

# Rumo à definição de 'Product Data Templates' nacionais para aplicação generalizada em contexto BIM: Esforços da CT197

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.21>

Mohamad El Sibaii<sup>1</sup>, José Granja<sup>1</sup>, Renan Rocha Ribeiro<sup>1</sup>,  
Pedro Meda<sup>2</sup>, Ricardo Resende<sup>4</sup>, João dos Santos<sup>5</sup>,  
Pedro Lucas Martins<sup>6</sup>, António Aguiar Costa<sup>6,7</sup>,  
João Poças Martins<sup>3</sup>, Miguel Azena<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Minho, Guimarães, 0000-0002-0810-9241 (MS), 0000-0002-0858-4990 (JG), 0000-0002-7699-3171 (RRR), 0000-0003-1374-9427 (MA)

<sup>2</sup> Construct/Gequaltec – Instituto da Construção, FEUP, 0000-0003-4380-5530 (PM)

<sup>3</sup> Construct/Gequaltec – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 0000-0001-9878-3792 (JPM)

<sup>4</sup> Iscte – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 0000-0002-2155-5625

<sup>5</sup> ACADBIM, Aveiro

<sup>6</sup> BUILT Colab, Collaborative Laboratory for the Digital Built Environment, Rua de Álvares Cabral 306, 4050-041 Porto, 0000-0002-5123-4451 (AAC)

<sup>7</sup> CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001, Lisboa

## Resumo

A normalização é um dos elementos mais importantes para a implementação dos processos BIM. De facto, trata-se de fator primordial para colaboração eficaz entre os intervenientes da indústria AECO. Um dos importantes vértices a ter em conta na normalização diz respeito à definição da informação alfanumérica relevante, bem como a sua respetiva nomenclatura. Este tipo de definições corresponde a estruturas normalizadas de dados para produtos de construção, designados na língua inglesa por: 'Product Data Template' (PDT). Apesar de já existirem algumas iniciativas a nível internacional para definição de PDTs, trata-se de um processo ainda em fase de maturação a nível mundial, mas que reconhecidamente carece de definições específicas ao contexto de cada país (conforme determinado na ISO 23386:2020, por exemplo). No contexto da CT197 (comissão de normalização nacional BIM, sob alçada do Instituto Português da Qualidade) e de projetos de investigação em curso (p.ex. SECCLasS, REV@Construction, e GrowingCircle), a equipa do presente artigo está a encetar esforços comuns rumo ao estabelecimento de PDT's a nível nacional. O presente artigo descreve esses esforços, com enfoque particular na perspetiva de mobilização da indústria. Os trabalhos a encetar envolvem a auscultação direta a vários intervenientes na cadeia de valor para formulação/validação de PDTs, mas também terão em conta várias outras fontes/fatores como os requisitos de interoperabilidade 'Industry Foundation Classes' (IFC) e outras iniciativas de normalização e regulamentação a nível nacional e europeu.

**Palavras-chave:** 'Product Data Templates', 'Building Information Modelling', Normalização, Interoperabilidade, Indústria AECO

## 1. Introdução

De uma forma geral, a indústria da construção tem vindo a aumentar a digitalização dos seus processos, particularmente através da adoção de metodologias BIM. A criação de modelos digitais é possível através da utilização de classes/instâncias de objetos BIM, que são representações digitais de produtos, sistemas ou elementos de construção. A qualidade dos objetos BIM e propriedades a estes associada tem impacto na viabilidade do uso da informação e da sua partilha pelos vários atores ao longo das diferentes fases do processo construtivo [1]–[3]. Objetos BIM competentes deverão incluir informação abrangente que represente o desempenho real do produto, parâmetros de sustentabilidade, de manutenção, geometria, entre outras informações [4], [5].

