projeto e a definição da estrutura dos manuais de operação e manutenção. Se essas tarefas são deixadas para mais tarde o

estímulo para a integração dos sistemas e a qualidade do monitoramento desta integração é perdido (WBDG, 2012a).

Segundo Grondzik (2009), executado corretamente, o comissionamento, iniciado durante o planejamento, pode:

- ajudar a definir as necessidades e expectativas do proprietário;
- validar soluções de projeto em relação aos requisitos de projeto do proprietário;
- reduzir os pedidos de alteração provocada pela falha de comunicação;
- verificar (antes da ocupação) se os componentes-chave do edifício estão funcionando como previsto;
- fornecer treinamento apropriado para os profissionais de operação e manutenção;
- fornecer a documentação de projeto para o proprietário;
- aferir o desempenho do edifício para a operação efetiva e para a eficiente operação e manutenção.

As vantagens do início do comissionamento na fase de projeto também são apresentadas por Feyler e Peterson (2011) que mencionam que a importância é o fornecimento de uma visão do projeto e futura operação dos sistemas junto com o projetista. É a verificação do desempenho do sistema e dos possíveis pontos de falha e comentar com o proprietário, a fim de melhorar a futura operação e manutenção das instalações.

O agente comissionador, em geral, têm um ponto de vista muito diferente dos projetistas tradicionais, incluindo conhecimentos em coordenação de execução, instalações, sistemas e atividades de manutenção, que fornecem um recurso valioso para o proprietário e profissionais de manutenção do edifício após sua conclusão (FEYLER; PETERSON, 2011).

Bert e Gray (2012) relatam que em uma pesquisa da ACG em 2012 com cerca de 400 empresas que fornecem serviços de comissionamento, aproximadamente 160 empresas responderam. Mais de 40% dos entrevistados indicaram que são contratados como um terceiro de 85% a 100% do tempo. Em 67% do tempo são

contratados diretamente pelo proprietário ou arquiteto. Esse número, segundo Bert e Thomason (2013), se manteve constante em 2013.

Esta contratação como um terceiro é a maneira mais eficaz de uso do comissionamento por não utilizar no processo profissionais envolvidos no planejamento, desenvolvimento e execução dos edifícios.

As empresas ainda relataram que 42% do tempo não são contratadas até a fase de execução (contra 46% no ano anterior). Isso significa que são um pouco mais frequentemente trazidas durante as fases de concepção e pré-projeto, quando o comissionamento tem uma chance maior de proporcionar benefícios mensuráveis para o proprietário (BERT; GRAY, 2012).

Em 2013 18% das empresas foram contratadas na fase de planejamento, 40% na fase de projeto e 42% na fase de execução (BERT; THOMASON, 2013).

No comissionamento se assume que os proprietários, arquitetos, engenheiros, empreiteiros e profissionais de operação e manutenção sejam totalmente responsáveis pela qualidade do seu trabalho. O melhor é que o comissionamento comece no início do projeto e continue durante a vida útil de um edifício (ROZGUS, 2012).

## 3.9 EQUIPE DE COMISSIONAMENTO

Assim como é importante compreender que o comissionamento é um processo contínuo e não um evento de curto prazo, é igualmente importante perceber que o comissionamento seja realizado por uma equipe e não por um expert solitário. Exceto para o mais simples dos edifícios, é pouco provável que qualquer profissional tenha a experiência necessária para validar, com êxito, um conjunto razoável de documentos de projeto, equipamentos e sistemas e possa representar adequadamente os diversos pontos de vista dos vários agentes envolvidos com a aquisição de um edifício. O trabalho em equipe é necessário para fornecer a

experiência e amplitude de conhecimento para conduzir a um resultado de validação bem-sucedida (GRONDZIK, 2009).

Em LEED user [20--] recomenda-se que para edifícios com área menor que 4.645m$^2$ o agente comissionador pode ser um membro da equipe de projeto ou execução. Para edifícios com área maior que 4.645m$^2$ o agente comissionador deve ser independente de ambas as equipes. E que o agente comissionador seja nomeado pelo proprietário.

A equipe de comissionamento trabalha em conjunto para identificar e resolver os problemas logo no início do projeto e processo de execução, e segue-os até a sua eventual resolução, garantindo que o edifício entregue atenda às necessidades do proprietário (CACX, 2006).

A responsabilidade de cada membro da equipe, de acordo com Cleto (2012), deve ser documentada no plano de comissionamento. Os participantes incluem o agente comissionador (autoridade de comissionamento ou gerente de comissionamento) o proprietário ou seu representante legal, profissionais de projeto, gerente de execução, contratante e subcontratantes, gerente de manutenção e operação, fornecedores e fabricantes de equipamentos.

A participação no comissionamento dos gerentes de operação, produção o mais cedo possível, de preferência ainda durante a fase de anteprojeto, é necessária porque seus conhecimentos deverão influenciar no projeto e definição das metas de desempenho (CLETO, 2012).

Adicionalmente a participação antecipada das empresas responsáveis pelos testes, ajustes e controle dos sistemas é também importante, pois sua experiência pode orientar a definição de requisitos de espaços, dispositivos de balanceamento, localização de componentes, controles e acessibilidade a equipamentos (CLETO, 2012).

Nem todos os membros da equipe de comissionamento são envolvidos em cada fase do edifício. No entanto, cada um deles deve ser totalmente envolvido nas

atividades que estão contratualmente obrigados a executar (BAECHLER; FARLEY, 2011).

Definir claramente e documentar as responsabilidades de cada membro da equipe é fundamental para o sucesso da colocação em funcionamento edifício. É importante observar que nem a equipe de comissionamento, nem o comissionador devem gerenciar os processos de projeto e de execução. Os membros da equipe não estão autorizados para trabalho direto. Em vez disso, seu objetivo é o de facilitar a comunicação, a resolução de problemas e o desempenho (CACX, 2006).

Um elemento chave em uma equipe de comissionamento é o agente comissionador (gerente de comissionamento) representado por um profissional, companhia ou agência qualificada que implementa o processo global de comissionamento em cooperação com a equipe de comissionamento, como especificado nos documentos contratuais. Esse membro da equipe tem um impacto significativo sobre o edifício e deve estar em condições de assumir a responsabilidade pela ação de verificação dos aspectos de performance previstos no projeto. Entretanto, a designação de um agente comissionador não altera as obrigações e responsabilidades contratuais que devem ser assumidas por outras empresas e profissionais (PINHEIRO, 2012).
O agente comissionador, normalmente acionado pelo proprietário sob um contrato de prestação de serviços profissionais e esforçar-se-á para o interesse do proprietário, mas normalmente não tem competência para falar em nome do proprietário. A natureza exata da relação do agente comissionador e proprietário é expressa em contrato (GRONDZIK, 2009). Hoffmann [20--] relata que o agente comissionador se reporta ao proprietário, atuando como seu guardião em relação aos desejos de desempenho do edifício.

O agente comissionador conduz a equipe de comissionamento que muda durante o prolongado processo de execução do edifício e incluem vários representantes: do proprietário, da equipe de projeto, do empreiteiro, dos subempreiteiros e outros especialistas, juntamente com representantes do agente comissionador (GRONDZIK, 2009).

Segundo Yamada (2014), para garantir o atendimento às exigências especificadas pelo incorporador, nos requisitos de projeto do proprietário (OPR), o ideal é que o agente comissionador seja envolvido em nas fases concepção até o início do funcionamento do edifício, de forma a auxiliar no desenvolvimento dos OPR's, escopos de contratação, bases de projeto, verificação da execução, testes e ensaios, auxílio a equipe de operação, etc.

No CACX (2006) para a escolha do agente comissionador deve-se avaliar as qualificações do profissional. O processo de seleção deve ser apropriado para o tamanho, complexidade e necessidades específicas do edifício. O proprietário ou o coordenador de projeto pode escolher:

- alguém da equipe de coordenação: com experiência anterior em comissionamento ou ter conhecimentos profissionais e receber treinamento em comissionamento e comunicação;
- projetista: porque tem a familiaridade com o projeto e pode acelerar o cronograma, mas tem a desvantagem de estar muito envolvido e não analisar seu próprio trabalho de outra perspectiva, ignorar algumas questões e fazer uma análise imparcial do seu próprio trabalho;
- empreiteiro contratado, que possua experiência e capacidade de testar, instalar, de forma detalhada os requisitos, mas o proprietário ou a equipe de projeto deverá exercer maior fiscalização para mitigar o conflito de interesse, além disso o empreiteiro pode não ser especializado para testar outros sistemas ou diagnosticar os problemas de integração dos sistemas;
- consultor contratado: um profissional ou empresa independente que responde diretamente para o proprietário do edifício. Pode ser da empresa de projeto, mas não estar ligado com a execução do projeto desenvolvido. É necessário avaliar a experiência em edifícios anteriores.

Recomenda-se que o agente comissionador seja um profissional com vasta experiência em execução e obtenha treinamento em comissionamento e comunicação.

## 3.10 DOCUMENTOS NO COMISSIONAMENTO

No comissionamento é incluido um número de documentos, que pode variar de edifício para edifício, pelas necessidades do proprietário, regulamentos, leis e exigências jurídicas. Os documentos do contrato muitas vezes incluem convenções de preços; o processo de gerenciamento da execução; acordos com o subempreiteiro ou requisitos, tais como requisitos e procedimentos para apresentações, alterações e outros requisitos da execução; prazo de execução; e os documentos de execução. Os documentos de execução, em geral, incluem o manual de projetos (especificações), plantas (projetos) e as condições gerais do contrato (ASHRAE, 2013).

É importante manter toda a documentação, contendo as instruções de operação, manuais e as alterações ocorridas durante a operação. Esse material oferece os subsídios para o recomissionamento ser aplicado de forma a trazer benefícios aos usuários, reduzindo as reclamações e problemas. As ações que poderão ser demandadas a partir do resultado do recomissionamento podem incluir até o *retrofit* dos sistemas instalados, buscando com essa modernização, além da melhoria direta das novas tecnologias e equipamentos disponíveis no mercado, a redução dos custos operacionais, atendimento às normas técnicas e legislações atuais e valorização do patrimônio para seu proprietário/investidor (ASSIS, 2010).

Os documentos são gerados conforme a atividade do comissionamento desenvolvida. Segundo a ASHRAE (2013) as atividades e respectivos documentos são representados conforme apresentado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Atividades do comissionamento e respectivo documento

| Atividade | Documento |
|---|---|
| Iniciar o comissionamento | Funções e responsabilidades |
| Decidir os requisitos de projeto | Requisitos de projeto do proprietário- OPR |
| Desenvolver o plano de comissionamento | Plano de comissionamento - Plano Cx |

| Atividade | Documento |
|---|---|
| Abordagem do projeto com os requisitos | Base de projeto - BoD |
| Requisitos de comissionamento do conjunto de empreiteiros | Especificações de comissionamento |
| Revisar o projeto x requisitos | Relatório de revisão de projeto |
| Observar e testar | Listas de verificação e relatório |
| Resolver problemas | Registro de problemas e soluções |
| Manual dos sistemas montados | Manual dos sistemas |
| Treinamento | Planos de treinamento e registros |
| Operar após ocupação | Relatório final da garantia de comissionamento |
| Relatar o comissionamento da montagem | Relatório de comissionamento |

Fonte: adaptado de ASHRAE (2013).

Observa-se que a sigla Cx é usualmente utilizada para simbolizar comissionamento.

Apresenta-se, nos subitens 3.7.5.1 a 3.7.5.12, uma descrição de cada documento.

### 3.10.1 Definição das funções e responsabilidades

No início do comissionamento (Cx) determina-se a abrangência do plano de comissionamento (plano Cx), isto é, incluir os sistemas e os suportes, selecionar o líder da equipe de comissionamento, selecionar os equipamentos para o Cx do edifício, incorporar as atividades Cx nas responsabilidades e funções da equipe do projeto e elaborar o orçamento Cx (ASHRAE, 2013).

### 3.10.2 Requisitos de projeto do proprietário - OPR

Os requisitos de projeto do proprietário (*Owner's Project Requirements*, OPR) é um documento criado pelo Proprietário, com o auxílio do agente comissionador, que serve de base a partir da qual todas as decisões de projeto, execução e operacionais são tomadas (NOVVA SOLUTIONS, 2013).

Formam a base para o projeto, execução, ocupação e operação do edifício e é a base e guia para o plano Cx. O documento de requisitos de projeto do proprietário evolui no decorrer de cada edifício. Este documento é uma das bases da qualidade em todas as entregas e instalação dos sistemas (ASHRAE, 2013).

O OPR é a base para as verificações de comissionamento e deve explicitar a intenção e o desejo do proprietário e conter de forma clara os requisitos mínimos que definirão o sucesso do edifício segundo a perspectiva do proprietário, portanto:

- deve quantificar os requisitos;
- deve incluir parâmetros e critérios de comparação com outros projetos semelhantes (benchmarks);
- deve estar pronto na fase de pré-projeto e especificações (RODRIGUES, 2010).

Ainda segundo Rodrigues (2010) os requisitos de projeto do proprietário devem conter:

- cronograma e orçamento do projeto;
- escopo do comissionamento;
- requisitos da documentação de projeto;
- propósitos do proprietário;
- restrições ou limitações ligadas ao local da instalação;
- requisitos do usuário;
- requisitos ocupacionais;
- requisitos de treinamento dos profissionais de operação e manutenção;
- requisitos de qualidade dos materiais de construção de acordo com o Laboratório de Construção Civil (LCC) pré definido;
- tolerâncias admissíveis para as variáveis operacionais;

- requisitos de flexibilidade de adaptação do sistema quanto a futuras ampliações ou alterações necessárias;
- requisitos de segurança operacional;
- funcionalidade da operação;
- requisitos de estética dos sistemas em harmonia com a arquitetura;
- requisitos de construtibilidade;
- requisitos de comunicação;
- requisitos de controle;
- níveis de eficiência energética;
- níveis de sustentabilidade ambiental;
- requisitos de integração dos sistemas;
- normas e portarias aplicáveis;
- requisitos de saúde e higiene do ambiente interno;
- requisitos de vibração e sísmicos;
- requisitos de acessibilidade.

Para Cleto (2010) os requisitos de projeto do proprietário é a “Carta Magna” de todo comissionamento, desde a concepção até a operação do edifício. É o desejo do cliente expresso com o conhecimento e a experiência dos seus consultores. Deve ser desenvolvido pelos consultores do projeto em conjunto com o representante do proprietário, entre os consultores envolvidos estão:

- agente de comissionamento;
- arquitetura (mais iluminação)
- engenharia de gerenciamento de facilidades do proprietário;
- engenharia de operação e manutenção;
- consultoria do sistema de ar condicionado;
- consultoria LEED®, quando aplicável.

Ainda segundo Cleto (2010) o OPR:

- deve ser gerado na concepção do projeto;
- não pode ser desenvolvido após o projeto;
- pode e deve ser revisado e adequado ao longo de todo o processo:
  - custos e viabilidades econômicas;

  - viabilidades técnicas;
  - novas tecnologias;
- deve ser claro e específico quando necessário, mas não “engessado”. O detalhamento deve ser efetuado na base de projeto.

A ASHRAE 202-2013 (anexo D) e a Orientação 0-2013 (anexo J) fornecem um formato geral para desenvolvimento dos requisitos de projeto do proprietário, variar de acordo com o projeto, o escopo, o tamanho, a complexidade e o orçamento do comissionamento, que inclui:

- cronograma do projeto e orçamento;
- escopo e orçamento;
- requisitos de documentação do projeto (apresentações e formatos);
- diretivas do proprietário;
- restrições e limitações;
- requisitos do usuário;
- requisitos de ocupação e horários;
- requisitos de formação para o pessoal do proprietário;
- requisitos de garantia;
- requisitos de benchmarking;
- operações e critérios de manutenção;
- requisitos de manutenibilidade de sistemas e equipamentos;
- requisitos de qualidade de materiais e construção;
- tolerâncias admissíveis para operações de sistemas de instalações;
- metas de eficiência energética e hídrica;
- metas ambientais e de sustentabilidade;
- requisitos comunitários;
- adaptabilidade para as futuras alterações e expansão da instalação;
- requisitos de integração de sistemas;
- requisitos ambientais em ambientes fechados, saúde e higiene;
- requisitos acústicos;
- requisitos de vibração;
- requisitos sísmicos;
- requisitos de acessibilidade;

- requisitos de segurança;
- requisitos estéticos;
- requisitos de construtibilidade;
- requisitos de comunicação;
- códigos e normas aplicáveis (WBDG, 2014a).

### 3.10.3 Plano de comissionamento - Plano Cx

O plano de comissionamento é o documento que proporcionará a organização, os requisitos de documentação e as ferramentas para avaliar e documentar o projeto, execução e operação dos edifícios ou sistemas, para que as montagens e os sistemas estejam de acordo com os requisitos de projeto do proprietário (ASHRAE, 2013).

O objetivo do plano de comissionamento é fornecer orientação para o comissionamento, disponibilizar protocolos de documentação, programação, definição de papéis e responsabilidades, estabelecer linhas de comunicação e informação, e coordenação. Este plano é descrito em ordem cronológica de atividades e de documentos para a maioria dos edifícios (NOVVA SOLUTIONS, 2013).

### 3.10.4 Relatório de revisão de projeto

A revisão do documento do projeto Cx é conduzida a fim de verificar a sua conformidade com os requisitos de projeto do proprietário (ASHRAE, 2013).

O relatório de revisão de projeto deve apresentar todas as observações do agente comissionador dos pontos que não atendem os requisitos de projeto do proprietário, este documento será apresentado em reunião para que os projetistas analisem as considerações e executem as alterações necessárias.

### 3.10.5 Base de projeto – BoD

A base de projeto (*Base of Design*, BoD) é a documentação das principais hipóteses e pressupostos das decisões de projeto, com o intuito de atender aos requisitos de projeto do proprietário (NOVVA SOLUTIONS, 2013). Fornece informações detalhadas para a equipe de projeto atender aos requisitos de projeto do proprietário e fornecer ao proprietário uma melhor compreensão das questões de projeto e garantir a análise e aprovação do proprietário nas decisões do edifício (ASHRAE, 2013).

Um OPR é desenvolvido para ser entendido pelos proprietários e usuários do edifício, enquanto a BoD é tipicamente desenvolvida em termos mais técnicos. É a abordagem técnica utilizada para as seleções de sistemas, integração e sequência de operações, com foco em características de projeto críticos para o desempenho geral do edifício. (WBDG, 2014a).

A base de projeto do proprietário (BoD), segundo Cleto (2010), é a tradução em termos técnicos dos requisitos de projeto do proprietário (OPR), portanto deve ser:

- desenvolvido no início do projeto;
- revisado ao longo de todo processo para se adequar ao OPR;
- bem detalhado para todos demais participantes do processo;
- desenvolvido pela equipe de projetistas.

### 3.10.6 Especificações de comissionamento

As especificações de comissionamento fornecem a estrutura de como o comissionamento deve ser aplicado nos sistemas e como os envolvidos nos processos devem executar os testes de verificação e de desempenho, desenvolver as documentações e os treinamentos necessários.

As especificações de comissionamento são desenvolvidas para delinear sistemas comissionados e *benchmarks* de requisitos de desempenho do equipamento,

detalhes de integração de sistemas. Apresenta para os sistemas comissionados, os procedimentos iniciais de inspeção da construção contratante, testes, *start-up*, os procedimentos operação, treinamento dos profissionais de operação e manutenção e requisitos de documentação final (WBDG, 2014a).

As responsabilidades dos empreiteiros, fornecedores e fabricantes incluindo aqueles contratados diretamente pelo proprietário, devem seguir os documentos da empresa contratada, incluindo o processo Cx definido pelas especificações Cx (ASHRAE, 2013).

### 3.10.7 Listas de verificação de execução e relatórios

Para acompanhar a evolução da execução dos sistemas deverão ser realizados testes de verificação e relatórios de registro de problemas e soluções. Para tanto, são desenvolvidas no plano de comissionamento as listas de verificação com número e cronograma dos testes necessários.

Os testes de verificação garantem que os sistemas e as montagens reúnam os critérios de rendimento como projetados. Os procedimentos dos testes devem ser repetidos para estabelecer condições passo a passo para realização dos testes e obter os resultados requeridos (ASHRAE, 2013).

### 3.10.8 Registro de problemas e soluções

Os problemas identificados durante o comissionamento, são documentados. Qualquer problema deve ser inscrito ou nos registros de problema, se continuam em aberto, ou inscritos nos registros de resolução e nos relatórios de progresso Cx (ASHRAE, 2013).

### 3.10.9 Manual dos sistemas

O manual dos sistemas com foco na operação eficiente dos sistemas do edifício deve incluir a versão final da base de projeto, os *setpoints, as-built*, as sequências de operação e as instruções para sistemas integrados (NOVVA SOLUTIONS, 2013).

Os manuais dos sistemas são preparados pelo fornecedor do sistema na conclusão da instalação, mas muitas vezes são inadequadas para explicar plenamente como uma instalação complexa deve ser operada. A ASHRAE Guideline 2014, recomenda que um "Manual de Sistemas", que contém o comissionamento e a documentação de comissionamento deve ser preparado. Os manuais dos sistemas devem fornecer todas as informações necessárias para compreender, operar e manter os sistemas. O manual dos sistemas devem ser o repositório de informações sobre atualizações e correções para os sistemas à medida que ocorrem as fases de concepção, construção e de ocupação e operações da edificação. A melhor prática é desenvolver o manual simultaneamente com a seleção, projeto e especificação dos sistemas comissionados (WBDG, 2014a).

Deve ser fornecido ao proprietário para uso no funcionamento do edifício e no treinamento dos profissionais de operação e manutenção (ASHRAE, 2013).

### 3.10.10 Planos de treinamento e registros

Os profissionais de operação e manutenção (O&M) e os usuários, devem ser treinados para os sistemas implementados, em conformidade com os requisitos de projeto do proprietário, para operar e manter os sistemas do edifício. O plano de treinamento é considerado um elemento essencial na concepção, preparação e oferecimento da formação para os profissionais de operação e manutenção (ASHRAE, 2013).

No comissionamento os profissionais de operação e manutenção são treinados em operação, cuidado e ajustes necessários para manutenção dos sistemas e

equipamentos comissionados. As necessidades de formação devem ser abordadas na fase de planejamento para informar as necessidades de planejamento, contratação, qualificações, desenvolvimento de especificação de treinamento e responsabilidades do comissionamento (WBDG, 2014a).

