



TÉCNICO
LISBOA

**Conceitos para a Utilização de Informação
Digitalizada no Ciclo de Vida de Empreendimentos
de Construção**

Luís Alberto Costa Guerreiro Nunes Campos

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientador: Prof. António Morais Aguiar da Costa

Júri

Presidente: Prof. Nuno Gonçalo Cordeiro Marques de Almeida

Orientador: Prof. António Morais Aguiar da Costa

Vogal: Prof. Francisco Manuel Caldeira Pinto Teixeira Bastos

Outubro 2017

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à minha família pelo apoio dado, sem eles nada seria possível.

Agradeço também ao Prof. António Aguiar da Costa, pela orientação prestada. Sempre me senti confortável ao longo de todo o trabalho realizado, permitindo uma sincera troca de ideias, contribuindo para a importante experiência que a realização desta dissertação representou. Transmitiu-me vários conhecimentos em campos que anteriormente pouco conhecia e que serão mais valias no meu futuro profissional.

À Associação Portuguesa de Facility Management por todo o apoio concedido. O trabalho teria sido muito mais difícil sem os membros desta associação, não só pelos contactos cedidos como pela prestabilidade no fornecimento de informação. Espero que o trabalho realizado contribua para a valorização da área e das competências por ela impulsionadas.

Resumo

As tecnologias BIM e as tecnologias de informação têm vindo a transformar a indústria da construção, criando ambientes digitais que sustentam as trocas de informação e potenciam a digitalização dos processos. Esta mudança obriga à definição clara de processos e de modelos digitais para suporte e gestão dessa informação. Por outro lado, para que se possa tirar valor da informação criada e armazenada, é necessário definir adequadamente a sua forma de utilização em campos que capitalizem na utilização de informação, como a gestão de ativos e o *facility management*.

Tendo em vista a potenciação destas áreas, esta dissertação tenta retratar a utilização de informação digital em operação, através de entrevistas a estes profissionais com o objetivo de propor conceitos que permitam facilitar a normalização das trocas de informação digitais ao longo do ciclo de vida de um empreendimento. Assim, com base em normas internacionais, documentos nacionais existentes e o retrato da utilização de informação em operação realizado são definidos conceitos que tornam o ciclo de vida de um empreendimento num fluxo integrado e digital de informação potenciado por tecnologias de informação.

Palavras-chave: Empreendimentos de construção, Ciclo de vida, Informação digital, BIM, Operação, Gestão de ativos

Abstract

BIM technologies and information technologies have transformed the construction industry. They have enabled the creation of digital environments digital environments that sustain exchanges of information and enhance the digitalization of the processes involved. These changes force the clear definition of processes and digital models to support and manage that information. On the other hand, so that the information acquires real value, the application must be in fields that can capitalize on it, like asset management and facility management is necessary.

This dissertation proposes concepts that enable the standardisation of these exchanges of digital information through the project life-cycle, having in mind these two management areas: asset management and facility management. Therefore, based on international standards, existing Portuguese legal documents and interviews made with professionals from these two areas, concepts are defined and proposed that make the project life-cycle an integrated cycle based on digital information which is enhanced by information technologies.

Key words: Construction projects, Life cycle, Digital information, BIM, Operation, Asset Management

Conteúdo

Agradecimentos	I
Resumo	III
Abstract	V
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos da Dissertação	3
1.3 Metodologia de Investigação	3
1.4 Estrutura da Dissertação	4
2 Revisão de literatura	6
2.1 Atividades de gestão da fase de operação	6
2.1.1 Gestão de ativos	6
2.1.2 Facility Management	11
2.2 Digitalização de informação e as tecnologias BIM	14
2.2.1 Definição geral	14
2.2.2 BIM aplicada a Facility management e gestão de ativos	15
2.2.3 Níveis de maturidade e documentos normativos internacionais existentes	16
2.3 Análise de metodologias normalizadas de gestão de informação	20
2.3.1 PAS 1192:2007	21
2.3.2 PAS 1192-2:2013	22
2.3.3 PAS 1192-3:2014	35

2.3.4	Síntese do capítulo	43
2.4	Documentos Nacionais	43
2.4.1	Portaria 701h	43
2.4.2	Código dos Contratos Públicos	48
2.5	Considerações Finais	49
3	Levantamento do papel da informação na indústria: a perspectiva da gestão de ativos e FM	50
3.1	Entidades inquiridas	50
3.2	Estrutura do inquérito	52
3.3	Resultados	55
3.4	Síntese do capítulo	58
4	Conceitos para uma gestão integrada da gestão de informação	59
4.1	Modelos	61
4.2	Requisitos	63
4.3	Trocas de informação	64
4.4	Ambiente comum de informação	65
4.5	Ciclo total	67
5	Conclusões	71
5.1	Verificação de objetivos	71
5.2	Limitações do trabalho desenvolvido	72
5.3	Trabalhos Futuros	72

Lista de Figuras

1.1	Estrutura da dissertação	5
2.1	Relações do sistema. Adaptado de ISO 55000:2014	9
2.2	Relações entre as partes essenciais de um sistema de gestão de ativos. Adaptado de ISO 55000:2014	10
2.3	Atividades da gestão de edifícios. Adaptado de (Rodrigues, 2001)	13
2.4	Níveis de maturidade BIM (PAS 1192-2:2013)	17
2.5	Visão BIM (Bew, 2017)	19
2.6	Gestão de documentos e dados no repositório (PAS 1192:2007)	22
2.7	O ciclo da entrega de informação (PAS 1192-2:2013)	23
2.8	Funções, responsabilidades e autoridades (PAS 1192-2:2013)	26
2.9	Sub-fases da fase de produção (PAS 1192-2:2013)	29
2.10	CDE (PAS 1192-2:2013)	30
2.11	O ciclo da entrega de informação (PAS 1192-3:2014)	36
2.12	Relações entre os OIR, PIM e AIM (PAS 1192-3:2014)	37
2.13	Processo de gestão da informação de ativos (PAS 1192-3:2014)	38
2.14	Troca de informação com o AIM (PAS 1192-3:2014)	40
2.15	Troca de informação com o AIM (PAS 1192-3:2014)	42
2.16	AIM no CDE (PAS 1192-3:2014)	42
2.17	Sequenciação das fases de projeto de acordo com a Portaria 701h	44
4.1	Modelos	62
4.2	Requisitos de informação do projeto e dos ativos	64

4.3	Relação dos requisitos com os modelos	64
4.4	Ambiente comum de informação	66
4.5	Requisitos de informação da organização e as fases pré-contratação	67
4.6	Requisitos de informação do cliente e as fases de contratação	67
4.7	Modelo de informação do projeto e as fases da Portaria 701h	68
4.8	Modelo de informação do ativo e as fases pós-projeto	68
4.9	Ambiente comum de dados simplificado	68
4.10	Ciclo de informação de empreendimento	69
4.11	Gestor de informação e o ciclo definido	70

Lista de Tabelas

2.1	Temáticas da gestão de ativos	7
2.2	Funções mais comuns de <i>facility management</i> . Adaptado de (Roper e Payant, 2014) . . .	11
2.3	Funções mais comuns de <i>facility management</i> , continuação	12
2.4	Elementos necessários ao CDE	21
2.5	Informações a incluir no EIR (PAS 1192-2:2013)	24
2.6	Informação adicional a pertencer ao BEP (PAS 1192-2:2013)	25
2.7	Entregas de informação de projeto (PAS 1192-2:2013)	26
2.8	Funções definidas no PAS (PAS 1192-2:2013)	27
2.9	Funções definidas no PAS, continuação	28
2.10	Verificações a efetuar antes da passagem à área <i>SHARED</i> (PAS 1192-2:2013)	30
2.11	Informações associadas a cada fase de projeto (PAS 1192-2:2013)	32
2.12	Informações associadas a cada fase de projeto, continuação	33
2.13	Informações associadas a cada fase de projeto, continuação	34
2.14	Informações associadas a cada fase de projeto, continuação	35
3.1	Definição do âmbito	53
3.2	Estudo da Arquitetura da informação	54
3.3	Arquitetura tecnológica	54
3.4	Desafios	55
3.5	Aspetos gerais a ter em conta	58

Acrónimos

ACI Ambiente comum de Informação

AM Asset Management

APFM Associação Portuguesa de Facility Management

AIM Asset Information Model

AIR Asset Information Requirements

AVAC Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

BEP BIM Execution Plan

BIM Building Information Model ou Building Information Modeling

BSI The British Standards Institution

CAD Computer Aided Design

CDE Common Data Environment

COBie Construction Operations Building information exchange

CIC Construction Industry Council

CPI Construction Project Information

CPIc Construction Project Information Committee

CPIx Construction Project Information Xchange

COBie Construction to Operations Building Information Exchange

DAC Desenho Assistido por Computador

EIR Employer's Information Requirements

FM Facility Management

IFC Industry Foundation Classes

IoT Internet of Things

LOD Level of Development

McC Modelo como Construído

MIDP Master Information Delivery Plan

OIR organizational Informarion Requirements

PAS Public Available Specification

PDF Portable Document Format

PDM Project Delivery Manager

PLQ Plain Language Questions

PIM Project Information Model

PIP Project Implementation Plan

SMP Standard Method and Procedure

TI Tecnologias de Informação

TIDP Task Information Delivery Plan

VCM Virtual Construction Model

WIP Work-in-progress

1. Introdução

1.1 Enquadramento

A indústria da construção tem enfrentado diversos problemas: fraca produtividade, insuficiente inovação, carência de processos consistentes e rigorosos, fornecedores desconectados e fragmentação (WEF, 2016). Estes problemas devem-se, principalmente, à falta de processos normalizados e à ausência de acompanhamento das novas tecnologias, nomeadamente as de informação. A crise económica que a indústria tem vindo a enfrentar também contribuiu para estes problemas, a redução do investimento resultou numa diminuição da aposta em tecnologias mais modernas e em formação e adoção de novas normas. Para corrigir estes problemas é necessário estimular a utilização de processos normalizados e a utilização de tecnologias de informação. Existem muitos intervenientes, com diferentes especialidades, é fulcral que haja compatibilidade entre diferentes especialidades e exista procura de inovar. A aposta na inovação, que passa pelo uso de novas tecnologias, é uma necessidade para atualizar uma indústria que utiliza processos bastante antiquados. As trocas de informação são antiquadas, e ainda muito à base de suportes físicos, em oposição aos digitais, diminuindo a celeridade das trocas assim como a quantidade e fiabilidade da informação trocada.

Algumas empresas já procuram basear a sua informação em suportes digitais, devido às vantagens que proporcionam: exigem menos custos, garantem maior segurança e maior celeridade nas trocas de informação (Weise et al., 2014). Esta mudança de suportes também começa a afetar alguns elementos da indústria da construção civil nacional, por pressão dos clientes, que já começam a exigir projetos realizados com *Building Information Models*, BIM (Venâncio, 2015). As tecnologias BIM permitem que a informação seja centralizada em modelos 3D virtuais, capazes de acompanhar todo o ciclo de vida de um empreendimento, no entanto obriga a uma reorganização dos ciclos dos empreendimentos: novas fases e processos bem definidos de troca de informação. A utilidade desta nova tecnologia na fase de projeto e construção já demonstrou as mais variadas vantagens: menor duração da fase de construção, melhor deteção de problemas de compatibilidade de projetos, apresentação mais próxima da realidade do produto final e maior rapidez de partilha de informação (Azhar, 2011). Todas as suas características já vão sendo conhecidas num contexto de projeto, na modelação de elementos a construir, no entanto, a aplicação a todo o ciclo de vida de um empreendimento não dispõe da mesma notoriedade. Há que olhar para esta tecnologia tendo em conta todo o seu potencial, que pode servir e trazer vantagens excecionais ao empreendimento. Para tal é necessário entender bem no que consiste um empreendimento, as suas necessidades e objetivos.

Um empreendimento consiste na realização de um conjunto de ações, em período bem definido, exigindo recursos múltiplos e elevado nível de coordenação e gestão a fim de atingir os objetivos pretendidos com qualidade, eficácia e eficiência (Tavares, 2003). O seu ciclo de vida é extenso, vai para além da projeção e

construção, as fases vistas como as mais economicamente exigentes. O custo destas fases é normalmente o fator de decisão na escolha de como o empreendimento será realizado. No entanto, a ideia que estas fases são as mais onerosas de um empreendimento, é errada. Os custos de manutenção e operação só por si, não são nada desprezáveis e, aliados à longa duração de um empreendimento, acabam por apresentar um grande encargo no final do ciclo de vida (Rodas, 2015), o que torna a gestão destas fases extremamente relevante na fiabilidade de um empreendimento.

Nas fases após projeção e construção, os utilizadores das tecnologias BIM não vão ser os habituais produtores de informação: arquitetos, engenheiros e construtores, mas sim gestores preocupados com a manutenção e operação do empreendimento. Estes gestores vão, não só criar nova informação, como utilizar a previamente criada. Há que procurar formas de utilizar estas tecnologias para vantagem destes gestores. Existem duas disciplinas de gestão com o objetivo de desempenhar as funções acima mencionadas: o *asset management*, AM, em português, gestão de ativos e *facility management*, (FM), gestão de instalações. A integração da informação obtida durante a fase de planeamento e conceção de um modelo que apoie as funções de um *facility manager* e gestor de ativos trará vantagens a todas as partes interessadas do empreendimento.

Já existem vários *softwares* que apoiam a operação e manutenção, no entanto nem todos usam a tecnologia e metodologia BIM. Também não prezam de processos bem definidos de implementação da informação. Portugal, à data da elaboração desta dissertação, ainda está a dar os primeiros passos na definição das informações necessárias a entregar num projeto baseado em tecnologias BIM. Outros países, como a Finlândia e Reino Unido, já publicaram alguns documentos que tentam estandardizar as trocas de informação entre a fase de projeto e construção e as posteriores fases, mas esses documentos, foram elaborados de acordo com a cultura das entidades desses países, a sua aplicação direta em Portugal pode apresentar falhas. Os documentos foram realizados por especialistas nesta tecnologia e a informação neles contida é valiosa. Vem de anos de experimentação e o conhecimento foi adquirido da sua aplicação em projetos realizados, é por isso importante tê-los em consideração, de forma a retirar lições que possam ser aplicadas num contexto nacional.

Este trabalho visa focar-se na utilização da informação na indústria, tentando definir ciclos de troca de informação digitais, de forma a responder à falta de inovação e tentando criar processos consistentes a serem utilizados no futuro. No contexto da presente dissertação e dos mais recentes desenvolvimentos da indústria da construção, a informação é caracterizada como sendo dados tratados e otimizados, que em engenharia civil são muitas vezes suportados por desenhos, memórias descritivas, manuais de manutenção, entre outros. É fundamental investigar como é gerida a informação na fase de operação de um empreendimento e definir o ciclo de informação associado, de acordo com a realidade portuguesa. Para que os BIM assumam todo o seu potencial e a informação seja criada e utilizada de forma correta, é necessário que toda a troca de informação seja rápida e eficiente. Impasses à partilha ou informação redundante comprometem a utilidade do modelo, pois o seu objetivo é ser célere e de fácil acesso a qualquer dos intervenientes na gestão/conceção de um projeto. A normalização é essencial, de forma a evitar incompatibilidades, e as normas internacionais já publicadas deverão ser tidas em conta, devido ao conhecimento relevante que contém. Tendo estes aspetos em conta, deve-se então elaborar um documento que defina conceitos que suportem a gestão integrada da informação digital.

1.2 Objetivos da Dissertação

A presente dissertação tem como base os objetivos que seguidamente se apresentam:

- Caracterizar as disciplinas de gestão de ativos e *facility management* como as principais utilizadoras de informação em operação;
- Análise de boas práticas internacionais no âmbito da utilização da informação no ciclo de vida dos empreendimentos, dando ênfase ao papel da informação no seio da indústria de construção digitalizada;
- Caracterização do estado atual da utilização da informação na gestão de ativos e no *facility management* de modo a identificar os desafios e oportunidades que definem as necessidades e componentes a incluir no ciclo;
- Proposta de conceitos para gestão integrada da informação ao longo do ciclo de vida de um empreendimento num contexto nacional.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia de investigação começa com uma revisão da literatura existente. Foram focadas as disciplinas da gestão de ativos e o *facility management*, de modo a demonstrar que estes dois campos da gestão são os que mais beneficiam da informação produzida em projeto e da sua correta gestão em fase de operação. Adicionalmente, visa familiarizar o leitor com os conceitos inerentes a estas disciplinas. A sua definição é realizada recorrendo maioritariamente a normas emitidas, recorrendo também a outras literaturas publicadas pelos mais diversos autores. Posteriormente, focou-se a digitalização de informação e as tecnologias BIM, de forma a caracterizar o estado atual da utilização destas tecnologias assim como as suas futuras possibilidades. Estas secções servem de base teórica às posteriores secções deste trabalho.

No sentido de a proposta ter sustentação normativa, será feita uma revisão cuidada de normas internacionais, relacionadas com o tema em estudo. Foram analisadas normas que incidem nos problemas encontrados, publicadas por entidades de renome responsáveis pela emissão de documentos normativos. É realizada uma análise aprofundada de normas internacionais. As normas visadas foram a PAS 1192, a PAS 1192-2 e a PAS 1192-3, que discriminam, respetivamente, o ambiente de trabalho comum, a produção e entrega de informação na fase de projeto e a gestão de informação na fase operacional de um empreendimento. Esta revisão permite definir o objetivo e a sua abrangência da proposta a realizar. Sendo estes documentos internacionais, há que confrontar os seus conceitos com a realidade nacional. É então realizada uma análise dos documentos nacionais que definem fases de um empreendimento para que se possa integrar o utilizado noutros países, com o existente em Portugal.

Posteriormente, foram elaborados inquéritos a gestores de ativos e *facility managers* para que seja possível identificar os atuais problemas e oportunidades existentes, no sentido de sustentar os desenvolvimentos com a opinião prática dos principais intervenientes na fase operacional. Estes inquéritos foram realizados de uma forma semi-estruturada de forma a proporcionar diálogo livre, permitindo mais liberdade nas respostas, de modo a permitir sugestões e críticas livres dos entrevistados.

Com os trabalhos existentes estudados, os problemas encontrados, as soluções analisadas e a base nacional definida, são propostos conceitos para uma gestão integrada da informação digital com o ciclo de informação dos empreendimentos portugueses em mente.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos, necessariamente alinhados com a metodologia implementada. De forma geral, será realizado uma revisão da literatura, uma procura dos problemas e vantagens existentes e uma proposta de conceitos a utilizar, de acordo com as ilações retiradas do estudo realizado.

No primeiro capítulo é exposto o conteúdo introdutório da dissertação: enquadramento, objetivos, metodologia e estrutura.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão do estado da arte. O primeiro sub-capítulo caracteriza brevemente a atividade de gestão de ativos e o segundo a atividade de *facility management*. O terceiro sub-capítulo descreve a digitalização da informação e a sua relação com as tecnologias BIM. Contém também uma reunião de trabalhos realizados por outros autores sobre BIM aplicadas à gestão de ativos e *facility management* e um sub-capítulo sobre a conceito de maturidade BIM e a visão desta tecnologia. O sub-capítulo seguinte compreende uma análise das *Public Available Specifications*, PAS, emitidas pela *British Standards Institution*, BSI. Seguidamente, são do mesmo modo descritos dois documentos nacionais de teor legal, a Portaria 701h e o Código dos Contratos Públicos.

No terceiro capítulo é exposto o processo de pesquisa dos desafios atuais da gestão de informação na fase de operação e construção, através de inquéritos a gestores da fase de operação. No primeiro sub-capítulo são descritas as entidades inquiridas, no segundo a estrutura do inquérito realizado e no terceiro as conclusões retiradas.

No quarto capítulo, são apresentados os conceitos definidos para uma gestão integrada da informação digital associada a empreendimentos portugueses.

No quinto e último capítulo é feita uma apreciação global do trabalho realizado. O primeiro sub-capítulo verifica os objetivos traçados, o segundo enuncia as principais contribuições, o segundo as limitações do trabalho desenvolvido e no terceiro propõe-se futuros trabalhos a realizar. A figura 1.1 sequencia o desenvolvimento da dissertação.

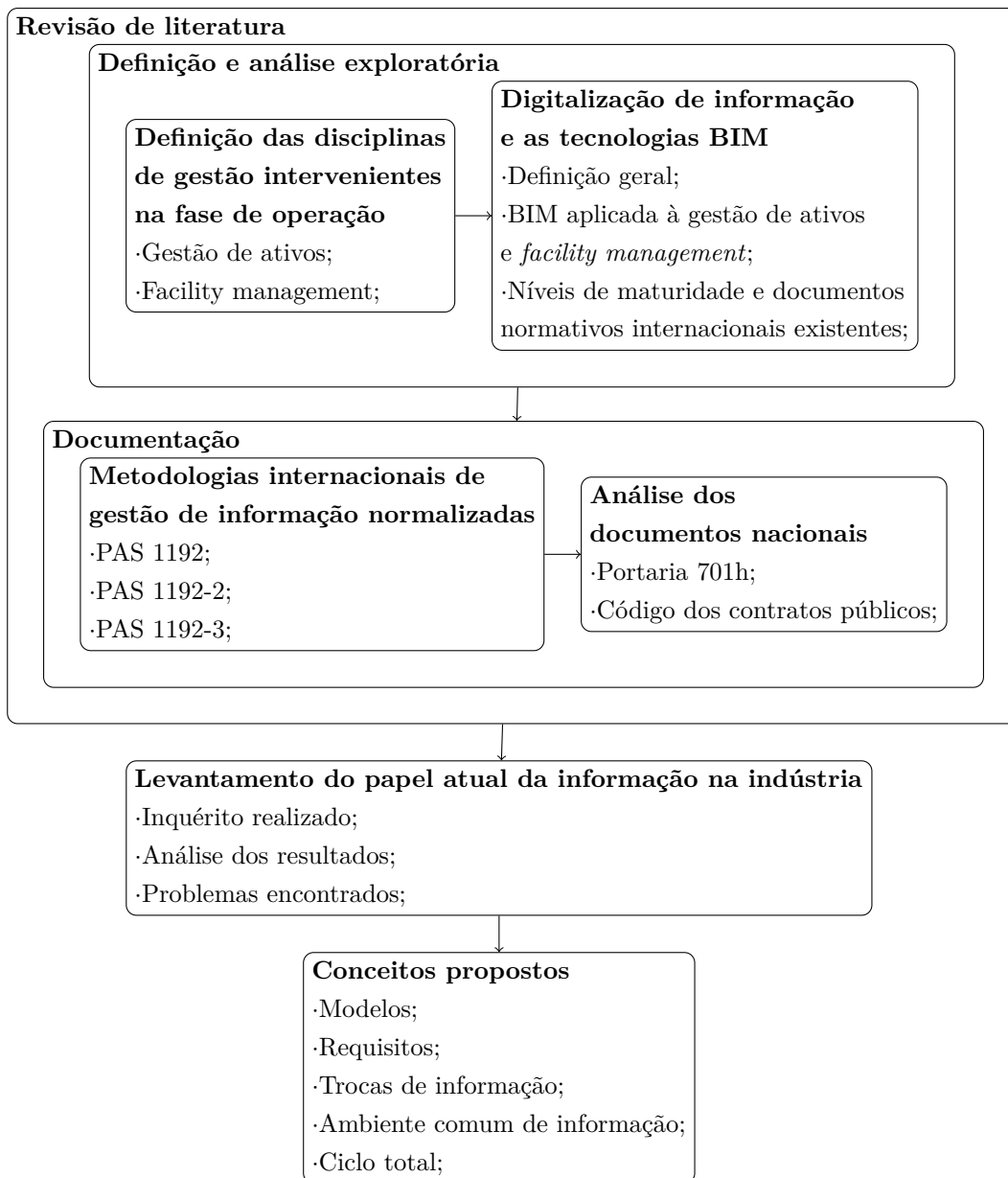


Figura 1.1: Estrutura da dissertação

2. Revisão de literatura

2.1 Atividades de gestão da fase de operação

A informação é criada ao longo de todo o ciclo de vida de um empreendimento. Este ciclo de vida é constituído por várias fases, sendo a mais longa a operação. Nesta fase o dono do ativo, seja ele singular ou uma entidade, procura produzir valor a partir do ativo construído. A informação sobre o ativo pode contribuir com uma maior significância neste fase, pois contribui para o funcionamento do ativo. Através da sua utilização, tomando decisões baseadas na informação criada, pode-se aumentar as mais-valias retiradas do ativo construído.

Existem duas disciplinas de gestão envolvidas na gestão da operação de um dado empreendimento: gestão de ativos e *facility management*. Tanto a criação como a gestão de informação serão suas responsabilidades em fase de operação. É por isso importante compreender o seu modo de funcionamento, os processos a si associados e em que áreas atuam. A definição realizada apresenta-se nos seguintes sub-capítulos.

2.1.1 Gestão de ativos

A gestão de ativos surge como uma área de conhecimento que merece especial atenção na presente dissertação. É crucial analisar as fases mais avançadas do ciclo de vida dos empreendimentos, que usualmente não são trazidas de forma adequada para a fase de projeto. É uma disciplina do campo da gestão que se preocupa com a valorização e manutenção dos ativos pertencentes a uma entidade. É normalmente associada à gestão de ativos financeiros, que se preocupa em guiar investimentos para maiores retornos (Lloyd, 2010), descrita pela norma ISO 55000:2014. A *ISO 55000 - Asset management - Overview, principles and terminology* é referente a todos os tipos de ativos, mas no presente trabalho o foco será apenas os ativos físicos. A gestão de ativos físicos é o ponto de encontro entre as disciplinas técnicas e de gestão (Hastings, 2014).

Um ativo é um item ou uma entidade que tem valor atual, ou potencial, para uma organização e pode ser tangível ou intangível. O valor de um ativo é variável, depende da organização que o possui. A sua gestão pode ser realizada de forma agrupada ao invés de forma individual, de acordo com as necessidades da organização, sob a forma de portefólio (ISO 55000, 2014).

A ISO 55000:2014 deverá ser utilizada pelas entidades que pretendam melhorias na produção de valor dos seus conjuntos de ativos. Todos aqueles que pretendam utilizar um sistema de gestão de ativos, esta norma explicita o necessário ao planeamento, implementação e manutenção. A adoção da norma permite às organizações atingir os seus objetivos através de uma gestão eficaz e eficiente dos seus ativos. O sistema permite cumprir objetivos de forma consistente e sustentável ao longo do tempo. Existem fatores que

influenciam o tipo de ativos que uma organização necessita para atingir os objetivos e a forma como são geridos. Há que ter noção da natureza e propósito da organização e do seu contexto operacional, dos seus constrangimentos financeiros e requisitos regulamentais, das expectativas e necessidades da organização e das suas partes interessadas. Existem várias áreas relevantes na gestão de ativos, enumeram-se as seguintes, na tabela 2.1:

Tabela 2.1: Temáticas da gestão de ativos

Gestão de Dados	Monitorização da Condição	Gestão do Risco
Gestão da Qualidade	Engenharia de Sistemas e <i>Software</i>	Custo de Ciclo de Vida
Segurança de Funcionamento	Gestão de configurações	Terotecnologia
Desenvolvimento Sustentável	Inspeção	Ensaio Não Destrutivos
Equipamentos sob Pressão	Gestão Financeira	Gestão do Valor
Choque e Vibrações	Acústica	Qualificação e Avaliação de Recursos Humanos
Gestão de Projeto	Bens e Gestão de Bens	Gestão de Instalações
Gestão de Equipamentos	Processo de Comissionamento	Gestão Energética

Há uma grande variedade de temáticas relacionadas com este campo da gestão, esta transversalidade associa uma certa complexidade a este campo da gestão, tornando a boa gestão um desafio. Uma boa gestão permite a uma organização obter valor dos seus ativos, tendo os aspetos financeiros, ambientais e sociais em conta. Permite também obter um melhor desempenho geral através da gestão através de decisões informadas. Os serviços serão prestados de melhor forma e a reputação melhorará, apresentando uma melhor sustentabilidade organizacional. Os princípios fundamentais sobre os quais a gestão de ativos assentam, definidos na norma que a descreve, são:

Valor: os ativos existem para dar valor à organização e às partes interessadas. O foco não está no ativo em si, mas sim no valor que o ativo poderá providenciar. O valor tem de ser determinado de acordo com os objetivos organizacionais.

Alinhamento: a gestão de ativos torna os objetivos organizacionais em decisões técnicas e financeiras, planos e atividades. É necessário um sistema de gestão de ativos que integre os processos de gestão com os processos funcionais de gestão geral, logística, recursos humanos, operações, sistemas de informação e finanças da organização.

Liderança: liderança e a cultura organizacional são determinantes na obtenção de valor. Para tal é necessário uma clara definição das responsabilidades e autoridades, empregados competentes e consultação tanto com os empregados assim como as restantes partes interessadas.

Garantia: a gestão de ativos tem de garantir que os ativos vão cumprir o seu propósito. Desenvolver e implementar processos que conectam os propósitos necessários e o desempenho dos ativos com os objetivos organizacionais.

Para uma boa gestão é necessário um sistema de gestão. Um sistema de gestão de ativos é "um conjunto de elementos interrelacionados e interagentes de uma organização, cuja função é estabelecer a política

e os objetivos de gestão de ativos bem como os processos necessários para atingir esses objetivos", como definido na ISO 55000:2014. Devido à grande quantidade de funções com que a gestão de ativos interage numa organização, o sistema serve para coordenar os contributos e interações das unidades funcionais de uma organização. Os seus requisitos, de uma forma geral, são os seguintes:

Contexto da organização: para estabelecer o contexto, deverá ter-se em conta os contextos internos e externos. Nos internos, a cultura, ambiente organizacional, a missão, visão e valores da empresa e nos externos, os ambientes sociais, culturais económicos e físicos.

Liderança: a gestão de topo é a responsável pelo desenvolvimento dos objetivos da gestão de ativos assim como pela responsabilidades. Deverá atribuir os recursos necessários para uma gestão adequada e deverá resolver conflitos entre o sistema de gestão de ativos e a cultura da organização;

Planeamento: os objetivos organizacionais definem o contexto e direção das atividades de uma organização, incluindo as atividades de gestão de ativos. Os princípios a seguir deverão ser documentados num plano estratégico de gestão de ativos. Este plano inclui a estrutura, responsabilidades e papéis dos envolvidos. Servirá de guia para os sistemas de gestão desenvolverem os planos de gestão de ativos.

