



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

Comissionamento de Edifícios Novos

André Francisco Gomes Ribeiro

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil

Júri

Presidente: Prof. Francisco Loforte

Orientador: Prof. Luís Alves Dias

Co-Orientador: Eng. Nuno Almeida

Vogais: Prof. Manuel Fonseca

Outubro 2008

Agradecimentos

A todas as pessoas que tornaram possível e contribuíram directa ou indirectamente para o êxito deste trabalho, quero expressar o meu mais sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador Professor Luís Alves Dias e co-orientador Engenheiro Nuno Almeida pela disponibilidade, atenção e motivação demonstrada ao longo destes meses, sem as quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Gostaria também de agradecer a todos meus colegas e amigos que sempre me acompanharam no percurso académico, realçando os que mais estiveram presentes no último semestre e ajudaram no desenvolvimento desta dissertação, entre eles o Tiago Filipe, Nuno Cruz, António Andrade, João Freire, Mariana Baião e Ana cesteiro.

Um agradecimento especial aos meus pais que sempre me acompanharam e apoiaram ao longo da minha vida.

Resumo

As necessidades de utilização dos edifícios têm aumentado ao longo do tempo. Pretende-se hoje que um edifício responda de modo eficiente, económico e com segurança às diversas situações a que está sujeito. Deste modo a presente dissertação pretende contribuir para a melhoria da qualidade na construção dos edifícios nomeadamente ao nível do seu desempenho e eficiência.

O comissionamento de edifícios é um processo sistemático para assegurar, através da verificação e documentação, que o desempenho exigido pelo dono de obra ou pelos utilizadores é atingido e mantido. A nível nacional, contudo não existem ainda metodologias finais de implementação deste processo e a presente dissertação explora a possibilidade de transpor para a realidade nacional algumas das práticas de comissionamento que vêm sendo desenvolvidas a nível internacional.

Assim, este trabalho visa primeiramente explicar o conceito de comissionamento e os benefícios que este transporta para o sector da construção, bem como identificar e propor o desenvolvimento das diferentes fases do processo de comissionamento. Por outro lado, introduz também o conceito de entidades que podem concretizar o comissionamento de um empreendimento bem como as principais funções dessas mesmas entidades e o relacionamento dessas funções com outras entidades que existem actualmente a nível nacional (ex: fiscalização).

Da investigação realizada conclui-se que o comissionamento de edifícios acrescenta valor ao edificado e apresenta-se como uma mais-valia para todas as partes envolvidas no projecto. Destaca-se como um processo bastante interventivo ao nível da eficiência energética dos edifícios, contribuindo também para um edifício com documentação organizada e operadores com treino especializado para a utilização e manutenção dos equipamentos em uso.

Palavras-Chave: Comissionamento de edifícios, Desempenho, Eficiência, Qualidade.

Abstract

The utilization needs of buildings are increasing over time. Nowadays there is demand for an efficient, economic and a safety answer to all the different situations that a building is facing with. Therefore the purpose of this dissertation is to contribute to enhance the quality of the construction of new buildings particularly to the performance and efficiency of buildings.

Building commissioning is a systematic process of assuring by verification and documentation that the building performance required by the building owner or the users is reached and maintained. Regarding to the national level, there aren't any methodologies of implementation of this process and this thesis explore the possibility to bring to the national reality some of the best international commissioning practices that had been developed.

Thus, this work firstly explain the commissioning concept and the benefits that it brings to the construction sector, secondly it identify and propose the development of the different phases of building commissioning process. On the other hand, it introduces the concept of the authorities that can do building commissioning as well as the main activities of the commissioning authority and the relationship with other authorities that exist nowadays at national level (ex: inspection).

From the investigation done is concluded that building commissioning enhance the building economic value and it represent a win-win situation for all the stakeholders. Commissioning is also a process with an important role regarding to the energy efficiency and it contribute to a building with better organized documentation and workers with specialized training to maintain and operate the equipments.

Key-words: Building-Commissioning, Performance, Efficiency, Quality

Índice

Resumo	ii
Abstract	iii
Índice de quadros	vi
Índice de figuras	vi
Abreviaturas	vii
1. Introdução.....	1
1.1 Âmbito da investigação	1
1.2 Objectivos da investigação.....	2
1.3 Justificação do tema da investigação	2
1.3.1 Considerações genéricas.....	2
1.3.2 Consideração sobre a eficiência energética dos edifícios em Portugal	4
1.4 Metodologia da investigação.....	6
1.5 Estrutura da dissertação	7
2. Conceito de Comissionamento	8
2.1. Definição e enquadramento do conceito do comissionamento	8
2.2. Benefícios do comissionamento de edifícios	11
2.3. Estado do comissionamento de edifícios a nível internacional.....	15
2.4. Equipa de comissionamento	17
2.4.1 Responsabilidades dos membros da equipa	17
2.4.2 Modelos de comissionamento.....	19
2.5. Fases de Comissionamento.....	23
2.5.1. Planeamento.	24
2.5.2. Preparação	25
2.5.3. Implementação	26
2.5.4. Pós-Construção (Garantia)	27
2.6 Gestão do Processo de Comissionamento.....	29
2.6.1 Comunicação.....	29
2.6.2 Planeamento	30
2.6.3 Controlo de Qualidade	30
2.6.4 Documentação	31
2.6.5 Encerramento do projecto	31
3. Identificação das funções da Entidade de Comissionamento	32
3.1 Planeamento do comissionamento	35
3.2 Desenvolvimento dos testes	36
3.2.1 Certificações obrigatórias para edifícios novos.....	42

3.2.2 Equipamentos para a realização dos testes funcionais.....	45
3.3 Organização dos manuais de O&M	48
3.4 Treino dos operadores	49
3.5 Finalização do empreendimento	50
4. Considerações finais	51
4.1 Conclusões.....	51
4.2 Desenvolvimentos futuros	52
Referências Bibliográficas.....	54
ANEXO A – Lista de Verificação de Equipamentos (Checklist).....	57

Índice de quadros

Quadro 1 - Responsabilidades dos membros da equipa de comissionamento.....	18
Quadro 2 - Custos do Comissionamento para novas construções.....	24
Quadro 3 – Fases e sub-processos do Comissionamento	27
Quadro 4 - Funções da fiscalização.....	32
Quadro 6 - Principais actividades da Entidade de Comissionamento	34
Quadro 7 - Estrutura do plano de comissionamento.....	35
Quadro 8 - Informação a constar no programa de testes	37
Quadro 9 - Ficha Geral, Parte Comum do Edifício de Habitação	39
Quadro 10 – Ficha Geral, Parte Privada do Edifício de Habitação.....	41
Quadro 11 - Informação nos manuais de O&M	48
Quadro 12 - Tópicos sugeridos para treino de operadores	50

Índice de figuras

Figura 1 - Repartição do consumo de energia no sector doméstico	6
Figura 2 - Enquadramento do Comissionamento durante o ciclo de realização de um edifício.	11
Figura 3 – Razões apresentadas para o Comissionamento de novos edifícios.....	13
Figura 4 - Impactos do comissionamento nos edifícios.	14
Figura 5- Modelo 1, Entidade de comissionamento interna ao Dono de obra.....	22
Figura 7 - Modelo 3, Entidade de comissionamento totalmente independente.....	22
Figura 6 - Modelo 2, Entidade de comissionamento independente e parte do Controlo Técnico	22
Figura 8 - Fases do processo de comissionamento	23
Figura 9 - Distribuição dos custos de comissionamento.....	25
Figura 10 - Processo de comissionamento.....	28
Figura 11 - Resumo da entrada em vigor do SCE (ADENE)	44
Figura 12 - Aparelho de teste de sistema eléctrico.....	46
Figura 13 - Câmara termográfica, modelo TiR.....	46
Figura 14 – Aparelho Fluke 975.....	47
Figura 15 - Aparelho Fluke 971	47
Figura 16 - Aparelho Fluke 983.....	48

Abreviaturas

(ADENE) Agência para a Energia

(ASHRAE) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

(AVAC) Sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado

(BCA) Building Commissioning Association

(Cx) Comissionamento

(CCP) Código de Contratação Pública

(DGE) Direcção Geral da Energia

(DO) Dono de obra

(FTH) Ficha Técnica da Habitação

(IS) Instalações Sanitárias

(SCE) Sistema de Certificação Energética e Qualidade do ar Interior

(O&M) Operação e Manutenção

1. Introdução

1.1 Âmbito da investigação

Esta dissertação enquadra-se no âmbito de um estudo em desenvolvimento pelo grupo de Organização e Gestão da Construção do DeCivil do Instituto Superior Técnico. O objecto de estudo do presente trabalho são os edifícios novos, em particular os edifícios comerciais, de escritórios e residenciais, uma vez que o tema em causa é, em geral, semelhante nestes edifícios. O assunto em estudo é o comissionamento de edifícios, sendo este um processo que tem o objectivo garantir um desempenho adequado do edifício para o qual este é concebido, de modo a que sejam satisfeitas todas as necessidades do proprietário e dos seus utilizadores.

No âmbito deste trabalho, o conceito de desempenho está associado com o que é exigido durante a sua vida útil e o modo como este satisfaz os requisitos solicitados. Especificamente, o presente trabalho foca nas seguintes exigências de desempenho:

Funcional

Descreve e avalia actividades e processos específicos de utilização que pode ser desempenhados no edifício. Está intimamente ligado com as necessidades dos utilizadores, visitantes e comunidade em geral.

Económico

Avalia a tendência do rendimento a nível imobiliário, bem como os custos inerentes às fases de planeamento, projecto, construção e manutenção.

Social

Descreve e avalia o desempenho do edifício em questões relacionadas com a saúde, conforto e segurança dos utilizadores e outros.

Gestão

Descreve e avalia o desempenho global do edifício através da qualidade dos processos que envolvem todas as fases do seu ciclo de vida.

Podem-se considerar contudo outras exigências de desempenho como por exemplo o desempenho técnico, que descreve as características estruturais e outras de cariz técnico, e o desempenho ambiental, que avalia as características do edifício no que respeita à sua inserção no ambiente a que a nível local que global. Dadas as particularidades destas duas categorias de desempenho, estas excluem-se do âmbito da investigação.

1.2 Objectivos da investigação

O principal objectivo do desenvolvimento deste estudo é a contribuição para a melhoria da actividade da construção em Portugal, nomeadamente no que se refere ao desempenho e à garantia da funcionalidade dos edifícios. Para tal esta dissertação visa dar um contributo para a adaptação do conceito de comissionamento aos empreendimentos promovidos a nível nacional, sistematizando e organizando a informação existente sobre o assunto num formato que possa suportar o desenvolvimento de um modelo de comissionamento de edifícios novos em Portugal. Pretende-se com este trabalho, inicial nesta área da construção, alertar todas as partes interessadas para os benefícios do processo de comissionamento de edifícios bem como contribuir para futuros desenvolvimentos nesta área, que, em Portugal, carece de investigação.

1.3 Justificação do tema da investigação

1.3.1 Considerações genéricas

Actualmente existe o cuidado de produzir edifícios com qualidade, particularmente refere-se o conforto térmico como também acústico e ambiental, a funcionalidade do edifício ao nível da sua utilização e documentação, a segurança dos utilizadores e a sustentabilidade do edifício, sendo que estas exigências estão continuamente a aumentar. Deste modo a presente dissertação justifica-se na medida em que cada vez mais existe a necessidade de produzir edifícios mais sustentáveis, eficientes e eficazes, e de garantir que todos os subsistemas e equipamentos funcionam de modo optimizado. Tal permite melhorar as condições ambientais e de conforto dos seus utilizadores aumentando a sua produtividade e maximizando o retorno financeiro para os investimentos neste importante segmento da indústria da construção – os edifícios.

Muitas vezes os edifícios não alcançam um desempenho óptimo, mesmo que se respeitem todos os regulamentos e documentação técnica obrigatória actualmente em vigor e existam normas ou outros documentos técnicos de implementação voluntária que apoiem essa optimização. Uma importante razão para este problema é o facto de muitos edifícios serem construídos com base nos projectos de execução, ou mais grave ainda, em projectos incompletos que foram desenvolvidos para o efeito de licenciamento camarário sem que se implementem processos que permitam identificar e corrigir eventuais erros ou otimizar as soluções técnicas preconizadas naqueles projectos, bem como a falta de testes de desempenho ao edifício.

Um contributo para a resolução destes problemas é a incorporação do processo de comissionamento, designadamente através da realização de testes de desempenho apropriados aos edifícios e organização da sua documentação mais relevante. O comissionamento permite identificar e posteriormente corrigir problemas relacionados com o desempenho do edifício de modo a garantir que este começa o seu ciclo de vida com uma operacionalidade otimizada. Pretende-se assim que o utilizador final possa usufruir de um edifício que se apresenta, desde o início da sua utilização, funcional, económico e com qualidade.

O termo comissionamento está associado à construção de empreendimentos como um processo de garantir que os mesmos (designadamente edifícios novos) atingem e mantêm ao longo do tempo o desempenho desejado. Um edifício consiste em diferentes subsistemas e elementos que necessitam de ser comissionados e, para uma maior simplicidade, estes costumam ser avaliados individualmente mas é necessário ter em conta que muitos deles interagem. Deste modo, por exemplo, o comissionamento deve não só identificar os benefícios energéticos e não energéticos associados ao aumento de desempenho de cada componente individualmente, mas também a sua interacção com todo o edifício.

Actualmente em Portugal é feita apenas uma vistoria para a recepção provisória da obra e posteriormente outra para a sua recepção final, no caso de obras públicas. Segundo o novo Código de Contratação Pública ¹(CCP), esta vistoria tem como finalidade:

a) Verificar se todas as obrigações contratuais e legais do empreiteiro estão cumpridas de forma integral e perfeita,

b) Atestar a correcta execução do plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição, nos termos da legislação aplicável.

Deste modo a vistoria verifica o funcionamento de um edifício em conformidade com o seu projecto, o que difere do conceito de comissionamento pois este tem como objectivos assegurar a qualidade e o desempenho óptimo do edifício, requeridos pelo dono de obra, e não apenas o seu funcionamento. O processo de comissionamento, organizado e formalizado, ainda não é uma actividade típica da construção de novos edifícios nem é utilizado como um meio para otimizar o desempenho de um edifício, uma vez que é ainda uma actividade muito pouco divulgada em Portugal e não existem orientações para o mesmo. Esta dissertação tem como principal contributo colmatar esta lacuna.

O comissionamento deve estar integrador no processo de construção para assegurar que os donos de obra recebem edifícios que justificam o investimento realizado. Infelizmente, a maior

¹ Artigo 394, Decreto-Lei n.º 18/2008 de 29 de Janeiro de 2008.

parte dos actuais edifícios não foi sujeita a qualquer tipo de comissionamento planeado e portanto o seu desempenho poderá estar abaixo do seu potencial. No entanto, estes edifícios podem ainda a vir ser comissionados como mais à frente se explica.

Apresenta-se de seguida alguns factores que tradicionalmente suportam a necessidade do comissionamento (U.S. GSA Building Commissioning Guide, 1998):

- Complexidade dos subsistemas e aumento da especialização,
- Melhorar a comunicação e coordenação entre diferentes equipas do projecto,
- Conflitos entre especificações e códigos aplicáveis,
- Falta de testes funcionais e inadequada documentação,
- Falta de treino dos operadores e inadequados manuais de O&M,
- Vários problemas de acessibilidade e manutenção.
- Aumento da eficiência energética dos edifícios.

Por último refira-se um estudo internacional (Piette, M. A., Nordman, B., 1996) de 60 edifícios concluiu que mais de metade dos edifícios sofriam de problemas de controlo de temperatura e cerca de 40% dos mesmos tinham problemas com os equipamentos de aquecimento ventilação e ar condicionado (AVAC). Foi concluído ainda que em um terço dos edifícios os sensores não funcionavam correctamente e em cerca de 15% dos edifícios existia a falta de equipamento especificado. Dado este resultado, nota-se a importância do processo de comissionamento de edifícios no desenvolvimento dos testes funcionais e na garantia da funcionalidade dos equipamentos.

