



Fonte: © Equinor Headquarters, A-lab

SECClasS

Sustainability Enhanced Construction Classification System

Análise de conceitos, normas e sistemas de classificação da informação da construção

Lisboa, Abril de 2021



Financiado por:

Iceland
Liechtenstein
Norway grants

Operador do programa:



Promotor:



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Parceiros:



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Universidade do Minho



A-lab
ARQUITECTURA



MARTA CAMPOS

© 2021 | SECClasS – Sustainability Enhanced Construction Classification System

Autoria: Rodrigo Tavares Lima, Paula Couto, Maria João Falcão, Filipa Salvado,
Ricardo Resende, Sara Parece

Lisboa, Portugal

Todos os direitos reservados

SECCLASS - Sustainability Enhanced Construction Classification System

Análise de Conceitos, Normas e Sistemas de Classificação da Informação da Construção

Resumo

O setor AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) é um dos mais exigentes globalmente em termos da utilização de recursos naturais. Este setor tem uma participação de 10% na economia portuguesa e um consumo dos recursos naturais e da produção nacional de energia da ordem de 50% e 40%, respetivamente. Esta desproporção está relacionada com um modelo de produção linear, onde existe elevado desperdício de matéria-prima e pouca orientação para a reutilização e reciclagem. Um desafio é então imposto a todos os envolvidos nesta área: desenvolver modelos de produção que antecipem a reparação, reutilização, remanufatura e reciclagem de materiais e produtos existentes, permitindo alargar, assim, o seu ciclo de vida (Instituto Nacional de Estatística, 2019).

A resposta a este desafio, que está francamente alinhado com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (ONU), é suportada pela transição para metodologias de projeto digitais suportadas pela metodologia BIM (Building Information Modelling). Nesta metodologia, o crescente volume de informação torna os Sistemas de Classificação de Informação da Construção (CICS) ainda mais relevantes na organização, tratamento e recuperação da informação. Porém, o estudo pormenorizado da estrutura dos CICS mostra que estes necessitam de adaptações e alterações que lhes permitam, de maneira mais eficiente, classificar a informação com base em conceitos de sustentabilidade e de economia circular, que não só apoiem no processo de tomada de decisão, mas também sensibilizem o setor AECO para a escolha de materiais, produtos e processos economicamente e ecologicamente mais vantajosos.

Para dar resposta a estas questões, o Projeto SECClass, financiado pelo programa Ambiente do EEA Grants Portugal, apresenta uma solução que propõe o desenvolvimento e implementação de um CICS otimizado e orientado para a sustentabilidade, assente nos princípios da economia circular, visando reduzir os resíduos de construção e demolição através da utilização de ferramentas digitais que ajudem e promovam a seleção e gestão criteriosa de materiais e produtos com menor impacte ambiental.

O presente relatório analisa os pressupostos para o desenvolvimento de um CICS que utiliza como base um sistema de classificação já estabelecido a nível internacional. São analisados os seguintes candidatos: *UniClass 2015* (Reino Unido), *OmniClass* (EUA/Canadá), CCS (Dinamarca), *CoClass* (Suécia), e CCI (Estónia, República Checa, Noruega, Dinamarca, Suécia e Finlândia). As normas internacionais ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346, bem como o Plano de Ação para a Economia Circular definido pela União Europeia em 2020. Pretende-se com esta análise contribuir com o desenvolvimento do sistema de classificação que será proposto, tendo como objetivo agilizar processos de tomada de decisão, reduzindo custos e impactes negativos no ambiente e como tal promovendo a sustentabilidade.

Palavras-chave: Sistemas de Classificação, Building Information Modeling (BIM), Normalização, Sustentabilidade, Economia Circular.

SECCLASS - Sustainability Enhanced Construction Classification System

Analysis of Concepts, Standards and Construction Information Classification Systems

Abstract

The AECO sector (Architecture, Engineering, Construction and Operation) is one of the most demanding in terms of the use of natural resources. It is estimated that this sector has a 10% stake in the portuguese economy and a consumption of natural resources and energy of around 50%. One of the causes for this disproportion is a production model based on a linear economy, where there is great waste of raw material and little rationalization for recycling and reuse. A challenge is then imposed on all those involved in this area: to develop production models that involve the sharing, reuse, repair, renovation and recycling of existing materials and products, thus extending their life cycle.

In addition to this new global challenge, aligned with the United Nations (UN) Sustainable Development Goals, the generation of more information in the construction field makes Construction Information Classification Systems (CICS) even more relevant in the organization, treatment and recovery of data. When the structure of CICS is studied, it is clear that adaptations and changes that allow them to classify information based on sustainability and circular economy concepts are needed.

The SECClass Project presents a solution that unifies these challenges, proposing to develop and implement a CICS optimized and oriented for sustainability, based on the principles of circular economy, aiming to reduce construction waste and demolition, through the use of digital tools that promote and anticipate the careful selection and management of products with less environmental impact.

This report analyses the assumptions for the development of a CICS that uses an internationally established classification system as a basis. The following candidates were examined: UniClass 2015 (United Kingdom), OmniClass (USA/Canada), CCS (Denmark), CoClass (Sweden), CCI (Estonia, Czech Republic, Norway, Denmark, Sweden and Finland). International standards ISO 12006-2 and ISO/IEC 81346 as well as the Circular Economy Action Plan defined by the European Union in 2020 are also examined.

This analysis aims to contribute to the development of the classification system that will be proposed, aiming to streamline decision-making processes, reduce costs and negative impacts on the environment and as such promote sustainability.

Keywords: Classification Systems, Building Information Modelling (BIM), Standardization, Sustainability, Circular Economy.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Âmbito.....	2
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Estrutura e organização	2
2	O Projeto SECClasS	4
2.1	Enquadramento	4
2.2	Objetivos.....	4
2.3	Resultados esperados	5
3	Conceitos, utilização e normalização dos CICS	6
3.1	Conceitos sobre os sistemas de classificação	6
3.2	CICS e modelos BIM	8
3.3	Classificação proposta na ISO 12006-2	10
3.4	Classificação proposta na ISO/IEC 81346	14
3.4.1	Sistema de Designação de Referências (RDS)	15
4	Economia Circular.....	19
4.1	Conceito.....	19
4.2	Economia circular e o Setor AECO	20
4.3	Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC)	23
4.3.1	Abordagem Level(s)	25
5	Sistemas Internacionais de Classificação	29
5.1	Enquadramento	29
5.2	Metodologia e resultados da investigação da Universidade Técnica Checa em Praga	29
5.3	Metodologia de comparação de CICS para o Projeto SECClasS.....	31
5.4	<i>UniClass 2015</i> (Reino Unido).....	33
5.4.1	Informação básica	33
5.4.2	Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346.....	33
5.4.3	Designação dos códigos de referência	35
5.4.4	Licença e idioma da documentação do sistema	35
5.4.5	Atualizações e possibilidade de expansão do sistema;	36
5.4.6	Componente de Sustentabilidade	36
5.4.7	Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação;	36
5.5	<i>OmniClass</i> (Estados Unidos e Canadá).....	38
5.5.1	Informação básica	38
5.5.2	Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346.....	39
5.5.3	Designação dos códigos de referência	39
5.5.4	Licença e idioma da documentação do sistema	40
5.5.5	Atualizações e possibilidade de expansão do sistema	40
5.5.6	Componente de Sustentabilidade	40
5.5.7	Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação;	41
5.6	<i>CoClass</i> (Suécia).....	43
5.6.1	Informação básica	43
5.6.2	Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346.....	44
5.6.3	Designação dos códigos de referência	45
5.6.4	Licença e idioma da documentação do sistema	46
5.6.5	Atualizações e possibilidade de expansão do sistema	46

5.6.6	Componente de Sustentabilidade	46
5.6.7	Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação	46
5.7	<i>CCS – Cunecko Classification System</i> (Dinamarca)	48
5.7.1	Informação básica	48
5.7.2	Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346.....	49
5.7.3	Designação dos códigos de referência	50
5.7.4	Licença e idioma da documentação do sistema	51
5.7.5	Atualizações e possibilidade de expansão do sistema	51
5.7.6	Componente de Sustentabilidade	51
5.7.7	Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação	51
5.8	<i>CCI – Construction Classification International</i>	52
5.8.1	Informação básica	52
5.8.2	Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346.....	52
5.8.3	Designação dos códigos de referência	54
5.8.4	Licença e idioma da documentação do sistema	55
5.8.5	Atualizações e possibilidade de expansão do sistema	55
5.8.6	Componente de Sustentabilidade	55
5.8.7	Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação	55
6	Conclusões	56
	Referências bibliográficas	59

Índice de Figuras

Figura 3.1 – Estrutura de sistema de classificação com três níveis de detalhe.....	7
Figura 3.2 – Dados contidos num objeto BIM (adaptado de NBS 2015).....	8
Figura 3.3 – Características dos modelos BIM e sua relação com os objetos inteligentes	9
Figura 3.4 – Classes e seus relacionamentos genéricos (adaptado de ISO, 2015).	11
Figura 3.5 – Formas de classificar: exemplo de uma estrutura hierarquicamente organizada (adaptado de ISO, 2015).	12
Figura 3.6 – Formas de classificar: exemplo de uma estrutura hierarquicamente composta (adaptado de ISO, 2015).	12
Figura 3.7 – Exemplo de uma estrutura hierarquicamente organizada e composta (ISO, 2015).	13
Figura 3.8 – Tipos e formas de codificação tratados na ISO/IEC 81346 (adaptado de ISO 81346, 2009).....	16
Figura 3.9 – Tipos de estruturas de objetos (Balslev, 2016).	16
Figura 3.10 – Sintaxe da designação de referências (adaptado de ISO 81346-12, 2018).....	17
Figura 4.11 – Etapas ciclo de vida de edifício de acordo com EC, adaptado de (Arup, 2016).....	20
Figura 4.12 - Estágios de medição de desempenho proposto (fonte: https://ec.europa.eu/).....	25
Figura 5.13 - Explicação do regime de pormenores horizontais e verticais (Agência Checa para a Normalização, 2018).	31
Figura 5.14 – Origem do <i>UniClass</i> (Pereira, 2013).	33
Figura 5.15 – Relações entre as principais tabelas do UniClass 2015 (Nunes, 2016).	34
Figura 5.16 – Exemplo de designação de referências no <i>UniClass</i> 2015.....	35
Figura 5.17 – Exemplo de designação de referências no <i>OmniClass</i> 2015.....	40
Figura 5.18 – Conceito para desenvolvimento do <i>CoClass</i> (https://coclass/byggtjanst.se).	43
Figura 5.19 – Hierarquia de tabelas do <i>CoClass</i> (adaptado de https://coclass/byggtjanst.se).	44
Figura 5.20 – Exemplo do sistema de designação de referências no <i>CoClass</i> (Agência Checa para a Normalização, 2018)	45
Figura 5.21 – Exemplo da aplicação <i>MindManager</i> (https://coclass/byggtjanst.se).	47
Figura 5.22 – Relação de desenvolvimento entre o CCS e a Série ISO/IEC 81346 (Friborg, 2019).....	48
Figura 5.23 – Exemplo do sistema de designação de referências no CCS.	50
Figura 5.24 – Linha do tempo da origem do CCI (Saar, 2019).....	52
Figura 5.25 – O núcleo do CCI é o elemento comum entre os Standards ISO, CCS e CoClass (Saar, 2019).....	53
Figura 5.26 – Relação do CCI com a estrutura de tabelas propostas na ISO 12006-2 (Friborg, 2019).....	54

Índice de Quadros

Quadro 3.1 – Princípios de especialização aplicados às classes de objetos (adaptado de ISO, 2015).....	13
Quadro 3.2 – Exemplos de referências (adaptado de Balslev, 2016).	17
Quadro 4.3 – Fases indicativas do projeto associadas a cada <i>Level</i> (Comissão Europeia).....	26
Quadro 4.4 – Visão geral dos objetivos macro e seus indicadores correspondentes (Comissão Europeia).	26
Quadro 4.5 – Visão geral das unidades de medidas dos indicadores (Comissão Europeia).	27
Quadro 5.6 – Resultados da comparação (adaptado de Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Técnica em Praga, 2018).	30
Quadro 5.7 – Listagem de tabelas apresentadas pelo <i>UniClass</i> 2015 (NBS).....	34
Quadro 5.8 – Listagem de tabelas apresentadas pelo <i>OmniClass</i>	39
Quadro 5.9 – Classificação das propriedades (Tabela 49) do <i>OmniClass</i> associadas à sustentabilidade.....	40
Quadro 5.10 – Relação entre as partes do CCS e as normas internacionais (Molio Construction Information Centre, 2021).....	49

1 | Introdução

Na última década, o setor AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) sofreu inovações tecnológicas que transformam o modo como a indústria opera e contribuíram para a redução de riscos financeiros e ambientais, como a modernização de metodologias de planeamento e conceção de projeto, a introdução de novas técnicas de construção e novos princípios de gestão de resíduos de construção e demolição (RCD).

No âmbito da conceção e planeamento das construções, a metodologia *Building Information Modeling* (BIM) impôs novos desafios ao setor AECO, reestruturando a forma de projetar e planear a construção. A informação do projeto, que era transmitida através elementos gráficos em duas dimensões e instruções em forma de texto, passa, através dos modelos tridimensionais, a conter os dados que permitem simulações virtuais diversas como: comportamento dos edifícios, quantidades, custos e prazos. Para isso, a modelação é baseada em objetos inteligentes (Lima, 2019).

Como consequência, o BIM trouxe consigo um volume de informação de grande potencial, que necessita de uma metodologia que normalize o seu tratamento de forma estruturada. Para isso são utilizados Sistemas de Classificação da Informação da Construção (CICS) que, se anteriormente eram úteis no tratamento, organização e recuperação da informação com a nova tecnologia, passam a ser fundamentais para a gestão do elevado volume de dados. A forma integrada de partilha desta informação é também um benefício do BIM, e esta partilha apoia-se nos CICS para melhorar a comunicação entre os intervenientes do processo construtivo e operacional, de forma a garantir uma linguagem uniforme durante todo o ciclo de vida das construções, normalizando-a através de códigos reconhecidos por intervenientes humanos ou por máquinas (Nunes, 2016).

No âmbito da mitigação do impacte ambiental das construções, as condições cada vez mais exigentes, sejam pelas restrições financeiras, legislativas ou sociais, impõem ao setor AECO a procura de soluções inovadoras. Uma destas soluções passa por um novo conceito de economia que privilegia a eficiência e a reutilização de materiais: a Economia Circular (EC). Mais uma vez, o BIM é um aliado que, através de informação conectada à sustentabilidade e software de simulação, apoiam o processo de tomada de decisão sobre os impactes causados ao meio ambiente, seja na questão do consumo de matéria-prima ou nas eficiências térmica, energética, de emissões de gases, entre (Martins, 2018).

Com base nestes importantes desafios para o setor AECO, o projeto SECClasS pretende dar uma resposta unificada aplicável tanto no âmbito ambiental como de conceção/planeamento do processo construtivo. O projeto, baseado no estudo dos CICS tradicionais mais utilizados no mundo e de parâmetros de melhorias e eficiência ambiental, busca uma proposta de sistema de classificação com um componente de sustentabilidade: impactes ambientais, reutilização e reciclagem.

1.1 Âmbito

O presente relatório é o resultado final da Actividade 2 do projeto *SECClasS - Definição do Conceito*. Esta atividade reúne informações sobre sistemas internacionais de classificação de informação da construção (CICS) e a sua relação com a gestão ambiental; e elaboração de um relatório de comparação e seleção do CICS compatível com a ISO 12006-2 e que melhor alberga os princípios da Economia Circular da UE, em particular a metodologia *Level(s)*.

O trabalho descrito no presente relatório enquadra-se também no âmbito da Estratégia de Investigação e Inovação (E2I) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) para 2013-2020, inserido no Plano de Investigação e Inovação (P2I) do Núcleo de Economia, Gestão e Tecnologia da Construção (NEG) do Departamento de Edifícios (DED) intitulado Sistemas de classificação para a construção (SICLA).

1.2 Objetivos

Este relatório tem por objetivo analisar os principais sistemas de classificação da informação existentes, expor os seus conceitos mais relevantes e dar suporte à tomada de decisão das metodologias a adotar. Além disso, tem como objetivo observar parâmetros constantes nestes sistemas que definam classificações no âmbito da sustentabilidade, com foco na reutilização/reciclagem de materiais e que contribuam para o processo de tomada de decisão.

Pretende-se ainda expor conceitos importantes que servem como base para a estrutura normalizada dos CICS, bem como conceitos sugeridos pela legislação europeia para uma economia circular.

Finalmente, o relatório propõe a escolha de um dos sistemas internacionais como base de desenvolvimento para o sistema de classificação nacional.

1.3 Estrutura e organização

O presente documento está estruturado em 6 capítulos.

No Capítulo 1 - Introdução, define-se o âmbito deste relatório, e são apresentados os principais objetivos.

No Capítulo 2 – Projeto *SECClasS*, são descritos os objetivos e os resultados esperados do projeto que orientem a análise dos CICS, e para a criação de um sistema adequado ao mercado português.

No Capítulo 3 – Normalização dos CICS, são apresentados conceitos sobre as formas de classificar a informação, bem como os pontos que tornam necessária a existência de uma classificação e os principais tipos de classificação utilizados. Além disso, é feita uma síntese do sistema de classificação proposto pelas normas internacionais ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346.

No Capítulo 4 - Economia Circular, apresentam-se os principais conceitos de economia circular e são estudadas as diretrizes da atual proposta do Plano de Ação para a Economia Circular definido pela

União Europeia em 2020. São analisados parâmetros que podem servir de base para um sistema de classificação da informação da construção com foco na reutilização e reciclagem.

No Capítulo 5 - Sistemas Internacionais de Classificação, apresentam-se os sistemas de classificação *UniClass* 2015 (Reino Unido), *OmniClass* (Estados Unidos e Canadá), *CoClass* (Suécia), CCS (Dinamarca) e CCI (Estónia, Finlândia, Noruega, Suécia, Dinamarca e República Checa) com base nos resultados de um relatório de análise comparativa entre diversos CICS, elaborado pela Agência Checa para a Normalização e pela Faculdade de Engenharia da Universidade Técnica Checa em Praga.

No Capítulo 6 - Conclusões, são apresentadas as conclusões sobre este trabalho desenvolvido, tendo-se como base nas considerações apresentadas anteriormente.

2 | O Projeto SECClasS

2.1 Enquadramento

A implementação do BIM em Portugal é uma realidade e os profissionais há muito pedem um Sistema Nacional de Classificação que facilite o processamento, comunicação e partilha de informação e modelos. A associação de um CICS ao BIM oferece códigos e descrições padrão que caracterizam as fases de projeto e a construção (incluindo organização do projeto, estrutura de informação, custos, especificações, etc.). Esta classificação de elementos, sistemas, espaços, materiais e atividades é essencial para o uso de modelos BIM de forma eficiente ao longo do ciclo de vida das construções.

O Projeto SECClasS trabalha em conjugação com outras iniciativas-chave do desenvolvimento e definição da metodologia BIM em Portugal – como a Comissão Técnica CT197 – para fornecer um CICS. Este sistema de classificação vai, não só suportar a utilização do BIM corrente como as medições, orçamentação, planeamento e gestão e conflitos em obra, mas também possibilitar a tomada de decisão de projeto e sensibilizar para a escolha de materiais e componentes sustentáveis.

2.2 Objetivos

O projeto pretende facilitar a Economia Circular na Construção introduzindo um Sistema de Classificação de Informação sobre Construção otimizado para a sustentabilidade. Este sistema será orientado para a metodologia BIM e servirá, não só a componente de sustentabilidade, mas também os restantes usos BIM, como a gestão do processo BIM, quantificação (*quantity take-off*, ou medição a partir do modelo), compatibilização de especialidades (*clash detection*) ou planeamento de obra, e todas as fases do ciclo de vida.