Suporte: o sistema de gestão de ativos vai requerer colaboração de diferentes partes de uma organização. É necessária consciencialização dos objetivos a toda a organização. O sistema providencia informação que suporta o desenvolvimento dos planos e a posterior avaliação da sua eficácia.

Operação: o sistema de gestão de ativos permite a direção, implementação e controlo das suas atividades de gestão de ativos, mesmo aquelas que tenham sido contratadas externamente. Políticas funcionais, normas técnicas planos e processos devem ser fornecidos à projeção e operação do sistema de gestão de ativos. Em caso de atividades externas, estas não deverão ser retiradas do controlo do sistema de gestão.

Avaliação de desempenho: a organização deverá valorizar o desempenho dos seus ativos, da sua gestão e do sistema utilizado. Estas medidas de desempenho poderão ser diretas, indiretas, financeiras ou não financeiras. A avaliação de desempenho é complexa, a transformação de dados em informação é fulcral para a medição do desempenho. Esta avaliação deverá ser realizada em ativos geridos diretamente pela organização e a ativos geridos por entidades externas. Os resultados deverão ser usados como entradas nas revisões de gestão.

Melhoria: o sistema de gestão deverá estar sempre em evolução para acompanhar o contexto, os objetivos e a carteira de ativos. A avaliação de desempenho providenciará informação para a melhoria do sistema.

O sistema de gestão de ativos relaciona-se com os ativos de acordo com a figura 2.1.

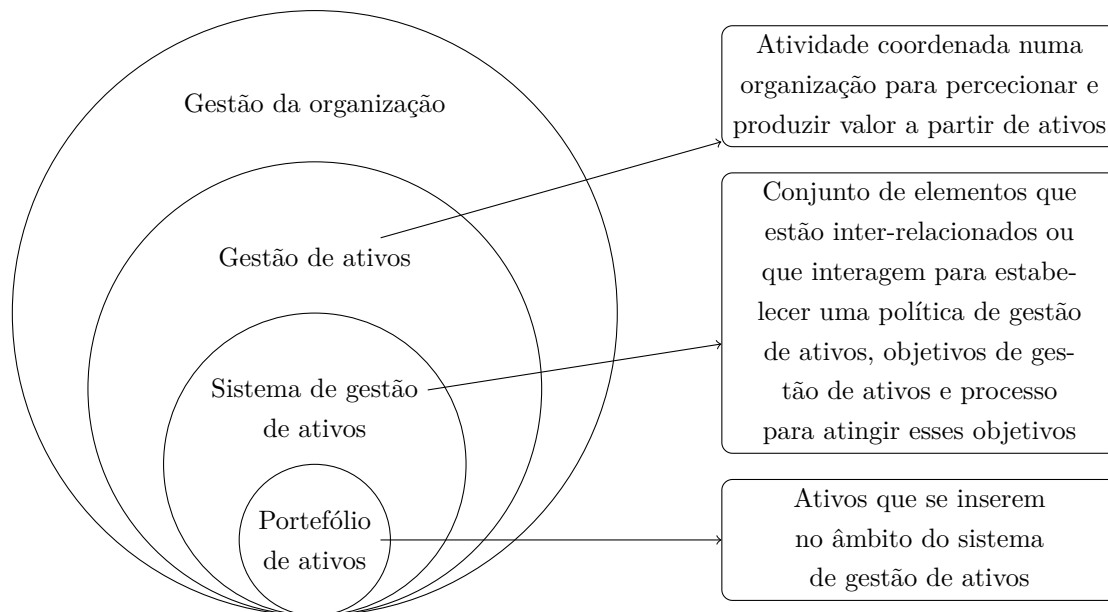


Figura 2.1: Relações do sistema. Adaptado de ISO 55000:2014

A adoção das normas permite às organizações atingir os seus objetivos através de uma gestão eficaz e eficiente dos seus ativos. O sistema propicia o cumprimento de objetivos de forma consistente e sustentável ao longo do tempo.

O estabelecimento de planos para uso da organização requer a definição de quem são as partes interessadas assim como o contexto da organização. Os **Planos e objetivos organizacionais** influenciarão a os planos de gestão de ativos, apesar de não incidirem diretamente sobre a gestão de ativos, logo não fazem parte do **Sistema de gestão de ativos**.

De acordo com os **Planos e objetivos organizacionais** será criada uma **Política de gestão de ativos**. As diretrizes para a formulação de um **Plano estratégico de gestão de ativos** assim como a definição de **Objetivos de gestão de ativos** são definidas pela política anteriormente mencionada. Com a estratégia e os objetivos definidos o **Plano de gestão de ativos** pode então ser elaborado. Este plano e a sua implementação constituem o **Sistema de gestão de ativos**. Assim como em outros documentos normativos, os sistemas aplicados deverão sempre procurar a melhoria. Para que a **melhoria** se efetive é necessário **Avaliar o desempenho do sistema**. Este sistema pode ser desenvolvido faseadamente utilizando um **Plano de desenvolvimento do sistema de gestão de ativos**. A figura 2.2 é um fluxograma que ilustra e resume a relação entres os elementos essenciais a um sistema de gestão.

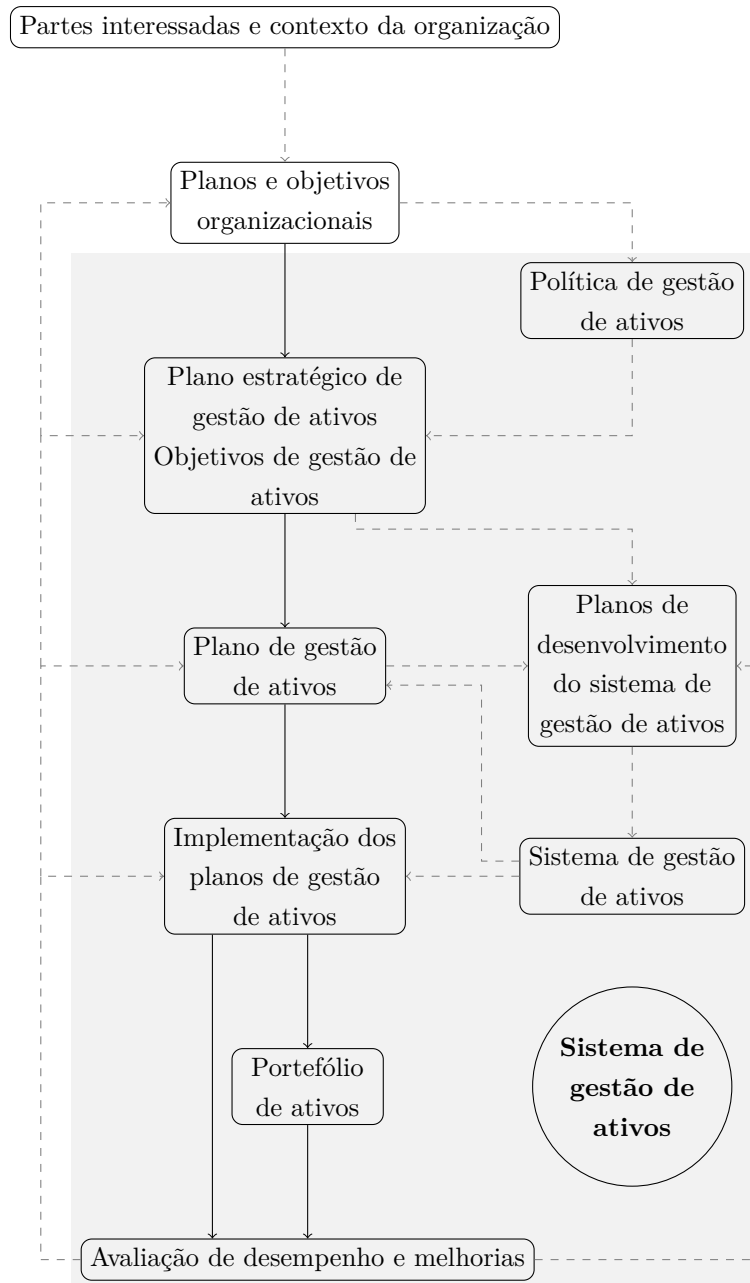


Figura 2.2: Relações entre as partes essenciais de um sistema de gestão de ativos. Adaptado de ISO 55000:2014

A *ISO 55001 - Asset management - Management systems - Requirements*, como o próprio título indica, foca-se em pormenorizar os requisitos do sistema de gestão. O sistema descrito nesta norma necessita de muita informação para que funcione corretamente. Cada ativo terá um ciclo de vida característico, que poderá, ou não, coincidir com o período em que uma organização o possui. Quando há uma necessidade ou oportunidade, é analisada a aquisição de um dado ativo. De seguida, é dado apoio logístico e a manutenção apropriada ao ativo. A sua última fase será a eliminação ou fim-de-vida (Hastings, 2014). Para as tomadas de decisão de aquisição, planeamento da operação e recursos de manutenção, é necessário saber o custo do ciclo de vida (Hastings, 2014). Para além desta disciplina, também o *facility management* surge numa fase pós-projeto, tendo necessidades de informação que merecem ser analisadas.

2.1.2 Facility Management

Facility management, FM, é uma atividade complexa que exige diferentes capacidades ao gestor. A tradução em português, significa gestor de instalações, ou seja, o gestor das instalações de um dado ativo. Os gestores nacionais preferem que se refira a esta atividade pela terminologia inglesa, pois consideram que a sua tradução em português é redutora em relação às funções que desempenham e responsabilidades que têm. É uma função similar à gestão de ativos, contudo, tem uma preocupação maior com as pessoas que utilizam o ativo assim como as instalações que lhe estão associadas. Continua a ser uma função cujas ações têm impactos financeiros e organizacionais, na qual as principais preocupações deverão ser a segurança, legalidade, custo e serviço ao cliente (Roper e Payant, 2014). Considera os ativos imobiliários como um meio de obter mais proveitos ao invés de apenas objetos físicos, e vai buscar esses proveitos extra através da otimização de atividades e processos (Silva, 2015).

Devido à diversidade e ao diferente desenvolvimento desta área entre países, as definições variam de autor para autor. Em comum, existe o foco em três áreas: pessoas, sítios, processos, a natureza de suporte e a multidisciplinaridade (Steenhuizen, 2011). As funções usualmente desempenhadas por esta atividade estão descritas na tabela 2.2.

Tabela 2.2: Funções mais comuns de *facility management*. Adaptado de (Roper e Payant, 2014)

Gestão da organização	Planeamento de instalações e previsões	Gestão, planeamento e alocação de espaço
Planear; Organizar; Recursos humanos; Direção; Controlo; Avaliação do programa de capital;	Aquisição de conhecimento sobre o negócio; Planeamento estratégico de instalações; Planeamento operacional de instalações; Previsão de espaço; Previsão financeira; Desenvolvimento;	Alocação de espaço; Inventário de espaço; Previsão de espaço; Gestão de espaço;
Planeamento de projetos de arquitetura/engenharia	Planeamento do local de trabalho, alocação e gestão	Orçamentação, contabilidade e justificação económica
Planeamento de construção; Projeto de arquitetura; Projetos de engenharia; Manutenção do construído; Planeamento de recuperação de desastres; Preparação e atualização de documentos de projeto; Conformidade legal;	Planeamento do espaço de trabalho; Especificações de mobília; Estimação; Manutenção do construído; Conformidade legal; Gestão e registo de mudanças, adições e alterações;	Programação; Preparação de planos de trabalho; Preparação de orçamentos; Justificação económica; Previsão financeira; Formulação de orçamentos; Execução de orçamentos;
Aquisição e eliminação de bens imóveis	Sustentabilidade	Gestão de projetos de construção
Seleção do local e aquisição; Compra de edifícios; Concessão de edifícios; Eliminação de bens imóveis;	Minimização de impactos ambientais; Políticas ambientais de redução de resíduos; Políticas ambientais de redução de utilização de recursos; Conformidade legal ambiental;	Gestão de projeto; Gestão da construção; Gestão da adjudicação; Preparação dos modelos " <i>as-built</i> "; Avaliações pós-ocupação; Avaliação de projeto;

Tabela 2.3: Funções mais comuns de *facility management*, continuação

Operação, manutenção e reparação	Gestão de tecnologia	Gestão de emergência da instalação
Manutenção exterior; Manutenção preventiva; Manutenção de disrupção; Manutenção cíclica; Manutenção de terras; Manutenção de vias; Controlo de pragas; Remoção de lixo; Remoção de lixo perigoso; Gestão de energias; Inventários de sistemas e equipamento; Projetos de manutenção; Projetos de reparação; Correção de perigos; Recuperação de desastres; Adjudicações;	Operação; Manutenção; Operação e reconfiguração de sistemas de dados e voz; Gestão de redes; Manutenção de com funções; Sistemas integrados de gestão do espaço de trabalho;	Planeamento da preparação para emergências; Avaliação de ameaças; Comando, controlo e comunicação; Estratégias de mitigação; Treino, simulacros e exercícios; Planeamento de recuperação de desastres;
Gestão de segurança		Serviços gerais de administração
Conformidade legal; Operações; Prevenção de crime; Controlo de acessos; Dissuadores físicos; Segurança eletrónica; Avaliação de vulnerabilidades;		Alimentação e máquinas de venda; Serviços de reprografia; Correio e mensagens; Gestão de frota; Localização de propriedade; Serviços de mudança; Saúde e bem-estar; Creches e infantários; Zeladores e vendedores locais; Gestão e armazenamento de registos; Gestão de montagens;

Assim como na gestão de ativos, existe uma grande variedade de funções desempenhadas: gestão de recursos humanos, gestão da segurança, alocação de espaços e manutenção do edifício. A manutenção do edifício tem como objetivo otimizar a utilização, promover ações de manutenção e proteger, é uma função mais prática, mais próxima da engenharia civil (Rodrigues, 2001). A manutenção do edifício, só por si, pertence à disciplina de gestão de edifícios. Esta disciplina deverá garantir o desempenho da envolvente construída, satisfazer as exigências dos utentes e ser motivador de economia (Rodrigues, 2001). Rodrigues (2001), define as funções da gestão de edifícios de acordo com a figura 2.3.

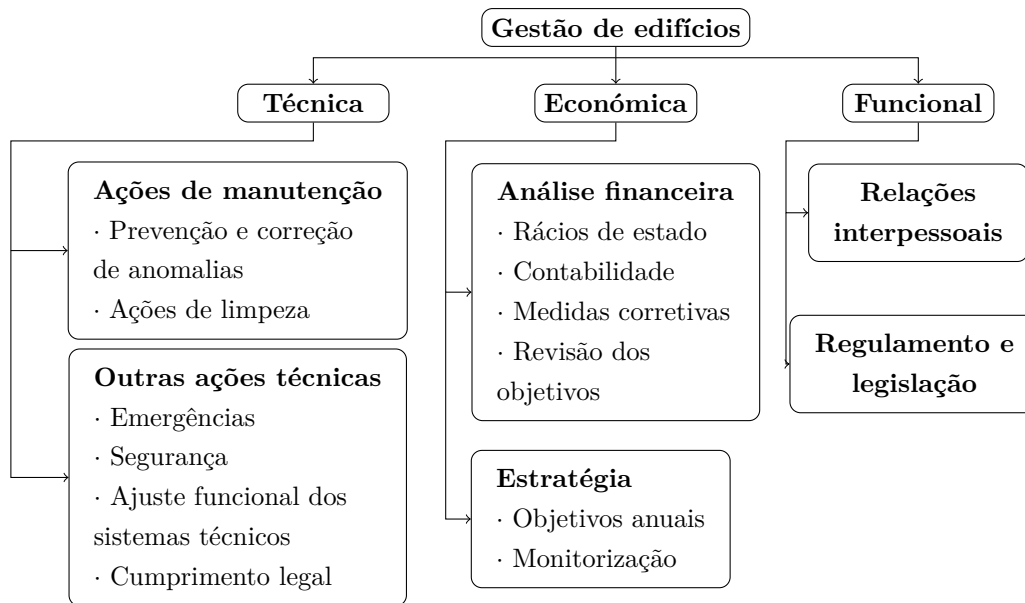


Figura 2.3: Atividades da gestão de edifícios. Adaptado de (Rodrigues, 2001)

A definição de funções de Rodrigues (2001) tem o foco na manutenção do edifício, dando um maior ênfase à componente de engenharia. Esta componente mais prática é importante para a valorização de um empreendimento, a manutenção envolve encargos económicos significativos e a sua boa gestão é essencial. Contudo, existem mais componentes envolvidas e relacionadas com a gestão de um empreendimento ao longo do seu ciclo de vida, componentes essas que deverão ser geridas por um gestor com uma transversalidade de capacidades maior, não só preocupado com intervenções físicas de manutenção. O FM é mais abrangente e tem o seu foco na gestão do ativo com a manutenção e os recursos humanos em mente. Diferencia-se da gestão de ativos pela sua preocupação com o utilizador e engloba a gestão de edifícios por ser responsável pela sua manutenção. A definição da norma de FM explicita este ponto.

A norma que descreve o FM é a EN 15221:2011. Define FM como: "A integração de processos dentro da organização para manter e desenvolver os serviços acordados que apoiam e melhoram a eficácia das atividades primárias de cada organização, tem sido utilizada para melhorar a gestão das atividades de apoio à atividade principal". Isto é, o desempenho de todas as atividades necessárias ao ativo com o objetivo de apoiar a atividade primária que esse ativo fornece. Outro autor, Hormigo (2015), define FM como: "Atividade profissional que coordena ativos e serviços, com recurso a competências multidisciplinares de engenharia, de gestão e outras, de modo a satisfazer exigências, otimizando custos e desempenho desses ativos e serviços". É uma definição similar à da EN 15221:2011, mas que reforça a dependência do FM não apenas na engenharia mas também na gestão, mencionando a importância de otimização de custos e desempenho.

O FM gere os custos do edifício desde a fase de projeto até ao seu fim de vida. Os custos com que se preocupa são os de manutenção assim como os de consumos, nomeadamente de água e eletricidade. Estes consumos, têm uma grande importância em edifícios de larga escala, pois a sua incorreta gestão pode acarretar despesas desnecessárias que podem tornar a fase de exploração economicamente inviável (Silva, 2015). O *facility management* deverá identificar todos os custos, sejam de manutenção ou operacionais, de todo o ciclo de vida do imóvel. Os ativos físicos deverão ter uma gestão com o ciclo de vida em conta, desde do projeto, até ao fim de ciclo de vida (Roper e Payant, 2014). Os custos são mais facilmente influenciáveis na fase de projeto (Weise, 2015), sendo por isso importante os *facility managers* tenham

poder de decisão na fase de projeto e não apenas em operação.

Outra definição pertinente é a de Roper e Payant (2014), que define *Facility Management* "como uma profissão que engloba várias disciplinas que devem garantir a funcionalidade do ambiente construído integrando pessoas, sítios, processos e tecnologia". A tecnologia foi adicionada recentemente à definição devido ao aparecimento das tecnologias BIM e das *Internet of Things*, IoT. Uma adição importante e inevitável, pois ambas assentam em informação digitalizada, gerada e utilizada, na fase de operação, fase em que os *facility managers* operam. Estas tecnologias só poderão dar o seu contributo total caso sejam eficientemente utilizadas pelos gestores assim como necessitam de nova informação para continuarem a ser proveitosas, informação essa, que é criada também por estes gestores. A relação entre estas tecnologias e o FM é imperativa, pois proporciona uma ferramenta excepcional aos gestores.

2.2 Digitalização de informação e as tecnologias BIM

2.2.1 Definição geral

A facilidade de obtenção de grandes volumes de armazenamento e grandes velocidades de processamento trouxe novas exigências a todos os campos da engenharia. Num passado recente, a computação era cara e de difícil acesso, mas nos dias de hoje, qualquer indivíduo carrega no seu bolso um computador com especificações largamente superiores à dos computadores pessoais dos anos noventa. Este aspeto computacional mudou a forma como se gere a informação produzida, permite a acumulação de grandes quantidades de informação assim como o seu tratamento e análise.

A primeira grande revolução na produção de informação na construção deu-se com o aparecimento das primeiras tecnologias CAD (*Computer Aided Design*) (Eastman et al., 2011). O cálculo numérico já era apoiado pelo uso de computadores mas os modelos geométricos eram realizados com recurso a desenho manual. Houve alguma resistência à mudança, pois a indústria da construção sempre foi um pouco rígida em relação à mudança, sendo a adição de novas tecnologias demorada (Nascimento e Santos, 2002). O início da utilização de computadores para a elaboração de projetos é um marco importante na entrada das tecnologias de informação na indústria, veio trazer novas ferramentas assim como novos desafios. Atualmente a indústria encontra-se numa situação similar, estando a diferença na tecnologia a adotar, contudo a revolução não é apenas tecnológica, é também metodológica.

As tecnologias BIM têm uma complexidade superior, não é apenas uma questão de mudança da forma como se realizam os modelos geométricos, é uma mudança na forma como a informação é gerida ao longo do ciclo de vida de um empreendimento (Eastman et al., 2011). Assentam não só na alocação da informação ao modelo geométrico como também na facilidade de partilha de informação. Esta tecnologia traz vantagens a todas as fases de um empreendimento, desde a conceção até à operação. Existe uma grande quantidade de ferramentas e bibliotecas disponíveis que podem servir o projetista ou construtor nos mais variados contextos de projeto: estrutural, ambiental, construtivo, segurança e outros (Eastman et al., 2011). Também pode ser usada como ferramenta de planeamento de trabalhos, que resulta da adição do tempo ao modelo (Batista, 2015). Contudo, esta tecnologia deverá ser aplicada tendo em conta todo o ciclo de vida do empreendimento. Não é apenas uma ferramenta para a fase de projeto, é uma ferramenta para a construção e fase de operação do empreendimento, é por isso importante realçar os trabalhos já existentes utilizando esta tecnologia em fases posteriores ao projeto.

2.2.2 BIM aplicada a Facility management e gestão de ativos

A operação é uma fase complexa, com necessidades diferentes quando comparada à fase de projeto. Existe uma grande quantidade de atividades relacionadas com gestão de ativos e *facility management*, havendo várias possibilidades de aplicação das tecnologias BIM. As aplicações diretas das tecnologias BIM são alvos dos mais variados trabalhos pela comunidade académica, e as suas conclusões colocam as suas vantagens à vista. A demonstração da utilidade da tecnologia é importante, pois atrai novos utilizadores e cimenta a sua posição na indústria. Existe uma quantidade considerável de trabalhos realizados, mas que convém diferenciar. Alguns são mais práticos, isto é, fazem uso das tecnologias para criar ferramentas ligadas diretamente à operação de um dado ativo, outros têm um foco mais teórico, definindo metodologias e processos para a utilização das tecnologias e das ferramentas criadas.

Existem vários trabalhos práticos interessantes, pois os modelos BIM são uma excelente ferramenta para apoiar as ações de manutenção devido à informação que lhes pode ser alocada (Simões, 2013). Destaca-se o trabalho de Motamendi et al. (2013), que aplicou etiquetas *RFID* a elementos do empreendimento para identificação e registo. Fontes (2014) também fez um trabalho similar, utilizado *QR codes* em vez de etiquetas *RFID* para a identificação. Criou também um modelo virtual do Hotel do Caramulo, com uma base de dados associada para permitir o acesso à informação de elementos do hotel pelos operadores de forma móvel. Outro autor, Simões (2013), criou também um modelo BIM e associou relatórios de inspeções a patologias ao modelo criado, agregando informação importante ao modelo BIM do ativo construído. Ferreira (2011) também criou um modelo BIM e associou a informação da instrumentação para monitorização estrutural a esse modelo, criando uma ferramenta promissora de acompanhamento estrutural de ativos. Mitchell, Marchant e Drogemuller (2007) aplicaram as tecnologias BIM à icónica Casa de Ópera de Sydney. Delinearam nomenclatura para as zonas, utilizaram diferentes *softwares* para registo de horas de trabalho, registo de ativos e monitorização de orçamentos de trabalhos. O conjunto de tudo definido, de acordo com os autores, criou um "modelo digital de instalações", que liga os vários dados envolvidos na sua gestão facilitando a operação. Baseado nas necessidades dos *facility managers*. Yoon e Cha (2017), definiu uma estrutura com localização associada utilizando modelos BIM em 3D, aplicada a escritórios com objetivos comerciais. O seu trabalho pretende fornecer informação de operação e manutenção aos *facility managers* com localização associada de maneira a dar mais conhecimento sobre o espaço que os gestores gerem de forma a permitir melhores tomadas de decisões.

O presente trabalho tem como componente principal a normalização e a aplicação de conceitos definidos, a criação de ferramentas ligadas à manutenção não é o seu objetivo. Mais relacionado com a temática em foco, salienta-se o trabalho de Oliveira (2016), no qual estabeleceu uma "Matriz de Definição BIM PT", com o objetivo de descrever os conteúdos a incluir num modelo, garantido simplicidade ao utilizador. Rodas (2015) também criou um modelo com informação associada, exportando-o de seguida para uma folhas de dados COBie (*Construction Operations Building information exchange*), de forma a testar a praticabilidade deste modo de troca de informações. O trabalho de Rodas (2015) é importante pois testa a fiabilidade real de normalização publicada, que poderá ter resultados diferentes dependentes do contexto em que é aplicado. Outra autora, Becerik-Gerber et al. (2012) realizou um estudo de áreas de aplicabilidade e requisitos de dados para *facility managers* que operem em ativos com tecnologias BIM. No âmbito deste trabalho foi realizado um inquérito para apurar o estado da implementação BIM nos Estados Unidos. Concluiu-se que os principais impasses para os *facility managers* adotarem as tecnologias BIM era a falta de interoperabilidade entre os sistemas de FM e as tecnologias BIM e a falta de processos e ferramentas normalizadas. É também definida a informação a atribuir a elementos alvos de manutenção, começando na sua localização, incluindo as suas especificações, até o histórico do

equipamento. A definição é interessante no entanto pouco abrangente, pois apenas se preocupa com equipamentos. Existem outros elementos pertencentes a um dado ativo, como por exemplo, elementos estruturais, mas que este autor não inclui no seu trabalho.

Mais próximo dos objetivos desta dissertação, destaca-se o trabalho realizado por Bayar et al. (2016), que estuda os processos de entrega de um projeto de auto-estradas em BIM. O autor defende que a utilização de BIM pode simplificar a entrega de informação assim como ajudar a manutenção do ativo, que neste caso são infraestruturas horizontais. As conclusões são apenas direcionadas a auto-estradas do Reino Unido e à sua gestão, mas não deixam de ser pertinentes. Alguns dos problemas que encontrou foi a clara diferença entre a estruturação de informação em projeto da utilizada na gestão do ativo e o quão fragmentada e pobre a informação utilizada é, não permitindo a tomada de decisões com confiança. Nas suas conclusões, com as possibilidades das tecnologias BIM em conta, sugere uma penetração maior das tecnologias BIM na fase de operação assim como um estudo compreensivo da inter-operabilidade de formatos e *softwares* bem como a definição da informação estruturada de forma a apoiar as atividades de gestão de ativos.

Os trabalhos já realizados contribuem para a propagação e facilitação de adoção das tecnologias BIM, no entanto os seus objetivos são a criação de ferramentas utilizando as tecnologias BIM, não a forma como as aplicar. Num contexto de operação, uma metodologia de aplicação normalizada é essencial. Os inquéritos realizados por Becerik-Gerber et al. (2012) evidenciam a necessidade de processos bem definidos, de forma a cativar a indústria a adotar as tecnologias BIM. O trabalho de Bayar et al. (2016) retira, também, conclusões importantes em relação as falhas que geralmente ocorrem na estruturação de informação digitalizada. As necessidades de processos e conceitos para a gestão de informação digitalizada são evidenciadas por estes trabalhos, resta agora tentar satisfazê-las. Os trabalhos práticos realizados vêm provar a utilidade que esta tecnologia pode fornecer, mas não são suficientes, há que estabelecer diretrizes de como as usar. Uma das formas de estabelecer essas diretrizes é através da emissão de documentos normativos, já emitidos por alguns países. Estes documentos definem a aplicação, processos, conceitos e a visão da tecnologia. O próximo capítulo incide sobre estas temáticas.

2.2.3 Níveis de maturidade e documentos normativos internacionais existentes

As tecnologias BIM são importantes para o presente trabalho, porque ao permitir integrar o ciclo de um empreendimento de forma digitalizada, cria as condições necessárias para um repensar da forma como o ciclo de vida do empreendimento é gerido. A sua aplicação deverá ser bem pensada e de acordo com o que é efetivamente funcional.

Deverá utilizar-se outros documentos normativos existentes, basear-se em instituições e documentos que já tenham publicado metodologias normalizadas. Existem várias entidades emissoras de documentos normativos, sediadas nos mais variados países: Reino Unido, Finlândia, Estados Unidos etc.. O leque de opções é extenso, resta escolher o mais apropriado. As normas finlandesas, são mais simplistas, de forma a cativar novos utilizadores e não acrescentar mais burocracia. As estadunidenses foram realizadas com cultura e mercado de construção norte-americano em mente, as suas definições acabam por ser muito díspares em relação ao praticado em solos europeus, indo contra ao objetivo de criar e utilizar metodologias simples. Por fim, o Reino Unido, o país que mais normas e especificações publicou sobre o assunto. Os seus documentos têm abrangência indicada, definindo um amplo espectro de definições, captando o necessário, mas não exageradamente intrincados. Definem conceitos importantes para a

compreensão deste trabalho, que são explicitados de seguida.

Um conceito importante definido é a maturidade de aplicação BIM. Estas tecnologias têm os mais variados usos e utilidades, o espectro de utilizações e os níveis de utilização de informação em suporte digital são amplos, o que causa alguma dificuldade elaborar documentos normativos que englobem a diferença de utilização existente. Para reduzir este problema, é definido um número de níveis de maturidade de utilização BIM, cada um com o tipo de utilização da tecnologia assim como quantidade de documentos utilizados em suporte digital. Este conceito foi criado pelo BSI, *British Standards Institution*.