1.3.2 Consideração sobre a eficiência energética dos edifícios em Portugal

O sector dos edifícios é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO₂ – quase a totalidade do compromisso da UE no âmbito do Protocolo de Quioto (Agência para a Energia - ADENE).

A promoção de soluções construtivas mais sustentáveis, nomeadamente através de uma maior eficiência energética dos edifícios, é hoje apontada como uma solução que deve continuar a ser promovida dado os elevados benefícios que potencia. A construção sustentável deve ser entendida como o contributo deste sector para a prossecução dos objectivos do desenvolvimento sustentável, ou seja, “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do

presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”².

A aplicação dos princípios de sustentabilidade a projectos do sector imobiliário e da construção – no que se refere ao edificado – requer uma visão global e integrada de todo o ciclo de vida de um edifício. O objectivo é a criação e desenvolvimento de edifícios que integram, desde a sua concepção, uma estratégia que considere os aspectos sociais, ambientais e económicos.

Dado que o desempenho final de um edifício decorre das práticas implementadas nas várias fases do ciclo de vida, as boas práticas devem estar presentes nas fases de planeamento, projecto, construção/renovação, operação/manutenção e desactivação/demolição. Assim sendo, o comissionamento de edifícios pretende também contribuir activamente para a criação de edifícios energeticamente mais sustentáveis através de um processo implementado a partir da fase de planeamento do edifício até ao final da sua construção, podendo posteriormente ser desenvolvido novamente para assegurar a continuação do desempenho desejado.

O comissionamento de edifícios tem, também, elevada importância no que respeita ao consumo energético dos edifícios. Em Portugal há cerca de 3,3 milhões de edifícios, correspondendo a um conjunto de actividades de grande importância económica para o país, o seu consumo de energia representa cerca de 22% do consumo de energia final do país (residencial com 13% e os serviços com 9%) (Eficiência Energética nos Edifícios, 2002). Através do processo de comissionamento pretende-se desenvolver edifícios mais sustentáveis e portanto com menor consumo de energia uma vez que o desempenho destes é melhorado.

No sector residencial o crescimento médio anual do consumo de energia situa-se nos 3,7% entre 1990 e 2000 sendo que os consumos de energia distribuem-se aproximadamente da seguinte forma: cozinhas e águas quentes sanitárias 50%, iluminação e equipamentos 25%, aquecimento e arrefecimento 25% (Direcção Geral da Energia – DGE).

² Adaptado de Brundtland Commission. Our Common Future (The Brundtland Report), World Council on Sustainable Development (WCSD), Oxford: OU, 1987

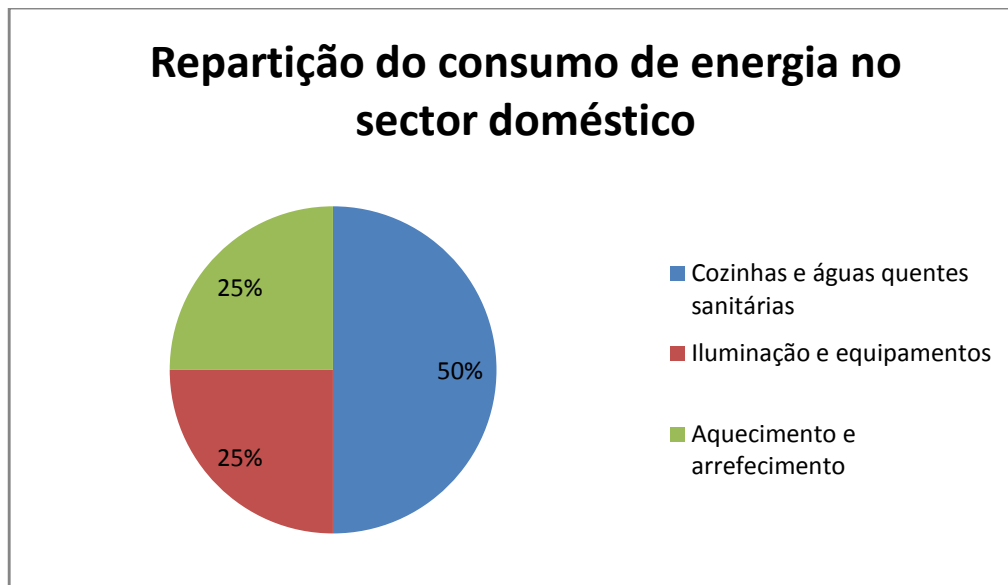


Figura 1 - Repartição do consumo de energia no sector doméstico³

São, portanto, estas as áreas principais de intervenção do processo de comissionamento referente à eficiência energética nos edifícios residenciais.

O sector dos serviços apresentou na mesma década, (1990-2000) um crescimento do consumo de energia mais elevado, cerca de 7,1% em média ao ano (DGE). Neste tipo sector existe uma maior heterogeneidade no consumo de energia dependendo do tipo de edifício em causa sendo mais difícil de classificar a sua repartição globalmente.

1.4 Metodologia da investigação

No desenvolvimento do presente estudo foi recolhida e analisada bibliografia nacional e internacional existente sobre o tema, foi também efectuada uma análise comparativa dos diversos processos de comissionamento encontrados, particularmente nos EUA, e consultada ainda legislação portuguesa sobre diferentes actividades no sector da construção. Parte da bibliografia consultada foi recolhida através de sítios oficiais e governamentais na internet.

Neste estudo procede-se à reunião de informação relevante para o desenvolvimento de um modelo de comissionamento eficaz e à descrição sistematizada do processo de comissionamento de edifícios e das suas diferentes fases, realçando a importância e os benefícios que este processo pode trazer para as diversas partes interessadas. Apresentam-se também diversos modelos de inserção da equipa de comissionamento num empreendimento e distinguem-se as diferentes funções desta entidade.

³ Adaptado de “Eficiência Energética nos Edifícios”, 2002.

1.5 Estrutura da dissertação

Esta dissertação desenvolve-se por 4 capítulos. No primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema da investigação realçando a necessidade de implementação do processo de comissionamento.

No segundo capítulo são identificados os diferentes conceitos de comissionamento de edifícios, são apresentados os diversos benefícios que advém da sua implementação, é identificada a equipa de comissionamento e descritas as suas responsabilidades e a sua inserção na construção de um empreendimento. Neste capítulo constam ainda a descrição das diversas fases de comissionamento a decorrer numa obra e as actividades daí decorrentes.

No terceiro capítulo são apresentadas e descritas detalhadamente as principais funções da entidade de comissionamento.

No quarto capítulo apresentam-se as considerações finais e estudos futuros no âmbito desta dissertação.

2. Conceito de Comissionamento

2.1. Definição e enquadramento do conceito do comissionamento

Para uma adequada compreensão do conceito de comissionamento importa definir previamente o que se entende por edifício. Um edifício consiste num sistema complexo, composto por vários subsistemas com funções distintas, que estabelecem relações intrínsecas entre si e que devem satisfazer os requisitos regulamentares (Junior, Neto e Simões 2006). Definem-se ainda subsistemas do edifício como partes integrantes do mesmo, ou seja, estrutura, paredes, cobertura, instalações entre outros.

Historicamente referia-se o termo “comissionamento” ao processo pelo qual o subsistema AVAC, em particular, era testado e equilibrado de acordo com os requisitos estabelecidos pelo dono do edifício. Embora os primeiros guias de comissionamento tenham sido constituídos na segunda metade dos anos 80, a actividade de comissionamento teve início na década de 70 nos E.U.A e no Reino Unido (Nakahara, 2003). Hoje devido a maiores exigências de conforto, eficiência e qualidade dos edifícios, o comissionamento passa pela integração de todos os subsistemas no desempenho de um edifício tendo impacto sobre a funcionalidade, sustentabilidade, produtividade, segurança e bem-estar dos utilizadores. Esta abordagem de comissionamento é também definida em alguma literatura como comissionamento total de edifícios, no entanto no âmbito desta dissertação utiliza-se a apenas expressão comissionamento para referir o comissionamento de todo o edifício.

Existem diferentes conceitos de comissionamento de edifícios que importa definir, os quais se podem agrupar da seguinte forma: i) comissionamento, ii) retro-comissionamento e iii) recomissionamento. Para clarificar os diferentes conceitos de comissionamento, estes são explicados seguidamente:

i) Comissionamento

A definição de Comissionamento (Building Commissioning) pela Conferência Nacional de Comissionamento de Edifícios (National Conference of Building Commissioning) é a seguinte (Energy Design Resources, “The Building Commissioning Guide”, Abril 2005):

“Processo sistemático para assegurar através da verificação e documentação, desde a fase de concepção até ao mínimo de um ano após a construção, que todos os subsistemas funcionam interactivamente de acordo com a documentação do projecto e objectivos de

*dimensionamento, e de acordo com a necessidades operacionais do dono do edifício, incluindo a preparação das pessoas da operação”.*⁴

Também, segundo a Associação de Comissionamento de Edifícios (*Building Commissioning Association, BCA*) e a Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE*) o comissionamento de edifícios é um processo pelo qual se assegura que os subsistemas estão dimensionados, instalados, testados funcionalmente e capazes de ser operados e mantidos de acordo com as necessidades operacionais do dono do edifício ou dos utilizadores (U.S. Department of Energy).

O comissionamento é, portanto, um processo sistemático que ajuda a melhorar o desempenho e garante a qualidade do edifício reduzindo os seus custos de operação e manutenção, melhora a sua eficiência energética e não energética e aumenta a segurança, conforto e saúde dos seus utilizadores. O processo de comissionamento visa também validar e documentar que o desempenho de todo o edifício e que os seus subsistemas estão de acordo com o programa preliminar e os requisitos do dono do edifício, bem como garantir o treino necessário aos operadores de modo a que estes continuem a operar dos equipamentos do edifício do modo eficaz mantendo um elevado desempenho.

ii) Retro-Comissionamento

O termo retro-comissionamento é aplicado quando se pretende comissionar um edifício existente mas que nunca foi comissionado. É um processo independente que ocorre depois da construção e ocupação do edifício e que geralmente tem como objectivo o aumento da eficiência do edifício e dos seus equipamentos, identificando e corrigindo erros existentes. Tal como o comissionamento de um edifício, o retro-comissionamento é um processo que pretende otimizar e assegurar o funcionamento dos subsistemas e dos equipamentos. Os objectivos da aplicação deste processo podem variar consoante as necessidades do dono do edifício, do orçamento e das condições dos equipamentos. (Haasl,T., Sharp,T., 1999)

iii) Recomissionamento

O recomissionamento de um edifício apenas pode ocorrer quando, em algum momento passado, o edifício foi comissionado. Uma vez que um edifício tenha sido comissionado ou retro-comissionado, como definido anteriormente, o recomissionamento periódico assegura que os resultados originais persistem ou são melhorados. Deste modo, o recomissionamento é um evento periódico que reaplica os testes de comissionamento iniciais de modo a manter o edifício a operar de acordo com as necessidades dos utilizadores. Idealmente o

⁴ *“Systematic process of assuring by verification and documentation, from the design phase to a minimum of one year after construction, that all facility systems perform interactively in accordance with the design documentation and intent, and in accordance with the owner’s operational needs, including preparation of operation personnel”.*

recomissionamento deve ocorrer em períodos de 3 a 5 anos, contudo, a sua frequência depende da complexidade dos subsistemas envolvidos e das necessidades dos seus ocupantes, (Haasl,T., Sharp,T., 1999) e sempre que uma nova utilização seja dada ao edifício.

As diferentes actividades de comissionamento acima mencionadas partilham o mesmo objectivo: produzir edifícios que vão ao encontro das necessidades do dono de obra e dos seus utilizadores, que operem eficientemente, que providenciem um ambiente seguro e confortável e que sejam mantidos e operados por pessoas bem treinadas para esse efeito. Para um processo comissionamento eficaz é requerida uma participação activa de todas as partes interessadas, ou seja, as equipas de arquitectura e engenharia, do empreiteiro, de comissionamento e também do dono da obra. Os requisitos de comissionamento devem ser apropriados à dimensão do projecto em causa, à sua complexidade e à estratégia de gestão de risco do proprietário uma vez que edifícios mais complexos requerem maior atenção relativamente ao processo de comissionamento.

O comissionamento de um edifício deve ser organizado por subsistemas e equipamentos. Agrupar um edifício por subsistemas ajuda à compreensão de todo o seu funcionamento e facilita a organização do processo de comissionamento. No decorrer deste processo parâmetros chave sobre os testes efectuados a todos os subsistemas e equipamentos, garantindo que estes funcionam com o melhor desempenho para o que foram previstos, são documentados e organizados para serem mais tarde apresentados no Relatório de Comissionamento. Neste documento constam também informações relevantes sobre a equipa de comissionamento, treino dos operadores para a utilização dos equipamentos e sobre a sua manutenção.

Idealmente, na construção de um novo edifício o comissionamento deve começar na fase inicial do projecto, deste modo a entidade de comissionamento pode trabalhar mais cedo em conjunto com a equipa de projecto e familiarizar-se com os objectivos e requisitos do projecto desde o início. O comissionamento pode também iniciar-se apenas na fase de construção ou quando esta já está acabada, uma vez que a fase mais importante do comissionamento é a sua implementação, baseada em testes aos subsistemas do edifício, treino de operadores e organização de manuais, esta fase ocorre durante e após a construção do edifício. No entanto, se o processo começar na fase de concepção os benefícios de custo-eficácia serão maiores, dado que o início tardio do comissionamento dificulta o processo de documentação do edifício, a identificação dos erros de concepção e o desenvolvimento e condução dos testes funcionais, podendo deste modo o potencial do comissionamento pode estar comprometido. A Figura 2 apresenta o enquadramento do comissionamento na realização de uma obra.



Figura 2 - Enquadramento do Comissionamento durante o ciclo de realização de um edifício

2.2. Benefícios do comissionamento de edifícios

Independentemente dos cuidados na fase de concepção de um edifício, se os subsistemas e equipamentos não estiverem instalados e a operar devidamente, o edifício não terá um desempenho adequado. É fundamental que, para operações eficazes, os subsistemas e os seus equipamentos sejam fiáveis, trabalhem eficazmente e que existam operadores com o conhecimento e recursos necessários para a sua operação e manutenção.

O comissionamento como um processo, mais do que como medida prescritiva, adapta-se para ir ao encontro das necessidades únicas de cada proprietário ou futuros utilizadores. Um dos maiores benefícios mencionados (U.S. General Services Administration, U.S. Department of Energy) é o aumento da eficiência global do edifício, essa eficiência é alcançada através de melhores desempenhos de determinadas particularidades do edifício. Entre elas estão o i) aumento do desempenho do edifício e dos seus equipamentos, ii) aumento da qualidade do ar interior (QAI) e conforto, iii) treino dos operadores iv) ganhos energéticos v) identificação e mitigação dos defeitos do edifício, benefícios estes que se passam a explicar com maior detalhe.

i) Melhor desempenho do edifício e dos equipamentos.

Através do comissionamento é confirmado que os subsistemas do edifício e os seus equipamentos funcionam de modo otimizado. Equipamentos que funcionam correctamente

trabalham com melhor fiabilidade, têm maior longevidade e requerem também menores reparações durante a sua vida útil. Deste modo os equipamentos consomem menos energia, o que leva a um edifício mais sustentável, e os custos de manutenção associados são inferiores.

ii) Aumento da QAI e conforto.

A relação entre conforto e produtividade é conhecida, utilizadores que se sintam confortáveis são geralmente considerados como mais produtivos. Quando os utilizadores de um edifício se queixam do desconforto os custos adicionais e a perda de produtividade é significativa. O comissionamento de edifícios pode ser usado para evitar despesas e perdas de produtividade associadas à fraca qualidade do ar interior e desconforto dos colaboradores, uma vez que o comissionamento assegura que o sistema de AVAC, se existir, está instalado e a operar correctamente. Edifícios comissionados tendem a ter menores problemas relacionados com o conforto dos utilizadores.

iii) Treino dos operadores

Através do processo de comissionamento os operadores são treinados de modo a que saibam utilizar e manter os equipamentos do modo mais correcto. Assim, estão prevenidos menores desempenhos do edifício devido à má utilização de equipamentos.

iv) Ganhos energéticos

A promoção de soluções construtivas mais sustentáveis, nomeadamente através de uma maior eficiência energética dos edifícios, é hoje apontada como uma solução que deve continuar a ser promovida dados os elevados benefícios que potencia. Deste modo através do processo de comissionamento pretende-se garantir uma elevada eficiência energética do edifício e deste modo reduzir também os seus custos.

v) Identificação e mitigação de defeitos do edifício.