### 3.10.11 Relatório final da garantia de comissionamento

Devem ser elaborados antes da conclusão do período de garantia, e apresentar os projetos de construção do edifício que atendem as necessidades do proprietário (ASHRAE, 2013).

### 3.10.12 Relatório de comissionamento

É o resumo do comissionamento e do funcionamento do edifício a entregue ao proprietário e a outros destinatários necessários (ASHRAE, 2013).

Após a conclusão dos testes desempenho funcionais dos sistemas comissionados, o agente comissionador elabora esse relatório final de comissionamento com o resumo de todas as tarefas, as conclusões e a documentação do comissionamento. O relatório aborda o desempenho real dos sistemas em relação aos projetos, memoriais e aos requisitos de projeto do proprietário (NOVVA SOLUTIONS, 2013).

## 3.11 FASES DO COMISSIONAMENTO

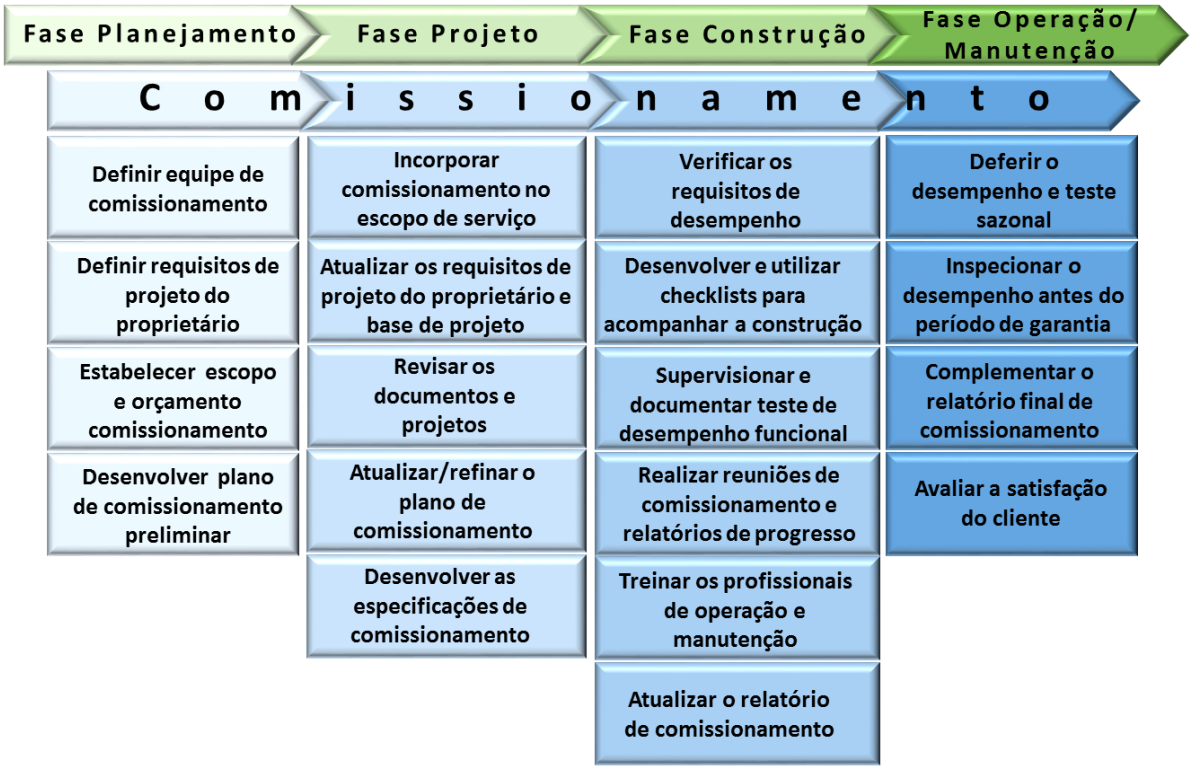
O comissionamento ocorre, durante várias fases do ciclo de vida do edifício. Muitas empresas aplicam o comissionamento somente na fase final de execução e início da fase de uso e operação. Esta atitude não traz todos os benefícios do cumprimento dos requisitos de projeto do proprietário do que a aplicação do comissionamento pleno, desde a início da concepção do edifício até um ano após o uso e operação do

edifício, traz com os planejamentos necessários para correto planejamento, projeto, execução e operação da edificação.

Não existe um único "caminho certo" para realizar o comissionamento. Ele deve mudar, ajustar-se e adaptar-se a cada edifício, necessidades e contexto. No entanto, há certos atributos que definem claramente a configuração dos procedimentos de controle de qualidade, serviços profissionais, projetos e atividades de execução (GRONDZIK, 2009).

Um dos caminhos do comissionamento é apresentado na Figura 3.8 por meio das diretrizes para o sucesso do processo dentro de cada fase do edifício segundo GSA (2005).

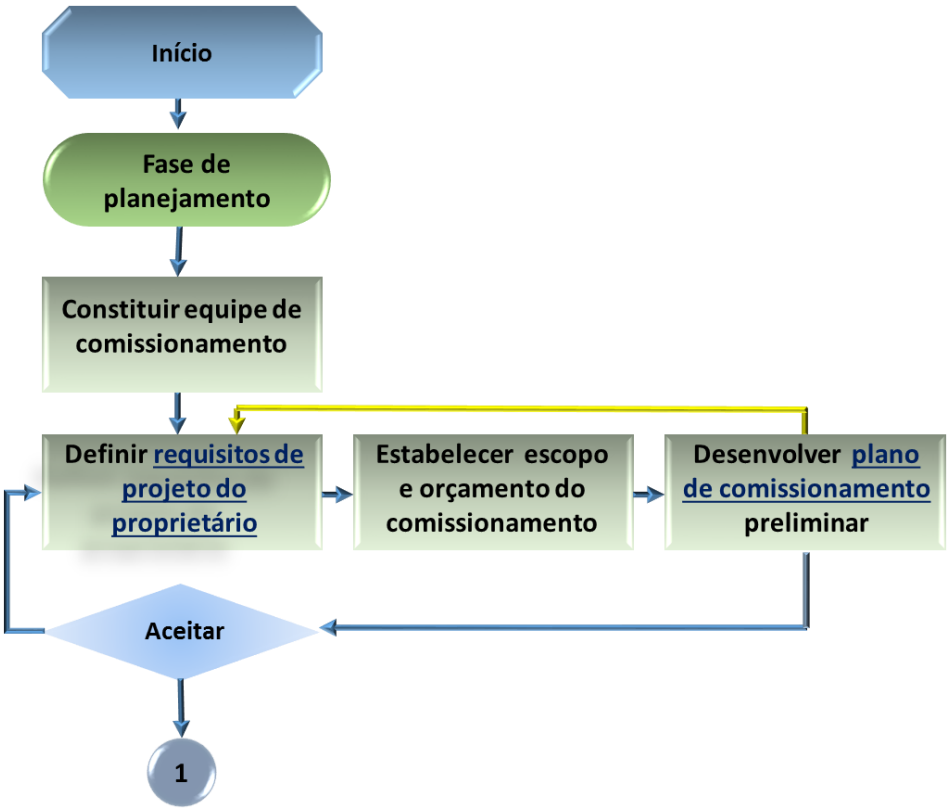
Figura 3.8 - Fases do edifício e o comissionamento




Fonte: adaptado de GSA (2005).

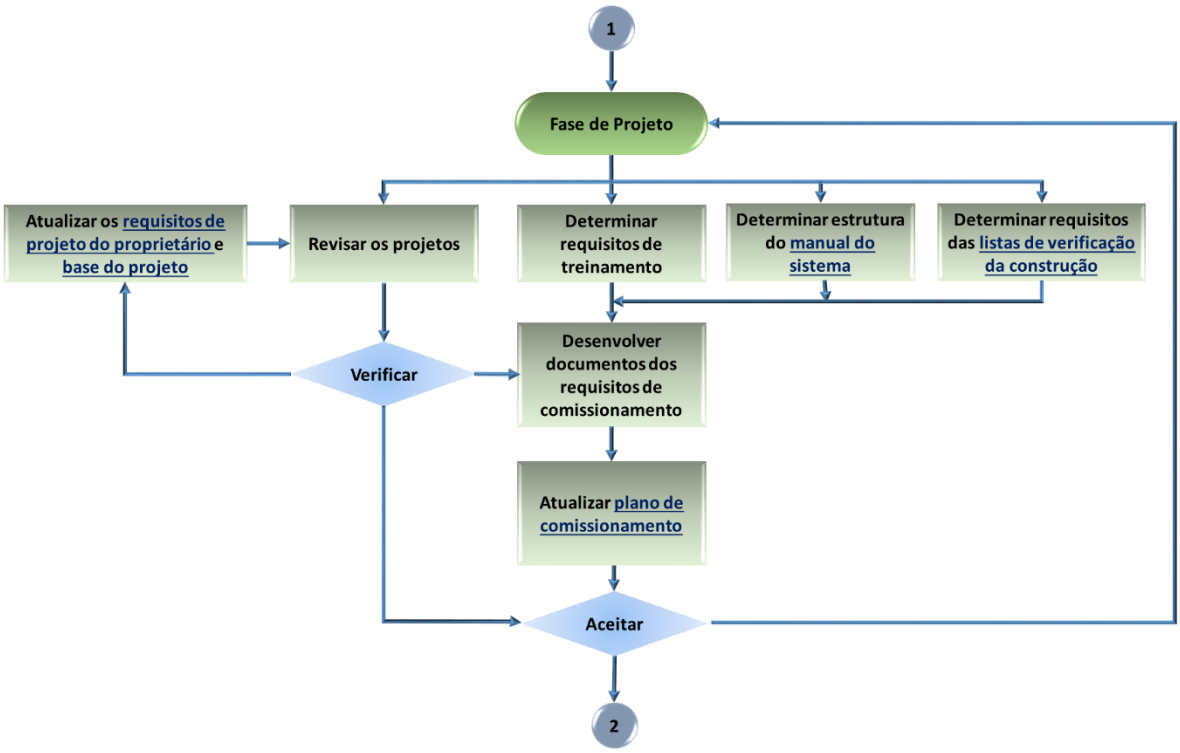
Outro caminho é o fluxo do comissionamento apresentado na ASHRAE 0 (2013), conforme representados na Figura 3.9, Figura 3.10, Figura 3.11 e Figura 3.12.

Figura 3.9 – Fluxograma da fase de planejamento do comissionamento



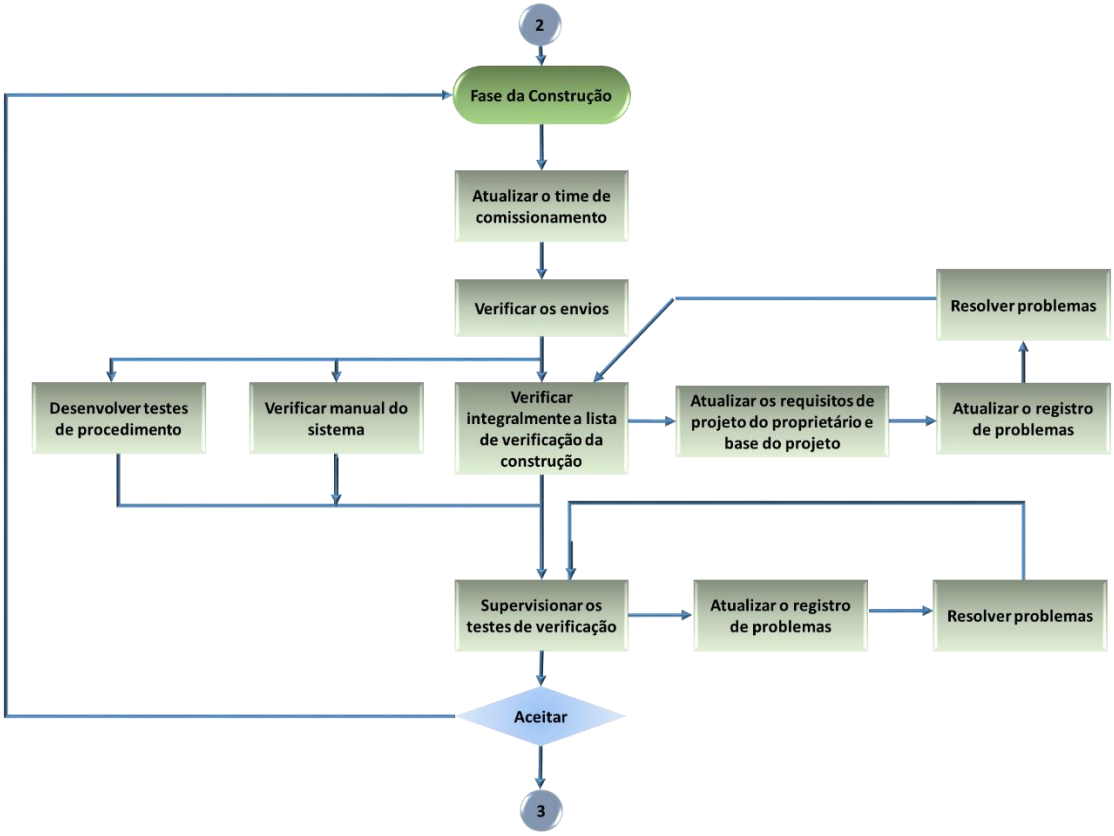

Fonte: adaptado de ASHRAE 0 (2013).

Figura 3.10 – Fluxograma da fase de projeto do comissionamento



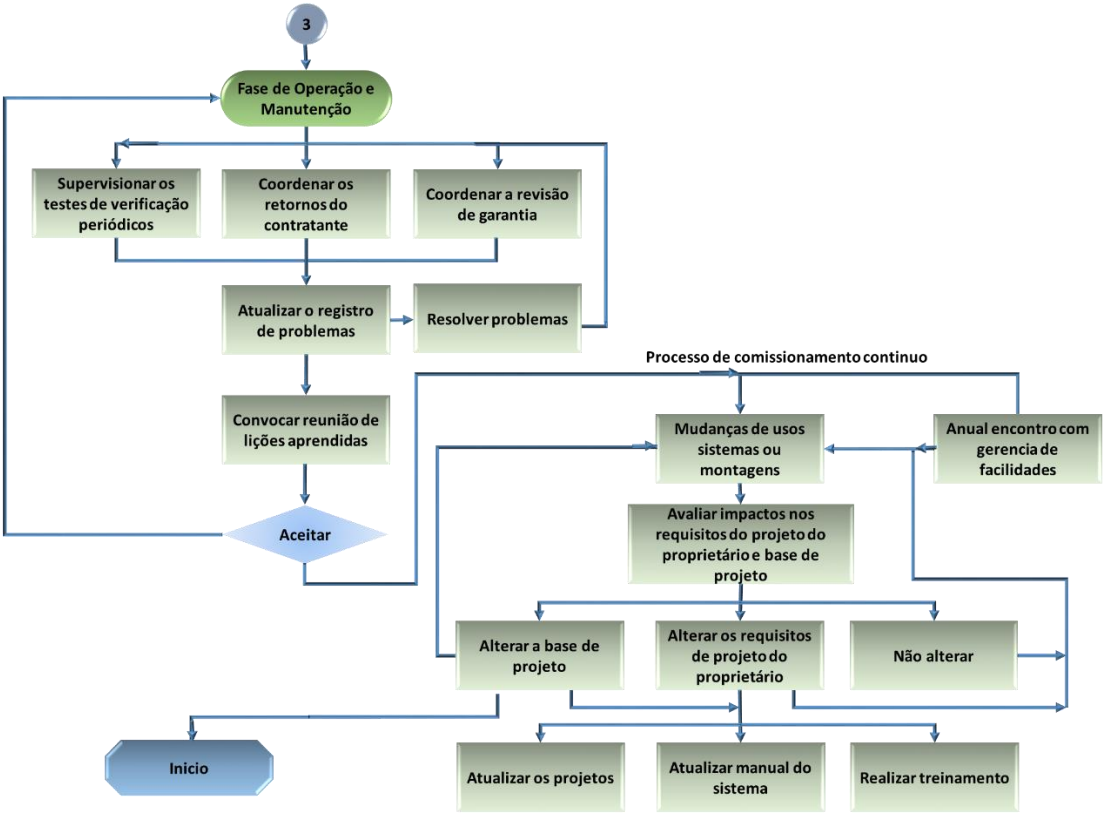

Fonte: adaptado de ASHRAE 0 (2013).

Figura 3.11 – Fluxograma da fase de construção do comissionamento




Fonte: adaptado de ASHRAE 0 (2013).

Figura 3.12 - Fluxograma da fase de operação/ manutenção do comissionamento




Fonte: adaptado de ASHRAE 0 (2013).

A personalização dos detalhes do comissionamento para melhor aplicar a um específico edifício é da responsabilidade do proprietário e do agente comissionador (GRONDZIK, 2009).

O comissionamento, aplicado na sua maior amplitude, começa na fase de planejamento. Isto não implica que o comissionamento não pode começar durante a fase de projeto, ou mesmo na fase de execução. O início do comissionamento após o planejamento, no entanto, apresenta graves restrições para ser superadas e pode ser muito difícil e caro para compensar sua execução (GRONDZIK, 2009).

### 3.11.1 Fase de planejamento

A fase de planejamento é a principal fase do comissionamento. É nesta fase que se estabelece a abrangência e diretrizes do comissionamento do edifício.

As atividades de comissionamento durante a fase de planejamento é a base para o comissionamento e são essenciais para o sucesso do início de operação do edifício. As duas atividades principais são o desenvolvimento dos requisitos de projeto do proprietário e a preparação de um plano de comissionamento (GRONDZIK, 2009).

Acrescenta-se nas atividades da fase de planejamento a identificação do escopo, o orçamento de comissionamento, a aprovação das atividades do comissionamento e a verificação da lista de lições aprendidas de outros edifícios (RODRIGUES, 2010).

### 3.11.2 Fase de projeto

As principais atividades durante a fase do projeto incluem o desenvolvimento da base de projeto, o desenvolvimento contínuo e a ampliação do plano de comissionamento, a inclusão de atividades de comissionamento, os documentos de execução, principalmente as especificações, e a verificação de documentos de projeto. O principal objetivo durante a fase de projeto é verificar se as decisões de projeto estão de acordo com os requisitos de projeto do proprietário. É necessária

essa verificação para assegurar que as atividades de comissionamento são abordadas de forma adequada e são comunicadas claramente ao contratante (GRONDZIK, 2009).

Um papel fundamental do agente comissionador na fase de projeto é fornecer conhecimento para a concepção e funcionamento dos futuros sistemas, observar os requisitos de projeto do proprietário, analisar o desempenho do sistema, os pontos de possíveis falhas, melhorar o funcionamento e manutenção do edifício (FEYLER; PETERSON, 2011).

Segundo Rodrigues (2010) nesta fase os requisitos definidos no OPR são traduzidos em documentos e especificações para execução do edifício. As atividades de comissionamento devem incluir:

- verificar o documento da base de projeto (BoD);
- atualizar o plano de comissionamento;
- desenvolver os requerimentos de comissionamento que serão inseridos nos documentos e especificações para execução;
- desenvolver a lista de verificação da execução e montagem;
- definir o escopo e o formato do manual dos sistemas;
- definir os requerimentos de treinamento;
- aceitar as atividades de comissionamento desta fase.

### 3.11.3 Fase de execução

O importante para início da fase de execução é que todos os projetos dos sistemas do edifício estejam integrados, concluídos, verificados e aprovados pelo comissionador. O planejamento e os projetos bem executados evitam erros e retrabalhos na hora da execução dos sistemas.

Os principais processos da fase de execução incluem testes de verificação da execução dos sistemas comissionados, treinamento dos profissionais de operação e manutenção, elaboração de um manual dos sistemas, atualização do plano de

validação e a atualização dos requisitos de projeto do proprietário. Outra atividade do comissionamento que deve ser realizada durante a fase de execução é a equipe de comissionamento ajudar a minimizar o alcance da empresa contratada as listas de verificação necessárias ou correções desenvolvidas pelo proprietário, esta atividade em particular envolve os conhecimentos de habilidades de comunicação da equipe de comissionamento (ÁGÚSTSSON; JENSEN, 2012).

Segundo Rodrigues (2010) no final desta fase os sistemas e seus componentes deverão estar instalados, inspecionados e testados sendo que os resultados devem estar de acordo com os requisitos de projeto do proprietário (OPR). As atividades de comissionamento da fase de execução são:

- atualizar o OPR;
- atualizar o plano de comissionamento – Plano Cx;
- verificar se os documentos executivos atendem ao OPR;
- desenvolver os planos de testes;
- verificar de os sistemas e montagens estão de acordo com o OPR;
- entregar o manual do sistema;
- verificar o treinamento da equipe de operação e manutenção;
- aceitar as atividades de comissionamento desta fase.

### 3.11.4 Fase de operação e manutenção

Durante a fase de operação e manutenção, o proprietário assume a responsabilidade pela utilização do seu edifício. A maioria dos especialistas recomenda que as atividades de comissionamento continuem nesta fase de operação, pelo menos até que todas as garantias sejam expiradas e efetuar o recomissionamento periodicamente.

Segundo Rodrigues (2010) após o início da fase de operação e manutenção ocorre a entrega final do edifício. O comissionamento desta fase deve continuar até, pelo menos, o término do período de garantia contratual. Entre as atividades de comissionamento tem-se que:

- utilizar o conhecimento do agente comissionador para minimizar os chamados de fornecedores (redução de custo);
- auxiliar na elaboração de um guia prático para operação e manutenção dos sistemas e componentes instalados;
- completar os testes sazonais;
- documentar as lições aprendidas deste edifício;
- aceitar as atividades de comissionamento desta fase.

# 4 COMISSIONAMENTO E CICLO DE VIDA DO EDIFÍCIO

Existem muitos meios que podem melhorar o desempenho dos edifícios e atender os requisitos de projeto do proprietário, a qualidade e a sustentabilidade. Entre eles citam-se: comissionamento, vistoria, inspeção predial, coordenação de projetos, manutenção, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades. No entanto, há uma lacuna no que diz respeito à execução simultânea destes meios para alcançar os objetivos dos proprietários e usuários dos edifícios.

Neste capítulo são apresentados os conceitos e a relação existente entre fases do edifício, coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, comissionamento, qualidade, desempenho e sustentabilidade, para elucidar em que momento se aplica o comissionamento.