A legislação de enquadramento do comércio de produtos de construção no espaço Europeu é o Regulamento Produtos de Construção (CPR). Esta Directiva preconiza a existência de Declarações de Desempenho (DoP) que, função da família de produtos, se encontram caracterizadas em normas europeias harmonizadas, decorrendo a aposição da marcação CE. Em alinhamento com as diretrizes de digitalização do setor, a digitalização das DoP encontra-se em curso, dando origem à marcação '*Smart CE*'. Esta irá promover a digitalização das propriedades de desempenho dos produtos promovendo a troca digital de informação [6].

Nos últimos anos, têm sido emitidas normas e/ou diretrizes para apoiar as definições a aplicar à informação ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos. A título exemplificativo, refere-se a atividade da CEN/TC442, que emitiu a EN17412-1 no final de 2020 sobre o Nível de Informação Necessário, e que aceitou a adoção da série ISO19650 no espaço CEN. Contudo, estas normas são inerentemente genéricas, não fornecendo informação específica para padronizar dados alfanuméricos para materiais/produtos de construção, e por isso não são diretamente aplicáveis aos processos do dia-a-dia na indústria.

Os dados dos produtos de construção precisam de incluir diferentes tipos de informação definidos por diferentes intervenientes em diferentes fases do ciclo de vida de um empreendimento. A definição dos dados apropriados no formato correto nos objetos BIM destes produtos tem sido particularmente desafiante. De facto, os objetos BIM deverão garantir várias condições de qualidade de informação/nomenclatura que facilitem a interoperabilidade IFC, além de estar em conformidade com as normas/guias de objetos BIM existentes [7], [8], tendo em conta a informação necessária para uma fase específica do projeto [1], [5], [9]. Os Modelos de Dados do Produto (PDTs) contribuem de forma fulcral para a solução dos desafios mencionados [10].

Tendo em conta a ausência de iniciativas portuguesas rumo à criação e normalização de PDTs, os primeiros esforços nessa direção estão a ser iniciados no âmbito da CT197 e do seu grupo de trabalho "Objetos", e particularmente com o apoio dos projetos de investigação em curso SECClasS, REV@Construction e GrowingCircle. Neste artigo apresenta-se o contexto das ações desenvolvidas para a criação de PDTs

para a indústria portuguesa, em alinhamento com a mais recente normalização europeia, que inclui a preparação para consulta direta às partes interessadas na cadeia de valor. De facto, só com consensos alargados se poderá garantir o interesse dos atores relevantes, que possam passar a considerar o respeito pelos PDT's como um importante requisito para a adequada gestão da informação.

## 2. PDTs e iniciativas existentes

### 2.1. Definição de PDT

A norma EN ISO 23387 define '*Data Templates*' como sendo estruturas normalizadas e interoperáveis de dados utilizadas para descrever as características dos produtos, sistemas e objectos de construção. Os '*Data Templates*' suportam os dados dos objectos/produtos de construção assegurando a troca de informações, inteligíveis por máquinas, entre todas as partes envolvidas ao longo do ciclo de vida. Antes da existência na norma EN ISO 23387 que estipulou o conceito '*Data Templates*' com a referida abrangência, utilizava-se correntemente o termo '*Product Data Templates*' (PDT) para definir estas estruturas de dados aplicáveis aos produtos de construção. Será esse o termo utilizado neste artigo. Os PDTs tornam-se '*Product Data Sheets*' (PDS) ou Fichas Técnicas (digitais) de Produto uma vez preenchidos com informação sobre um produto específico abrangido pelo PDT (ver exemplo na Tabela 1) [11].

Template Category	Luminaire			
Category Description	A lighting unit consisting of one or more electric lamps. This data is relevant to a particular Luminaire/Lamp/Louvre combination			
Information Category	Parameter Name	Value	Units	Notes
Manufacturer Data				
Specifications	Manufacturer		Text	
Specifications	Manufacturer Website		URL	
Specifications	Product Range		Text	
Specifications	Product Model Number		Text	or code
Specifications	CE Approval		Text	number, yes, no
Specifications	Product Literature		URL	
Specifications	Features		Text	Free text
Application Data				
Specifications	Luminaire Type		Text	e.g. Uplight,..
Specifications	Intended Market		Text	e.g. Residential...
Specifications	Application Environment		Text	e.g. Internal ...
Specifications	Maximum Operating Temperature		Deg C	
Specifications	Minimum Operating Temperature		Deg C	
Specifications	Emergency		Y/N	