Este sistema vai ser usado por profissionais de projeto, construção e responsáveis pela gestão e manutenção de edifícios. Permitirá unificar a terminologia a todas as escalas, facilitando a comunicação, seleção de materiais e componentes, bem como uma avaliação precisa dos impactes dos edifícios ao longo do seu ciclo de vida.

O objetivo último consiste na melhoria do desempenho dos edifícios e redução dos resíduos através de ferramentas digitais de gestão e seleção informada dos elementos construtivos.

Podemos assim, apresentar como os principais objetivos do projeto:

- i) Unificar a terminologia (uma porta é sempre uma porta);
- ii) Facilitar a comunicação e colaboração;
- iii) Melhorar a seleção de materiais e componentes;
- iv) Avaliar impactes nos edifícios ao longo do ciclo de vida.

2.3 Resultados esperados

Com o desenvolvimento do projeto SECClasS, espera-se chegar aos seguintes resultados:

- i) Sistema de classificação nacional que vai permitir usos BIM mais avançados baseado em sistemas tradicionais com componente de sustentabilidade: impactes ambientais, reutilização, reciclagem;
- ii) Manual e Biblioteca de Objetos BIM, com as componentes tradicionais e de sustentabilidade;
- iii) Plataforma online com ferramentas de Inteligência Artificial que aprende com os utilizadores.

Os objetivos do projeto e os resultados esperados são de elevada importância para a análise dos sistemas de classificação descrita no Capítulo 5 deste relatório, que tem como base a pesquisa elaborada pela Agência Checa para a Normalização e pela Faculdade de Engenharia da Universidade Técnica Checa em Praga. Esta análise pretende identificar características e metodologias que possam ser utilizados na proposta de CICS que será definida no final do projeto.

3 | Conceitos, utilização e normalização dos CICS

3.1 Conceitos sobre os sistemas de classificação

Os CICS surgiram durante o pós-Guerra (segunda metade do século XX) na Europa e América do Norte a fim de resolver necessidades de racionalização, organização, armazenamento e recuperação e troca de informação relevante (Lima, 2019). No entanto, só em 1920, o Instituto Americano dos Arquitetos (AIA) desenvolveu e publicou a primeira edição do “Standard Filing System and Alphabetical Index”, sistema normalizado de preenchimento e indexação alfabética. Esta publicação consistia num sistema cuja base de conceção assentava na classificação de materiais de construção. Posteriormente em 1963, o CSI desenvolveu e publicou o “CSI Format for Building Specification” – Modelo para Especificações de Edifícios. Este sistema era composto por 16 Capítulos. Limitado pela capacidade de classificar apenas edifícios de construção, foi substituído pelo sistema que viria a ser o MasterFormat (Pereira, 2013).

Na Europa, o Reino Unido desenvolveu em 1976, pelo ICE (Institution of Civil Engineers) o sistema CESMM, vocacionado para o levantamento detalhado das quantidades de trabalhos (medições), em obras de engenharia civil. A sua grande aplicabilidade às obras de engenharia civil levou a que fosse atualizado três vezes, sendo a última versão (CESMM3) publicada em 1992 (Pereira, 2013). Define-se por classificação o agrupamento de um conjunto de itens por classes, categorias ou grupos que possuam características comuns, com base em regras preestabelecidas e de acordo com a finalidade deste processo.

A classificação e a harmonização da informação através de CICS têm como principais objetivos tornar o trabalho colaborativo mais eficaz, mesmo quando realizado à distância ou em formatos distintos, assegurar a coerência e a comparabilidade e possibilitar que os diversos intervenientes no processo de construção sejam menos dependentes das debilidades de terceiros (Pereira, 2013).

Segundo Nunes, 2016, classifica-se quando se realiza uma distribuição de objetos em classes, sendo que uma classe é composta por um conjunto de objetos com determinadas particularidades em comum, relação lógica ou afinidade, que possibilita a sua distinção de outros objetos. Na Figura 3.1, apresenta-se um exemplo de estrutura hierárquica e as diferentes classes que compõe um sistema de classificação genérico com três níveis de detalhe.

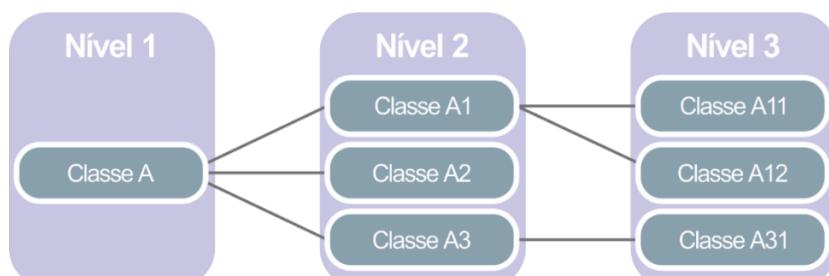


Figura 3.1 – Estrutura de sistema de classificação com três níveis de detalhe.

De acordo com o nível de detalhe de cada classe, estas são designadas de modo distinto. Classes do mesmo nível de subdivisão são denominadas "Coordenadas" (Classes A1, A2 e A3), classes mais abrangentes e, portanto, com nível de detalhe inferior, são designadas "Subordinantes" (Classe A). De modo idêntico, classes com nível de detalhe superior são designadas "Subordinadas", já que existe uma classe superior a esta, associada a um conjunto de características menos particulares (A11 e A12 são classes subordinadas de A1) (Monteiro 1998).

Existem diversos tipos de classificação que podem ser descritos e que se associam consoante os objetivos, o âmbito e as particularidades do sistema a desenvolver. Dentro do âmbito do presente relatório, são abordados os principais tipos de classificação. As classificações podem estar divididas em (Monteiro, 1998):

- i) Classificação Especializada, quando se pretende focar um tema em particular;
- ii) Classificação Geral, quando se pretende abranger um universo da informação;
- iii) Classificação Enumerativa, quando se procura listar todas as subclasses, incluindo as compostas, que se relacionam com a classe principal;
- iv) Classificação por Facetas ou Hierárquica, quando se criam subclasses a partir de um princípio simples e particular de divisão da classe principal e se definem classes compostas por associação das subclasses;
- v) Classificação Documental, quando se tem como principal objetivo a classificação de documentos ou outros tipos de informação de modo a facilitar a sua organização, localização e armazenamento;
- vi) Classificação Analítica (Taxonomia ou Científica), quando pretende-se sistematizar informação e fornecer uma base para a sua explicação e compreensão.

Apesar de não haver uma forma absoluta de classificar, o mais correto seria que todos os parceiros comerciais usassem uma linguagem comum para agrupar produtos. Esta teria uma importância comparada à língua inglesa nos negócios internacionais, o que traria vantagens para as relações comerciais, de onde se destacam (Pereira, 2013):

- i) melhoria de informação sobre o produto;
- ii) eliminação de atividades supérfluas e redução do custo de manutenção;
- iii) melhoria da organização e definição para diferentes parceiros comerciais, reduzindo custos;
- iv) possibilidade de agrupar produtos com atributos específicos de categorias;
- v) simplificação de processos de publicação e subscrição;
- vi) mecanismos simples de defesa com resultados consistentes.

Um sistema de classificação, portanto, configura-se num conjunto de elementos interdependentes de modo a formar um todo organizado. Tais sistemas podem ser desenvolvidos de acordo com a necessidade de cada país, região ou mesmo de uma empresa, de forma a atender as suas dificuldades em organizar-se, bem como podem seguir padrões internacionais de classificação (Lima, 2019).

3.2 CICS e modelos BIM

Com bases nos conceitos e objetivos do *Building Information Modeling* (BIM), alguns sistemas da classificação da informação mais modernos são desenvolvidos e adaptados a este processo. O propósito é gerir toda a informação produzida e, através de objetos inteligentes, possibilitar o uso de ferramentas de simulação através de modelos tridimensionais. O processo BIM baseia-se numa representação virtual tridimensional do empreendimento, onde é integrada toda a informação sobre o mesmo, relativa a toda a sua vida, de modo que os seus processos e ferramentas tragam variadas vantagens para o setor AECO, entre as quais a transparência de todo o processo (Nunes, 2016). O BIM engloba informação sobre os empreendimentos durante todo o seu ciclo de vida: projeto, planeamento, construção, operação e manutenção e término. A classificação e estruturação dessa informação possibilita, dessa forma, a integração entre as diferentes etapas e especialidades do processo construtivo, diminuindo erros e otimizando o processo (Lima, 2019).

Podemos ainda dizer que a normalização da linguagem, através dos códigos de classificação utilizados nos CICS, tem um impacte relevante para que todos os intervenientes possam trocar informação durante o ciclo de vida das construções de uma forma linear e sem interferências, com o objetivo de preservar a informação de erros e distorções ao longo do tempo. A linguagem em códigos tem ainda outro objetivo: facilitar a leitura dos sistemas por máquinas.

Um modelo virtual é composto por objetos parametrizados que contém a larga maioria da informação do modelo, tanto ao nível da geometria, como da informação sobre a sua função e a forma como interagem com outros objetos aos quais estão associados (Conover et al. 2009). Assim, é possível introduzir variáveis que definem como o objeto se deve alterar ou comportar quando houver mudança nos objetos com que se relaciona ou aos quais está associado (Nunes, 2016) (Figura 3.2).



Figura 3.2 – Dados contidos num objeto BIM (adaptado de NBS 2015).

Na Figura 3.3 é ilustrativamente esquematizada a importância dos objetos, bem como as principais características de um modelo BIM.

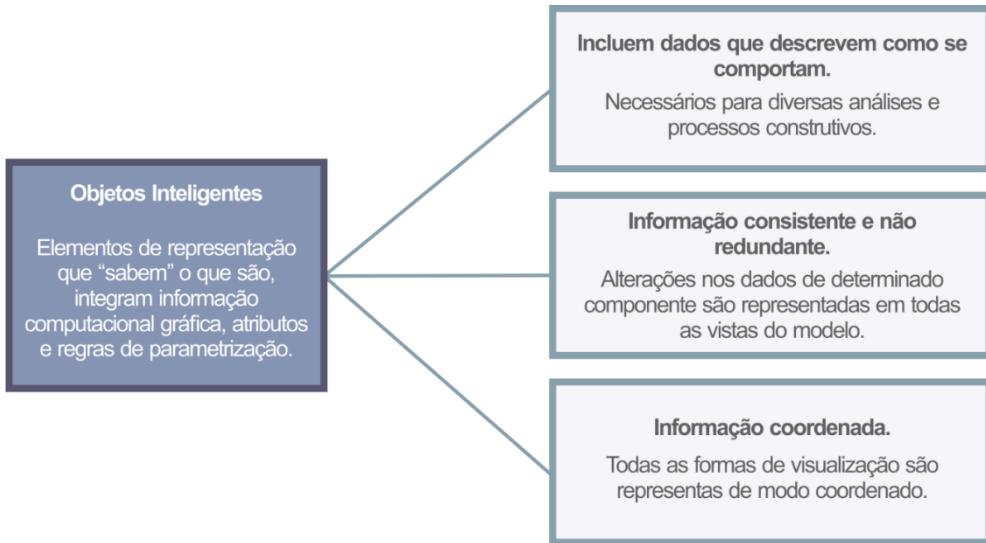


Figura 3.3 – Características dos modelos BIM e sua relação com os objetos inteligentes
(adaptado de Eastman et al., 2008).

Existem quatro premissas que devem ser respeitadas de modo a facilitar a implementação de metodologias BIM (Wiggett, 2012):

- i) Os objetos devem ser identificados;
- ii) As regras de parametrização devem ser simplificadas e de fácil aplicação;
- iii) Toda a informação deve ser referenciada;
- iv) Todas a informação deve ser atualizada.

Com base nessas premissas, constata-se que a correta inserção de informação no objeto é fundamental para o desempenho vantajoso da utilização da metodologia BIM. Para tal, existe a necessidade de adotar métodos e estratégias que possibilitem a correta definição e implementação destes elementos. É o caso dos CICS, que orientam e organizam a forma como é disponibilizada a informação aos objetos inteligentes (Lima, 2019).

3.3 Classificação proposta na ISO 12006-2

Para melhorar e unificar a forma de classificação e normalização dos sistemas, a *International Organization for Standardization* (ISO) desenvolveu a norma ISO 12006-2. Esta norma define conceitos base sobre organização de conhecimento, considerações de princípios orientadores de um sistema de classificação e sugere um modelo de estruturação da informação, que nos permite conceber tabelas que classificam elementos e funções (Lima, 2019).

Segundo Nunes, 2016, a ISO tem produzido normas com o objetivo de uniformizar a classificação e troca de informação, como é o caso da ISO12006-2 (ISO 2001) e ISO12006-3 (ISO 2015), cujo objeto é orientar a estruturação de sistemas de classificação. A estrutura base proposta pela ISO tem como objetivo dotar os sistemas em desenvolvimento com a abrangência necessária para dar resposta à crescente dimensão e complexidade dos trabalhos de construção. Com efeito, um sistema de classificação concebido de acordo com a ISO 12006-2 deve abranger todo o ciclo de vida do empreendimento, contemplar grande variedade de trabalhos de construção, incluindo instruções, conceção, documentação, construção, operação, manutenção e demolição.

Num trabalho de comparação entre diferentes sistemas, é fundamental que estes tenham uma estrutura que seja baseada, total ou parcialmente, na norma ISO 12006-2. Isto facilita a comparação entre os detalhes verticais e horizontais, detalhados no Capítulo 5 – Sistemas de Classificação Internacionais.

Devido a existência de vários CICS, o intercâmbio de informação entre os mesmos tende a ser facilitado caso estes sejam desenvolvidos conforme as orientações propostas. Com base nessa função são recomendadas tabelas pela ISO 12006-2 que podem ser utilizadas em combinação ou separadamente de acordo com a necessidade do utilizador (Lima, 2019).

A norma apresenta um organograma simplificado de EXPRESS-G que, de forma gráfica, descreve as relações entre as classes de informação que envolvem a construção, onde uma linha espessa que termina num círculo representa uma relação “tipo de”, enquanto linhas finas representam outros tipos de relação e uma caixa redonda representa uma referência para outro esquema.

Os círculos com a letra “A” acompanhado de um número, não estão assim descritos na própria norma, mas estão incluídos na Figura 3.4 para que seja feita uma relação entre o esquema proposto e as tabelas sugeridas, que estão melhor descritas adiante.

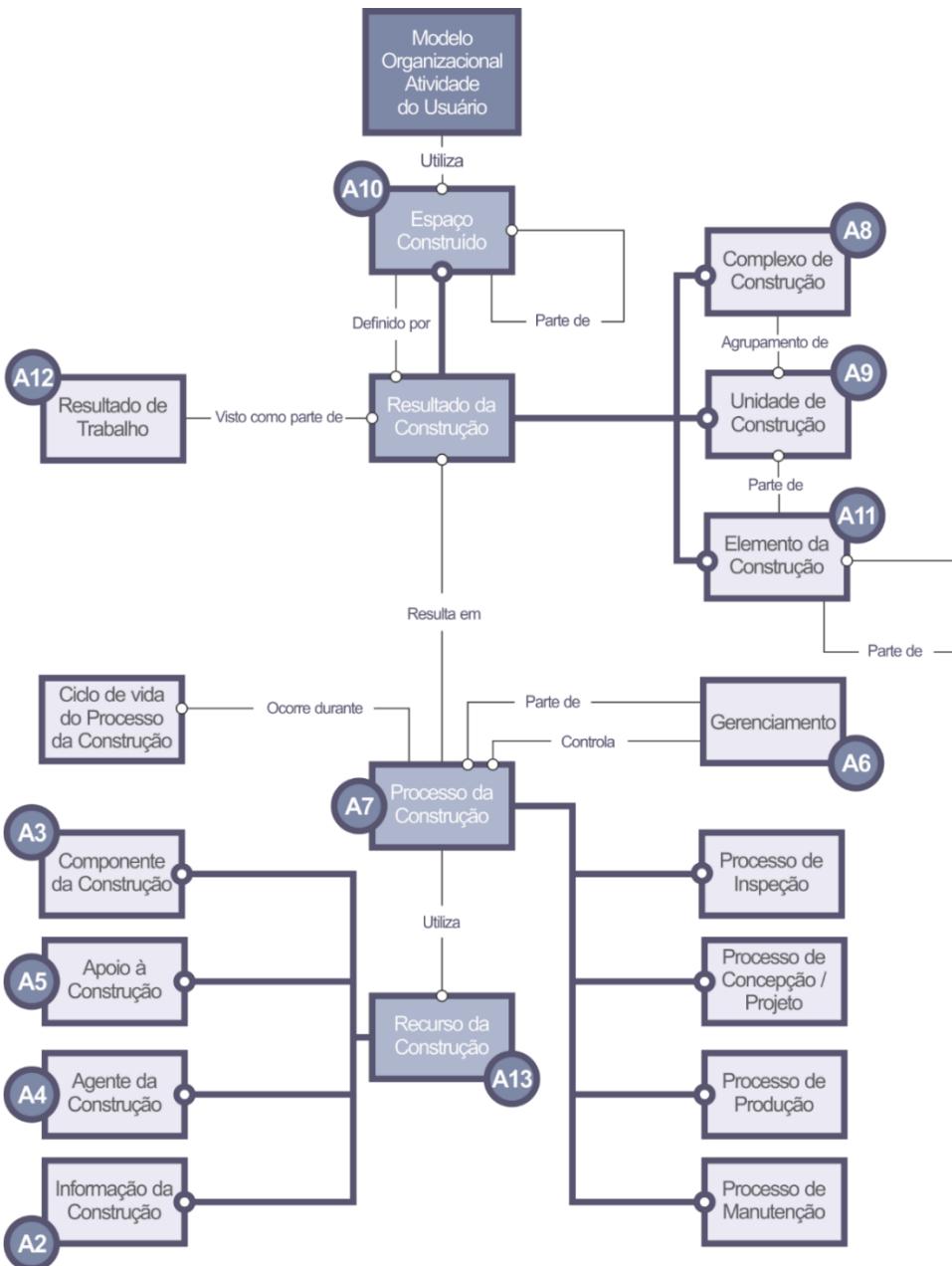


Figura 3.4 – Classes e seus relacionamentos genéricos (adaptado de ISO, 2015).

Os sistemas de classificação podem determinar diferentes níveis de especificação, hierarquicamente organizados numa estrutura de classes e subclasses. Podem, além disso, possuir uma ordem de níveis de composição, de modo a formar uma estrutura que, por sua vez, é hierarquicamente composta. Numa estrutura hierárquica de classificação (Classificação "tipo de"), as subclasses são tipos subordinados a uma classe subordinante; numa estrutura hierárquica de composição (Classificação "parte de"), as classes subordinadas caracterizam-se por elementos que fazem parte da classe subordinante (ISO, 2015).

Segundo Poêjo, 2017, numa estrutura hierarquicamente organizada (Classificação "tipo de") o objetivo de classificar é distinguir objetos de determinado conjunto com base em determinadas propriedades de forma a fazer a sua distinção. Assim, cada classe deve ser definida de acordo com os atributos que

representam as propriedades que interessam ao sistema de classificação. Para definir uma classificação caracterizada pela relação “tipo de” deve-se:

- i) Determinar as propriedades comuns a todo o conjunto de objetos em análise;
- ii) Definir a classe mais abrangente com base nas propriedades mais comuns;
- iii) Dividir a classe mais abrangente em subclasses mais especializadas de acordo com as propriedades cuja distinção tenha interesse.

Obtém-se, assim, uma subdivisão organizada, que vai do caso geral ao caso mais particular. Os níveis são estruturados de acordo com as relações "tipo de", onde as classes mais específicas (subordinadas) são tipos de classes mais gerais (subordinantes) (ISO, 2015). Ilustra-se este tipo de classificação na Figura 3.5.