Parte importante do processo de comissionamento é a identificação de defeitos do edifício, seguidamente e com base em Portland Energy Conservation Inc., apresentam-se as principais deficiências encontradas através do processo de comissionamento de edifícios:

- Incorrecto horário de equipamentos de iluminação e AVAC.
- Incorrecta sequência de equipamentos de arrefecimento e aquecimento.
- Incorrecta calibração de sensores e instrumentação.
- Falta da documentação do edifício.
- Falta de treino de operadores de equipamentos.
- Falta de estratégias de controlo para conforto óptimo e operação eficiente.

Parte destas deficiências ao serem identificadas ainda no processo de construção de um edifício facilitam a sua correcção e portanto diminuição dos custos provenientes das mesmas.

Para além das vantagens acima referidas, focadas principalmente em edifícios comerciais e de escritórios, comissionar os edifícios mencionados, bem como os residenciais, acrescenta ainda outros benefícios como:

- Melhor coordenação entre diferentes equipas,
- Redução de chamadas de empreiteiros após a construção,
- Redução dos custos de operação e manutenção,
- Documentação completa e organizada de manuais de O&M,
- Redução das queixas dos utilizadores.

A Figura 3 resulta do estudo (Mills, E., et al, 2004) de 30 edifícios comerciais nos EUA e apresenta as principais razões identificadas para comissionar edifícios novos e indica a percentagem de projectos que incluíam cada uma:

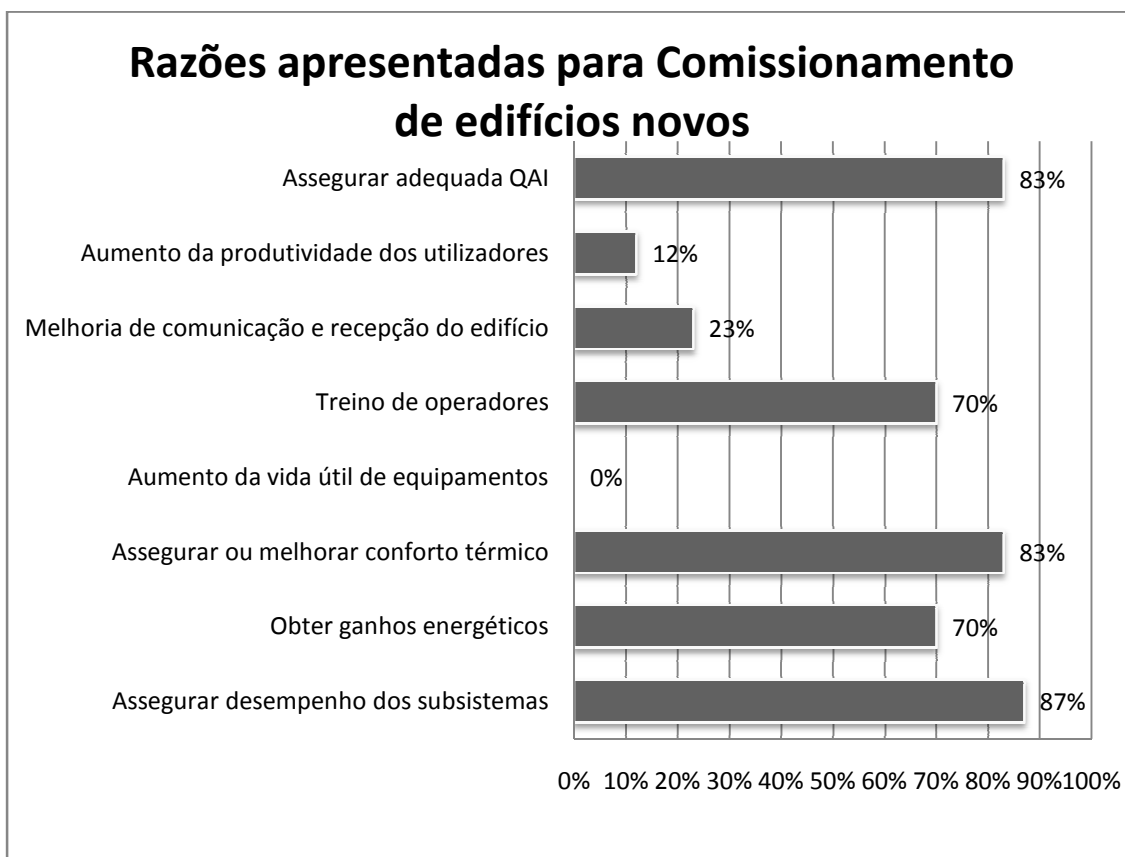


Figura 3 – Razões apresentadas para o Comissionamento de novos edifícios.⁵

É de referir que estas razões apresentadas diferem de projecto para projecto e que nenhum dos projectos incluía todas as razões apresentadas. Como se pode verificar pela Figura 3 as principais razões pelas quais se pretende comissionar edifícios comerciais novos são

⁵ Adaptado de Mills, E., et al, 2004.

assegurar o desempenho dos sistemas, assegurar a adequada QAI e conforto térmico, obter ganhos energéticos e ainda o treino dos operadores.

O mesmo estudo refere ainda que os impactos do comissionamento nos edifícios se distribuíam do seguinte modo:

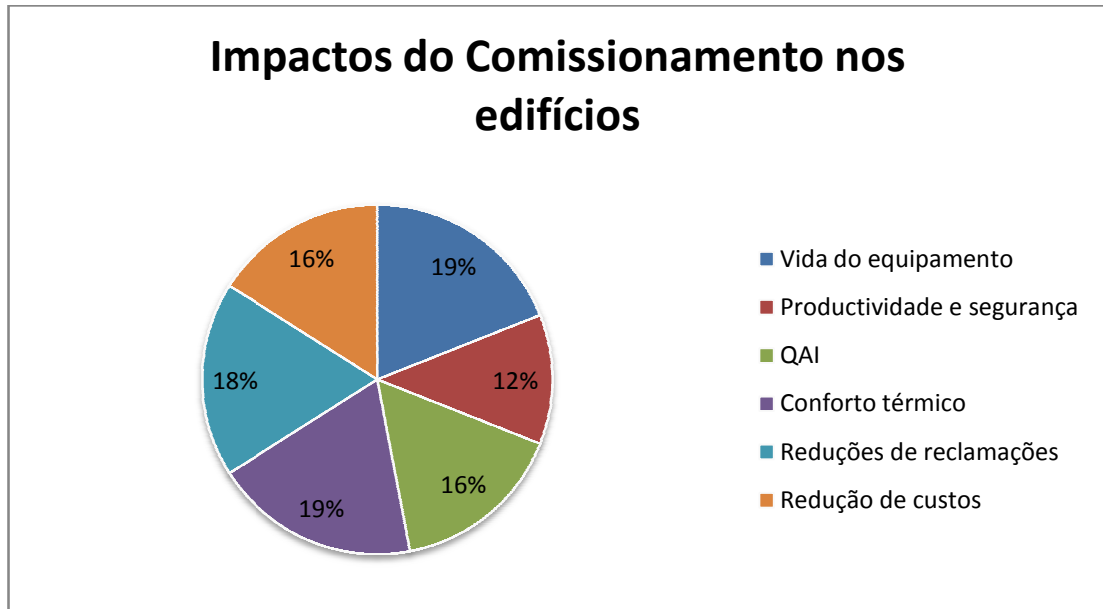


Figura 4 - Impactos do comissionamento nos edifícios.⁶

Para melhor compreender estes benefícios teremos de considerar o aumento da complexidade dos edifícios nas últimas décadas. Trinta anos atrás os subsistemas de edifícios que operavam com microprocessadores eram novidade e inovação, hoje em dia é comum. Os níveis de eficiência pretendidos são alcançáveis devido às novas tecnologias que são aplicadas aos edifícios e é necessário que se garanta que estas estão a funcionar nas melhores condições.

Consideremos também o aumento dos novos materiais nas últimas duas décadas que são incorporados em todo o edifício, tanto na sua construção como posteriormente na sua utilização, em alguns casos podem conter produtos químicos não testados que podem vir a provocar a deterioração da qualidade do ar e causar problemas aos utilizadores a não ser que o sistema de AVAC esteja dimensionado e testado correctamente.

Deste modo, e devido à complexidade actual dos edifícios, é cada vez mais necessário garantir que o seu funcionamento é adequado à sua utilização. Um edifício correctamente comissionado tem menores alterações durante a construção, maior satisfação dos ocupantes a longo prazo, inferiores custos com energia, diminuição de substituições de equipamentos e aumentos das potenciais margens de lucro do proprietário do edifício. O comissionamento

⁶ Adaptado de Mills, E., et al, 2004.

garante também que os operadores dos equipamentos estão treinados para a sua utilização e os manuais de operação e manutenção estão correctamente reunidos no final projecto.

2.3. Estado do comissionamento de edifícios a nível internacional

A nível internacional alguns dos países estabeleceram mecanismos de controlo de qualidade, mas é também reconhecido que as abordagens correntes não asseguram que os edifícios operam de modo optimizado para o qual foram projectados (Castro e Choinière, 2006), é precisamente nesta área que o processo de comissionamento pretende intervir. Seguidamente esclarece-se o estado do comissionamento em diversos países e alguns estudos em desenvolvimento:

Canada

Um programa nacional de retro-comissionamento está em desenvolvimento com a participação de agências governamentais e energéticas. Este programa inclui o desenvolvimento de guias e ferramentas que facilitem a implementação do processo, e está a ser promovido em mais de 20 projectos.

Republica Checa

Uma equipa da Faculdade de Tecnologia da Republica Checa (Czech Technical University CTU), em Praga, está a implementar um moderno sistema de optimização de desempenho de edifícios, incluindo controlo inteligente do subsistema de AVAC em edifícios de baixa energia.

Finlândia

O termo “comissionamento” é bastante recente na Finlândia. Até recentemente as actividades de comissionamento eram desenvolvidas principalmente pelos empreiteiros como parte do seu processo de garantia de qualidade. Desde 1993 actividades semelhantes mas com especial consideração ao nível da eficiência energética foram providenciadas, onde procedimentos e ferramentas foram desenvolvidos e implementados.⁷ Em 2002 o programa CUBE⁸ foi lançado com a intenção de promover e melhorar o desempenho dos serviços do edifício. Este programa inclui projectos de investigação e desenvolvimento a nível nacional para o comissionamento de edifícios com especial atenção à QAI e eficiência energética do edifício. O objectivo deste programa é desenvolver métodos e ferramentas que possam ser usadas no processo de comissionamento durante as diferentes fases do ciclo de vida de um edifício. Os métodos desenvolvidos são testados em vários tipos de edifícios, como escolas, edifícios residenciais e escritórios.

⁷ <http://www.motiva.fi/en/areas/energyaudits/>

⁸ <http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/CUBE/en/etusivu.html>

Hong Kong/ China

Principais desenvolvimentos ao nível do comissionamento de subsistemas de AVAC para edifícios novos e existentes, os estudos baseiam-se em casos de estudo que se iniciam na concepção do edifício e se desenvolvem durante a construção e operação. Existem também estudos em desenvolvimento para gestão de energia e controlo de sistemas (energy management and control systems – EMCS).

Japão

A Associação de Serviços de Comissionamento de Edifícios (Building Services Commissioning Association - BSCA⁹), uma organização sem fins lucrativos, foi inaugurada em 2004. Esta organização promove seminários sobre tecnologias de comissionamento e a interacção entre vários países asiáticos no que respeita ao desempenho de edifícios, bem como a investigação e desenvolvimento de guias e recursos a aplicar ao processo de comissionamento de edifícios. No Japão os diferentes aspectos do processo de comissionamento afiguram-se comuns entre os projectos de edifícios e estão já a ser implementados.

Holanda

Existe consenso sobre a importância real do comissionamento, mas apenas é implementado na fase de aceitação do edifício ou subsistema. Existe também um forte interesse por parte dos donos de grandes edifícios da realização de testes funcionais a diversos subsistemas do edifício.

Noruega

Um estudo intitulado “ Comissionamento para Eficientes Operações Energéticas Durante a Vida dos Edifícios” (Life-Time Commissioning for Energy Efficient Operation of Buildings) foi desenvolvido com o objectivo de contribuir para a implementação do comissionamento de subsistemas de AVAC em edifícios de modo a este processo ficar normalizado na construção, operação e manutenção de subsistemas de AVAC.

EUA

Existe uma elevada exigência por recursos que facilitem o processo de comissionamento, incluindo informação de custo-benefícios. Metodologias para quantificar os benefícios do processo de comissionamento estão a ser continuamente desenvolvidas mas no entanto não existem normas oficiais. Presentemente apenas existem guias do processo de comissionamento como o Guideline 0-2005, The Commissioning Process realizado pela ASHRAE.

⁹ http://www.bsca.or.jp/english/e_greetings.html

2.4. Equipa de comissionamento

2.4.1 Responsabilidades dos membros da equipa

Definir e documentar claramente as responsabilidades de cada membro da equipa é vital para o sucesso do comissionamento. O propósito da equipa de comissionamento é, principalmente, identificar problemas, desenvolver testes pré-funcionais e funcionais, garantir um óptimo desempenho do edifício e documentá-lo de modo a facilitar futuras intervenções. O dono de obra, caso pretenda, pode participar na atribuição das responsabilidades, por parte da entidade de comissionamento, aos restantes membros da equipa. A estrutura da equipa está dependente do orçamento e das características de cada empreendimento, deste modo a entidade de comissionamento e o dono de obra reúnem a equipa que melhor se adequa à complexidade de cada projecto.

A equipa base de comissionamento é, em geral, constituída pelos seguintes elementos:

- Representante do dono de obra,
- Representante da equipa de projecto,
- Entidade de comissionamento,
- Representante dos empreiteiros e subempreiteiros

As responsabilidades de cada membro devem estar definidas no plano de comissionamento, bem como os objectivos, o processo e o programa de comissionamento. Seguidamente apresenta-se as responsabilidades típicas de cada membro:

Dono de obra

A contribuição do dono de obra é crucial para o sucesso da actividade de comissionamento. As suas responsabilidades principais são auxiliar as actividades de comissionamento e comunicar claramente as expectativas sobre como o edifício deve operar, uma vez que estas influenciam não só o comissionamento como também grande parte das decisões de concepção. O apoio do dono de obra ao processo de comissionamento torna-o mais eficiente, ajuda a corrigir mais problemas e portanto a produzir maiores benefícios.

Equipa de projecto

A equipa de projecto tem como responsabilidade responder às questões levantadas pela entidade de comissionamento sobre o dimensionamento, corrigir erros encontrados no projecto, assegurar que os requisitos do dono de obra estão contemplados na concepção e monitorizar as actividades de construção. Em projectos mais complexos a equipa de projecto

pode ajudar na revisão dos testes funcionais e testemunhar alguns deles com o fim de garantir o desempenho desejado.

Entidade de comissionamento

A entidade de comissionamento é a responsável por preparar, coordenar e liderar o processo de comissionamento, organizar o seu plano e os respectivos testes a efectuar. Deve assegurar, durante a fase de concepção, que os requisitos e as expectativas do dono do edifício estão documentados e cumpridos no projecto. Durante a construção, a entidade de comissionamento deve visitar frequentemente a obra com o objectivo de documentar quaisquer deficiências que necessitem de ser corrigidas, bem como supervisionar os testes funcionais dos subsistemas e seus equipamentos garantindo que cumprem os requisitos do dono de obra e verificar se a documentação necessária está completa. Durante a fase de aceitação e ocupação, a entidade faz visitas periódicas ao edifício para assegurar o seu desempenho e conduz os testes que não foram possíveis realizar na fase anterior. A entidade de comissionamento pode ser parte da equipa de projecto, do dono de obra, do empreiteiro ou ainda uma parte independente como se descreve no ponto 2.4.2.