Na maioria dos edifícios nacionais, a coordenação de projetos, o gerenciamento de execução, o gerenciamento de facilidades, o comissionamento são empregados separadamente desde a fase de planejamento até a fase de operação e manutenção dos edifícios.

Segundo Fossati (2008) o primeiro ponto a ser considerado é que a qualidade, desempenho e sustentabilidade dos edifícios, devem ser estabelecidos desde as etapas iniciais de planejamento e projeto, prosseguirem durante a execução, com a participação dos profissionais responsáveis pela operação e manutenção dos edifícios.

O planejamento e o projeto figuram como etapas fundamentais, onde se têm oportunidades de discutir soluções integradas para atingir um determinado nível de desempenho durante a vida útil do edifício, e considerar os aspectos ambientais, sociais, econômicos, o entorno, a gestão dos recursos e a especificação dos materiais (FOSSATI, 2008).

Apresentam-se a seguir os conceitos de coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades e dos propósitos de qualidade,

desempenho e sustentabilidade para embasar a relação existente entre estes, as fases da edificação e o comissionamento com o objetivo de demonstrar a importância e o momento em que se executa o comissionamento no ciclo de vida do edifício.

## 4.1 COORDENAÇÃO DE PROJETO

Segundo a NBR 10006 (2006) projeto é um processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos.

O projeto é um dos elementos fundamentais do processo de produção no setor da construção. É na fase de projeto que o produto é concebido e os materiais e as técnicas construtivas são especificados. É o elemento indutor da racionalização da execução, da qualidade do produto final e de sua sustentabilidade (TEREZA; CARVALHO; SPOSTO, 2012).

A coordenação de projeto é conceituada por Melhado et al. (2008) como a atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto voltada à integração dos requisitos de desempenho e das decisões de projeto. Tem como objetivo promover a interatividade na equipe de projeto e melhorar a qualidade dos projetos desenvolvidos.

Cabe à coordenação garantir que as soluções técnicas desenvolvidas pelos projetistas de diferentes especialidades sejam congruentes com as necessidades e objetivos do cliente, compatíveis entre si e com a cultura construtiva das empresas construtoras que serão responsáveis pelas respectivas obras.

A coordenação de projeto deve ser exercida durante todo o processo de projeto. Caso o início da atuação da coordenação de projetos se der em uma fase mais adiantada, esta deverá tomar ciência dos produtos gerados nas atividades das fases

anteriores, já validados, ou complementar o que foi desenvolvido, caso necessário (MELHADO et al., 2008).

Melhado (2007) descreve que a coordenação de projeto pode ser exercida por uma equipe interna à empresa construtora; pela empresa responsável pelo desenvolvimento do projeto arquitetônico do edifício - modelo tradicional; por profissionais ou empresas contratadas especificamente para exercer esta função - coordenação independente; ou, ainda ser compartilhada entre dois ou mais agentes.

O comissionamento na sua fase inicial estrutura os requisitos de projeto do proprietário, que servem como base para o desenvolvimento do projeto. Além disso, permite a rastreabilidade da comunicação e documentação gerada nos processos o que favorece a coordenação de projeto no alcance dos propósitos estabelecidos para o edifício.

## 4.2 GERENCIAMENTO DE EXECUÇÃO

Para Wu e Low (2010) o gerenciamento de execução é frequentemente considerado como um conjunto de ferramentas que podem ajudar a cumprir as exigências dos sistemas, tais como gestão de resíduos, gestão de materiais, gestão do local, e assim por diante. Mas devido a sua duração é considerado um processo que não deve ser negligenciado para garantir um bom fluxo das práticas.

O gerenciamento de execução aborda o processo logístico do canteiro de obras e execução do edifício. Entre as atividades desenvolvidas citam-se: o controle do cronograma, dos custos e da qualidade da execução; o planejamento do canteiro de obras, o planejamento do almoxarifado, do recebimento e da devolução de materiais; o gerenciamento dos recursos humanos do canteiro de obra; gerenciamento da segurança no trabalho; a gestão dos resíduos e a assessoria na entrega do edifício.

O comissionamento gera documentos de verificações e controles que devem ser exercidos em cada etapa da execução do edifício para acompanhar o

desenvolvimento e comprovar que a execução atende aos requisitos de projeto do proprietário.

## 4.3 GERENCIAMENTO DE FACILIDADES

Segundo Graça (2015)

> “Gerenciamento de Facilidades (GF) é uma atividade profissional que tem por finalidade o planejamento e operação de processos eficientes, integrando edifícios, equipamentos, serviços e tecnologia (meios) proporcionando a melhoria contínua da usabilidade do meio ambiente construído, para suportar devidamente as necessidades e os desejos dos usuários.
> As atividades de GF devem gerar experiências significativas para as pessoas produzindo transformações e agregando valor às diversas atividades das organizações.
> As atividades de GF devem estar alinhadas às estratégias corporativas, para a consecução dos propósitos (fins) das organizações."

As principais funções do gerenciamento de facilidades mencionadas em Costa (2014) são:

- previsão financeira e orçamento associada às instalações;
- planejamento da manutenção de longo e curto prazo;
- gerenciamento e distribuição de espaço;
- planejamento das instalações e locais de trabalho e ainda a antevisão de novas necessidades;
- planejamento e evolução do posto de trabalho;
- seleção de equipamento de escritório e mobiliário;
- planejamento e gerenciamento de mudanças;
- gerenciamento de contratos (aluguéis, arrendamentos, seguros, manutenção de equipamento, subcontratação, etc.);
- gerenciamento de reclamações;
- gerenciamento do parque de imóvel da organização, incluindo os processos de venda, aquisição ou construção de novos imóveis;
- gerenciamento de projetos de construção;
- planejamento e gerenciamento de operações de renovação;
- supervisão de serviços associados às instalações técnicas, à segurança, às telecomunicações, à comunicação de dados, etc.;

- supervisão de serviços administrativos gerais tais como: serviços de alimentação, limpeza, transportes, etc.;
- planejamento de ações e sua coordenação em situações de emergência ou catástrofe;
- registro de toda a informação relevante para permitir a análise da gestão dos edifícios da organização ao longo da sua evolução e comparação com outras organizações similares;
- controle das aplicações de normas legislativas no âmbito do edifício (sinalização, proteção contra fogo, qualidade do ar, regras para evitar acidentes no trabalho, aspectos ecológicos, políticas de reciclagem, etc.); • Coordenação de aspectos de educação e formação contínuas;
- entre outras.

O comissionamento beneficia o gerente de facilidades porque torna a gestão simplificada com as bases da operação e manutenção perfeitamente documentadas e treinadas (DOMINGUES, 2008).

## 4.4 QUALIDADE

O conceito de qualidade está genericamente associado à satisfação do cliente com um determinado bem, quer seja produto ou serviço, e se aproxima do conceito de desempenho na medida em que se vincula à adequação ao uso desse bem (GNIPPER, 2010).

Segundo Gnipper (2010) e Aro (2004) a qualidade deve estar na formação e nas fases do edifício. Deve estar relacionada com o processo de melhoria contínua iniciada na identificação dos clientes e fornecedores e estender-se em todas as etapas do ciclo de vida.

Segundo Gonçalves (2007), a qualidade é a base da sustentabilidade.

O Governo Federal busca a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva da construção civil por meio do PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PHQP-H, 2011).

Enfim, a qualidade no comissionamento está intrínseca no desempenho para se obter a durabilidade e manutenibilidade definidas nos requisitos de projeto do proprietário.

## 4.5 DESEMPENHO

O desempenho é o comportamento em uso, não existe desempenho se a edificação e seus sistemas não estiverem em uso. Segundo a NBR 15575-1 (ABNT, 2013) os requisitos de desempenho são condições que expressam qualitativamente os atributos que a edificação e seus sistemas devem possuir, a fim de poderem satisfazer as exigências do usuário. Os critérios de desempenho são especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de mensuráveis, a fim de serem objetivamente determinados.

Os requisitos dos usuários envolvem as exigências dos usuários e as condições de exposição da edificação e seus sistemas. A segurança, habitabilidade e sustentabilidade fazem parte das exigências dos usuários, definidos nos requisitos de projeto do proprietário no comissionamento.

Segundo NBR 15575-1 (ABNT, 2013) as exigências dos usuários, para estabelecer os requisitos e critérios de desempenho são:

- segurança;
    - estrutural;
    - contra fogo;
    - no uso e na operação.
- habitabilidade;
    - estanqueidade;
    - desempenho térmico;

  - desempenho acústico;
  - desempenho lumínico;
  - saúde, higiene e qualidade do ar;
  - funcionalidade e acessibilidade;
  - conforto tátil e antropodinâmico;
- sustentabilidade;
  - durabilidade;
  - manutenibilidade
  - impacto ambiental;

Outras exigências, segundo Gonçalves (2013) são:

- adaptabilidade;
  - crescimento econômico;
  - mudança de uso;
  - novas tecnologias;
  - mudanças nos ocupantes: filhos, envelhecimento;
- preservação ambiental;
  - uso racional de água;
  - uso racional de energia;
  - menor uso de materiais não renováveis.

Para o desempenho com sucesso de um edifício, o envolvimento preliminar de todos os membros da equipe de projeto é essencial. Por esta razão, a presença dos responsáveis pela operação também é essencial desde a fase inicial da realização do edifício (FOSSATI, 2008). Mas, independentemente dos cuidados que se possam ter no projeto do edifício, se os sistemas e equipamentos não forem instalados corretamente, o edifício não terá o desempenho esperado (LOPES, 2011).

O comissionamento verifica, com rastreabilidade, se os sistemas e equipamentos foram instalados corretamente e fornece documentação e propicia o treinamento adequado dos profissionais de operação e manutenção para que o edifício em operação gere o desempenho esperado.

## 4.6 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade tem como objeto três dimensões - a social, a econômica e a ambiental. Kuhlman e Farrington (2010) relatam a necessidade da interdependência do desenvolvimento econômico, do desenvolvimento social e da proteção ambiental para um desenvolvimento sustentável.

Segundo Gonçalves (2007) os grandes desafios do desenvolvimento sustentável são:

- ambientais
  - mudança climática;
  - recursos naturais não renováveis;
  - acidificação;
  - biodiversidade;
  - poluição do ar;
  - saúde humana;
- sociais
  - igualdade de oportunidades;
  - fome;
  - violência;
  - saúde humana;
- econômicos
  - competitividade (produtividade e saúde).

O Brasil inicia as primeiras ações relacionadas à construção sustentável. Entende-se que o projeto e a execução de edifícios sustentáveis exigirão dos profissionais e empresas uma organização diferente, que considere a possibilidade da realização do projeto de forma integrada. Esse novo método de projeto implicaria mudanças que se estenderiam desde a organização de documentos até o treinamento dos operários no canteiro de obras (SALGADO et al., 2012).

Para a obtenção de edifícios mais sustentáveis é necessário fazer o uso racional de recursos naturais tais como materiais, água e energia, utilizar materiais

ecologicamente corretos, atentar para o conforto dos usuários, reduzir os custos ao longo da vida útil do edifício e alterar o mínimo possível o ambiente no qual estão inseridos os edifícios (FOSSATI, 2008).

Os requisitos de sustentabilidade devem ser identificados na fase de planejamento do comissionamento para serem relatados nos requisitos de projeto do proprietário.

## 4.7 RELAÇÃO ENTRE FASES DO EDIFÍCIO, COMISSIONAMENTO, COORDENAÇÃO DE PROJETOS, GERENCIAMENTO DE EXECUÇÃO, GERENCIAMENTO DE FACILIDADES, QUALIDADE, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE

Este item apresenta a relação existente entre os conceitos utilizados no ciclo de vida do edifício apresentados nos itens 4.1 a 4.6 e o comissionamento para elucidar em que fase aplicar o processo visando a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade.

Na Figura 4.1 é apresentada a relação entre qualidade, desempenho e sustentabilidade.

Figura 4.1 – Relação entre qualidade, desempenho e sustentabilidade

Fonte: autor.

Conforme ilustrado na Figura 4.1, a torneira pode atender às expectativas do usuário com relação à qualidade. Para o desempenho, além da qualidade, ela deve

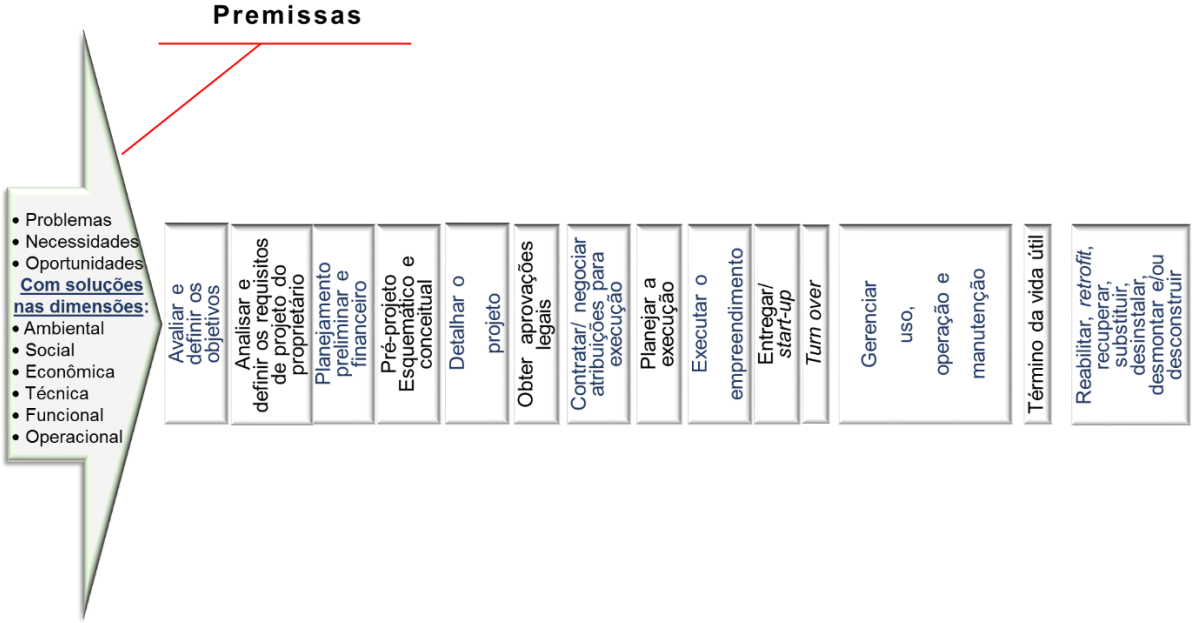
apresentar uma vazão de água adequada, manutenibilidade, durabilidade e adequabilidade ao uso, dentre outras.

Para que a torneira instalada e em uso atenda a função da sustentabilidade é necessário que o sistema em que está instalada tenha sido objeto das implicações ambientais, sociais e econômicas em sua instalação e que os recursos e usuários que propiciem seu funcionamento o façam com este propósito. Na torneira da Figura 4.1 a adoção de um arejador ou de um restritor de vazão, ou de um registro regulador de vazão, que diminua a vazão, é um exemplo de componente que em conjunto com a utilização em menor tempo obtém-se a redução no volume de água consumido em busca conservação da água como um dos propósitos da sustentabilidade.

No comissionamento, segundo Assis (2010), devem-se ter claros os objetivos e os resultados esperados de cada sistema predial instalado, que assegurem a qualidade da instalação, operação e desempenho, e reduzam o número de falhas e paradas inesperadas dos sistemas. Segundo Cleto (2011) a utilização de soluções consagradas e boas práticas nas etapas de projeto, execução e controle das obras contribui para a melhoria da qualidade, desempenho e sustentabilidade.

Estas soluções consagradas e boas práticas envolvem os processos, as ferramentas e os propósitos do edifício. Para demonstrar a relação existente entre estes, como as fases do edifício, a coordenação de projeto, o gerenciamento de execução, o gerenciamento de facilidade, o comissionamento, o recomissionamento, o retrocomissionamento, a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade, utiliza-se como base nas propostas de Molenaar; Vanegas e Martinez (2000), Mogge Jr. (2004), Vanegas (2003), Carvalho (2007) e SECOVI e CBCS (2011). Tendo-se como premissas do edifício os problemas, as necessidades, as oportunidades, com soluções nas dimensões ambiental, social, econômica, técnica, funcional e de serviços, elencam-se, primeiramente, as etapas que representam o ciclo de vida do edifício, como ilustrado na Figura 4.2.

Figura 4.2 – As premissas iniciais e etapas do ciclo de vida do edifício




Fonte: autor.

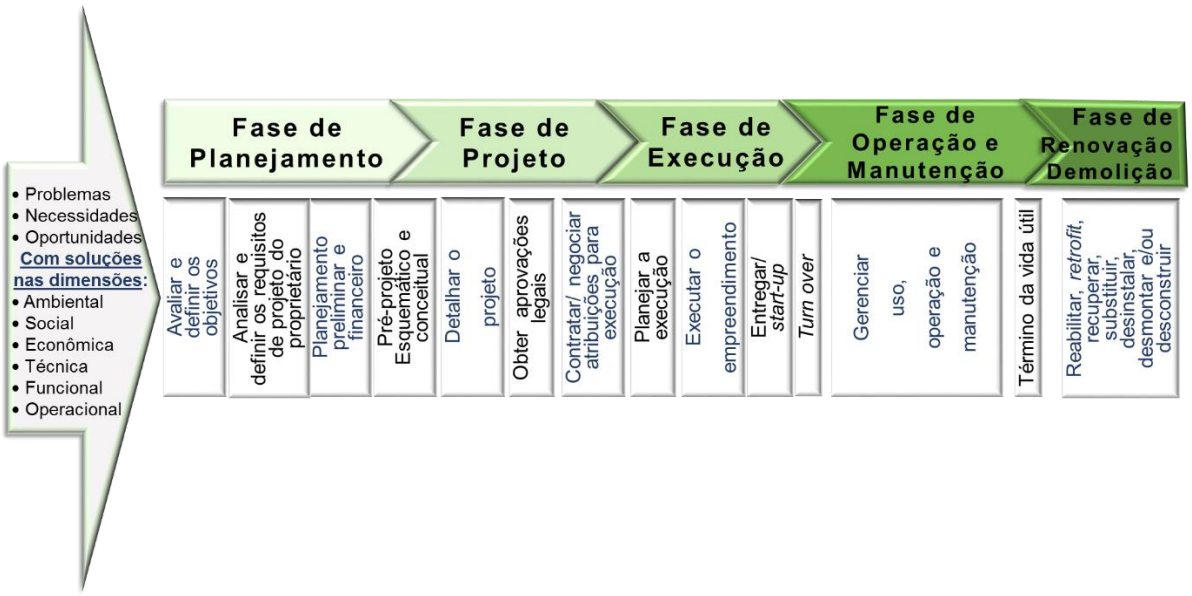
Observa-se na Figura 4.2 que o ciclo de vida do edifício inicia-se na avaliação e definição dos objetivos (propósitos) e termina com a reabilitação, que inicia um novo ciclo de vida, ou com a desconstrução que para fazer-se sustentável é necessário, por exemplo, a gestão dos resíduos dessa desconstrução.

Para incorporar as fases do edifício na relação proposta, considera-se:

- **fase de planejamento**: com início na etapa de avaliação e definição dos objetivos do edifício e término, com um período de transição para a próxima fase, na etapa de pré-projeto esquemático e conceitual;
- **fase de projeto**: com início na etapa de pré-projeto esquemático e conceitual e término, com um período de transição para próxima fase, na etapa da contratação e negociação das atribuições para execução;
- **fase de execução:** com início na etapa da contratação e negociação das atribuições para execução e término, com um período de transição para a próxima fase, na etapa da entrega.
- **fase de operação e manutenção**: com início na etapa de *startup* e término com um período de transição para a próxima fase na etapa da decisão do fim do ciclo de vida do edifício;
- **fase de renovação ou demolição**: propõe-se esta fase para delimitar o período final do ciclo de vida do edifício.

A incorporação das fases da edificação na relação existente entre as etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.2, é demonstrada na Figura 4.3.

Figura 4.3 – Incorporação das fases do edifício na relação existente entre etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.2




Fonte: autor.

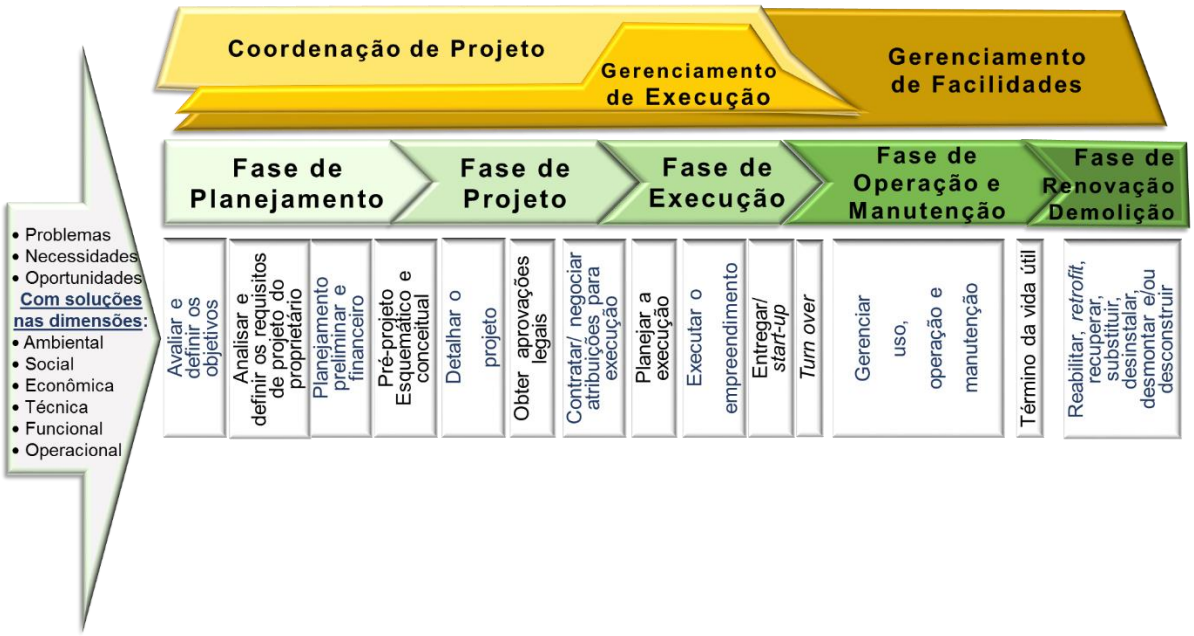
Os processos envolvidos são incorporados nesta relação considerando que para melhor eficiência o processo de coordenação de projeto deve ter início na fase de planejamento, na etapa da avaliação dos objetivos. O término deve ocorrer no início da fase de operação e manutenção, na etapa da entrega do edifício, mas para o comissionamento a participação da coordenação de projetos começa na fase inicial do ciclo de vida diminui na fase de execução e termina após um ano da fase de operação e manutenção para acompanhar as correções dos requisitos de projeto do proprietário e alterações necessárias dos projetos, conforme apresentado na Figura 4.3.