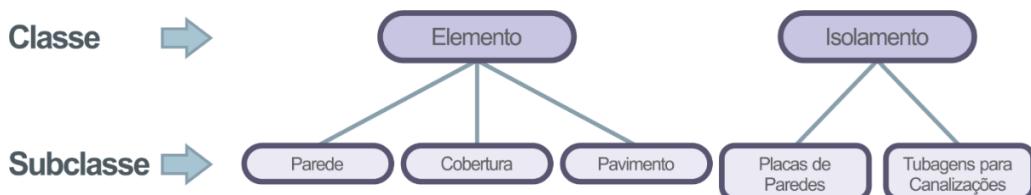


Figura 3.5 – Formas de classificar: exemplo de uma estrutura hierarquicamente organizada (adaptado de ISO, 2015).

Por outro lado, na estrutura de classificação "parte de", são identificados sistemas que operam de forma relacionada e integrada, de modo que estas relações possam ser monitorizadas e analisadas a fim de garantir a correta operação dos sistemas (Lima, 2019). Apresenta-se um exemplo de classificação hierarquicamente composta na Figura 3.6.

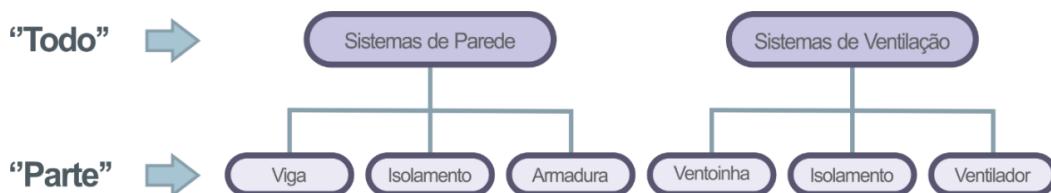


Figura 3.6 – Formas de classificar: exemplo de uma estrutura hierarquicamente composta (adaptado de ISO, 2015).

Os sistemas podem ser constituídos por subsistemas em diferentes níveis de composição, o que permite a manipulação em partes menores de conjuntos de informação num projeto complexo. Dessa forma, a estrutura hierárquica de composição pode proporcionar uma visão geral do sistema, facilitando a sua compreensão, implementação e modificação. Essa estruturação reúne um conjunto de sistemas necessários para a realização de determinada tarefa, a qual nenhum dos sistemas poderia realizar de forma isolada e individual (ISO, 2015).

A Figura 3.7 ilustra esquematicamente os conceitos referidos, apresentando a combinação de uma estrutura hierarquicamente organizada e composta.

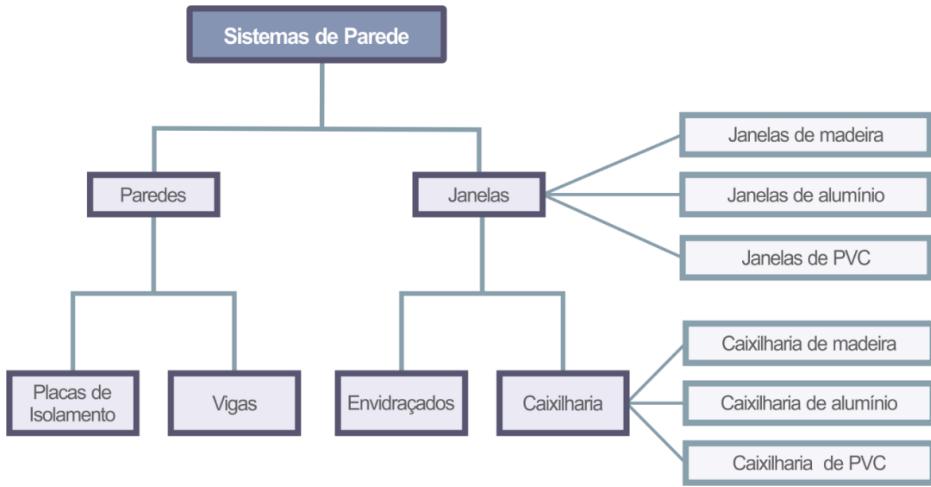


Figura 3.7 – Exemplo de uma estrutura hierarquicamente organizada e composta (ISO, 2015).

No Quadro 3.1 estão descritas as tabelas recomendadas pela ISO 12006-2, que podem ser utilizadas em combinação ou separadamente de acordo com a necessidade do utilizador. São ainda apresentados os princípios de especialização que devem ser aplicados a cada classe, com o objetivo de produzir as tabelas de classificação recomendadas pela norma (ISO, 2015).

Quadro 3.1 – Princípios de especialização aplicados às classes de objetos (adaptado de ISO, 2015).

CLASSE	TABELAS	
	Classificada de acordo com	Referência no Anexo A
CLASSES RELACIONADAS AO RECURSO		
Informação da construção	Conteúdo	A.2
Componentes da construção	Função, forma, material ou qualquer combinação destes	A.3
Agente da construção	Disciplina ou o papel ou combinação destes	A.4
Apoio da construção	Função, forma, material ou qualquer combinação destes	A.5
CLASSES RELACIONADAS AO PROCESSO		
Gestão	Atividade de gestão	A.6
Processo construtivo	Atividade construtiva ou as etapas do processo construtivo dentro do ciclo de vida do processo de projeto e obra, ou qualquer combinação	A.7
CLASSES RELACIONADAS AO RESULTADO		
Complexo da construção	Função, forma, material ou qualquer combinação destes	A.8
Unidade da construção	Função, forma, material ou qualquer combinação destes	A.9
Espaço construído	Função, forma, material ou qualquer combinação destes	A.10
Elemento construído	Função, forma, material ou qualquer combinação destes	A.11
Resultado da construção	Atividades realizadas para se obter o resultado construtivo, assim como os recursos utilizados	A.12
CLASSES RELACIONADAS ÀS PROPRIEDADES		
Propriedades construtivas	Tipo de propriedade	A.13

Neste relatório, classificam-se os CICS que têm uma estrutura baseada na ISO 12006-2 como tradicionais ou clássicos. Os sistemas que já assimilaram os conceitos da nova série ISO/IEC 81346, adiante descrita, são definidos como modernos.

3.4 Classificação proposta na ISO/IEC 81346

As normas ISO/IEC 81346 constituem a mais recente série de normas para a identificação de componentes pertencentes a qualquer sistema técnico. A série é resultado da cooperação entre a ISO e a International Electrotechnical Commission (IEC) e tornou-se o novo código de prática adotado para melhor definir e classificar os sistemas funcionais, construtivos e os componentes. O propósito tem sido estabelecer um novo método internacional e transversal para navegar e compreender o que é cada vez mais complexo entre os sistemas técnicos que são projetados e construídos.

As normas tratam dos sistemas técnicos no sentido mais amplo da palavra, incluindo a construção (estruturas e instalações técnicas), sistemas industriais, bem como máquinas em geral, e, além disso, são de considerável importância para a base de documentação da diretiva Europeia sobre máquinas e equipamentos, pois esta documentação vincula a marcação de componentes e a documentação associada. (Henrik Balslev, 2010).

Os sistemas baseados na ISO/IEC 81346 são estruturados de forma diferente da ISO 12006. Contam com um grupo menor de Sistemas Funcionais, Sistemas Técnicos e Componentes – itens correspondentes aproximadamente aos elementos, resultados/sistemas de trabalho e tabelas de produtos dos sistemas baseados na ISO 12006-2 – e diferencia-os atribuindo diferentes propriedades. Por exemplo, uma porta é sempre designada como porta, mas subtipos são definidos pelas suas propriedades, o que é refletido na designação ou notação de classificação. As notações adicionais são anexadas à notação inicial/raiz, uma vez que o item é progressivamente definido ao longo do processo de conceção e documentação. Isto resulta numa designação estável e reconhecível ao longo da vida de um projeto. Em comparação, é geralmente necessário alterar completamente a notação num sistema que não seja baseado na ISO/IEC 81346 ao longo da vida do projeto, uma vez que o item é classificado como Elemento, Resultado de Trabalho/Sistema ou Produto para diferentes finalidades por cada parte interessada (Friborg, 2017).

A norma está dividida em quatroquatro partes:

- i) *Part 1: Basic rules* (IEC 81346-1) – Regras básicas;
- ii) *Part 2: Classification of objects and codes for classes* (IEC 81346-2:2019) – Classificação de objetos e códigos para classes;
- iii) *Part 10: Power Plants* (ISO/TS 81346-10, IDT) – Centrais Elétricas;
- iv) *Part 12: Construction Works* (ISO 81346-12) – Trabalhos de Construção.

De acordo com a *Danish Standards Foundation*, as partes da ISO/IEC 81346 são descritas da seguinte forma:

- i) Parte 1 – Regras básicas

Esta parte estabelece princípios gerais para a estruturação de sistemas, incluindo estruturação da informação sobre sistemas. Com base nestes princípios, são dadas regras e orientações para a formulação de designações inequívocas de referência para objetos em qualquer sistema.

A designação de referência identifica objetos com o propósito de correlacionar informação sobre eles entre diferentes tipos de documentos, e para a rotulagem dos componentes correspondentes aos objetos.

Os princípios são gerais e aplicam-se a todas as áreas técnicas. Podem ser usados para sistemas baseados em diferentes tecnologias ou para sistemas que combinam várias tecnologias.

ii) Parte 2 – Classificação de objetos e códigos para classes

Esta parte estabelece sistemas de classificação com classes de objetos definidos e os seus códigos de letra associados, principalmente destinados a ser utilizados em denominações de referência e para a designação de tipos genéricos.

Os esquemas de classificação são aplicáveis a objetos em todas as áreas técnicas e pode ser usada por todas as disciplinas técnicas em qualquer processo de conceção.

iii) Parte 10 – Centrais Elétricas

A ISO/TS 81346-10 contém estipulações específicas do setor para princípios estruturantes e regras de designação de referência sobre produtos técnicos e documentação técnica de produtos de centrais elétricas.

iv) Parte 12 – Trabalhos de Construção

Esta parte estabelece regras para a estruturação de sistemas e a formulação de designações de referência e fornece classes para sistemas na área das obras e serviços de construção. Também especifica uma classificação de objetos e códigos de letra correspondentes para utilização em designações de referência de ocorrências de objetos.

3.4.1 Sistema de Designação de Referências (RDS)

A única norma internacional para a criação de identificadores inequívocos para sistemas e seus elementos é a série ISO/IEC 81346, que tem aqui um âmbito muito claro. Define as regras dos Sistemas de Designação de Referência (RDS), onde a saída são Designação de Referência (RD). Um RD é um identificador, projetado para identificar inequivocamente os sistemas e seus elementos através de uma combinação de relações bem definidas (parte e tipo de relações) e diferentes aspectos (função, produto, localização e tipo). É uma convenção internacional clara e de fácil compreensão (Balslev, 2016).

Um mecanismo importante de RDS é o que lida com estruturas de sistema flexíveis por múltiplos aspectos, reconhecidos como "estruturas semelhantes a árvores" na ISO/IEC 81346. Isto significa que a saída RD não tem formato fixo, mas deve ser entendida como uma navegação ilimitada nas estruturas do sistema. O RDS não está ligado a nenhum domínio específico, mas atua como um fornecedor neutro de referências. Isto significa que o RDS tem aplicações potenciais numa gama de indústrias e cria uma ligação entre vários modelos do(s) sistema(s) que são projetados por uma ampla gama de

intervenientes. Assim cria-se uma linguagem comum entre estes e os vários sistemas informáticos (Balslev, 2016).

A designação de referência identifica os sistemas e os seus elementos de forma inequívoca em todos os disciplinas e documentos, sistemas etc. Uma designação de referência é, portanto, um código ou um "Endereço". Indica onde no sistema de designação de referência um objeto pertence, de modo que qualquer objeto de interesse possa ser recuperado (Balslev, 2016).

A série ISO/IEC 81346 diz respeito à designação de objetos técnicos – de qualquer tipo, mas reconhecidos maioritariamente como sistemas – em estruturas de uma forma bem definida. Basicamente, a 81346 usa relações para lidar com a complexidade (Balslev, 2016) (Figura 3.8).

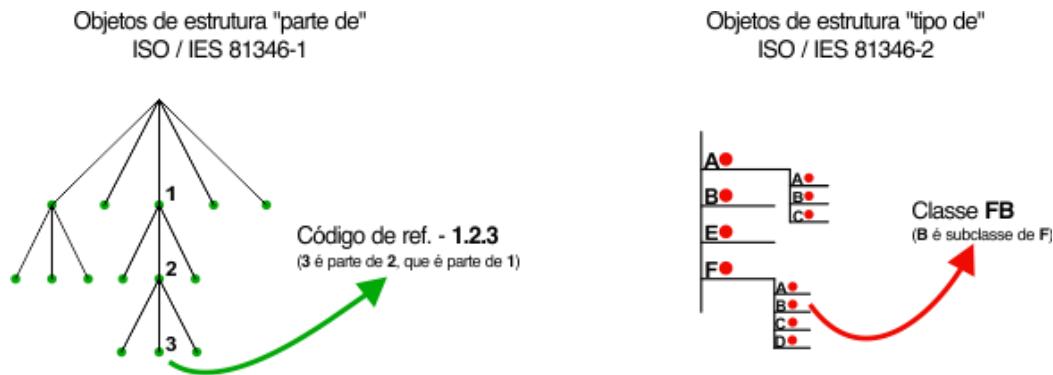


Figura 3.8 – Tipos e formas de codificação tratados na ISO/IEC 81346 (adaptado de ISO 81346, 2009).

Ainda de acordo com a ISO 81346, um sistema de designação de referências consiste em (Balslev, 2016):

- i) Uma estrutura de um simples nível ou múltiplos níveis

Isto é usado para estruturar objetos (sistemas) com base em parte das relações (Figura 3.9).



Figura 3.9 – Tipos de estruturas de objetos (Balslev, 2016).

- ii) Estruturas de um ou mais aspetos

O sistema e os seus elementos estão estruturados em composições hierárquicas baseadas nos diferentes aspetos do projeto do sistema. Isto é usado para clarificar o conteúdo da estrutura, organizando a informação com base em aspetos específicos de um sistema de relação “parte de”.

Existem quatro aspetos básicos, que são representados pelos prefixos a seguir. O sistema permita ainda criar outros aspetos que o utilizador julgue importante para o projeto.

%	Tipo
-	Produto
+	Localização
=	Função
#	(Definido pelo utilizador)

iii) Classes em forma de códigos de letras

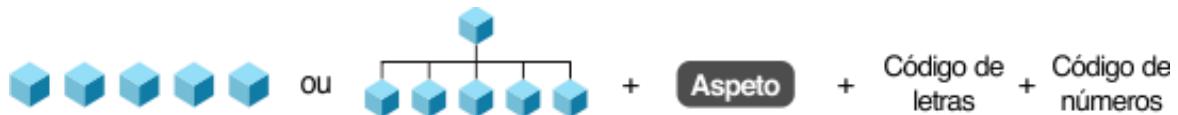
Todos os subsistemas e elementos do sistema nas estruturas são classificado usando um esquema de classificação funcional representado por códigos de letra. Isto é usado para reconhecer a classe de objeto e para identificar objetos com propriedades semelhantes (tipo de).

Ex: A, BT, QQC, ...

iv) Números

Os números são usados para distinguir objetos do mesmo tipo, uns dos outros (ex: QQC1, QQC2, etc.), dentro de um projeto.

A designação de referência de um sistema e elementos do sistema é feita através da combinação:



A sintaxe da designação de referência está indicada na Figura 3.10:

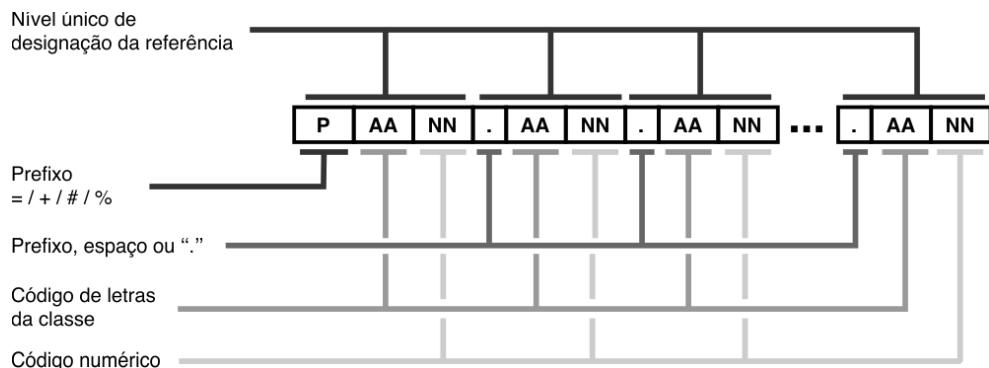


Figura 3.10 – Sintaxe da designação de referências (adaptado de ISO 81346-12, 2018).

As designações de referência são lidas da direita para a esquerda, sendo a parte mais à direita o objeto de interesse que é designado (ver Quadro 3.2).

Quadro 3.2 – Exemplos de referências (adaptado de Balslev, 2016).

Objeto (Sistema)	Código de referência
Porta No. 5 (QQC5)	-QQC5

Parede No. 1 (AD1)	
parte do	-B1.AD1
Sistema de Paredes No. 1 (B1)	
Porta No. 2 (QQC2)	
parte da	
Parede No. 3 (AD3)	-B1.AD3.QQC2
parte do	
Sistema de Paredes No. 1 (B1)	
Instalações de Ventilação No. 4 (HF4)	
parte de	=J1.HF4
Sistema de Ventilação No. 1 (J1)	
Interruptor No. 6 (SFA6)	
parte do	
Sistema de iluminação No. 2 (HH2)	
parte do	=K2.HG1.HH2.SFA6
Sistema de alimentação No. 1(HG1)	
parte do	
Sistema Elétrico No. 2 (K2)	

4 | Economia Circular

4.1 Conceito

O conceito de economia circular (EC) recebeu destaque político e académico nos últimos anos como alternativa capaz de mitigar impactes sociais, económicos e ambientais associados ao atual modelo económico e, assim, atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas (ODS) (EMF, 2013) (Wit, Hoogzaad, & Daniels, 2020).

A origem do conceito de EC remonta a Boulding que em 1966 descreve a economia do futuro como uma economia fechada, ciente dos limites ecológicos do planeta terra, cuja capacidade de evoluir depende de um “*cyclical ecological system which is capable of continuous reproduction of material form even though it cannot escape having inputs of energy.*” (Boulding, 1966, pp. 3; 8-9). O conceito foi definido formalmente no relatório “*The Potential for Substituting Manpower for Energy*” para a Comissão Europeia (Stahel & Reday-Mulvey, 1977) e, desde então, desenvolveu-se associado a conceitos como *The Performance Economy*, sistema serviço-produto (Stahel W. , 2012), ecologia industrial (Garner & Keoleian, 1995), design regenerativo (Lyle, 1994), biomimética e *cradle to cradle* (Braungart & McDonough, 2002).

A EC introduz um novo paradigma para a gestão de recursos que não se limita a reduzir os impactes do atual modelo económico e industrial, mas promove o seu crescimento saudável e resiliente a longo prazo (Brown, et al., 2018). Assim, desassocia o crescimento económico da extração de matérias-primas através da manutenção e exploração de stocks regionais (Stahel W. , 2012). É definida pela Ellen MacArthur Foundation (EMF) como um “sistema industrial restaurador e regenerativo por intenção e design” (EMF, 2013), onde os produtos tecnológicos e biológicos permanecem separados no seu valor intrínseco mais elevado e em constante circulação na economia (Braungart & McDonough, 2002), (EMF, 2013).

A gestão circular de recursos baseia-se em três estratégias fundamentais: estreitar fluxos, por meio da suficiência e ecoeficiência; desacelerar fluxos, por meio da manutenção, reparação e reutilização dos produtos; e fechar fluxos, por meio da reciclagem de subprodutos, desperdício e resíduos (Bocken, Short, & P. Rana, 2016) (EMF, 2013) (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2017).

Segundo o Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), há benefícios significativos na transição para uma economia mais circular, como a redução de riscos no fornecimento de materiais e a contabilidade dos preços de mercado; o aumento do PIB, o desenvolvimento de novos mercados e criação de novas oportunidades de negócio, emprego e inovação (LNEG,2019).