**Tabela 1**

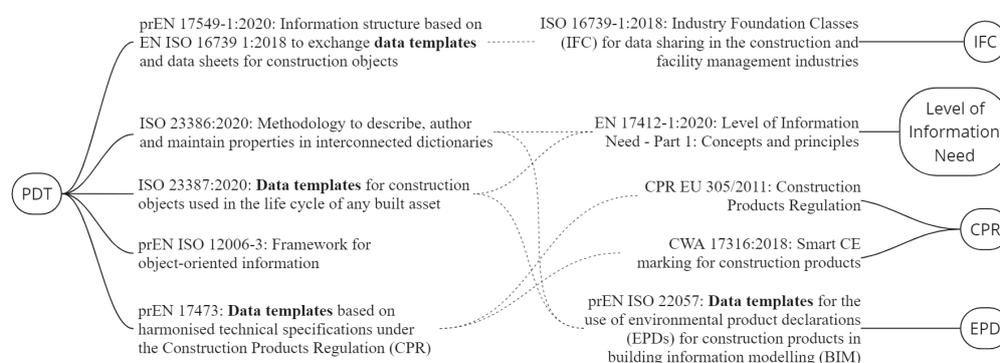
Parte de um modelo de dados de produto para uma luminária – Fonte: CIBSE [12].

Os dados relacionados com os produtos em construção provêm de uma variedade de fontes que se relacionam com diferentes intervenientes na indústria. Os intervenientes interessados num determinado produto, e a informação exigida, variam em

função da fase em que o produto é utilizado. Na fase de concepção, os dados sobre especificação, geometria, desempenho, e mesmo sustentabilidade podem ser utilizados pelos projetistas para tomarem decisões. Na fase de construção e utilização, os dados relativos ao fabricante, operação e manutenção, e desempenho podem ser utilizados pela empresa de construção e pela equipa de gestão de ativos. Durante a fase de desmontagem ou demolição, a maioria destes dados pode ser útil especialmente se o produto se destinar a ser reutilizado [13]. Naturalmente, as fontes de informação para estruturar um PDT podem ser muito diversas e variar de acordo com o produto. Algumas fontes são relativamente transversais e podem ser listadas aqui como exemplos: Declaração de Desempenho (DoP), Declaração Ambiental de Produto (EPD), conjuntos de propriedades de IFC, COBie, e ETIM, 'European Master Data', e outros requisitos específicos da indústria, como certificações de sustentabilidade (por exemplo, LEED/BREEAM/WELL/LEVEL(s)).

## 2.2. Um intrincado conjunto de regulamentos para os PDTs

A CEN/TC442 adotou recentemente duas importantes normas ISO como normas EN no contexto dos PDT: EN ISO 23386 'Building information modelling and other digital processes used in construction – Methodology to describe, author and maintain properties in interconnected data dictionaries' e EN ISO 23387 'Building information modelling (BIM) – Data templates for construction objects used in the life cycle of any built asset – Concepts and principles'. No contexto da CEN, há também mais documentos/normas em desenvolvimento no que diz respeito aos PDTs (ver resumo gráfico na Figura 1).



**Figura 1**  
Normas relacionadas com PDT.

No ambiente digital construído, grupos de diferentes países criaram dicionários de dados especializados para as suas necessidades, com base nos seus padrões e cultura. É importante assegurar que estes dicionários de dados possam ser interoperáveis em ferramentas e aplicações BIM. Seguindo as directrizes da ISO 23386, os elementos dos dicionários de dados precisam de ser descritos pelos mesmos atributos. Se isto for acordado e feito por todos os fornecedores de dicionários de dados, torna-se possível mapear propriedades entre dicionários. Isto pode levar à reutilização e à harmonização de propriedades em todos os dicionários de dados. Além disso, permite às aplicações BIM utilizar múltiplos dicionários de dados de forma consistente. Por outro lado, a norma EN ISO 23387 estabelece os princípios e a estrutura dos modelos