Quando não incluso o comissionamento no ciclo de vida do edifício, o gerenciamento de execução tem início na etapa de contrato e negociação das atribuições da execução e é finalizado com o início da operação (*turnover)*. No entanto, quando empregado o comissionamento, um representante do gerenciamento de execução deve participar das reuniões iniciais do projeto para contribuir com o desenvolvimento dos requisitos de projeto do proprietário,

acompanhar as fases de planejamento e projeto. Considera-se ainda, que uma equipe do gerenciamento de execução acompanhe as necessidades de reparos de garantia, os testes periódicos e sazonais do primeiro ano de operação do edifício.

O gerenciamento de facilidades (GF), em geral, é iniciado na fase de transição entre a execução e a operação e manutenção (*startup*), e é finalizado com o fim do ciclo de vida do edifício. O GF no comissionamento deve ter um representante para participar das reuniões iniciais do projeto na fase de planejamento de modo a contribuir na elaboração dos requisitos de projeto do proprietário e acompanhar as necessidades de toda fase de planejamento, projeto e execução, conforme apresentado na Figura 4.4.

Figura 4.4 – Incorporação da coordenação de projeto, do gerenciamento de execução e do gerenciamento de facilidades na relação existente entre fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.3




Fonte: autor.

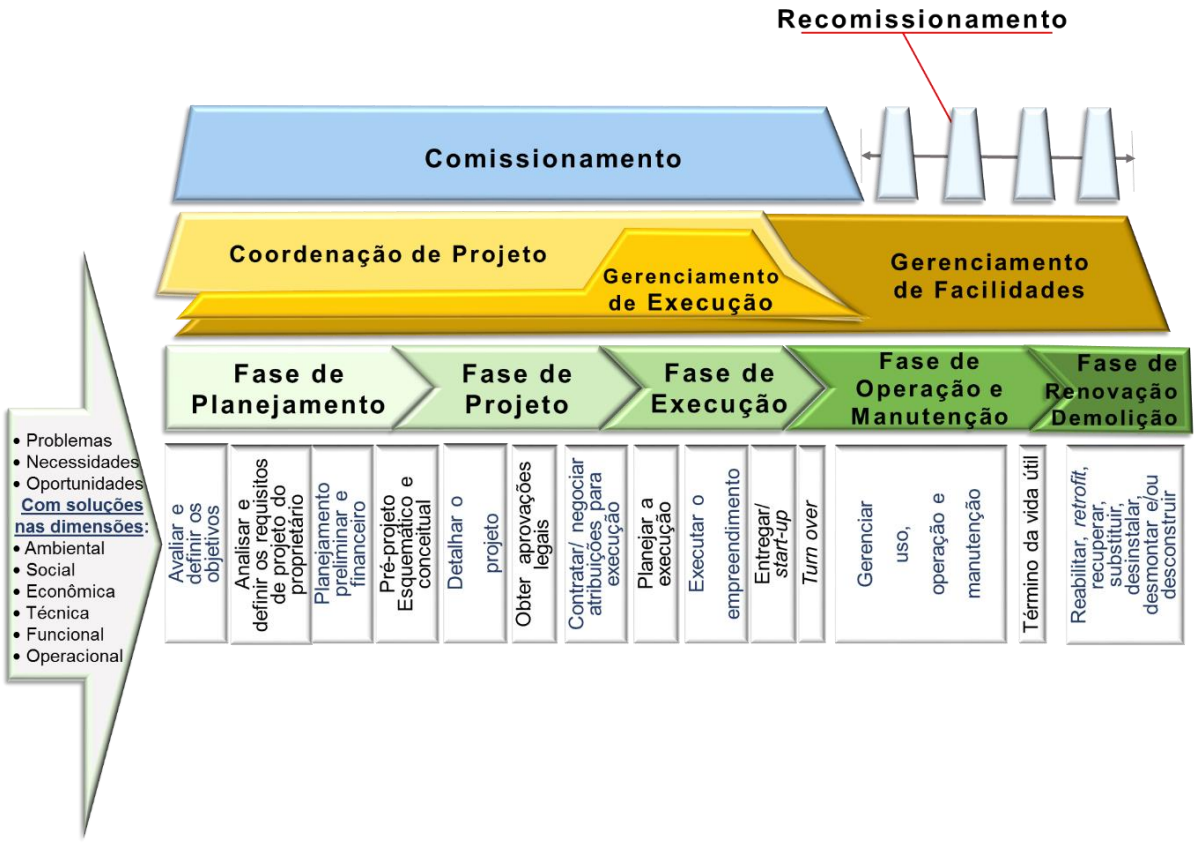
O comissionamento não é uma fase adicional às fases dos processos mencionados anteriormente, mas um processo desenvolvido concomitantemente. Não é um evento isolado de testes de um único equipamento. Não é um processo de *startup*, segundo ressaltado por Ágústsson e Jensen (2012) e Grondzik (2009). O comissionamento envolve os testes, ajustes e balanceamento, no caso de sistema de ar condicionado, mas estes são apenas uma parte do comissionamento.

O comissionamento iniciado na fase de planejamento de um novo edifício reduz significativamente os custos relacionados com a execução. As deficiências identificadas durante a fase de projeto, ao invés de na fase de operação, são menos dispendiosas porque orientam o processo decisório e melhoram o custo-benefício das medidas implantadas (BAECHLER; FARLEY, 2011), (OTEC, 2012). Cleto (2010) considera que o comissionamento, desde a concepção, é a garantia da qualidade para se obter o desempenho.

A incorporação do comissionamento na relação entre a coordenação de projeto, o gerenciamento de execução, o gerenciamento de facilidades, as fases do edifício, as etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.4, é demonstrada na Figura 4.5.

Para completar a relação dos processos, o recomissionamento ocorre periodicamente na fase de operação e manutenção. No caso da execução de uma reforma de grande porte no edifício usa-se o comissionamento propriamente dito, ou seja, é considerado como um edifício novo. No entanto, para reformas de pequeno porte o termo empregado é o recomissionamento, conforme apresentado na Figura 4.5.

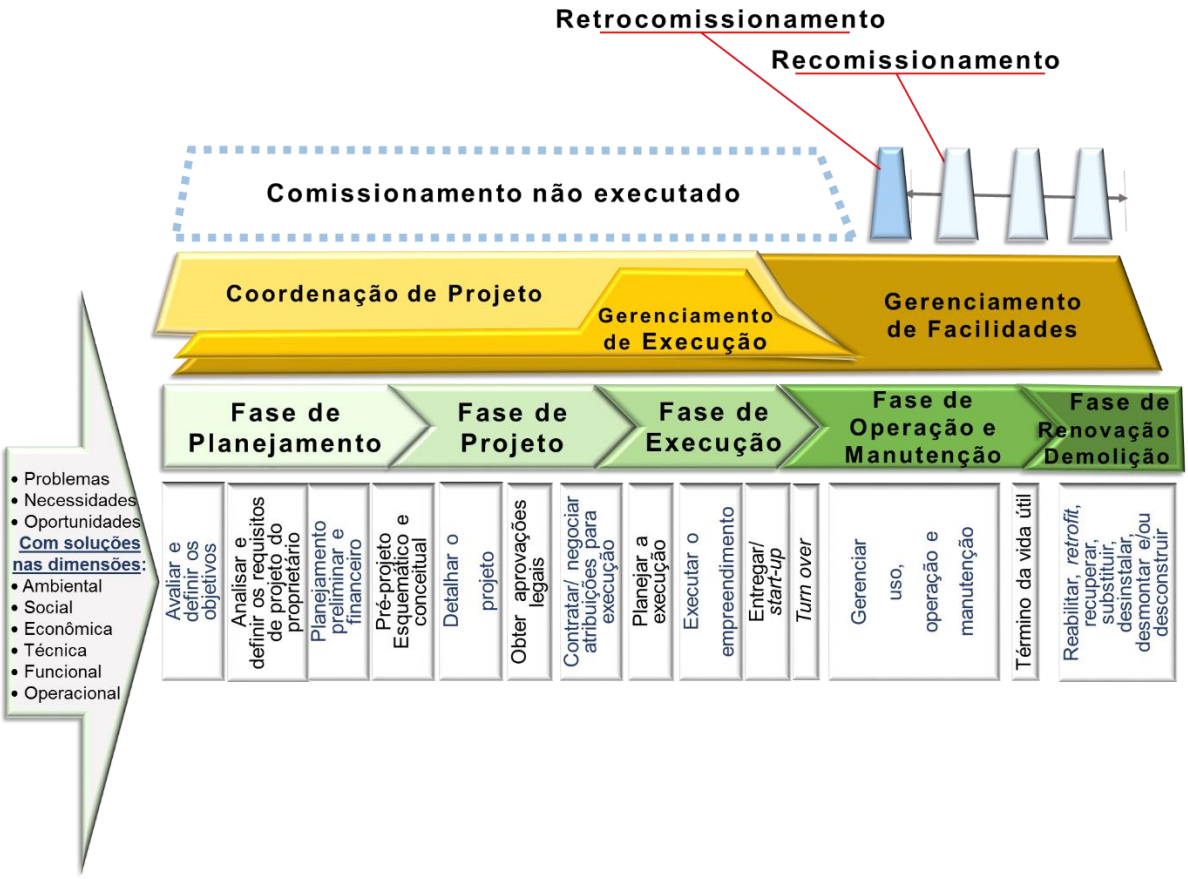
Figura 4.5 – Incorporação do comissionamento e recomissionamento na relação existente entre coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.4




Fonte: autor.

O retrocomissionamento refere-se ao comissionamento de edifícios existentes que não foram comissionados e ocorre em um período da fase de manutenção e operação, conforme apresentado na Figura 4.6. Após o retrocomissionamento executa-se periodicamente o recomissionamento do edifício para manter os objetivos da qualidade, do desempenho e da sustentabilidade do edifício.

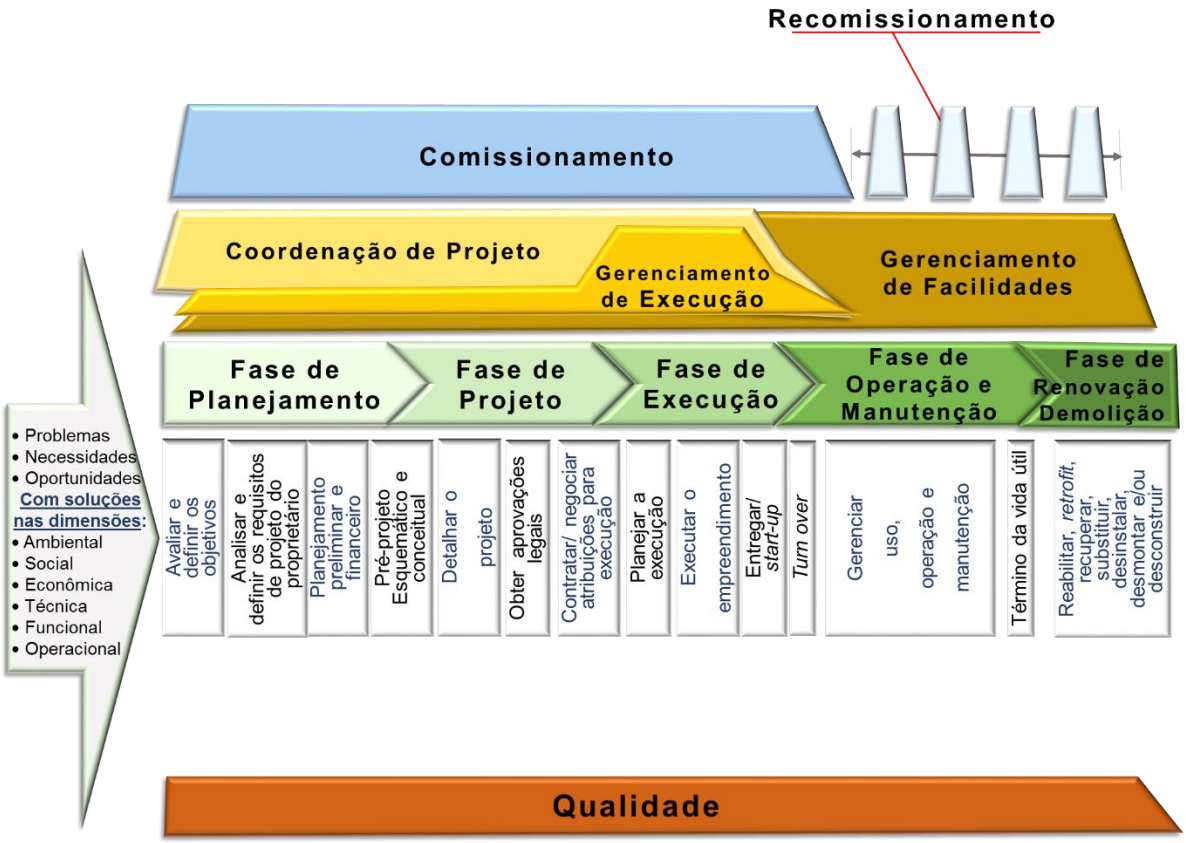
Figura 4.6 – Incorporação do retrocomissionamento e recomissionamento na relação existente entre coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.4




Fonte: autor.

Para atender aos propósitos do edifício a incorporação da qualidade na relação existente entre o comissionamento, o recomissionamento, a coordenação de projeto, o gerenciamento de execução, o gerenciamento de facilidades, as fases do edifício, as etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.5, é demonstrada na Figura 4.7. A qualidade deve ser objetivo nas premissas, etapas do ciclo de vida, nas fases e nos processos do edifício.

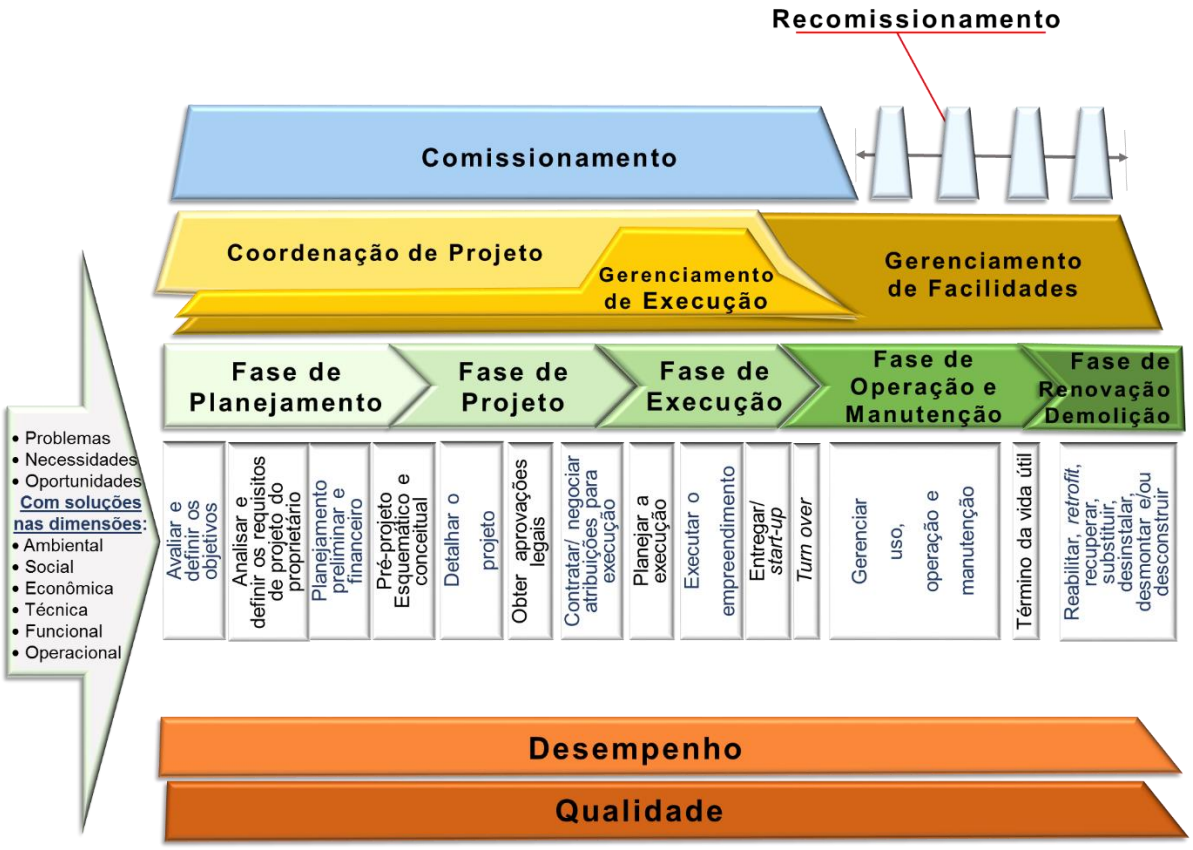
Figura 4.7 – Incorporação da qualidade na relação existente entre comissionamento, gerenciamento de execução, recomissionamento, coordenação de projeto, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.5




Fonte: autor.

O desempenho também deve ser objetivo nas premissas, etapas do ciclo de vida, nas fases e nos processos do edifício, conforme demonstrado na Figura 4.8.

Figura 4.8 – Incorporação do desempenho na relação existente entre qualidade, comissionamento, recomissionamento, coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício, apresentada na Figura 4.7

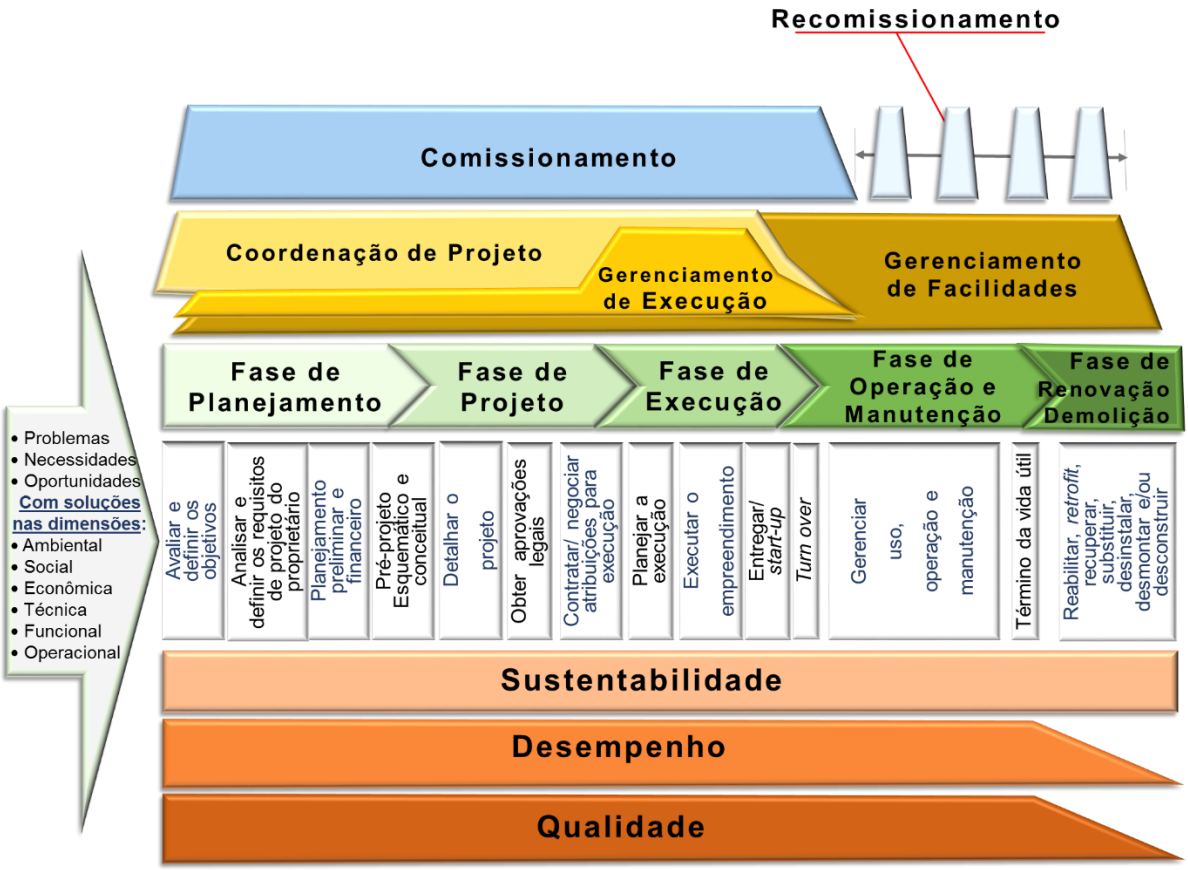



Fonte: autor.

Em todas etapas do ciclo de vida, fases e processos do edifício é necessário executar soluções sustentáveis. A qualidade e o desempenho contribuem para a sustentabilidade se as soluções propostas considerarem as dimensões ambientais, sociais, econômicas, técnicas, funcionais e operacionais.

Na Figura 4.9 é apresentada a relação existente entre a sustentabilidade, o desempenho, a qualidade, o comissionamento, o recomissionamento, a coordenação de projeto, o gerenciamento de execução, o gerenciamento de facilidades, as fases do edifício, as etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício.