4.2 Economia circular e o Setor AECO

O setor AECO representa 10% do PIB da União Europeia, responde por 50% do consumo de recursos virgens e produz 35 % dos resíduos gerados na EC, portanto tem um papel fundamental na economia e no desenvolvimento sustentável da sociedade (Comissão Europeia, 2012)(Comissão Europeia, 2020).

O impacte exercido por este setor enfatiza a necessidade de uma transformação completa e sistémica que considere todas as fases do ciclo de vida dos edifícios (figura) e a cadeia de valor da construção, e o desenvolvimento de estratégias que promovam a eficiência energética, bio-eficiência e a eficiência do material (Dokter, Thuvander, & Rahe, 2021).

Segundo Pomponi & Moncaster, 2017, um edifício circular é um “edifício projetado, construído, mantido e desconstruído de acordo com os princípios da EC”¹ (Pomponi & Moncaster, 2017, p. 711). Outros académicos, definem-no como um edifício de longa duração, que atua como um banco de materiais, onde estes são armazenados temporariamente (Leisingab, Quista, & Bocken, 2018). Esta abordagem de ciclo de vida obriga designers e projetistas a interagir com várias escalas em simultâneo, como a relação entre os produtos de construção, o ambiente construído e a cidade (Dokter, Thuvander, & Rahe, 2021); e a coordenar todas as partes interessadas, fabricante de produtos, fornecedor de serviços, e empresas de demolição /desmontagem (Thelen, et al., 2018).

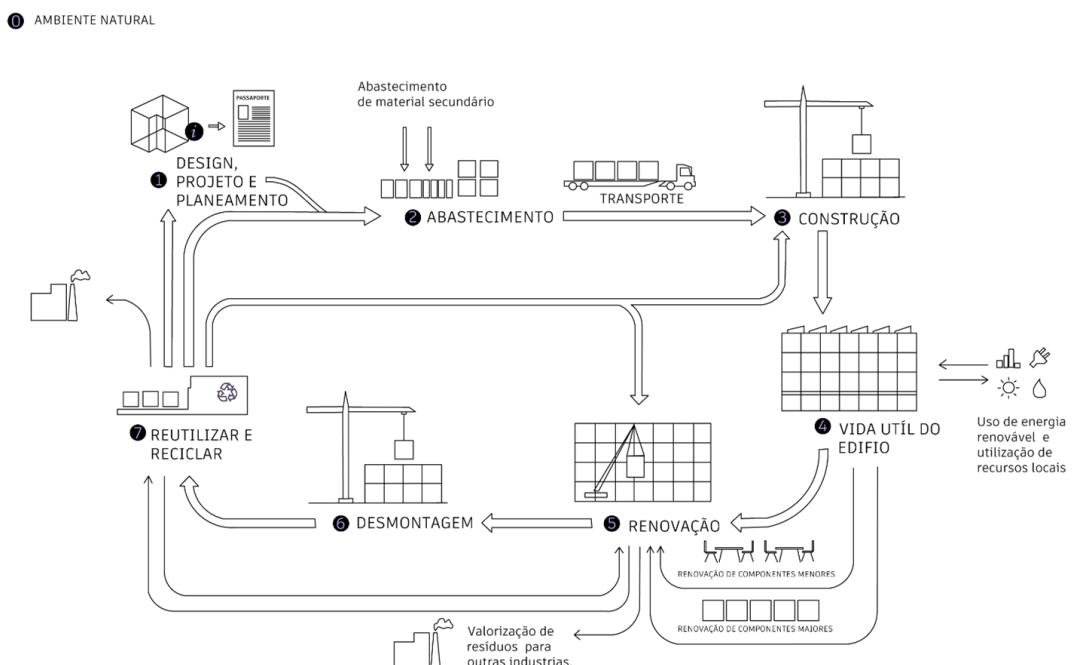


Figura 4.11 – Etapas ciclo de vida de edifício de acordo com EC, adaptado de (Arup, 2016).

Ao projetar uma construção circular, vários aspectos devem ser considerados, ou seja, impactes e custo do ciclo de vida, a preservação da biodiversidade, o uso de recursos, a produção de resíduos de

¹ Traduzido pelo autor do inglês: “a building that is designed, planned, built, operated, maintained, and deconstructed in a manner consistent with CE principles”.

construção e demolição (RCD), a, ventilação natural, o desempenho energético, os sistemas de sombreamento, isolamento acústico, iluminação natural e manutenção. Neste âmbito, vários diversos estudos foram realizados com o intuito de concetualizar estratégias de design alinhadas aos princípios da EC, das quais se destaca (Beurskens & Bakx, 2015) (Arup, 2016) (Cheshire, 2016):

- v) **O design para a autossuficiência e energia renovável:** tem como objetivo alcançar a neutralidade energética no setor AECO através da redução das necessidades energéticas e da utilização de sistemas de captação de energia renovável (Beurskens & Bakx, 2015) (Arup, 2016).
- vi) **O design para promover a biodiversidade:** considera que os edifícios devem suportar e promover a biodiversidade e assegurar o bem-estar dos ocupantes e das espécies naturais (Beurskens & Bakx, 2015).
- vii) **O design com matérias sustentáveis:** privilegia a seleção de materiais de construção de acordo com padrões de sustentabilidade (e.i impactes do ciclo de vida, pureza, toxicidade, durabilidade, disponibilidade local e recursos incorporados), como forma de reduzir os impactes associados à construção e garantir que os produtos circulam em fluxos eficientes e saudáveis (Beurskens & Bakx, 2015) (Ashby, 2009).
- viii) **O Design para a adaptabilidade:** expressa a capacidade que o edifício terá em se manter útil e resiliente ao longo do tempo, mesmo quando o contexto em que este se insere mude drasticamente, sem ser preciso remodelar ou demolir. Assim, espera-se que o edifício, os seus sistemas e componentes possam acomodar mudanças, tais como a atualização da performance, mudanças de programa, localização e tamanho (Geraedts, Remøy, Hermans, & Rijn, 2014) (Geraedts, Remøy, Hermans, & Rijn, 2014).
- ix) **O Design para a desmontagem:** substitui as atuais práticas de demolição e tem como objetivo garantir a recuperação de materiais, componentes e sistemas sem danos, durante e após a vida útil do edifício (Cheshire, 2016) (Addis & Schouten, 2004). Neste sentido, os projetistas devem dominar a (de)composição funcional, técnica e física do edifício (Durmisevic, 2006) e prever, sempre que possível, a recuperação de sistemas e componentes ao invés da recuperação de matérias, no intuito de preservar o valor incorporado dos sistemas e componentes (e.i. mão de obra, carbono e energia) (Durmisevic, 2006).

Nos últimos anos, a EU e os Estados-Membros tem apoiado iniciativas e projetos que promovem modelos de negócios circulares e simplificam a logística do mercado de material secundário no setor AECO, como é o caso do programa *Building as Bank Materials* (BAMB).

O BAMB tem como objetivo criar ferramentas para facilitar a projeção de edifícios reversíveis² e circulares e desenvolver passaportes de materiais (PM) (Hutton, et al., Abril 2016). O PM é um conjunto de dados digitais organizado, que documenta a informação à cerca dos materiais, componentes e sistemas do edifício, como por exemplo a localização exata, características técnicas, instruções de manutenção o estado atual dos produtos, instruções de desmontagem, declarações e certificados de desempenho, entre outros (Akanbi, et al., 2018) (Hutton, et al., abril 2016) (Danish Environmental Protection Agency, 2016). Os ativos de construção são identificados com o código que os conecta ao banco de dados acessível a todas as partes interessadas.

Importa, referir que as plataformas colaborativas como o BIM facilitam a partilha de dados entre os participantes da cadeia de valor e podem fornecer informações ao PM. Além do mais, são ferramentas com benefícios significativos na EC, uma vez que possuem a capacidade de reduzir erros de projeto e de obra, reduzir o desperdício e prejuízo financeiro e gerar simulações de sustentabilidade e resíduos a partir do modelo. Futuramente, especialistas acreditam que a projeção e construção virtual além de incluir as dimensões geométricas tradicionais (e.i. 3D), cronograma de projeto, orçamentos, quantidades, dados para manutenção e operação (e.i. 3,4,5D), irá somar uma sétima dimensão com dados relevantes para a desmontagem e reutilização dos elementos estruturais no modelo (Danish Environmental Protection Agency, 2019).

² Os edifícios reversíveis, são aqueles que são usados, reutilizados, adaptados e reconstruídos repetidamente.

4.3 Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC)

Em 2015, a Comissão Europeia adotou o primeiro Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC), com o intuito de promover a transição para uma economia mais circular e o crescimento sustentável (Comissão Europeia, 2015). Neste instrumento político foi estabelecido um programa concreto de ações e medidas que abrangem todo o ciclo de vida do produto: desde a produção à gestão de resíduos e o mercado de matérias-primas secundárias (Comissão Europeia, 2015).

O último documento do PAEC foi lançado em março de 2020 e surge para apoiar o Pacto Ecológico Europeu, o novo roteiro para um desenvolvimento sustentável do continente e as metas para alcançar a neutralidade climática até 2050 (Comissão Europeia, 2020).

O plano de Ação da EU definiu três estratégias principais para a sustentabilidade dos produtos (Comissão Europeia, 2020):

- i) **Concepção de produtos sustentáveis:** A Comissão propôs uma iniciativa legislativa em matéria de sustentabilidade dos produtos, a fim de adequar os produtos a uma economia de natureza circular. Os objetivos desta iniciativa legislativa consistem em alargar a aplicabilidade da Diretiva Concepção Ecológica; mobilizar o potencial da digitalização das informações sobre os produtos (incluindo o PM); melhorar a durabilidade reperabelidade e reutilização dos produtos; estimular a remanufatura e a reciclagem; encorajar modelos de negócio “produto como um serviço”, entre outros (Comissão Europeia, 2020).
- ii) **Capacitação dos consumidores e os adquirentes públicos:** A Comissão propôs a revisão da legislação da UE em matéria de defesa do consumidor, com o objetivo de fornecer aos consumidores informação fiável sobre os produtos nos pontos de venda, nomeadamente no que respeita à sua vida útil e à disponibilidade de serviços de reparação e manuais de reparação (Comissão Europeia, 2020). A Comissão pondera igualmente a possibilidade de reforçar a proteção dos consumidores contra o branqueamento ecológico e a obsolescência prematura, estabelecendo requisitos mínimos para os rótulos/logótipos de sustentabilidade e os instrumentos de informação(Comissão Europeia, 2020).
- iii) **Circularidade nos processos produtivos:** A Comissão incentivará uma maior circularidade na indústria por meio das seguintes medidas(Comissão Europeia, 2020):
 - a. Avaliar as possibilidades de imprimir maior circularidade aos processos industriais no contexto da revisão da Diretiva de Emissões Industriais (Comissão Europeia, 2020).
 - b. Promover a simbiose industrial através do desenvolvimento de um sistema de certificação e de comunicação de informação liderado pela indústria (Comissão Europeia, 2020);
 - c. Apoiar o setor de base biológica sustentável e circular através da execução do plano de ação para a bio economia;
 - d. Promover a utilização de tecnologias digitais para seguir, localizar e mapear recursos e a adoção de tecnologias ecológicas por meio de um sistema de verificação através do registo do sistema europeu de verificação das tecnologias ambientais como uma marca de certificação da UE.

O setor da construção cativa a atenção da Comissão devido ao impacte socioeconómico e ambiental. É um gerador de emprego com uma forte influência na cadeia económica e na qualidade de vida dos cidadãos e, por outro lado, é um consumidor intenso de matérias-primas e um produtor de resíduos e gases de efeito de estufa (GEE).

Para espoletar o aumento da eficiência dos materiais e da redução dos impactes no clima, a Comissão lança uma nova Estratégia para a Sustentabilidade do Ambiente Construído. Procura assegurar a coerência nos domínios de ação em causa, promovendo princípios de circularidade em todo o ciclo de vida dos edifícios, por meio das seguintes medidas citadas (Comissão Europeia, 2020):

- i) “Abordar o desempenho dos produtos de construção em termos de sustentabilidade no contexto da revisão do Regulamento Produtos de Construção, incluindo a eventual introdução de requisitos para o teor reciclado de determinados produtos de construção, tendo em conta a sua segurança e funcionalidade”
- ii) “Promover medidas para melhorar a durabilidade e adaptabilidade dos ativos construídos, em consonância com os princípios da economia circular para a conceção de edifícios, e criar registos digitais dos edifícios”.
- iii) “Utilizar a abordagem *Level(s)* para integrar a avaliação do ciclo de vida nos contratos públicos e no quadro da UE para o financiamento sustentável, explorar a pertinência de fixar metas de redução das emissões de carbono e o potencial do armazenamento de carbono”;
- iv) “Considerar uma revisão das metas fixadas na legislação da UE para a valorização de resíduos de construção e demolição e as suas frações específicas por material”;
- v) “Promover iniciativas para reduzir o grau de impermeabilização dos solos, reabilitar espaços industriais abandonados ou contaminados e fomentar a utilização segura, sustentável e circular de solos escavados.”

4.3.1 Abordagem Level(s)

O Level(s) é um quadro proposto pela União Europeia (UE) e desenvolvido pelo Centro Comum de Investigação (JRC) para edifícios sustentáveis e em consonância com os princípios da EC. A ferramenta visa unir toda a cadeia de valor do setor (e.i projetistas, construtores e autoridades públicas) em torno de uma linguagem europeia comum e fornecer uma visão completa de todo o ciclo de vida dos Edifícios (López, Carpio, Martín-Morales, & Zamoranoad, 2021).

O Level(s) utiliza indicadores básicos de sustentabilidade, para medir carbono, materiais, água, saúde, conforto, custos de ciclo de vida e os impactes das mudanças climáticas, avaliados desde a fase de projeto e conceito inicial até à realidade da construção concluída. Neste âmbito, a estrutura comum é organizada em três níveis que representam a crescente complexidade das etapas de um projeto de construção (Dodd, 2021), conforme apresentado na Figura 4.2.



Figura 4.12 - Estágios de medição de desempenho proposto (fonte: <https://ec.europa.eu/>)

- i) **Level 1. O conceito para o projeto de construção** - o nível mais simples, pois envolve uma avaliação qualitativa na fase inicial .
- ii) **Level 2. O projeto detalhado e o desempenho da construção do edifício** - um nível intermédio, pois envolve a avaliação quantitativa do desempenho do que é projetado e a monitorização da construção, de acordo com unidades e métodos normalizados(Dodd, 2021).
- iii) **Level 3. O desempenho do edifício construído e em uso, após a conclusão e entrega ao cliente** - o nível mais avançado, pois envolve a monitorização da atividade no local de construção e do edifício e primeiros ocupantes (Dodd, 2021).

O Quadro 4.1 identifica as etapas indicativas que estão associadas a cada *Level*. Desta forma, pode ser útil perceber como e quando diferentes atividades em cada um desses estágios contribuem para a aplicação do(s) Level(s) ao projeto.

Quadro 4.3 – Fases indicativas do projeto associadas a cada *Level* (Comissão Europeia)

<i>Level 1</i>	<i>Level 2</i>	<i>Level 3</i>
Projeto de Conceito	Projeto Detalhado e Construção	As-built e Uso
L1a. Definição e sinopse de projeto	L2a. Projeto de esboço (planeamento espacial e licenciamento)	L3a. Projeto as-built
L1b. Projeto de conceito	L2b. Projeto detalhado (concurso)	L3b. Comissionamento e teste
	L2c. Projeto técnico (construção)	L3c. Conclusão e entrega
		L3d. Ocupação e uso

Os indicadores da estrutura de *Levels* estão divididos por temas (Dodd, 2021), nomeadamente:

- i) uso de recursos e o desempenho ambiental durante o ciclo de vida de um edifício;
- ii) saúde e conforto;
- iii) custo, valor e risco.

Cada tema está subdividindo em objetivos macros que descrevem quais as prioridades estratégicas para a contribuição dos edifícios nos objetivos políticos da UE e dos Estados-Membros no domínio da energia, utilização de materiais e resíduos, água e qualidade do ar interior (Dodd, 2021). Para cada objetivo macro são determinados indicadores de desempenho.

Uma visão geral dos indicadores é fornecida no Quadro 4.2.

Quadro 4.4 – Visão geral dos objetivos macro e seus indicadores correspondentes (Comissão Europeia).

Áreas por temas	Objetivos Macros	Indicadores			
Uso de recursos e desempenho ambiental	1. Emissões de gases de efeito estufa ao longo do ciclo de vida de edifícios	1.1 Desempenho do uso de energia no estágio	1.2 Potencial de aquecimento global do ciclo de vida		
	2. Ciclos de vida de materiais circulares e eficientes em termos de recursos	2.1 Lista de quantidades, materiais e vida útil	2.2 Resíduos de construção e demolição	2.3 Projeto para adaptabilidade e renovação	2.4 Design para desconstrução
	3. Uso eficiente dos recursos hídricos	3.1 Uso do consumo de água do estágio			
Saúde e conforto	4. Espaços saudáveis e confortáveis	4.1 Qualidade do ar interior	4.2 Tempo fora da faixa de conforto térmico	4.3 Iluminação	4.4 Acústica
	5. Adaptação e resiliência às mudanças climáticas	5.1 Ferramentas do ciclo de vida: cenários para condições climáticas futuras projetadas	5.2 Aumento do risco de condições meteorológicas extremas	5.3 Aumento do risco de inundações	
Custo, valor e risco	6. Custo e valor do ciclo de vida otimizado	6.1 Custos do ciclo de vida	6.2 Criação de valor e fatores de risco		

A maioria dos indicadores tem uma unidade de medição única (Quadro 4.3). No entanto, existem algumas exceções importantes para as quais o desempenho deve ser avaliado e comunicado de forma diferente (Dodd, 2021):

Quadro 4.5 – Visão geral das unidades de medidas dos indicadores (Comissão Europeia).

Indicador	Unidade de Medida
1.1 Desempenho do uso de energia no estágio	kWh/m ² /ano
1.2 Potencial de aquecimento global do ciclo de vida	Kg CO ₂ eq./m ² /ano
2.1 Lista de quantidades, materiais e vida útil	Unidades de quantidades, massa e ano
2.2 Resíduos de construção e demolição	Kg de resíduos e materiais por m ² de área útil total
2.3 Projeto para adaptabilidade e renovação	Pontuação de adaptabilidade
2.4 Design para desconstrução	Pontuação de desconstrução
3.1 Uso do consumo de água do estágio	m ³ / ano de água por ocupante
4.1 Qualidade do ar interno	Parâmetros para ventilação, CO ₂ e umidade
4.2 Tempo fora da faixa de conforto térmico	% do tempo fora do intervalo durante as estações de aquecimento e
4.3 Iluminação	Lista de verificação do Level 1
4.4 Acústica	Lista de verificação do Level 1
5.1 Ferramentas do ciclo de vida: cenários para condições climáticas futuras projetadas	% de tempo projetado fora do intervalo nos anos de 2030 e 2050
5.2 Aumento do risco de condições meteorológicas extremas	Lista de verificação do Level 1 (Em desenvolvimento)
5.3 Aumento do risco de inundações	Lista de verificação do Level 1 (Em desenvolvimento)
6.1 Custos do ciclo de vida	€ / m ² / ano
6.2 Criação de valor e fatores de risco	Lista de verificação do Level 1

- i) Indicadores compostos (1.2, 2.2, 4.1): Esses indicadores são mais complexos e difíceis de reduzir a uma única unidade de medida. Em vez disso, eles consistem em várias unidades de medida relacionadas que devem ser lidas em conjunto para compreender o desempenho do edifício;
- ii) Avaliações qualitativas (4.3, 4.4, 5.2, 5.3, 6.2): Esses indicadores não têm atualmente uma ou mais unidades de medida quantitativas acordadas. Em vez disso, podem ser relatados os resultados de uma avaliação qualitativa;
- iii) Relatórios de informação (2.1): Estes indicadores são projetados para encorajar os utilizadores a manipular e processar itens específicos de dados sobre sua construção como uma ajuda para o pensamento do ciclo de vida.