de dados para objetos de construção. Esta norma foi desenvolvida para apoiar os processos digitais através do estabelecimento de estruturas de dados padrão para trocar informações em formatos legíveis por máquina. Também fornece as regras de ligação entre modelos de dados, classes IFC, e sistemas de classificação baseados na norma ISO 12006-3:2007 '*Building construction – Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object-oriented information*'. As normas prEN 17473 '*Building information modelling (BIM) - Data templates for construction objects used in the life cycle of any built asset - Data templates based on harmonised technical specifications under the Construction Products Regulation (CPR)*' e ISO/DIS 22057 '*Sustainability in buildings and civil engineering works - Data templates for the use of environmental product declarations (EPDs) for construction products in building information modelling (BIM)*' asseguram um método padronizado de utilização de dados importantes dos EPDs e das DoPs em modelos de dados. As questões de interoperabilidade relacionadas com a partilha de modelos de dados utilizando o IFC são abordadas na prEN 17549 '*Building Information Modelling (BIM) - Information structure based on EN ISO 16739-1:2018 to exchange data templates and data sheets for construction objects - Part 1: Data templates and configured construction objects*'. Finalmente, a norma EN 17412-1 '*Building Information Modelling - Level of Information Need - Part 1: Concepts and principles*', que define o conceito de Nível de Informação Necessário, estipula como as definições de dados neste contexto podem ser ligadas aos PDTs definidos de acordo com as normas ISO 23387 e ISO 23386.

### 2.3. PDTs na bibliografia e outras iniciativas

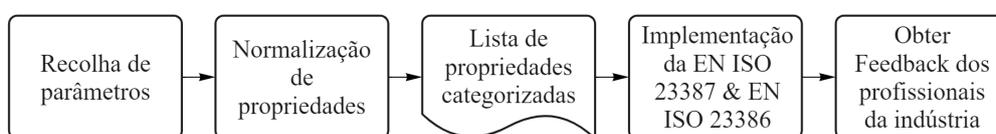
Existem alguns trabalhos na bibliografia sobre normalização de PDTs [1], [5], [14]–[16], no entanto não se focam nos processos de criação de PDTs nem disponibilizam conjuntos alargados de PDTs para uso generalizado [9], [17]–[19]. Apesar das evoluções reportadas, existe ainda pouco trabalho dedicado ao enquadramento normativo mais recente, que conta com documentos tão recentes como 2020 no caso da EN ISO 23386. Além disso, a própria EN ISO 23387 encontra-se atualmente em revisão. Neste quadro, é ainda difícil para a indústria ter fontes de definição de PDTs que estejam a ser utilizadas de forma alargada. É, portanto, ainda usual observar grande dispersão na quantidade/qualidade de informação presente nos objetos dos modelos BIM.

Em alinhamento com as disposições da EN ISO 23386, a criação de PDTs é um processo que deve ser encetado à escala nacional, dadas as especificidades inerentes ao mercado de construção de cada país. Assim sendo, verifica-se claramente uma evolução a diferentes velocidades mediante o grau de envolvimento de cada caso concreto. Existem várias iniciativas que produziram PDTs abertos, como o CIBSE e o NBS no Reino Unido. Contudo, a estrutura do PDT nestas iniciativas não é a mesma, sendo que cada uma segue um formato próprio. Por outro lado, existem atualmente algumas iniciativas comerciais que estão a trabalhar no desenvolvimento de PDTs que aderem às normas mais recentes, tais como a CoBuilder, que é uma iniciativa internacional do sector privado, a LEXiCON, e a comissão SN/K 374 na Noruega. Embora algumas destas iniciativas aleguem aderir às últimas normas publicadas sobre PDTs, até agora nenhuma publicou PDTs abertamente.