Figura 4.9 – Relação existente entre sustentabilidade, desempenho, qualidade, comissionamento, recomissionamento, coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício

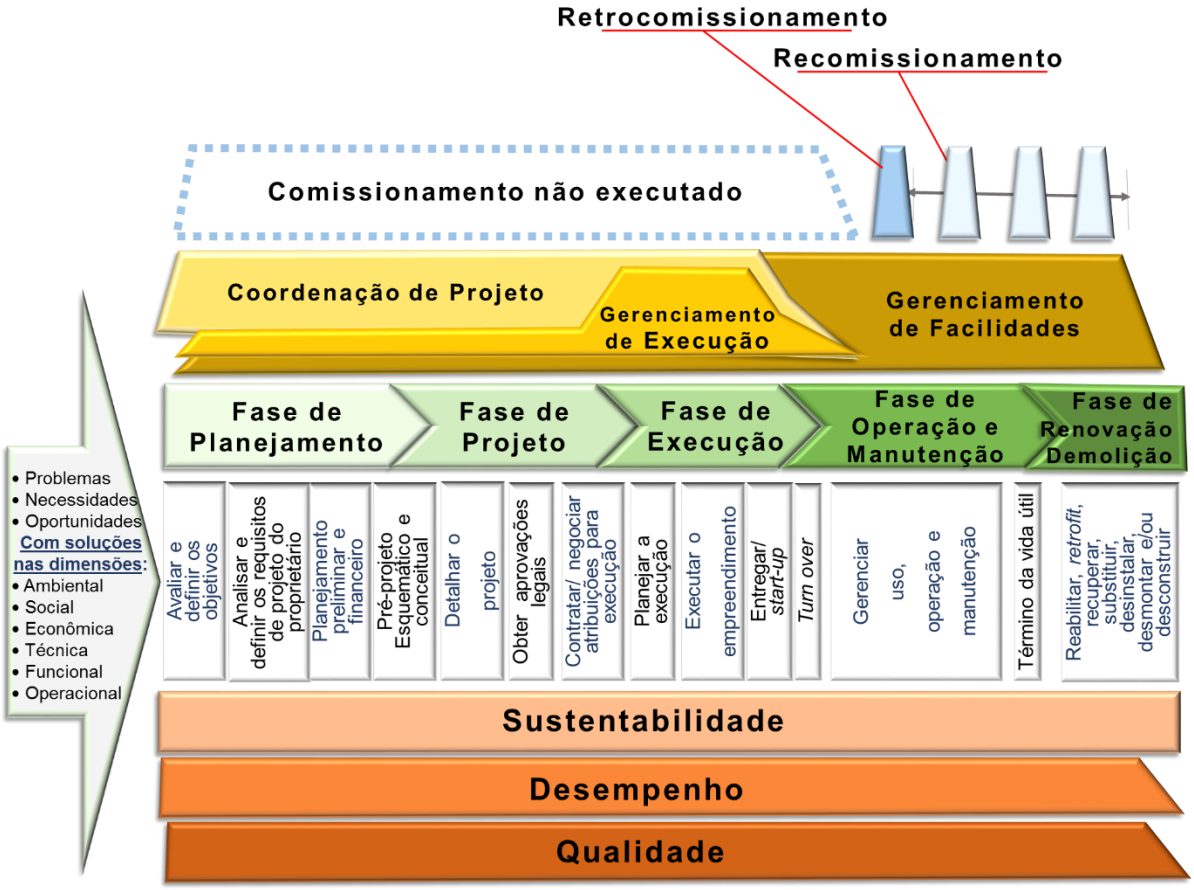



Fonte: autor.

Observa-se na Figura 4.9 que a coordenação de projeto e o comissionamento são processos exercidos simultaneamente para evitar as falhas, diminuir o desperdício e os retrabalhos, melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade do edifício.

Para o retrocomissionamento a Figura 4.10 apresenta a relação existente entre a sustentabilidade, o desempenho, a qualidade, o retrocomissionamento, o recomissionamento, a coordenação de projeto, o gerenciamento de execução, o gerenciamento de facilidades, as fases do edifício, as etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício.

Figura 4.10 - Relação existente entre sustentabilidade, desempenho, qualidade, retrocomissionamento, recomissionamento, coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades, fases do edifício, etapas do ciclo de vida e as premissas do edifício




Fonte: autor.

Nas Figuras 4.9 e 4.10 são apresentadas as relações existentes entre as premissas, as etapas do ciclo de vida, as fases e os processos do edifício para demonstrar em que momento se executa o comissionamento.

Três atributos são enfatizados no comissionamento: o comissionamento é o processo, é a qualidade e concentra-se no desempenho (PETROBRAS, 2010).

A análise destes conceitos apresentados e suas interações fundamenta em que fase o comissionamento é utilizado e propicia a elaboração de um modelo para o comissionamento de sistemas prediais em edifícios.

## 4.8 BUILDING INFORMATION MODEL (BIM)

Segundo Lyrio et al. (2009) a tecnologia BIM, na fase de projeto, mais do que uma ferramenta para desenho, propicia a possibilidade da concepção de um projeto por meio de um modelo parametrizado, que permite se visualizar a volumetria, estimar custos, quantificar e qualificar o material aplicado, observar e ajustar o conforto ambiental e outros itens projetuais, e facilitar a comunicação entre os diversos profissionais integrantes do processo.

Segundo Valente (2015) o processo de implantação de BIM é concomitante com a maturidade organizacional de uma empresa em AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação), onde as equipes de projeto e execução de obras trabalham de forma sinérgica para que isso ocorra gradativamente e não meramente pelo uso de softwares. Já que as empresas necessitam de tempo para avaliar as necessidades dos clientes, dos projetistas, construtores, fornecedores, isto é, toda a cadeia produtiva para o ciclo de vida de um empreendimento.

O comissionamento pode ser executado sem o uso do BIM, por este motivo o processo BIM não está demonstrado nas relações com o ciclo de vida da edificação apresentadas acima. Por outro lado, o BIM é um processo que pode ser utilizado como ferramenta na execução do comissionamento para facilitar a interação entre os envolvidos propiciando aumento da qualidade de comunicação.

# 5 MODELO CONCEITUAL PARA O COMISSIONAMENTO DE SISTEMAS PREDIAIS EM EDIFÍCIOS

Apresenta-se neste capítulo um modelo conceitual para o comissionamento de sistemas prediais em edifícios. Para facilitar a implantação do processo, com a apresentação das competências de cada agente ou disciplina envolvida no ciclo de vida do edifício a estrutura do modelo segue o padrão dos manuais de escopo como, por exemplo, no manual de escopo de serviços de instalações hidráulicas da AGESC (2012) que é referenciado na norma brasileira de desempenho de sistemas hidrossanitários NBR 15575-6 (ABNT, 2013).

Neste modelo, as fases do ciclo de vida são nomeadas conforme apresentado em AGESC (2012). Em cada fase do comissionamento apresenta-se seu objetivo e é dividida em etapas. Cada etapa da fase, conforme ilustrado na Figura 5.2, apresenta:

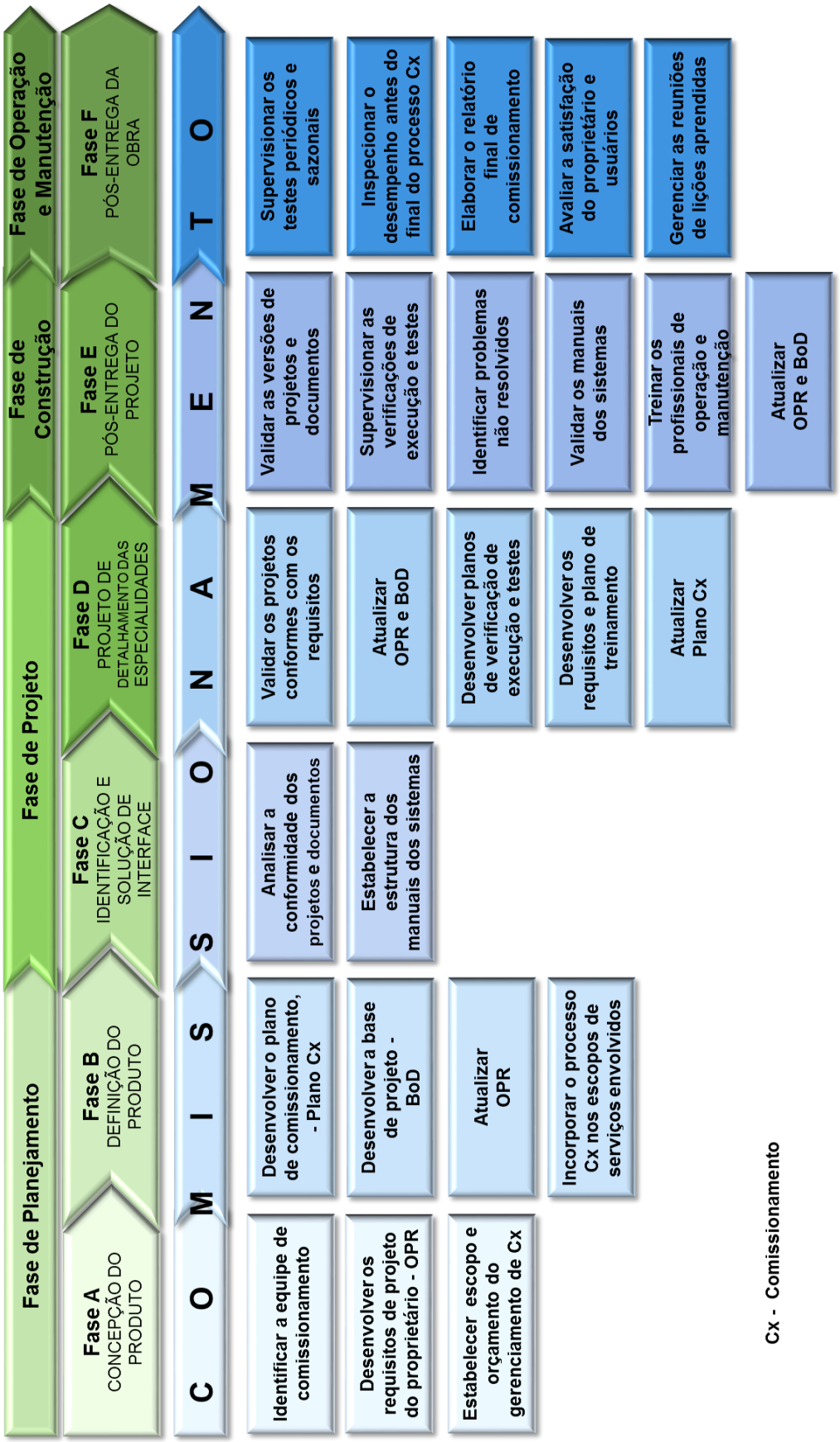
- Descrição da etapa: atividades e objetivos.
- Competências: relação das competências de cada especialidade.
- Produtos gerados: relação de documentos ou informações geradas com o desenvolvimento das atividades.
- Observações: quando necessário.

A palavra comissionamento recebe a abreviatura de Cx, conforme guias e normas internacionais como ASHARE (2013).

Toda a documentação gerada por meio do comissionamento deve seguir a padronização e nomenclatura estipulada pela equipe de comissionamento. As alterações devem possuir rastreabilidade com controle das versões atualizadas.

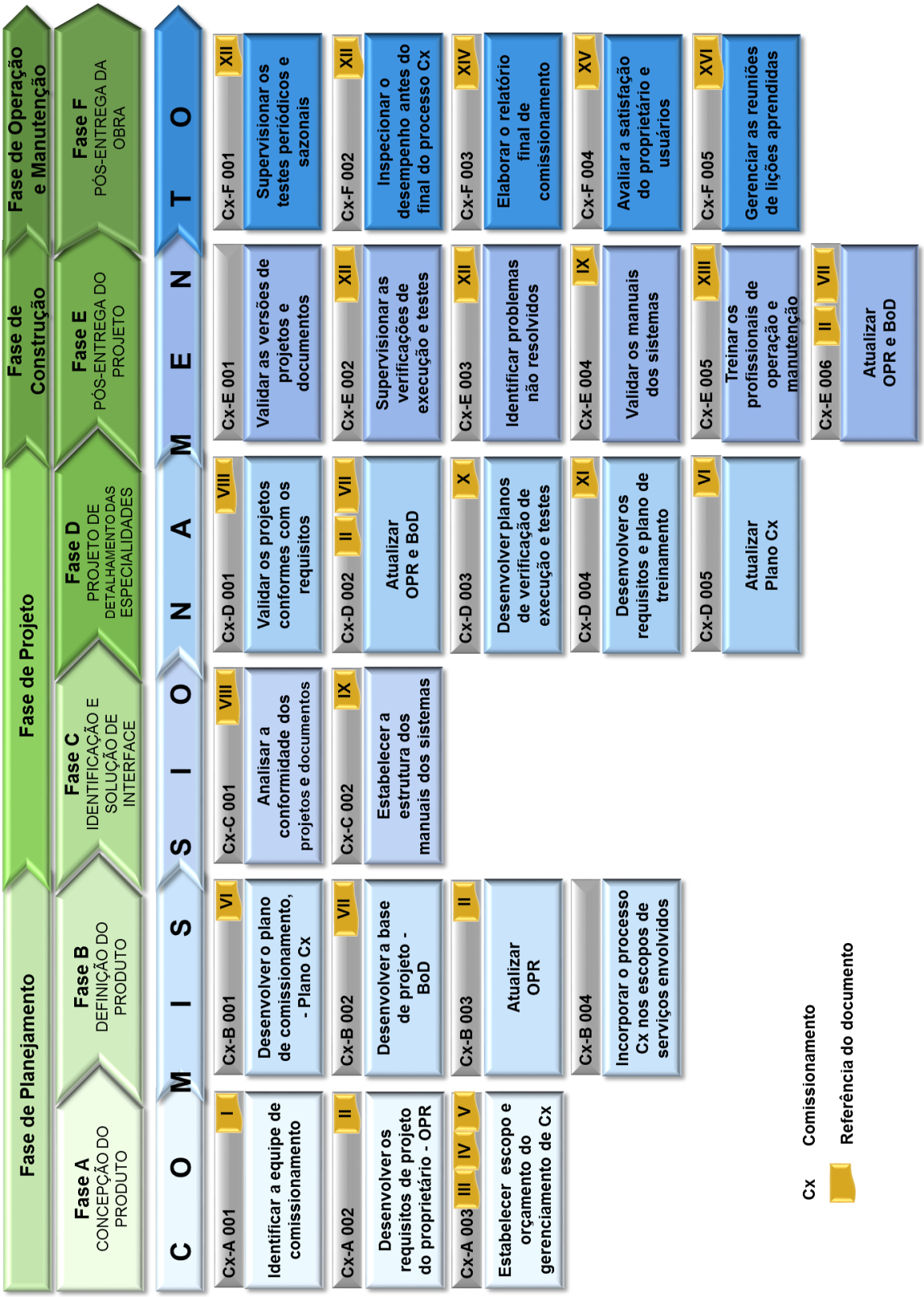
Para a visualização de todo o comissionamento apresenta-se na Figura 5.1 as fases do edifício e as etapas do comissionamento. Na Figura 5.2 está acrescentada a nomenclatura das etapas e documentos do comissionamento. Na Figura 5.3 a relação de documentos gerados por etapa do comissionamento.

Figura 5.1 – As fases do edifício e as etapas do comissionamento



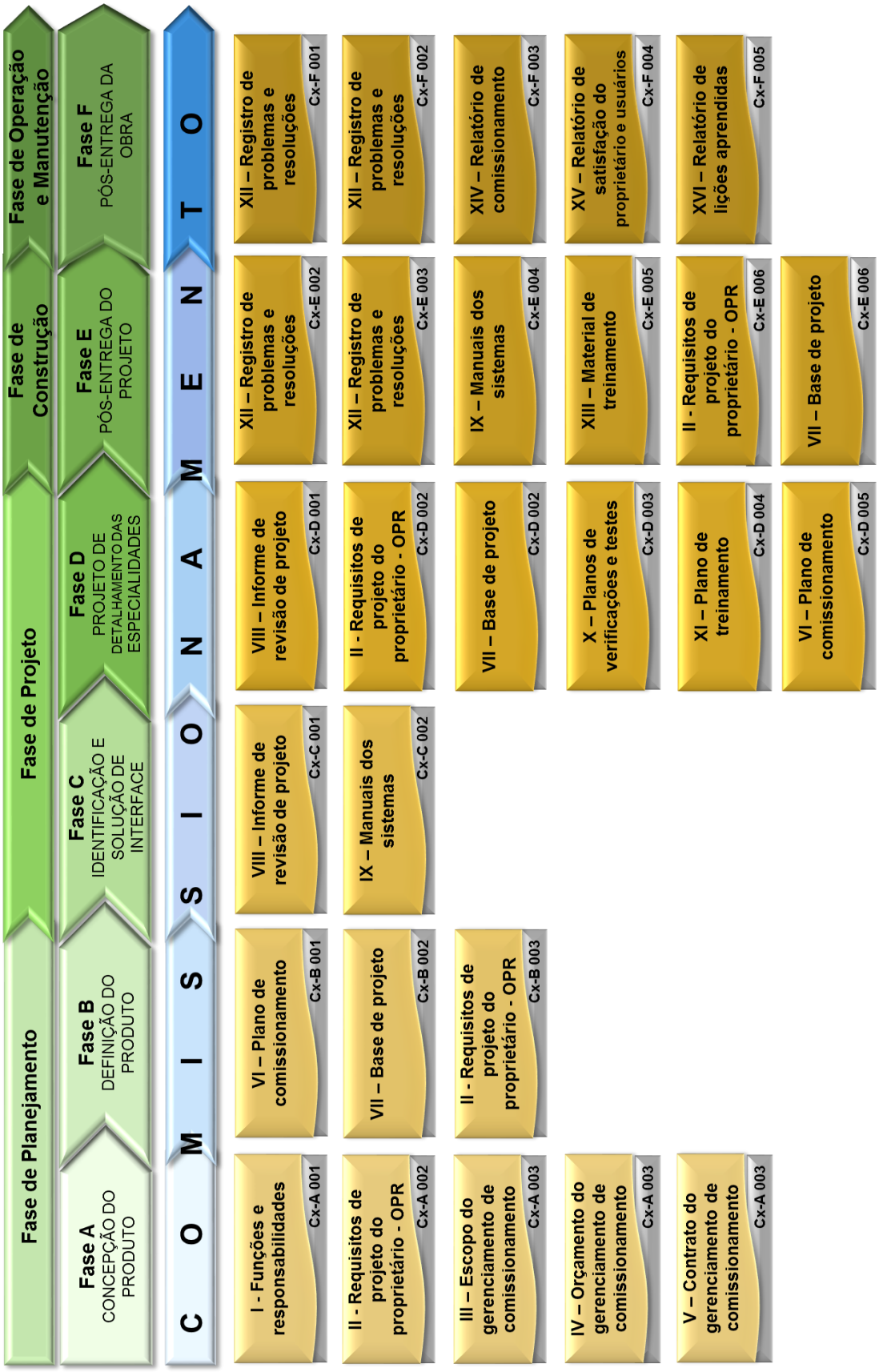

Fonte: autor.

Figura 5.2 – Nomenclatura das etapas e documentos do comissionamento




Fonte: autor.

Figura 5.3 – Relação de documentos gerados por fase e etapa do comissionamento




Fonte: autor.

Os agentes e as disciplinas envolvidos no ciclo de vida de um edifício, depende do tamanho e complexidade deste, para este modelo são:

- Construtor (empresa construtora);
- Coordenação de projetos;
- Equipe de projetos;
- Gerenciamento de comissionamento;
- Gerenciamento de execução;
- Gerenciamento de facilidades e profissionais de operação e manutenção;
- Proprietário;
- Usuários;
- Especialistas (empresa especializada):
    - Acessibilidade;
    - Acústica;
    - Água fria;
    - Água quente;
    - Arquitetura de interiores;
    - Automação predial;
    - Certificação:
        - LEED®;
        - Processo de Alta Qualidade Ambiental (AQUA);
        - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)
        - Programa Selo Casa Azul (CAIXA);
        - Selo Procel Edifica (Procel);
    - Compensação arbórea;
    - Comunicações;
    - Conforto (condicionamento de ar, ventilação e exaustão);
    - Consultor jurídico;
    - Estrutura;
    - Fundações;
    - Geotécnica;
    - Impermeabilizações;
    - Instalações elétricas;
    - Iluminotécnica;

- Paisagismo;
- Proteção contra incêndio;
- Revestimentos;
- Segurança patrimonial;
- Telecomunicações;
- Transporte mecanizado;
- Topografia;
- Vedação.

Com base apresentado em ASHARE (2013), ASHARE 0 (2013), GSA (2005), GSA (2014), GSA (2015), GSA (2015a), GSA (2015b), GSA (2015c), Stannus e Priece (2005), Agúston e Jensen (2012), Cleto (2010), EPA (2009), Rodrigues (2010), Cleto (2010), Novva Solutions (2013) as fases e as atividades do comissionamento de sistemas prediais em edifícios são nomeadas conforme demonstrado na Figura 5.2.

## 5.1 FASE A – CONCEPÇÃO DO PRODUTO (FASE DE PLANEJAMENTO)

A fase de concepção do produto é designada como estudo preliminar conforme a NBR 13531 (ABNT, 1995). Nas referências internacionais como, por exemplo, ASHARE 0 (2013) é parte da fase de planejamento.

No comissionamento, na fase de concepção do produto, também estão incluídas as atividades das etapas de programa de necessidades e estudo de viabilidade, conforme denominação da NBR 13531 (ABNT, 1995).

Segundo AGESC (2012) o objetivo nesta fase é levantar um conjunto de informações jurídicas, legais, programáticas e técnicas; dados analíticos e gráficos, normas técnicas aplicáveis, bem como a definição dos padrões e critérios de desempenho e sustentabilidade do edifício.

As atividades desta fase, entre outras, são: definir escopo, orçamento e cronograma para incluir no estudo de viabilidade. Além de desenvolver os requisitos de projeto do proprietário GSA (2015c).

### 5.1.1 Identificar a equipe de comissionamento – Cx-A 001

Conforme a complexidade, a criticidade, os requisitos de projeto do proprietário, o grau de disponibilidade e segurança requeridos, o alcance do comissionamento e os recursos financeiros pré-definidos, o gerente de comissionamento alocará os profissionais necessários para o gerenciamento de comissionamento. O gerente de comissionamento dificilmente terá vasto conhecimento em todas as disciplinas envolvidas no comissionamento, por isso incluirá em sua equipe profissionais especializados das diversas disciplinas, de preferência não envolvidos no ciclo de vida do edifício para ter outra visão das soluções adotadas para os sistemas, além de técnicos de comissionamento para efetuarem as verificações e testes estipulados no comissionamento.