Com essa abordagem estrutural em *Levels*, a Comissão Europeia pretende:

- i) incentivar os utilizadores a pensar sobre todo o ciclo de vida dos edifícios, fornecendo uma base para quantificar, analisar e compreender o ciclo de vida;
- ii) abordar uma série de aspectos da circularidade, fornecendo indicadores que podem ajudar a entender como estender a utilidade do edifício (em termos de vida útil e valor e potencial futuro para recuperação, reutilização e reciclagem de seus materiais);
- iii) permitir a medição comparativa de desempenho por meio de relatórios cumulativos, incluindo portfólios de propriedades;
- iv) fornecer um quadro de medição que pode ser incorporado em esquemas de avaliação e certificação e iniciativas políticas de apoio ao desenvolvimento da economia circular a nível europeu, nacional e local.

Os *Levels* permitem, portanto, a avaliação de relatórios simplificados e a criação rápida de dados comparáveis, o que ajuda nas atividades de gestão de desempenho.

5 | Sistemas Internacionais de Classificação

5.1 Enquadramento

Neste capítulo é feita uma análise de cinco sistemas de classificação utilizados na Europa e na América do Norte. É utilizado como base o estudo desenvolvido pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Técnica Checa em Praga, na República Checa, em associação com a Agência Checa para a Normalização (PS03). Esta comparação inclui 18 CICS internacionais, estando o documento final traduzido em português, constando como anexo deste relatório (Anexo 1 - Pesquisa e Comparação dos Sistemas de Classificação dos Elementos de Construção no Contexto do Building Information Modelling - BIM).

Para o presente relatório são escolhidos os cinco sistemas de classificação de informação considerados mais relevantes para a realidade nacional. Três destes sistemas são os mais bem avaliados no estudo referido, conforme os critérios estabelecidos e aprovados pela PS03. São eles: i) *UniClass 2015* (Reino Unido); ii) *CoClass* (Suécia); iii) CCS (Dinamarca). Os restantes dois são o sistema *OmniClass* (EUA e Canadá), que embora tenha ficado na oitava posição, também é avaliado pela sua predominância na América do Norte e por influenciar outros CICS pelo mundo. O último sistema está em desenvolvimento: o CCI – *Construction Classification System*. Este CICS é resultado da colaboração muito recente de diversos países do norte da Europa e tem relevância por já considerar parâmetros de sistemas e normativas mais modernos, nomeadamente o sistema de designação de referências (RDS) e a série de Normas ISO 81346, tendo como resultado uma maior abrangência de classificação.

5.2 Metodologia e resultados da investigação da Universidade Técnica Checa em Praga

Na investigação acima referida são definidos parâmetros a serem analisados nos sistemas selecionados de acordo com as necessidades e diretrivas daquele país. Cria-se então um “sistema de classificação da informação da construção ideal” que possa ser utilizado como base de comparação entre os CICS selecionados. As diferentes características dos sistemas, não permite uma comparação tão direta entre estes, assim, o método é adotado para evitar uma distorção dos resultados finais.

Os parâmetros estão divididos em cinco grupos a que são atribuídos valores de ponderação. Os resultados são então apresentados em quatro tabelas que avaliam os seguintes aspectos e valores de ponderação:

- i) Detalhes horizontais (15%) – Tabela 2
- ii) Detalhes verticais (20%) – Tabela 3
- iii) Detalhes cronológicos (5%) – Dados não apresentados diretamente no relatório, mas em um documento anexo.
- iv) Principais características (50%) – Tabela 4

v) Conformidade com outros sistemas (10%) – Tabela 5

Os resultados globais são apresentados no Quadro 5.1, com as respetivas classificações obtidas por cada CICS. Os valores apresentados indicam como o mais bem avaliados estão próximos do CICS ideal imaginário, conforme definido com base em critérios e pesos aprovados. A tabela é classificada por ordenamento do melhor CICS para o pior.

Quadro 5.6 – Resultados da comparação (adaptado de Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Técnica em Praga, 2018).

Classificação geral				
Cód	CICS	Intervalo	Média	Ordem
	Cód Nome	max 100%		
04	CoClass	80-90%	84,85%	1
05	CCS	66-82%	74,08%	2
01	UniClass 2015	67-77%	72,01%	3
10	TFM a NS3451	59-70%	64,30%	4
11	CI/SfB	52-75%	63,49%	5
14	KKS	48-74%	61,24%	6
09	TALO 2000	53-69%	60,90%	7
02	OmniClass	53-68%	60,49%	8
08	Natspec Worksection	47-57%	52,05%	9
03	Uniformat a Masterformat	42-62%	52,00%	10
16	SKP	39-56%	47,65%	11
18	SNIM	44-51%	47,43%	12
17	TSKP	45-49%	46,99%	13
06	ASA QS Elemental Class	37-54%	45,28%	14
15	RTS BIM	30-57%	43,69%	15
12	CZ-CC	32-53%	42,75%	16
07	BIM7AA	34-48%	41,12%	17
13	KSO (JKSO)	24%	23,83%	18

Os detalhes horizontais tratam de classificações mais complexas e referem-se ao âmbito do CICS, ou seja, às várias categorias diferentes de classificação. Nessa abordagem, por exemplo, são analisados se os CICS preveem as soluções de classificação da tecnologia do ambiente de construção como instalações sanitárias, sistema de ventilação, aquecimento, arrefecimento, comunicações, etc., ou ainda soluções para estruturas de transporte (rodoviárias, aeronáuticas, ferroviárias e seus respetivos componentes) ou as diversas fases do projeto.

No caso dos detalhes verticais, referem-se aos níveis superiores de um CICS. A análise consiste na verificação das classificações básicas sugeridas por meio de tabelas pela ISO 12006-2. Assim essa abordagem verifica se o CICS distingue: i) localização do edifício (endereço, região, etc.); ii) tipos de construção (finalidade, condições urbanas, etc.); iii) tipos de edifícios dentro da construção, sistemas de construção; iv) espaços; v) blocos de construção; vi) estruturas provisórias; vii) ferramentas; viii) elementos e suas propriedades; ix) material; x) elementos de gestão de projeto; xi) agentes do processo; xii) atividades (Figura 5.1).

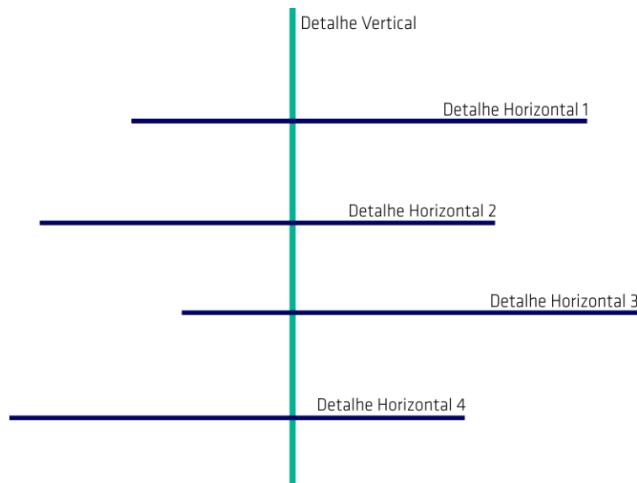


Figura 5.13 - Explicação do regime de pormenores horizontais e verticais (Agência Checa para a Normalização, 2018).

Nos detalhes cronológicos são avaliados dois itens: classificação das fases de um projeto de construção e o estado das estruturas. Este último, tem importância para determinação da reutilização de elementos, um dos objetivos do projeto SECClasS.

No âmbito das principais características, a análise é dividida em quatro temas:

- i) Propriedades ontológicas: ligações do CICS com o Industry Foundation Classes (IFC), a conformidade com a norma ISO 12006-2, como o CICS trata os objetos não classificados, a limitação dos códigos de designação, e se esta é feita de forma clara e inequívoca e se segue a estrutura taxonómica seguem as relações “tipo de” e “parte de”;
- ii) Propriedades funcionais: classificação alfanumérica, idioma do sistema / documentação e a tradução para língua inglesa e se há um sistema de precificação para o sistema;
- iii) Recursos desenvolvidos: disponibilidade de versões, atualizações do sistema e possibilidade técnica de complementação;
- iv) Propriedades de licença: permissões de edição e distribuição, custo, ferramentas digitais / online e permissão de expansão comercial;

Na compatibilidade com outros sistemas é verificada a compatibilidade com sistemas de certificação (BREEAM, LEED, etc.) e com softwares de modelação BIM (Revit, ArchiCAD, Tekla, etc.).

5.3 Metodologia de comparação de CICS para o Projeto SECClasS

O presente relatório pretende analisar e comparar os diversos CICS destacando os parâmetros já identificados. Os parâmetros aqui analisados são determinados de forma a dar respostas aos objetivos do Projeto SECClasS.

Assim, é escolhida informação específica a ser analisada em cada um dos sistemas, com utilidade na tomada de decisão para a escolha de um novo sistema base:

- i) Informação básica
- ii) Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346;
- iii) Designação dos códigos de referência;

- iv) Licença e idioma da documentação do sistema;
- v) Atualizações e possibilidade de expansão do sistema;
- vi) Componente de Sustentabilidade;
- vii) Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação;

5.4 UniClass 2015 (Reino Unido)

5.4.1 Informação básica

O *UniClass* ("Unified Classification for the Construction Industry") é um sistema de classificação, originário do Reino Unido, que surgiu a partir da necessidade de atualização do sistema *Construction Index / Samarbetsfommiten for Byggmadsfragor* (CI/SfB), que se revelou ineficaz ao nível de sua aplicabilidade e adequação a trabalhos de engenharia civil, ainda que tenha influenciado o modelo de classificação de muitos países (Pereira, 2013).

Para além deste, responsável pela classificação de trabalhos de construção de edifícios, também o CAWS e o CESMM3 e o EPIC fazem parte da base do sistema de classificação britânico. O *UniClass* resulta, assim, da unificação de todos estes, constituindo assim um sistema unificado de classificação (Figura 5.2). (Pereira, 2013).

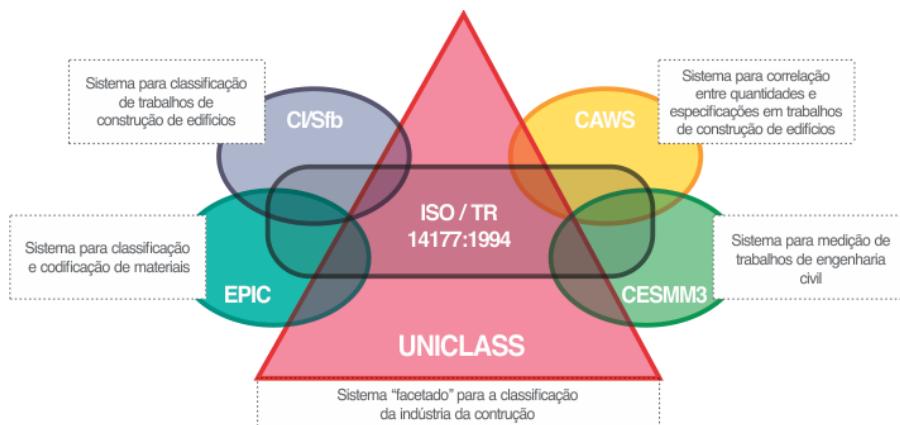


Figura 5.14 – Origem do *UniClass* (Pereira, 2013).

A utilização do *UniClass* possibilita a organização da informação de todo o ciclo de vida de uma edificação, em especial aquela relativa aos custos, especificações, qualidade, manutenção e uso. Permite, ainda, a organização de bibliotecas sobre a matéria e a classificação de produtos de construção (Pereira, 2013).

Segundo NUNES, 2016, as principais características deste sistema a destacar-se são:

- i) O nível de abrangência (agentes, componentes e fases do ciclo de vida das construções);
- ii) A estrutura hierárquica e relação entre as diferentes tabelas (com base na ISO 12006-2, facilitando a troca de informação entre sistemas);
- iii) O complemento de uma base de dados de terminologia e codificação flexível, que permite a introdução de novos elementos (mantendo a atualização do sistema, porém não unificada).

5.4.2 Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346

Na sua origem, o *UniClass* utilizou como base a ISO/TR 14177:1994. A versão 2015, a mais atual do *UniClass*, está desenvolvida para ser utilizada na tecnologia BIM e sua aplicabilidade estende-se a

edificações e trabalhos de arquitetura e engenharia em geral, conforme recomendado pela ISO 12006-2.

O sistema está dividido em tabelas, que podem ser utilizadas a fim de categorizar a informação sobre orçamento, instruções, criação de *layers CAD*; e também para desenvolver especificações ou documentação sobre produtos. As tabelas abrangem a informação gerada a nível de projeto e também aquelas provenientes da manutenção e gestão dos projetos. No Quadro 5.2, é esquematizada uma listagem das tabelas que constituem o sistema *UniClass* 2015 (Nunes, 2016).

Quadro 5.7 – Listagem de tabelas apresentadas pelo *UniClass* 2015 (NBS).

ABREVIATURA	DESIGNAÇÃO
Co	Complexes (Empreendimentos)
En	Entities (Entidades)
Ac	Activities (Atividades)
SL	Spaces / Locations (Espaços / Localizações)
EF	Elements / Functions (Elementos / Funções)
Ss	Systems (Sistemas)
Pr	Products (Produtos)
TE	Tools / Equipment (Ferramentas / Equipamentos)
PM	Project Management (Gestão de projeto)
Zz	CAD (Desenho assistido por computador)
Ro	Roles / Agents (Agentes)
Fl	Form of information (Tipos de informação)

Atualmente o sistema é composto por 12 tabelas que podem ser utilizadas separadamente ou em conjunto. O desenvolvimento deste sistema não leva em consideração as diretrizes da série das Normas ISO 81346.

O conjunto de tabelas propostas pelo *UniClass* 2015 é amplamente hierárquico e permite que a informação sobre um projeto seja definida desde a visão mais abrangente até a mais detalhada. Na Figura 5.3, é apresentada de forma esquematizada o modo como as diferentes tabelas se relacionam e se complementam (Nunes, 2016).



Figura 5.15 – Relações entre as principais tabelas do *UniClass* 2015 (Nunes, 2016).

5.4.3 Designação dos códigos de referência

A *UniClass* 2015 baseia-se no princípio de um CICS tradicional, onde a classificação dos elementos individuais ocorre de acordo com o código dado pela tabela adequada. A designação dos códigos de classificação é composta por código alfanumérico, onde cada nível é separado por um sublinhado.

O CICS identifica objetos numa escala de elementos genéricos para tipos de características. Portanto, não é possível identificar elementos individuais de forma única, podendo os elementos encaixarem-se em classificações de duas ou mais tabelas. Os níveis dividem-se em quatro:

- i) Grupo
- ii) Subgrupo
- iii) Secção
- iv) Objeto

O código pode ser representado esquematicamente como indicado na Figura 5.4

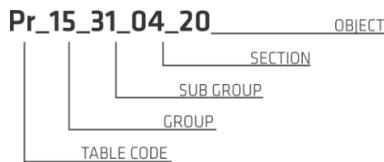


Figura 5.16 – Exemplo de designação de referências no *UniClass* 2015.

- i) **Pr**: código do nome da tabela, especificando a categoria de classificação.
- ii) **15**: designação de grupo
- iii) **31**: designação de subgrupo
- iv) **04**: designação de secção
- v) **20**: designação do objeto.

O código começa sempre com duas letras indicando a tabela na qual o elemento classificado ocorre (por exemplo, Pr - Produtos). Isto também é seguido por uma indicação dupla, mas numérica, do nível de detalhe de classificação. Do grupo, subgrupo, secção e objeto (por exemplo, 15_31_04_20). A designação numérica é limitada para cada nível por um intervalo <01;99>.

Por não estar fundamentada com base na ISO 81346, a nomenclatura do *UniClass* 2015 não utiliza o sistema RDS.

5.4.4 Licença e idioma da documentação do sistema

O CICS é compilado e mantido pela *National Building Specification* (NBS). A NBS especializa-se na criação de materiais e documentos de normalização concebidos para todas as fases do projeto de construção. A organização iniciou a sua operação em 1973 e era até 2020 propriedade do *Royal Institute of British Architects* (RIBA) através de uma subsidiária da RIBA *Enterprises Ltd*, tendo sido adquirida pelo Byggfakta Group, um fornecedor de dados e software para a indústria de construção

europeia com sede na Suécia, em novembro de 2020. O site oficial do sistema é: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-uniclass-2015>.

O *UniClass* 2015 é um sistema abrangente, bem consolidado e explicado o suficiente em fontes oficiais. A sua documentação encontra-se disponível de forma gratuita na língua inglesa, garantindo sua utilização para além do seu país de origem. A distribuição é gratuita e uso comercial permitido, contudo, sua tradução exige uma autorização prévia da NBS.

5.4.5 Atualizações e possibilidade de expansão do sistema;

O sistema está bem documentado por conteúdos públicos disponíveis e é apoiado por um desenvolvimento intensivo a longo prazo em cooperação com a prática. O *UniClass* é regularmente atualizado por uma equipa de especialistas, sendo novas versões das tabelas lançadas trimestralmente.

A versão 2015 é adotada para a estrutura do sistema, mas cada tabela tem versão própria em função de atualizações periódicas que sofrem, portanto possuem um número de versão diferente, que deve ser observado sempre durante a utilização se esta é a mais recente disponível.

O desenvolvimento do *UniClass* 2015 está relacionado com outros sistemas utilizados na indústria da construção, que consiste em adicionar um nível adicional de detalhe principalmente nas tabelas Ss e Pr (Agência Checa para a Normalização, 2018).

5.4.6 Componente de Sustentabilidade

No referido estudo é analisada a possibilidade de sistema conter formas de classificar o estado das estruturas, porém não se encontra classificação capaz de tal tarefa.

O sistema também não contém uma tabela para as propriedades, impossibilitando a verificação se o assunto é tratado nesta.

O estudo da Agência Checa para a Normalização também não avalia se o *UniClass* 2015 possui algum caso documentado de que o CICS tenha sido utilizado para formular a aplicação/avaliação para fins de certificação BREEAM, LEED ou outros com a mesma finalidade.

5.4.7 Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação;

Um forte ponto positivo é a ligação do *UniClass* 2015 a fornecedores multinacionais de ferramentas de software para o BIM, onde a sua utilização e integração num projeto de construção é possível em quase todo o mundo sem grandes obstáculos (Agência Checa para a Normalização, 2018).

As tabelas do *UniClass* 2015 estão disponíveis digitalmente por meio de ficheiros .XLS (Excel) para download no site da NBS.

Para além disto, a NBS disponibiliza *plug-ins* para *Revit*, *ArchiCAD* e *VectorWorks*. Porém é informado pela NBS que o complemento somente funcionará com documentos de especificação produzidos usando NBS *Chorus*, NBS *Create*, NBS *Building* e NBS *Landscape*, aplicações que têm custo de

utilização. A função do *plug-in* é abordar as questões de risco em torno da troca de informação associada à abordagem tradicional de importação e exportação e à funcionalidade *Keynote*.

O sistema é compatível com a ferramenta desenvolvida pela Autodesk, o *Classification Manager for Revit* (*plug-in*) que efetua mapeamento, parcialmente automatizado, com as categorias do Revit.

5.5 OmniClass (Estados Unidos e Canadá)

5.5.1 Informação básica

O *OmniClass Construction Classification System* (OCCS) é um sistema de classificação da informação da indústria da construção desenvolvido na América do Norte com base nas necessidades dos mercados construtivos dos Estados Unidos da América e Canadá (Lima, 2019).

O sistema é desenvolvido pelo CSI (*Construction Specification Institute*), CSC (*Construction Specification of Canada*) e pelo AIA – *American Institute of Architects* tendo como base do seu conceito as normas internacionais certificadas.