### 3. A metodologia EN ISO 23386 e 23387 para implementação de PDTs

O primeiro passo na criação de um PDT é a recolha de parâmetros (ver Figura 2). Os parâmetros podem ser recolhidos de várias fontes, e portanto devem ser comparados uns contra os outros numa única matriz para garantir que os parâmetros são únicos. Os parâmetros em diferentes fontes podem ter nomenclatura diferente, mas o mesmo significado. Consequentemente, a etapa de comparação e normalização elimina a redundância e a repetição. Uma vez decidida uma lista final de parâmetros, esta é organizada em categorias, como por exemplo: dados geométricos, de desempenho, de sustentabilidade, etc.

**Figura 2**  
Metodologia de criação do PDT.



Após a definição e organização das propriedades, é utilizada a estrutura predefinida dos PDT na EN ISO 23387, onde cada propriedade é ligada a um documento de referência, e são definidos o seu tipo de dados, unidade, e valor (ver Tabela 3). Em seguida, a EN ISO 23386 fornece um conjunto predefinido de atributos para propriedades e grupos de propriedades, e estes atributos devem ser ligados às propriedades no PDT criado (ver Tabela 2).

Finalmente, uma vez publicado um PDT, é importante estabelecer uma linha aberta para análise e comentário por parte de profissionais da indústria com conhecimentos em produtos de construção específicos e na sua utilização. A informação obtida junto destes profissionais ajudará a melhorar o conteúdo dos PDT, e a manter os seus dados actualizados.

**Tabela 2**  
Parte dos atributos pré-definidos para Propriedades e Grupos de Propriedades na EN ISO 23386.

List of attributes from EN ISO 23386			
Globally unique identifier	Status	Date of Creation	Date of Activation
Date of last change	Date of revision	Date of Version	Date of deactivation
Version number	Revision number	Subdivision of use	List of Replacing properties
Depreciation explanation	Names in language N	Creator's language	List of replaced properties
Definition in Language N	Visual Representation	Country of use	Relation of the property identifiers in the interconnected data dictionaries

## 4. Os desenvolvimentos iniciais de implementação em Portugal

### 4.1. O exemplo do PDT para uma porta

Nesta secção ilustra-se o processo de criação de um PDT através de um exemplo aplicado a 'portas'. Seguindo a metodologia explanada na secção 3, o primeiro passo foi a recolha de todos os parâmetros relacionados com um elemento de porta a partir das fontes de dados mencionadas anteriormente. Assim, foram recolhidos dados de DoPs, EPDs, NBS PDTs, conjuntos de propriedades IFC, conjuntos de propriedades COBie, sistema de classificação ETIM e gerador de propriedades Natspec. A Tabela 3 mostra uma parte das propriedades essenciais da DoP de portas. Estas propriedades também existem em diferentes fontes, mas têm uma nomenclatura diferente. A lista de parâmetros criada no final do processo deu prioridade à nomenclatura dos conjuntos de propriedades IFC, de modo a assegurar que a interoperabilidade através da partilha de 'propertysets' IFC seja contabilizada no futuro. Além disso, a lista final das propriedades foi escrita utilizando PascalCase, cumprindo os requisitos das normas de objetos BIM. Assim, ao adicionar estas propriedades nos PDTs, as regras de nomenclatura dos padrões de objetos BIM devem ser observadas [7], [8]. A tradução para Português está em curso.

DoP	NBS PDT	IFC	COBie	Natspec	ETIM
Watertightness	Watertightness-Performance	WaterTightness-Rating			
DangerousSubstances					
ResistanceToWindLoad	ResistanceTo-WindLoad	WindLoadRating		WindLoad-Rating	
ImpactResistance	MechanicalStrengthRequirements	MechanicalLoad-Rating			
Height	NominalHeight	Height	Nominal-Height	Height	DoorFrame-Height
AcousticPerformance	Acoustic-Performance	AcousticRating		Acoustic-Rating	Noise-Attenuation
ThermalTransmittance		Thermal-Transmittance		Thermal-Transmittance	Thermal-TransmittanceValue
RadiationProperties				Radiation-Protection	
AirPermeability	AirPermeability	Infiltration		Infiltration	

**Tabela 3**

Parte da matriz de parâmetros para comparar e normalizar as propriedades.