Empreiteiros e subempreiteiros

São os empreiteiros que constroem o edifício, providenciam a instalação e realizam os testes funcionais aos subsistemas e seus componentes. As suas tarefas específicas incluem geralmente a condução dos testes pré-funcionais e funcionais dos subsistemas que foram instalados por eles, resolver as deficiências encontradas sem qualquer custo para o dono de obra, providenciar a documentação requerida incluindo as garantias dos equipamentos e componentes instalados e providenciar o treino necessário para uma boa utilização dos equipamentos.

Um resumo das responsabilidades de cada membro da equipa é apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 - Responsabilidades dos membros da equipa de comissionamento¹⁰

Dono de obra	Comunicar as expectativas do projecto. Trabalhar com a entidade de comissionamento para estabelecer objectivos. Facilitar a comunicação entre membros da equipa.
Equipa A/E	Documentar o programa preliminar. Monitorizar as actividades de construção. Rever e aprovar os documentos do projecto.
Entidade de Comissionamento	Coordenar o processo de comissionamento. Ajudar no desenvolvimento das especificações de comissionamento.

¹⁰ Adaptado de Energy Design Resources, 1998.

	<p>Redigir os testes pré-funcionais e funcionais.</p> <p>Supervisionar a realização dos testes.</p> <p>Rever os documentos de comissionamento.</p> <p>Aceitação ou não do desempenho do edifício.</p> <p>Redigir o Relatório de Comissionamento final.</p>
Empreiteiro e Subempreiteiros	<p>Realizar os testes funcionais.</p> <p>Resolver as deficiências encontradas.</p> <p>Fornecer documentação e formação necessária.</p> <p>Assistir a entidade de comissionamento coordenando as actividades de comissionamento dos subempreiteiros.</p>

Não sendo parte da equipa de comissionamento, os operadores do edifício ou equipamentos também têm responsabilidades incumbidas, deste modo o seu principal dever é a participação na formação sobre os equipamentos instalados. No entanto ao observar os testes funcionais do edifício os operadores irão adquirir conhecimento de como os subsistemas funcionam antes da ocupação do edifício, sendo assim recomendável, se possível, que estes participem na observação dos testes funcionais de certos equipamentos ou subsistemas.

2.4.2 Modelos de comissionamento

Uma importante decisão da parte do dono de obra é decidir quem é que vai comissionar o edifício, é relevante que na apresentação de propostas para o comissionamento este conceito esteja claramente identificado, uma vez que o comissionamento não passa apenas pela verificação do funcionamento dos equipamentos, tem também em conta também o seu desempenho. É importante que o dono de obra tenha acesso a anteriores projectos de comissionamento da mesma entidade que pretende contratar a fim de saber a sua experiência prévia. O dono de obra pode designar uma das seguintes entidades para conduzir o comissionamento:

- Arquitecto ou Engenheiro (equipa de projecto)
- Empreiteiro
- Entidade interna
- Entidade independente

Cada opção acima indicada tem as suas vantagens e desvantagens, a decisão final vai depender da complexidade e especificidade necessária de cada projecto. Sendo que as opções mais recomendadas são a entidade interna do dono de obra ou a contratação de uma entidade independente, neste segundo caso como se irá demonstrar existem dois modelos de

comissionamento. Seguidamente algumas dessas vantagens e desvantagens são apresentadas.

Arquitecto ou Engenheiro (equipa de projecto)

Neste método a equipa de dimensionamento assume a responsabilidade de comissionar o edifício ou de subcontratar o seu comissionamento. Uma vantagem desta opção é a elevada ligação entre ambas as entidades que proporciona um bom entendimento da concepção do projecto e dos seus requisitos, daí resulta um comissionamento eficaz. Uma clara desvantagem é que a equipa de projecto pode não ter o conhecimento exigido para um correcto comissionamento e tentar evitar subcontratar alguém especializado para o efeito.

Empreiteiro

No cenário em que é o empreiteiro a efectuar o comissionamento existe a vantagem de os seus custos poderem ser potencialmente mais baixos e os problemas identificados poderem ser resolvidos mais rapidamente uma vez que este serviço está associado à empresa de construção do projecto. Por outro lado o empreiteiro pode ainda não estar presente na fase de concepção do projecto o que resulta num começo mais tardio do serviço de comissionamento, outro problema que pode surgir é o facto de o empreiteiro minimizar o esforço de comissionar o edifício, uma vez que cada defeito que for encontrado terá de ser corrigido por si, pelo que lhe irá trazer custos acrescidos.

Entidade Interna

No caso em que o dono de obra procede ao comissionamento este deve ter a experiência e conhecimento necessário para o realizar de forma eficaz. Este método apresenta como vantagens o facto de o dono de obra controlar todo o processo e assim garantir que os seus requisitos estão inteiramente satisfeitos, não existem perdas de informações na comunicação entre entidade de comissionamento e o dono de obra e o conhecimento adquirido através de mais uma experiência de comissionamento fica retido pelo mesmo. Duas desvantagens deste método são o dono de obra não ter o conhecimento e pessoal suficiente para realizar o correcto comissionamento e os custos totais de comissionar o edifício poderem ser exceder os custos iniciais aparentes. O enquadramento da entidade de comissionamento neste modelo encontra-se representado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**

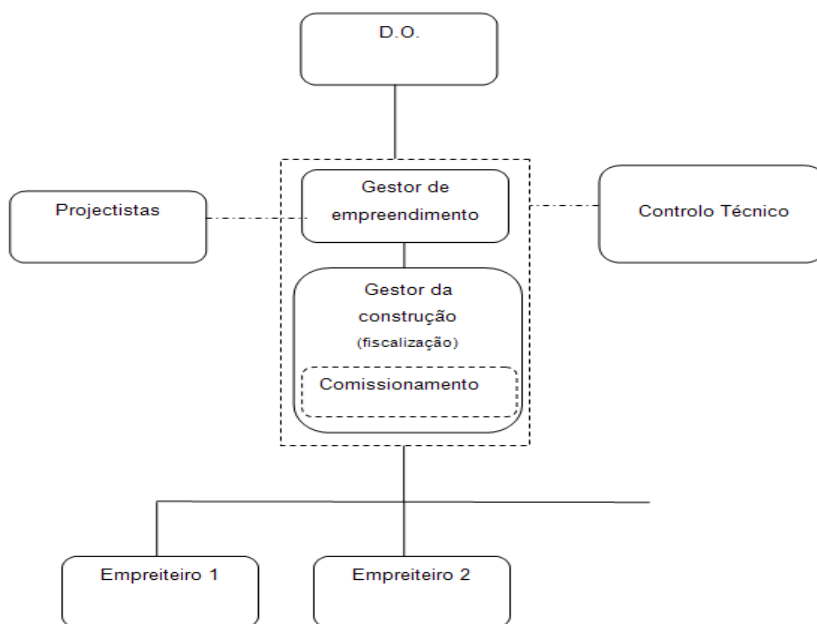
Parte Independente

Neste quarto caso o dono de obra opta por contratar uma entidade independente para efectuar o comissionamento do edifício ou dos subsistemas desejados. Uma equipa independente que reporta directamente ao dono de obra pode providenciar um relatório imparcial e defender adequadamente os seus requisitos garantindo que o processo de comissionamento é realizado correctamente. Ao ser seleccionada na fase inicial a equipa de comissionamento pode rever o projecto ainda em fase de concepção de modo a identificar, antes da construção, alguns

problemas que poderão surgir mais tarde, deste modo a sua resolução pode ficar substancialmente mais económica. No entanto a entidade de comissionamento não é a responsável pela resolução das não conformidades com o projecto, pois esta não faz parte da equipa do empreiteiro ou de projecto. Seguidamente são apresentados dois modelos de enquadramento da equipa de comissionamento num projecto.

Os dois modelos apresentam-se como os preferenciais para o enquadramento da entidade de comissionamento num projecto. No modelo 2, Figura 6, a entidade de comissionamento actua conjuntamente com o controlo técnico¹¹ (Almeida et al, 2007) de modo a existir uma melhor interacção e comunicação entre equipas para assim não se correr o risco de sobreposição de funções, através deste modelo podem advir maiores vantagens para o projecto uma vez que do trabalho conjunto destas equipas provém uma maior sinergia. No modelo 3, Figura 7, a entidade de comissionamento é totalmente independente das restantes equipas. Neste caso apresenta os seus relatórios directamente ao dono de obra e portanto pode existir maior facilidade em comunicar com este, o que se torna vantajoso em relação aos objectivos e requisitos a alcançar com o comissionamento do edifício dado que a comunicação directa com o dono de obra facilita a compreensão do projecto. Devido à independência da entidade pode existir ainda facilidade na comunicação entre diferentes equipadas do projecto ajudando assim a organização e desenvolvimento do processo. Neste modelo, uma vez que a entidade de comissionamento é contratada independentemente do controlo técnico, o comissionamento do edifício pode ser realizado mesmo que não exista controlo técnico. Na contratação de uma entidade de comissionamento independente de todas as outras equipas é necessária uma clara definição das suas funções e objectivos a alcançar para não existirem sobreposições de actividades.

Modelo 1:



¹¹ As funções do controlo técnico foram desenvolvidas noutros trabalhos (Almeida et al, 2007) e estão fora do âmbito da presente investigação.

Figura 5- Modelo 1, Entidade de comissionamento interna ao Dono de obra
Modelo 2:

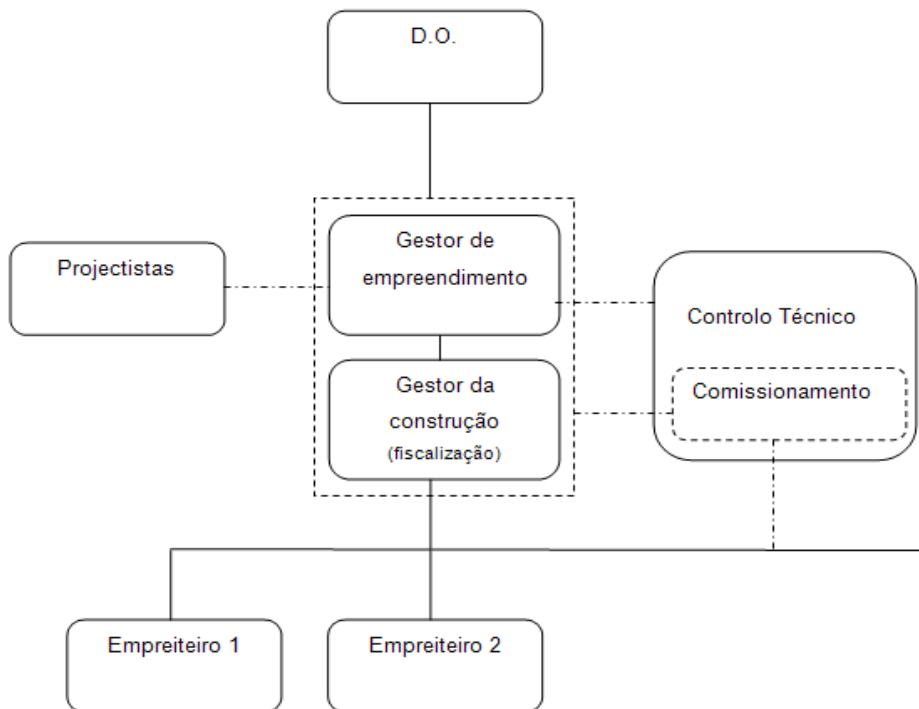


Figura 6 - Modelo 2, Entidade de comissionamento independente e parte do Controlo Técnico

Modelo 3:

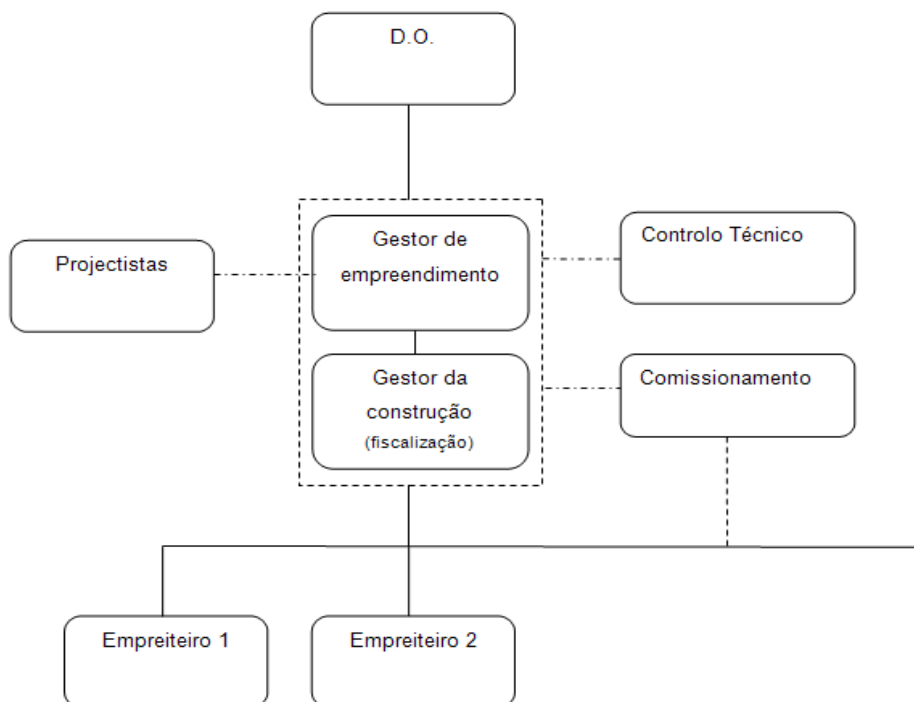


Figura 7 - Modelo 3, Entidade de comissionamento totalmente independente

2.5. Fases de Comissionamento

O primeiro passo no processo de comissionamento é a escolha da entidade de comissionamento, quanto mais cedo esta escolha for efectuada melhor decorrerá o processo. A entidade de comissionamento pode assim, desde o início do projecto, aconselhar sobre a eficiência do edifício, identificar problemas que possam dificultar a sua operação e manutenção e ainda, definir a documentação necessária para o processo comissionamento ao longo das diferentes fases da obra. Por outro lado a sua inclusão no início do projecto faz com que as equipas de projecto e de construção não contemplem a equipa de comissionamento como alguém que não compreende realmente o projecto, mas sim como parte integrante do mesmo.

O processo de comissionamento, integrado na concepção de um edifício, pode ser dividido em quatro fases principais que se identificam como a fase de planeamento, preparação, implementação e pós-construção como se observa na Figura 8, em cada uma destas fases desenvolvem-se diferentes actividades por parte da equipa de comissionamento que são detalhadas seguidamente.

Embora a implementação do processo de comissionamento seja a fase crucial, para um comissionamento rigoroso e eficaz é necessário percorrer todas as fases apresentadas, uma vez que em casa etapa existem actividades importantes a desenvolver

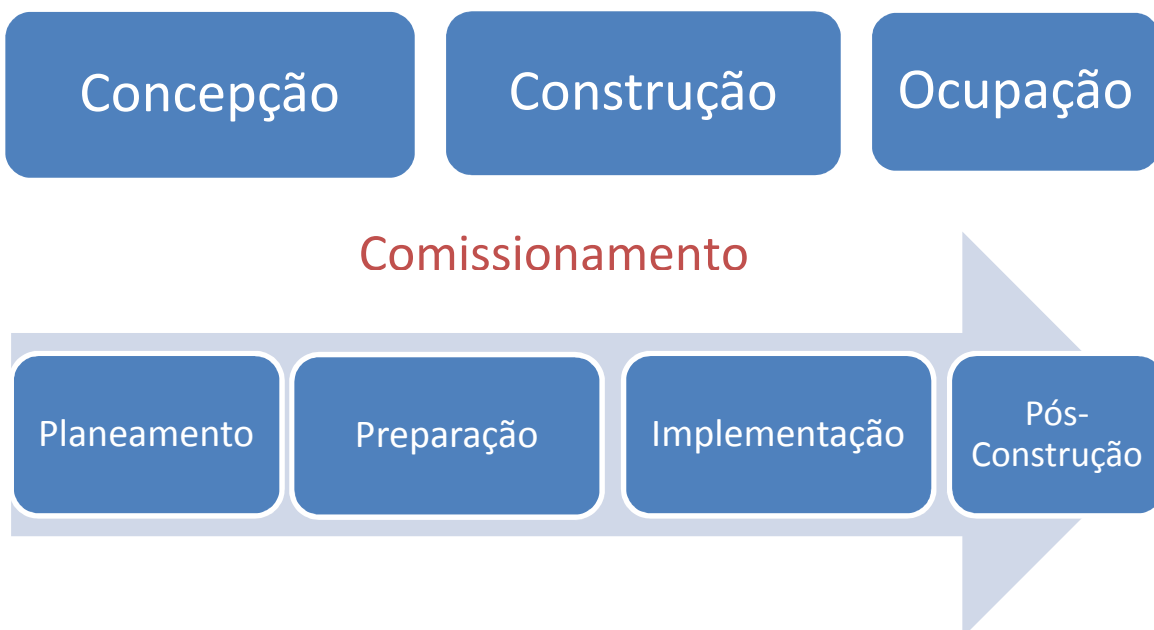


Figura 8 - Fases do processo de comissionamento

2.5.1. Planeamento.

É nesta primeira fase que é escolhida toda a equipa de comissionamento e definidas as responsabilidades de cada elemento através de uma matriz de responsabilidades, que mais tarde pode vir a ser corrigida conforme as necessidades e organização do empreendimento.