Este sistema compila e aperfeiçoa a informação de sistemas pré-existentes. Para organizar serviços utilizou-se o MasterFormat, o UniFormat para os elementos e o EPIC (*Electronic Product Information Cooperation*) para estruturação dos produtos. A sua semelhança com o *UniClass* é denotada pela sua organização de informação em facetas, para além do facto visível de terem como referência a norma ISO 12006-2 (Pereira, 2013).

Amorim e Silva (2010) organizam esses modelos de acordo com suas características:

- i) MasterFormat: classificação hierárquica
- ii) UniFormat: classificação facetada
- iii) OmniClass: classificação hierárquica + facetada

No seu âmbito, o *OmniClass* está concebido para abranger os objetos em diferentes escalas, em todo o ambiente construído, desde estruturas completas, a projetos complexos e de dimensões significativas, e ainda, a produtos e componentes. O sistema está desenvolvido para lidar com todas as formas de construção, vertical e horizontal, industrial, comercial e residencial. Distingue-se dos sistemas que incorpora uma vez que também está direcionado para as ações, pessoas, ferramentas e informação que são utilizadas ou fazem parte da conceção, construção, manutenção e ocupação das instalações (OCCS Development Committee Secretariat, 2016).

Segundo Pereira, 2013, as principais características a destacar-se neste sistema são:

- i) Constitui um padrão aberto a qualquer pessoa ou organização, extensível a todo o setor AECO;
- ii) É aberto à participação no setor AECO, promovendo a troca de informação entre intervenientes;
- iii) O seu desenvolvimento e atualização conta com a participação da indústria;
- iv) É focado nas práticas e convenções norte-americanas, mas ainda assim compatível com outros sistemas internacionais padrão;
- v) A indústria como um todo é responsável pelo seu desenvolvimento e divulgação;
- vi) Constitui uma classificação especializada.

5.5.2 Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346

A estrutura do *OmniClass* está desenvolvida com base nos sistemas construtivos mais utilizados na América do Norte e por isso sua aplicação na Europa é menos bem-sucedida que outros sistemas europeus.

O *OmniClass* é atualmente composto por 15 tabelas de classificação, em que cada uma representa uma diferente faceta de informação sobre a construção. Cada tabela pode ser usada individualmente ou combinada com outras de modo a classificar temas mais complexos (Nunes, 2016).

A estrutura de tabelas está dividida em quatro séries que estão apresentadas no Quadro 5.3.

Quadro 5.8 – Listagem de tabelas apresentadas pelo *OmniClass*.

SÉRIE	TABELA	DESIGNAÇÃO
10	11	Entidades construídas por funções
	12	Entidades construídas por forma
	13	Espaços por função
	14	Espaços por forma
20	21	Elementos (inclui elementos de projeto)
	22	Resultado do trabalho
	23	Produtos
	31	Fases do projeto
30	32	Serviços
	33	Disciplinas
	34	Regras organizacionais
	35	Ferramentas
40	36	Informação
	41	Materiais
	49	Propriedades

Por se tratar-se de um sistema de informação baseado nos conceitos da ISO 12006-2, consideramos que o *OmniClass* tem uma estrutura capaz de ser comparada com a do *UniClass* 2015, porém não se baseia na ISO/IEC 81346, e assim, é classificado como um CICS tradicional.

5.5.3 Designação dos códigos de referência

A designação do código de referência é feita de dois a oito níveis numéricos. O primeiro nível consiste num código de dois dígitos, indicando a tabela em que o elemento está classificado. Os restantes níveis são compostos por códigos de dois dígitos. Os dois primeiros níveis são separados por um hífen, os níveis restantes são separados por um espaço, como apresentado na Figura 5.5 (Agência Checa para a Normalização, 2018).



Figura 5.17 – Exemplo de designação de referências no *OmniClass* 2015.

O CICS identifica objetos numa escala de elementos genéricos para tipos de características. Portanto, não é possível identificar elementos de forma única. Este facto pode causar falhas na comunicação da informação durante todo o ciclo de vida das edificações. O método de codificação adotado não tem qualquer ligação com a metodologia do sistema de designação de referência (RDS) para elementos específicos dentro do projeto.

5.5.4 Licença e idioma da documentação do sistema

O site oficial do sistema é: <https://www.csiresources.org/standards/omniclass> e a documentação do sistema é simples e encontra-se disponível na língua inglesa. As tabelas estão disponíveis gratuitamente no site do CSI e podem ser descarregadas em ficheiros no formato .XLS (Excel). Embora o estudo da Agência Checa para a Normalização afirme que os termos de licença permitem a edição e distribuição, a informação não pôde ser verificada.

5.5.5 Atualizações e possibilidade de expansão do sistema

O desenvolvimento do *OmniClass* é colaborativo e conta com a contribuição de dezenas de profissionais e organizações parceiras para a sua melhoria. Mas, embora esteja em desenvolvimento contínuo, os recursos estão desatualizados.

5.5.6 Componente de Sustentabilidade

No estudo da Agência Checa para a Normalização foi analisada a possibilidade de sistema possuir formas de classificar o estado das estruturas, porém não é encontrada classificação capaz de tal tarefa e o sistema não é pontuado nesse item da comparação.

Porém, analisando a Tabela 49 - Propriedades do *OmniClass*, são encontradas características que são utilizadas para uma classificação de sustentabilidade, expostas no Quadro 5.4.

Quadro 5.9 – Classificação das propriedades (Tabela 49) do *OmniClass* associadas à sustentabilidade.

Código	Título – Nível 1	Título – Nível 2	Título – Nível 3	Título – Nível 4
49-71 00 00	Propriedades Físicas			
49-71 35 00		Propriedades de Sustentabilidade		
49-71 35 11 11				Materiais Recuperados
49-71 35 11 13				Materiais Remodelados
49-71 35 11 15				Materiais Reutilizados
49-71 35 11 17				Reutilização de paredes existentes
49-71 35 11 19				Reutilização de pisos existentes
49-71 35 11 21				Reutilização do telhado existente
49-71 35 13			Método de Colheita	
49-71 35 15			Método de extração	
49-71 35 17			Conteúdo reciclado	

Código	Título – Nível 1	Título – Nível 2	Título – Nível 3	Título – Nível 4
49-71 35 17 11				Conteúdo reciclado por Massa
49-71 35 17 13				Conteúdo reciclado-pós-fabricação
49-71 35 17 15				Conteúdo reciclado pré-consumidor
49-71 35 17 17				Conteúdo reciclado pós-consumidor
49-71 35 19		Materiais rapidamente renováveis		
49-71 35 21		Materiais Não Renováveis		
49-71 35 23		Certificação sustentável do produto		
49-71 35 25		Certificação de fabrico sustentável		
49-71 35 25 11				Consumo de água
49-71 35 25 13				Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis
49-71 35 25 15				Resíduos reciclados
49-71 35 25 17				Resíduos Líquidos
49-71 35 25 19				Poluição atmosférica
49-71 35 25 21				Emissões Tóxicas
49-71 35 25 23				Poluição por partículas
49-71 35 27		Análise do Ciclo de Vida (LCA)		
49-71 35 27 11				Inventário do ciclo de vida
49-71 35 27 13				Análise de custos do ciclo de vida
49-71 35 27 15				Avaliação do impacte do ciclo de vida (LCIA)
49-71 35 27 17				Impacte Ambiental
49-71 35 27 19				Emissões de Gás (Efeito estufa)
49-71 35 29		Declaração de Produtos Ambientais (EPD)		
49-71 35 31		Pegada ambiental da cadeia de abastecimento		
49-71 35 33		Gestão Ambiental		
49-71 35 35		Relocalização		

A tabela 49 – Propriedades do *OmniClass*, ainda dispõe de uma sexta coluna com a descrição exata de cada propriedade de sustentabilidade considerada pelo sistema. Não é avaliado se o *OmniClass* possui algum caso documentado de utilização para fins de certificação BREEAM, LEED ou outros com a mesma finalidade.

5.5.7 Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação;

O *OmniClass* é criado diretamente para uso com BIM, como evidenciado pela sua implementação em softwares líderes. Faz diretamente parte do *Revit* e do *ArchiCAD*.

A quantidade de níveis de classificação torna a busca por códigos no sistema muito complexa através das extensas tabelas, o que poderia ser minimizado com a utilização de aplicações informáticas. Contudo, não há disponibilidade de nenhuma sugestão de automação por parte do CSI.

5.6 CoClass (Suécia)

5.6.1 Informação básica

O sistema de classificação *CoClass* foi criado na Suécia, entre os anos 2017 e 2018, em resposta à digitalização da indústria da construção e à sua ligação ao BIM. Trata-se de um CICS complexo e a sua utilização está principalmente ligada ao país de origem (Agência Checa para a Normalização, 2018). A criação do *CoClass* faz parte do projeto BSAB 2.0, é responsável pela transformação da indústria sueca de acordo com as normas internacionais modernas, incluindo a ligação ao BIM. Surge para substituir o sistema de classificação muito utilizado pela indústria sueca, na versão anterior, o BSAB96. A *CoClass* é copropriedade de várias empresas/associações, nomeadamente *Trafikverket*, *Svensk Byggtjänst*, *BIM Alliance Sverige*, *Swedavia*, *Trafikförvaltningen* Estocolmo, entre outras. Estas empresas/associações encontram-se em diferentes áreas da construção e da indústria na Suécia, Noruega e Dinamarca (Agência Checa para a Normalização, 2018).

Na sua origem, o *CoClass* tem como objetivos fornecer a todas as partes envolvidas uma linguagem comum que descreve as partes funcionais básicas do ambiente construído, em todas as escalas de complexidade (Figura 5.6).

Elegem-se seis princípios de base para o *CoClass*:

- i) **Digital:** Uma linguagem digital legível por humanos e máquinas;
- ii) **Linguagem comum:** Uma linguagem normalizada com uma estrutura que simplifica e agiliza o trabalho em todas as fases, com todos os agentes, em todos os softwares e toda da entrega de informação;
- iii) **Todo o ambiente construído:** Permite um fluxo ininterrupto de informação utilizável durante todo o ciclo de vida;
- iv) **Todo o ciclo de vida:** atende às necessidades de planeamento, programação, design, produção, operações e manutenção e demolição;
- v) **Internacional:** Com base em standards internacionais aprovados;
- vi) **Desenvolvido para futuro:** estruturas abertas e flexíveis com foco na função para desenvolvimento contínuo.

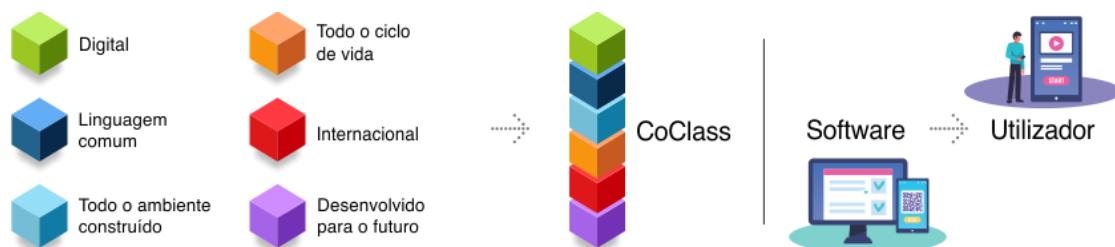


Figura 5.18 – Conceito para desenvolvimento do *CoClass* (<https://coclass/byggtjanst.se>).

Como objetivo, pretende-se obter os seguintes resultados:

- i) Critérios claros para a classificação:
 - a. Função, forma ou localização, ou uma combinação destes;

- b. Classes hierárquicas;
- ii) Classes inequívocas:
 - a. Código e definição são primários; o nome de classe é, por vezes, um termo abstrato coletivo;
- iii) Poucas, mas classes estáveis:
 - a. As classes baseadas em funções abrem-se para soluções técnicas alternativas;
- iv) Classes baseadas na função inerente do objeto.

5.6.2 Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346

O CoClass é composto por várias tabelas. Desde elementos de construção, passando por unidades superiores relacionadas à várias atividades. As tabelas de classificação contêm as seguintes categorias (Agência Checa para a Normalização, 2018):

- i) Objetos
 - a. BX – Complexo de edifícios
 - b. BV – Instalação de construção
 - c. UT – Espaço / localização
 - d. Elemento de construção
 - a. FS – Sistemas funcionais
 - b. KS – Sistemas construtivos
 - c. KO – Componentes
 - e. PR – Resultado do trabalho
- ii) Propriedades
 - a. Propriedade
- iii) Atividades
 - a. FA – Atividades de manutenção

Estas tabelas seguem o padrão de hierarquia mostrado na Figura 5.7.



Figura 5.19 – Hierarquia de tabelas do CoClass (adaptado de <https://coclass.byggtianst.se>).

O CoClass é estruturado de forma diferente dos CICS "clássicos" e está projetado para a digitalização da indústria da construção, portanto, traz diferenças com relação ao UniClass e OmniClass. Tem a sua estrutura de tabelas baseada na norma ISO 12006-2 e utiliza a nova série ISO/IEC 81346, conforme descrito de seguida:

- i) ISO 12006-2: utilizada na estrutura geral.
- ii) ISO 81346-1: utilizada nas regras para regulamentos para termo de referência.
- iii) ISO 81346-2: utilizada nas classes para elementos de construção (componentes) e para espaço construído.
- iv) ISO 81346-12: utilizada nas classes para elementos de construção (sistemas construtivos e técnicos).

5.6.3 Designação dos códigos de referência

A estrutura dos códigos de referência é baseada na ISO/IEC 81346. Este facto tem influência na codificação da classificação, fazendo uso do sistema de designação de referências (RDS) aplicado ao CoClass. Assim, o sistema não se centra na categorização de todas as variantes possíveis de tipos de objetos (por exemplo: divisória de tijolos), mas define apenas o tipo básico de objeto (por exemplo: divisória), que posteriormente especifica as propriedades associadas.

O sistema de classificação consiste num código alfanumérico complementado por caracteres especiais, cada um dos quais tem um significado específico. A tabela Propriedades não é codificada e classificada com uma descrição. Esta tabela é usada para definir os parâmetros do elemento para que possam ser usados ao longo do ciclo de vida. Esta é principalmente informação relacionada à gestão, propriedades de materiais, dimensões e outros factos espaciais. Para outras tabelas, o código pode ser representado esquematicamente como mostrado na Figura 5.8.



Figura 5.20 – Exemplo do sistema de designação de referências no CoClass (Agência Checa para a Normalização, 2018)

Descrição do código:

- i) (A) "?": prefixo que determina qual a categoria de dados que segue;
- ii) (B) "XXX": nome de acordo com o CIC, é um código de uma a três letras;
- iii) (C) ".": separador;
- iv) (D) "XXX": nome de acordo com o CIC, é um código de uma a três letras;
- v) (E) "#": numeração específica, específica do projeto (portanto, não resultante do próprio CICS);
- vi) (F) ".": separador;
- vii) (G) "XXX": especificar valores de acordo com o KS, é um código de uma a três letras;
- viii) (H) "#": numeração específica do valor, específica do projeto (portanto, não resultante do próprio CICS);
- ix) (I) "...": repetir a categoria para mais informação.

O prefixo que define um tipo de objeto pode ter os seguintes valores: i) Tipo (%); ii) Elemento (#); iii) Elemento Multinível (-); iv) Localização (+); v) Função (=). Um tipo é uma categoria mais geral de objetos (por exemplo, uma escada pré-fabricada), enquanto um elemento já é um elemento específico (por exemplo, um painel pré-fabricado). O aspetto multinível abrange a definição de um grupo de objetos,

que é posteriormente "agrupado" através da especificação de valores (por exemplo, uma parede de tijolos de um determinado tipo e fixadores de um determinado tipo). A localização representa a parte adicional da categoria que pode ser adicionada ao objeto classificado utilizando o caractere de ligação "/" e refere-se a um objeto específico ou coordenadas de localização (por exemplo, número de quarto B471). A função é utilizada para expressar relações funcionais entre um grande número de objetos referenciados (por exemplo, sistema de ar condicionado e válvula de fecho) (Agência Checa para a Normalização, 2018).

5.6.4 Licença e idioma da documentação do sistema

O CoClass está disponível gratuitamente após o registo na plataforma, o que permite uma visão "completa" do CICS. Para aceder aos níveis mais baixos, é exigida a subscrição paga, não sendo possível a sua utilização ou adaptação gratuita. A documentação disponível é muito limitada e sob a forma de breves descrições das tabelas. Mesmo as tabelas de Resultados de Trabalho e Manutenção carecem de tradução em inglês. O site oficial do CoClass na versão em inglês é: <https://coclass/byggtjanst.se/en/>.

5.6.5 Atualizações e possibilidade de expansão do sistema

Segundo a Agência Checa para a Normalização, a estrutura é regularmente atualizada, com representantes de académicos e especialistas de empresas/associações privadas que trabalham em toda a indústria sueca envolvidas no desenvolvimento. A última atualização realizada, é de 2021, o que vem a comprovar que o sistema é regularmente atualizado.

5.6.6 Componente de Sustentabilidade

O Coclass leva em consideração o estado das estruturas. Ao analisar a tabela de Propriedades (dentro as abas: Propriedades dos materiais, Propriedades de tempo, Propriedade de tempo dos materiais) é encontrada informação com relação a: durabilidade, durabilidade mecânica, estado do objeto ou ano de reconstrução, de acordo com dados do registo imobiliário. Pelo acesso limitado ao sistema, não pode ser verificada mais informação.

5.6.7 Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação

A digitalização do sistema é um pilar para o seu desenvolvimento, aliada com uma linguagem que possa ser interpretada por homens e máquinas na codificação das referências de designação. Para além disto, o Coclass é compatível com o IFC.

O sistema utiliza ainda recursos informáticos no seu site oficial que facilitam a busca por classificações. Há uma demonstração da busca, nomeadamente a aplicação *MindManager* onde uma estrutura em "árvore" apresenta opções de classificação que se ramificam em outras. Um dos exemplos apresentados pelo site oficial do CoClass é a classificação de uma janela, parte de uma de parede com núcleo treliçado, parte de um sistema de paredes exteriores, parte de um sistema de paredes, parte de um edifício de escritórios (Figura 5.9).

- i) Janela – Código QQA (Componente);
- ii) Sistema de parede com núcleo treliçado – Código AD30 (Sistema construtivo);
- iii) Sistema de parede – Código B (Sistema funcional);
- iv) Sistema de parede exterior – Código B10 (Subtipo do sistema funcional);
- v) Edifício de escritórios – Código <E> EAE (Entidade).

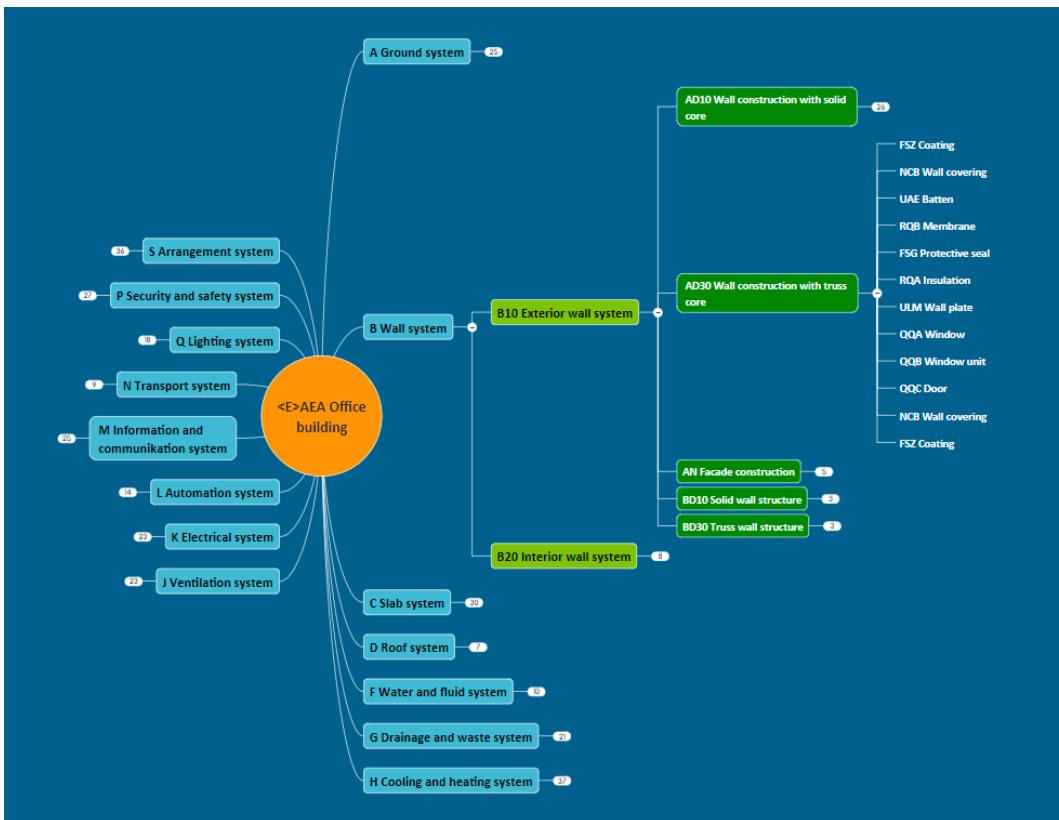


Figura 5.21 – Exemplo da aplicação *MindManager* (<https://coclass/byggtjanst.se>).

A utilização do BIM e integração no projeto de construção é possível em quase todo o mundo sem grandes obstáculos e, assim, “pode ser usado em todos os softwares e em todas as entregas de informação durante todo o ciclo de vida” (Agência Checa para a Normalização, 2018).

5.7 CCS – Cuneco Classification System (Dinamarca)

5.7.1 Informação básica

O CCS – *Cuneco Classification System* tem origem na Dinamarca, sob a responsabilidade do Molio – *Construction Information Centre*, parceiro dinamarquês da *BuildingSmart*. O sistema de classificação CCS resulta do projeto *Cuneco*, que, para além do Molio, envolveu a Organização Dinamarquesa de Normalização, as Universidades DTU e *Aarhus* e outras organizações da indústria da construção dinamarquesa. O projeto *Cuneco* inclui ainda outras atividades centradas na digitalização e no intercâmbio de dados na indústria da construção, focando-se principalmente na classificação, características dos dados, nível de informação e métricas (Agência Checa para a Normalização, 2018).

O CCS teve seu desenvolvimento iniciado em 2010, já com a utilização da série ISO 81346, na versão de 2009, e baseia-se no DBK e CB/SfB, mais antigos. Com a consolidação do CICS em 2015, o CCS tem importante participação nas atualizações da série ISO/IEC 81346 em 2019. A sua tabela de Componentes é utilizada para atualização da Parte 2 da norma e a Parte 12 está desenvolvida com os Sistemas Funcionais e Sistemas Técnicos, bem como a tabela Espaços propostas no CCS (Figura 5.10) (Friborg, 2019).



Figura 5.22 – Relação de desenvolvimento entre o CCS e a Série ISO/IEC 81346 (Friborg, 2019).

O objetivo do CCS é garantir que os dados digitais possam ser claramente trocados entre as cadeias produtivas, fases e softwares, ajudando assim a aumentar a produtividade da construção. Fornecer uma identidade única para cada parte do edifício e poder ser aplicado a todas as partes de construção do edificado, desde a conceção até ao funcionamento, para que todas as partes que utilizem os mesmos conceitos, possam basear-se na informação de cada um e classificar a informação.

O CCS está projetado para criar uma linguagem comum para todos os modelos que utilizam cinco conceitos para estruturar informação de construção (Jackson, 2019).

- i) Que tipo de objeto sou eu? (Classificação)
- ii) Que objeto específico sou eu? (Identificação)
- iii) Que propriedades tenho? (Propriedades)
- iv) Que informação preciso e quando? (Nível de informação)
- v) Regras de Medição

Com base nesses conceitos, os desenvolvedores disponibilizam em cinco documentos, alguns na língua inglesa, que fornecem as regras e diretrizes como ferramentas para estruturação de toda a informação do BIM.

O sistema resultante tem suporte para uma abordagem de sistemas digitais entrega de ativos e é adequado para mapear sistemas de modelação (Jackson, 2019).

5.7.2 Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346

O CCS é estruturado de forma diferente dos sistemas de classificação tradicionais (como *UniClass* e *OmniClass*), semelhante ao *CoClass*. Embora a estrutura do CCS seja compatível com a ISO-12006-2, utiliza os princípios estabelecidos na ISO/IEC 81346 para a classificação. Portanto, não se centra na categorização de todas as variantes possíveis de tipos de objetos (por exemplo, divisória de tijolos), mas define apenas o tipo básico de objeto (por exemplo, divisória), que posteriormente especifica as propriedades associadas (Agência Checa para a Normalização, 2018).

Para além da relação com a série ISO/IEC 81346, o CCS utiliza na sua base diversas normas internacionais que baseiam o seu âmbito e tabelas. O Quadro 5.5 mostra as relações do CICS com as normas internacionais utilizadas na sua conceção.

Quadro 5.10 – Relação entre as partes do CCS e as normas internacionais (Molio Construction Information Centre, 2021)

PARTE DE CCS	NORMAS INTERNACIONAIS
Classificação	ISO/IEC 81346-2 e 12, ISO 12006-2, ISO 704, ISO 22274
Designação de códigos	ISO/IEC 81346-1
Níveis de Informação	CEN TC442 WG2
Propriedades	CEN TC442 WG4, ISO 16739, ISO 12006-3
Propósitos	ISO/CEN 19650, ISO 29481
Regras de medição	ISO 16739

O CCS centra-se principalmente na classificação de elementos de construção, mas também de objetos superiores relacionados. As tabelas de classificação contêm as seguintes categorias (Agência Checa para a Normalização, 2018):

- i) Fins de utilização de edifícios – Entidades;
- ii) Elementos de construção – Elementos;
 - a. Sistemas Funcionais;
 - b. Sistemas Técnicos;
 - c. Componentes (ou seja, componentes do sistema);
- iii) Equipamentos;
 - a. Sistemas Funcionais;
 - b. Componentes (ou seja, componentes do sistema);
- iv) Agentes;
- v) Produtos de construção – Espaços.

As tabelas estão disponíveis no website do Molio Construction Information Centre: <http://ccs.molio.dk/>.

5.7.3 Designação dos códigos de referência

O sistema de classificação consiste num código alfanumérico. Isto é complementado por caracteres especiais, cada um dos quais tem um significado específico. O código pode ser representado esquematicamente como se indica na Figura 5.11 (Agência Checa para a Normalização, 2018).



Figura 5.23 – Exemplo do sistema de designação de referências no CCS.

Descrição do código:

- i) "X": Uma classe de objetos que determina em que categoria (tabela base) o objeto classificado se enquadra. Uma vez que esta informação também resulta da parte seguinte do código, pode ser negligenciada na prática.
- ii) (B) "?": Prefixo, determinando que categorias de dados seguem.
- iii) (C) "XXX": Nomeação de acordo com a classificação do CCS, é um código de uma a três letras.
- iv) (D) "##": Uma numeração específica de um valor específico do projeto (portanto, não resultante da própria classificação CCS), pode conter um maior número de dígitos.
- v) (E) ".": Um personagem separador que define a classificação de um objeto e o seu valor.
- vi) (F) "XXX": Especificar valores de acordo com a classificação CCS, é um código de uma e três letras.
- vii) (G) "##": Uma numeração específica de um valor específico do projeto (portanto, não resultante da própria classificação CCS) pode conter um maior número de dígitos.
- viii) (H) ".": Separar o carácter entre valores.
- ix) (I) "XXX": como f).
- x) (J) "##": como g).
- xi) (K) "...": Repetir uma categoria para adicionar informação.

O Projeto Cuneco desenvolveu um documento específico, que está disponível na versão em inglês, chamado CCS *Identification*, onde detalha as regras para designação dos códigos de referência utilizados pelo sistema, com base na norma ISO 81346.

Neste documento estão descritos os códigos de cada classe de objetos determinado no CCS e os caracteres que representam os prefixos utilizados no sistema de designação de referências:

- i) (%) Type-ID
- ii) (§) Multi-level type-ID
- iii) (#) Product-ID
- iv) (-) Multi-level product-ID

- v) (+) Location-ID
- vi) (=) Function-ID

5.7.4 Licença e idioma da documentação do sistema

O CCS está disponível gratuitamente na versão geral (isto é, apenas na classificação). O acesso aos documentos, instruções e outros materiais mais detalhados devem ser pagos sob a forma de uma subscrição anual. Os preços variam consoante os serviços necessários e a quantidade de licenças necessárias. Os termos da licença não estão disponíveis ao público, mas podem ser obtidos a pedido (Agência Checa para a Normalização, 2018).

O site oficial do sistema de classificação está disponível no website do Molio *Construction Information Centre* em: <http://ccs.molio.dk/>.

Uma desvantagem do CCS é o facto do website do Molio não estar disponível na versão em inglês, limitando-se à uma parte da documentação e tabelas terem tradução para o idioma internacional.

5.7.5 Atualizações e possibilidade de expansão do sistema

Segundo o relatório checo, as tabelas de classificação individuais são atualizadas continuamente e a versão é marcada no formato *YEAR-MONTH-DAY*. Contudo, as últimas datas de atualização, que variam para as diferentes partes da classificação, datam dos anos de 2014-2016.

São encontrados no sistema ferramentas de expansão e de classificação de objetos não incluídos nas classificações originais. O CCS pode ser utilizado como um nível mais geral na ausência de uma especificação mais detalhada (Agência Checa para a Normalização, 2018).

5.7.6 Componente de Sustentabilidade

Os investigadores checos afirmam, na análise de parâmetros cronológicos, que o CCS não distingue o estado das estruturas. Este fato não pôde ser comprovado por falta de acesso à tabela de propriedades. Contudo, há um documento que trata da eficiência energética das edificações com parâmetros definidos considerados nas propriedades dos objetos que podem ser úteis para o Projeto SECClasS.

Não são encontrados indícios que o CICS tenha sido utilizado para certificações LEED, BREEAM ou qualquer outro sistema.

5.7.7 Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação

O CCS disponibiliza ferramentas para a classificação dos objetos, juntamente com um sistema para designação de códigos e definições que pode ser acedido usando a ferramenta CCS Navigate em ccs.bips.dk. Também há disponibilidade de app para equipamentos móveis como telemóveis e tablets. A interligação com os softwares de modelação, Revit e ArchiCAD, é feita na forma de *plug-ins* (Agência Checa para a Normalização, 2018).

5.8 CCI – Construction Classification International

5.8.1 Informação básica

“Em 2018, o governo da Estónia iniciou um projeto para implementar um novo sistema de classificação de construção que permitiria uma melhor troca de informação digital entre todas as partes interessadas ao longo do ciclo de vida do edificado. Torna-se evidente que muitos outros países europeus, como a República Checa, Finlândia e Lituânia, também enfrentariam o mesmo desafio e consideraram os sistemas de classificação como o CoClass como uma solução possível” Jaan Saar, do Ministério de Assuntos Económicos e Comunicações da Estónia.

A origem do desenvolvimento do CCI – *Construction Classification International* surge então dessa necessidade. O grupo de trabalho responsável pelo CCI, também chamado de *CoClass International*, acredita que a implementação de um sistema de classificação comum através das fronteiras melhora a cooperação, aumenta a normalização e aprimora os métodos de trabalho digital. Portanto, a iniciativa explora as possibilidades de adotar um sistema de classificação internacional comum e estabelece as estruturas de apoios necessárias nos países membros.

Uma carta de intenções foi assinada por diversos países para o desenvolvimento comum do CCI: Estónia, Suécia, Finlândia, República Checa, Dinamarca e Noruega. Há interesse manifestado por outros países em aderir ao desenvolvimento do sistema (Figura 5.12).



Figura 5.24 – Linha do tempo da origem do CCI (Saar, 2019).

Os principais princípios e objetivos do CCI são:

- i) Linguagem comum para descrever o ambiente construído;
- ii) Baseado em standards internacionais relevantes que facilitam a organização e troca de informação entre os diversos sistemas de classificação atualmente utilizados no mundo;
- iii) Cobrir todo o ambiente construído;
- iv) Desenvolvido para processos totalmente digitais;
- v) Dar suporte à gestão de ativos do ciclo de vida e cálculos de custos do ciclo de vida;
- vi) Sem custos para utilizadores finais / código aberto.

5.8.2 Estrutura, tabelas e conformidade com a ISO 12006-2 e ISO/IEC 81346

O núcleo do CCI tem a sua estrutura e regras de classificação baseado em diversas normas internacionais (Saar, 2019).

- i) ISO 12006-2: fornece a estrutura para classificação do ambiente construído;

- ii) ISO 81346-1: define as regras para usar a classificação para designações de referência;
- iii) ISO 81346-2: fornece códigos e classes para elementos de construção (componentes) e para espaço construído.
- iv) ISO 81346-12: fornece códigos e classe para elementos de construção (sistemas construtivos e técnicos).
- v) ISO 704 + ISO 22274 + buildingSMART standards: Normas gerais usadas para trabalho e desenvolvimento de terminologia e internacionalização de sistemas de classificação, coordenados com os princípios dos standards buildingSMART.

Para além das normas internacionais, a ideia de adoção do *CoClass* como uma possível solução, faz com que este sistema de classificação tenha influência no desenvolvimento do CCI e, com a posterior adesão da Dinamarca, o CCS também vem a fazer parte do seu âmbito (Figura 5.13). Como resultado, o núcleo CCI é o elemento comum entre as normas ISO, CCS e *CoClass* (Saar, 2019).

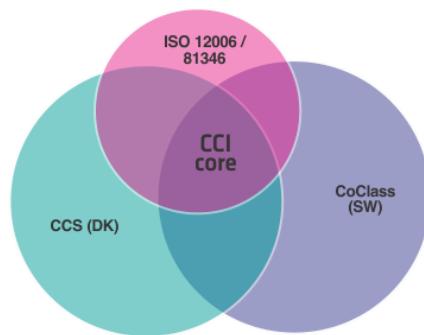


Figura 5.25 – O núcleo do CCI é o elemento comum entre os Standards ISO, CCS e CoClass (Saar, 2019).

O núcleo do CICS é formado por seis tabelas, sendo mais de 90% baseado nos sistemas propostos na ISO/IEC 81346 (Saar, 2019).

- i) Espaços, 313 classes de espaços de atividades e espaços construídos classes (CCS / CoClass / ISO 81346-2);
- ii) Elementos da construção subdivididos em três tipos principais:
 - a. Sistemas funcionais, 19 classes;
 - b. Sistemas técnicos, 113 classes;
 - c. Componentes, 728 classes;
- iii) Entidades da construção, 185 classes (com base nos princípios sugeridos pela norma 81346);
- iv) Complexos da construção, 59 classes (CoClass).

A tabela de Apoio da construção não pertence ao núcleo CCI, mas pode ser utilizada.

Na Figura 5.14 demonstra-se a relação entre a estrutura de tabelas do CCI e o âmbito proposto na ISO 12006-2. Para além disto, fica evidente a origem da base das tabelas do sistema, que tem o *CoClass*, o CCS e a ISO/IEC 81346 como referência.

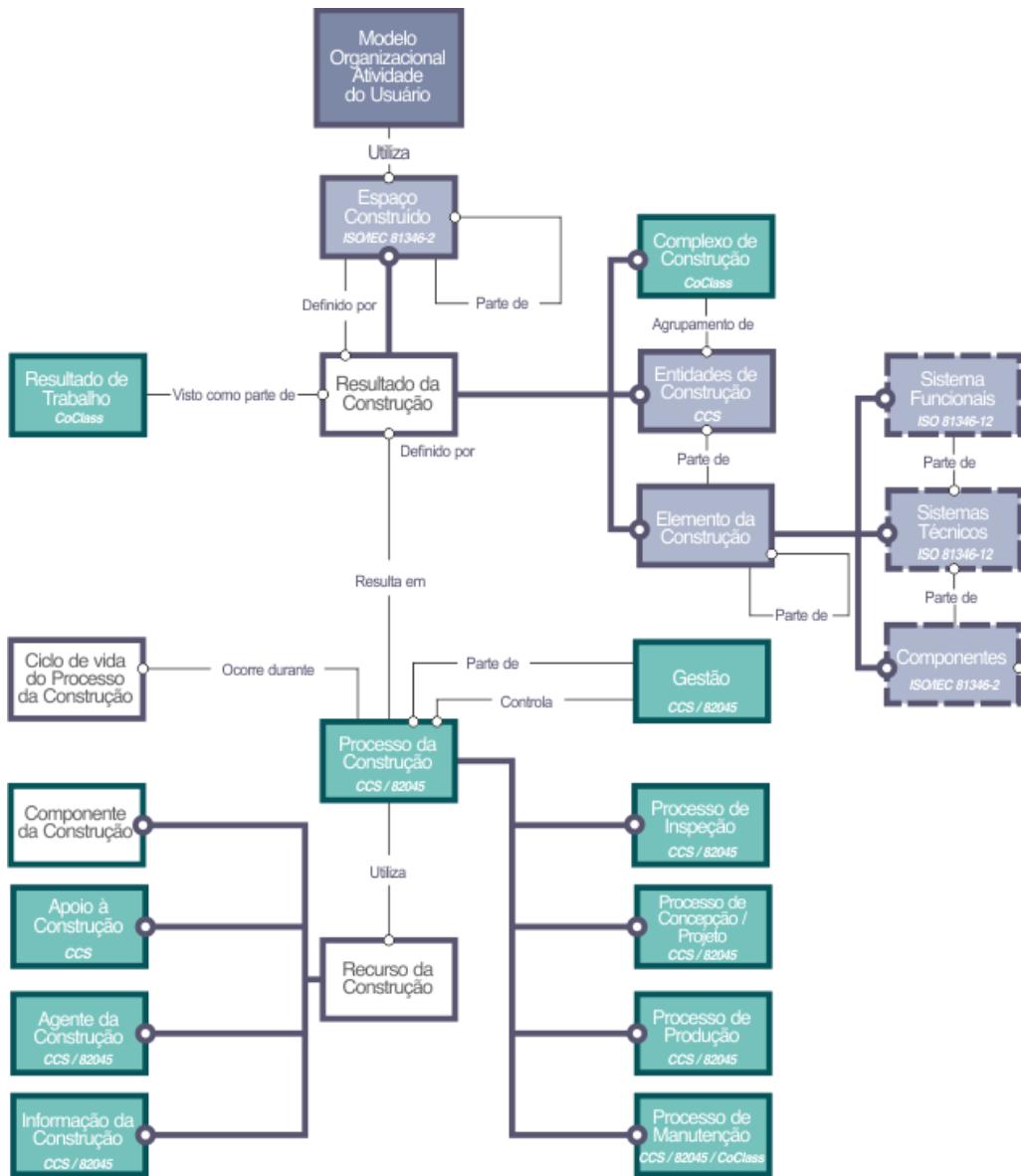


Figura 5.26 – Relação do CCI com a estrutura de tabelas propostas na ISO 12006-2 (Friborg, 2019).

Na Figura 5.14 o núcleo do CCI está destacado a azul. As caixas com linhas tracejadas são adições à ISO 12006-2. As classes para espaços são baseadas na ISO 81346-2, e não há distinção entre espaço construído e espaço de atividade (Friborg, 2019).

5.8.3 Designação dos códigos de referência

Por ter as suas tabelas baseadas no CCS e no CoClass, o sistema de designação de referência utilizado do CCI é baseado na proposta da ISO/IEC 81346. Embora existam tabelas desenvolvidas, não se encontra material que normalize o sistema de designação de referências para o CCI. Também não se pode afirmar que este adote um sistema RDS do CoClass ou do CCS.