O passo seguinte foi a implementação da norma ISO 23387, como mostra a Tabela 4, onde cada propriedade é definida através de uma ligação a uma norma na propriedade "Documento de referência", e a sua quantidade, unidade e valor do tipo enumerado são também definidos. Os resultados são mostrados como uma tabela, contudo, é importante mencionar que a implementação também é feita numa base de dados relacional MySQL, o que facilita a consulta, agrupamento e ligação de dados. Uma vez emitido um documento oficial do PDT, a implementação da ISO 23386

deve ser posta em prática para assegurar que o PDT é mantido e gerido de acordo com a recomendação da norma.

**Tabela 4**

Parte dos dados da implementação da norma ISO 23387 para o modelo de dados da porta.

Construction object	Reference document	Data template	Reference document	Group of Properties	Reference document	Property	Reference document	Quantity	Unit	Enumerated type value
Door		Door Data Template	EN14351-1:2006+A2:2016	Performance data	EN14351-1:2006+A2:2016	Water-Tightness-Rating	EN 1027	Nominal	Unitless	Class 3
						Dangerous-Substances	EN14351-1:2006+A2:2016	Nominal	Unitless	None
						WindLoad-Rating	EN 12210	Nominal	Unitless	Class 5
						Mechanical-Load-Rating	EN 12400	Nominal	Unitless	Class 2
						Acoustic-Rating	EN ISO 140-3 & EN ISO 717-1	Nominal	Unitless	0.5
						Thermal-Transmittance	EN ISO 10077-1	Nominal	Unitless	3.7
						Radiation-Properties	EN 13363-1	Nominal	Unitless	
						Infiltration	EN 1026	Nominal	Unitless	Class 3
						FireRating	EN 13501-1	Nominal	Unitless	CF520/240 min
						SmokeStop	EN 13501-1	Nominal	Unitless	S200

#### 4.2. A plataforma de auscultação à indústria

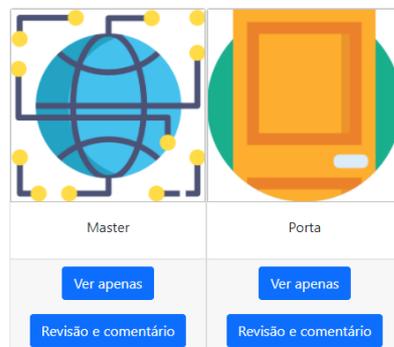
Uma vez concluída a criação do PDT, é importante envolver profissionais da indústria que tenham conhecimentos específicos sobre dados relacionados com portas (p.ex. fabricantes, projetistas, empreiteiros e gestores de instalações, entre outros) e obter os seus comentários e sugestões, numa auscultação prévia à abertura da consulta global ao público. Isto assegurará que o PDT contemple informação relevante e se revele como uma primeira iteração bem pensada, e portanto válida para apresentação à indústria em geral. Consequentemente, após a tradução do PDT para a língua portuguesa, o PDT será utilizado numa plataforma, desenvolvida pela equipa do presente artigo, baseada em navegador web, criada especificamente para obter comentários e consensos junto da indústria AECO em geral (ver Figura 3).



## Análise e comentário de PDT's

O objetivo deste questionário é apoiar o consenso da indústria rumo a PDT's uniformizados a nível nacional. A plataforma conterá cumulativamente cada vez mais PDT's, sempre mantendo um "Master" para as componentes transversais a todos os produtos. Na fase inicial, para além do "Master", existe também o PDT para "Porta".

Pode ser efetuada consulta rápida no botão "Ver apenas", ou efetuar revisão e comentários com a opção "Revisão e comentário".