O gerenciamento de comissionamento pode ser executado por profissionais internos das empresas, mas o ideal é que estes não estejam envolvidos nos processos de coordenação de projeto, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades ou na execução dos sistemas comissionados. Ou o comissionamento pode ser executado por profissionais de empresas especializadas em comissionamento.

#### 5.1.1.1 Descrição da atividade do Cx-A 001

Nesta etapa são identificados os sistemas que serão comissionados e definida a composição da equipe de comissionamento, que depende da complexidade e tamanho do edifício.

A equipe, em geral, é composta por representantes, tais como:

- Construtor;
- Coordenação de projetos;
- Equipe de projeto (arquitetura / engenharia);
- Especialistas;
- Gerenciamento de comissionamento;
- Gerenciamento de execução;

- Gerenciamento de facilidades e profissionais de operação e manutenção;
- Proprietário.

Os representantes dos especialistas para a equipe de comissionamento dependem dos sistemas a serem comissionados, entre eles destacam-se os sistemas prediais:

- de condicionamento de ar, ventilação e exaustão;
- de água fria;
- de água quente;
- de energia;
- de iluminotécnica;
- de comunicações;
- de proteção contra incêndio;
- de segurança patrimonial;
- transporte mecanizado.

#### 5.1.1.2 Competências em Cx-A 001

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Construtor e especialistas:
  - auxiliar na determinação dos requisitos de desempenho do edifício:
    - entender as necessidades para o edifício;
    - determinar as metas do programa e objetivos essenciais;
    - definir ameaças, riscos e consequências;
    - reconhecer a criticidade dos sistemas para atingir as metas;
- Coordenação de projetos:
  - efetuar contato inicial com o proprietário, definir o escopo de coordenação e formular o programa de necessidades geral para o edifício;
  - verificar as restrições legais de uso e ocupação para o terreno em estudo;
  - determinar os requisitos de desempenho para o edifício:
    - entender as necessidades para o edifício;
    - determinar as metas do programa e objetivos essenciais;
    - definir ameaças, riscos e consequências;

        - reconhecer a criticidade dos sistemas para atingir as metas;
    - auxiliar e validar a amplitude do comissionamento;
    - auxiliar e validar a identificação da equipe de comissionamento;
- Equipe de projetos:
    - levantar informações e restrições físicas e legais;
    - auxiliar na determinação dos requisitos de desempenho do edifício:
        - entender as necessidades para o edifício;
        - determinar as metas do programa e objetivos essenciais;
        - definir ameaças aos usuários, riscos e consequências;
        - reconhecer a criticidade dos sistemas para atingir as metas;
- Gerenciamento de comissionamento:
    - entrevistar o proprietário em relação as suas expectativas, necessidades e requisitos do edifício;
    - validar os requisitos de desempenho do edifício:
        - entender as necessidades para o edifício;
        - determinar as metas do programa e objetivos essenciais;
        - definir ameaças ao usuário, riscos e consequências;
        - reconhecer a criticidade dos sistemas para atingir as metas;
    - identificar a amplitude do comissionamento;
    - identificar a equipe de comissionamento atribuindo as funções e as responsabilidades;
    - gerenciar reuniões de lições aprendidas de outros edifícios;
- Gerenciamento de execução:
    - auxiliar na determinação dos requisitos de desempenho do edifício:
        - entender as necessidades não é do usuário para o edifício;
        - determinar as metas do programa e objetivos essenciais;
        - definir ameaças ao usuário, riscos e consequências;
        - reconhecer a criticidade dos sistemas para atingir as metas;
    - auxiliar e validar a amplitude do processo de comissionamento;
    - auxiliar e validar a identificação da equipe de comissionamento;
- Gerenciamento de facilidades e profissionais de operação e manutenção – O&M:
    - auxiliar na determinação dos requisitos de desempenho do edifício:
        - entender as necessidades para o edifício;
        - determinar as metas do programa e objetivos essenciais;

        - definir ameaças, riscos e consequências;
        - reconhecer a criticidade dos sistemas para atingir as metas;
    - auxiliar na identificação da amplitude do comissionamento;
    - auxiliar na identificação da equipe de comissionamento;
- Proprietário:
    - informar sobre expectativas, objetivos, características funcionais, necessidades, qualidade, desempenho, sustentabilidade e requisitos de qualidade, desempenho e sustentabilidade para os sistemas;
    - auxiliar na identificação da amplitude do comissionamento;
    - auxiliar e aprovar a identificação da equipe de comissionamento;
- Usuários:
    - auxiliar na determinação dos requisitos de desempenho do edifício fornecendo informações sobre expectativas, objetivos, características funcionais, necessidades, qualidade, desempenho, sustentabilidade e requisitos de qualidade, desempenho e sustentabilidade para os sistemas;
- Todas as disciplinas:
    - participar de reuniões de lições aprendidas de outros comissionamentos.

#### 5.1.1.3 Produto gerado em Cx-A 001

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Funções e responsabilidades (documento I, Figura 5.3):
    - incluir os nomes e os contatos da equipe de comissionamento.

### 5.1.2 Desenvolver os requisitos de projeto do proprietário (OPR) – Cx-A 002

#### 5.1.2.1 Descrição da atividade do Cx-A 002

Nesta etapa, descrever os requisitos de projeto do proprietário e critérios para a operação do edifício com descrição da qualidade, desempenho, sustentabilidade e facilidade de operação e manutenção e propósitos do edifício. Portanto, deve

transmitir a intenção e o desejo do proprietário e apresentar de forma clara e quantificada os requisitos do edifício, os parâmetros e os critérios de avaliação.

Com o objetivo de formar a base a partir da qual todo o projeto, construção, aceitação e decisões operacionais são tomadas os OPR devem ser claros e específicos quando necessário. Os OPR deve ser atualizado no decorrer das fases do edifício.

#### 5.1.2.2 Competências em Cx-A 002

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenação de projeto:
  - desenvolver o OPR;
- Equipe de comissionamento e todas as Especialidades:
  - auxiliar no desenvolvimento do OPR;
- Gerenciamento de comissionamento:
  - auxiliar no desenvolvimento do OPR;
  - validar o OPR;
- Proprietário:
  - auxiliar no desenvolvimento do OPR;
  - aprovar o OPR;
- Usuário:
  - informar sobre expectativas, objetivos, características funcionais, necessidades, qualidade, desempenho, sustentabilidade e requisitos de qualidade, desempenho e sustentabilidade para os sistemas.

#### 5.1.2.3 Produto gerado em Cx-A 002

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Requisitos de projeto do proprietário (OPR) (documento II, Figura 5.3):

- objetivos da instalação: tamanho, situação, requisitos do usuário, qualidade, desempenho, diretivas do proprietário, certificações;
- requisitos de acessibilidade as pessoas com deficiência, idosos e crianças;
- objetos ambientais: sustentabilidade, eficiência energética e pontos de referência;
- restrições ou limitações ligadas ao local de instalação;
- requisitos de qualidade dos materiais de construção de acordo com o Laboratório de Construção Civil (LCC);
- requisitos ambientais internos: incluindo temperatura, umidade e ventilação de uso do espaço e horários de operação;
- tolerâncias admissíveis para as variáveis operacionais;
- requisitos de integração dos sistemas;
- requisitos de flexibilidade de adaptações do sistema quanto a futuras ampliações ou alterações necessárias;
- alcance do comissionamento e seus requisitos: lista de equipamentos e sistemas que requerem comissionamento;
- sistemas: requisitos de execução, controle, expectativa, segurança operacional, estética em harmonia com a arquitetura e garantias;
- manutenção: funcionalidade da operação, manutenibilidade e requisitos de desempenho;
- avaliação dos sistemas: requisitos de teste;
- documentação do edifício: relação de toda documentação que deve ser desenvolvida para o edifício, entre elas requisitos de projeto do proprietário, manuais dos sistemas, manual do usuário, manual de operação e manutenção;
- requisitos de treinamento dos profissionais de operação e manutenção;
- normas técnicas, portarias e legislação aplicáveis;
- cronograma;
- requisitos específicos do edifício;
- conteúdo, organização e pontos de controle das fases de projeto e de construção;
- nomenclatura: formato, data, revisões dos projetos, rastreabilidade de informações;

- procedimento de verificação: por amostragem, se possível, para as supervisões, avaliações e testes;
- definição da periodicidade e formato da divulgação da evolução do comissionamento.

#### 5.1.2.4 Observações em Cx-A 002

Considerar a equipe de comissionamento composta por representantes:

- Construtor;
- Coordenação de projetos;
- Equipe de projeto (arquitetura / engenharia);
- Especialistas,
- Gerenciamento de comissionamento;
- Gerenciamento de execução;
- Gerenciamento de facilidades e profissionais de operação e manutenção – O&M.
- Proprietário.

Caso contrário introduzir para o representante da área não incluída a competência de auxiliar no desenvolvimento do OPR.

Os requisitos de projeto do proprietário devem ser revisados e adequados ao longo de todo o comissionamento, por exemplo nos itens de:

- custos e viabilidade econômica;
- viabilidades técnicas;
- novas tecnologias.

O detalhamento técnico deve ser efetuado na base de projeto.

### 5.1.3 Estabelecer escopo e orçamento do gerenciamento de comissionamento – Cx-A 003

#### 5.1.3.1 Descrição da atividade do Cx-A 003

Nesta etapa são descritas as atividades para o desenvolvimento do escopo do gerenciamento de comissionamento, o seu orçamento bem como do contrato.

#### 5.1.3.2 Competências em Cx-A 003

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Gerenciamento de comissionamento:
  - definir a abrangência e escopo dos serviços de gerenciamento de comissionamento com base no OPR aprovado;
  - elaborar o orçamento do gerenciamento de comissionamento;
  - elaborar o contrato de prestação de serviços do gerenciamento de comissionamento;
- Proprietário:
  - avaliar e aprovar a abrangência, o escopo e o orçamento do gerenciamento de comissionamento;
  - assinar o contrato de prestação de serviços de gerenciamento de comissionamento, quando aplicável.

#### 5.1.3.3 Produtos gerados em Cx-A 003

Os produtos gerados nesta etapa são os documentos:

- Escopo do gerenciamento de comissionamento (documento III, Figura 5.3);
- Orçamento do gerenciamento de comissionamento (documento IV, Figura 5.3);
- Contrato do gerenciamento de comissionamento, quando aplicável(documento V, Figura 5.3).

#### 5.1.3.4 Observações em Cx-A 003

A equipe do gerenciamento de comissionamento e os outros integrantes da equipe de comissionamento podem fazer parte das outras equipes envolvidas no ciclo de vida do edifício, mas não deixam de ter um custo para o comissionamento. Por este motivo o orçamento do gerenciamento de comissionamento não pode ser confundido com o orçamento do comissionamento.

No comissionamento existem os custos adicionais dos outros representantes da equipe de comissionamento, como o representante do gerenciamento de projetos e demais profissionais de sua equipe que necessitam desenvolver serviços e procedimentos para atender o comissionamento.

Ressalta-se que o gerenciamento de comissionamento seja executado por profissionais que não desenvolvam o planejamento, projeto e construção do edifício comissionado, para terem uma abordagem neutra e diferente sobre o edifício.

## 5.2 FASE B – DEFINIÇÃO DO PRODUTO (FASE DE PLANEJAMENTO)

Fase designada como anteprojeto na NBR 13531 (ABNT, 1995) e parte da fase de planejamento nas referências internacionais como, por exemplo, na ASHARE (2013).

Segundo AGESC (2012) o objetivo nesta fase é desenvolver a concepção arquitetônica e demais elementos do edifício, definir e consolidar todas as informações necessárias a fim de verificar sua viabilidade física, legal e econômica bem como possibilitar a elaboração de projetos legais.

Durante a fase de planejamento o gerente de projeto deve incorporar as atividades de comissionamento dentro do processo de entrega do projeto GSA (2015c).

### 5.2.1 Desenvolver o plano de comissionamento (Plano Cx) – Cx-B 001

#### 5.2.1.1 Descrição da atividade do Cx-B 001

Nesta etapa é fornecida orientação para o comissionamento para proporcionar a sua organização.

Definir o cronograma do comissionamento, os requisitos de documentação, os papéis e responsabilidades; estabelecer as linhas de comunicação e as ferramentas para avaliar o desempenho e documentar os sistemas dos edifícios.

#### 5.2.1.2 Competências em Cx-B 001

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenador de projetos, Gerenciamento de execução, Gerenciamento de facilidades e Especialista
  - auxiliar no desenvolvimento do plano de comissionamento;
  - validar o plano de comissionamento;
- Gerenciamento de comissionamento
  - preparar o plano de comissionamento
    - descrever a sequência das atividades e principais dependências;
- Proprietário
  - auxiliar no desenvolvimento do plano de comissionamento;
  - aprovar o plano de comissionamento.

#### 5.2.1.3 Produto gerado em Cx-B 001

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Plano de comissionamento (documento VI, Figura 5.3):
  - Requisitos:

- visão do conjunto do comissionamento desenvolvido para o edifício;
- funções e responsabilidades da equipe de comissionamento;
- estruturação dos meios de comunicação geral, incluindo distribuição do plano de comissionamento durante as fases do edifício, documentação da comunicação, com rastreabilidade;
- descrição detalhada das atividades do comissionamento e cronograma;
- procedimentos de avaliação da documentação do edifício;
- descrição geral das atividades do comissionamento que ocorrerão durante as fases de projeto, construção e operação e manutenção do edifício;
- relação e formato que será utilizado para desenvolver a documentação do comissionamento incluindo manual de sistemas e plano de treinamento;
- relação e formato dos documentos e processos para avaliação do comissionamento, como listas de verificação e formas de testes, relatório de registro de problemas e soluções, relatório do progresso de comissionamento, que serão utilizados durante a fase de projeto para comunicar e segmentar as informações dos comissionamentos críticos;
- relação dos sistemas comissionados do edifício e descrição dos procedimentos de avaliação;
- estrutura dos procedimentos a serem executados sempre que a avaliação do comissionamento não satisfazer os requisitos de projeto do proprietário.

### 5.2.2 Desenvolver a base de projeto (BoD) – Cx-B 002

#### 5.2.2.1 Descrição da atividade do Cx-B 002

Nesta etapa, deve-se fornecer informações técnicas detalhadas das decisões de projeto efetuadas para atender aos requisitos de projeto do proprietário e garantir sua análise e compreensão.

#### 5.2.2.2 Competências em Cx-B 002

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenação de projeto
  - auxiliar no desenvolvimento da base de projeto;
  - validar a base de projeto;
- Equipe de projeto
  - desenvolver a base de projeto;
- Gerenciamento de comissionamento;
  - validar a base de projeto
- Proprietário
  - aprovar a base de projeto.

#### 5.2.2.3 Produto gerado em Cx-B 002

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Base de projeto (documento VII, Figura 5.3):
  - pré-projetos e projetos de acordo com os requisitos de projeto do proprietário;
  - requisitos para atualização das bases de projeto;
  - requisitos para a certificações requeridas;
  - consideração de alternativas de projeto em cada fase do edifício;
  - requisitos de instalação e manutenibilidade dos sistemas;
  - adequações para melhorar o desempenho.

#### 5.2.2.4 Observações em Cx-B 002

A base de projeto deve ser revisada ao longo de todo o comissionamento para se adequar as alterações dos sistemas e dos requisitos de projeto do proprietário.

### 5.2.3 Atualizar os requisitos de projeto do proprietário (OPR) – Cx-B003 -

#### 5.2.3.1 Descrição da atividade do Cx-B 003

Nesta etapa, as informações dos requisitos de projeto do proprietário são atualizadas.

#### 5.2.3.2 Competências em Cx-B 003

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenação de projeto:
  - atualizar o OPR;
- Equipe de comissionamento e todas as Especialidades:
  - auxiliar na atualização do OPR;
- Gerenciamento de comissionamento:
  - auxiliar na atualização do OPR;
  - validar o OPR;
- Proprietário:
  - aprovar o OPR.

#### 5.2.3.3 Produto gerado em Cx-B 003

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Nova versão dos requisitos de projeto do proprietário (documento II, Figura 5.3).

### 5.2.4 Incorporar o comissionamento nos escopos de serviços envolvidos – Cx-B 004

#### 5.2.4.1 Descrição da atividade do Cx-B 004

Nesta etapa, inserir os serviços necessários para desenvolvimento do comissionamento nos escopos, cronogramas e orçamentos dos agentes e disciplinas envolvidas no comissionamento.

#### 5.2.4.2 Competências em Cx-B 004

Os agentes e as disciplinas nesta etapa são:

- Todos os agentes e disciplinas envolvidas no comissionamento

#### 5.2.4.3 Produtos gerados em Cx-B 004

Incorporação do comissionamento nos processos do edifício.

## 5.3 FASE C – IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÃO DE INTERFACES (FASE DE PROJETO)

Esta fase é designada como pré-executivo/projeto básico conforme a NBR 13531 (ABNT, 1995) e parte da fase de projeto, nas referências internacionais como, por exemplo, na ASHARE (2013).

Segundo AGESC (2012) o objetivo nesta fase é consolidar claramente todos os ambientes, suas articulações e demais elementos do edifício, com as definições necessárias para intercâmbio entre todos envolvidos no processo. O projeto deve ter todas suas interfaces resolvidas, possibilitando uma avaliação preliminar dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.

Esta fase tem como objetivo analisar se os itens do requisito de projeto do proprietário, como a eficiência energética, sustentabilidade, qualidade ambiental interna, proteção contra incêndio e proteção ativa estão refletidas nos projetos e especificações dos sistemas GSA (2014a).

### 5.3.1 Analisar a conformidade dos projetos e documentos – Cx-C 001

#### 5.3.1.1 Descrição da atividade do Cx-C 001

Nesta etapa deve-se examinar os documentos específicos dos sistemas que serão comissionados e documentar todas as observações sobre questões que podem não cumprir os requisitos de projeto do proprietário.

#### 5.3.1.2 Competências em Cx-C 001

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenação de projetos, equipe de projetos e especialistas
  - fornecer os projetos e documentos ao gerenciamento de comissionamento para serem analisados;
  - analisar em conjunto com o gerenciamento de comissionamento o informe de revisão de projeto e comentar sobre as ações que serão tomadas;
  - efetuar as alterações necessárias;
- Gerenciamento de comissionamento
  - analisar a conformidade dos projetos e documentos:
    - apurar os problemas potenciais na análise inicial do projeto e documentos dos sistemas;
    - revisar as estratégias de controle e projetos dos sistemas;
    - revisar o projeto para assegurar que o sistema possa ser adequadamente mantido;
  - desenvolver o informe de revisão de projeto;

- convidar a coordenação de projeto, equipe de projeto e proprietário para analisar as questões e comentar sobre as ações que serão tomadas com a cópia do informe de revisão de projeto;

- Proprietário
  - participar da análise do informe de revisão de projeto.

#### 5.3.1.3 Produto gerado em Cx-C 001

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Informe de revisão de projeto (documento VIII, Figura 5.3):
  - sumário;
  - lista de documentos revisados por título, versão e data;
  - questionamento, comentários e variações dos requisitos de proprietário do projeto;
  - cópias das revisões de projetos e sistemas;
  - análise, perguntas e recomendações sobre execução e manutenção.

### 5.3.2 Estabelecer a estrutura dos manuais dos sistemas – Cx-C 002

#### 5.3.2.1 Descrição da atividade do Cx-C 002

Nesta etapa é estabelecida a estrutura dos manuais de sistemas com todas as informações necessárias, tais como: instalação, operação, comissionamento, com índice e referências cruzadas.

#### 5.3.2.2 Competências em Cx-C 002

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Construtor: fornecedores e executores dos sistemas
  - utilizar a estrutura dos manuais dos sistemas para correta instalação;

- Coordenação de projeto, Proprietário, Equipe de projeto, Gerenciamento de execução, Gerenciamento de facilidades, Especialistas
  - auxiliar a estabelecer a estrutura dos manuais dos sistemas;
  - utilizar a estrutura dos manuais dos sistemas para correta instalação;
- Gerenciamento de comissionamento
  - desenvolver a estrutura dos manuais dos sistemas;
  - utilizar a estrutura dos manuais dos sistemas para correta instalação;
- Gerenciamento de execução
  - auxiliar a estabelecer a estrutura dos manuais dos sistemas;
  - utilizar a estrutura dos manuais dos sistemas para correta instalação.

#### 5.3.2.3 Produto gerado em Cx-C 002

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Manual do sistema (documento IX, Figura 5.3):
  - sumário
  - projeto do sistema
    - cópia do documento dos requisitos de projeto do proprietário;
    - cópia do documento base de projeto;
    - cópia dos documentos legais dos sistemas;
  - informações de execução dos sistemas comissionados:
    - cópia de especificação de equipamento e instalação;
    - cópia de propostas aprovadas incluindo os testes de avaliação e fotos do sistema;
    - cópia do manual de operação e manutenção do fabricante;
    - cópia de garantias dos sistemas;
    - lista de contatos dos especialistas e dos fornecedores;
  - operação do sistema:
    - guia de instalação contendo:
      - plano de operação;
      - plano de manutenção;
      - horário de operação do equipamento no edifício;

- pontos, limitações e margens de ajustes;
- sequência de operações de controle e manutenção dos sistemas comissionados;
- procedimentos de emergência;

- treinamento:
  - cópia do plano de treinamento e materiais;
  - registro de treinamento;
- relatório final de comissionamento:
  - cópia do plano final de comissionamento;
  - cópia do projeto comissionado e relatórios de revisões de propostas;
  - cópia dos relatórios de testes, lista de verificação e lista de verificação sazonais;
  - cópia de todos os relatórios de progresso do comissionamento;
  - cópia de registro de problemas e resolução.

#### 5.3.2.4 Observações em Cx-C 002

As informações e documentações deverão estar digitalizadas. A nomenclatura da informação deve considerar a localização em relação ao sistema principal do edifício, com itens e divisões, para simplificar o uso e atualizações futuras. No recomissionamento atualizar as versões dos dados dos softwares utilizados para armazenar as informações.

A cópia impressa atualizada deverá estar disponível para os profissionais de operação e manutenção do edifício.

## 5.4 FASE D – PROJETO DE DETALHAMENTO DAS ESPECIALIDADES (FASE DE PROJETO)

Esta fase designada é como projeto executivo/detalhamento segundo a NBR 13531 (ABNT, 1995) e parte da fase de projeto, nas referências internacionais como, por exemplo, na ASHARE (2013).

Segundo AGESC (2012) o objetivo nesta fase é executar o detalhamento de todos os elementos do edifício de modo a gerar um conjunto de referências suficientes para a perfeita caracterização da execução, bem como a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.

Esta fase tem como objetivo verificar se os itens do requisito de projeto do proprietário como, por exemplo, a eficiência energética, sustentabilidade, qualidade ambiental interna, proteção contra incêndio estão contemplados nos projetos e especificações dos sistemas.

### 5.4.1 Validar os projetos conformes com os requisitos – Cx-D 001

#### 5.4.1.1 Descrição da atividade do CxD-001

Examinar os documentos específicos dos sistemas que serão comissionados e verificar se as alterações efetuadas, das questões que podem não atendiam os requisitos de projeto do proprietário.

#### 5.4.1.2 Competências em CxD-001

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenação de projetos, equipe de projetos e especialistas
  - fornecer os projetos e documentos alterados, ao gerenciamento de comissionamento para serem analisados;
- Gerenciamento de comissionamento
  - validar a conformidade dos projetos e documentos:
    - apurar os problemas potenciais na análise inicial do projeto e documentos dos sistemas comissionados;
    - revisar as estratégia de controle e diagramas dos sistemas;

        - revisar o projeto para assegurar que o sistema possa ser adequadamente mantido;
    - desenvolver o informe de revisão de projeto;
- Proprietário
    - aprovar o informe de revisão de projeto, com os projetos e documentos.

#### 5.4.1.3 Produto gerado em CxD-001

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Informe de revisão de projeto (documento VIII, Figura 5.3).

### 5.4.2 Atualizar os requisitos de projeto do proprietário e base de projeto – Cx-D 002

#### 5.4.2.1 Descrição da atividade do Cx-D 002

Atualizar as informações dos requisitos de projeto do proprietário e base de projeto de acordo com todas as alterações efetuadas.

#### 5.4.2.2 Competências em Cx-D 002

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenação de projeto:
    - atualizar o OPR e BoD;
- Equipe de comissionamento e todas as Especialidades:
    - auxiliar na atualização do OPR e BoD;
- Gerenciamento de comissionamento:
    - auxiliar na atualização do OPR e BoD;
    - validar o OPR e BoD;
- Proprietário:

- aprovar o OPR e BoD.

#### 5.4.2.3 Produtos gerados em Cx-D 002

Os produtos gerados nesta etapa são os documentos:

- Nova versão dos requisitos de projeto do proprietário;
- Nova versão da base de projeto

### 5.4.3 Desenvolver planos de verificação de execução e testes – Cx-D 003

#### 5.4.3.1 Descrição da atividade do Cx-D 003

Nesta etapa são desenvolvidos os procedimentos de verificação durante a execução do sistema e de testes para garantir que os sistemas e instalações estejam de acordo com os requisitos de projeto do proprietário. Os planos devem estabelecer condições passo a passo das verificações e testes necessários para alcançar os resultados esperados.

Os registros das verificações e testes devem conter dados, observações e medidas. Estes podem ser registrados com fotografias, planilhas e meios apropriados, permitindo sua rastreabilidade, para validação e utilização futura.

Os testes devem contemplar:

- teste de desempenho ativo: com mudanças das características de utilização usuais dos sistemas como, por exemplo, com a alteração das temperaturas de utilização usuais dos sistemas;
- teste de desempenho passivo: em condições de utilização usuais dos sistemas.

#### 5.4.3.2 Competências em Cx-D 003

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenação de projeto, Gerenciamento de facilidades e Especialistas
  - auxiliar no desenvolvimento dos planos de verificação da construção e testes;
- Gerenciamento de comissionamento
  - desenvolver os planos de verificação da execução e testes integrados com o cronograma do edifício;
- Gerenciamento de execução
  - auxiliar no desenvolvimento dos planos de verificação da execução e testes;
  - validar os planos de verificação da construção e testes;
- Proprietário
  - aprovar os planos de verificação da construção e testes.

#### 5.4.3.3 Produto gerado em Cx-D 003

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Planos de verificação da execução e testes (documento X, Figura 5.3):
  - cronograma de realização das verificações e testes;
  - responsabilidades de gerenciamento, execução e supervisão;
  - listas de verificações e testes padronizadas com:
    - número da verificação ou teste;
    - data e hora da execução;
    - indicação se é verificação ou teste inicial ou pós-resolução de problema;
    - identificação do sistema e equipamento, com registros e fotografias;
    - condições de condução das verificações e testes;
    - desempenho esperado dos sistemas em cada etapa;
    - desempenho obtido dos sistemas em cada etapa;
    - número de emissão, se existir, do resultado do teste;
    - assinatura dos responsáveis pela execução e supervisão das verificações e testes.

### 5.4.4 Desenvolver os requisitos e o plano de treinamento – Cx-D 004

#### 5.4.4.1 Descrição da atividade do Cx-D 004

Nesta etapa, é configurado e preparado o plano para o treinamento dos profissionais de operação e manutenção e usuários do edifício, em conformidade com os requisitos de projeto do proprietário para operar e manter o edifício.

#### 5.4.4.2 Competências em Cx-D 004

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenação de projeto, construtor, especialistas, gerenciamento de execução, gerenciamento de facilidades
  - auxiliar no desenvolvimento do plano de treinamento;
- Gerenciamento de comissionamento
  - desenvolver o plano de treinamento;
- Gerenciamento de facilidades
  - auxiliar no desenvolvimento do plano de treinamento;
  - validar o plano de treinamento;
- Proprietário
  - aprovar o plano de treinamento.

#### 5.4.4.3 Produto gerado em Cx-D 004

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Plano de treinamento (documento XI, Figura 5.3):
  - esquema dos tópicos instrutivos relacionados aos sistemas, subsistemas, equipamentos e montagens. Estes tópicos devem abordar projeto, execução, operação e manutenção dos sistemas e equipamentos;
  - objetivos de aprendizagem e método de treinamento;

- locais e instalações previstas para seções de treinamento e a duração mínima de cada uma seção;
- qualificação do instrutor;
- requisitos dos materiais de treinamento utilizados;
- relatório de treinamento e requisitos de registros.

### 5.4.5 Atualizar o plano de comissionamento – Cx-D 005

#### 5.4.5.1 Descrição da atividade do Cx-D 005

Atualizar o plano de comissionamento para contemplar as alterações efetuadas.

#### 5.4.5.2 Competências em Cx-D 005

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenador de projetos, Gerenciamento de execução, Gerenciamento de facilidades e Especialista
  - auxiliar na atualização do plano de comissionamento;
  - validar a nova versão do plano de comissionamento;
- Gerenciamento de comissionamento
  - atualizar o plano de comissionamento;
- Proprietário
  - aprovar o plano de comissionamento.

#### 5.4.5.3 Produto gerado em Cx-D 005

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Nova versão do plano de comissionamento (documento VI, Figura 5.3).

## 5.5 FASE E – PÓS-ENTREGA DO PROJETO (FASE DE CONSTRUÇÃO)

Fase designada como fase de construção nas referências internacionais como, por exemplo, na ASHARE (2013).

Segundo AGESC (2012) o objetivo nesta fase é garantir a plena compreensão e utilização das informações de projeto, bem como sua aplicação correta na execução nos trabalhos de campo.

### 5.5.1 Validar as versões de projetos e documentos - Cx-E 001

#### 5.5.1.1 Descrição da atividade do Cx-E 001

Nesta etapa é supervisionado, no início da fase de construção, se as versões dos projetos e documentos utilizadas na execução dos sistemas estão atualizadas.

#### 5.5.1.2 Competências em Cx-E 001

As competências, dos agentes e disciplinas envolvidos no ciclo de vida do edifício, nesta etapa são:

- Gerenciamento de comissionamento
  - gerenciar a aprovação e validação da versão de projeto e documentos para início da execução;
- Proprietário
  - aprovar as versões dos projetos e documentos para início da fase de construção;
- Todas agentes e disciplinas
  - validar a versão de projeto e documentos para a fase de construção.

#### 5.5.1.3 Produtos gerados em Cx-E 001

Os produtos gerados nesta etapa são:

- Todos projetos e documentos validados para o início da fase de construção.

### 5.5.2 Supervisionar as verificações de execuções e os testes – Cx-E 002

#### 5.5.2.1 Descrição da atividade do Cx-E 002

Supervisionar a verificação durante a execução dos sistemas e de testes para garantir que os sistemas e instalações estejam de acordo com os requisitos de projeto do proprietário.

#### 5.5.2.2 Competências em Cx-E 002

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Construtor - executor do sistema
  - realizar as verificações e testes dos sistemas de acordo com os planos de verificações e testes até validação do funcionamento de acordo com os requisitos de projeto do proprietário pelo gerenciamento de comissionamento;
  - registrar problemas e soluções;
  - participar da análise do registro de problemas e soluções;
  - efetuar as correções necessárias nos sistemas;
- Coordenação de projeto e Equipe de projeto
  - participar da análise do registro de problemas e soluções, quando necessário;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário;
  - atualizar projetos e documentos, quando necessário;
- Gerenciamento de comissionamento
  - supervisionar e analisar a conformidade das verificações e testes até que o funcionamento esteja de acordo com os requisitos de projeto do proprietário;

  - reportar os problemas encontrados;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário;
- Gerenciamento de execução
  - gerenciar a execução das verificações e testes dos sistemas até a validação do funcionamento de acordo com os requisitos de projeto do proprietário pelo gerenciamento de comissionamento;
  - registrar problemas e soluções;
  - gerenciar a resolução dos problemas;
- Gerenciamento de facilidades e Proprietário
  - participar da análise do registro de problemas e soluções, quando necessário;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário.

#### 5.5.2.3 Produto gerado em Cx-E 002

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Registro de problemas e soluções (documento XII, Figura 5.3):

### 5.5.3 Identificar problemas não resolvidos – Cx-E 003

#### 5.5.3.1 Descrição da atividade do Cx-E 003

Nesta etapa, são identificados os problemas não resolvidos para que possam ser solucionados para que os sistemas e instalações estejam de acordo com os requisitos de projeto do proprietário.

#### 5.5.3.2 Competências em Cx-E 003

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Construtor - executor do sistema
  - participar da análise do registro de problemas e soluções;

  - efetuar as correções necessárias nos sistemas;
- Coordenação de projeto e Equipe de projeto
  - participar da análise do registro de problemas e soluções, quando necessário;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário
  - atualizar projetos e documentos, quando necessário
- Gerenciamento de comissionamento
  - identificar os problemas não resolvidos e a equipe necessária para sua resolução e convidá-la para analisar as questões e comentar sobre as ações que serão tomadas para solução;
- Gerenciamento de execução
  - participar da análise do registro de problemas e soluções;
  - gerenciar a resolução dos problemas não resolvidos;
- Gerenciamento de facilidades e Proprietário
  - participar da análise do registro de problemas e soluções, quando necessário;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário.

#### 5.5.3.3 Produto gerado em Cx-E 003

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Registro de problemas e soluções (documento XII, Figura 5.3):

### 5.5.4 Validar os manuais dos sistemas – Cx-E 004

#### 5.5.4.1 Descrição da atividade do Cx-E 004

Verificar se os manuais dos sistemas estão de acordo com a estrutura e requisitos estabelecidos.

#### 5.5.4.2 Competências em Cx-E 004

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Construtor: executores e fornecedores dos sistemas
  - fornecer a documentação atualizada necessária para elaboração dos manuais dos sistemas;
- Coordenação de projeto, Gerenciamento do comissionamento, Gerenciamento de facilidades
  - desenvolver os manuais dos sistemas;
- Equipe de projeto
  - auxiliar a desenvolver os manuais dos sistemas;
- Gerenciamento do comissionamento, Gerenciamento de execução; Gerenciamento de facilidades
  - auxiliar a desenvolver os manuais dos sistemas;
  - validar os manuais dos sistemas;

#### 5.5.4.3 Produtos gerados em Cx-E 004

Os produtos gerados nesta etapa são os documentos:

- Manuais dos sistemas (documento IX, Figura 5.3).

### 5.5.5 Treinar os profissionais de operação e manutenção – CxE 005

#### 5.5.5.1 Descrição da atividade no Cx-E 005

Treinar os profissionais de operação e manutenção (O&M) e os usuários para que os sistemas implementados, sejam operados, cuidados, ajustados e mantidos em conformidade com os requisitos de projeto do proprietário.

#### 5.5.5.1 Competências em Cx-E 005

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Gerenciamento de comissionamento
  - utilizar o plano de treinamento para treinar os profissionais de operação e manutenção;
- Gerenciamento de execução, construtor
  - auxiliar no treinamento;
- Gerenciamento de facilidades e profissionais de operação e manutenção
  - obter treinamento para que o edifício funcione e seja mantido conforme os requisitos de projeto do proprietário.

#### 5.5.5.2 Produto gerado em Cx-E 005

- Material de treinamento, incluindo certificado dos profissionais que realizaram o treinamento com o desempenho esperado (documento XIII, Figura 5.3).

### 5.5.6 Atualizar os requisitos de projeto do proprietário e base de projeto – Cx-E 006

#### 5.5.6.1 Descrição da atividade no Cx-E 006

Atualizar as informações dos requisitos de projeto do proprietário e base de projeto.

#### 5.5.6.2 Competências em Cx-E 006

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenação de projeto:
  - atualizar o OPR e BoD;
- Equipe de comissionamento e todas as Especialidades:

  - auxiliar na atualização do OPR e BoD;
- Gerenciamento de comissionamento:
  - auxiliar na atualização do OPR e BoD;
  - validar o OPR e BoD;
- Proprietário:
  - aprovar o OPR e BoD.

#### 5.5.6.3 Produtos gerados em Cx-E 006

Os produtos gerados nesta etapa são os documentos:

- Nova versão dos requisitos de projeto do proprietário (documento II, Figura 5.3);
- Nova versão da base de projeto (documento VII, Figura 5.3).

## 5.6 FASE F – PÓS-ENTREGA DA OBRA (FASE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO)

Esta fase é designada como fase de operação e manutenção nas referências internacionais como, por exemplo, na ASHARE (2013).

Segundo AGESC (2012) o objetivo nesta fase é analisar e avaliar o comportamento da edificação em uso para verificar e reafirmar se os condicionantes e pressupostos de projeto foram adequados e se eventuais alterações, realizadas em obra, estão compatíveis com as expectativas do empreendedor e de ocupação dos usuários.

### 5.6.1 Supervisionar os testes periódicos e sazonais – Cx-F 001

#### 5.6.1.1 Descrição da atividade no Cx-F 001

Supervisionar os testes periódicos e sazonais para garantir que os sistemas e instalações estejam de acordo com os requisitos de projeto do proprietário (documento II, Figura 5.3).

#### 5.6.1.2 Competências em Cx-F 001

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Construtor - executor do sistema
  - realizar os testes sazonais dos sistemas de acordo com os planos de verificações e testes até a validação do funcionamento de acordo com os requisitos de projeto do proprietário pelo gerenciamento de comissionamento;
  - registrar problemas e soluções;
  - participar da análise do registro de problemas e soluções;
  - efetuar as correções de garantia necessárias nos sistemas;
- Coordenação de projeto e equipe de projeto,
  - participar da análise do registro de problemas e soluções, quando necessário;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário;
  - atualizar projetos e documentos, quando necessário;
- Gerenciamento de comissionamento
  - supervisionar e analisar a conformidade dos testes periódicos e sazonais para que o funcionamento esteja de acordo com os requisitos de projeto do proprietário;
  - reportar os problemas encontrados;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário;
  - gerenciar as intervenções de garantia dos sistemas;
- Gerenciamento de execução e Proprietário
  - participar da análise do registro de problemas e soluções, quando necessário;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário;

- Gerenciamento de facilidades
  - gerenciar a execução das verificações e testes dos sistemas de acordo com o plano de testes manter o funcionamento de acordo com os requisitos de projeto do proprietário;
  - registrar problemas e soluções.
  - gerenciar a resolução dos problemas;
- Profissionais de operação e manutenção
  - realizar os testes periódicos dos sistemas de acordo com os planos de testes para manter o funcionamento de acordo com os requisitos de projeto do proprietário;
  - registrar problemas e soluções;
  - participar da análise do registro de problemas e soluções;
  - auxiliar nas correções de garantia necessárias nos sistemas.

#### 5.6.1.3 Produto gerado em Cx-F 001

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Registro de problemas e resoluções (documento XII, Figura 5.3).

### 5.6.2 Inspecionar o desempenho antes do final do comissionamento – Cx-F 002

#### 5.6.2.1 Descrição da atividade no Cx-F 002

Antes do final do comissionamento, o gerenciamento de comissionamento deve inspecionar o desempenho do edifício em uso para relatar os problemas não resolvidos e indicar soluções e responsabilidades para resolução nos prazos de garantias dos sistemas.

#### 5.6.2.2 Competências em Cx-F 002

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Construtor - executor do sistema
  - participar da análise do registro de problemas e soluções;
  - efetuar as correções de garantia necessárias nos sistemas;
- Coordenação de projeto e equipe de projeto,
  - participar da análise do registro de problemas e soluções, quando necessário;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário;
  - atualizar projetos e documentos, quando necessário;
- Gerenciamento de comissionamento
  - supervisionar e analisar a conformidade dos testes de todos sistemas para que o funcionamento esteja de acordo com os requisitos de projeto do proprietário;
  - reportar os problemas encontrados;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário;
  - identificar problemas não resolvidos;
  - gerenciar medidas necessárias para resolução dos problemas
    - estabelecer funções, responsabilidades e prazos para resolução dos problemas;
- Gerenciamento de execução e proprietário
  - participar da análise do registro de problemas e soluções, quando necessário;
  - auxiliar na resolução de problemas, quando necessário
- Gerenciamento de facilidades
  - gerenciar a execução dos testes dos sistemas para que o funcionamento esteja de acordo com os requisitos de projeto do proprietário;
  - registrar problemas e soluções.
  - gerenciar a resolução dos problemas;
- Profissionais de operação e manutenção
  - realizar os testes dos sistemas;
  - registrar problemas e soluções;
  - participar da análise do registro de problemas e soluções;
  - auxiliar nas correções de garantia necessárias nos sistemas.

#### 5.6.2.3 Produto gerado em Cx-F 002

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Registro de problemas e soluções (documento XII, Figura 5.3):

### 5.6.3 Elaborar o relatório final de comissionamento – Cx-F 003

#### 5.6.3.1 Descrição da atividade no Cx-F 003

Apresentar o relatório final de comissionamento com o resumo de todas as tarefas, as conclusões e a documentação do comissionamento. O relatório aborda o desempenho real dos sistemas em relação aos projetos, memoriais e aos requisitos de projeto do proprietário.

#### 5.6.3.2 Competências em Cx-F 003

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Coordenador de projetos, Gerenciamento de execução, Gerenciamento de facilidades e Especialista
  - auxiliar no desenvolvimento do relatório final de comissionamento;
- Gerenciamento de comissionamento
  - desenvolver o relatório final de comissionamento;
- Gerenciamento de facilidades
  - auxiliar no desenvolvimento do relatório final de comissionamento;
  - validar a nova versão do plano de comissionamento;
- Proprietário
  - aprovar o plano de comissionamento.

#### 5.6.3.3 Produto gerado em Cx-F 003

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Relatório de comissionamento (documento XIV, Figura 5.3):
  - sumário;
  - cópia do plano de comissionamento final;
  - cópia dos relatórios de revisão de projetos;
  - cópia completa dos relatórios de análise, supervisão e testes utilizados no comissionamento, incluindo aquelas utilizadas durante as atividades de operação e manutenção;
  - cópia dos relatórios de progresso de comissionamento;
  - cópia de todos os registros de problemas e resoluções, incluindo as descrições dos problemas e as medidas tomadas para corrigi-los;
  - para todos os problemas não resolvidos ao término do comissionamento e testes sazonais, incluir um plano de resolução, aprovado pelo proprietário, e indicar o responsável pela resolução.

### 5.6.4 Avaliar a satisfação do proprietário e usuários – Cx-F 004

#### 5.6.4.1 Descrição da atividade no Cx-F 004

Avaliar a satisfação do proprietário e usuários com o objetivo de verificar possíveis falhas no comissionamento e aplicar como base de comissionamentos futuros.

#### 5.6.4.2 Competências em Cx-F 004

Os agentes e suas competências nesta etapa são:

- Gerenciamento de comissionamento
  - avaliar a satisfação dos proprietários e usuários do edifício;
- Proprietários e usuários

- responder a avaliação de satisfação.

#### 5.6.4.3 Produto gerado em Cx-F 004

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Relatório de satisfação do proprietário e usuários (documento XV, Figura 5.3).

### 5.6.5 Gerenciar as reuniões de lições aprendidas – Cx-F 005

#### 5.6.5.1 Descrição da atividade no Cx-F 005

Realizar reuniões com a equipe de comissionamento para analisar os pontos positivos e negativos do comissionamento executado e propor melhorias para os futuros comissionamentos.

#### 5.6.5.2 Competências em Cx-F 005

As competências, dos agentes e disciplinas envolvidos no ciclo de vida do edifício, nesta etapa são:

- Gerenciamento de comissionamento
  - gerenciar reuniões de lições aprendidas;
- Todas as disciplinas
  - participar de reuniões de lições aprendidas.

#### 5.6.5.3 Produto gerado em Cx-F 005

O produto gerado nesta etapa é o documento:

- Relatório de lições aprendidas (documento XVI, Figura 5.3).

# 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O comissionamento não é complexo, é trabalhoso, mas necessário para suprir a principal deficiência dos agentes intervenientes da construção civil que é a falta de comunicação e interação entre os profissionais, proprietários e usuários envolvidos no ciclo de vida da edificação.

O 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 do edifício.

O desenvolvimento desta pesquisa permite concluir que:

- a coordenação de projeto e o comissionamento são atividades exercidas simultaneamente tendo em vista evitar falhas, diminuir desperdícios e retrabalhos, melhorar a qualidade, o desempenho e a sustentabilidade;
- a aplicação dos conceitos de sustentabilidade, desempenho e qualidade devem ocorrer em todas as fases do edifício, ressaltando-se que, neste trabalho, são consideradas as fases de operação e manutenção, renovação e demolição no ciclo de vida do edifício;
- o comissionamento deve ser iniciado na fase de planejamento e ser concluído, pelo menos, um ano após o início da operação do edifício;
- a comunicação é o fundamento para execução do comissionamento;
- o planejamento do comissionamento é base de todo processo;
- a documentação é o alicerce para que o edifício possa ser operado e mantido com qualidade, desempenho e sustentabilidade, e para executar o recomissionamento periodicamente;
- o comissionamento é executado por uma equipe multidisciplinar e não por um único profissional;
- o gerente de comissionamento deve ser um profissional com vasta experiência em construções e ter treinamento em comissionamento e comunicação;

- os principais princípios do comissionamento são:
  - determinar os requisitos de desempenho do edifício;
  - planejar o comissionamento;
  - documentar;
- o comissionamento beneficia os profissionais de planejamento, projeto e construção do edifício, mas os maiores beneficiados são os proprietários, profissionais de operação e manutenção e usuários do edifício;
- no Brasil o comissionamento é pouco executado, muitos profissionais nem conhecem o conceito. Quando executado, comissionam-se os sistemas de ar condicionado, sistemas de iluminação e sistema de água quente;
- este modelo pode subsidiar o desenvolvimento de uma norma técnica brasileira para comissionamento.

Recomenda-se para trabalhos futuros:

- validar o modelo conceitual do comissionamento de sistemas prediais em edifícios por meio de sua utilização na execução de um novo edifício com acompanhamento de equipe multidisciplinar;
- utilizar este modelo conceitual para implementar o comissionamento em diferentes sistemas prediais, com a padronização de procedimentos, documentos, nomenclaturas, rastreabilidade para melhorar a intercambilidade e compatibilização dos sistemas
- atualizar os manuais de escopo com a inclusão das competências e atividades necessárias ao comissionamento.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ÁGÚSTSSON, R. Ö; JENSEN, P. A. Building commissioning: what can Denmark learn from the U.S. experience. **Journal of performance of constructed facilities**, v. 26, n. 3, p. 271-278, June 2012.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **ASHRAE 202-2013**: commissioning process for buildings and system. Atlanta: ASHRAE, 2013. 50p.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **Guideline 0-2013**: the commissioning process. Atlanta: ASHRAE, 2013b. 68p.

ARO, C. R.; AMORIM, S. V. As inovações tecnológicas no processo de produção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1.; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10.,2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: claCS; ENTAC, 2004. 1 CD-ROM

ASSIS, A. 40 perguntas – manutenibilidade: management facilities: que recomendações as empresas devem seguir para reduzir ao mínimo a necessidade de manutenção de sistemas prediais? **Téchne**, 162 ed., set. 2010. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/162/40-perguntas-manutenibilidade-287781-1.aspx>. Acesso em: 18 jul. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**: sistemas de gestão da qualidade: diretrizes para a gestão da qualidade em empreendimentos. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 13531**: Elaboração de projetos de edificações – atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995. 10 p

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais — desempenho: parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-6**: Edificações habitacionais — desempenho: parte 6: sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (ASBEA). **Guia sustentabilidade na arquitetura**. Diretrizes de escopo para projetistas e contratantes. São Paulo: 2012. Disponível em: < http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2014/02/AF6_asbea_sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS GESTORES E COORDENADORES DE PROJETO (AGESC). **Manual de escopo de projetos e serviços de coordenação**

**de projetos**. 2. ed. [São Paulo]: nov. 2012. Disponível em: <http://www.manuaisdeescopo.com.br/Manual/Ver/1449>. Acesso em: 09 mai. 2015.

ASSOCIATED AIR BALANCE COUNCIL COMMISSIONING GROUP. **ACG commissioning guideline**: for building owners, design professionals and commissioning service providers. Washington: AACB Commissioning Group, 2005. 140p.

BAECHLER, M.; FARLEY, J. **A guide to building commissioning**. Washington: Pacific Northwest National Laboratory, 2011, 47p. Prepared for U.S. Department of Energy: building technologies program, in 25/11/2011.

BAUERS, J. **Procuring Building Commissioning Services.** [2005?]. Disponível em: <http://www.bcxa.org/ncbc/2005/proceedings/06_Bauers_NCBC2005.pdf>. Acesso em 19 set. 2012.

BAUMGARTLE, B. K. Lighting commissioning guidelines and standards: the complexity of lighting design has made commissioning of lighting controls an essential part of projects. **Consulting – Specifying Engineer**, Oct. 15 2012. Disponível em: <http://www.csemag.com/single-article/lighting-commissioning-guidelines-and-standards/4b82aa82357fa8885155a3d5f936c36a.html>. Acesso em: 15 nov. 2012.

BERKELEY LAB. **Building commissioning**: a golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse-gas emissions. [20--]. Disponível em: <http://cx.lbl.gov/cx.html>. Acesso em: 07 jul. 2014

BERT, R.; GRAY, L. The state of commissioning in 2012: commissioning continues to expand to cover more systems, and energy-oriented existing building commissioning is still seen as the future. But a weak economic recovery and concerns about “commissioning lite” leave providers slightly more pessimistic than in 2011. **Consulting – Specifying Engineer**, Oct. 16 2012. Disponível em: < http://www.csemag.com/home/single-article/the-state-of-commissioning-in-2012/3042d769c418cf1c45d563f0a2514e2d.html>. Acesso em: 15 nov. 2012.

BERT. R.; THOMASON, A. The state of commissioning in 2013: Despite challenges both new and old, and an economy that is improved but still not roaring, commissioning firms remain hopeful about the upcoming year. **Consulting – Specifying Engineer**, Oct. 20 2013. Disponível em: <http://www.csemag.com/single-article/the-state-of-commissioning-in-2013/59d059d22656c5bac4dd7a840551585b.html>. Acesso em: 04 jul. 2014.

BUZZETI, R. P.; COUTINHO, I. **Comissionamento: o que é, para que serve e quem faz.** Minas Gerais: Project Management Knowledge Base (PMKB), 29 dez. 2013. Disponível em: <http://pmkb.com.br/comissionamento-o-que-e-para-que-serve-e-quem-faz/> Acesso em: 03 jun. 2014.

CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE (CACX). **California commissioning guide**: existing buildings. Sacramento, California: CACX, 2006, 83 p.

CALIFORNIA COMMISSIONING COLLABORATIVE (CACX). **California commissioning guide**: news buildings. Sacramento, CA: California Commissioning Collaborative, 2006b, 75 p.

CARVALHO, G. S. B. Passo a passo do gerenciamento de projetos. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 2, n. 1, mai. 2007. Disponível em: <http://www.iau.usp.br/gestaodeprojetos/>. Acesso em 20 nov. 2011.

CARVALHO, M. T. M.; SPOSTO, R. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habilitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 207-227, jan./mar. 2012.

CLETO, F. R.; et al. Códigos de práticas: uma proposta de documentos técnicos de referência de boas práticas para a construção de edifícios no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 7-19, abr./jun. 2011.

CLETO, L. T. Comissionamento ainda é pouco usado no Brasil: processo agrega valor ao projeto. [Entrevista a Ana Paula Basile Pinheiro] **Engenharia e arquitetura**. 19 dez. 2012. Disponível em: <http://www.engenhariaearquitetura.com.br/noticias/631/Comissionamento-ainda-e-pouco-usado-no-Brasil.aspx>. Acesso em: 18 jul. 2014.

CLETO, L. T. **O processo de comissionamento**: dentro do programa de certificação LEED. Porto Alegre, RS: ANPRAC, 10 nov. 2010. 31 p. Disponível em: <http://www.anprac.org.br/PDF_PARA_DOW/Processo_de_comissionamento_tomaz.pdf>. Acesso em 02 ago. 2014.

COMMAND COMMISSIONING BRASIL. **Ensuring building designs, installations and efficiencies worldwide**. São Paulo: 2011. Disponível em: http://www.commandcommissioning.com.br/index.htm. Acesso em: 18 jul. 2014.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (CBCS) /SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DE SÃO PAULO (SECOVI-SP). **Condutas de sustentabilidade no setor imobiliário residencial**. 2011. 90 p. Disponível em: <http://www.secovi.com.br/sustentabilidade/caderno-de-sustentabilidade/> Acesso em: 31 mai. 2013.

COSTA, R. S. **Gerenciamento de facilidades em sistema de transporte vertical mecanizado**. 2014. 87p. Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades) – Universidade de São Paulo, Poli Integra, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/683a275fd7dcd0ce00b20b4bcf5913b2.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2015

DAVID, D. Comissionamento ainda é pouco usado no Brasil: processo agrega valor ao projeto. [Entrevista a Ana Paula Basile Pinheiro] **Engenharia e arquitetura**. 19 dez. 2012. Disponível em: <http://www.engenhariaearquitetura.com.br/noticias/631/Comissionamento-ainda-e-pouco-usado-no-Brasil.aspx>. Acesso em: 18 jul. 2014.

DOMINGUES, L. C. F. **Estudo sobre comissionamento de edifícios comerciais monousuários e o gerenciamento de facilidades**. 2008. 85 p. Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Programa de Educação Continuada em Engenharia, São Paulo, 2008.
ENERGY IDEAS CLEARINGHOUSE. **Energy efficiency factsheet**: building commissioning for new buildings. Washington: Washington State University - Extension Energy Program, Oct. 2005. 5 p.

ENGENHEIROS ASSOCIADOS. **Equipamentos e manutenção:** Comissionamento, manutenção e start-up em painéis e cubículos e sistemas 13,8kV (15kV). São Paulo: [20--]. Disponível em: <http://www.engenheirosassociados.com.br/manutencao.php>. Acesso em 18 jul. 2014.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Building commissioning guidelines**. Washington: EPA, Jan. 2009. 60 p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Commissioning security for drinking water utilities**. Washington: EPA, Feb. 2012. 23 p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) b. **General commissioning requirements:** section 01 91 00. Washington: EPA, Dec. 2007. 28 p.

FEYLER, M.; PETERSON, J. Commissioning of mission critical installation. **Engineered Systems** (ES), Troy, USA, Apr. 1 2011. Disponível em: <http://www.esmagazine.com/articles/94652-commissioning-of-mission-critical-installation?v=preview>. Acesso em: 01 fev. 2014.

FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos se edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis**. 2008. 312 p. Tese (Doutorado).- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

GNIPPER, S. F. **Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários.** 2010. 238 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP, 2010.

GONÇALVES, O. M. **Desenvolvimento sustentável** – evolução e tendências dos sistemas hidráulicos prediais. São Paulo, Sinduscon SP, 03 jul. 2013. Palestra, São Paulo, 2013.

GONÇALVES, O. M. **O que é preciso fazer para atender a norma de desempenho parte 6** – parte 6. São Paulo, Sinduscon SP, 04 jul. 2007. Palestra proferida por ocasião do 4. Seminário “Tecnologia de Sistemas Prediais”, São Paulo, 2007.

GRAÇA, M. E. A. **Uma visão antropocêntrica de gerenciamento de facilidades**. Belo Horizonte, SEAC-MG, 08 jul. 2015. Palestra proferida por ocasião do 3. Congresso Infra Belo Horizonte “Facility em Movimento”, Belo Horizonte, 2015.

GRAYS HARBOR COLLEGE. **Commissioning plumbing**: section 22 08 00**.** Washington: Science, math, art and nursing project, May 06 2011. Disponível em: <https://www.ghc.edu/newsarchives/SRG_cd/Specifications_PDFs/22%2008%2000%20Commissioning%20Plumbing.pdf>. Acesso em 13 nov. 2012.

GRONDZIK, W. T. **Principles of building commissioning**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009. 132p.

HOFFMANN. W. C. Comissionamento para projetos sustentáveis. [Entrevista a redação AECweb]. São Paulo: AECweb: notícias, [20--]. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/n/comissionamento-para-projetos-sustentaveis_6259 > Acesso em: 02 ago. 2014.

JESUS, D. D. Commissioning lessons from the field: These are five lessons learned from commissioning projects. Anyone new to commissioning can learn from these tips. **Consulting – Specifying Engineer**, Jun. 22 2014. Disponível em: <http://www.csemag.com/single-article/commissioning-lessons-from-the-field/3353ee9f7daa50a61f839b775a5de423.html>. Acesso em: 04 jul. 2014.

KUHLMAN, T.; FARRIGTON, J. What is sustainability? **Sustainability**, v.2, n.11, p. 3436-3488, 2010.

LEED USER. **NC-v2.2 EAp1:** fundamental commissioning of the building energy systems. Vermont, USA: [20--]. Disponível em: < http://www.leeduser.com/credit/NC-v2.2/EAp1>. Acesso em: 04 jul. 2014.

LYRIO, A.M. et al. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidade no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 26-53, nov. 2009.

LOPES, S. M.B. **Estudo e aplicação do processo de comissionamento a sistemas de ventilação de edifícios**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de ciências e tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, set. 2011.

MAJOR, R. **Building Commissioning**. Washington: General Administration (GA), 2007. 51 p. Apresentação.

MCFARLAND, J. K. Communication in commissioning: An effective commissioning authority must bring far more than technical skills to the project team. Communication skills of all types are key. **Consulting – Specifying Engineer**, Oct. 26 2012. Disponível em: <http://www.csemag.com/single-article/communication-in-commissioning/3ecad68c2e60a0be806780c30220598e.html>. Acesso em: 15 nov. 2012.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos:** atribuições e responsabilidades. São Paulo: AECweb, 26 out. 2007. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/artigo/gerenciamento-de-obras/402/silvio-melhado/coordenacao-de-projetos-atribuicoes-e-responsabilidades.html> Acesso em: 23 nov. 2011.

MELHADO, S. **Gestão de processo de projeto**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012. 124p. Apresentação para ministração das aulas de Gestão do Processo de Projeto do Departamento de Engenharia de Construção Civil.

MELHADO, S.; et al. A gestão de projetos de edificações e o escopo de serviços para coordenação de projetos. **Téchne**, 135 ed., jun. 2008. Disponível em <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/135/a-gestao-de-projetos-de-edificacoes-e-o-escopo-de-286518-1.aspx>. Acesso em 23 nov. 2011.

MILLS, E. **Building Commissioning**: a golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse gas emissions. California: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2009, 59 p. Report Prepared for California Energy Commission, Public Interest Energy Research - PIER, in 21/07/2009.

MOGGE JR., J. W**. Breaking through the first cost barriers of sustainable planning, design, and construction**. 2004. Thesis (PhD) - School of Civil and Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, Georgia, Dec. 2004.

MOLENAAR, K.; VANEGAS, J. A.; MARTINEZ, H. Appropriate Risk Allocation in Design-Build RFPs. In: CONSTRUCTION CONGRESS, 6., 2000, Florida, United States. **Proceedings...** American Society of Civil Engineers, p. 1083-1092.

NASCIMENTO, A. Comissionamento e Qualidade de Instalações Farmacêuticas. **Controle de contaminação**, São Paulo, n. 78, p. 19-20, out. 2005.

NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU (NEBB). **Procedural standards for retro-commissioning of existing buildings.** 1st ed. Maryland: NEBB, Mar. 2009b. 65p.

NATIONAL ENVIRONMENTAL BALANCING BUREAU (NEBB). **Procedural standards for whole building systems commissioning of new construction.** 3th ed. Maryland: NEBB, Feb. 2009a. 163p.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES (NIBS). **NIBS Guideline 3-2012**: building enclosure commissioning process BECx. Washington, DC: NIBS, Apr. 25 2012. 336 p.

NEVES, F. L. L. Comissionamento ainda é pouco usado no Brasil: processo agrega valor ao projeto. [Entrevista a Ana Paula Basile Pinheiro] **Engenharia e arquitetura**. 19 dez. 2012. Disponível em: <http://www.engenhariaearquitetura.com.br/noticias/631/Comissionamento-ainda-e-pouco-usado-no-Brasil.aspx>. Acesso em: 18 jul. 2014.

NOVVA SOLUTIONS. **Comissionamento**. São Paulo: 2013. Disponível em: <http://www.novvasolutions.com/#!comissionamento/cdxf>. Acesso em: 18 jul. 2014.

OTEC. **Comissionamento**. São Paulo: 2012. Disponível em: <http://www.otec.com.br/17-0/servicos/engenharia-de-sistemas-prediais/comissionamento>. Acesso em: 18 jul. 2014.

PARSLOE, C. **Commissioning water systems**. BSRIA. The Building Services Research and Information Association. Berkshire, UK: Image Data, Sep. 2010. 82p.

PETROBRAS. Manual de gestão da engenharia: implantação de empreendimentos: comissionamento. **Rev. H. PETROBRÁS**, v. 2, c. 15, 20 p., 09 ago. 2010.
PINHEIRO. A. P. B. Comissionamento ainda é pouco usado no Brasil: processo agrega valor ao projeto. **Engenharia e arquitetura**. 19 dez. 2012. Disponível em: <http://www.engenhariaearquitetura.com.br/noticias/631/Comissionamento-ainda-e-pouco-usado-no-Brasil.aspx>. Acesso em: 18 jul. 2014.

POLITO, A. G. **Michaelis moderno dicionário da língua portuguesa**. 1. ed. Brasil: Melhoramentos, 2004. 2268 p.

PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC. (PECI) **Establishing commissioning costs**: new construction commissioning costs. California, Pacific Northwest, Southwest, Central, Southeast, Northeast, Canada: PECI, 10 p. Feb. 14 2002. Disponível em <http://www.peci.org/sites/default/files/peci_newconcx1_1002.pdf>. Acesso em 21 jul. 2014.

RODRIGUES, M. S. **O processo de comissionamento**: ASHRAE Guideline 0-2005. Porto Alegre, RS: ANPRAC, 10 nov. 2010. 27 p. Disponível em: <http://www.anprac.org.br/PDF_PARA_DOW/Processo_de_comissionamento.pdf>. Acesso em 02 ago. 2014.

ROZGUS, A. Breathing life into commissioning. **Consulting – Specifying Engineer**, Illinois, oct. 2012. Disponível em: <http://www.csemag.com/single-article/breathing-life-into-commissioning/774a9faa0ed4a3bc09701e1ad5d6b05e.html>. Acesso em 02 ago. 2014.

SAES, F. Comissionamento em Edificações. **Revista Infra**, São Paulo, 77. ed., 23 jun. 2006. Disponível em: <http://www.revistainfra.com.br/portal/Textos/?Entrevistas/8019/Comissionamento-em-edificaçoes->. Acesso em: 17 nov. 2012.

SALGADO, M. S.; CHATELET, A.; FERNANDEZ, P. Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 81-99, out./dez. 2012.

SOARES, A. M. **Processo de comissionamento em instalações industriais**. Rio de Janeiro: Fundação de apoio ao Centro Federal de Educação Tecnológica, [2012]. 62 p.

STANNUS, W. S.; PRICE, B. **Integrated systems commissioning**. Victoria, Australia: A. G. Coombs, Feb. 2005. 8 p. Disponível em http://www.agcoombs.com.au/downloads/white_papers/Integrated%20Systems%20Commissioning.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2014.

TEREZA, M.; CARVALHO, M.; SPOSTO, R. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.12.n. 1, p. 207-225, jan./mar. 2012.

U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. **Additional project costs**. Washington: GSA Public Service, Apr. 2015. Disponível em: < http://www.gsa.gov/portal/content/101960>. Acesso 04 jul. 2015

U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. **Define owner´s project requirements with the customer agency**. Washington: GSA Public Service, Nov. 2014. Disponível em: < http://www.gsa.gov/portal/category/21600>. Acesso 04 jul. 2015.

U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. **Design stage**. Washington: GSA Public Service, Nov. 2014a. Disponível em: < http://www.gsa.gov/portal/category/21069>. Acesso 04 jul. 2015.

U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. **Develop preliminary commissioning plan**. Washington: GSA Public Service, Apr. 2015a. Disponível em: < http://www.gsa.gov/portal/category/21067>. Acesso 04 jul. 2015.

U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. **Identify commissioning team**. Washington: GSA Public Service, Apr. 2015b. Disponível em: < http://www.gsa.gov/portal/category/21599>. Acesso 04 jul. 2015.

U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. **Planning stage**. Washington: GSA Public Service, Apr. 2015c. Disponível em: <http://www.gsa.gov/portal/category/21066>. Acesso 04 jul. 2015.

U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. **The building commissioning guide**. Washington: GSA Public Service, Apr. 2005. 84 p.

VALENTE, C. **RE: Dissertação.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: christiannesf@ig.com.br em 17 de set. 2015.

VANEGAS, J. A. Road map and principles for built environment sustainability. **Environmental Science & Technology,** Atlanta, Georgia, v. 37, n. 23, p. 5363-5372, 2003.

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE PROJECT MANAGEMENT COMMITTEE (WBDG). **Building commissioning**. Washington, DC: WBDG – National Institute of Building Sciences, Jun. 11 2012a. Disponível em: <http://www.wbdg.org/project/buildingcomm.php>. Acesso em: 24 ago. 2012.

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE PROJECT MANAGEMENT COMMITTEE (WBDG). **Determine project performance requirements.** Washington, DC: WBDG – National Institute of Building Sciences, Nov. 30 2014a. Disponível em: <http://www.wbdg.org/project/perform_req.php>. Acesso em 15 dez. 2014.

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE PROJECT MANAGEMENT COMMITTEE (WBDG). **Document compliance and acceptance.** Washington, DC: WBDG – National Institute of Building Sciences, Nov. 06 2012c. Disponível em: <http://www.wbdg.org/project/doc_comp.php>. Acesso em 15 nov. 2012.

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE PROJECT MANAGEMENT COMMITTEE (WBDG). **Plan the commissioning process.** Washington, DC: WBDG – National Institute of Building Sciences, Jun. 11 2012b. Disponível em: <http://www.wbdg.org/project/buildingcomm.php>. Acesso em: 24 ago. 2012.

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE PROJECT MANAGEMENT COMMITTEE (WBDG). **Plan the commissioning process.** Washington, DC: WBDG – National Institute of Building Sciences, Out. 30 2014b. Disponível em: <http://www.wbdg.org/project/plan_comm_process.php >. Acesso em: 15 dez. 2014.

WU, P.; LOW, S. P. Project management and green buildings: lessons from the rating systems. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, American Society of Civil Engineers, v. 136-2, Apr. 2010.

YAMADA, M. **RE: Norma de comissionamento.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: christianne@usp.br em 20 de ago. 2014.

CHRISTIANNE DOS SANTOS FIGUEIREDO ISHIDA

# MODELO CONCEITUAL PARA COMISSIONAMENTO DE SISTEMAS PREDIAIS

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para programa de mestrado em Engenharia

São Paulo
2015