Durante esta fase a entidade de comissionamento pode assistir ao desenvolvimento do programa preliminar, documento este que contém as ideias, conceitos e critérios definidos como importantes pelo dono de obra e deve descrever o projecto física e funcionalmente. Este programa servirá como base para o plano de comissionamento preliminar que explica como o comissionamento irá ser efectuado, os seus horários, as responsabilidades da equipa de cada membro, a estrutura de comunicação e a descrição de cada subsistema a ser comissionado. Nesta fase é também apresentado um orçamento para o comissionamento com base no programa preliminar. Em geral, o custo de comissionar um edifício novo varia entre os 0,5% a 1,5% do custo total de construção, como mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Custos do Comissionamento para novas construções¹²

Âmbito de Comissionamento	Custo
Todo o Edifício	0,5-1,5% do custo total da construção
Subsistemas eléctricos	1,0-1,5% do custo do subsistema eléctrico
AVAC e controlo automático de sistemas	1,5-2,5% do custo do subsistema mecânico

A mesma fonte revela que os custos de comissionar edifícios são em grande parte variáveis, dados os diferentes tipos de empreendimentos existentes, e a sua distribuição com base no estudo efectuado foi conforme apresentado na Figura 9. Salienta-se o custo da realização dos testes aos subsistemas do edifício que representa mais de metade do custo total, sendo, portanto, uma fase crucial do processo de comissionamento do edifício.

É ainda relevante salientar que segundo o mesmo estudo o retorno do investimento no processo de comissionamento é em média de 4,8 anos, sendo referido também que alcançar uma boa relação custo-eficácia é difícil em edifícios mais pequenos.

¹² Adaptado de Mills E., et al. 2004.

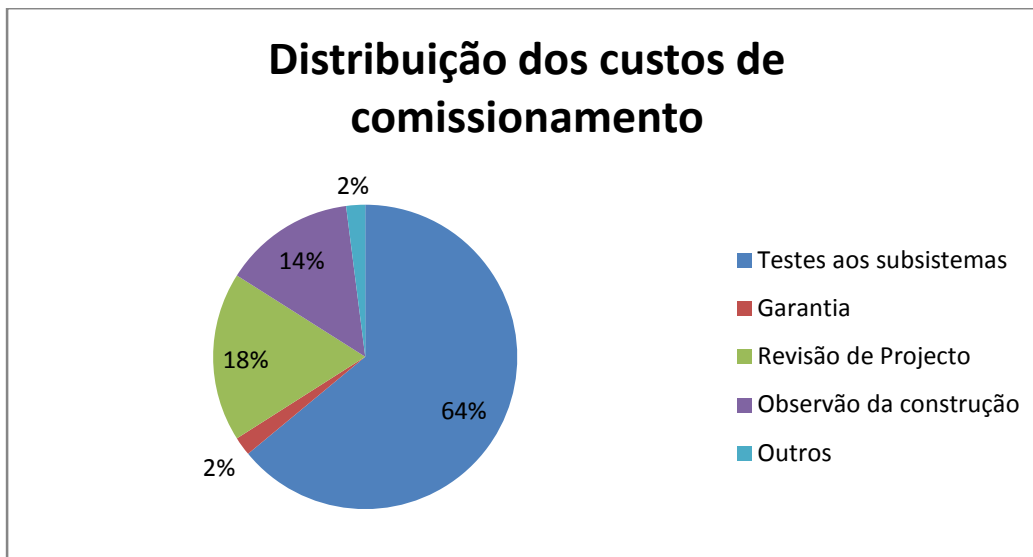


Figura 9 - Distribuição dos custos de comissionamento¹³

2.5.2. Preparação

O objectivo principal do comissionamento durante a fase de preparação é, através da revisão de projecto dos subsistemas a comissionar, assegurar que os conceitos definidos nos requisitos do dono de obra, estão bem concebidos e irão funcionar de acordo com as suas expectativas e objectivos. Nesta fase do processo podem ser identificados e corrigidos alguns problemas que possam surgir ao nível do desempenho do edifício, da sua eficiência, qualidade do ar interior, etc., uma vez que as alterações feitas durante a fase de concepção são economicamente vantajosas quando comparadas com as alterações feitas posteriormente na fase de construção.

É ainda na fase de preparação que são desenvolvidos os requisitos e especificações para a realização do processo comissionamento na fase de implementação, estas especificações contêm informações gerais sobre cada subsistema e os objectivos que se pretendem atingir.

Importa notar que a entidade de comissionamento não aprova o projecto, apenas faz recomendações para melhorar o desempenho do edifício ou dos subsistemas a comissionar. Mais tarde, testes e procedimentos específicos serão realizados para verificar o desempenho dos subsistemas e dos equipamentos.

A equipa de comissionamento deve nesta altura actualizar o plano de comissionamento elaborado anteriormente de modo a que este fique definitivo para toda a obra em curso e deve conter os documentos seguintes:

¹³ Adaptado de Mills E., et al, 2004.

- Membros da equipa e as suas responsabilidades,
- Estrutura de comunicação,
- Subsistemas e equipamentos a serem comissionados,
- Especificações de comissionamento,
- Programa de comissionamento,
- Treino recomendado aos operadores.

2.5.3. Implementação

Durante a fase de implementação a equipa de comissionamento trabalha no sentido de verificar se os subsistemas e equipamentos estão realmente de acordo com os requisitos pretendidos assegurando a qualidade e desempenho desejado.

Para se proceder a esta verificação são elaboradas listas de verificação pré-funcionais dos equipamentos com o objectivo de aferir que a documentação necessária está presente e garantir que estes se encontram em boas condições para serem instalados. Após a instalação dos equipamentos podem iniciar-se os testes funcionais que são os mais morosos e difíceis de efectuar, têm o objectivo de medir o funcionamento e desempenho dos subsistemas de todo o edifício. Se existir algum problema de mal funcionamento de um subsistema ou equipamento, este deve ser documentado e corrigido até serem alcançados os critérios pretendidos. A aceitação ocorre quando os subsistemas e equipamentos comissionados encontram-se de acordo com os requisitos definidos pelo dono de obra em todas as condições de funcionamento. Depois de os testes funcionais estarem completos, a entidade de comissionamento redige o relatório final para aprovação do dono do edifício. Este relatório deve conter toda a informação referente à equipa de comissionamento, documentação relevante sobre o edifício, bem como todos os subsistemas e equipamentos que foram comissionados, o seu processo e os resultados obtidos nos testes funcionais, finalmente pode incluir também recomendações sobre um futuro re-comissionamento do edifício.

Um importante factor nesta fase do comissionamento é assegurar que os operadores dos subsistemas e equipamentos estão preparados para a sua utilização, manutenção e ajustamento no caso de existir alguma correcção a efectuar. É crítico que os operadores tenham as competências necessárias para o edifício alcançar o funcionamento desejado. Juntamente com o dono de obra, a entidade de comissionamento selecciona os tópicos apropriados, o nível de detalhe, a sequência e os métodos de treino a implementar. Este treino pode incluir aulas teóricas e práticas para a demonstração da operação e manutenção dos equipamentos.

2.5.4. Pós-Construção (Garantia)

Embora o edifício esteja completo, algumas actividades de comissionamento podem continuar até um ano depois da aceitação. Qualquer teste que tenha sido adiado devido a condições atmosféricas ou outros factores externos, devem agora ser postos em prática. É do interesse do dono do edifício considerar o recomissionamento periódico, de 3 a 5 anos, a fim de garantir que os equipamentos continuam com o desempenho desejado.

O Quadro 3, que tem por base “The Building Commissioning Guide”, resume os principais sub-processos de cada fase do processo de comissionamento apresentados nos subcapítulos anteriores:

Quadro 3 – Fases e sub-processos do Comissionamento

Planeamento	Escolha da equipa de Comissionamento. Plano Preliminar de Comissionamento. Orçamento de Comissionamento.
Preparação	Revisão dos requisitos do dono de obra. Actualização do Plano de Comissionamento. Desenvolvimento dos requisitos para aceitação.
Implementação	Desenvolvimento/Realização de testes pré-funcionais. Desenvolvimento/Realização de testes funcionais. Revisão dos manuais de O&M. Treino de operadores. Relatório Final de Comissionamento.
Pós-Construção	Completar testes. Recomendar o recomissionamento do edifício.

O comissionamento de edifícios residenciais pode conter as mesmas fases acima descritas mas mais simplificadas, uma vez que os edifícios comerciais tendem a ser únicos quando comparados com outros edifícios comerciais e mais complexos do que os residenciais. Os edifícios residenciais tendem a ter menor documentação relativa à operação e manutenção dos elementos bem como menor, ou mesmo nenhum, treino de pessoal especializado para certas funções. Deste modo o comissionamento de edifícios residenciais tende a ser mais simplificado e com planos idênticos entre diferentes projectos, não deixando de ser importante a documentação do edifício e o desenvolvimento dos testes pré-funcionais e funcionais.

O organigrama do processo de comissionamento para edifícios novos é representado pela Figura 10 onde se identificam as diferentes actividades e decisões relevantes. Este é o processo geral para qualquer actividade de comissionamento de um edifício novo, o qual deve ser seguido independentemente do tipo de empreendimento a ser comissionado.

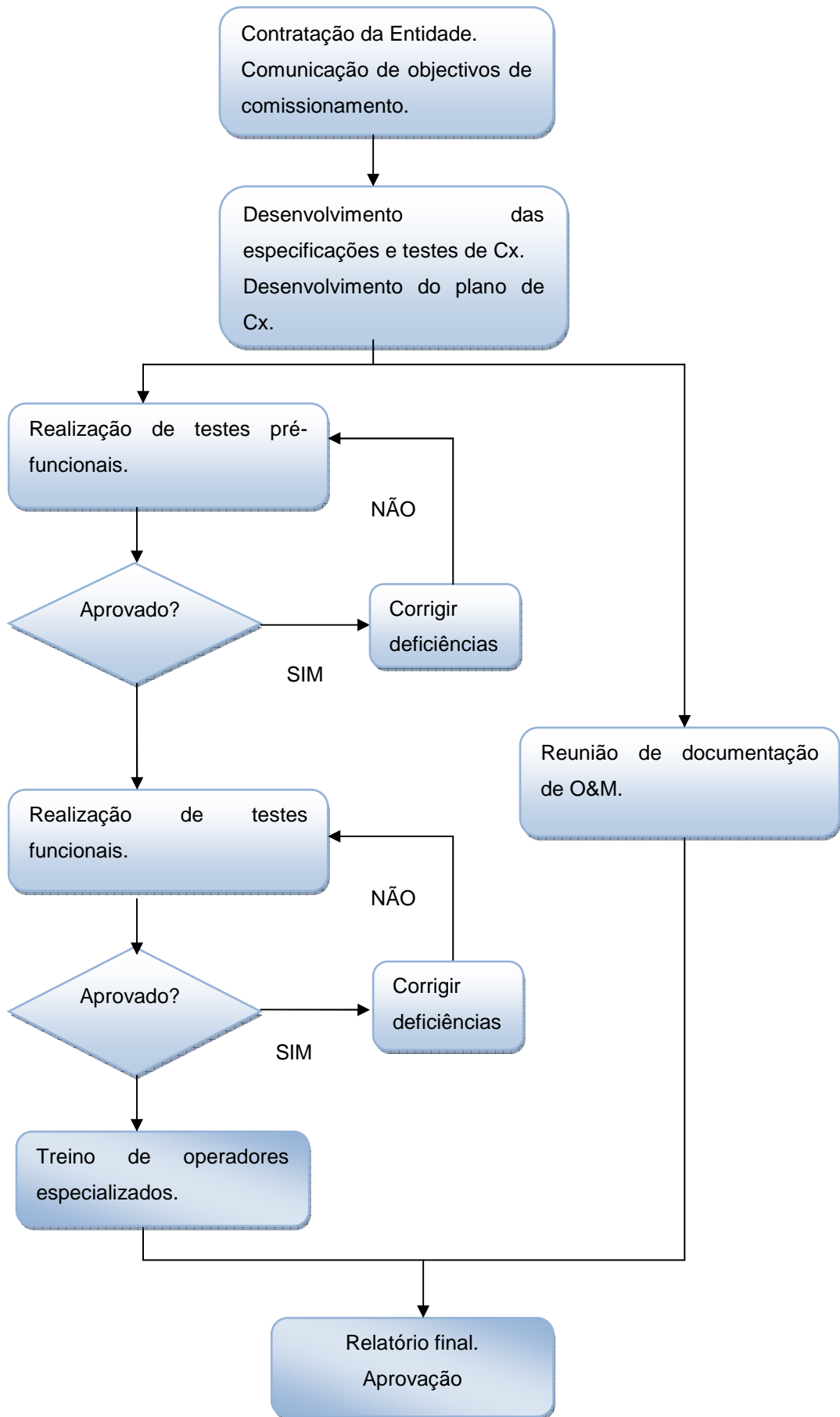


Figura 10 - Processo de comissionamento.

2.6 Gestão do Processo de Comissionamento

Uma correcta coordenação de esforços, pelos quais a entidade de comissionamento é a responsável, é a chave para um comissionamento de sucesso. Todas as partes incluídas neste processo devem coordenar as suas actividades de modo a produzir um edifício com elevado desempenho. Desde o início, o dono de obra deve comunicar claramente quais as suas intenções para o edifício de modo que a equipa de projecto realize um trabalho apropriado. Seguidamente esta equipa apresenta a documentação necessária ao dono de obra e ao empreiteiro, para que, o primeiro observe se os seus requisitos estão contemplados no projecto, e o segundo possa desenvolver o projecto como descrito. O empreiteiro deve implementar o projecto e avisar a equipa de concepção quando algum pormenor não pode ser efectuado. À medida que os subsistemas vão sendo instalados estes devem ser testados para assegurar o correcto funcionamento e desempenho. Por último o pessoal de operação e manutenção deve ser devidamente treinado para manter o desempenho do edifício ao longo do tempo.

Existindo diferentes actividades a desenvolver simultaneamente na construção de um edifício a sua gestão torna-se complexa. Deste modo, para o processo de comissionamento, a entidade de comissionamento deve gerir de forma eficiente as seguintes áreas:

- Comunicação
- Planeamento
- Controlo de qualidade
- Documentação
- Encerramento do projecto

2.6.1 Comunicação

Uma vez que a comunicação é fundamental em qualquer projecto, é importante definir claramente os canais de comunicação entre as várias equipas para que o projecto tenha sucesso e seja eficiente.

Existem duas linhas de comunicação envolvidas no processo de comissionamento:

- **Comunicação formal**, que se relaciona com os relatórios, correspondência oficial, lista de deficiências, aprovações e documentos do edifício,
- **Comunicação informal**, que envolve as relações entre equipas e os seus membros quando não contêm documentos oficiais.