5.8.4 Licença e idioma da documentação do sistema

Ainda não há uma licença disponível, porém, conforme entendimento entre os países que participam do projeto, a distribuição será feita de forma gratuita. Existe informação disponível sobre o CCI no website do Cuneco, responsável pelo CCS. As tabelas já adotadas pelo CCS estão disponíveis em inglês, porém, o site do Projeto Cuneco está disponível em dinamarquês.

5.8.5 Atualizações e possibilidade de expansão do sistema

Por ser um sistema em que ainda se encontra em desenvolvimento, não se fazem atualizações, mas existe uma preocupação para a continuidade e atualização do sistema.

5.8.6 Componente de Sustentabilidade

Algumas tabelas ainda não estão desenvolvidas, consequentemente, o sistema não possui desenvolvimento suficiente para atender a esta componente, impossibilitando uma análise mais profunda.

5.8.7 Digitalização do sistema e interligação com softwares de modelação

O CCI propõe ser um sistema digitalizado. Mas, dado o nível de desenvolvimento inicial, ainda não é possível efetuar uma análise detalhada.

6 | Conclusões

A metodologia BIM, reconhecidamente, traz vantagens para o sector AECO. A sua aplicação gera uma elevada quantidade de informação necessária para proporcionar aos projetistas uma quantidade crescente de possibilidades de simulação (de performance, financeiras, cronológicas, etc.) e operacionalização dos ativos. Os CICS tornam-se assim uma ferramenta essencial, mas não a única, na gestão desta informação.

Com o objetivo de normalizar a estrutura dos diversos CICS criados para atender às necessidades de cada país e região, a ISO desenvolveu a norma 12006-2 para orientar, normalizar e facilitar a troca de informação entre sistemas. Embora a norma 12006-2 tenha sido utilizada por sistemas convencionais, para tornar os CICS mais abrangentes em sistemas industriais, construtivos e técnicos, os CICS chamados modernos adotam codificações de objetos baseadas na ISO 81346. Esta norma define classificações para os sistemas, equipamentos e produtos industriais, bem como uma nova forma de designação de referências para as classes.

A componente de sustentabilidade é pouco explorada, e na maior parte dos casos ausente. Tendo este aspecto como principal foco, o Projeto SECClasS busca o desenvolvimento de um CICS nacional que atenda a esta componente. Fez-se então um estudo mais aprofundado dos conceitos de economia circular a fim de encontrar parâmetros de classificação que tenham como objetivo auxiliar na tomada de decisão sustentável, com foco na reutilização, reciclagem, produtos duráveis, possibilidade de relocação das estruturas e desperdício mínimo.

Para concretizar estes conceitos, o novo Plano de Ação para a Economia Circular da União Europeia estipula metas e indicadores que podem ser utilizados como parâmetros para as classificações a serem desenvolvidas pelo SECClasS. Criar uma correlação entre estes indicadores e o sistema de classificação poderá ter impacte na difusão do sistema no setor AECO nacional, tendo como vantagem a associação da legislação e obtenção das metas propostas pela Comissão Europeia.

Para que não se alterem as codificações dos elementos, o ideal é que os parâmetros de sustentabilidade a desenvolver pelo projeto SECClasS estejam numa tabela de Propriedades. Caso as propriedades sejam incluídas no código de referência, não se cumpre a premissa de que o objeto tem o mesmo código durante todo o seu ciclo de vida.

Na escolha dos melhores classificados, os sistemas UniClass, OmniClass, CoClass e CCS são também analisados neste relatório de forma a confrontá-los com os objetivos do projeto SECClasS. O sistema CCI é incluído na comparação para efeitos de avaliação de um sistema moderno em desenvolvimento.

Na comparação dos CICS foram analisados aspectos que facilitem a utilização dos mesmos como base para o novo sistema, avaliando a sua informação básica, estruturas em conformidades com as normas internacionais, o sistema utilizado para designação de códigos de referência, os termos de licença que permitam a utilização, as possibilidades de expansão e atualizações, as componentes de

sustentabilidade e o nível de digitalização. Como resultado, os CICS mais modernos tendem a responder melhor os objetivos do projeto, apesar de cada sistema ter as suas vantagens.

Neste sentido foram analisadas as conclusões do relatório da República Checa e confrontadas com os objetivos do projeto SECClasS, deixando-se alguns comentários e considerações que orientam a escolha

- i) Nenhum sistema de classificação é perfeito, pois as solicitações de cada grupo de utilizadores são distintas, assim como é heterogénea a sua capacidade em se adaptar a novos métodos de trabalho;
- ii) O propósito do CICS deve estar em concordância com a metodologia BIM e apto a incrementos na sua vertente de resposta à sustentabilidade e economia circular, atendendo aos objetivos do projeto SECClasS. Todos os selecionados para o relatório atendem a esta exigência;
- iii) Um sistema deve não só responder às utilizações atuais, mas também às utilizações futuras que se observam já em mercados/utilizadores de maior maturidade, e que se preveem tendo em conta a evolução e novos usos da metodologia BIM e do sector, como a aplicação a infraestruturas lineares, o licenciamento automático, os Digital Twin e a sensorização de edifícios, ou a ligação com os sistemas de Informação Geográfica (SIG);
- iv) São de evitar sistemas hiper-adaptados a um tipo específico de construções, como os edifícios, ou apenas a uma fase do ciclo de vida, como o projeto ou a construção;
- v) Um sistema deve poder ser aplicado parcialmente (apenas uma ou duas tabelas) sem perder a sua integridade;
- vi) A correspondência com outros sistemas é essencial, para que os utilizadores possam, de forma flexível, adaptar o seu método de trabalho e modelos com o mínimo esforço;
- vii) É essencial a coordenação entre as diversas entidades nacionais que desenvolvem plataformas, aplicações ou metodologias BIM, para que adotem o mesmo CICS ou, não sendo isso possível, CICS compatíveis;
- viii) A flexibilidade e adaptabilidade do sistema é essencial, visto que cada país sempre terá suas próprias necessidades de classificação. Todos os CICS apresentam deficiências e limitações, principalmente com relação à regionalização, sejam dos sistemas construtivos ou espaços contruídos;
- ix) CICS mais complexos têm maior amplitude de aplicação futura e de desenvolvimento. Porém o nível de complexidade deve sempre ser avaliado, de forma a não inviabilizar a interação e percepção humana do CICS;
- x) Cada CICS tem suas especificidades e, mesmo sistemas mais antigos, apresentam vantagens como uma maior consolidação no mercado, aceitação pelos profissionais e a disponibilidade de idioma;
- xi) A existência de documentação e de ferramentas de apoio à compreensão, implementação e utilização são também fatores importantes;
- xii) É também importante a disseminação atual dos CICS candidatos nas bibliotecas de objetos mais divulgadas;

- xiii) A estrutura e metodologia dos sistemas devem facilitar a troca de informação entre os diferentes sistemas, que devem estar em acordo com as normas internacionais, no caso a ISO 12006-2.
- xiv) A manutenção futura do CICS, incluindo, mas não limitada à sua expansão, atualização e manutenção são fatores a considerar, sendo importante a definição de uma metodologia clara, inclusive, definindo responsáveis e recursos;
- xv) No caso da adoção de um sistema proprietário, deve ser investigada a licença de utilização e adaptação, o dinamismo atual da(s) entidade(s) detentoras dos direitos na expansão, correção e melhoria e a sua recetividade a contributos externos.

Tendo em conta as razões apresentadas, e em particular a existência de licença abertas e a autorização para a sua tradução e adaptação (que aliás já foi iniciada por outros grupos de trabalho nacionais, e em particular o LNEC), grau de divulgação e implementação em bibliotecas de objetos, a escolha para o sistema base para o projeto SECClasS recai sobre o sistema Uniclass 2015, gerido pela NBS (<https://www.thenbs.com/>). Os próximos passos são, em primeiro lugar o estabelecimento de uma metodologia de adaptação e tradução do sistema à língua e realidade portuguesa. Em segundo lugar estabelecer a forma de incluir a componente de sustentabilidade. Finalmente, é da maior importância o envolvimento do meio técnico e a recolha e incorporação do seu feedback.

Finalmente, os sistemas classificação e em especial a designação de referências (RDS) baseados na ISO 81346, vêm alterar de forma significativa os códigos das tabelas, facilitando a leitura destes por máquinas e humanos e criar códigos inequívocos, sem repetições particularmente adaptados à operação dos edifícios e integração entre e intra-sistemas. Contudo, esta filosofia, que se pode considerar mais avançada, está no entanto ainda longe da prática do meio técnico nacional e europeu, sendo ainda difícil a sua implementação no meio técnico, continuando sob a vigilância ativa deste grupo de trabalho.

Referências bibliográficas

- Agência Checa para a Normalização, 2018. **Pesquisa e Comparação dos Sistemas de Classificação dos Elementos de Construção no Contexto do Building Information Modeling (BIM) – Análise de sistemas de classificação selecionados para efeitos da Norma de Dados Checa.** Universidade Técnica Checa em Praga, Faculdade de Engenharia Civil, Praga, República Checa.
- Akanbi, L. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Ajayi, A. O., Delgado, M. D., Bilal, M. e Bello, S. A., 2018. **Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator.** Resources, Conservation and Recycling, 129, 175-186. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.026>
- Arup, 2016. **The Circular Economy in Built Environment.** Londres. Disponível em www.arup.com/perspectives/publications
- Ashby, M. F. 2009. **Materials and the Environment Eco-Informed Material Choice.** Canada: Elsevier.
- Benachio, G. L. e Tavares F. 2020) **Circular economy in the construction industry: A systematic literature review.** Journal of Cleaner Production, 260. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>
- Beurskens, P., & Bakx, M. (2015). **Built-to-rebuild, the development of a framework for buildings according to the circular economy concept, which will be specified for the design of circular facades.** Eindhoven University of Technology.
- Bocken, N., Short, S. P. e Rana, S. E., 2016. **Product design and business model strategies for a circular economy.** Journal of Industrial and Production Engineering, 30:5, 308-320. doi:10.1080/21681015.2016.1172124
- Boulding, K. E. 1966. **The economics of the coming spaceship Earth.** Baltimore: Resources for the future/John Hopkins University Press.
- Blaslev, Henrik, 2010. **DS Handbook 166:2010 – A Guide to Reference – Preparation of TAG Numbers, Letters Codes, and interfaces between Systems.** Danish Standards Foundation, Charlottenlund, Dinamarca. **and interfaces between Systems.** Danish Standards Foundation, Charlottenlund, Dinamarca.
- Blaslev, Henrik, 2016. **The Reference Designation System (RDS) - A Common Naming Convention for Systems and Their Elements.** 26th Annual INCOSE International Symposium (IS 2016) Edinburgh, Escócia. CSI, 2006.
- Braungart, M., & McDonough, W. (2002). **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things.** Emmaus, PA, Estados Unidos: Rodale Press.
- Brown, M., Haselsteiner, E., Apró, D., Kopeva, D., Luca, E., Pulkkinen, K.-L., & Rizvanolli, B. V. ,2018, **Sustainability Restorative to Regenerative An exploration in progressing a paradigm shift in built**

environment thinking, from sustainability to restorative sustainability and on to regenerative sustainability. REthinking Sustainability TOwards a Regenerative Economy.

CSI, 2006. ***OmniClass: Introduction and User's Guide.***, p.29. Disponível em: http://www.omniclass.org/tables/OmniClass_Main_Intro_2006-03-28.pdf.

CSI Website, 2020. ***OmniClass.*** Disponível em: <https://www.csiresources.org/standards/omniclass> [Acedido a 19 de março de 2021].

Comissão Europeia, 2020. **Novo Plano de Ação para a Economia Circular.** Disponível em: <https://ec.europa.eu/>.

Conover, D. et al., 2009. ***An Introduction to Building Information Modeling (BIM)***, Georgia, Estados Unidos da América.

Charef, R., & Emmitt, S. 2021. ***Uses of building information modelling for overcoming barriers to a circular economy overcoming barriers to a circular economy.*** Journal of Cleaner Production, 20. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124854>

Cheshire, D. (2016). Building Revolutions APPLYING THE CIRCULAR ECONOMY. Newcastle: RIBA Publishing, part of RIBA Enterprises Ltd.

Delany, S., 2016. ***Classification - Technical Support*** - NBS BIM Toolkit. Disponível em: <https://toolkit.thenbs.com/articles/classification/>.

Dodd, 2021. ***Level(s) – A Common EU Framework of Core Sustainability Indicators for Office and Residential Buildings.*** Bruxelas, Bélgica.

Eastman, C. et al., 2008. ***BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*** nd. Nd, ed., New Jersey, United States of America.

Eckerberg, Klas, 2019. ***CoClass in 20 minutes.*** Apresentação da Swedish Building Services. Suécia.

EMF, 2013. **Towards the Circular Economy.** Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation.

Friborg, Gunnar, 2017. ***ICIS PROJECT #3 - Classification, Identification and BIM.*** ICIS – International Construction Information Society, Zurique, Suíça.

Friborg, Gunnar, 2019. ***CCS Status – ISO/IEC 81346 background and Benefits.*** Molio Construction Information Centre. Dinamarca.

Friborg, Gunnar, 2019. ***CoClass International (CCI) – Based on CCS and CoClass Core.*** Molio Construction Information Centre. Dinamarca.

Garner, A., & Keoleian, G. A., 1995. Industrial Ecology: **An Introduction. Pollution Prevention and Industrial Ecology.** National Pollution Prevention Center for Higher Education.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. ,2017. **The Circular Economy – A new sustainability paradigm?** Journal of Cleaner Production, 142(1), 757-768. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Geraedts, R., Remøy, H., Hermans, M., & Rijn, E. 2014). **Adaptive Capacity of Buildings: A determination method to promote flexible and sustainable construction.** International Union of Architects World Congress. Delft University of Technology Durban SA: Architecture and The Built Environment. Obtido de <http://resolver.tudelft.nl/uuid:3c57e976-5af4-4e05-a66d-723604ded852>

ISO, 2015. **ISO 12006-2:2015 – Building construction - Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification.** Disponível em: <http://visnormas.lnec.pt/php/menu.php.html> [Acedido a 08 de março de 2021].

ISO, 2018. **ISO 81346-12:2018 – Industrial Systems, installations and Equipment and Industrial Products – Structuring Principles ad References Designations – Part 12: Construction Works and Buildings Services.** Disponível em: <http://visnormas.lnec.pt/php/menu.php.html> [Acedido a 12 de março de 2021].

ISO/IEC, 2009. **ISO/IEC 81346-1:2009 – Industrial Systems, installations and Equipment and Industrial Products – Structuring Principles ad References Designations – Part 1: Basic Rules.** Disponível em: <http://visnormas.lnec.pt/php/menu.php.html> [Acedido a 12 de março de 2021].

ISO/IEC, 2019. **ISO/IEC 81346-2:2019 – Industrial Systems, installations and Equipment and Industrial Products – Structuring Principles ad References Designations – Part 1: Classification of Objects and Codes for Classes.** Disponível em: <http://visnormas.lnec.pt/php/menu.php.html> [Acedido a 12 de março de 2021].

ISO/TS, 2015. **ISO/IEC 81346-10:2015 – Industrial Systems, installations and Equipment and Industrial Products – Structuring Principles ad References Designations – Part 1: Power Plants.** Disponível em: <http://visnormas.lnec.pt/php/menu.php.html> [Acedido a 12 de março de 2021].

Jackson, Phil, 2019. **Nordic Study of Classification System Needs for Infrastructure & Transportation – Practical Requirements for Classification of Information in Digital Engineering & BIM.** Países Nórdicos.Kruglianskas, Isak. **A Economia Circular no contexto europeu: Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos.** Artigo para o Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Kymmell, W., 2008. **Building Information Modeling- Planning and Managing Constrcution Project with 4D CAD simulations,** Disponível em: http://www.americanbanker.com/issues/179_124/which-city-is-the-next-big-fintech-hub-new-york-stakes-its-claim-1068345-1.html %5Cn<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15003161%5Cnhttp://cid.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/cid/cir991%5Cnhttp://www.scielo.cl/pd>.

Lima, Rodrigo T., 2019. **Sistemas de Classificação da Informação da Construção – Comparação entre as realidades portuguesa e brasileira.** Relatório do Projeto P2I, LNEC, Lisboa, Portugal.

LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P., 2019. Economia Circular – Informação de apoio às Empresas. Lisboa, Portugal.

Marques, Francisco Falcão T.S., 2018. **A Economia Circular em Lisboa e Vale do Tejo.** Relatório de Estágio no Mestrado em Gestão do Território, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Martins, Bruno F.B, 2018. **Utilização de BIM e Métodos de Sustentabilidade em Elementos na Construção.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Mendes, Ana Beatriz P., 2019. **A Economia Circular no desenvolvimento da Região do Algarve – Uma proposta de indicadores.** Relatório de Estágio no Mestrado em Ordenamento do Território e Urbanismo, IST, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Molio Construction Information Centre, 2021. **CCS - Cuneco Classification System Website.** Disponível em: <https://molio.dk/produkter/digitale-vaerktojer/gratis-vaerktojer/ccs-cuneco-classification-system>.

Molio Construction Information Centre, 2021. **CCS Navegate.** Disponível em: <https://ccs.bips.dk>

Monteiro, Miguel D., 1998. **Classificação da Informação na Indústria da Construção - Perspectivas e Percursos.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, FEUP, Porto, Portugal.

Nunes, H. M., 2016. **Sistema de Classificação de Informação da Construção – Proposta de metodologia orientada para objetos BIM.** Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, FCT, Lisboa, Portugal.

Pereira, Ricardo M.S., 2013. **Sistemas de classificação na construção. Síntese comparada de métodos.** Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Poêjo, Teresa M.M., 2017. **Contributos para um Sistema de Classificação de Informação da Construção Nacional, em conformidade com a Norma ISO 12006.** Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, FCT, Lisboa, Portugal.

Rodrigues, Gonçalo G., 2018. **A Economia Circular no Ordenamento do Território Ensaio de Análise Matricial ao Território da RLVT.** Relatório de Estágio de Mestrado em Urbanismo Sustentável e Ordenamento do Território, FCT, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Saar, Jaan, 2019. **CCI International – Presentation of Estonia Government Agenda.** Ministry of Economic Affairs and Comunications. Estónia.

Sinkevicius, Virginius, 2020. **Level(s) – The European Framework for Sustainable Buildings.** Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/levels_en

- Stahel, W. R. (2006). ***The Performance Economy*** (2 ed.). Londres: Palgrave Macmillan.
- Stahel, W. R., & Reday-Mulvey. (1977). **The Potential for Substituting Manpower for Energy**: Final Report 30 July 1977 for the Commission of the European Communities. Battelle, Geneva Research Centre,.
- Svensk Byggtjänst (Swedish Building Centre), 2021. **CoClass Website**. Disponível em: <https://coclass/byggtjanst.se/>.
- The NBS Website, 2020. **What is Uniclass 2015**. Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-uniclass-2015> [Acedido a 17 de março de 2021].
- Wiggett, D., 2012. ***The National BIM Library***, Apresentação, nd.
- Thelen, D., Acoleyen, M. v., Huirman, W., (Arcadis), T. T., Brunschot, C. v., (WBCSD), B. E., & Economy, B. K. (2018). SCALING THE CIRCULAR BUILT ENVIRONMENT pathways for business and government. Amsterdam: Circle Economy; World Business Council for Sustainable Development.
- Hutton, J., Adams, K., Hobbs, G., Cari, I., Bricout, J., Ollerenshaw, C., & Oberhuber, J. S. (Abril 2016). **Circularity in the Built Environment : Case Studies A Compilation Of Case Studies From The CE100**.
- Leisingab, E., Quista, J., & Bocken, N. 2018. **Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool**. Journal of Cleaner Production, 176, 976-989. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.010>
- Lyle T.J. 1994, **Regenerative Design for Sustainable Development Winner, 1994 Merit Award for Communications**, American Society of Landscape Architects