O BSI, define níveis de maturidade de aplicação das tecnologias BIM, de forma a transmitir mais facilmente as funções que a tecnologia pode e deve desempenhar, em diferentes fases de aplicação. A figura 2.4 ilustra os níveis de maturidade definidos.

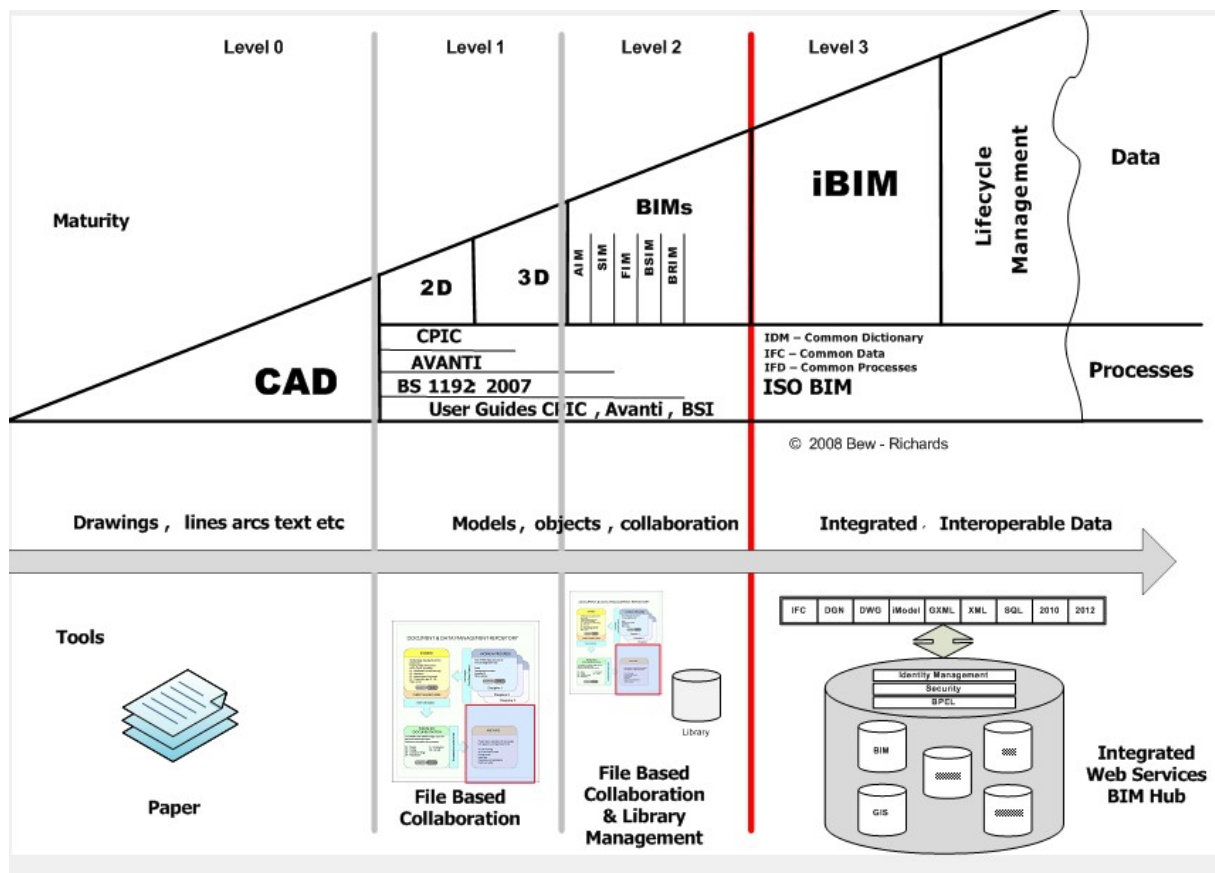


Figura 2.4: Níveis de maturidade BIM (PAS 1192-2:2013)

O nível 0 é definido como a simples utilização de CAD (Underwood e Isikdag, 2010). Muitas das empresas portuguesas ainda militam neste nível. O suporte mais utilizado nas trocas de informação é maioritariamente o papel e em formato 2D (Underwood e Isikdag, 2010).

O nível 1 continua a basear-se no CAD, no entanto, já há uma definição de modelos. Os modelos são produzidos em 2D e 3D (Underwood e Isikdag, 2010) e são utilizadas ferramentas de colaboração. Procura-se utilizar processos e estruturas normalizadas, contudo a integração com o ciclo de vida total do empreendimento ainda está distante.

No nível 2 já se começa a explorar o potencial das tecnologias BIM (Underwood e Isikdag, 2010). Existe

uma definição de modelos com informação associada. No entanto, ainda é baseada em ficheiros, que é uma limitação, pois a partilha de ficheiros sem a utilização da *cloud* retira rapidez ao processo de produção de informação. Utiliza COBie, *Construction Operations Building information exchange*, em vez de IFC, *Industry Foundation Classes*, pois à data da adoção deste nível, as IFC não estavam prontas (Bew, 2017). A utilização de COBie é também uma simplificação, pois o é um simples folha de dados, que facilita a adoção dos novos processos exigidos. Poderá conter elementos 4D, informação sobre o planeamento e 5D, sobre os custos, associada ao modelo (Underwood e Isikdag, 2010). As IFC são um tipo de ficheiro que permite descrever os dados de um modelo. É de uso livre, não sendo propriedade intelectual, com o objetivo de ser usado pela totalidade da indústria num futuro próximo, potenciando a interoperabilidade (ISO 16739:2013). A COBie tem a mesma função, mas são simples folhas de dados que através do preenchimento de células pré-determinadas descrevem o modelo, de forma também a permitir interoperabilidade (PAS 1192-4:2014). Ambas ajudam a troca de informação de ativos, sendo as IFC substitutas superiores às folhas COBie. A sua utilização em contexto nacional fica fora dos objetivos deste trabalho, pois vai depender do nível de maturidade adotado na normalização nacional, que ainda não está definido. As IFC poderão ser adotadas imediatamente, podendo criar impasses à entrada de novos utilizadores, devido à sua maior complexidade, ou poderá ser utilizado COBie, de forma a simplificar a troca de informação na utilização das tecnologias BIM.

O nível 3 assenta na utilização de todo o potencial da tecnologia, fazendo uso da facilidade de partilha de informação assim como a interoperabilidade entre diferentes *softwares*. Este nível contempla a existência e utilização de sensores e IoT, *Internet of Things* (Bew, 2017).

O nível 4 assume-se como integralmente integrado no ciclo de vida do modelo criado, onde toda a informação e processos estarão intrinsecamente ligados, independentemente da sua origem ou do seu destino (Bew, 2017). A figura 2.4 também define quais as normas a aplicar aos diferentes níveis de maturidade. O estabelecimento de quais as normas a aplicar a cada nível é um aspeto importante. Sendo as BIM novas tecnologias, a sua adoção será diferenciada. A definição de diferentes níveis de maturidade gere expectativas e simplifica o processo de normalização, assim como estabelece objetivos para o futuro, de forma a que o seja estabelecido no presente tenha o futuro em mente.

A integração e interoperabilidade total entre modelos e informação são o destino a atingir. A única forma de alcançar tal fim, é uma abordagem que tenha em conta todo o ciclo de vida do empreendimento. A integração da informação gerada deverá ser realizada de forma cuidadosa não apenas com o projeto ou operação em mente, mas sim com todo o ciclo. Esta integração total, num contexto nacional, por agora, apenas pode ser idealizada. Para além do desenvolvimento de normas adequadas, falta também implementar processos de utilização das tecnologias BIM para que se possa tirar partido desta integração total.

Como se pode verificar na figura 2.5, a implementação dos sucessivos níveis de maturidade BIM permitem atingir níveis de integração mais elevados, o que resulta em melhores desempenhos do empreendimento. Desta feita, quando se implementa um nível de maturidade 2, estão a criar-se as condições para que a operação seja tida em especial consideração no desenvolvimento do empreendimento. Por outro lado, quando está em causa o nível 3, que significa uma integração superior, de informação, sistemas e processos, pode dizer-se que não só se está a integrar o ciclo de vida do empreendimento, mas também a cadeia de abastecimento e de produção, e acima de tudo a permitir-se um conhecimento mais aprofundado de cada organização individual.

O que se pretende demonstrar na figura 2.5 é que, de facto, os ganhos que são possíveis atingir (esque-

maticamente apresentados como percentagens) ao nível da operação são significativamente superiores aos ganhos possíveis ao nível do projeto. Da mesma forma, e é aqui que a integração do ciclo de vida dos empreendimentos e a gestão dos ativos pode contribuir grandemente, se conseguirmos envolver a própria estratégia da organização na gestão do ciclo, ou até a própria sociedade, em torno da gestão dos ativos integrados, os ganhos a atingir crescem exponencialmente. O que se pretende dizer é que existe uma visão integrada, que a digitalização permite atingir, que representa um valor acrescentado para a indústria. O desafio atual é conseguir maior integração, trilhando o percurso, projeto, construção, operação, organização e, num futuro mais longínquo, sociedade. A operação e a gestão dos ativos deverão ter um papel importantíssimo no ciclo de vida de um empreendimento. A contribuição das tecnologias BIM para esta fase deverá ser um instrumento valioso para os seus intervenientes. Para tal, é necessário um bom conhecimento das disciplinas dos seus intervenientes.

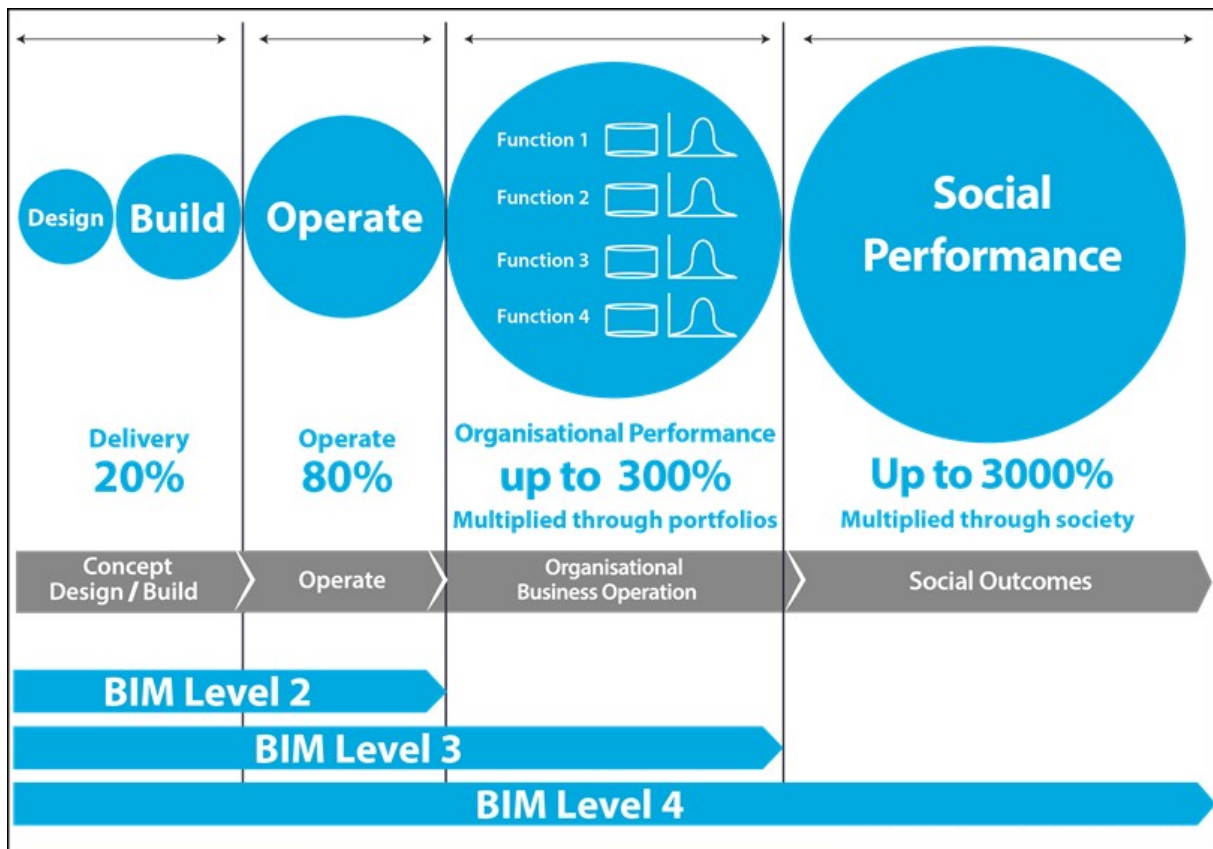


Figura 2.5: Visão BIM (Bew, 2017)

A visão é ambiciosa e, só o tempo dirá, se também será atingível. Os conceitos de maturidade são importantes para o desenvolvimento gradual e orgânico da adoção da tecnologia. O conhecimento das normas associadas a cada nível fornece competências valiosas, pois contém boas práticas já utilizadas internacionalmente.

2.3 Análise de metodologias normalizadas de gestão de informação

No sentido de encontrar as boas práticas internacionais no âmbito deste trabalho, realizou-se uma análise exploratória de normas de vários países. Os Estados Unidos da América, Finlândia e Austrália têm várias normas que incidem sobre as BIM. As normas finlandesas caracterizam-se pela sua fácil compreensão, que faz completo sentido, pois facilita a compreensão de novos utilizadores, ao invés de criar impasses, facilitando a sua aplicação. No entanto, pecam por não conseguir ter uma abrangência muito grande, a sua simplicidade obriga a particularizar, o que deixa alguns empreendimentos de fora. As normas americanas e australianas foram, como esperado, realizadas com os documentos legais dos seus países e as suas culturas da indústria de construção em conta, o que, devido às diferenças, dificulta a sua aplicação num contexto europeu. O Reino Unido publicou as normas com a melhor definição de aplicação das tecnologias BIM. A sua abrangência é considerável, todo o tipo de empreendimentos pode aplicá-las, todas as fases definidas pela sua metodologia são necessárias, não há complexidades desnecessárias e têm as potencialidades das tecnologias BIM atuais e no futuro em vista. As normas de outros países poderiam servir de apoio à criação de uma metodologia nacional, todavia, as diferenças e diminuída abrangência em relação às britânicas só traria complexidade desnecessária.

O Reino Unido, com o aparecimento das tecnologias BIM, que sempre se prezou por uma cultura organizada e muito dependente da burocracia, sentiu a necessidade de standardizar a sua utilização. O objetivo não era só elucidar os utilizadores destas tecnologias como também diminuir os custos de manutenção dos ativos públicos. O BSI, instituição precursora na emissão de normas sobre as tecnologias BIM, ficou encarregue da elaboração destes *standards*, publicando documentos do tipo *Public Available Specification*, PAS, aplicadas aos níveis de maturidade 1 e 2, como definido na figura 2.4, na página 17. Existe o *PAS 1192-2:2013 - Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*, que se foca na fase de entrega de projetos, em BIM. Previamente, já havia sido publicado outro *standard*, o *PAS 1192:2007 - Collaborative production of architectural, engineering and construction information - Code of practice*, que define os ciclos de informação entre os diferentes intervenientes do projeto, sendo o PAS 1192-2:2013 um complemento deste. Por fim o *PAS 1192-3:2014 - Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling*, que se foca na gestão da informação, utilizando BIM, na fase operacional do empreendimento. Atualmente, existem seis documentos pertencentes a esta norma:

- PAS 1192 *Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice*: descreve a produção de informação de forma colaborativa entre arquitetura, engenharia e construção;
- PAS 1192-2 *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*: especifica como gerir a informação na fase de construção utilizando tecnologias BIM, lista os documentos a serem produzidos e explica como deve ser gerido o *Common Data Environment* (CDE);
- PAS 1192-3 *Specification for information management for the operational phase of construction projects using building information modelling*: especifica a gestão de informação para a fase operacional dos empreendimentos utilizando tecnologias BIM, é direcionada a gestores de ativos e foca-se na gestão tendo em conta o ciclo de vida do empreendimento;

- PAS 1192-4 *Collaborative production of information. Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie. Code of practice*: descreve como satisfazer os requisitos do cliente utilizando COBie;
- PAS 1192-5 *Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management*: especifica as requisitos de segurança a considerar ao utilizar tecnologias BIM para a gestão de ativos;
- PAS 1192-6 *Specification for collaborative sharing and use of structured hazard and risk information for health and safety*: especifica o desenvolvimento de dados focados na saúde e segurança para todos os projetos, incluindo BIM.

2.3.1 PAS 1192:2007

A base das tecnologias BIM é o trabalho colaborativo. Uma colaboração eficiente e bem traçada entre diferentes responsáveis é essencial na entrega de um projeto de qualidade. Minimiza os recursos utilizados e diminui a probabilidade de ocorrência de erros. O *PAS 1192:2007 - Collaborative production of architectural, engineering and construction information - Code of practice* é um *standard* que visa definir as boas práticas de trocas de informação entre arquitetura, engenharia e construção em projeto. O conteúdo deste documento estandardiza as trocas de informação entre os diferentes intervenientes da fase de projeto, através da utilização de um "*Common Data Environment*", CDE, que permite uma fácil partilha de informação entre todos os membros da equipa de projeto. Este "ambiente comum de dados" é um repositório, que pode ser uma *extranet* de projeto ou um sistema eletrónico de gestão de ficheiros. Os seus principais objetivos são evitar a espera e procura de informação, a produção excessiva de informação desnecessária e defeitos causados por falta de coordenação na produção de informação.

A boa colaboração só se consegue atingir quando os processos e métodos utilizados por todos os membros da equipa são iguais, logo, os métodos e os processos a adotar devem ser acordados e comprometidos por todos os participantes. Assim, é produzida informação com a mesma forma e qualidade que pode ser usada sem diferentes interpretações. A confiança entre os diferentes membros e a existência de boas vias de comunicação é também essencial, a implementação deve se efetuar quando os elementos da tabela 2.4 estiverem definidos:

Tabela 2.4: Elementos necessários ao CDE

As funções e responsabilidades de cada um devem estar acordadas	A hierarquia de informação que suporte o CDE e o repositório de documentos
A convenção de nomes	O <i>Common Data Environment</i>

Deverá existir uma área *WIP* e uma área *SHARED*. A área *WIP* do CDE é onde os membros da equipa de projeto podem trabalhar utilizando os seus *softwares*. Os repositórios utilizados podem ser comuns ou de alguma das entidades envolvidas, os modelos e os documentos devem obedecer aos processos de gestão que são utilizados no projeto total. À medida que os dados vão sendo alterados/atualizados na área *WIP*, deverão ser indicadas essas alterações até que sejam publicadas na área *SHARED*. Quando os dados são enviados para a zona *SHARED*, os dados são verificados e emitidos para o CDE. A área *SHARED* verifica a partilha de dados num contexto bem definido e é um espaço seguro que permite partilha construtiva.

Os modelos desta área estão ao acesso de toda a equipa de projeto. Antes de enviar modelos para a área *SHARED*, devem ser revistos e verificados de forma a que estejam de acordo com os requerimentos característicos ao seu propósito. Modelos descarregados por outras entidades que não os autores não devem ser re-introduzidos na área *SHARED*. Quando um modelo for utilizado como informação de fundo por outros há que haver cuidado para que não ocorra duplicação de informação. Os processos devem estar bem definidos para que não exista informação duplicada na área *SHARED*. A figura 2.6 ilustra o ciclo de informação entre as áreas *WIP* e *SHARED*.

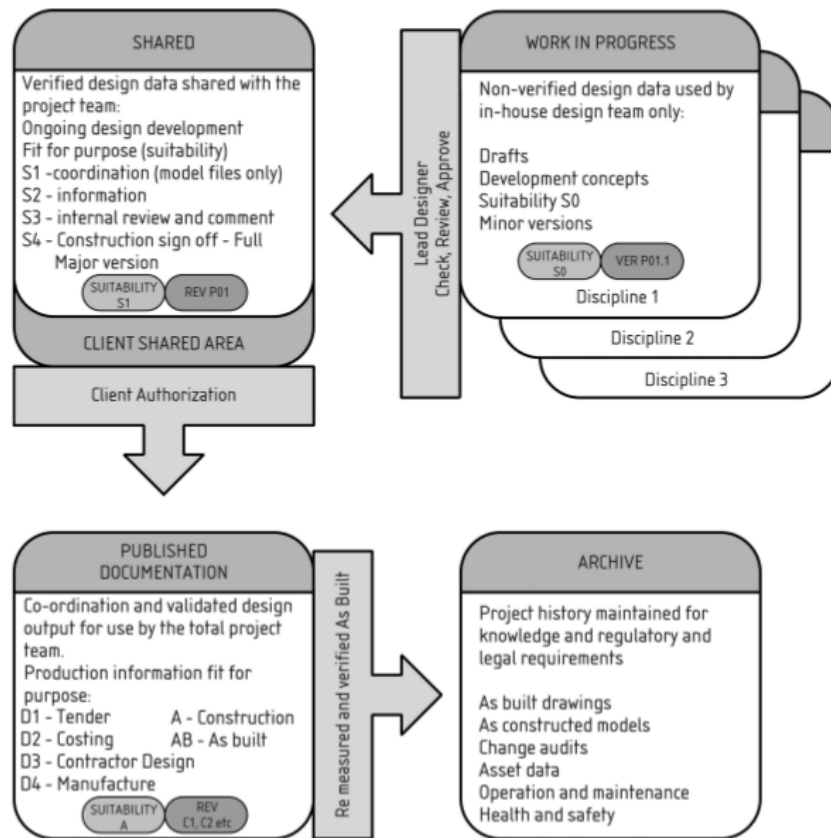


Figura 2.6: Gestão de documentos e dados no repositório (PAS 1192:2007)

Após a autorização do cliente a documentação é então publicada e classificada de acordo com o seu propósito, sendo colocada na área *PUBLISHED DOCUMENTATION*. De seguida, depois de ser verificada segue para o arquivo. As seguintes informações deverão estar contidas na área *ARCHIVE*: histórico das transferências da informação do projeto, mudanças de projeto, registo de ativos, modelos, documentos, documentos legais, por exemplo, segurança de incêndios e informação sobre a operação e manutenção. A área *ARCHIVE* é a que contém a informação necessária à fase operacional do empreendimento.

2.3.2 PAS 1192-2:2013

O *PAS 1192-2:2013 - Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling* complementa o *standard* anteriormente mencionado, tendo o foco na gestão de informação para a fase de entrega do projeto utilizando as tecnologias BIM, utilizando um ambiente de trabalho colaborativo. Este documento é muito abrangente nas definições que faz, de forma a não ter que pormenorizar todo o tipo de projetos possível, fá-lo de uma forma geral

que tenta englobar todo o universo de projetos. Exige a elaboração de vários documentos e define várias funções e processos. De grosso modo, este PAS define que a informação será agregada num PIM, *Project Information Model*, que na altura da conclusão do modelo, irá passar para o AIM, *Asset Information Model*. Este PIM será feito para que responda afirmativamente às PLQ, *Plain Language Questions*, preenchendo os requisitos dos EIR's, *Employe Information Requirements*. A figura 2.7 ilustra todo o ciclo definido no PAS.

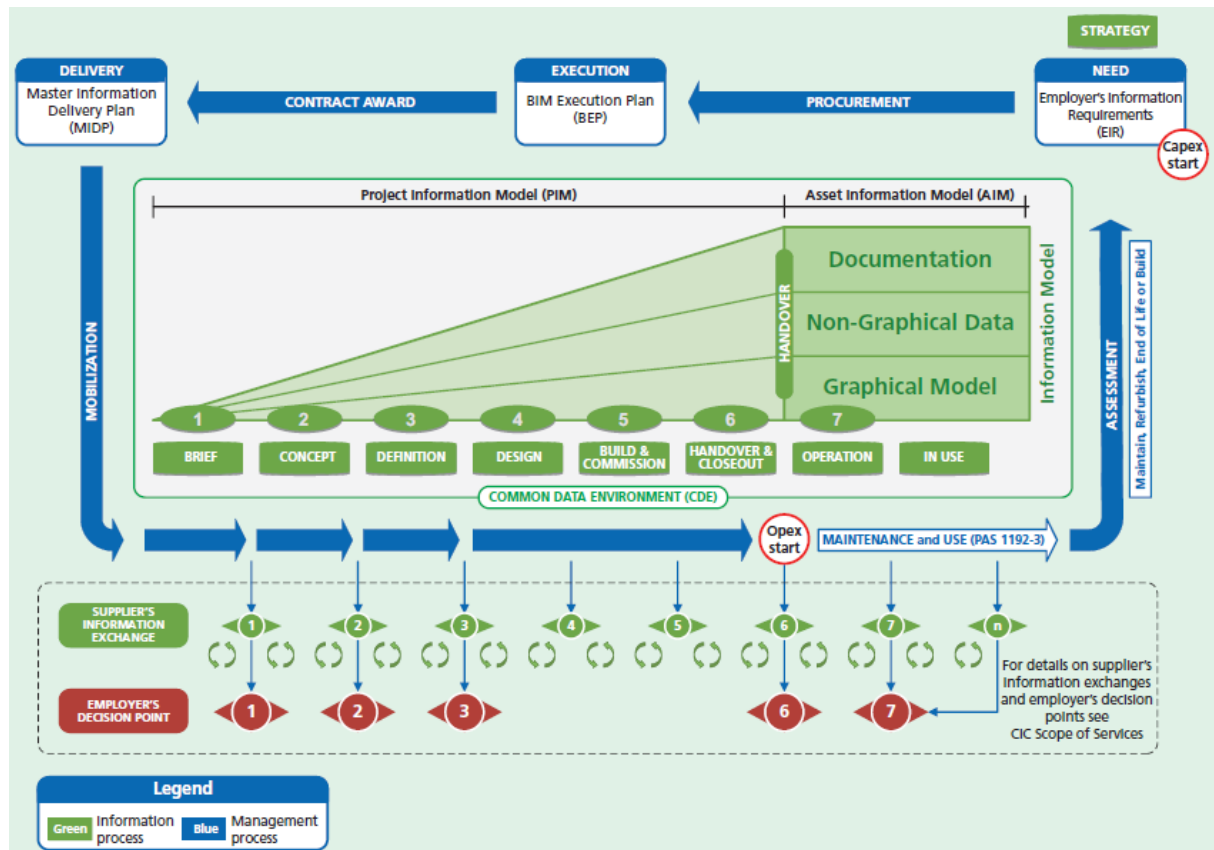


Figura 2.7: O ciclo da entrega de informação (PAS 1192-2:2013)

O ciclo começa em "*CAPEX start*", dependendo do ativo, poderá começar sem informação existente, ou, baseado na informação de ativos existentes. Segundo este documento, é feito de acordo com a necessidade da entidade, poderá dar-se início com a necessidade de um ativo novo ou com avaliação de um ativo existente, e a posterior conclusão que é necessário valorizá-lo ou recuperá-lo. O primeiro passo será a formulação dos requisitos do cliente, que informações o cliente quer no modelo, o PAS denomina estes requisitos de EIR. Deverão ser mesuráveis, atingíveis e temporalmente determinados. O conteúdo destes requisitos deverá ser apenas o suficiente para responder às PLQ. As trocas de informação e os requisitos de trabalho colaborativo também são definidos neste documento. A tabela 2.5 contém as informações que devem estar num EIR.

Tabela 2.5: Informações a incluir no EIR (PAS 1192-2:2013)

Gestão de Informação	Gestão Comercial	Avaliação de competência
Níveis de detalhe - por exemplo, requisitos para submissões de informação em fases de projeto definidas;	Troca de informação - alinhamento das trocas de informação, fases de trabalho, propósito e formatos requeridos;	Detalhes das competências que os concorrentes têm de satisfazer;
Formação necessária (não é necessariamente obrigatório);	Propósitos estratégicos do cliente - detalhes dos propósitos expectados da informação providenciada nos modelos;	Alterações à documentação do concurso associada;
Planeamento do trabalho e segregação de dados - requisitos para as propostas dos concorrentes da parte da gestão de modulação (definição de nomenclaturas, gestão dos modelos, etc.);	Cronograma dos formatos de <i>softwares</i> , incluindo as versões a utilizar;	Detalhes BIM de avaliação de concurso;
Coordenação e deteção de conflitos de projetos - requisito para as propostas dos concorrentes da parte do processo de coordenação;	Uma matriz de responsabilidades inicial que dita as responsabilidades de cada disciplina no modelo ou na produção de informação em fases definidas;	
Processo de colaboração - requisito para as propostas dos concorrentes da parte da gestão do processo de colaboração;	Cronograma dos documentos guia usados para definir os processos BIM e protocolos usados;	
Segurança e higiene no trabalho - requisito para as propostas dos concorrentes para BIM/CDE que suportem estes aspetos;	Cronograma das mudanças a aplicar aos processos normalizados, responsabilidades, autoridades e competências atribuídas no contrato;	
Cronograma de todos os requisitos de segurança e integridade para o projeto;		
Cronograma da informação específica a ser incluída ou excluída dos modelos de informação;		
Cronograma de restrições especiais definidas pelo cliente, tamanho dos ficheiros do modelo, tamanho dos uploads ou correspondência eletrónica ou dos formatos dos ficheiros que podem definir o tamanho de um volume;		
Plano de conformidade - requisito para os concorrentes para a gestão do processo de coordenação;		
Definição de um sistema de coordenadas de 3 dimensões que o cliente quer que seja usado nos modelos gráficos, por exemplo, localizações geoespaciais a respeitar uma determinada origem;		
Descrição dos formatos de <i>software</i> , deve incluir versões a utilizar;		

Serão entregues dois *BIM Execution Plan*, BEP: um antes da atribuição do contrato, e outro depois. O BEP pré-contrato serve para o concorrente demonstrar ao cliente a sua abordagem aos EIR's. Este

documento deverá ter a informação necessária para que o cliente consiga avaliar a competência e capacidade do concorrente de satisfazer o exigido. Também serve para o cliente determinar se o requerimentos definidos são atingíveis. Após a atribuição do contrato será re-submetido o BEP. Este novo documento, já conterá o plano de entrega de informação, assim como será manifestado o compromisso das entidades com o documento entregue. O PAS define também os seguintes pontos, que deverão estar incluídos no BEP:

- O plano de implementação do projeto, PIP;
- Objetivos de modelação e colaboração;
- Marcos temporais importantes;
- A estratégia de entrega do modelo de informação de projeto, PIM.

O PIP faz parte do BEP. Contém um formulário que resume a capacidade da cadeia de entrega de informação, este formulário deverá ser preenchido por todas as organizações pertencentes à cadeia de entrega, de forma a demonstrar a sua competência e compreensão da tecnologia em questão. Este formulário também tem uma componente de TI, para que a entidade contratante possa analisar os *softwares* e sistemas utilizados. O BEP pós-contrato contém tudo o requerido no EIR assim como a informação da tabela 2.6.

Tabela 2.6: Informação adicional a pertencer ao BEP (PAS 1192-2:2013)

Gestão	Planeamento e documentação	Métodos e processos	Soluções de TI
Funções, responsabilidades e autoridades	PIP revisto, confirmando a capacidade da cadeia de entrega	Estratégia de volumes	Versões de software
Marcos de projeto consistentes com o programa de projeto	Processos acordados para colaboração e modelação de informação	Origem e orientação do PIM	Formatos de troca
Estratégia de entrega do PIM	Matriz de responsabilidades acordada	Convenção de nomes	Processos e sistemas de gestão de dados
Estratégia dos estudos, incluindo a utilização de nuvens de pontos, tecnologias laser (LIDAR) e Global Navigation Satellite Systems (GNSS)	TIDP (Task Information Delivery Plan) e MIDP (Master Information Delivery Plan)	Convenção de nomes de layers	
Dados pré-existentes em uso		Tolerâncias de construção acordadas (para todas as especialidades)	
Aprovação de informação		<i>Templates</i> de desenho	
Processo de autorização PIM		Anotações, dimensões, abreviações e simbologia	
		Dados dos atributos	

Outro documento a ser produzido é o MIDP, o seu objetivo é ser utilizado pelo gestor de entregas do projeto, em inglês *project delivery manager*, PDM. Este documento lista todas as entregas de informação do projeto, discriminadas na tabela 2.7:

Tabela 2.7: Entregas de informação de projeto (PAS 1192-2:2013)

Modelos	Desenhos	Especificações
Formulários de equipamentos	Folhas de dados de divisões	

Para que o MIDP englobe todos os intervenientes no empreendimento, cada gestor responsável pela sua equipa de trabalho deverá produzir um plano de tarefas para a entrega de informação, um TIDP. Os marcos temporais determinantes deverão ser alinhados com os programas de projeto e construção. Os TIDP's indicam as responsabilidades de cada membro de equipa. Caso existam responsabilidades que ainda não tenham sido atribuídas, deverão ser indicadas como tal no TIDP. As funções de cada membro da equipa devem ser claras, e registadas em contrato. As relações entre os intervenientes podem ser observadas na figura 2.8. Do lado direito da figura pode observar-se os intervenientes no processo que defendem os interesses do cliente, e do lado esquerdo, a cadeia de produção de informação BIM. As equipas são nomeadas de acordo com a sua função. Existe um líder de projeto e um líder de contrato, que são, respetivamente, os responsáveis pela gestão da coordenação e pela gestão da informação. Estes dois líderes coordenam não só os gestores de equipas, como também os autores. Apesar de importantes, as funções de gestão de informação poderão ser acumuladas por um interveniente devidamente qualificado. Cada empreendimento tem a sua dimensão e objetivo, tendo por isso necessidades de gestão diferentes, a acumulação de responsabilidades deverá ter isso em conta.

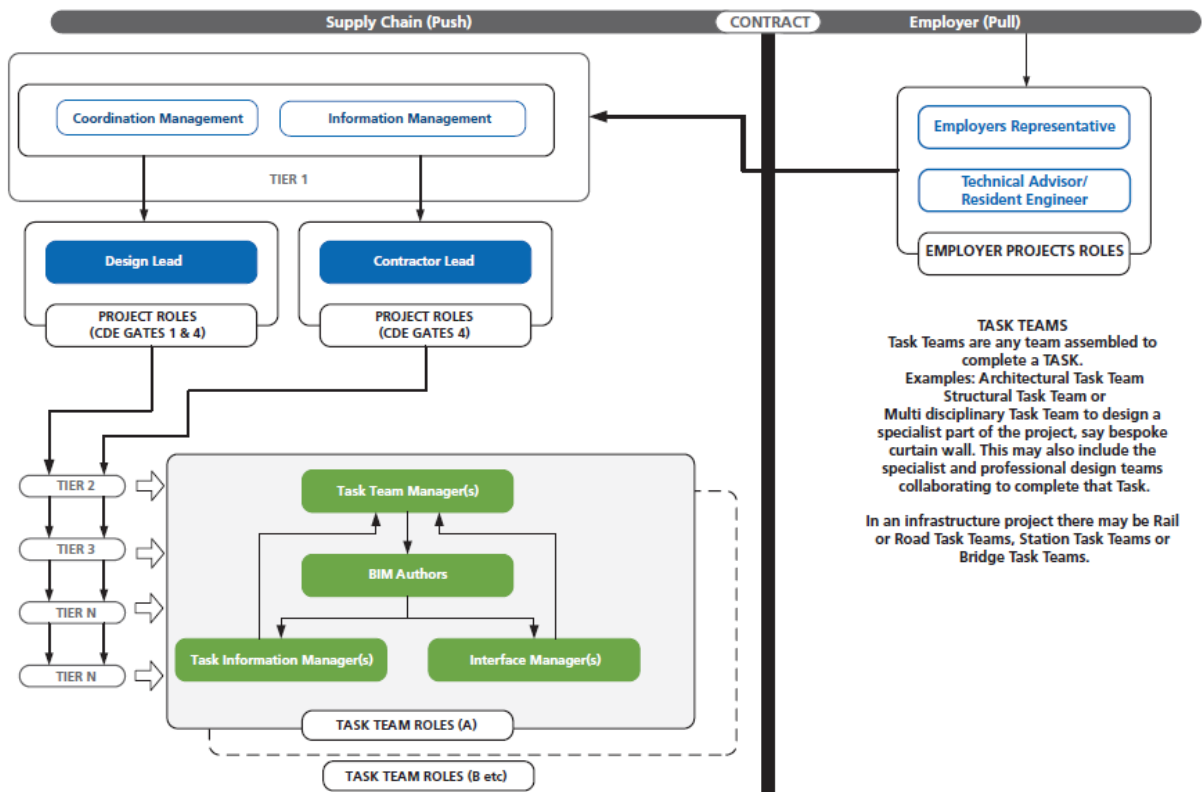


Figura 2.8: Funções, responsabilidades e autoridades (PAS 1192-2:2013)

As funções definidas por este PAS são apresentadas na tabela 2.8.

Tabela 2.8: Funções definidas no PAS (PAS 1192-2:2013)

Gestão de Informação	Gestão de entrega de projeto	Projetista líder	Gestor das equipas de trabalho	Gestor dos trabalhos de informação	Gestor da <i>interface</i>	Autor da informação
Atividades						
Permitir trocas de informação pelo CDE	Assegurar entrega das trocas de informação	Coordenar entrega de toda a informação de <i>design</i>	Produção das saídas de projeto relacionados com especialidades	Direcionar a produção da informação de tarefas de acordo com os métodos e <i>standards</i>	Gerir a coordenação espacial em nome de uma equipa de trabalho.	Desenvolver partes constituintes do modelo de informação conectadas com tarefas específicas.
Manter e receber informação no modelo de informação	Confirmar a capacidade dos fornecedores de entregarem os requisitos de informação	Gerir o desenvolvimento de informação e as aprovações		Direcionar a produção de informação com os sistemas acordados	Propor resoluções para os conflitos de coordenação	Produção das saídas de projeto
Permitir integração e coordenação de informação dentro do modelo de informação		Confirmar as entregas de projeto				
Configurar a informação para as saídas de projeto		Guiar a gestão da configuração				
Preencher o formato de troca de informação para o modelo de informação						

Tabela 2.9: Funções definidas no PAS, continuação

Gestão de Informação	Gestão de entrega de projeto	Projetista líder	Gestor das equipas de trabalho	Gestor dos trabalhos de informação	Gestor da <i>interface</i>	Autor da informação
Autoridades						
Aceitar ou rejeitar trocas de informação dentro do CDE	Aceitar ou rejeitar trocas de informação dentro do CDE	Confirmar o estado e aprovar informação para publicação dentro do CDE	Publicar informação aprovada dentro do CDE	Confirmar que a informação é apropriada para publicação dentro do CDE	Propor resoluções para os conflitos	Propriedade do modelo de informação)
Não tem responsabilidade de <i>design</i> ou autoridade para emitir instruções		Aprovar alterações de <i>design</i> para resolver conflitos				

Antes de se dar início à fase de produção de informação, o PAS define uma fase de mobilização. O seu objetivo é proporcionar a oportunidade ao gestor de informação de assegurar que os métodos de gestão acordados irão funcionar, de certa forma, uma fase de testes. Verificar toda a documentação, se as equipas têm a formação necessária para o empreendimento e se a tecnologia a utilizar está de acordo com o necessário. Finalizada esta fase segue-se então para a produção.

O PIM deverá ser progressivamente desenvolvido e entregue ao cliente em pontos definidos de troca de informação. Inicialmente será um modelo de intenção de projeto sendo posteriormente desenvolvido para um modelo de construção e por fim um AIM. Deverá sempre obedecer ao definido no MIDP. Os pontos de entrega ao cliente podem ser observados na figura 2.9, a vermelho. Coincidem com as tomadas de decisão do cliente e, antes e após, haverão trocas. Estas entregas deverão incluir os ficheiros nativos do modelo, ficheiros COBie e PDFs. É necessário que a entrega ocorra como definida para assegurar que as trocas sejam precisas, adequadas e inequívocas.

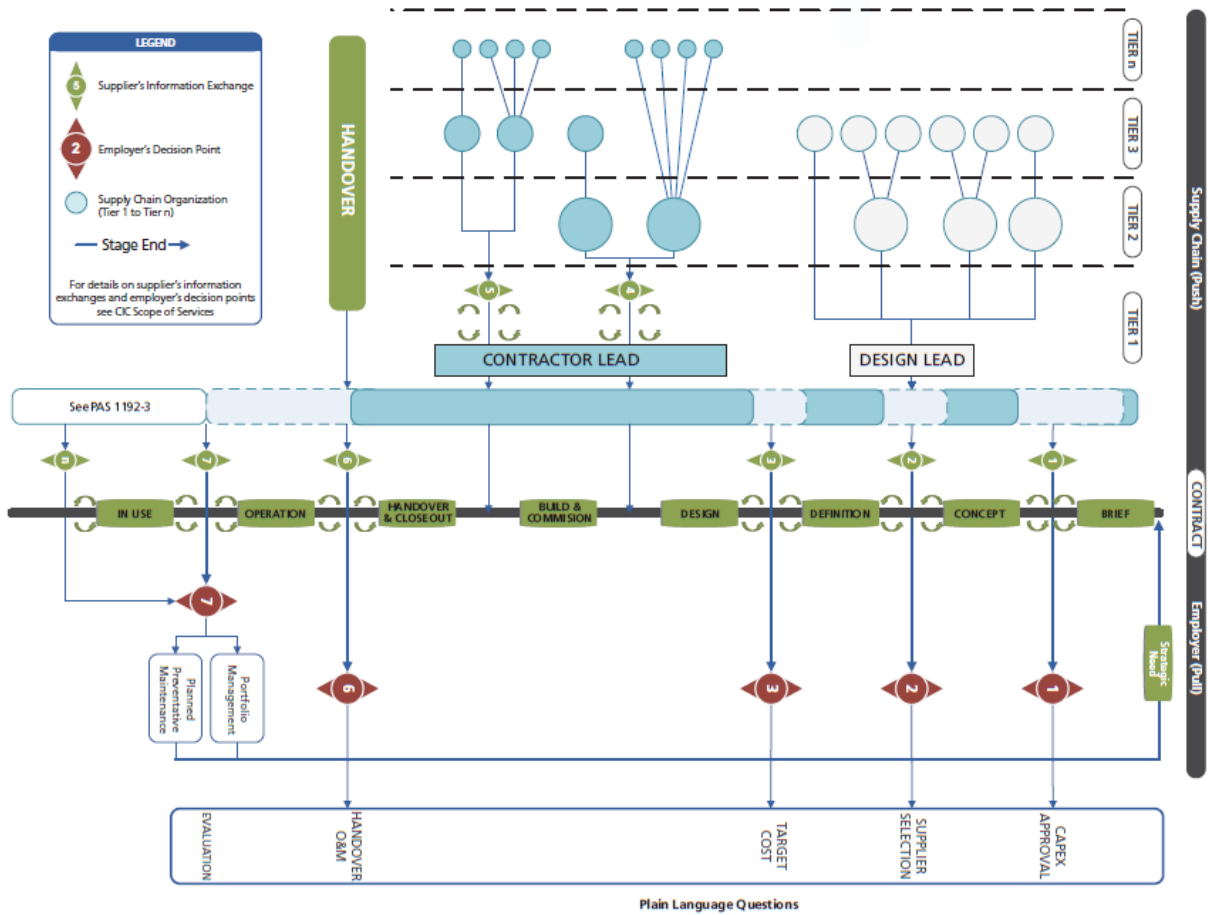


Figura 2.9: Sub-fases da fase de produção (PAS 1192-2:2013)

O PAS aconselha a utilização de um CDE para a ocorrência destas trocas de forma a facilitá-las. O CDE já foi definido no (*PAS 1192:2007 - Collaborative production of architectural, engineering and construction information - Code of practice 2007*), no entanto, este documento faz-lhe algumas alterações, de certa forma, aumenta a envolvimento do CDE. A figura 2.10 esquematiza o ambiente de trabalho.

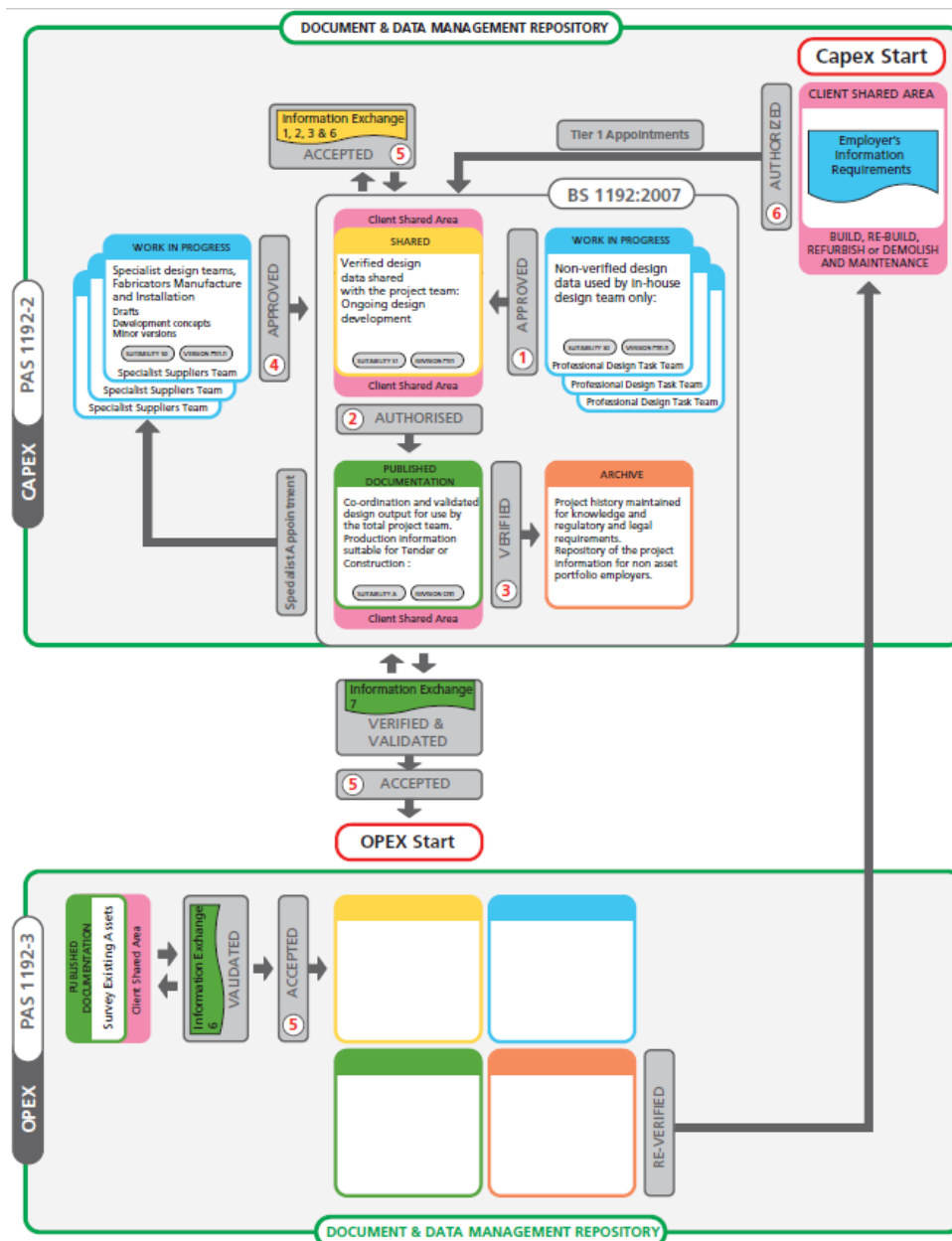


Figura 2.10: CDE (PAS 1192-2:2013)

O ponto inicial poderá não ter informação associada, caso seja um empreendimento novo ou poderá receber informação do AIM de um empreendimento. Existem portas ou procedimentos que fazem a passagem de informação entre as áreas do CDE. As áreas são as mesmas definidas no PAS anterior. A área *WIP* deverá ser usada para guardar informação não aprovada. Para se efetuar a passagem desta área para a área *SHARED* deverão ser feitas as verificações da tabela 2.10:

Tabela 2.10: Verificações a efetuar antes da passagem à área *SHARED* (PAS 1192-2:2013)

Adequabilidade do modelo	<i>Standard Method and Procedure</i> SMP	Conteúdo Técnico
Plenitude COBie	Desenhos	Gestor de entregas

A área *SHARED* deve ser usada para guardar informação que já tem aprovação para partilha. Essa informação poderá então ser usada por outros intervenientes no empreendimento como informação de referência. A próxima área do ciclo é a *PUBLISHED DOCUMENTATION*, onde são colocados os objetos já prontos a ser postos a concurso ou construídos. Daqui, a informação, após verificada, passa então à área *ARCHIVE*. Esta área regista o progresso do empreendimento, e mantém um histórico que poderá servir para resolver eventuais disputas entre os intervenientes. Passará também à *CLIENT SHARED AREA* após ser aceite e validada pelo cliente. É também definida uma área *WIP* extra que serve para armazenar a informação com destino a empreiteiros e desenhadores especializados. A passagem desta área para a *SHARED* é feita da mesma forma que a área *WIP* definida inicialmente, obedecendo às mesmas verificações. A razão da existência desta área é a de evitar conflitos entre o projeto criado pelos projetistas que acompanharam o projeto desde de início. A intervenção destes especialistas provavelmente já estaria programada e apenas estava representada por um *placeholder*, cabendo aos projetistas originais introduzir a informação produzida pelos especialistas nos locais corretos.

A tabela 2.11, contém as informações específicas associadas a cada fase definida pelas PAS.

Tabela 2.11: Informações associadas a cada fase de projeto (PAS 1192-2:2013)

Número da fase	1	2	3	4	5	6	7
	Brief	Concept	Definition	Design	Build and comission	Handover and Closeout	Operation
O que o modelo pode oferecer	Informação modelo que transmite o resumo, os requisitos de desempenho, referencial de performance e restrições do local	Modelos que comunicam a resposta ao resumo de empreendimento, estética e projeções dos requisitos de desempenho. O modelo pode ser usado para o desenvolvimento inicial do projeto, análise e coordenação. O conteúdo do modelo não está fixado e poderá ser sujeito a novos desenvolvimentos. O modelo poderá ser usado para coordenação, sequenciamento e estimativa de custos	Modelo dimensionalmente correto e coordenado que serve de resposta ao resumo. A estética e alguma informação de desempenho poderá ser usada para análise, desenvolvimento do projeto e assinatura de contrato. O modelo pode ser usado para sequenciamento, coordenação e estimativa de custos, incluindo o primeiro preço base.	Modelo dimensionalmente correto e coordenado que pode ser usado para verificar o cumprimento das exigências regulatórias. O modelo pode ser usado como ponto de partida para a incorporação de modelos de especialistas sub-contratados. O modelo pode ser usado para sequenciamento e instalação e captura de informação como instalada	Um modelo preciso do ativo antes e durante a construção incorporando modelos de especialistas sub-contratados. O modelo pode ser usado para o sequenciamento da instalação e a captura de informação como instalada	Um registro preciso dos ativos como construídos assim como toda a informação necessária para operação e manutenção	Um registro atualizado do ativo num ponto temporal definido que incorpora grandes alterações feitas, incluindo dados de desempenho e estado.
Output	Resumo de projeto e estratégia de concurso	Resumo de projeto refinado e aprovação de conceito	Aprovação do desenvolvimento coordenado de projeto	Informação produzida integrada	Informação produzida integrada, detalhes de fabricação, sistemas e verificação de elementos, informação de operação e manutenção. Modificado para representar o modelo como instalado com todas as referências de dados associadas	Sistemas como construídos, informação de operação e manutenção. Informação recolhida à medida que elementos chave são completos para alimentar a instalação de informação em futuros pacotes	Desempenho em uso comparado com o resumo. Análise crítica dos processos do empreendimento: risco, concurso e gestão da informação.

Tabela 2.12: Informações associadas a cada fase de projeto, continuação

Número da fase	1	2	3	4	5	6	7
	Brief	Concept	Definition	Design	Build and comission	Handover and Closeout	Operation
Informação paramétrica	Necessidades de projeto atualizadas: definição de funções, operação, qualidade e tempo; referencias atualizadas: custo capital, custo de manutenção, tempo, saúde e segurança, risco, contrato de adjudicação; Requisitos de desempenho: prioridades e aspirações para função, usos, escala, localização, desempenho em uso, custo (de operação e capital), valor, tempo, saúde e segurança, pegada de carbono, necessidades de energia e recursos, normas de projeto; Restrições do local: geo-espaciais e informação disponível do local	Dados suficientes para estimar os rácios por metro quadrado e outras métricas similares; Conceitos, contexto do local, marcadores de volumes, seleções de local, pontos do <i>datum</i> e níveis; Conceitos integrado da definição do empreendimento e critérios de projeto primários: forma arquitetural, distribuições espaciais, filosofia de serviços e avaliação de consumo de energia preliminar	Sistemas genéricos e objetos representados com detalhe, forma, função custo, definindo todos os componentes em termos de tamanho, detalhe típico, desempenho e especificação geral, integração de normas de projeto, estratégia de construção para <i>interfaces</i> significativas, uso energético e plano de manutenção; Programa de detalhado de projeto e construção	Produção de informação para o em-preendimento: Sistemas específicos, objetos e conjuntos precisos em termos de especificação, tamanho, forma, função e localização; <i>Interfaces</i> críticas sinalizadas; Metodologia de reparo; Programa confirmado de confronto de projetos; Atualizado: usos energéticos, pegada de carbono e programa detalhado de projeto e construção	Registo de produção de informação: Sistemas específicos, objetos e conjuntos precisos em termos de especificação, tamanho, forma, função e localização com detalhe de fabricação, montagem e instalação; Detalhes de fixações e interfaces a usar, Atualizado: usos energéticos e pegada de carbono; Programa detalhado de projeto e construção	Atualizado: geometria e informação de produto instalado como construído; Precisão/resolução da informação; Desempenho definido para: custos operacionais, energia e carbono; Metodologia detalhada de manutenção	Revisões para modificações feitas ao empreendimento.

Tabela 2.13: Informações associadas a cada fase de projeto, continuação

Número da fase	1	2	3	4	5	6	7
	Brief	Concept	Definition	Design	Build and comission	Handover and Closeout	Operation
<i>Employer Activities</i>							
Interfaces e lógicas críticas	N/A	Controlo ambiental, filosofia e alocações especiais para a ventilação; Disponibilidade do local e delimitação das hipóteses de metodologia de construção; Capacidade de serviços para o local; Horas permitidas de trabalho	Pacote de adjudicação admitido e limites espaciais; Relações entre os pacotes de adjudicação; Códigos de projeto assumidos sobre tolerâncias dimensionais; Tolerâncias para as fundações; Avaliação dos movimentos previstos (térmicos, deformações, retracções etc.)	Relações de pacotes de adjudicação alocados, desempenho e limites especiais; Requisitos dimensionais de interface; Registos de derrogações aprovadas.	Progressiva captura de dados dimensionais para interfaces críticas dimensionais; Progressiva captura de informação para o cálculo de requisitos materiais para pacotes de seguimento; Captura de estados de progresso e planeamento colaborativo.	Resultados dos testes de desempenho dos elementos; Estado de entrega dos sistemas	Dados de modificação levantados
Exemplos de requisitos de construção	N/A	Zonas de guias, tráfego afetado	Zonas de guias confirmadas, detalhes de desvio de tráfego	Zonas de guias atuais e sequenciamento de movimentos; Metodologia de construção	Estado dos requisitos de construção. Informações de segurança; Metodologia de construção; Atuais detalhes de desvio de tráfego.	Estado confirmado que os auxiliares de construção foram removidos	Projeto dos requisitos de construção, por exemplo, suportes de segurança de alguns defeitos estruturais forem detetados
Custos de empreendimento	Orçamento inicial; Estimação de custo	Estudo de viabilidade de custo e ciclo de vida	Plano de compromisso; Primeiro concurso; Plano detalhado de custo de ciclo de vida	Preço objetivo, máximo preço acordado; Plano de ciclo de vida em pré-construção	Preço objetivo, máximo preço acordado; Plano de ciclo de vida em pré-construção	Conta final	Custos de uso reais e fundo de substituição de ativos
Logística e atividades fora de obra	Requisitos do cliente	Pontos de saída e zonas de entrega	Um sequência logística fiável para a sequência de construção; Estratégia modular confirmada (volumétrica, painéis, híbrida ou outra)	Sequências finalizadas de logísticas; detalhes do sistema fora de obra a usar	Progresso do estado do objeto para pedir sinais de <i>pull</i> para as entregas	Estado do sistema de controlo remoto	Estado do sistema de controlo remoto
TI, Infraestruturas e segurança em obra e fora dela	Ferramentas de colaboração; Normas de dados	Acesso assumido e zonas de bem-estar; colocação da equipa de projeto	Acesso a zonas e colocação de equipas	Plano finalizado e com o custo calculado. Capacidade de fabrico fora de obra reservada	Estado de vigilância de zonas críticas	Sistema de segurança operacional	Sistema de segurança operacional, sistemas de <i>facility management</i> a operar nos modelos gerados; Geometria das atividades acedida como construída

Tabela 2.14: Informações associadas a cada fase de projeto, continuação

Número da fase	1	2	3	4	5	6	7
	Brief	Concept	Definition	Design	Build and comission	Handover and Closeout	Operation
<i>Employer Activities</i>							
Notas e documentação associada, baseado em modelo de informação	Sistemas de gestão para informação e tomada de decisões; políticas de aprovação; estudos de estratégia técnica; planos de custos de capital e manutenção	Provem a base para a produção integrada de informação; Informação das divisões; metodologia de construção detalhada e planos de segurança e gestão de risco	Atualizado: plano de manutenção, plano de gestão de risco, metodologia de construção detalhada, cronograma de preços de adjudicação, plano de custos de manutenção, plano de gestão de riscos de segurança	Metodologia de construção detalhada, plano de saúde e de gestão de risco de segurança atualizado e plano de manutenção e gestão	Conta final aproximada; Preço aproximado do contrato de manutenção; obras de reparo e programa de entrega e manutenção	N/A (projeto fechado)	
TI, Infraestruturas e segurança em obra e fora dela	Ferramentas de colaboração; Normas de dados	Acesso assumido e zonas de bem-estar; colocação da equipa de projeto	Acesso a zonas e colocação de equipas	Plano finalizado e com o custo calculado. Capacidade de fabrico fora de obra reservada	Estado de vigilância de zonas críticas	Sistema de segurança operacional	Sistema de segurança operacional, sistemas de <i>facility management</i> a operar nos modelos gerados; Geometria das atividades acedida como construída
Notas e documentação associada, baseado em modelo de informação	Sistemas de gestão para informação e tomada de decisões; políticas de aprovação; estudos de estratégia técnica; planos de custos de capital e manutenção	Provem a base para a produção integrada de informação; Informação das divisões; metodologia de construção detalhada e planos de segurança e gestão de risco	Atualizado: plano de manutenção, plano de gestão de risco, metodologia de construção detalhada, cronograma de preços de adjudicação, plano de custos de manutenção, plano de gestão de riscos de segurança	Metodologia de construção detalhada, plano de saúde e de gestão de risco de segurança atualizado e plano de manutenção e gestão	Conta final aproximada; Preço aproximado do contrato de manutenção; obras de reparo e programa de entrega e manutenção	N/A (projeto fechado)	

2.3.3 PAS 1192-3:2014

Este conjunto de normas é, fundamentalmente, sobre ciclos de informação, em diferentes fases do ciclo de vida de um empreendimento. A gestão de ativos é um contínuo ciclo de informação, há criação, operação, manutenção, renovação e desativação de ativos continuamente, o que gera muita informação. *PAS 1192-3:2014 - Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling* é a norma que define a utilização BIM na fase operacional de um empreendimento. Enquanto que as normas anteriormente descritas tinham como preocupação o trabalho colaborativo e a gestão da informação fase de projeto de um empreendimento, esta foca-se na otimização da gestão dos ativos físicos ao longo dos seus ciclos de vida. A relação entre a norma anteriormente descrita e a seguidamente analisada está descrita na figura 2.11.

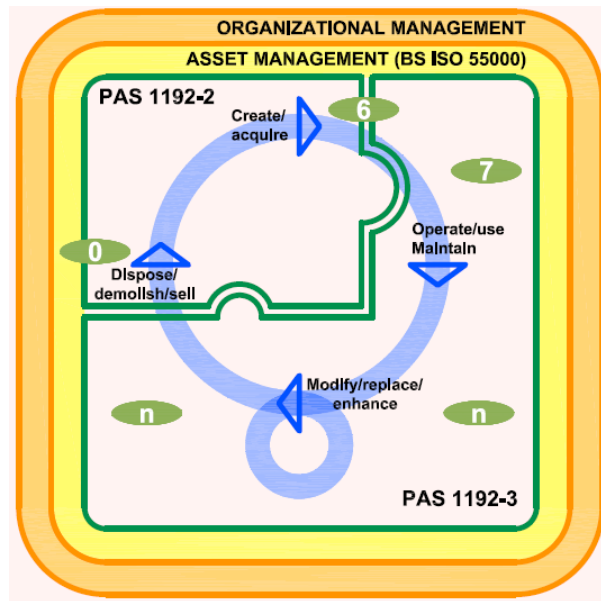


Figura 2.11: O ciclo da entrega de informação (PAS 1192-3:2014)

Esta publicação define as seguintes vantagens que um sistema integrado de gestão de informação traz:

- custos reduzidos devido à transferência automática e precisa de informação na entrega e na transferência de operações entre prestadores de serviços;
- melhor compreensão das necessidades operacionais e de manutenção;
- tomadas de decisão mais informadas devido à possibilidade de as basear no desempenho real dos ativos;
- desempenhos energéticos insatisfatórios são melhor detetados devido à medição dinâmica e deteção de parâmetros;
- o planeamento estratégico e organizacional é melhor devido ao conhecimento mais completo e preciso dos ativos;
- melhor qualidade de informação, pois a automação permite mais verificação.

Organizações que separem despesas de capital de despesas operacionais terão um desafio maior para a gestão holística e estratégica dos seus ativos, pois a informação sobre ativos existentes deverá ser usada em intervenções novas e a separação de despesas dificulta esse processo. Esta publicação suporta um nível 2 de maturidade BIM que, como definido pelo BSI, é um ambiente 3D como informação anexada, podendo ter também informação 4D (tempo) e 5D (custos) associada. O nível 2 é também caracterizado por ser baseado em ficheiros e não em papel. Poderá ser baseado também nas trocas pela Internet, apesar desse objetivo ser o de maturidade nível 3. Há que ter em conta que serviços integrados na Internet terão necessidades de segurança diferentes, que poderão não estar de acordo com as exigências de segurança da organização. A pedra basilar desta norma é o *Asset Information Model*, AIM. Deverá ser a única fonte de informação para um dado ativo. As informações poderão, por exemplo, ser as seguintes:

- dados e geometria que descrevem o ativo;

- dados que descrevem o desempenho do ativo;
- manuais de especificações, manutenção, operação e segurança de ativos;

A gestão da informação deverá ser feita de acordo com o sistema de gestão de ativos da organização. Os requisitos de informação da organização, os planos e as questões de linguagem simples deverão ter o sistema de gestão de ativos em conta. Os requisitos são adaptados da norma de gestão de ativos, *ISO 55000 - Asset management - Overview, principles and terminology*:

- papéis e responsabilidades para a gestão de informação deverão de ser considerados;
- os processos e atividades de gestão de informação deverão ser considerados e especificados;
- os riscos relacionados com a gestão de informação deverão ser considerados, assim como os seus impactos na qualidade, disponibilidade e gestão da informação utilizada para a tomada de decisões;
- a troca de informação com as partes interessadas deverá ser considerada, incluindo os requisitos de qualidade de informação, atributos, métodos e alturas de troca.

A figura 2.12 ilustra a relação entre os modelos e os requisitos.

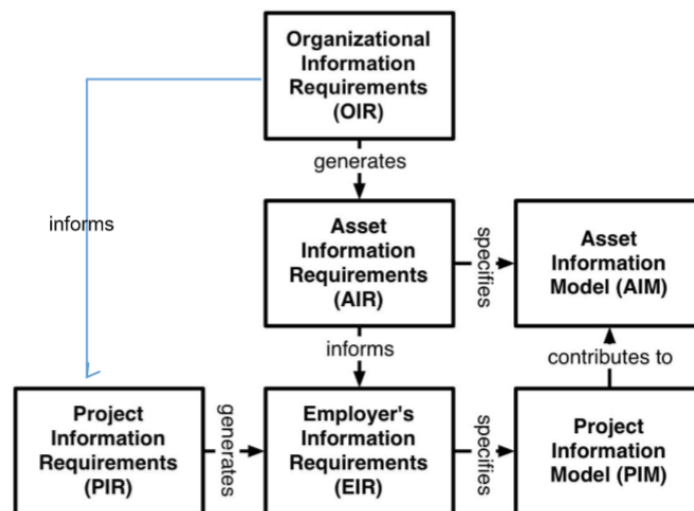


Figura 2.12: Relações entre os OIR, PIM e AIM (PAS 1192-3:2014)

Esta norma especifica os requisitos da fase de operação de ativos das seguintes formas:

- especifica os processos de gestão de informação através dos quais a informação é especificada, seja através dos requisitos organizacionais ou dos requisitos de informação dos ativos. Seguidamente é colocada no AIM e é então passada/usada aos/em sistemas empresariais, onde for apropriada, para suportar os requisitos de informação organizacionais, *organizational information requirements*, OIR. A duplicação deverá ser evitada, utilizando ligações e referências;
- especifica o modelo que contém a informação requerida pelo AIM e explica a sua relação com o PIM, definido na *PAS 1192-2:2013 - Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*;

- especifica a natureza e os tipos de informação a usar nas trocas de informação dentro do AIM. Quando possível é feito através de referências a normas existentes.

Os processos de transferência de informação especificados pela publicação são os apresentados de seguida:

- criação de um AIM para ativos ou portefólios de ativos existentes;
- trocas de informação de ativos com um PIM;
- criação de informação de registo relacionada com a eliminação, desativação ou demolição de um ativo;
- uso do AIM para suporte dos requisitos organizacionais;
- revisões do AIM em caso de mudanças nos ativos;
- uso do AIM como um recurso para a organização.

Os requisitos para a utilização desta norma é o estabelecimento, documentação, implementação e a manutenção de um processo de gestão de informação. Este processo deverá cobrir o ciclo de vida do ativo, desde o seu início até ao seu fim de vida. O processo poderá operar dentro ou ligado aos sistemas empresariais, de forma a otimizar a captura, processamento, armazenamento e análise da informação especificada nos requisitos de informação dos ativos, de forma a satisfazer os OIR. A fronteira entre informação de ativos e outra informação de ativos não deverá ser demasiado rígida, poderão existir outras fontes de informação fora das definidas. A figura 2.13 demonstra o processo.

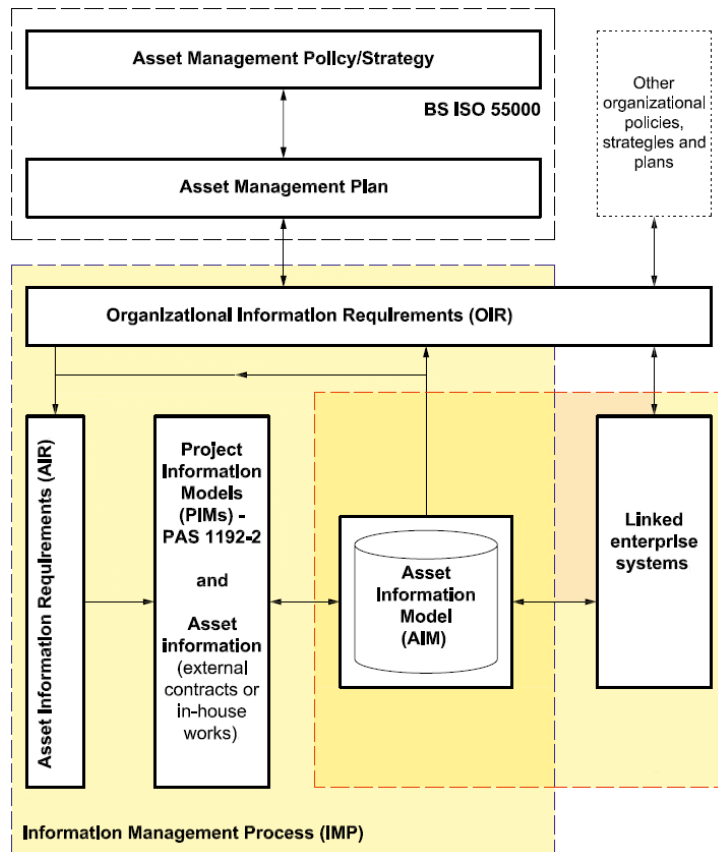


Figura 2.13: Processo de gestão da informação de ativos (PAS 1192-3:2014)

O propósito do processo é suportar as atividades de:

- definição dos planos e estratégias de gestão de ativos;
- implementação dos planos de gestão de ativos;
- gestão do ciclo de vida dos ativos;
- aquisição e gestão de conhecimento dos ativos;
- gestão da organização e dos seus recursos humanos;
- gestão e revisão do risco.

Para a definição deste processo é necessário estabelecer processos de administração da informação para dirigir, controlar e garantir que a informação de ativos é gerida como um recurso, tendo referência às estratégias e planos de gestão de ativos. Deverão também ser estabelecidos os OIR com base nas políticas, estratégias e planos existentes. Os requisitos de informação de ativos, *asset information requirements*, AIR, deverão ser atingidos de forma a satisfazer os OIR. É necessário definir, também, os mecanismos de criação, receção, verificação, armazenamento, partilha, arquivamento, análise e fornecimento de dados a serem realizados no AIM. As interfaces de troca de informação entre o AIM e outros sistemas de informação utilizados pela organização também tem de ser definidos. Por último, deverão ser definidos os mecanismos de manutenção do AIM para a monitorização da qualidade. Um aspeto importante é a integridade referencial da informação na utilização do CDE.

Os OIR são a determinação, a catalogação e manutenção dos seus requisitos de informação de forma a satisfazer as necessidades do seu sistema de gestão de ativos e outras funções organizacionais. Os AIR, baseam-se nos OIR, e são especificados como parte de um contrato, definindo a informação do AIM. A informação a ser capturada e fornecida ao AIM também tem de ser especificada e classificada pela organização deverá, ainda, classificar a informação fornecida ao AIR, de acordo com o sistema de classificação usado. O sistema de classificação poderá seguir normas existentes ou o sistema da organização, no entanto, o mais apropriado será a utilização de um sistema de classificação normalizado. A troca de informação com o AIM deverá ser baseada em ficheiros e feita através de trocas entre o fornecedor de informação e a parte responsável por manter o AIM. A parte que deverá definir o formato das trocas de informação deverá ser a que definiu os OIR e AIR. O AIM deverá ser criado de acordo com os requisitos da organização. Algumas das atividades necessárias para a sua criação são as seguintes:

- transferência da informação da sistemas organizacionais existentes para o AIM;
- reconhecimento ou rotulagem da informação armazenada no AIM;
- coleção de informação nova ou atualizada dos ativos físicos;
- troca de informação com os PIM's gerados por novos empreendimentos.

Informação de ativos não deverá ser considerada como parte do AIM até ser autorizada, aceite de acordo com o processo de gestão de informação e transferida para a parte *PUBLISHED* do CDE. A autorização só deverá ser concedida caso a informação dentro do AIM permita à organização satisfazer os seus OIR. As trocas de informação com o AIM dependem principalmente dos OIR e dos AIR, são os requisitos

que definem o modelo de informação dos ativos. As relações entre os requisitos e a informação gerada internamente e externamente são ilustradas na figura 2.14.

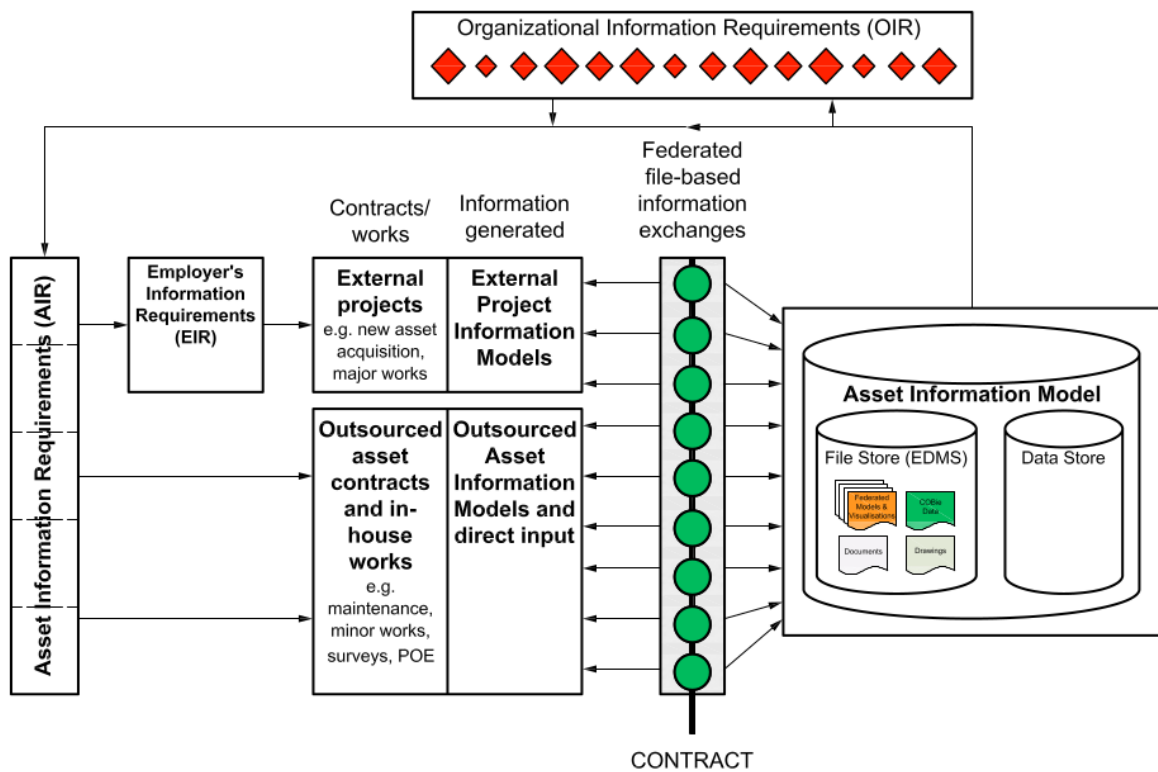


Figura 2.14: Troca de informação com o AIM (PAS 1192-3:2014)

Toda a informação relacionada ou necessária para a fase operacional de um ativo deverá estar contida ou ligada ao AIM. O AIM deverá conter:

- informação relativa ao resumo de projeto original, especificação, intenção de projeto e análise relacionada com a instalação original do ativo e alterações feitas;
- modelos em 3D da envolvente e localização do ativo;
- Informação, ou ligações a informação, relativos ao proprietário do ativo assim como direitos ou acordos associados ao ativos;
- Informação, ou ligações a informação, relativos a informação obtida através da manutenção, levantamentos ou outros trabalhos aplicados ao ativo;
- Informação, ou ligações a informação, obtidos através da monitorização da operação.

Deverão ser estabelecidos os seguintes processos para a manutenção do AIM:

- deverão ser atribuídas funções, responsabilidades e autoridades para a criação, geração, captura, manutenção, retenção, transmissão, acesso, garantia e arquivamento de informação;
- definição do conteúdo, significado, formato e meio de representação, retenção, transmissão e extração de toda a informação;

- requisitos para manutenção de informação, que incluem controlo de versões, verificações de integridade e validação;
- medição, monitorização, relatório e contínuo melhoramento da qualidade da informação de forma a suportar as necessidades organizacionais;
- requisitos para a geração, captura e importação de itens de informação;
- requisitos para armazenamento de informação de acordo com os requisitos de integridade e segurança;
- requisitos para recuperação de desastres, incluindo pontos e tempos de recuperação;
- extração, distribuição e disponibilidade de informação a partes designadas como requerido pelos mapas acordados ou circunstâncias definidas;
- requisitos para arquivamento de informação designada, por exemplo, informação proveniente de auditorias realizadas;
- requisitos para a disposição de informação obsoleta, não confiável ou indesejável, de acordo com os OIR e os requisitos de segurança e privacidade.

Os processos para aceitar, autorizar e verificar informação dentro do CDE devem ocorrer sempre que informação é recebida por uma troca. Quando a informação passa o processo de verificação e validação é aceite e guardada no AIM. No entanto, se a informação for rejeitada, terá que ser passada à área *ARCHIVE* do CDE para registo e deverá então ser ressubmetida ao originador de informação. A informação necessitará de ser guardada num lugar seguro, facilmente recuperável e protegida de deterioração. Registos críticos sobre ativos deverão ser protegidos de danos acidentais. O processo de gestão de informação deverá assegurar que entre a conclusão de um evento acionado e o próximo evento acionador a informação no AIM retrata fidedignamente o estado do ativo. Um evento acionador não deverá ser completado até o AIM ser atualizado com informação de forma a obter alinhamento. Outra forma possível é definir a extensão até que a informação poderá estar fora do alinhamento do estado do ativo. Quando um evento acionado esteja a ocorrer, a gestão de informação deverá garantir que informação sobre o ativo não relacionada continua alinhada com o estado do ativo. O processo de gestão de informação deverá permitir ligações entre o AIM e sistemas empresariais existentes. A interface deverá ser implementada através de conectividade bidirecional. Deverá empurrar informação autorizada do AIM para o sistemas empresariais apropriados como determinado nos requisitos organizacionais. Também deverá puxar informação dos sistemas empresariais para o AIM. Estas ligações são ilustradas na figura 2.15.

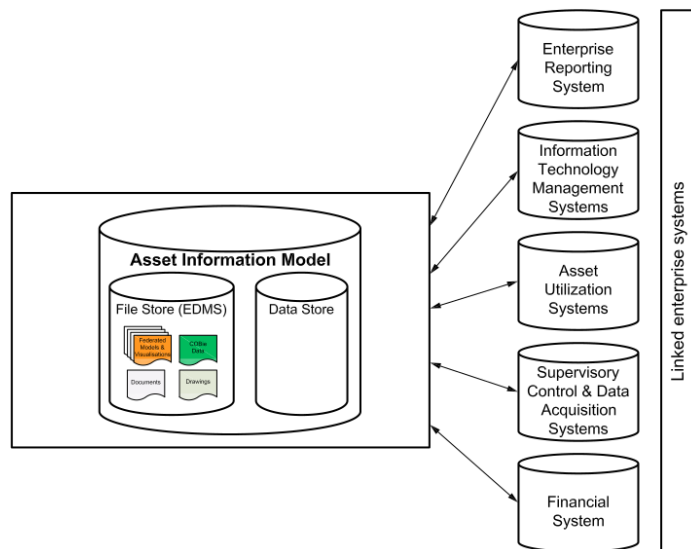


Figura 2.15: Troca de informação com o AIM (PAS 1192-3:2014)

A organização deverá implementar processos para que seja usado o CDE, explicitado anteriormente. Este ambiente de trabalho mantém a integridade e controlo da informação através da cadeia de fornecimento. Sempre que ocorrer algum evento acionador, o AIM deverá ser usado como repositório para toda a informação dos trabalhos do evento, o meio de acesso às ligações a outros sistemas empresariais e como meio de receção de informação de outras partes. Todo este ciclo é ilustrado na figura 2.16.

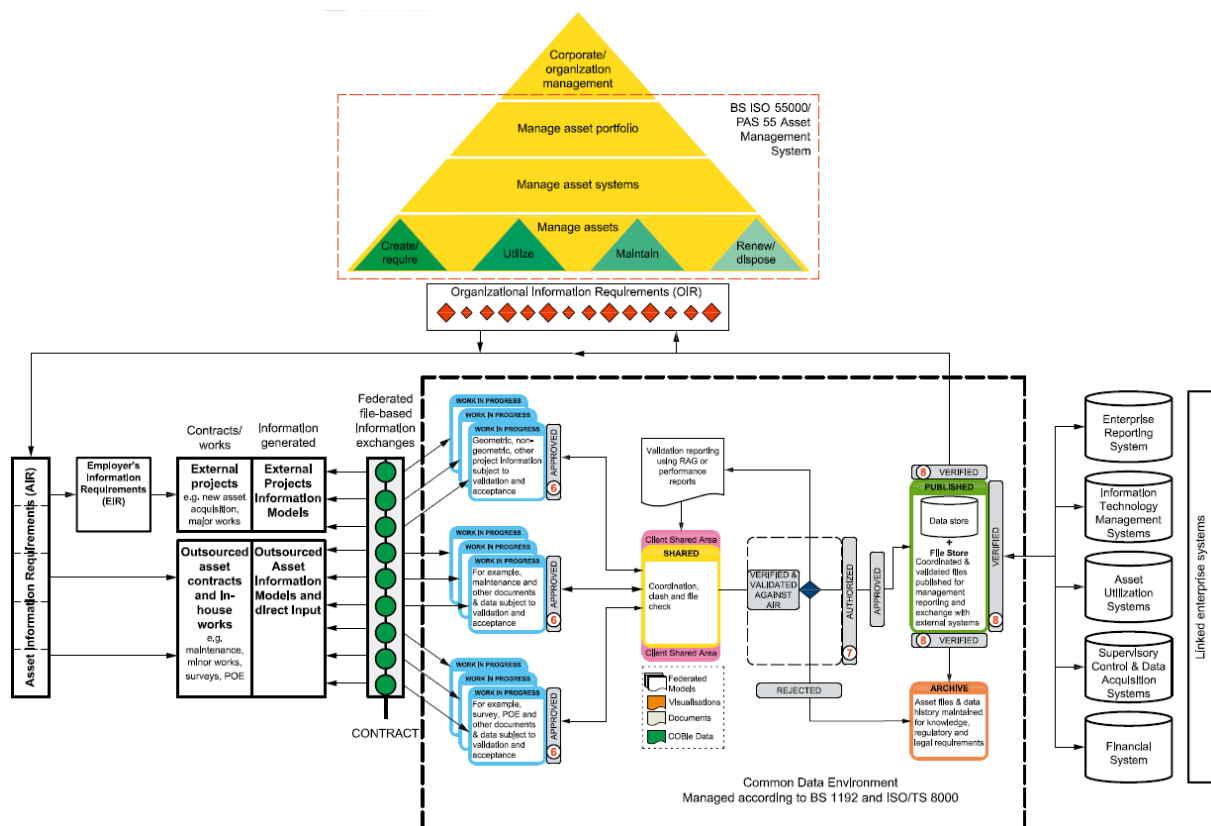


Figura 2.16: AIM no CDE (PAS 1192-3:2014)

2.3.4 Síntese do capítulo

Os documentos PAS, emitidos pelo BSI, *British Standards Institution*, visam definir os ciclos de informação ao longo de todo o empreendimento. Foram escolhidos por serem os mais completos na definição de processos e conceitos e têm uma visão final integrada do ciclo de vida dos empreendimentos, que deverá ser o objetivo final do uso da informação digitalizada.

O PAS-1192 foca-se principalmente no trabalho colaborativo, o PAS-1192-2 na fase de conceção e construção e o PAS-1192-3 na fase operacional. Estes documentos têm como objetivo definir a forma como utilizar BIM num ambiente colaborativo e como se deve gerir toda a informação que lhe está subjacente. Por outro lado, estruturam de forma inovadora o ciclo de vida dos empreendimentos, no sentido de potenciar uma gestão fluida e integrada da informação ao longo do ciclo dos empreendimentos.

Sendo normas do Reino Unido, são feitas de acordo com a cultura e tradição das suas empresas. Tudo o definido está de acordo com os seus documentos legais. Tentar formular documentos que desempenhem a mesma função em Portugal é uma tarefa árdua, pois a legislação existente está feita de acordo com o estilo do mercado de construção português, onde o trabalho colaborativo nunca foi uma prioridade, a comunicação é a mínima necessária e a partilha de informação é deficiente e datada. Os documentos portugueses que se acharam pertinentes à problemática em questão foram a Portaria 701h e o Código dos contratos públicos, analisados no sub-capítulo seguinte.

2.4 Documentos Nacionais

Consideraram-se dois documentos nacionais relevantes, que servem para integrar os conceitos do PAS com a realidade nacional. São documentos legais de cumprimento obrigatório. Os documentos nacionais a considerar no âmbito desta dissertação e que irão ser analisados são a portaria 701h e o Código dos contratos públicos. Na Portaria 701h são definidas as fases de um projeto, as funções e responsabilidades e os documentos a entregar ao cliente. O Código dos contratos públicos visa regulamentar as aquisições públicas, das quais fazem parte empreendimentos construídos. É pertinente analisar os seus conteúdos com a sua integração nos conceitos a propor em mente. As suas fases e diretrizes terão necessariamente de ser incorporados de forma a compatibilizar a sua aplicação com o habitual desenvolvimento dos empreendimentos portugueses.

2.4.1 Portaria 701h

A Portaria 701h/2008 foi publicada no *Diário do Governo* com o objetivo de definir o cálculo de honorários dos projetos de obras públicas, as fases em que o projeto deverá ser desenvolvido e as informações que devem constar nos documentos elaborados (*Portaria n.o 701-H/2008*). Visa impor mais exigência na elaboração de projetos de forma a melhorar a qualidade dos mesmos. No contexto deste trabalho, faz apenas sentido analisar as fases definidas, as partes referentes a cálculos de honorário ficam fora dos objetivos a atingir. A Portaria 701h define as seguintes fases de projeto:

Programa preliminar: documento fornecido pelo dono de obra ao projetista para definição dos objetivos, características e condicionantes. Define, igualmente, os custos e prazos a ter em atenção;

Programa base: documento elaborado pelo projetista, particularizando o programa preliminar que verifica a viabilidade da obra. Serve de base às posteriores fases de projeto;

Estudo Prévio: documento elaborado pelo projetista, depois da aprovação do programa base, que visa a opção que melhor se ajusta ao programa;

Anteprojeto ou projeto base: desenvolve a solução do estudo prévio aprovado, contém peças escritas e desenhadas;

Projeto de execução: desenvolve o projeto base aprovado, constituído por um conjunto coordenado de informações escritas e desenhadas;

Assistência técnica: garantida pelo projetista, que consiste no esclarecimento de dúvidas do projeto, prestação de informações e no acompanhamento da execução da obra.

Sequenciadas de acordo com a figura 2.17.

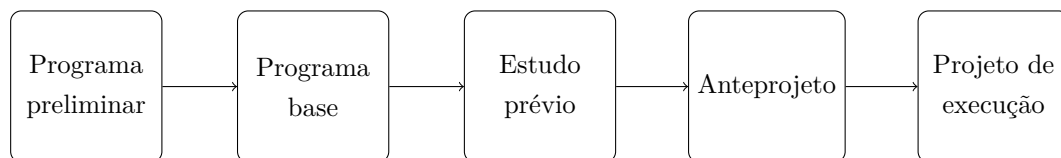


Figura 2.17: Sequenciação das fases de projeto de acordo com a Portaria 701h

O documento permite a dispensa de algumas das fases, caso necessário, e cada tipo de obra especial deverá adaptar o faseamento às suas necessidades. Os intervenientes definidos são os seguintes:

Autor do projeto: técnico que escreve e elabora o projeto;

Coordenador de Projeto: técnico que articula a equipa de projeto e satisfaz as condições do autor;

Coordenador de segurança e saúde em fase de projeto: coletivo ou singular responsável pela segurança;

Dono de obra: poderá ser um singular, entidade pública ou concessionário para quem é realizada a obra;

Equipa de projeto: equipa constituída por vários autores, multidisciplinar, com o objetivo de elaborar o projeto;

Projetista: entidade singular ou coletiva que assume a responsabilidade pela elaboração do projeto.

Pormenoriza-se agora as fases acima definidas. O **programa preliminar** contém elementos específicos da legislação e regulamentação aplicável e deverá conter também:

- objetivos da obra;
- características gerais da obra;
- dados sobre a localização do empreendimento;
- elementos topográficos, cartográficos e geotécnicos;

- levantamento das construções existentes e das redes de infra-estruturas locais;
- coberto vegetal e características ambientais;
- dados básicos relativos às exigências de comportamento, funcionamento, exploração e conservação da obra;
- estimativa de custo e limites dos desvios, assim como indicações relativas ao financiamento do empreendimento;
- indicação geral dos prazos para a elaboração do projeto e para a execução da obra.

O **programa base** proporciona ao dono de obra a compreensão das soluções propostas, que foram apresentadas de acordo com o indicado no programa preliminar. Deverá conter os seguintes elementos:

- esquema da obra e programação das diversas operações a realizar;
- definição dos critérios gerais de dimensionamento das diferentes partes construtivas da obra;
- indicação dos condicionamentos principais à ocupação do terreno;
- peças escritas e desenhadas e outros elementos informativos necessários para o perfeito esclarecimento do programa base;
- estimativa geral do custo da obra, tomando em conta os encargos mais significativos com a sua realização e a análise comparativa dos custos de manutenção e consumos da obra nas soluções propostas;
- descrição sumária das opções relacionadas com o comportamento, funcionamento, exploração e conservação da obra;
- informação sobre a necessidade de obtenção de elementos topográficos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, climáticos, características da componente acústica do ambiente, redes de infra-estruturas que interessem à elaboração do projeto, bem como sobre a realização de estudos em modelos, ensaios, maquetes, trabalhos de investigação e quaisquer outras atividades ou formalidades que podem ser exigidas, quer para a elaboração do projeto, quer para a execução da obra.

O objetivo do **estudo prévio** é desenvolver as soluções aprovadas na fase anterior. Contém peças escritas e desenhadas assim como outros elementos informativos necessários de modo a permitir ao dono de obra a avaliação das soluções propostas pelo projetista. Deverá conter os seguintes elementos:

- memória descritiva e justificativa, incluindo capítulos respeitantes a cada um dos objetivos relevantes do estudo prévio;
- elementos gráficos elucidativos sob a forma de plantas, alçados, cortes, perfis e esquemas de princípio;
- dimensionamento aproximado e características principais dos elementos fundamentais da obra;
- definição geral dos processos de construção e da natureza dos materiais e equipamentos mais significativos;
- análise prospetiva do desempenho térmico e energético e da qualidade do ar;

- análise prospetiva de desempenho acústico relativa;
- estimativa do custo da obra e do seu prazo de execução.

O **anteprojeto**, ou **projeto base**, desenvolve o estudo prévio. É constituído por peças escritas e desenhadas e outros elementos informativos que permitam a definição e dimensionamento da obra e o modo de execução. Deverá conter os seguintes elementos:

- memórias descritivas e justificativas da solução adotada, incluindo capítulos especialmente destinados a cada um dos objetivos especificados para o anteprojeto, onde figuram designadamente descrições da solução orgânica, funcional e estética da obra, dos sistemas e dos processos de construção previstos para a sua execução e das características técnicas e funcionais dos materiais, elementos de construção, sistemas e equipamentos;
- avaliação das quantidades de trabalho a realizar por grandes itens e respetivos mapas;
- estimativa de custo atualizada;
- peças desenhadas a escalas convenientes e outros elementos gráficos que explicitem a localização da obra, a planimetria e a altimetria das suas diferentes partes componentes e o seu dimensionamento bem como os esquemas de princípio detalhados para cada uma das instalações técnicas, garantido a sua compatibilidade;
- identificação dos locais técnicos, centrais interiores e exteriores, bem como o mapa de espaços técnicos verticais e horizontais para instalação de equipamentos terminais e redes;
- os elementos de estudo que serviram de base às operações tomadas, de preferência constituindo anexos ou volumes individualizados identificados nas memórias;
- programa geral dos trabalhos.

O **projeto de execução** desenvolve o projeto base aprovado, pelas informações escritas e desenhadas de fácil e inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na execução da obra, de acordo com a legislação e regulamentação aplicável. Deverá conter os seguintes elementos:

- memória descritiva e justificativa, incluindo a disposição e descrição geral da obra, com a justificação da implantação da obra e a sua integração nos condicionamentos locais existentes, descrição genérica da solução adotada com vista à satisfação das disposições legais e regulamentares existentes, indicação das características dos materiais, dos elementos de construção, dos sistemas, equipamentos e redes associados às instalações técnicas;
- cálculos relativos às diferentes partes de modo a definir, pelo menos, os elementos referidos na regulamentação aplicável a cada tipo de obra e a justificar as soluções adotadas;
- medições e mapas de quantidade de trabalhos, indicando a natureza da quantidade dos trabalhos necessários para a execução da obra;
- orçamento baseado nas quantidades e qualidades de trabalho constantes nas medições;
- peças desenhadas de acordo com o estabelecido para cada tipo de obra na regulamentação aplicável, devendo conter as indicações numéricas indispensáveis e a representação de todos os pormenores necessários à perfeita compreensão, implantação e execução da obra;

- condições técnicas, gerais e especiais, do caderno de encargos.

A programação e coordenação do projeto tem um foco especial, pois o ciclo de informação vai ser inerente à coordenação do projeto. A portaria define que a coordenação das atividades dos intervenientes tem como objetivo a integração das partes num conjunto coerente, de fácil interpretação e apropriado para fornecer todos os elementos necessários para a execução da obra. Tem de garantir a articulação da equipa de projeto consoante as características da obra e assegurar a compatibilidade entre os diversos projetos necessários assim como a garantia de cumprimento das disposições legais e regulamentares.

A fase de **assistência técnica** é uma fase não sequencial. O projetista tem o direito e obrigação de garantir a assistência técnica necessária. Na fase do procedimento de formação do contrato, e até à adjudicação da obra, a assistência técnica compreende as seguintes atividades:

- esclarecimento de dúvidas relativas ao projeto durante a preparação do processo do concurso para adjudicação da empreitada ou fornecimento;
- prestação de informações e esclarecimentos solicitados por candidatos a concorrentes, sob a forma escrita e exclusivamente por intermédio do dono de obra, sobre problemas relativos à interpretação das peças escritas e desenhadas do projeto;
- prestação do apoio ao dono de obra na apreciação e comparação das condições da qualidade das soluções técnicas das propostas de modo a permitir a sua correta ponderação por aquele, incluindo a apreciação de compatibilidade com o projeto de execução, constante do caderno de encargos, de variantes ou alterações que sejam apresentadas;

Na **fase de execução**:

- esclarecimento de dúvidas de interpretação de informações complementares e relativas a ambiguidades ou omissões do projeto, bem como elaboração das peças de alteração do projeto necessárias à correção e à integral e correta caracterização dos trabalhos a executar no âmbito da referida correção;
- apreciação dos documentos de ordem técnica apresentados pelo empreiteiro ou dono de obra, incluindo, quando apropriado, a sua compatibilidade com o projeto;
- proceder, concluída a execução da obra, à elaboração das telas finais a ela respeitantes, verificando a conformidade das mesmas com o projeto de execução e das eventuais alterações nele introduzidas, de acordo com as informações fornecidas pelo dono de obra.

A **assistência técnica especial** ocorre devido à disponibilidade do projetista poder contratar tais serviços, que envolvem:

- apreciação técnico-económica de projetos variantes apresentados a concurso;
- apreciação técnico-económica de alternativas que venham a ser propostas pelos empreiteiros;
- verificação da qualidade dos materiais, da qualidade de execução dos trabalhos relevantes, do fornecimento e montagem dos equipamentos e instalações, bem como a colaboração dos respetivos pareceres;

- elaboração dos planos ou projetos de monitorização e manutenção;
- elaboração dos desenhos de preparação de obra, quando os mesmos não sejam elaborados pelo empreiteiro;
- participação nos ensaios e receção das obras.

No artigo seguinte, a portaria define categorias de obras, são categorizadas de acordo com a sua complexidade, risco de acidentes e prazos de execução. Nas secções seguintes à categorização de obras, são particularizadas as informações necessárias para cada fase acima definida de acordo com o tipo de obra.

Este documento define as fases e as informações necessárias à realização de um projeto em Portugal. As fases definidas, assim como as informações exigidas, funcionam para a cultura de projeto atual, que pouco se serve das novas tecnologias de informação. Projetos novos, baseados na troca de informação de forma digital e tecnologias BIM, poderão exigir diferentes fases assim como informações distintas.

Por último, a portaria define as telas finais, que *são o conjunto de desenhos finais do projeto, integrando as retificações e alterações introduzidas no decurso da obra e que traduzem o que foi efetivamente construído.*

2.4.2 Código dos Contratos Públicos

O Código dos Contratos Públicos visa orientar as aquisições públicas e foi publicado no Decreto-Lei 18/2008 de 29 de Janeiro de 2008 (*Código dos Contratos Públicos*). As aquisições públicas são um domínio interdisciplinar que consistem na relação de troca entre valores. Deverão satisfazer as condições da racionalidade da gestão da organização que compra e da racionalidade social e económica inerente à sociedade para a qual se prossegue o interesse público (Tavares, 2003).

Inicialmente é necessária a definição das principais características do objeto da contratação, para que seja possível especificar o caderno de encargos, normas e especificações aplicáveis. Para que seja possível realizar esta definição, deverá ser realizada uma avaliação ex-ante, que justifica a existência, as características e o dimensionamento do objeto da contratação. Esta avaliação legitima as principais opções (localização, integração, tipologia, etc.), viabiliza a sua concretização (financiamento, impactos ambientais, etc.) e escolher os níveis ótimos de compromisso entre a ambição nos resultados e a afetação dos recursos necessários (Tavares, 2003). As fases seguintes são (Dias et al., 2016):

Concurso/convite: escolha do empreiteiros para execução;

Apresentação das propostas: concorrentes apresentam as suas propostas;

Análise das propostas: a entidade analisa as propostas apresentadas;

Adjudicação: formalização do processo de assinatura de contrato;

Consignação: facultação dos locais e elementos complementares para a execução de obra;

Preparação: elaboração dos vários documentos visando a programação das ações a decorrer;

Execução: realização física da obra;

Receção: vistoria da obra efetuada de forma a proceder à receção provisória ou não-receção.

Existe também uma fase de avaliação da gestão da contratação, denominada avaliação ex-post. Deverá verificar os resultados contra as expectativas, os resultados dos audits internos e externos realizados assim como a legalidade (Tavares, 2003).

Os documentos necessários a todo o processo, tem importância devido à informação que poderá contribuir para os futuros modelos. Deverá haver uma justificação para a contratação externa, o documento que explicitará tal conteúdo deverá ser intitulado Necessidade e Fundamentação da Contratação. O próximo documento especifica o objeto de contratação, sendo designado de Termos de Referência, conterá a avaliação ex-ante que discriminará os principais custos e benefícios. Deverá conter, também, planos, estudos prévios, projetos, normas e normas aplicáveis. Segue-se o caderno de encargos que define com rigor o que deverá ser realizado. No caso de haver um concurso, deverá também ser elaborado o programa do procedimento, que especifica as regras e os convites a interessados. O acompanhamento e execução do contrato deverá ser acompanhado do documento Gestão do Contrato. Em último lugar deverá ser efetuada uma avaliação final, homónima e de igual conteúdo da fase Avaliação Ex-Post, da qual consta o balanço, problemas, comparação entre o previsto, o contratado e o executado e relatos finais (Tavares, 2003).

2.5 Considerações Finais

A digitalização da informação é inevitável e as vantagens deste fenómeno vão acabar por convencer todos os membros do sector a modernizar a forma como utilizam a informação. O armazenamento é consideravelmente mais simples, as trocas de informação podem dar-se com mais celeridade e possibilita a utilização de *softwares* proveitosos inutilizáveis em suportes físicos. Para tal, é necessário ciclos de informação bem definidos, uma cuidada gestão de todo o ciclo para que as vantagens pretendidas, não tenham obstáculos devido a fragmentação dos utilizadores e falta de processos normalizados. As tecnologias BIM já foram alvo de alguma normalização e surgem como a ferramenta para a produção e gestão da informação digital gerada. Uma das instituições a publicar documentos normativos sobre estas tecnologias foi o BSI. A visão desta instituição é a de um ciclo de vida de um empreendimento com toda a informação integrada, e o alinhamento com esta visão, poderá trazer vantagens nas fases pós conceção consideráveis.

A informação só será corretamente utilizada se for utilizada pelas entidades apropriadas. As disciplinas de gestão de ativos e *Facility Management* tomam decisões, planeiam e operam o empreendimento. Têm responsabilidades desde a gestão do risco até à alocação de espaços a recursos humanos. As decisões tomadas são mais próximas do esperado quanto mais informadas forem, os planos de manutenção são bem traçados quando se conhece realmente as necessidades. A avaliação de desempenho é mais fidedigna quando se tem acesso a toda a informação. Estas disciplinas surgem como os recetores e gestores de toda esta informação produzida, que trarão vantagens às organizações na utilização desta ferramenta tão poderosa. A forma como funcionam é importante, pois determina o ciclo de informação após a projeção e construção. São estes gestores que vão capitalizar nas vantagens de informação digitalizada e trazer valor às partes interessadas. Devido à importância da fase em que desempenham as suas funções, os conceitos deverão ser propostos de forma a serem uma ferramenta prática para estas duas disciplinas. O atual desenvolvimento dos empreendimentos portugueses não pode ser esquecido, a análise da Portaria 701h assim como do Código dos Contratos Públicos, fornece fases e diretrizes que devem ser integradas nos conceitos a propor. Com isso em mente, resta retratar o estado atual da utilização de informação digital na fase de operação num contexto nacional.

3. Levantamento do papel da informação na indústria: a perspectiva da gestão de ativos e FM

A informação gerada no ciclo de vida de um empreendimento vai servir, principalmente, os gestores que realizam a operação, manutenção e gestão dos ativos. Os documentos normativos existentes, sejam eles nacionais ou internacionais, podem ser aplicadas de formas distintas, isto é, a sua aplicação pode ser diferente do que está estabelecido nesses documentos. Este problema vai de encontro aos objetivos das normas: falar a mesma linguagem, promover a cooperação, compatibilidade e interoperabilidade. É agravado pelo facto de as normas pertinentes ao tema em estudo serem normas sobre sistemas de gestão, cujo objetivo é normalizar atividades. O outro tipo de normas, sobre produtos, é mais facilmente controlado pois, normalmente, envolve o controlo de valores discretos e não diretrizes sobre a forma como realizar processos e atividades. Este tipo de normas poderá levar a interpretações diferentes das entidades que as vão aplicar. A adoção de novas normas, com novos conceitos, pode ser demorada ou mal efetuada. A certificação existe para combater estes problemas, uma entidade acreditada certifica outra que, realmente, segue as normas que diz seguir. No entanto, os documentos internacionais estudados são *Public Available Specifications*, disponíveis ao público, que pode optar por segui-las ou não, ou segui-las de forma diferenciada do que é indicado. Existem também empresas que seguem normas apenas pela simples razão de melhorar o seu funcionamento, não sendo o objetivo final a certificação. Admitir que o que se passa nas empresas é próximo das normas existentes que descrevem as funções é incorreto, especialmente, quando as normas estudadas são internacionais e o que se retratar é a realidade nacional.

No tema em estudo, espera-se uma diferença no modo como cada gestor desempenhará as suas funções. O retrato da forma como estas disciplinas utilizam a informação em contexto nacional não poderá simplesmente basear-se em documentos normativos, pois poderá não retratar fidedignamente estas disciplinas de gestão. Terá de ser retratada de uma forma alternativa. Uma boa solução seria o acompanhamento da atividade de uma quantidade de gestores considerável durante um largo período de tempo. Contudo, envolveria ter acesso a uma grande quantidade de entidades privadas e públicas com diferentes dimensões e realizar o seu acompanhamento durante um longo prazo, de forma a caracterizar de forma correta o uso de informação dos gestores. A dificuldade de angariar empresas disponíveis, aliado ao longo tempo de acompanhamento necessário tornou esta forma de caracterização indesejável. Em alternativa, para concretizar essa definição, realizaram-se inquéritos semi-estruturados a gestores de empresas de grande dimensão num universo de empresas disponibilizado por uma entidade externa.

3.1 Entidades inquiridas

Na caracterização do atual papel da informação em operação, faz sentido dialogar com os profissionais responsáveis pela gestão. Anteriormente, foram definidas duas disciplinas de gestão, a gestão de ativos

e o FM. Numa primeira análise, parece que faz mais sentido dialogar com gestores de ativos, pois a sua atividade já está descrita num documento normativo internacional e a transversalidade da sua função permitiria uma maior envolvimento de empreendimentos. No entanto, entrar em contacto com gestores de ativos de forma a dialogar sobre as tecnologias BIM mostrou-se uma tarefa complicada. O objetivo do trabalho é incidir sobre o ciclo de vida de informação total de um empreendimento, e faria completo sentido falar com gestores de ativos, contudo, a indústria em que este trabalho se insere, é a da construção e os gestores de ativos também gerem ativos não físicos. Aliado a este aspeto, reunir contactos disponíveis a dialogar tão abertamente sobre a forma como desempenham a sua função e como a sua empresa funciona, seria uma tarefa árdua que poderia revelar-se infrutífera. Sendo assim, existindo uma associação nacional de FM, e sendo os *facility managers* gestores mais preocupados com as edificações em si, resolveu-se entrar em contacto com esta associação de forma a obter contactos. Os contactos dos entrevistados foram gentilmente cedidos pela APFM, Associação Portuguesa de *Facility Management*. Esta associação promove e dinamiza ações de formação académica e profissional nas áreas de competência do FM e funciona como plataforma de contacto entre a academia e as entidades que operam no mercado. É também a principal entidade na implementação de normalização da atividade em solo Português. Os contactos cedidos fazem parte da associação como associados.

O universo dos entrevistados é composto por empresas de grande dimensão. O estudo é exploratório e as posições a entrevistar específicas, as ilações a retirar de empresas de média ou pequena dimensão poderiam causar alguma decepção. Devido à sua dimensão, muitas destas empresas poderiam nem ter gestores destas disciplinas, ou, no caso de possuírem este tipo de gestores nos seus quadros, as suas responsabilidades e funções poderiam ser reduzidas, não contribuindo de grande modo para as conclusões a querer retirar. Não obstante, os conceitos a propor devem ser universais, o seu conhecimento, apesar de provavelmente contribuir limitadamente, é valioso, sendo importante caracterizar o seu uso de informação em estudos futuros.

Entrevistaram-se duas empresas do setor energético, as duas de maior dimensão no mercado nacional. Apesar de nacionais, já têm uma presença internacional considerável. Os seus vários empreendimentos e equipamentos estendem-se ao longo do país. Os seus ativos físicos têm necessidades particulares e o serviço que prestam é essencial, falhas no serviço são inadmissíveis. Para além disso, devido à natureza do sector em que se inserem, dão alto valor às questões energéticas e ambientais. As suas possibilidades informáticas são significativas, não só em termos de segurança como em investigação e desenvolvimento. Os ativos físicos que possuem são imensos, o que leva a crer que as suas necessidades de informação sejam complexas e desafiantes.

Uma de gestão de empreendimentos maioritariamente horizontais, que no seu portefólio de ativos contempla vias de comunicação assim como obras de arte inerentes a essas vias. As particularidades dos ativos desta empresa são peculiares, o que possivelmente levanta problemas distintos, aumentando a abrangência das conclusões a retirar. As intervenções de manutenção realizadas por esta empresa são de maior escala e mais frequentes, levando a necessidades informativas distintas.

Uma do sector de saúde, com vários ativos físicos no país, sendo uma referência no sector em que se insere. Os seus ativos têm a máxima exigência regulamentar devido ao serviço que proporcionam. Também são utilizados por inúmeros utentes que usufruem dos seus serviços, sendo a alocação de espaços assim como os seus sistemas de segurança e de combate a incêndios extremamente complexos. Apresenta necessidades de informação completamente diferentes das anteriormente mencionadas, assim como uma gestão com as suas próprias necessidades e muito mais dependente dos recursos humanos. Os equipamentos associados aos seus ativos contém manuais de manutenção muito mais complexos, com muita informação associada.

As intervenções de manutenção a realizar têm de ter um planeamento especial, de forma a não por em causa o funcionamento normal do serviço, ferramentas que possam simplificar as manutenções e intervenções contribuirão de grande modo para o seu desempenho.

Outra empresa entrevistada pertence ao sector das telecomunicações. É uma empresa internacional com uma presença verdadeiramente mundial com um grande interesse no mercado português. O ativo onde tem a sua sede é de grande dimensão e gere inúmeros ativos próprios e alugados por todo o país. A sua sede é de grande dimensão e moderna, tendo vários sistemas informáticos em utilização, onde a informação de projeto e operação assim como as tecnologias BIM podem ser associadas. As suas redes de comunicações têm cobertura nacional e as suas necessidades de instrumentação também tem a possibilidade de serem conectadas às tecnologias BIM. A informação das atividades de instrumentação podem ser facilitadas assim como a informação produzida poderá ser gerida de uma forma mais conveniente.

Por fim, foi também entrevistada, um dos maiores conglomerados industrial do mundo, uma empresa de digitalização, automação e eletrificação. Tem vários centros empresariais espalhados pelo país. Preza-se por estar na vanguarda tecnológica, tendo muitos sistemas informáticos associados à sua empresa, aliás, a maior parte da instrumentação necessária para recolha de informação é produzida por esta empresa. A gestão de informação desta empresa deverá ser a mais moderna, esperando-se que lide com grandes quantidades assim como uma grande complexidade na informação gerada. A exigência dos seus gestores deverá ser elevada, devido à sua grande dimensão.

A diversidade de inquirido é inequívoca, existindo particularidades associadas a cada uma das empresas. Considera-se que o conjunto escolhido é suficiente para retirar conclusões valorosas.

3.2 Estrutura do inquérito

As perguntas realizadas prendem-se com a forma como as empresas atualmente utilizam a informação que gerem. O objetivo final é apurar quais os problemas e possibilidades que atualmente existem num contexto nacional. Os conceitos a propor deverão ter as conclusões deste inquérito em conta, a realidade da gestão de informação em operação permite aproximar o definido à realidade empresarial.

Em primeiro lugar define-se o âmbito, onde se procura delinear as funções desempenhadas pelo entrevistado, a existência de mapas de processos, a relação inter-departamentos e a sua influência em novas obras. É importante saber as funções desempenhadas pelo entrevistado e que processos utiliza de forma a perceber que tipo de funções o gestor desempenha na empresa em questão. Deste modo percebe-se a fragmentação desta disciplina de gestão e é possível comparar as atividades entre diferentes empresas. A relação inter-departamentos é pertinente de forma a perceber que outros individuais participam na gestão da sua atividade. Permite diferenciar o leque de responsabilidades de cada gestor pois em algumas empresas as responsabilidades e autoridades poderão estar mais centralizadas em oposição a um maior divergência de responsabilidades e autoridades. A última questão realizada, sobre a influência em novas obras, é importantíssima. A valorização do conhecimento dos gestores em novos empreendimentos ilustra a forma como a empresa é gerida. A valorização do conhecimento mostra que as decisões tomadas são feitas com a opinião dos gestores em fase de operação em conta, de certo modo, mostra de que forma é que as empresas têm o ciclo de vida dos empreendimentos em conta, assim como a sua preocupação em gastos capitais versus gastos operacionais. As perguntas definidas são expostas na tabela 3.1.

Tabela 3.1: Definição do âmbito

• 1. Definição do Âmbito

- 1.1. Como definiria as suas funções? Neste âmbito quais as principais atividades desempenhadas no seu dia-a-dia e quais as que apresentam maior complexidade?
 - 1.2. Existem mapas de processos para as funções de Facility Management/Asset Management na sua Organização?
 - 1.3. Com que departamentos colabora? E com quais colabora mais frequentemente?
 - 1.4. Existe uma relação com processos pré-definidos entre estes departamentos? Esses mapas contemplam a troca de informação?
 - 1.5. Que tipo de influência tem o Facility Manager no caso de novas obras ou de renovação/reabilitação? Como é estabelecida esta relação?
-

Em segundo lugar define-se a arquitetura da informação. As perguntas definidas são sobre a existência de mapas de trocas de informação, a existência de codificações próprias, a frequência de atualização da informação e a necessidade de informação de outros departamentos ou empreendimentos fora da responsabilidade do inquirido. As trocas de informação são essenciais ao funcionamento da empresa. Podem ocorrer entre departamentos ou até entre a empresa e entidades externas. Também é importante apurar se são utilizadas regras de nomenclaturas de ficheiros próprias, ou se utilizam nomenclaturas normalizadas. A frequência de atualização da informação é outro aspeto importante, para que se possa definir processos de acordo com a frequência a que é normalmente atualizada. A forma como realizam o tratamento fornece conhecimento sobre que tipo de individuais tratam a informação, por exemplo, se são os próprios membros do departamento de *facility management* se são os membros do departamento de informática a realizar esse tratamento. O seu armazenamento fornece informações sobre o ciclo da informação, se é rapidamente arquivada para futuro uso ou se é prontamente utilizada. O relacionamento entre departamentos é outro aspeto a apurar, para que se avalie o quão colaborativo o ambiente de trabalho na empresa é, de certa forma, analisar as barreiras e pontes entre departamentos. É também apurada a integração da informação na empresa, se existem relações entre a informação associada a diferentes ativos, para que se perceba se a empresa capitaliza no cruzamento de informação de ativos, sejam eles similares ou diferentes. Conjuntamente é também inquirido o valor que os gestores atribuem à existência de modelos geométricos 3D que descrevam os ativos que gerem, de modo a perceber a importância da informação geométrica para estes gestores. As perguntas definidas são expostas na tabela 3.2.

Tabela 3.2: Estudo da Arquitetura da informação

• 2. Estudo da Arquitetura da informação

- 2.1.** Existe algum mapa das trocas de informação que acontecem no dia-a-dia da sua atividade? Esta informação respeita algum tipo de estrutura pré-definida ou tem alguma codificação própria?
- 2.2.** Esta codificação abrange informação de outros Departamentos com os quais troca ou poderá trocar informação? Há uniformidade nas codificações usadas entre Departamentos?
- 2.3.** Com que frequência atualiza a informação que dispõe? A informação gerada é encaminhada para alguém ou fica apenas armazenada? Com que frequência?
- 2.4.** Existe algum tipo de tratamento da informação ao longo do tempo, no sentido de obter conhecimento útil a decisões futuras? No caso de existir, quem faz este tratamento?
- 2.5.** Este conhecimento gerado é utilizado apenas dentro do Departamento de Facility Management ou utiliza-se também no apoio à decisão de outros Departamentos?
- 2.6.** Em relação à gestão da informação, existe algum tipo de relação com outros edifícios/infraestruturas?
- 2.7.** Considera que a existência de um modelo geométrico 3D seria útil à sua atividade?
- 2.8.** Existe alguma informação de outros Departamentos ou de outras fases de projetos ou outros empreendimentos que poderia ser útil?

Em terceiro lugar tenta-se caracterizar a arquitetura tecnológica utilizada, se existem redes próprias na empresa, como partilham os ficheiros e se já utilizam armazenamento e partilha de ficheiros pela *cloud*. É imprescindível caracterizar o nível tecnológico das empresas, a digitalização da informação é a base dos conceitos e a tecnologia é inerente à informação em suportes digitais. As perguntas formuladas têm um teor geral sobre as tecnologias de informação utilizadas, para trocas e armazenamento de informação, assim como *softwares* utilizados. Desta forma percebe-se quais os *softwares* mais comuns, as suas compatibilidades e os métodos de troca de informação mais utilizados. Em adição, questiona-se também a possibilidade de adotar novos *softwares*, de forma a perceber a disponibilidade da empresa em aderir a novas ferramentas. Por fim questiona-se sobre a segurança informática, que é da mais alta importância, pois a informação de cada empresa é privada, fugas ou perdas de informação são inaceitáveis. As perguntas definidas são expostas na tabela 3.3.

Tabela 3.3: Arquitetura tecnológica

• 3. Arquitetura tecnológica

- 3.1.** Utiliza algum instrumento ou sistema de informação para apoiar as suas atividades? Qual? Este sistema é comum a outros Departamentos?
- 3.2.** No desempenho da sua atividade a troca de informação tem base na web? (isto é, outras pessoas dependentes/responsáveis do/pelo seu trabalho tem acesso imediato ao que produz?) E essa troca é por correio eletrónico ou utilizam algum tipo de armazenamento na *cloud*?
- 3.3.** Possuem *intranet*/rede própria na sua empresa?
- 3.4.** Há diretrizes sobre a segurança a tomar na troca/acesso a ficheiros digitais da empresa?

Por fim pede-se a opinião sobre futuras necessidades ou problemas, que desafios procura superar, se as ferramentas BIM poderiam trazer vantagens, se um modelo e ciclo global seria facilmente aplicado, que dificuldades esta globalidade traria e que otimizações poderiam ser feitas na ótica do inquirido. Estas questões finais servem para colecionar sugestões dos gestores, assim como críticas à forma como

atualmente desempenham as suas funções, dentro do âmbito do inquérito. Tenta-se também obter uma ideia de como visionam as tecnologias BIM. As perguntas definidas são expostas na tabela 3.4.

Tabela 3.4: Desafios

• **4. Desafios**

- 4.1. No âmbito da gestão de processos e gestão da informação, que seria útil atingir?
- 4.2. Considera que o BIM poderá ser uma ferramenta pertinente no seio da sua atividade? Pensa que ajudaria a integrar as diversas fases dos ciclos de um empreendimento?
- 4.3. Faz falta um modelo de informação global para apoiar a gestão de toda a informação ao longo do ciclo de vida de um empreendimento? E diretrizes de segurança e utilização desta informação?
- 4.4. Acha que há potencial de otimização e processamento da informação existente para lá do que atualmente se verifica?

3.3 Resultados

Os inquéritos realizados tiveram resultados interessantes. Cada entrevistado optou por, como esperado, dialogar mais sobre as especificidades do seu papel. Em alguns casos, devido à abertura do diálogo, as perguntas não foram colocadas exatamente como definidas. Contudo dirigiu-se a entrevista de forma a apurar o definido, usando perguntas similares, de forma a serem de mais fácil compreensão ou mais concordantes com o diálogo que ocorria. Conseguiu-se retirar resultados adicionais em relação às perguntas definidas, também devido à abertura do diálogo. Tiraram-se as seguintes conclusões de todas as entrevistas realizadas:

• **Diferença entre funções e responsabilidades**

Notou-se alguma diferença entre as responsabilidades e funções dos gestores. Um dos gestores tinha responsabilidades mais relacionadas com manutenção e intervenções de reabilitação, ou seja, mais ligado às atividades de engenharia civil. Outro dos gestores, tinha como principais responsabilidades a alocação de espaços e gestão de instalações, nomeadamente, equipamentos mobiliários e iluminação. Dois deles, tinham funções mais relacionadas com uma gestão macro dos ativos, incluindo desempenho financeiro e económico. Outros dois, tinham nas suas responsabilidades uma componente tecnológica considerável, devido à maior quantidade de equipamento tecnológico presente nos seus ativos.

A diferença entre responsabilidades e funções obriga a que os conceitos definidos tenham uma maior abrangência. Têm de ser definidos de forma a que tanto os gestores com responsabilidades mais relacionadas com intervenções como os com responsabilidades mais tecnológicas possam utilizá-los de igual forma. As vantagens a retirar têm de ser necessariamente as mesmas. Devem englobar totalmente o *facility management* e a gestão de ativos, as particularidades tem de ser tidas em conta, mas, como no PAS 1192, a definição não deve passar pela particularização mas sim por algo abrangente que funcione independentemente das diferenças de responsabilidades e funções de cada gestor.

• **Valorização da fase operacional**

Os gestores entrevistados tinham o seu conhecimento reconhecido e valorizado na realização de novos empreendimentos, isto é, em projeção e construção, os gestores da fase operacional contribuem nas tomadas de decisão. Conjuntamente, as empresas entrevistadas definiram as reduções de custos em

fase operacional como a fase financeiramente mais importante.

A valorização do conhecimento e experiência dos gestores é um aspeto importante, pois significa que as empresas sabem que informação deverá ser produzida em projeto para servir a operação, não apenas o projeto. Uma empresa tem vários departamentos e várias entidades responsáveis, na definição de um novo empreendimento poderá ocorrer casos em que o gestor responsável pela sua operação, não tenha a devida importância atribuída, estando atribuída a outras entidades que apenas estão preocupadas com gastos capitais e instantâneos. Esta valorização da contribuição dos *facility managers* para a projeção e construção faz com que a informação utilizada em operação seja valorizada em novos empreendimentos ou alterações a existentes.

• Trocas e partilha de informação

As trocas de informação são realizadas maioritariamente por correio eletrónico. Algumas das empresas já utilizam sistemas *cloud* para partilha e armazenamento de ficheiros, no entanto, as que não utilizam, ainda fazem as suas trocas de informação por correio eletrónico.

A partilha de ficheiros é um aspeto muito importante nos ciclos de informação. A troca por correio eletrónico é prática mas não é totalmente compatível com o verdadeiro trabalho colaborativo. A título de exemplo, o serviço 360 da *Autodesk* permite trabalho colaborativo, regista versões e permite trabalho no mesmo ficheiro CAD ou modelo BIM em simultâneo, a sua capacidade suplanta em larga escala a troca de informação por correio eletrónico. Existem também outros serviços de armazenamento na *cloud* que permitem o mesmo tipo de trabalho sobre ficheiros de outras extensões. As potencialidades destes serviços ofuscam a produção de informação assente em troca de ficheiros por correio eletrónico. É então necessário a definição de um ambiente que permita o trabalho colaborativo, controle a informação criada e se integre no ciclo total sem criar impasses e produza informação de confiança. Este ambiente tem de ser válido para os vários tipos de troca de ficheiros atualmente utilizados.

• Atualização de informação

A atualização da informação dá-se frequentemente em todas as empresas entrevistadas, quando essa informação é referente a ativos mais recentes com estrutura definida para tal. Em algumas empresas, com ativos mais antigos, a atualização não era tão frequente devido à falta de informação original. A prioridade era obter toda a informação referente a esse ativo e depois gerir a sua informação como nos ativos mais recentes.

• Codificações próprias

A questão das codificações próprias foi difícil de apurar. Alguns dos inquiridos utilizavam nomenclaturas próprias para todos os documentos enquanto que outros apenas para alguns, os de maior importância. Conclui-se que existe uma preocupação na codificação dos ficheiros mas apenas nos de maior relevância. A codificação quando existia era de acordo com regras próprias da empresa, mas crê-se que essa codificação seja baseada em documentos normativos adaptados às necessidades próprias de cada entidade.

• *Softwares* utilizados

A maioria dos *softwares* utilizados são de licença proprietária e relacionados com a gestão de operação. Todas as empresas possuíam licenças dos *softwares* mais comuns de desenho assistido por computador, DAC, (nenhuma possuía a versão com capacidade BIM) assim como os habituais *softwares* de edição de texto e folhas de dados. Em termos de compatibilidade, estão limitados às soluções da família desse

software. A importância deste ponto não é apurar quais os *softwares* mas sim a sua compatibilidade. Maior compatibilidade implica maior número de processos baseados em trocas de informação digitais, devido à facilidade de utilização e adaptação.

• Informação e modelos

Os responsáveis pela manutenção tirariam vantagens de um modelo "como construído", visto que o modelo apoiaria os processos necessários à manutenção, facilitando o planeamento de trabalhos necessários. Atualmente, estes modelos não são muito comuns, ou não existem, ou possuem informação desatualizada que não descreve efetivamente o que está construído. Estes problemas são mais comuns em ativos antigos. O pouco valor que proprietários precedentes davam à atualização da informação documentada do edifício, poderá explicar estas faltas de informação. Algumas empresas fizeram elas próprias o levantamento em 2D dos seus ativos, devido à falta de registos, mas sem um modelo definido para os alocar. Quando questionadas, as empresas mostraram-se interessadas em dispor de um modelo único para gerir, vários modelos provocam fragmentação da informação e impasses à produtividade. Uma das empresas entrevistadas tem elevadas exigências de fiscalização, sendo por isso muito importante que os modelos criados tenham toda a informação necessária, devido ao rigor com que vão ser analisados.

A falta de informação documentada que represente fidedignamente o empreendimento é um problema. Um gestor na fase de operação deverá ter completo conhecimento do que está a gerir. A criação de um modelo único com as informações necessárias alocadas é essencial.

• Definição da informação necessária

As exigências e expectativas tem de ser bem geridas, informação redundante assim como ausência de informação reduzem a utilidade dos modelos. Os requisitos de informação de um modelo deverão ser criados de acordo com os processos utilizados e com as necessidades de informação. Algumas das empresas já têm bem delineado os processos e informações necessárias para a manutenção e criação de ativos.

A definição da informação necessária é um aspeto essencial para atividades que apoiam as suas funções na sua utilização. Gerir sem toda a informação necessária ou com substitutos leva a decisões com resultados negativos. A clara definição de processos, sejam eles de manutenção ou gestão, é essencial em qualquer empresa. Algumas já os tem definidos devido a aplicação de normas na sua gestão, ou simplesmente por maior exigência própria.

• Consumos energéticos e questões ambientais

Os dois grandes desafios de gestão em operação dividem-se entre *Hard Facilities*, operação, manutenção e obras de intervenção e *Soft Facilities*, contratos de limpeza, segurança e jardinagem. As questões ambientais têm grande importância para todas as empresas, é uma área que é dependente dos consumos energéticos. A diminuição de consumos contribui para uma melhor imagem ambiental da empresa, que é algo almejado na atualidade, devido à importância dada pela sociedade às questões ambientais. Os modelos criados deverão ter utilidade prática para que os *softwares* se apoiem neles e permitam realizar as funções necessárias. As questões energéticas são um dos principais focos na gestão em fase operacional devendo por isso criar-se um sistema que apoie estas questões.

3.4 Síntese do capítulo

Do resultado das entrevistas, verifica-se que é de facto urgente a implementação de procedimentos integrados com o ciclo de vida total em vista e conceitos que apoiem a gestão da informação. Definir os conceitos necessários não é uma tarefa simples. Os inquéritos realizados não definem a solução, apenas enunciam os problemas e retratam a atualidade. As conclusões retiradas enunciam problemas e vantagens existentes, que servem para definir os objetivos e saber em que tópicos capitalizar. Os aspetos gerais definidos para os conceitos a definir são apresentados na tabela 3.5.

Tabela 3.5: Aspetos gerais a ter em conta

Características pretendidas	Motivos
Universalidade	Diferença de responsabilidades e funções entre individuais
Simplicidade	Informação em constante movimento
Utilidade e valor	Potenciar a fase de operação
Facilidade de utilização	Frequência de trocas e atualizações
Compatibilidade	Diferentes utilizadores das mais variadas disciplinas
Centralidade	Centralização da informação de forma a incentivar integração
Segurança	Informação privada

Os documentos previamente analisados também vão ter influência na proposta, tanto os internacionais como os nacionais. O conjunto de literatura analisado, aliado às conclusões retiradas do retrato feito ao panorama nacional de gestão de informação, permitirá criar ferramentas adaptadas à realidade nacional.

4. Conceitos para uma gestão integrada da gestão de informação

No presente capítulo, pretende-se reunir toda a informação recolhida ao longo do trabalho desenvolvido, por um lado através das entrevistas realizadas e, por outro, através do estudo exploratório desenvolvido e propor conceitos a usar pelos intervenientes no ciclo de vida de um empreendimento.

Os atuais empreendimentos envolvem a criação e utilização de grandes volumes de informação em diferentes fases do ciclo de vida. O ciclo tem várias fases, desde o projeto até à operação, e o foco tem sido maior nesta última. O objetivo não é desvalorizar a fase de projeto, simplesmente faz mais sentido o foco na operação.

A informação é criada ao longo de todo o ciclo, sendo a informação nova criada maioritariamente em projeto. Em operação também há criação de informação, embora em menor escala comparativamente à fase de projeto, pois não é esse o seu principal objetivo, o que é fulcral à boa gestão da operação de um empreendimento é a utilização da informação criada. As principais vantagens a recolher do correto uso de informação retiram-se nesta fase, é aqui que a informação pode dar o contributo mais valioso. Dentro da organização, são os gestores de operação (os gestores de ativos e os *facility managers*) quem manuseia a informação do ativo, utilizam a informação previamente criada para desempenharem as suas funções e atingirem os seus objetivos: no caso da gestão de ativos, criar valor e no caso do *facility management*, apoiar a função primária do ativo. As vantagens a retirar da boa gestão da informação ocorrem nesta fase, pois são a ferramenta destas duas disciplinas. A organização possui ativos e pretende retirar valor deles, não são os criadores em projeto que vão criar valor a partir dos ativos, eles apenas criam informação, são os gestores de operação que criam valor a partir da informação criada em projeto, os conceitos têm de ser talhados para estes individuais.

Os conceitos deverão ser baseados nas boas práticas existentes, para tal, convém analisar literatura que já tenha tentado atingir um objetivo similar. O estudo exploratório desenvolvido analisou os documentos do PAS da BSI, que revelou conter conceitos valiosos e que na sua aplicação apresentaram funcionalidade e proveito. Contudo, continua a ser algo desenvolvido por uma instituição internacional e aplicada também, maioritariamente, internacionalmente.

É necessário que os conceitos façam sentido num contexto nacional, integrando os conhecimentos já aplicados internacionalmente com as exigências legais nacionais, como definidas nas Portaria 701h e no Código dos Contratos Públicos. A funcionalidade prática dos conceitos é essencial, e para tal realizou-se um retrato do papel da informação em ambiente empresarial, através de entrevistas a profissionais do meio. As entrevistas realizadas permitiram retratar as necessidades, problemas e vantagens dos gestores em fase de operação. Os seus conhecimentos e experiências permitem aproximar o proposto da realidade profissional destas funções. Com todas estas ilações em mente propõe-se os seguintes conceitos: **modelos**,

requisitos, trocas de informação e ambiente comum de informação.

No desempenho das suas funções, os gestores necessitam de ter a informação sobre os ativos que gerem centralizada de forma a facilitar o acesso à informação que precisam no exercício das suas funções. A informação a que acedem também tem de ser fiel ao que descreve, de forma a não provocar erros. O conceito de **modelos** definido surge para satisfazer estas duas necessidades. As necessidades informacionais de um dado ativo precisam de ser definidas, de forma a evitar grandes aglomerados de informação redundante. Um bom conhecimento dos processos inerentes à empresa permite também definir as necessidades informacionais para a gestão de um dado ativo. Essas necessidades informacionais precisam de ser definidas para salvaguardar a utilidade dos modelos, para que sejam eficientes e eficazes, para tal define-se o conceito de **requisitos**. Os **modelos** serão digitais e conterão enormes quantidades de informação nos mais variados formatos de ficheiros. O seu acesso deverá ser fácil e a informação neles contida deverá ter uso imediato. Adicionalmente, existirão fornecedores de informação externos à organização que contribuirão para os **modelos**. De forma a garantir uma utilização eficiente dos **modelos** e uma relação produtiva entre recetores e fornecedores de informação, há que definir a forma como se procedem as **trocas de informação**. O **ambiente comum de informação**, similar ao *common data environment* definido no PAS 1192:2007, agiliza a produção de informação, independentemente da fase em que é produzida. Existe para compatibilizar a produção de informação simultânea. Indiretamente, o definido também vai contribuir para a criação de informação em projeto, que foi a fase para que este conceito foi criado pelo PAS 1192:2007, mas a sua aplicação também deverá ocorrer em operação. O conceito de maturidade BIM definido pelo BSI é importante, demonstra perspicácia, pois tem em conta que a adoção de novas tecnologias é intrincada, não pode ser repentina devido ao confronto entre processos correntes com novos processos que têm novas complexidades associadas. Há que tornar a adoção gradual, de forma a tentar evitar o choque de antigos processos com novos. Os conceitos definidos têm a noção de uma adoção gradual em conta, são simples e mudam a forma de pensar na informação, mas não provocam grandes alterações à forma como o ciclo atualmente decorre. Tentam mudar a forma de pensar, atualmente baseada em suportes físicos, para formatos digitais mas tentando integrar estes novos conceitos com a forma como atualmente se produz informação em solo português. A integração dos conceitos com o atual ciclo de informação é importante para garantir adoção gradual de novas tecnologias. Por fim, associa-se os conceitos definidos com as fases definidas na portaria 701h e o Código dos Contratos Públicos de forma a ilustrar a aplicação destes conceitos em empreendimentos portugueses.

Ao longo deste trabalho as tecnologias BIM foram largamente mencionadas, não só através de menções a trabalhos realizados utilizando esta tecnologia, como também através dos documentos normativos que a descrevem. Os documentos normativos sobre esta tecnologia, devido à forma com ela funciona, definem indiretamente a forma como utilizar informação digitalizada, daí a sua pertinência para este trabalho. Contudo, é importante mencionar que os conceitos definidos não são exclusivos à utilização das tecnologias BIM. A utilização desta tecnologia é a forma mais prática de utilizar informação digitalizada mas, no sentido de satisfazer os aspetos gerais definidos na tabela 3.5, tem de haver uma universalidade e facilidade de utilização associada aos conceitos, que são garantidas definindo os conceitos a aplicar, não as ferramentas que com eles devem ser utilizadas. As ferramentas ficam à descrição do utilizador, os conceitos guiam a sua aplicação.

4.1 Modelos

A tradução literal de *Building Information Models* é "modelos de informação de construção", que não expõe a tecnologia fielmente, uma interpretação mais fiel seria "modelos de construção com informação associada". Um simples desenho é um modelo de algo, é o retrato de algo num determinado suporte, físico ou digital. Os modelos BIM unem a informação geométrica a outras informações constituindo um modelo mais completo de um dado ativo.

Nesta secção o conceito de modelo também é utilizado, mas com uma definição mais abrangente: é um conjunto de informação aglomerada de forma organizada. O conceito utilizado aplica-se a todas as fases do empreendimento, mas com especial evidência nos ativos, que resultam da integração de toda a informação. Serve para os descrever através de informação centralmente armazenada. De certa forma, é uma base de dados inter-relacionada contendo informação associada aos ativos. Em suportes físicos também seria possível criar um modelo destes, basta imaginar enormes quantidades de dossiês contendo informação documentada com referências entre eles, cuja informação permitiria erguer e descrever o ativo a que é referente. No entanto, tanto o armazenamento como o seu manuseamento não seria nada fácil. Só faz sentido pensar em modelos centralizados com grandes quantidades de informação associada em formato digital, em que as atuais ferramentas das tecnologias de informação facilitam o seu acesso, manipulação e introdução, dando sentido à sua existência.

Os modelos digitais poderão conter qualquer tipo de informação, podendo nem conter ficheiros de desenho assistido por computador, o seu objetivo é descrever o ativo, independentemente do tipo de informação que se use. Obviamente, a maioria dos modelos conterá elementos desenhados, mas é importante realçar esta forma de pensar, há uma enorme quantidade de informação que descreve um ativo, este conceito de modelo surge como recetor dessa informação. As tecnologias BIM associam esta variedade de informação ao desenho, seja em 2D ou 3D, que é a forma mais prática de descrever um ativo. No entanto, reforça-se que nem as tecnologias BIM nem outro tipo de desenho é obrigatório, caso possível e prático um ativo poderá ser descrito simplesmente com, por exemplo, folhas ou base de dados. As tecnologias BIM surgem como a forma ideal de aplicar este conceito, não como forma obrigatória.

Uma das necessidades levantadas nos inquéritos realizados foi a falta de um modelo centralizado com informação de fácil acesso. Com isto em mente, define-se a existência de modelos inerentes às fases em que são utilizados. O modelo a utilizar em projeto, **Modelo de informação do projeto**, e o modelo a utilizar em operação, o **Modelo de informação do ativo**. A sua diferente denominação, de acordo com a fase em que são utilizados, introduz uma barreira que permite um melhor controlo do ciclo de informação.

O **Modelo de informação do projeto** e o **Modelo de informação do ativo** são repositórios de informação que ajudam nas decisões e podem conter todo o tipo de informação: geométrica, de manuais de instrução, de documentação, de descrição de componentes etc.. Quanto à sequência, o ciclo habitual da construção de ativos, de forma geral, é projeto, construção e seguidamente operação. Naturalmente, o **Modelo de informação do projeto** transfere a sua informação para o **Modelo de informação do ativo**. No entanto, o inverso também poderá ocorrer, pois o **Modelo de informação do ativo**, no fim de vida, continua a ter informação pertinente a um novo ativo, seja informação topográfica, solar, meteorológica etc., podendo por isso o **Modelo de informação do projeto** fornecer informação ao **Modelo de informação do ativo**, em certas situações. O objetivo é estes modelos conterem toda a informação necessária sobre os ativos.

Outra das conclusões retiradas das entrevistas foi a necessidade de fiabilidade ao que realmente estava construído. O **Modelo como construído**, traduzido do inglês, *as-built model* é uma definição utilizada nos documentos, PAS, *Public Available Specification*, do BSI. Esta é uma definição importante, significa exatamente o que é, o modelo do ativo construído exatamente como foi construído. Em Portugal existe algo equivalente, as telas finais, que *são o conjunto de desenhos finais do projeto, integrando as retificações e alterações introduzidas no decurso da obra e que traduzem o que foi efetivamente construído*, como definido na *Portaria n.o 701-H/2008*. Considerando as telas finais como um conjunto de desenhos em 2D do realizado, até se pode considerar que as telas finais são um modelo como construído, ou seja, são conceitos iguais. No entanto, são diferentes, pois o **Modelo como construído** definido no PAS tem toda a informação associada. Poderá considera-se que as telas finais também, mas apenas são informações para a ajuda da interpretação dos desenhos, o modelo como construído poderá ter mais informação associada, é mais abrangente. Basicamente, toda a informação necessária para descrever o empreendimento poderá estar contida no modelo, enquanto que nas telas finais não. Outro aspeto importante é o respeito ao "como construído", que é essencial, pois garante confiança aos gestores em operação e evita, posteriormente, levantamentos de informação desnecessários. As telas finais são levadas num tom leve, isto é, pequenos pormenores alterados podem não aparecer no que é entregue, apesar de obrigatório. Para que se possa confiar cegamente no modelo não poderá haver discrepâncias em relação ao efetivamente realizado, daí a importância da existência de um **Modelo como construído** no final da construção. Este modelo existe como ponto de compatibilização entre o **Modelo de informação do projeto** e o **Modelo de informação do ativo** e ao mesmo tempo realça a importância à existência de informação que realmente descreva o construído e não o projetado. A figura 4.1 explicita os modelos e a sua sequência, necessários ao atual ciclo de informação dos empreendimentos portugueses.

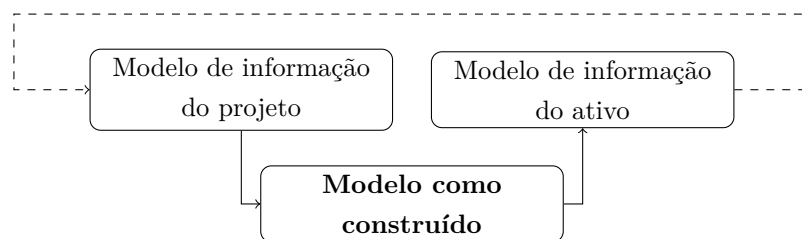


Figura 4.1: Modelos

A questão do suporte em que são entregues não se cinge apenas à dimensão da quantidade de informação, mas também à capacidade de guardar a informação de forma segura e íntegra. O mais comum nas telas finais é o suporte em papel, que é válido, mas tem problemas de armazenamento. Alguns dos entrevistados queixaram-se de telas incompletas, cujas partes tinham sido destruídas pelo tempo, por desastres ou simplesmente perdidas. O suporte digital permite a associação de grandes quantidades de informação sem a criação de impasses ao acesso e, em adição, é mais simples o armazenamento de algo digital do que algo impresso, a integridade é mais facilmente mantida. No caso digital poderá haver perdas também, mas, caso a gestão informática seja bem realizada, a segurança da informação é garantida de forma mais simples e económica.

Esta grande quantidade de informação assim como flexibilidade de descrição levanta algum desequilíbrio de poder entre fornecedores e recetores de informação. Entrega ao recetor de informação um enorme poder de exigência, podendo tornar os fornecedores de informação reféns das suas exigências inatingíveis. Isto não só é negativo para os fornecedores como para os recetores e donos, um bom modelo tem a informação necessária, não toda a informação possível. É por isso importante definir uma forma de

definir o que é necessário aos modelos.

4.2 Requisitos

A definição de requisitos de informação é essencial para a criação de modelos úteis e eficazes. São a linguagem intermediária entre a entidade detentora do empreendimento e os fornecedores de informação, existem para que o dono exija a informação necessária, não toda a informação possível. As necessidades de informação de cada entidade deverão ser bem conhecidas, pois os requisitos têm de ser satisfazíveis pelos fornecedores de informação, não poderão ser inatingíveis ou irrealistas. Existem para obrigar os recetores de informação a conhecer as suas necessidades, não de forma a proteger os fornecedores, mas para que os sistemas de gestão que usem estejam bem definidos, utilizando somente a informação necessária. Nas entrevistas realizadas, foi concluído que as empresas valorizavam o conhecimento dos seus gestores de ativos e *facility managers* na fase de projeto. Contudo, a valorização do conhecimento não é suficiente para o bom funcionamento de uma gestão de informação integrada, apenas a valorização em conjunto com intervenção e poder de decisão funcionará. Os gestores em operação conhecem verdadeiramente as necessidades informacionais dos ativos que gerem.

A informação necessária deverá ser transmitida sobre a forma de requisitos, definidos por estes gestores. O sistema de gestão de ativos definido na ISO 55001:2014, com os processos associados, deverá contribuir para a definição destes requisitos. Processos estruturados têm a informação necessária bem definida, permitindo o claro estabelecimento dos requisitos. Os requisitos são essenciais ao ciclo de vida informacional do ativo, seja na altura da definição do projeto, durante o projeto ou durante a sua fase de operação.

Em primeiro lugar deverão existir **requisitos de informação da organização**, que dependam do modo de funcionamento e das exigências da organização. Deverão também existir **requisitos de informação dos ativos**, coordenados com os **requisitos de informação da organização**, mas centrados nos ativos. Servem para definir a informação necessária aos ativos, de forma a produzir valor. Os **requisitos de informação dos ativos** são gerados pelos gestores de informação da organização. Aqui o foco já não é os processos utilizados, mas sim as necessidades dos ativos em si, de acordo com o definido no sistema de gestão de ativos que depende do contexto da organização, operação, avaliação de desempenho e melhoria.

Os **requisitos de informação do projeto** afetam o projeto em si, que tem necessidades informativas diferentes de um ativo já em funcionamento. Em projeto a informação está a ser criada de raiz, as necessidades informativas são diferentes. Também é comum a intervenção de fornecedores de informação externos à empresa, que influencia as necessidades informativas. A definição dos **requisitos de informação do projeto** é realizada por intervenientes alheios à operação, informados pela organização, que é quem define os processos inerentes a projetos realizados.

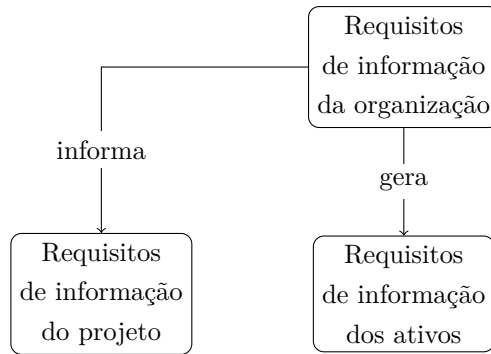


Figura 4.2: Requisitos de informação do projeto e dos ativos

A existência de apenas estes requisitos não é suficiente, tem de haver uma forma intermediária de cruzamento entre os **requisitos de informação de ativos** e **requisitos de informação do projeto**. Assim tanto os intervenientes em operação, como os responsáveis pelos projetos da organização têm igual intervenção na definição de requisitos. Para tal, existem os **requisitos de informação do cliente**, que contemplam ambos os requisitos previamente definidos. São gerados pelos gestores de projeto, mas com a intervenção dos gestores de ativos, de forma a ter em conta tanto os processos de operação, como os de projeto. Estes requisitos vão especificar o modelo do projeto, previamente definido. A sua relação com os outros requisitos, assim como com os modelos anteriormente definidos pode ser observada na figura 4.3.

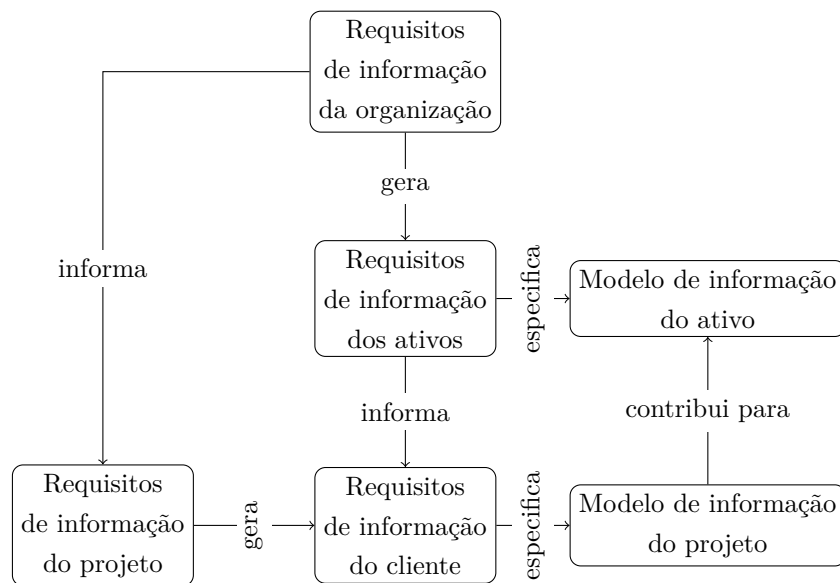


Figura 4.3: Relação dos requisitos com os modelos

4.3 Trocas de informação

As trocas de informação não são um conceito novo, qualquer gestor ou técnico realiza-as diariamente no desempenho das suas funções. O conceito em si é a forma de as realizar: diretrizes para a sua realização, não as trocas propriamente ditas. Entende-se por troca a passagem de informação entre diferentes individuais ou organizações, independentemente do formato ou modo de troca. Podem realizar-se de várias formas, desde correio eletrónico a suportes físicos, até, quando armazenadas centralmente (serviços

cloud, servidores próprios, etc.), o simples ato de introdução, aquisição ou alteração de informação do local de armazenamento é uma troca de informação. As trocas têm de ser bem definidas, o panorama ideal é a informação trocada ter imediato uso, sem necessidade de tratamentos ou organização adicional. Ficou assente que as empresas dependiam da utilização dos mais variados *softwares* para o seu funcionamento. Por um lado, a existência de formatos digitais não vem colocar entraves a esta dependência, mas devido à variedade de *softwares* utilizados, há que ter em conta a compatibilidade. É difícil definir algo que seja igualmente vantajoso tanto para os fornecedores de informação como para os recetores. Existem diferentes formatos e diferentes nomenclaturas, nem todos compatíveis entre si, as necessidades ditam as exigências da organização.

A troca de informação digital deverá ser realizada de acordo com uma nomenclatura única. Poderá ser normalizada ou própria da empresa, dependendo do necessário. Os formatos de ficheiros deverão ser definidos de acordo com os *softwares* utilizados pela organização. As trocas entre departamentos e individuais deverá dar-se de acordo com o formato definido para cada tipo de troca, idealmente, deverá ser usado um formato universal. O essencial é a clara definição de como devem proceder, definindo o processo associado, que terá, necessariamente, definido o formato a usar e as nomenclaturas de ficheiros. São diretrizes simples mas necessárias, a organização não deverá menosprezar este aspeto, pois não só põe em causa as vantagens que os conceitos definidos podem apresentar como até poderá afetar negativamente o seu funcionamento.

4.4 Ambiente comum de informação

Um problema comum na produção de informação é a diferença de versões de informação documentada sobre desenhos, custos, materiais etc.. O ambiente comum de informação surge como uma solução a este problema de controlo de versões. Existe para compatibilizar a produção de informação simultânea. Esta produção de informação simultânea é o objetivo do trabalho realmente colaborativo. Os projetos de engenharia civil são complexos, existem várias especialidades diferentes a produzir informação. Estas diferentes disciplinas assentam a sua produção de informação na já produzida por outras especialidades, o que pode provocar erros e conflitos de projeto. As tecnologias BIM apresentam-se como a principal solução para diminuição, ou até eliminação destes erros. O software *Revit* da *Autodesk*, conhecido pela sua aplicação em BIM, possui uma ferramenta para deteção destes erros, e até já foi foco de dissertações, por exemplo, Berdeja (2014). No entanto, não são os *softwares* em si a solução, mas sim o potencial de trabalho colaborativo que a tecnologia tem que poderá diminuir o conflito de projetos, as ferramentas de deteção de conflitos são um remendo, não uma solução. Este ambiente já foi descrito no capítulo destinado ao PAS 1192:2007, a sua aplicação em Portugal poderá proceder de forma idêntica, pois não depende de outros processos ou normas para funcionar, considera-se a descrição realizada na norma como simples, assim como exige poucos conhecimentos de outros documentos a novos utilizadores. Ilustra-se o, ACI na figura 4.4.

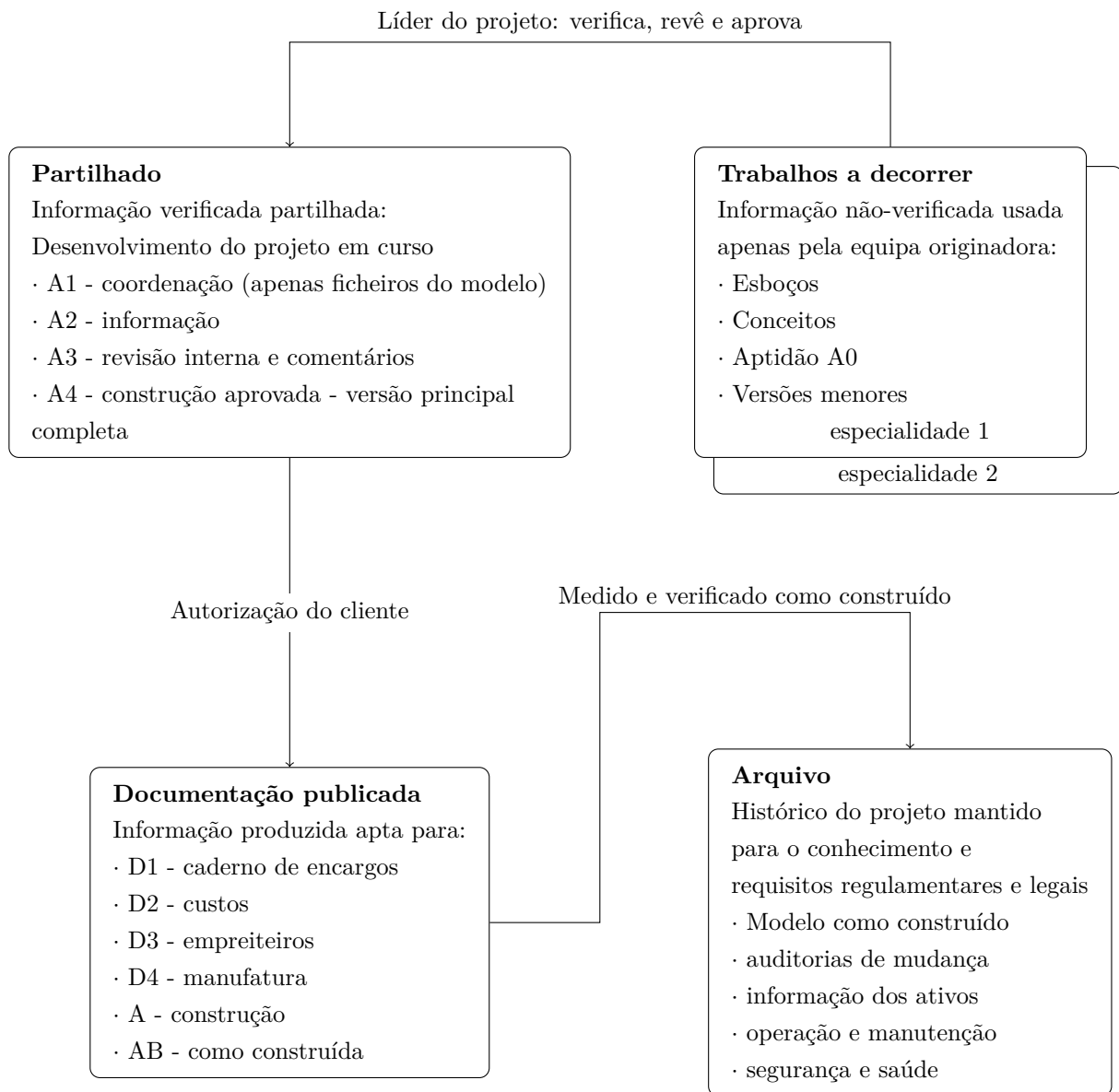


Figura 4.4: Ambiente comum de informação

A figura 4.4 é um fluxograma, e funciona de forma a controlar versões. A informação inicial criada é colocada nos trabalhos a decorrer. Quando pronta e verificada pelo líder de projeto é passada à área partilhada. Nesta área, outras especialidades poderão usar esta informação para produção. Após aprovação do cliente, será então documentação publicada, com uso permitido às entidades envolvidas nas construções. Por fim, após verificação de como construído é passada para a área arquivo, onde a informação é exatamente o que descreve na realidade. A utilização de um ambiente comum de informação e a definição de requisitos permitem que o ciclo de informação em projeto funcione da forma mais eficiente que possível independentemente da fase do empreendimento em que é utilizado.

4.5 Ciclo total

Os modelos existem para centralizar a informação, os requisitos para definir o que neles é contido. As trocas de informação tem de ser realizadas da forma mais célere e eficiente possível e o ambiente comum de dados vem facilitar o trabalho colaborativo simultâneo. Com os objetivos dos conceitos em mente, resta agora integrar o definido no ciclo de informação de um empreendimento, utilizando as fases pertencentes à contratação pública e à portaria 701h.

O início de um empreendimento dá-se com a **Identificação de necessidade**, seguida pela **Avaliação Ex-Ante**, que justifica as opções a tomar. Por fim é realizada a **Definição do objeto a contratar**. O objeto a contratar terá informação associada, contudo ainda está a ser definido o objeto a contratar, ainda não é um ativo ou projeto, é algo a definir, logo os **Requisitos de informação da organização** são os exigíveis nestas fases. A figura 4.5 ilustra as fases, o sistema e os requisitos.

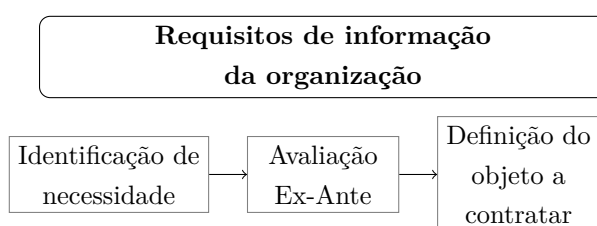


Figura 4.5: Requisitos de informação da organização e as fases pré-contratação

Após **Definição do objeto a contratar**, seguem-se as fases da contratação. O objetivo do cliente nesta fase é a **Adjudicação** do projeto. Aqui, como anteriormente definido, os requisitos que intervêm no **Modelo de informação do Projeto**, que será realizado após a **Adjudicação**, são os **Requisitos de informação do cliente**: a linguagem intermediária, contendo exigências tanto dos gestores de em operação como das entidades da organização responsáveis pelo projeto. A figura 4.6 ilustra o explicitado.

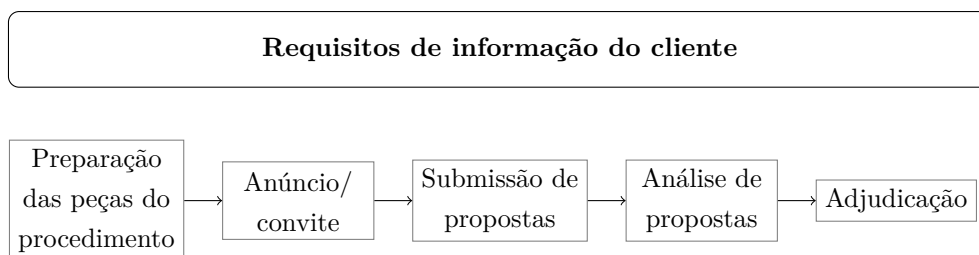


Figura 4.6: Requisitos de informação do cliente e as fases de contratação

As fases definidas na *Portaria n.o 701-H/2008*, sendo fases destinadas a projeto, desenrola-se em paralelo com a existência do **Modelo de informação do projeto**. Aqui o projeto seguirá as mesmas exigências definidas por esse documento legal, com toda a informação a ser alocada ao **Modelo de informação do projeto**. Estas relações são ilustradas na figura 4.7.

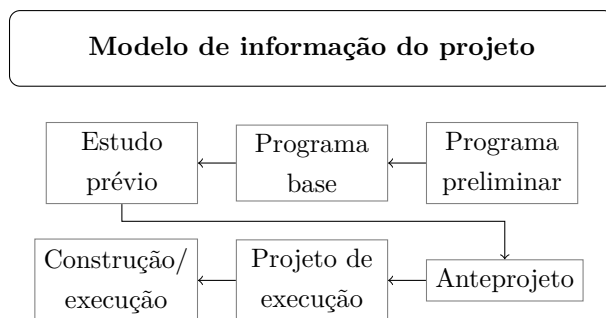


Figura 4.7: Modelo de informação do projeto e as fases da Portaria 701h

Finalizada a construção é necessário aprovar o **Modelo como construído**, que, caso seja aprovado, é seguido pela **Entrega**. Após entrega, passa a ser o **modelo de informação do ativo** e dá-se início à operação. Aqui será feita a **Operação/Manutenção** necessária, e o modelo irá sendo atualizado quando houverem alterações. A **Avaliação Ex-Post** é feita de acordo com Tavares (2003) e vem justificar as decisões tomadas. O sequenciamento destas fases está ilustrado na figura 4.8.

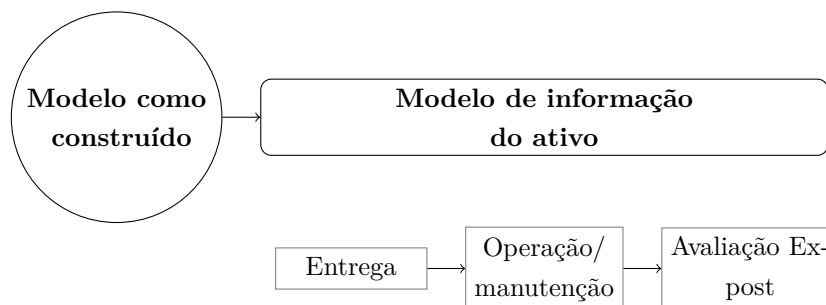


Figura 4.8: Modelo de informação do ativo e as fases pós-projeto

O ambiente comum de dados é fulcral no trabalho colaborativo. Sendo o sugerido a utilizar ao longo de todo o ciclo. A sua forma simplificada está ilustrada na figura 4.9.

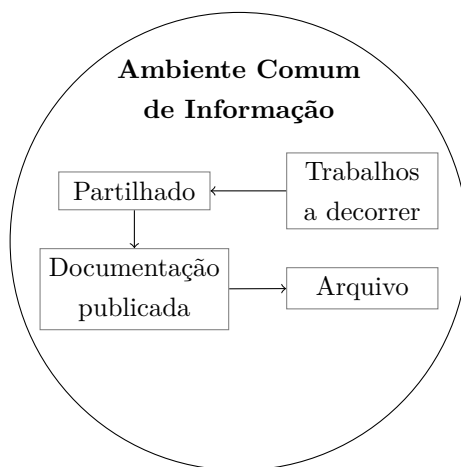


Figura 4.9: Ambiente comum de dados simplificado

Por fim, ilustra-se na figura 4.10 o ciclo total da gestão de informação de empreendimentos com os

conceitos previamente definidos associados.

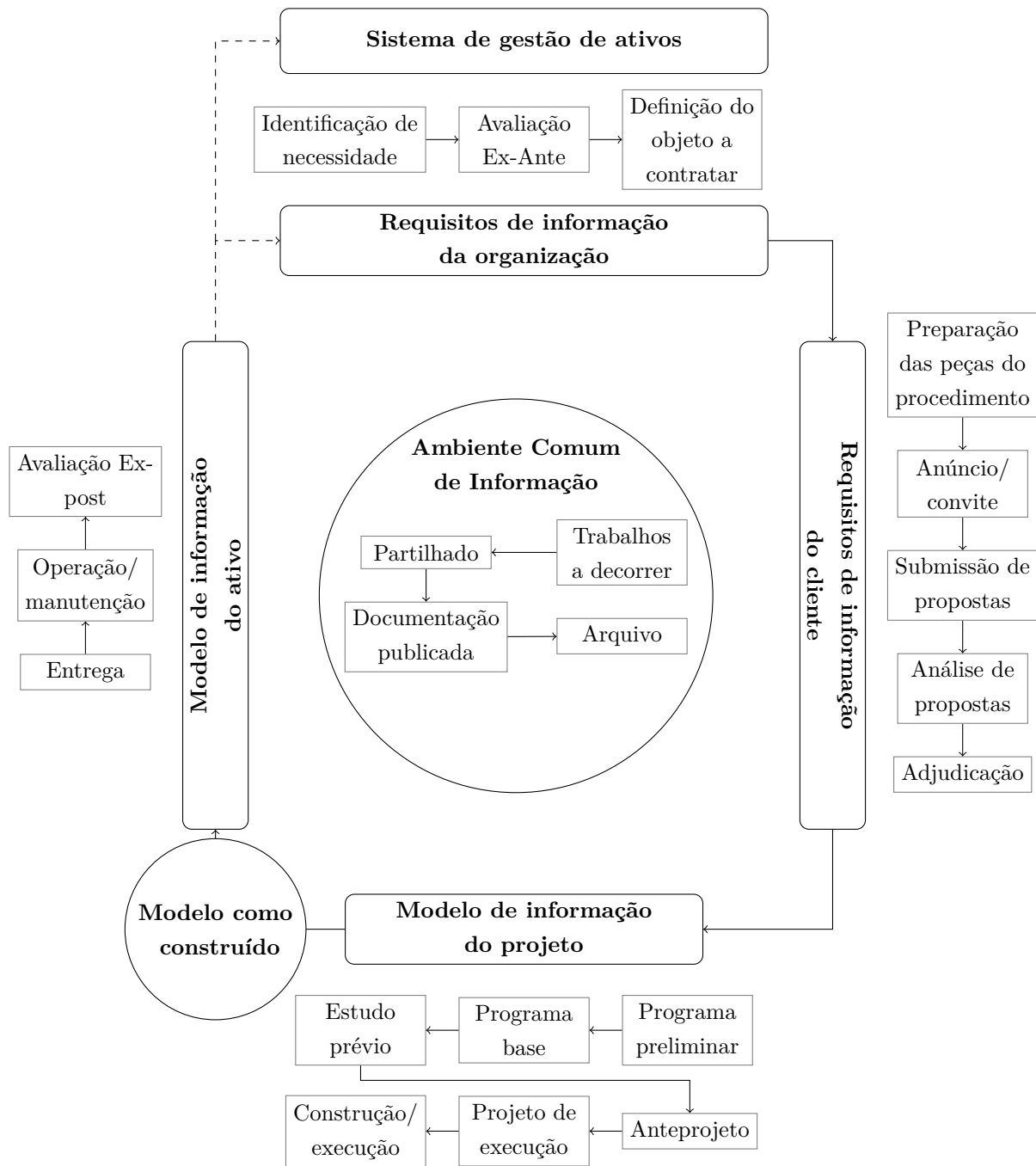


Figura 4.10: Ciclo de informação de empreendimento

O ciclo está dividido em diferentes partes, de acordo com as fases nacionais correspondentes. As entidades intervenientes devem ter competências acrescidas, devido às exigências de gestão de informação. Há necessidade de um interveniente que defenda os interesses do cliente, que coordene a produção de informação de acordo com a capacidade dos fornecedores e os requisitos do cliente. Para tal existe o **gestor de informação**, que tem como objetivo compatibilizar os fluxos de informação defendendo os interesses do cliente. Os intervenientes serão os mesmos numa fase inicial, projetistas internos ou externos à organização, coordenados pelo **gestor de informação** nomeado pelo dono de obra, com os seus interesses em mente. Intervêm também empreiteiros/construtores, na fase de construção, que poderão também

contribuir com informação para o modelo sendo igualmente coordenados pelo **gestor de informação**. Em operação, os intervenientes são então os gestores de ativos e *facility managers*, internos à organização com o objetivo de gerir o ativo construído. A figura 4.11 integra a intervenção do gestor de informação com o ciclo.

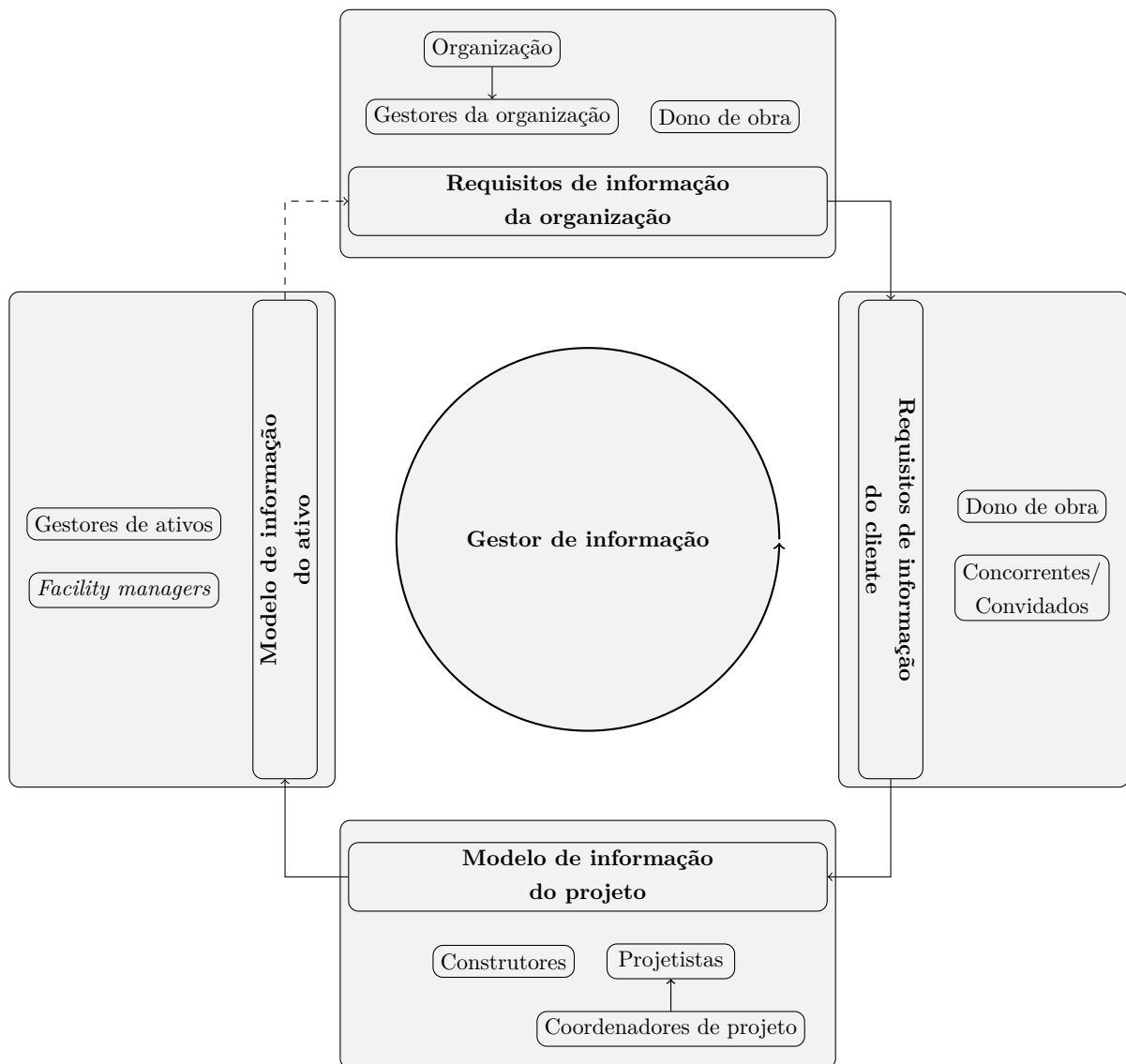


Figura 4.11: Gestor de informação e o ciclo definido

5. Conclusões

Os conceitos propostos alteram a forma de pensar na informação criada em projeto e a forma como é gerida em operação. A digitalização é inevitável, e cada vez mais iremos assentar sobre informação em suporte digital, a indústria da construção não será um caso diferente. Os conceitos são um pequeno primeiro passo no sentido desta nova era da digitalização, a sua aplicação permite uma boa gestão da informação digitalizada valorizando a fase de operação.

5.1 Verificação de objetivos

Relembrando os objetivos estabelecidos:

- Caracterizar as disciplinas de gestão de ativos e *facility management* como as utilizadoras de informação em operação;
- Análise de boas práticas internacionais no âmbito da utilização da informação no ciclo de vida dos empreendimentos, dando ênfase ao papel da informação no seio da indústria de construção digitalizada;
- Caracterização do estado atual da utilização da informação na gestão de ativos e no *facility management* de modo a identificar os desafios e oportunidades que definem as necessidades e componentes a incluir no ciclo;
- Proposta de conceitos para gestão integrada da informação ao longo do ciclo de vida de um empreendimento num contexto nacional.

Considera-se que a caracterização das disciplinas foi feita de forma apropriada, utilizando as normas existentes referentes assim como literatura de natureza variada.

A análise de boas práticas foi esclarecedora e permitiu identificar as normas PAS do BSI para servirem de base normativa para a formulação dos conceitos. A exclusão destes documentos deveu-se à sua qualidade. Os seus conteúdos são valiosos e fruto de trabalhos exaustivos anteriores assim como assentam na experiência da utilização das tecnologias BIM no Reino Unido. Considera-se que são as melhores práticas que poderiam ser encontradas e a análise realizada foi suficientemente detalhada.

A caracterização do estado atual da gestão de informação em operação foi conseguida através do método que mais ilações permitia retirar. O método utilizado, os inquéritos semi-estruturados, permitiram diálogos esclarecedores com os inquiridos, permitindo identificar os problemas e oportunidades. A sua identificação permitiu a formulação dos conceitos a aplicar.

Os conceitos propostos inerentes à gestão do ciclo de informação num contexto nacional considera-se apropriada. Utiliza conceitos validados e em uso dos documentos PAS, integra-os com documentos nacionais existentes e soluciona os problemas levantados na realização das entrevistas.

A principal contribuição do trabalho efetuado diz respeito à abordagem integrada e com enfoque na necessidade de gestão da informação que os conceitos exigem à forma como as fases dos empreendimentos se desenrolam atualmente. A existência de requisitos e modelos é necessária e não está mencionada em qualquer um dos documentos legais nacionais existentes. A sua definição é essencial quando a informação utilizada é digital e pode atingir grandes volumes, tenta aloca-la de forma a facilitar o acesso e controla a redundância e existência de informação desnecessária. Indiretamente, outra contribuição importante é habilitação de uma forma mais correta e eficiente de uso das tecnologias BIM.

5.2 Limitações do trabalho desenvolvido

O trabalho apresentado propõe uma abordagem ao ciclo de vida de um empreendimento, no entanto não define com detalhe as informações e requisitos respetivos. Definir os requisitos informacionais para todo o tipo de obras é um trabalho exaustivo que exigiria uma análise de como funcionam atualmente os projetos com tecnologias BIM em Portugal. Exigiria um acompanhamento do projeto assim como disponibilidade das informações para análise pública de informação privada de organizações. Sendo difícil encontrar uma organização com um projeto que possa ser acompanhado do início até ao fim e que tenha informação que possa ser livremente partilhada tenta-se apenas integrar de uma forma geral os conceitos das *Public Available Specifications* com os documentos nacionais. A definição dos requisitos particularmente, assim como o estudo do funcionamento destas ferramentas, terá que ficar fora do âmbito deste trabalho. Definiu-se apenas o ciclo a utilizar, com alguns exemplos de informação documentada em cada fase.

Verificar as vantagens obtidas com a utilização destes conceitos também poderá apresentar algumas dificuldades. Adotar novas formas de gestão tem custos envolvidos: formação de recursos humanos, aquisição de novas tecnologias informáticas e eficiência reduzida no período de adaptação. A aplicação do proposto poderá enfrentar alguma resistência pelas entidades, devido à impossibilidade de apresentar de forma concreta as vantagens que poderão retirar da sua aplicação mas sabendo à partida que haverão custos envolvidos. Sugere-se uma aplicação prática de forma a apurar as vantagens económicas a retirar da sua aplicação

5.3 Trabalhos Futuros

Os projetos portugueses têm complexidades específicas, não só pela cultura empresarial característica ao país como também pelos fatores económicos e geográficos que lhes estão associados. Sugere-se o seu acompanhamento de forma a apurar as necessidades e exigências informacionais concretas de cada empreendimento. Propõe-se também, um estudo pormenorizado das informações criadas e utilizadas atualmente em projetos portugueses e dos documentos associados.

Apesar de as tecnologias BIM serem bastante mencionadas ao longo da dissertação, não foi pormenorizado a sua utilização em conjunção com *softwares* existentes. Propõe-se também a utilização deste ciclo e do ambiente comum de dados em conjunto com *softwares* BIM assim como tecnologias de informação de

partilha de dados digitais.

Aliado à digitalização, existe uma nova vaga de aplicação de automação de tarefas e utilização de sensores em habitações, de forma a criar *smart homes*. Os sensores utilizados vão registar a mais variada informação: temperatura, humidade, emissões atmosféricas, consumos energéticos, etc.. A automação vai necessitar das informações da habitação bem definidas, para que o *software* possa correr sem falhas. Ambas as aplicações vão necessitar de modelos bem definidos: os sensores para alocar estas novas informações registadas e os processos de automação da informação neles contida. Estes fins não são objetivo deste trabalho, mas os conceitos definidos poderão contribuir indiretamente para estas aplicações. Sugere-se um estudo das possíveis aplicações a estes casos.

A segurança informática é atualmente pouco valorizada. Num mundo cada vez mais conectado e, sendo este trabalho não só baseado na digitalização de informação, como um impulsionador do seu uso, é importante realçar a temática da segurança informática. Neste trabalho propõe-se modelos únicos digitalizados à base de trocas que poderão ser realizadas inteiramente por rede, privada ou pública. Como tal, há um certo nível de exposição associado a ataques informáticos, sejam eles para roubo, sequestro ou simplesmente vandalismo. A maior parte dos utilizadores são facilmente explorados, devido a pouca formação ou simplesmente pouca compreensão das tecnologias de informação. Realça-se a importância de ter em conta a exposição que a interconectividade entre grandes aglomerados de informação privados têm. Trabalhos sobre esta temática são essenciais, apesar de fora do foco do trabalho em questão e do campo em que é realizada. Os conceitos propostos apenas funcionarão se a sua utilização não expuser as entidades que a utilizam, trabalhos focados na segurança da utilização de informação digital contribuirão indiretamente, pois salvaguardam os seus utilizadores.

Bibliografia

Portaria n.o 701-H/2008 (2008).

Azhar, Salman (2011). «Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry». Em: *Leadership and Management in Engineering* 11, pp. 241–252.

Batista, André Rui Ramos Tomé Gomes (2015). «Utilização De Ferramentas BIM No Planeamento De Trabalhos De Construção Estudo De Caso». Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Bayar, Sanem et al. (2016). «Optimizing Handover of as-built Data using BIM for Highways». Em: *1st (UK) BIM Academic Forum Conference*.

Becerik-Gerber, Burcin et al. (2012). «Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management». Em: *American Society of Civil Engineers*.

Berdeja, Edgar Preto (2014). «Conflict analysis in a BIM based design». Instituto Superior Técnico.

Bew, Mark (2017). «UK Government-Building A New World: Digital Built Britain-Sector Digitalisation». Conferência Construção 4.0.

Código dos Contratos Públicos (2008).

Dias, Luís Alves et al. (2016). «Organização e Gestão de Obras». Em: *IST - elementos de apoio à disciplina de Organização e Gestão de Obras*.

Eastman, Chuck et al. (2011). *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Segunda edição. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 9780470541371.

EN 15221:2011 - Facility Management (2011). Standard. European Committee for Standardization.

Ferreira, Bruno Filipe Vieira (2011). «Aplicação de Conceitos BIM à Instrumentação de Estruturas». Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Fontes, Alexandre Daniel Ribeiro (2014). «Proposta de Sistema de Gestão da Manutenção de Edifícios Suportado por Ferramentas BIM - Estudo de Caso». Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Hastings, Nicholas Anthony John (2014). *Physical Asset Management - With an Introduction to ISO55000*. Segunda edição. Wellington Point, QLD, Austrália: Springer. ISBN: 9783319147765.

Hormigo, João (2015). «Facility Management - Atividade Multidisciplinar». Em: *ISEL - Área Departamental de Engenharia Cívil Slides Aulas (acesso restrito)*.

ISO 16739:2013 - Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries (2013). Standard. International Organization for Standardization.

ISO 55000 - Asset management - Overview, principles and terminology (2014). Standard. International Organization for Standardization.

ISO 55001 - Asset management - Management systems - Requirements (2014). Standard. International Organization for Standardization.

Lloyd, C (2010). *Asset management - Whole-life management of physical assets*. Primeira edição. One Great George Street, Westminster, London: ICE Publishing. ISBN: 9780727736536.

- Mitchell, John, David Marchant e Robin Drogemuller (2007). «Towards Digital Facility modelling for Sydney Opera House using IFC and Semantic Web Technology». Em: *ResearchGate*.
- Motamendi, A. et al. (2013). «Extending BIM to incorporate information of RFID tags attached to building assets». Em: *4th Construction Specialty Conference*.
- Nascimento, Luiz Antonio do e Eduardo Toledo Santos (2002). *Barreiras para o uso da tecnologia da informação na indústria da construção civil*.
- Oliveira, João Pedro Costa (2016). «Normalização BIM -Especificação do Nível de Desenvolvimento e Modelação por Objetivos». Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- PAS 1192:2007 - *Collaborative production of architectural, engineering and construction information - Code of practice* (2007). Standard. The British Standards Institute.
- PAS 1192-2:2013 - *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling* (2013). Standard. The British Standards Institute.
- PAS 1192-3:2014 - *Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling* (2014). Standard. The British Standards Institute.
- Collaborative production of information - Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie - Code of practice* (2014). Standard. The British Standards Institute.
- Rodas, Inês Aidé Ribeiro de Freitas (2015). «Aplicação da metodologia BIM na gestão de edifícios». Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Rodrigues, Rui Manuel Gonçalves Calejo (2001). «Gestão de edifícios : Modelo de simulação técnico-económica». Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Roper, Kathy O. e Richard P. Payant (2014). *The Facility Management Handbook*. Quarta edição. New York, New York: America Management Association. ISBN: 9780814432150.
- Silva, Bruno (2015). «A Importância do facility management - O caso da EDP VALOR». ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa.
- Simões, Diogo Gonçalves (2013). «Manutenção de edifícios apoiada no modelo BIM». Instituto Superior Técnico.
- Steenhuizen, Dore (2011). «A Portuguese Journey - The road to facility management». Instituto Superior Técnico e Hanze University Groningen.
- Tavares, L. Valadares (2003). *A Gestão das Aquisições Públicas: Guia da aplicação do Código dos Contratos Públicos - Decreto-Lei 18/2008 - Empreitadas, Bens e Serviços*. Primeira edição. Lisboa: OPET - Observatório de Prospectiva da Engenharia e da Tecnologia. ISBN: 9789899569706.
- Underwood, Jason e Umit Isikdag (2010). *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*. Primeira edição. Hershey, Pennsylvania: Information Science Reference. ISBN: 9781605669298.
- Venâncio, Maria João Lima (2015). «Avaliação Da Implementação de BIM - *Building Information Modeling* em Portugal». Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- WEF (2016). *Shaping the Future of Construction - A Breakthrough in Mindset and Technology*. World Economic Forum.
- Weise, Andreas Dittmar (2015). «O Mercado e as Tendências do Facility Management na Alemanha». Em: *UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas* 11.1.
- Weise, Andreas Dittmar et al. (2014). «The Combined Use of Business Management With Facility Management As an Option for Intelligent Building». Em: *Independent Journal of Management & Production* 5.1, pp. 65–82.
- Yoon, J.H. e H.S. Cha (2017). «Location-based Facility Management System Framework - Using 3D-BIM on Commercial Office Buildings». Em: *34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction*.