2.6.2 Planeamento

Todas as actividades de comissionamento devem ser planeadas pela entidade de comissionamento juntamente com o gestor da construção assim que o projecto seja iniciado de modo a evitar qualquer conflito entre actividades. A cada membro da equipa de comissionamento deve ser fornecida uma cópia do plano de comissionamento, e qualquer alteração a este plano deve ser imediatamente comunicada a todos os membros da equipa.

De seguida apresenta-se algumas considerações típicas no desenvolvimento do plano:

- Realizar testes pré-funcionais antes da instalação dos subsistemas e equipamentos.
- Realizar os testes e ajustamentos depois de o edifício estar completo,
- Todos os documentos dos subsistemas e equipamentos do edifício bem como manuais de operação e manutenção devem estar reunidos para o desenvolvimento dos testes funcionais,
- Todos os subsistemas e equipamentos devem ser verificados antes dos testes funcionais se iniciarem.

2.6.3 Controlo de Qualidade

A equipa de comissionamento supervisiona, testemunha e redige os testes funcionais que irão ser executados pelo empreiteiro responsável. No entanto, os testes pré-funcionais podem ser conduzidos e documentados pelos próprios empreiteiros ou subempreiteiros de acordo com o formato providenciado pela entidade de comissionamento antes da realização dos referidos testes.

Neste caso, o controlo de qualidade é atingido através de:

- Aprovação pela entidade de comissionamento dos testes pré-funcionais,
- Visitas aleatórias à obra durante a instalação de subsistemas e equipamentos,
- Aprovação pela entidade de comissionamento dos relatórios dos testes pré-funcionais,
- Redigir, testemunhar e documentar os testes funcionais a realizar pelo empreiteiro.

No caso de serem identificadas discrepâncias nos relatórios dos testes de algum subsistema em particular, o empreiteiro que o instalou é o responsável pela correcção do problema e nova verificação de funcionamento, sem qualquer custo acrescido.

2.6.4 Documentação

Uma documentação aprofundada faz a diferença entre um projecto com elevada qualidade e um outro com qualidade e rigor inferior, pois uma documentação completa e organizada do edifício facilita futuras manutenções ou o seu recomissionamento.

A documentação é desenvolvida principalmente ao longo da fase de planeamento, preparação e implementação existindo quatro tipos principais de documentação:

- **Documentação de concepção**, como os projectos de dimensionamento, desenhos, sequências de controlo e operação.
- **Documentação de processo**, como especificações de comissionamento, planos de execução, minutas de reuniões, etc.
- **Documentação de verificação**, como relatórios de testes que verifiquem o correcto funcionamento e instalação de subsistemas e equipamentos.
- **Documentação de O&M**, como manuais de equipamentos que são usados pelos operadores para a utilização dos mesmos.

Cada tipo de documentação é desenvolvido pela equipa que lhe compete, sendo depois organizada pela equipa de comissionamento de modo a reunir toda a informação relevante sobre o edifício em causa e assim facilitar futuras intervenções

2.6.5 Encerramento do projecto

A equipa de comissionamento pode dar por encerrado o processo de comissionamento quando este atinge os objectivos pretendidos. Para que tal aconteça, a entidade de comissionamento deve estar satisfeita com todo o processo efectuado, ou seja, os procedimentos foram seguidos, os resultados pretendidos foram alcançados, a documentação foi reunida e o relatório final foi entregue e aprovado pelo dono de obra.

3. Identificação das funções da Entidade de Comissionamento

Neste capítulo pretende-se identificar e clarificar as diferentes funções da entidade de comissionamento com o objectivo de mostrar que estas não se sobrepõem às funções da fiscalização ou do controlo técnico, uma vez que a actividade de comissionamento é reflectida sobre o desempenho do edifício e não sobre os seus processos de construção. Posteriormente aprofundam-se as principais actividades da entidade de comissionamento identificadas.

Tendo por base o decreto-lei 55/99 de 2 de Março de 1999, identificam-se as funções da fiscalização que se apresentam no quadro seguinte:

Quadro 4 - Funções da fiscalização

Fiscalização ¹⁴
Verificar a implantação da obra, de acordo com as referências necessárias fornecidas ao empreiteiro;
Verificar a exactidão ou erro eventual das previsões de projecto, em especial, e com colaboração do empreiteiro, no que respeita às condições do terreno;
Aprovar materiais a aplicar;
Vigiar processos de execução;
Verificar as características dimensionadas da obra;
Verificar, em geral, como são executados os trabalhos;
Verificar a observância de prazos estabelecidos;
Proceder às medições necessárias e verificar o estado de adiantamento dos trabalhos;
Averiguar se foram infringidas quaisquer disposições do contrato e das leis e regulamentos aplicáveis;
Verificar se os trabalhos são executados pela ordem e com os meios do respectivo plano;
Comunicar ao empreiteiro as alterações introduzidas no plano de trabalhos pelo dono da obra e a aprovação das propostas pelo empreiteiro;
Informar da necessidade ou conveniência do estabelecimento de novas serventias ou da modificação das previstas e da realização de quaisquer aquisições ou expropriações, pronunciar-se sobre as circunstâncias que, não havendo sido previstas no projecto, confirmam a terceiros direito a indemnização, e informar das consequências contratuais e legais desses factos;
Resolver, quando forem da sua competência, ou submeter, com a sua informação, no caso contrário, à decisão do dono de obra todas as questões que surjam ou lhe sejam postas pelo

¹⁴ Artigo 180, Decreto-Lei n.º 59/99 de 2 de Março de 1999, entretanto revogado pelo novo código de contratação pública (CCP) Decreto-Lei n.º 18/2008.

empreiteiro e providenciar no que seja necessário para o bom andamento dos trabalhos, para a perfeita execução, segurança e qualidade da obra e facilidade de medições

Transmitir ao empreiteiro as ordens do dono da obra e verificar o seu correcto cumprimento;

Praticar todos os demais actos previstos em outros preceitos deste diploma.

Das funções acima descritas nenhuma se identifica com a actividade de comissionamento de um edifício, pois não é da sua responsabilidade a garantia da boa execução dos trabalhos ou o cumprimento dos prazos estabelecidos conforme previsto no projecto. Estas actividades são apenas desempenhadas pela fiscalização.

No entanto, durante vistoria que servirá para recepção provisória de um edifício descrita no artigo n.º217 do Decreto-Lei 59/99 de 2 de Março de 1999 e que se cita seguidamente,

Vistoria

1 - Logo que a obra esteja concluída, proceder-se-á, a pedido do empreiteiro ou por iniciativa do dono da obra, à sua vistoria para o efeito de recepção provisória.

2 - O disposto no número anterior aplicar-se-á igualmente à parte ou partes da obra que, por força do contrato, possam ou devam ser recebidas separadamente.

3 - A vistoria será feita pelo representante do dono da obra, com a assistência do empreiteiro ou seus representantes, lavrando-se o auto por todos assinado.

4 - O fiscal da obra convocará, por escrito, o empreiteiro para a vistoria com a antecedência mínima de cinco dias e, se este não comparecer nem justificar a falta, realizar-se-á a diligência com a intervenção de duas testemunhas, que também assinam o auto, notificando-se de imediato ao empreiteiro o conteúdo deste, para os efeitos dos n.os 3, 4 e 5 do artigo seguinte.

A fiscalização, representando o dono de obra, assume um papel principal. É, também, neste contexto que a entidade de comissionamento detém um papel importante, uma vez que para a aceitação do edifício é necessário que o relatório final de comissionamento confirme os objectivos de desempenho desejado pelo dono de obra para o edifício em causa. Como não está previsto no DL n.º 59/99 que a entidade de comissionamento assine o auto de recepção da obra, a aceitação do edifício por parte da entidade de comissionamento deve ser executada antes da vistoria de modo a identificar qualquer não conformidade com os requisitos do dono de obra para o desempenho do edifício. A existência de uma entidade de comissionamento especializada facilita em muito o acto de recepção de uma obra e pode apoiar a decisão final da entidade responsável por esse acto. (isto é, o dono de obra ou o seu representante).

Uma vez apresentadas as funções da fiscalização no quadro anterior e identificadas as semelhanças com a entidade de comissionamento, segue-se um resumo, no Quadro 5, das actividades principais da mesma entidade num projecto. As funções da entidade de

comissionamento podem-se dividir em cinco grupos principais sendo estes o planeamento do comissionamento, o desenvolvimento dos testes, a organização de manuais de O&M, o treino dos operadores e a finalização do projecto. Dentro de cada grupo desenrolam-se diversas actividades onde as mais relevantes estão referidas no Quadro 5 e posteriormente mais detalhadas.

Quadro 5 - Principais actividades da Entidade de Comissionamento¹⁵

Entidade de comissionamento	
Planeamento do comissionamento	Desenvolver objectivos e plano de comissionamento. Assegurar que a estratégia de comissionamento inclui as actividades necessárias em casa fase do processo.
Desenvolvimento de testes	Desenvolver testes pré-funcionais e funcionais. Testemunhar a realização dos testes.
Organização de manuais de O&M	Organizar os manuais de O&M dos subsistemas e equipamentos comissionados.
Treino de operadores	Conduzir treino dos operadores.
Finalização do projecto	Redigir o relatório final de comissionamento. Recomendar a aceitação do edifício. Desenvolver plano de re-comissionamento, se pretendido. Resolver problemas de desempenho do edifício após a aceitação e durante a fase de garantia.

Estas actividades repartem-se por todo o processo de comissionamento desde o planeamento à pós-construção, é por isso importante iniciar o comissionamento do edifício ainda durante a sua fase de concepção, pois, deste modo pode existir um melhor planeamento de todo o processo e os objectivos de desempenho do edifício ficam definidos à partida revelando-se mais fácil a coordenação e o desenvolvimento das restantes actividades.

Nos próximos subcapítulos desenvolvem-se as actividades referidas em cada grupo do Quadro 5.

¹⁵ Adaptado de U.S. GSA Public Building Service, 2005 “The Building Commissioning Guide”.

3.1 Planeamento do comissionamento

Após a escolha e contratação da entidade de comissionamento para um dado projecto, os requisitos do dono de obra para esse mesmo projecto devem ser formalmente comunicados à entidade de comissionamento e bem entendidos por esta. Deste modo podem ser estabelecidos os objectivos e especificações de comissionamento e dar-se início ao plano preliminar de comissionamento.

Os requisitos do dono de obra podem ser de diversa ordem dependendo do tipo de edifício em causa, uma vez que edifícios públicos, comerciais e residenciais têm objectivos de desempenho significativamente diferentes. Identificam-se alguns dos requisitos essenciais de um dono de obra como a eficiência energética do edifício, o treino adequado dos operadores dos subsistemas, funcionamento adequado dos subsistemas e equipamentos, garantias de conforto, bons manuais de O&M do edifício e equipamentos entre outros.

O plano de comissionamento é um documento essencial para a actividade, o seu propósito é providenciar, a todos os intervenientes, orientação para o processo de comissionamento durante a sua implementação, delinear as suas responsabilidades, estabelecer as linhas de comunicação e programar os testes pré-funcionais e funcionais. O plano de comissionamento é um documento dinâmico e em constante evolução ao longo do projecto dado que os resultados dos testes aos subsistemas e equipamentos são adicionados à medida que vão sendo concretizados. Por esta razão os resultados devem ser adicionados como anexo deixando como corpo principal os processos e procedimentos em causa.

Uma estrutura possível para o plano de comissionamento de um edifício apresenta-se no Quadro 6.

Quadro 6 - Estrutura do plano de comissionamento¹⁶

Introdução	Sumário do plano e o seu propósito.
Informação do projecto	Informação geral sobre o projecto.
Objectivos de comissionamento	Objectivos a atingir, incluindo subsistemas e equipamentos a comissionar no projecto.
Responsabilidades dos intervenientes da equipa	Definição das responsabilidades e meios de comunicação a utilizar.
Processo de comissionamento	Especificação das actividades a realizar nas diferentes fases do processo.
Programa de comissionamento	Programa de realização de testes ao edifício,

¹⁶ Adaptado de Energy Design Resources, Commissioning Plan Outline Template.

	incluindo valores para a aceitação.
Apêndices	Resultados dos testes efectuados e procedimentos realizados.

É também importante assegurar que as diferentes actividades são realizadas no momento correcto e confirmar que os diversos intervenientes da equipa de comissionamento respondem de modo adequado às suas obrigações e responsabilidades, é por isso relevante que a entidade de comissionamento defina à partida uma estratégia a seguir durante todo o processo para este ser bem sucedido.

3.2 Desenvolvimento dos testes

O desenvolvimento e testemunho dos testes pré-funcionais e funcionais representam uma das actividades principais do comissionamento de edifícios, visto que é a partir destes testes que ocorre a aceitação do edifício por parte da entidade de comissionamento. Na base do desenvolvimento destes testes estão os requisitos do dono de obra para o edifício em causa, uma vez que diferentes edifícios requerem desempenhos distintos e portanto critérios de aceitação adequados a cada situação. Embora o desenvolvimento dos testes seja feito pela entidade de comissionamento, a sua realização compete ao empreiteiro que instalou o subsistema ou equipamento, sendo este o responsável pela sua operacionalidade, e, no caso de não conformidade com os objectivos de desempenho a atingir, é o empreiteiro quem deve corrigir e assegurar que o subsistema está funcional, como anteriormente tinha sido referido.

Antes dos testes funcionais ao edifício são realizados os testes pré-funcionais, por estes testes entende-se a realização de listas pré-funcionais (*checklists*) de equipamentos e componentes antes de estes serem instalados. Estas listas pré-funcionais são baseadas na informação adquirida através do dono de obra sobre os equipamentos a instalar no edifício, têm como objectivo garantir que os equipamentos são os exigidos, apresentam-se completos e sem danos antes da sua instalação, um exemplo da lista de verificação encontra-se no anexo A.

Após a verificação pré-funcional e a instalação dos subsistemas e equipamentos procede-se então à concretização dos testes funcionais, que têm como objectivo certificar que os subsistemas e equipamentos operam com o desempenho desejado tanto individualmente como em interacção entre si. Compete à entidade de comissionamento supervisionar e testemunhar a realização dos testes de modo a garantir que os procedimentos foram seguidos e os resultados documentados para posteriormente serem incluídos no relatório final de comissionamento.

Vários formatos de minutas para a realização de testes possam ser possíveis, no entanto existe informação relevante sobre o subsistema ou equipamento que deve sempre constar no programa de testes que orienta a pessoa responsável pela sua realização. Essa informação está presente no Quadro 7:

Quadro 7 - Informação a constar no programa de testes

Descrição do equipamento;
Objectivos do teste;
Operadores e instrumentos necessários para a realização do teste;
Sequência de operação;
Requisitos para a aceitação do desempenho;
Avisos e instruções especiais;

A realização dos testes funcionais determina se os objectivos de desempenho desejados pelo dono de obra são atingidos para cada subsistema e equipamento comissionado e em várias condições de utilização como por exemplo: situações de emergência, situações regulares de ocupação ou condições anormais em que é requerido uma resposta eficaz do subsistema. Quando a verificação individual de cada subsistema está completa e aceite é necessário também verificar a coordenação entre os subsistemas nas diversas situações acima apresentadas, dado que o funcionamento de um edifício é feito com interacção entre subsistemas e não apenas individualmente.

Para verificar a conformidade dos subsistemas e equipamentos de um edifício os quadros que se apresentam de seguida devem ser completados pela entidade de comissionamento durante a realização e acompanhamento dos testes funcionais. Deste modo a entidade pode preencher a conformidade ou não de cada subsistema em causa e acrescentar observações caso seja necessário. Uma vez que todos os subsistemas estejam em conformidade o edifício está de acordo com os requisitos de desempenho pretendidos pelo dono de obra e pode assim ser considerada a sua aceitação.

Embora o comissionamento se possa aplicar a qualquer edifício, o Quadro 8 e o Quadro 9 são apenas referentes a edifícios residenciais devido ao facto de estes projectos serem idênticos entre si e deste modo pode-se considerar a utilização de um quadro tipo. Os quadros podem também ser adaptados consoante o projecto em causa e as necessidades do dono de obra, é de referir que são quadros resumo para a aceitação, uma vez que não estão incluídos os procedimentos para a realização dos testes funcionais nem informação adicional sobre o subsistema ou sobre o empreiteiro que realiza o teste. Esta informação adicional inclui também a constituição dos subsistemas e dos seus equipamentos e o modo de verificação a ser utilizado, portanto esta informação é única para cada projecto dado que depende do tipo de

obra realizada e dos equipamentos instalados. Distinguem-se nestes quadros duas partes principais do edifício, a parte comum e a parte privada do edifício.