**Figura 3**  
Plataforma de visualização e revisão de PDTs.

A plataforma criada terá uma página inicial que explica aos novos utilizadores o que são os PDT, e quais são os benefícios da sua utilização na indústria. Também dará à indústria, fabricantes, projetistas, e outros interessados, acesso aberto a todos os PDTs criados. Os profissionais da indústria que estejam interessados comentar um determinado PDT poderão fazê-lo após registo gratuito (ver Figura 4). A plataforma acolhe uma secção de comentários, que também promove a discussão e interação dos intervenientes da indústria sobre cada propriedade. É importante notar que a plataforma está ligada a uma base de dados MySQL que detém os PDTs criados, e por conseguinte os PDTs na plataforma são automaticamente actualizadas uma vez que quaisquer revisões sejam feitas na base de dados. É de notar que os desenvolvimentos terão em conta a exportação dos dados PDT em formatos padronizados como XML, e XLSX.

Dados gerais/ General data

---

**Descrição**  
Description

Descrição: Uma descrição do tipo de objecto para detalhar qualquer intenção de concepção. ex. Porta metálica única para acesso aos elevadores  
Description: A description of the type of object to detail any design intent. ex. Single metal door for access to risers

Sim  Não  Sem opinião

[0 Comments](#)

---

**Características**  
Features

Descrição: Outras características ou características importantes relevantes para a especificação do produto. ex. com uma janela com vidro duplo  
Description: Other important characteristics or features relevant to product specification. ex. with a window with double glass

Sim  Não  Sem opinião

[0 Comments](#)

---

**Material**  
Material

Descrição: Característica ou material primário do produto. ex. Aço  
Description: Characteristic or primary material of product. ex. Steel

Sim  Não  Sem opinião

[0 Comments](#)

**Figura 4**  
Página de inquérito dos PDTs na plataforma criada.

## 5. Conclusão

A indústria AECO está a avançar rapidamente para a adoção do BIM em todos os seus processos, incluindo fabrico, conceção, contratação, e gestão de instalações. A normalização dos dados dos produtos de construção tem um grande impacto na melhoria dos processos BIM, e os PDTs surgiram como uma solução nesse contexto. A adesão às mais recentes normas sobre criação de PDT assegura uma melhor interoperabilidade dos dados entre disciplinas e proporciona uma maior qualidade dos dados através da ligação a dicionários de dados em toda a indústria. O trabalho aqui apresentado fornece um exemplo de um modelo de dados de porta para ilustrar as metodologias de criação de PDT usando a EN ISO 23386 e 23387. A plataforma *online* criada será um guia e um destino para os intervenientes na indústria obterem acesso a PDTs abertos, e também rever os PDTs para melhorar o seu conteúdo para futuros utilizadores. Este trabalho sublinha a importância dos PDT e ajuda a iniciar sua adoção na indústria para garantir que os processos de PDT se mantenham em bom caminho no futuro.

## 6. Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Projeto 19\_Call#2\_SECClasS – Sustainability Enhanced Construction Classification System, financiado pelo EEA Grants Portugal e pelo projeto mobilizador REV@Construction; parcialmente financiado pela FCT/MCTES através de fundos nacionais (PIDDAC) no âmbito dos projetos UIDB/04466/2020 e UIDP/04466/2020 da Unidade de I&D ISTAR-IUL – Centro de Investigação em Ciências da Informação, Tecnologias e Arquitetura; no âmbito do projeto UIDB / 04029/2020 da unidade de I&D Instituto para a Sustentabilidade e Inovação em Engenharia Estrutural (ISISE); parcialmente financiado por: Financiamento Base - UIDB/04708/2020 da Unidade de Investigação CONSTRUCT - Instituto de I&D em Estruturas e Construções – financiada por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC). e apoiado pelo Comité Técnico de Normalização CT197.

## 7. Referências

- [1] M. Cassano and M. L. Trani, “LOD Standardization for Construction Site Elements”, *Procedia Eng.*, vol. 196, no. June, pp. 1057-1064, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.08.062.
- [2] J. C. P. Cheng, W. Chen, K. Chen, and Q. Wang, “Data-driven predictive maintenance planning framework for MEP components based on BIM and IoT using machine learning algorithms”, *Autom. Constr.*, vol. 112, no. January, p. 103087, 2020, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103087.
- [3] L. Joblot, T. Paviot, D. Deneux, and S. Lamouri, “Literature review of Building Information Modeling (BIM) intended for the purpose of renovation projects”,

- IFAC-PapersOnLine*, vol. 50, no. 1, pp. 10518-10525, 2017, doi: 10.1016/j.ifa-col.2017.08.1298.
- [4] C. Mirarchi and A. Pavan, "Building information models are dirty", *Proc. 2019 Eur. Conf. Comput. Constr.*, vol. 1, no. July, pp. 131-140, 2019, doi: 10.35490/ec3.2019.180.
- [5] A. Pavan *et al.*, "BIMReL: A new BIM object library using Construction Product Regulation attributes (CPR 350/11; ZA annex)", *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 296, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/296/1/012052.
- [6] M. Daskalova, "Smart CE Marking and BIM Standardisation", 2018. <https://co-builder.com/en/smart-ce-marking-and-bim-standardisation/> (accessed May 12, 2021).
- [7] NBS, "NBS BIM Object Standard", 2019, [Online]. Available: <http://www.nationalbimlibrary.com/nbs-bim-object-standard>.
- [8] OBOS, "Open BIM Object standard", 2018, [Online]. Available: <https://bim.natspec.org/documents/open-bim-object-standard>.
- [9] S. Palos, A. Kiviniemi, and J. Kuusisto, "Future perspectives on product data management in building information modeling", *Constr. Innov.*, vol. 14, no. 1, pp. 52-68, 2014, doi: 10.1108/CI-12-2011-0080.
- [10] M. Pedro, D. Calvetti, E. Hjelseth, and S. Hipólito, "Incremental Digital Twin Conceptualisations Targeting Data-Driven Circular Construction", *Buildings*, vol. 11(11), p. 554, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/buildings11110554>.
- [11] P. Mêda, "Data Templates e Passaporte dos Materiais – Duas Faces da Mesma Moeda ou a Mesma Face da Moeda?", *Mater. Construção*, vol. January, pp. 46-47, 2022.
- [12] CIBSE, "CIBSE – Product Data Templates", 2021. <https://www.cibse.org/knowledge/bim-building-information-modelling/product-data-templates> (accessed Mar. 15, 2021).
- [13] P. Mêda, E. Hjelseth, D. Calvetti, and H. Sousa, "Enabling circular construction information flows using data templates – conceptual frameworks based on waste audit action", in *2021 European Conference on Computing in Construction*, Jul. 2021, pp. 398-405, doi: 10.35490/EC3.2021.208.
- [14] B. Succar and E. Poirier, "Lifecycle information transformation and exchange for delivering and managing digital and physical assets", *Autom. Constr.*, vol. 112, no. January, p. 103090, 2020, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103090.

- [15] R. Kebede, A. Moscati, and P. Johansson, "Semantic web for information exchange between the building and manufacturing industries: a literature review", pp. 248-265, 2020.
- [16] M. N. Lucky, D. Pasini, and S. Lupica Spagnolo, "Product Data Management for Sustainability: An Interoperable Approach for Sharing Product Data Management for Sustainability: An Interoperable Approach for Sharing Product Data in a BIM Environment. IOP Conf Ser Earth", *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 296, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/296/1/012053.
- [17] M. Hooper, *BIM Anatomy II: Standardization needs & support systems*. 2015.
- [18] K. Duddy, S. Beazley, R. Drogemuller, and J. Kiegeland, "a Platform-Independent Product Library for Bim", *30th CIB W78 Int. Conf.*, pp. 389-399, 2013.
- [19] S. Theißen *et al.*, "Using open BIM and IFC to enable a comprehensive consideration of building services within a whole-building LCA", *Sustain.*, vol. 12, no. 14, p. 5644, Jul. 2020, doi: 10.3390/su12145644.