No Quadro 8, relativo à parte comum do edifício, são identificados os diferentes subsistemas que constituem um edifício, definidos elementos a serem comissionados e o seu critério de amostragem¹⁷, ou seja, o número de elementos que são verificados aleatoriamente, bastando que exista apenas um elemento não conforme para a aceitação do subsistema não se verificar. Como referido anteriormente estes subsistemas, elementos e critérios de aceitação dependem do tipo de comissionamento exigido pelo dono de obra, podendo deste modo serem alterados para satisfazer as exigências pretendidas.

Dado a parte comum do edifício interferir com parte privada dos utilizadores e com a sua segurança, o critério de amostragem é máximo, ou seja, deve-se verificar a conformidade de todos os subsistemas e equipamentos comuns presentes no edifício.

¹⁷ Esta estrutura de modelação do edifício é adaptada de trabalhos anteriores (Esteves, Almeida, 2008)

Quadro 8 - Ficha Geral, Parte Comum do Edifício de Habitação

	Subsistemas	Elementos	Critério de amostragem	Conformidade			Observações	
				C.	N.C.	N.A.		
Parte Comum	Envelope	Revestimentos	100%					
		Portas	100%					
		Janelas	100%					
	Transporte	Ascensores	100%					
	Estrutura	Pilares/ Paredes	100%					
		Vigas/ Lajes	100%					
		Outros elementos estruturais	100%					
	Cobertura	Impermeabilização	100%					
		Telhado	100%					
		Drenagem	100%					
		Outro Revestimentos	100%					
	Paredes não estruturais	Isolamento acústico	100%					
		Isolamento térmico	100%					
		Outros	100%					
	Instalações	Água e Esgoto	100%					
		Eléctricas	100%					
		Gás	100%					
		Telecomunicações	100%					
		Painéis Solares	100%					
		AVAC	Aquecimento	100%				
			Ventilação	100%				
			Ar condicionado	100%				
		Segurança contra incêndios	Detector de fumo	100%				
			Portas Para-chamas	100%				
			Portas Corta-fogo	100%				
		Iluminação	Emergência	100%				
			Normal	100%				
			Outras instalações	100%				
	Equipamentos	Câmaras de vigilância	100%					
		Ginásio	100%					
		Piscina	100%					
Sauna		100%						
Outros		100%						

No Quadro 9 relativo à parte privada do edifício, identificam-se na primeira coluna os subsistemas a comissionar e na segunda coluna os elementos que pertencem a cada subsistema. A terceira coluna, definida como divisão, é dividida em sub-colunas que se referem às diferentes divisões existentes na habitação para se poder fazer uma associação entre os elementos a comissionar e as divisões respectivas uma vez que nem todas as divisões possuem todos os elementos incorporados no quadro.

Na coluna relativa às unidades, as unidades de divisão significam que o critério de amostragem se aplica ao número de divisões existentes com o respectivo elemento, ou seja, se existirem instalações de telecomunicações na cozinha e no quarto, admitindo uma amostragem de 50%, significa que 50% das cozinhas e 50% dos quartos devem ser verificados relativamente a esta instalação, tendo todos de se apresentar em conformidade com os requisitos.

O critério de amostragem é máximo para praticamente todos os equipamentos pois pretende-se garantir a funcionalidade dos mesmos, já no que respeita às instalações o critério de amostragem é inferior uma vez que existem inspeções obrigatórias a realizar para garantir a boa instalação e segurança do subsistema. Ainda assim, o critério de amostragem referente ao subsistema de AVAC é superior ao das instalações em geral dado que é este subsistema em particular que normalmente apresenta maiores deficiências.

Na existência de uma não conformidade de um elemento esta deve vir comentada nas observações acrescentando também o local onde foi encontrada para se proceder a futuras reparações.

Quadro 9 – Ficha Geral, Parte Privada do Edifício de Habitação

	Subsistema	Elemento		Divisão					Unidades	Critério de amostragem	Conformidade			Observações	
				Cozinha	I.S.	Quarto	Varanda	Zonas de Lavagem			Outros	C.	N.C.		N.A.
Parte Privada	Instalações	AVAC	Aquecimento						un. de divisão	60%					
			Ventilação						un. de divisão	60%					
			Ar condicionado						un. de divisão	60%					
			Aspiração central							un. de divisão	50%				
		Telecomunicações	Televisão							un. de divisão	50%				
			Telefone							un. de divisão	50%				
		Instalação de água	Quente							un. de divisão	50%				
			Fria							un. de divisão	50%				
			Esgoto							un. de divisão	50%				
			Instalação eléctrica							un. de divisão	50%				
			Instalação de gás							un. de divisão	50%				
		Segurança	Detectores de fumo							unidade	100%				
	Luzes de emergência							unidade	100%						
		Outras instalações													
		Equipamentos	Armários							unidade	50%				
			Banheira							unidade	100%				
			Caldeira							unidade	100%				
			Conjunto Sanitário							unidade	50%				
			Esquentador							unidade	100%				
			Exaustor							unidade	100%				
			Frigorífico/ Combinado							unidade	100%				
			Forno							unidade	100%				
			Fogão							unidade	100%				
			Máquina de lavar loiça							unidade	100%				
			Máquina de lavar roupa							unidade	100%				
			Máquina de secar							unidade	100%				
			Micro-ondas							unidade	100%				
			Polibãs							unidade	100%				
			Roupeiros							unidade	50%				
			Toalheiros eléctricos							unidade	100%				
			Ventax							unidade	100%				
		Outros							unidade						
	Interior	Drenagem							un. de divisão	50%					
		Guardas							unidade	100%					
		Paredes							m2	50%					
		Piso							m2	50%					
		Tecto							m2	50%					
		Portas							unidade	50%					
		Janelas							unidade	50%					
		Outros													

Na situação em que ocorra uma não conformidade de um subsistema ou equipamento, a entidade de comissionamento deve proceder, após a reparação da não conformidade, a uma nova amostragem aleatória e posterior verificação de todos os subsistemas e equipamentos presentes na nova amostragem. Este procedimento continua até não existir nenhuma não conformidade nos subsistemas e equipamentos do edifício.

Os quadros acima referidos devem constar no relatório final de comissionamento pois incluem informação sobre a conformidade dos subsistemas do edifício.

3.2.1 Certificações obrigatórias para edifícios novos

Com o desenvolvimento e execução dos testes funcionais pretende-se que os edifícios cumpram, no mínimo, os requisitos legais obrigatórios e seja obtida a sua certificação nos diferentes subsistemas que são necessários verificar por imposição legal. A entidade de comissionamento pode não ter a acreditação necessária para a vistoria e certificação dos diferentes subsistemas constituintes do edifício no quadro legal, no entanto esta pode ser a responsável pela organização dos processos relativos às diversas certificações. Importa referir que a entidade de comissionamento não fiscaliza o processo construtivo, sendo esta da responsabilidade da fiscalização, apenas examina e controla o desempenho do edifício e as actividades a si associadas.

As certificações obrigatórias dos diferentes subsistemas para um edifício novo de habitação são as seguintes (Esteves, 2008):

Instalações de gás

O processo de comissionamento pretende garantir que este subsistema do edifício se encontra funcional e respeita todas as obrigações legais que constam no Decreto-Lei nº 521/99 de 10 de Dezembro, o qual estabelece as normas relativas ao projecto, execução abastecimento e manutenção das instalações de gás. As inspecções a este subsistema para a sua certificação só podem ser exercidas por entidades credenciadas pela Direcção Geral da Energia e Geologia. Quando existe a obrigatoriedade da realização inspecções periódicas, estas podem constar no plano de recomissionamento do edifício.

Ascensores

Compete à equipa de comissionamento a verificação da funcionalidade adequada dos ascensores antes da sua certificação. As regras de segurança, as condições de fiscalização dos novos elevadores e as regras relativas à manutenção e inspecção de elevadores encontram-se regulamentadas pelo Decreto-Lei 320/2002 de 28 de Dezembro. A informação relativa à periodicidade das inspecções deve também constar no plano de recomissionamento.

Segurança contra incêndios

O novo Regulamento Contra Incêndios em Edifícios, aprovado em 25 de Janeiro de 2007, estabelece as condições que os edifícios devem satisfazer, com vista a limitar o risco de ocorrência e desenvolvimento de incêndio, a facilitar a evacuação dos ocupantes e a favorecer a intervenção dos bombeiros. Compete à equipa de comissionamento garantir a boa funcionalidade do subsistema de segurança contra incêndios para a aceitação do edifício e posterior vistoria pelos serviços de bombeiros. É relevante referir no relatório final de comissionamento um prazo para nova vistoria ao subsistema de segurança contra incêndios de modo a manter a sua funcionalidade.

Sistema de Certificação Energética e Qualidade do ar Interior (SCE)

Estão a ser implementadas na Europa e em Portugal medidas que têm como objectivo melhorar o desempenho dos edifícios em especial no que se refere ao desempenho energético. É neste sentido que surge a directiva nº 2002/91/CE, em que os objectivos passam pelo enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios, aplicação dos requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios bem como dos grandes edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação, certificação energética dos edifícios e a inspecção regular de caldeiras e instalações de ar condicionado nos edifícios e, complementarmente, a avaliação da instalação de aquecimento quando as caldeiras tenham mais de 15 anos. Destaca-se também a necessidade da implementação de um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, da venda ou do arrendamento dos mesmos, permitindo aos futuros utilizadores a obtenção de informações sobre os consumos de energia potenciais para novos edifícios (ADENE).

A certificação energética permite, aos utilizadores, comprovar a correcta aplicação da regulamentação térmica e da qualidade do ar interior em vigor para o edifício e para os seus sistemas energéticos, bem como obter informação sobre o desempenho energético em condições nominais de utilização no caso dos novos edifícios.

Desta forma, os consumos energéticos nos edifícios, em condições nominais de utilização, são um factor de comparação credível aquando da compra ou aluguer de um imóvel, permitindo aos potenciais compradores ou arrendadores aferir a qualidade do imóvel no que respeita ao desempenho energético e à qualidade do ar interior. Através do processo de comissionamento pretende-se melhorar eficiência energética do edifício e portanto obter uma melhor avaliação no SCE, contribuindo assim para a existência de qualidade superior para o utilizador final do edifício.

A entrada em vigor do SCE decorre de acordo com a calendarização definida na Portaria 461/2007 de 5 de Junho, a qual se divide em três fases. As duas primeiras fases já entraram em vigor, uma vez que a primeira trata de novos grandes edifícios (> 1000m²) que peçam

licença após 1 de Julho de 2007 e a segunda para novos pequenos edifício (< 1000m²) que peçam licença após 1 de Julho de 2008. Finalmente a terceira fase a implementar engloba todos os edifícios a partir de 1 de Janeiro de 2009. A Figura 11 resume a entrada em vigor do SCE.



Figura 11 - Resumo da entrada em vigor do SCE (ADENE)

O processo de certificação energética envolve a actuação de um perito qualificado credenciado pela ADENE.

Infra-estruturas de telecomunicações

As regras para o projecto, instalação e gestão de infra-estruturas de Telecomunicações em Edifícios, bem como o regime da actividade de certificação obrigatória das instalações e avaliação de conformidade de equipamentos, materiais, e infra-estruturas são estabelecidos pelo Decreto-Lei 59/2000 de 19 de Abril. A informação referente às entidades certificadoras ou instaladoras-certificadoras é publicada pela Autoridade Nacional das Telecomunicações (ANACOM).

Instalações eléctricas

As normas que devem ser seguidas para o licenciamento das instalações eléctricas destinadas à produção, transporte, transformação, distribuição ou utilização de energia eléctrica estão definidas no Regulamento de Licença para Instalações Eléctricas. Neste subsistema do edifício a certificação é sujeita a um processo de amostragem, podendo o edifício em causa não ser alvo de uma inspecção, deste modo é importante que a entidade de comissionamento garanta a boa funcionalidade do subsistema.

Rede predial de distribuição de água

Os trabalhos necessários à ligação de um edifício à rede pública de abastecimento de água são obrigatoriamente fiscalizados pela entidade gestora da distribuição no local da implementação do edifício sendo também a rede predial vistoriada pela mesma entidade após a sua instalação.

A Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP) pretende implementar futuramente um sistema de certificação de instalações. Numa primeira fase a ANQIP prevê a criação de um modelo de certificação de projectos e posteriormente a criação de um modelo de certificação das instalações. O primeiro modelo visa essencialmente garantir desde a fase de concepção e dimensionamento das instalações o seu bom desempenho, o segundo modelo terá como objectivo a defesa do consumidor.

Ficha Técnica da Habitação (FTH)

A FTH é um documento descritivo das principais características técnicas e funcionais de prédio urbano para fim habitacional, reportadas ao momento da conclusão das obras de construção, reconstrução, ampliação ou alteração do mesmo.

Foi criada pelo Decreto-Lei nº 68/2004 de 25 de Março de 2004 e o seu modelo aprovado pela Portaria n.º 817/2004 de 16 de Julho, com o intuito de reforçar os direitos dos consumidores à informação e protecção dos seus direitos económicos, no âmbito da aquisição de prédio urbano para habitação.

Embora exista este tipo de informação disponível para o utilizador, não é aqui referido o desempenho desejado do edifício ou do fogo em causa nem se os seus objectivos foram alcançados, é portanto necessário a garantia por parte da entidade de comissionamento do desempenho e funcionalidade do edifício.

3.2.2 Equipamentos para a realização dos testes funcionais.

Na realização dos testes funcionais diversos equipamentos são necessários consoante o subsistema a ser verificado. Os equipamentos que seguidamente se apresentam são apenas como exemplos, não sendo estes modelos e marca os únicos a poderem ser utilizados.

Para a verificação das condições de segurança e funcionamento do sistema eléctrico existem diversos aparelhos, como por exemplo os da série 1650 da marca FLUKE com aplicação a sistemas domésticos, comerciais ou industriais. Estes aparelhos asseguram que uma cablagem fixa é segura e que está correctamente instalada, de forma a satisfazer os requisitos das normas electrotécnicas internacionais, e de todas as normas locais relevantes.



Figura 12 - Aparelho de teste de sistema eléctrico

Na verificação do isolamento térmico de um edifício ou detecção de áreas com humidade as câmaras termográficas do modelo TiR, também da marca FLUKE, identificam os pontos críticos de perdas de calor ou frio, através de tecnologia com infravermelhos.



Figura 13 - Câmara termográfica, modelo TiR

No que respeita à qualidade do ar interior, o aparelho Fluke 975 pode realizar inspecções de verificação de sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado. Pode também realizar testes de detecção de fugas de monóxido de carbono em todo o tipo de edifícios.



Figura 14 – Aparelho Fluke 975

Na medição de temperatura e humidade para um bom nível de qualidade do ar e conforto pode-se considerar a utilização do aparelho Fluke 971.



Figura 15 - Aparelho Fluke 971

Para a verificação da concentração das partículas de ar pode utilizar-se o aparelho Fluke 983, o qual também mede a eficiência dos filtros.



Figura 16 - Aparelho Fluke 983

A utilização deste tipo de equipamentos auxilia a realização dos testes funcionais dado que identifica situações de não conformidade com os objectivos propostos. Pretende-se assim que, após a aceitação do edifício, este apresente o desempenho desejado sem deficiências maiores.

3.3 Organização dos manuais de O&M

Os manuais de O&M contêm informação essencial sobre os subsistemas e equipamentos do edifício e sobre a sua utilização nos anos posteriores à instalação. Estes manuais devem estar bem organizados e preparados a tempo da sua utilização no treino dos operadores para assim os inteirar sobre equipamentos que irão usar, a sua funcionalidade, manutenção e limitações. A informação deve estar suficientemente detalhada para que os operadores possam manter e resolver qualquer problema que surja posteriormente durante a utilização.

Os manuais de O&M de equipamentos devem conter, pelo menos, a informação seguinte:

Quadro 10 - Informação nos manuais de O&M¹⁸

- Nome, morada e telefone do fornecedor;
- Modelo e número do equipamento;
- Data dos testes efectuados e desempenho obtido;

¹⁸ Adaptado de (Haasl, T., Heinemeier, K., 2006).

Instruções de instalação;
Instruções de manutenção e prevenção de problemas;
Instruções para a correcção de erros comuns;
Garantia.

No caso de edifícios residenciais podem existir “manuais do proprietário” a entregar aos proprietários que facilitem a boa utilização das habitações e façam uma descrição detalhada dos materiais usados e contenha também informação sobre a sua limpeza e manutenção. Pode também estar incluído nestes manuais informação sobre a manutenção, utilização e garantia dos equipamentos existentes na habitação.

3.4 Treino dos operadores

Um componente essencial para uma boa funcionalidade de um edifício é o treino dos operadores, pois se estes não tiverem o conhecimento e as capacidades correctas para a operação dos equipamentos do edifício o resultado obtido é um desempenho inferior ao desejado.

Para assegurar que o treino é eficaz e rigoroso é necessário clarificar alguns pontos entre entidade de comissionamento e o dono de obra que se identificam seguidamente:

- Tópicos e duração dos treinos;
- Quem deverá acompanhar os treinos;
- Onde e como será conduzido;
- Como será documentado;

O treino dos operadores deve iniciar-se, se possível, ainda durante a fase de testes aos subsistemas e equipamentos, deste modo os operadores podem assistir aos testes e, caso se mostre relevante, iniciar o contacto com os referidos subsistemas e equipamentos (Haasl, T., Heinemeier, K., 2006). A entidade de comissionamento, com a colaboração do dono de obra, desenvolve um plano de treino para preparar os operadores para a utilização do edifício e manter o seu desempenho após a aceitação deste. O treino pode ocorrer durante um ou vários dias incluindo aulas sobre o desempenho desejado pelos subsistemas e equipamentos e demonstrações da operação dos equipamentos. Devem ainda ser dadas informações sobre a boa utilização dos manuais de O&M bem como as limitações dos equipamentos em causa. Finalmente os treinos podem ser filmados de modo a existir uma referência para futuros treinos de novos empregados.

Uma breve descrição de tópicos sugeridos para o treino dos operadores apresenta-se de seguida:

Quadro 11 - Tópicos sugeridos para treino de operadores¹⁹

Visita guiada pelo edifício;

Instruções de segurança na utilização;

Instruções e procedimentos de operação;

Instruções e procedimentos de emergência;

Instruções para ajustamento do equipamento;

Problemas comuns, as suas causas e resoluções;

Recomendações para a utilização de equipamentos especiais;

Análise dos manuais de O&M;

Informação relevante sobre o relatório de comissionamento e outros documentos

3.5 Finalização do empreendimento

No final do empreendimento a entidade de comissionamento deve apresentar ao dono de obra um relatório final de comissionamento para recomendar a aceitação do edifício. Este relatório abrange todos os procedimentos e actividades desenvolvidas ao longo do processo, e deve incluir os seguintes documentos:

- Plano de comissionamento e os seus documentos relevantes,
- Identificação dos subsistemas e equipamentos comissionados e documentação que revele que estes estão de acordo com o desempenho pretendido,
- Justificação da aceitação ou não do edifício,
- Lista de possíveis melhoramentos do edifício para aumentar o seu desempenho.

A entidade de comissionamento pode também apresentar um plano de recomissionamento do edifício para garantir a continuação de um bom desempenho ao longo dos anos, este plano deve estar sujeito a alterações conforme os equipamentos e os subsistemas forem sendo actualizados para assim se manter operacional.

¹⁹ Adaptado (Haasl, T., Heinemeier, K., 2006).

4. Considerações finais

4.1 Conclusões

A actividade de comissionamento representa não só uma nova abordagem à construção dos edifícios, mas também uma evolução no conceito de garantia da qualidade. O comissionamento de edifícios representa fundamentalmente uma mudança de atitude em direcção ao desenvolvimento dos edifícios futuros. Esta nova atitude foca-se na satisfação a longo prazo dos utilizadores e donos dos edifícios e centra-se no desempenho e aumento de eficiência do edifício e nas suas condições de conforto, saúde, segurança e ambiente. Uma vez que os edifícios comissionados são mais eficientes estes revelam-se também mais económicos ao longo do tempo diminuindo assim os seus custos de manutenção e operação.

O comissionamento resulta numa actividade essencial como uma medida para assegurar a qualidade e desempenho dos edifícios que são hoje mais complexos e com maior número de equipamentos incorporados. A detecção precoce de falhas na concepção ou instalação de subsistemas ou equipamentos justifica a maior parte do investimento inicial no processo de comissionamento do edifício. O treino dos operadores para a utilização dos equipamentos melhora o desempenho alcançado por estes ajudando a prolongar a sua vida útil. A organização da documentação do empreendimento facilita futuras intervenções para manutenção edifício ou melhoria das condições de uso do mesmo. É através do processo de comissionamento que se conseguem conceber edifícios que iniciem o seu ciclo de vida com o desempenho exigido pelo dono de obra, diminuindo assim as reclamações no início da ocupação do edifício e portanto diminuindo os seus custos associados. Pretende-se deste modo criar também edifícios mais eficientes a nível energético tornando-os assim mais sustentáveis uma vez que existem cada vez mais preocupações ambientais no sector da construção. É, portanto, uma actividade distinta mas complementar dos tradicionais serviços de construção.

A actividade de comissionamento resulta numa maior cooperação entre os diferentes profissionais envolvidos na construção de um edifício e na verificação do seu desempenho. Em vários projectos a falta de entendimento e coordenação entre diferentes entidades pode provocar falhas no funcionamento dos subsistemas instalados no edifício, o processo de comissionamento vem identificar essas falhas de modo a que estas sejam corrigidas antes da ocupação do edifício.

Em casos de aplicação do processo de comissionamento a edifícios residenciais a equipa de comissionamento pode produzir um “Manual de Proprietário” para que o proprietário ou utilizador saiba como proceder à manutenção do imóvel e à sua boa utilização. Neste manual constariam informações sobre os diferentes subsistemas e equipamentos da parte privada do

fogo, informação sobre a sua manutenção e o modo de resolução dos mais usuais problemas de utilização. Do mesmo modo pode existir um manual equivalente respeitante à parte comum do edifício contendo o mesmo tipo de informação.

No que respeita aos modelos de comissionamento referidos nesta dissertação o que possivelmente melhor se adequa à realidade da construção será o modelo em que a entidade de comissionamento é contratada de modo independente – Modelo 3 -, ou seja, em que esta reporta directamente ao dono de obra o desempenho obtido nos testes funcionais, deste modo a actividade de comissionamento pode existir num empreendimento sempre que o dono de obra o deseje independentemente das restantes entidades presentes. Neste modelo a entidade de comissionamento actua imparcialmente e não é influenciada por outra parte no seu relatório final de comissionamento.

Uma vez que este é um processo complexo e que envolve as diversas entidades de uma obra, existe a necessidade de uma clara definição da “fronteira” de competências entre a equipa de comissionamento, fiscalização e controlo técnico da obra para que não exista sobreposição de funções e actividades no decorrer do empreendimento.

O processo de comissionamento, independentemente de parcial ou de todo o edifício, requer sempre uma clara definição das expectativas de desempenho do edifício, rigor no seu plano e na execução e acompanhamento contínuo das diferentes fases do processo de comissionamento e também da obra e por parte da entidade de comissionamento. Pretende-se assim criar valor para todas as partes interessadas, e tornar o sector da construção mais credível ao nível do desempenho do edifício mostrando aos utilizadores a preocupação que existe em satisfazer as suas necessidades.

Sistematizada e organizada a informação existente sobre o comissionamento de edifícios, e realçada a importância desta actividade no sector da construção é importante realizar outros trabalhos de investigação dada a falta de informação que existe em Portugal, algumas sugestões de estudos futuros apresentam-se no subcapítulo seguinte.

4.2 Desenvolvimentos futuros

No que diz respeito a desenvolvimentos futuros considera-se que ainda há muito a desenvolver sobre o assunto estudado nesta dissertação que pretende apenas contribuir para o desenvolvimento do tema. Será portanto necessário aprofundar este assunto através de estudos como seguidamente se sugere.

Uma vez que foi apenas desenvolvido o comissionamento de edifícios novos propõe-se também um estudo equivalente ao nível dos diferentes conceitos de comissionamento,

nomeadamente retro-comissionamento e recomissionamento aos edifícios em Portugal e as suas vantagens para os utilizadores.

Dado este processo ser recente existe a necessidade de identificar a relação custo-benefício de comissionar edifícios em Portugal. Seria assim interessante realizar um estudo baseado em casos de estudo de modo a compreender o impacto futuro na construção portuguesa à semelhança de estudos que foram feitos em outros países.

Uma vez identificados os diferentes subsistemas a comissionar, pode-se considerar um estudo mais aprofundado dos testes funcionais a realizar ao edifício, nomeadamente o desenvolvimento destes testes e uma metodologia para a sua aplicação tendo em conta os diferentes edifícios existentes.

No que respeita aos quadros resumo da actividade de comissionamento o critério de amostragem depende das exigências do dono de obra, no entanto poder-se-ia estudar a optimização dos critérios de modo a existirem valores base mínimos. Saliencia-se também o desenvolvimento dos mesmos quadros a outro tipo de edifícios particularmente comerciais ou de escritórios.

Os conceitos apresentados com aplicação aos edifícios deverão também ser estendidos a outros tipos de obras onde o comissionamento também assume uma importância fundamental, e em muitos casos envolvendo testes mais complexos como o caso dos edifícios hospitalares, obras ferroviárias, entre outros.

Referências Bibliográficas

ADENE. “ADENE – Agência para a Energia.” www.adene.pt.

Almeida, Nuno, L. M. Alves Dias, Fernando Branco, 2007, “Controlo e Avaliação Técnica de Edifícios Novos: Aplicação em estruturas de betão.” 3º Congresso Nacional da Construção, Coimbra.

BetterBricks, “Building Commissioning for New Construction”, visto em 2 Fevereiro 2008, <http://www.betterbricks.com/DetailPage.aspx?ID=287>

Building Services and Commissioning Association, visto em 20 Julho de 2008, http://www.bsca.or.jp/english/english_top.html

California Commissioning Collaborative, 2006, “California Commissioning Guide: New Buildings”.

Casault, R., 2002, “Test Procedures: Who and When?”. National Conference on Building Commissioning, Maio 2002.

Commissioning, 2006, “Best Practices Manual”, Volume 4.

CUBE - The Building Services Technology, visto em 20 Julho de 2008, <http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/CUBE/en/etusivu.html>

Decreto-Lei n.º 59/99 de 2 de Março de 1999. Regime jurídico das empreitadas de obras públicas.

Decreto-Lei n.º 18/2008 de 29 de Janeiro de 2008. Código dos Contratos Públicos.

Direcção Geral da Energia – Ministério da Economia, 2002, “Eficiência Energética nos Edifícios”.

Dadjou, M., 2006, “What is building Commissioning?” visto em 2 Fevereiro 2008, http://www.lorman.com/newsletters/article.php?cd=13143:0:1:1:7&md=75854:0&article_id=312&newsletter_id=66&category_id=3

Energy Design Resources, 1998, “Design Brief: Building Commissioning”, Energy Design Resources, California.

Energy Design Resources, "Building Commissioning Guidelines" relatório preparado por Pacific Gas and Electric Company, Energy Design Resources, California.

Energy Design Resources, Abril 2005, "The Building Commissioning Guide", U.S. General Services Administration, Office of the Chief Architect, Washington.

Energy Design Resources, Commissioning Plan Outline Template.

EPUL, Empresa Pública de Urbanização de Lisboa, <http://www.epul.pt/>

English, M., "What Owners Need to Know About Commissioning Buildings?"

Esteves, M., 2008, "Sistemas de Avaliação do Desempenho e Reconhecimento da Qualidade para Edifícios Residenciais", tese de mestrado, Lisboa: Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

Farnsworth Group, "Commissioning and Sustainable Design", visto em 27 Janeiro 2008, http://www.f-w.com/facilities/commissioning/commiss_sustain.htm

FLUKE Ibérica, visto em 9 de Agosto de 2008, <http://www.fluke.pt/comx/default.aspx?locale=ptpt>

Friedman, H., Potter, A., Haasl, T., Claridge, D., Cho, Soolyeon, 2003, "Persistence of Benefits from New Building Commissioning" *National Conference of Building Commissioning*.

Haasl, T., Sharp, T., 1999, "A Practical Guide for Commissioning Existing Buildings.", preparado por Portland Energy Conservation Inc. e Oak Ridge National Laboratory, Abril 1999.

Haasl, T., Heinemeier, K., 2006, California Commissioning Collaborative, "California Commissioning Guide: New Buildings".

Manual do Empreendimento, EPUL, Edifício Telheiras XXI, visto em 9 de Agosto de 2008, <http://www.epul.pt/manualtxxi/APARTAMENTOS.htm>

Mills, E., Bourassa, N., Piette, M. A., Friedman, H., Haasl, T., Powell, T., Claridge, D., 2005, "The Cost-Effectiveness of Commissioning a New and Existing Commercial Buildings: Lessons from 224 Buildings", National Conference of Building Commissioning.

Mills, et al, 2004, "The Cost-Effectiveness of Commercial-Building Commissioning", Lawrence Berkeley National Laboratory, Portland Energy Conservation Inc., Energy Systems Laboratory, Texas A&M University.

Piette, M., Nordman, B., 1996, "Costs and Benefits of Utility Funded Commissioning of Energy-Efficiency Measures in 16 Buildings," in *ASHRAE Transactions*, Atlanta, GA, Vol. 102.

Nakahara, N., 2003, "International background and domestic activities on commissioning process", Nakahara Laboratory, Environmental Syst.-Tech.

National Institute of Building Sciences, 2006, "Exterior Enclosure Technical Requirements for the Commissioning Process".

Qualidade e Gestão da Energia, visto em 9 e Agosto de 2008, <http://www.qenergia.pt/>

Sustentaire, Consultoria em Sustentabilidade Lda., "Sustentabilidade – Construção Sustentável, oportunidades estratégicas do sector no combate às alterações climáticas".

Sinduscon SP Secovi SP, 2003, "Manual do Proprietário: Termo de Aquisição, Uso e Manutenção do Imóvel, Operação do Imóvel", 2ª edição.

U.S. Department of Energy Rebuild America Guide Series, 1998, "Building Commissioning: The Key to Quality Assurance". Commissioning retrofits and existing buildings: overview, process, and case studies, PECL.

U.S. GSA Public Buildings Service and U.S Department of Energy Federal Energy Management Program, 1998, "Building Commissioning Guide" Version 2.2.

U.S. GSA Public Building Service, 2005 "The Building Commissioning Guide".

U.S. Public Buildings Service, "Building Commissioning".

Wray, C.P., Sherman, M.H., 2001, "Residential Commissioning to Assess Envelope and HVAC System Performance" Lawrence Berkeley National Laboratory.

Wray, C.P., Walker, I., Sherman, M., 2003, "Guidelines for Residential Commissioning", Lawrence Berkeley National Laboratory.

WBDG Project Management Committee, 2007, "Building Commissioning", visto em 1 Fevereiro 2008, <http://www.wbdg.org/project/buildingcomm.php>

ANEXO A – Lista de Verificação de Equipamentos (Checklist)

Informação do Projecto:

1. Entidade de Comissionamento

Nome:

Telefone (s):

e-mail:

2. Dono de Obra

Nome:

Telefone (s):

e-mail:

3. Localização da obra

Informação do equipamento:

1. Descrição do equipamento:
2. Fornecedor:
3. Nº de série:
4. Observações:

Documentação Necessária:

Tipo	Sim	Não	N.A.	Observações
Manual de instalação				
Manual de Instruções				
Garantia				
Prazo de Garantia				
Outros				

Inspeção Visual:

Tipo	Sim	Não	N.A.	Observações
Danos Aparentes				
Equipamento completo				
Danos em Componentes				
Modelo pretendido				
Outros				

Comentários: