

Requisitos normativos da ISO 19650 para o CDE – Análise de conformidade

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.22>

**Déborah Paiva¹, Erivânia Kayelle Abreu²,
Luma Oliveira³, Marcelo Sporkens⁴, Sérgio Leal Ferreira⁵**

¹ Universidade de São Paulo, São Paulo, ID 0000-0003-4703-6820

² Universidade de Pernambuco, Recife, ID 0000-0003-1602-662X

³ Universidade de São Paulo, São Paulo, ID 0000-0003-2348-6835

⁴ Universidade de São Paulo, São Paulo, ID 0000-0002-1227-0986

⁵ Universidade de São Paulo, São Paulo, ID 0000-0003-2593-3424

Resumo

Atualmente, a construção civil tem grande demanda pelo gerenciamento eficaz dos dados provenientes da Modelagem de Informação da Construção (BIM - *Building Information Modelling*). O alinhamento dos processos de modelagem em conformidade com a norma ISO 19650, confere consistência e qualidade superior à informação. Com isso, o Ambiente Comum de Dados (CDE - *Common Data Environment*) tornou-se uma ferramenta essencial de compartilhamento e integração das informações do empreendimento durante todo o ciclo de vida do modelo da construção. Nesta pesquisa aplicada, foi realizada uma busca exploratória sobre o tema CDE analisando a importância da conformidade dos principais softwares comercializados no mercado brasileiro com os requisitos da norma ISO 19650 (2018). Para isso, foi utilizada uma metodologia em duas etapas, incluindo a revisão da literatura e a testagem dos recursos de uma amostra dos principais CDEs. A maioria dos *softwares* respondeu efetivamente ao fluxo automático de estado de validação, bem como tarefas da fase de entrega. Contudo, tarefas pertinentes à etapa de operação e manutenção, não tiveram atendimento majoritariamente.

1. Introdução

De acordo com a ISO 19650-1 (2018) [1], uma solução de Ambiente Comum de Dados (CDE – *Common Data Environment*) em um fluxo de trabalho colaborativo deve ser usada para gerenciar informações durante a gestão de ativos e a entrega de projetos. No CDE, deve haver a integração centralizada dos modelos de Modelagem de Informação da Construção (BIM – *Building Information Modelling*), possibilitando a coleta, o gerenciamento e a disseminação dos dados extraídos de cada elemento do Modelo de Informação do Projeto (PIM – *Project Information Model*) e do Modelo de Informação do Ativo (AIM – *Asset Information Model*) por meio de um processo gerenciado automaticamente [2].

Nos processos colaborativos da indústria da construção é crescente a atenção que o CDE vem recebendo devido aos novos métodos digitais. Com um olhar para o que a literatura traz, e mostrando a crescente preocupação com este tema, alguns autores conceituam as características do CDE como: fonte de informações, com colaboração entre os membros do projeto [2]; um repositório de informações centralizado e automatizado [3]; um espaço de projeto digital comum [4]; um gerenciamento eletrônico de documentos com centralização de dados no armazenamento que reduz o risco [5]; um gerenciador de projeto ao longo de todo o ciclo de vida do ativo [6]; uma permissão de troca eficaz de informações entre os membros da equipe que podem acessar apenas áreas e dados aos quais estão atribuídos [7]. Do ponto de vista do proprietário do ativo (investidor) [8], a implementação do projeto de um CDE possibilita a melhoria de suas funções de controle e do impacto final sobre a redução de custos e atrasos, aumentando sua qualidade. Por sua vez, apesar da percepção geral, o CDE não deve ser considerado apenas uma plataforma de armazenamento e troca de informações digitais [3].

Este artigo apresenta uma investigação sobre a conformidade dos principais softwares comercializados no mercado brasileiro com os requisitos da norma ISO 19650 (2018) [1], destacando que a normatização do processo de gerenciamento da informação [1] pode fornecer resultados comerciais benéficos para os proprietários/operadores dos ativos, clientes do projeto, sua cadeia de fornecedores, os envolvidos nos financiamentos de projetos, redução de riscos e de custos através da criação e uso do ativo e projeto dos modelos de informação.

2. Metodologia

O artigo utilizou, como suporte literário, a norma ISO 19650 (2018), de onde foram extraídos os termos de busca para os demais textos que delimitaram o problema. A estrutura foi dividida em duas etapas, sendo a primeira, guiada pelos termos de pesquisa como “*Building Information Modelling*”, “*Common Data Environment*”, “*collaborative environment*” e “*information management*”, tendo como cobertura a leitura direcionada para artigos científicos coletados nas bases Science Direct, Scopus e Web of Science. Vale ressaltar que, a partir das referências bibliográficas presentes nos

artigos encontrados, foram selecionados outros artigos relevantes, que não foram encontrados inicialmente quando os primeiros critérios de pesquisa foram aplicados. Contudo, a extração do conteúdo encontrado serviu para a disposição dos tópicos analisados na etapa final.

3. Características do CDE conforme a norma ISO 19650

3.1. Gerenciamento das informações

Os modelos de informações BIM de ativo e de projetos para a construção, vão sendo enriquecidos com dados conforme o seu desenvolvimento. Contudo, para que toda essa informação seja utilizada em outros processos, que fazem parte da cadeia produtiva da construção, é necessária a integração estruturada baseada em princípio comum a todos os envolvidos. Neste sentido, a norma internacional sugere o gerenciamento e integração normatizados de [1] modelos tridimensionais, programa de equipamentos, especificações técnicas, testes e certificados de garantia, conforme requisitados durante todo o ciclo de vida do ativo.

A norma ISO 19650, regula o gerenciamento eficaz de informações, permitindo a reutilização dos dados, entre as etapas de entrega, operação e manutenção do ativo da construção. Contudo, aspectos específicos para o gerenciamento do ativo e da organização, devem ser considerados conforme as normas 55000 e 9001, para o sucesso da modelagem. É recomendado também, que todos os envolvidos na contratação e contratados, trabalhem de forma colaborativa na implantação dos processos da norma.

É indicado pela norma ISO 19650, que a abordagem da informação da construção, seja vista sob três aspectos: especificação de requisitos, planejamento e entrega. Além disso, os entregáveis devem ser padronizados em documentos como plano de negócios, portfólio de revisão estratégica do ativo, análise do custo do ciclo de vida, briefing de projeto, AIM, PIM, documentação de produto, BEP ou “*BIM Execution Plan*”, matriz de responsabilidades, OIR – “*Organizational Information Requirements*” AIR – “*Asset Information Requirements*”. A colaboração do proprietário na definição de suas necessidades é essencial, para produção dos dois últimos documentos.

3.2. Modelos PIM e AIM

Os Conceitos de “Informação” e “Ativo” consideram que “Informação” é uma representação de dados de forma padronizada, adequada para transmissão, interpretação ou processamento, que pode ser realizado por uma pessoa ou automaticamente, e que um “Ativo” é item, coisa ou entidade, que tem valor potencial ou real para uma organização [6]. Logo, um CDE é utilizado para a hospedagem das informações provenientes dos ativos do modelo BIM para o suporte ao trabalho colaborativo.

A natureza semântica dos modelos BIM permite a ligação com o CDE e o gerenciamento automático das informações otimizado pela codificação de arquivos. Neste ambiente são hospedados dois tipos de modelo conforme a fase do empreendimento, seja ela de projeto ou operação e manutenção.

O Modelo de Informação do Projeto (PIM) apoia a fase de entrega do projeto que representa uma importante fonte de entrada do AIM. Durante a entrega do projeto, o PIM pode ser usado para detecção de conflitos, programação ou estimativa de custo. Um PIM geralmente fornece informações geométricas, localização de equipamentos e detalhes de sistemas instalados que são altamente relevantes para o AIM. [12].

Por sua vez, o AIM suporta os processos de gestão de ativos estratégicos e diários estabelecidos pela parte nomeada [1] e pode fornecer informações no início do processo de entrega do projeto. Por exemplo, o AIM pode conter registros de equipamentos, custos de manutenção cumulativos, registros de instalação e datas de manutenção, detalhes de propriedade e outros dados que a parte nomeada considere como valiosos e deseje gerenciar de forma sistemática.

3.3. Contêineres de Informação

Uma abordagem de trabalho colaborativo baseada em contêiner é apresentada na norma ISO 19650 (2018), devido ao alto grau de intervenção humana na gestão das informações e processos relacionados a um ativo [10]. Os contêineres de informação podem ser estruturados, representados por modelos geométricos, cronogramas e bancos de dados. Os contêineres de informações não estruturadas incluem documentação, vídeo clipes e gravações de som.

É muito importante também a classificação dos contêineres de informação de acordo com o status de utilização, trabalhos em curso, compartilhado ou publicado.

A norma 19650 (2018) [1] também orienta que todos os trabalhos colaborativos estruturados em contêineres sigam os seguintes princípios:

- As informações geradas pelos colaboradores devem ser verificadas;
- Os requisitos de informação devem estar claramente definidos e validados por todos os envolvidos, desde designers e operadores de ativos até o cliente ou contratante;
- Avaliação e validação das informações propostas;
- Fornecimento de ambiente comum de dados ou CDE com segurança e acesso a todos os envolvidos;
- Desenvolvimento de modelos de informação em tecnologias diferentes, porém em conformidade com o padrão pré-estabelecido;
- Proteção dos dados do modelo de informações.

3.4. A Ampliação do acesso às informações

O CDE será a base do trabalho colaborativo demandado pelo BIM. É neste ambiente que são hospedadas todas as informações geradas pelos vários envolvidos na modelagem de uma construção virtual. O CDE deverá ainda proporcionar acesso amplo aos envolvidos como orientado pela norma ISO 19650 (2018) [1] e deve ser adotado ao longo do ciclo de vida do ativo para permitir que as informações sejam acessadas por aqueles que requerem desempenho em suas funções.

Para Garyaeva [11], em seu artigo, a colaboração proporcionada pelo CDE é uma forma de interação entre todos os participantes do projeto, incluindo executores e clientes. O amplo acesso às informações é também mencionado por Stransky [11], relatando que não apenas as partes interessadas no projeto devem se beneficiar do uso de CDE, mas também parceiros externos, que ainda não fazem parte do processo, devem colaborar na sua utilização.

3.5. Conformidade da Colaboração e Gestão

A utilização da norma ISO 19650 (2018) garante o sucesso do manejo correto das informações da construção, orientando como deve ser a estruturação dos dados para o gerenciamento de troca, gravação, versionamento e organização entre todos os atores envolvidos nos ambientes de trabalho. A ISO 19650 (2018) [1] estabelece que sejam envolvidos na colaboração dentro do CDE o proprietário/operador do ativo, o cliente do projeto, o gerente de ativos, a equipe de design, a cadeia de abastecimento da construção, um fabricante de equipamentos, um especialista de sistema, um regulador e um usuário final.

Como o BIM enfatiza a colaboração entre muitas partes envolvidas com pontos de vista e interesses exógenos, o gerenciamento de projetos desempenha um papel significativo [1]. Uma clara definição de funções e responsabilidades permite um uso bem-sucedido de BIM tecnicamente realizado por um CDE e oferece suporte a um entendimento mútuo de funções e fluxos de trabalho. Assim, uma produção e gestão colaborativas das informações aumentam o benefício para todos os participantes. O valor e o uso das informações podem ser expandidos da fase de pré-planejamento para a gestão de ativos. Devido às múltiplas opções de estruturas de projeto, os processos de gerenciamento precisam ser independentes da rota de aquisição ou forma de contrato que é aplicada [1].

3.6. Codificação e gerenciamento pelo CDE

A convenção para a nomenclatura de arquivos pode ser entendida como uma tarefa fácil, porém que pode se tornar muito complexa, demorada e sujeita a erros, especialmente em um ambiente de projeto com várias equipes. Embora muitos softwares tenham uma forma de automatizar o nome dos arquivos com base na convenção de nomenclatura, normalmente o fazem por meio de uma aplicação externa ao software que manipula o arquivo por meio de programação executando a tarefa. [15] apud da

Silva, et al., 2017 menciona que estas aplicações externas normalmente são desenvolvidas para outros fins, como projeto e verificação estrutural, análise e simulação, análise de desempenho da construção, conversão de componentes do projeto, dentre outras.

De acordo com [15], a adoção de uma convenção de nomenclatura padronizada, consistente e compreensível torna-se importante à medida que mais informações são compartilhadas digitalmente, além de ser um passo importante para um trabalho totalmente colaborativo em BIM e no CDE com as diferentes partes interessadas envolvidas em um empreendimento. Adotando-se a convenção de nomenclatura, evita-se a perda de informações, uma das principais causas de atrasos e retrabalhos de projetos [15] apud Chenson, 2010. Agora integrada à ISO 19650 (2018), a nomenclatura de arquivos deve seguir o formato:

Nome/número do projeto – dois a seis caracteres, provenientes da EIR [15] apud Pittard e Sell, 2017, Originador – três a seis caracteres em letras e/ou números, Volume ou sistema – um ou dois caracteres, por exemplo 00, Níveis/Localização – dois caracteres, representando uma parte lógica ou seção da obra, Tipo de informação – M3 para modo 3D, DR para arquivo bidimensional, VS para arquivo de visualização, etc.

Função – informações sobre a função do criador dentro do projeto, sendo A para arquiteto, C para engenheiro civil, Q para qualidade/custos e K para o cliente, Número do arquivo - cinco caracteres numéricos sequenciais, por exemplo 00001.

Automatizar os processos de nomenclatura de arquivos proporciona oportunidades para aprimorar a precisão e a eficiência dos processos de gerenciamento de informações. Adicionalmente, um dos impactos da adoção da nomenclatura automatizada dos arquivos no CDE é sua capacidade de simplificar a conformidade com a ISO 19650 (2018). Por sua vez, manter a conformidade da nomenclatura dos arquivos sob a ótica da ISO 19650 (2018) é amplamente visto como o primeiro passo no sentido da implementação do BIM e do trabalho colaborativo, pois assegura a utilização da nomenclatura convencional para a identificação e o compartilhamento de arquivos [16].

3.7. Manejo e fluxo dos metadados no CDE

Para gerenciar metadados em uma solução CDE, cada parte da informação é associada a um estado, revisão, pessoa responsável, data de envio, classificação e descrição. Assim, a verificação da garantia da qualidade pode ser conduzida através deste processo de gerenciamento de metadados.

Cada equipe de trabalho deve checar cada contêiner de informação associado para certificar-se de que está de acordo com os requisitos e métodos padrão e com os procedimentos de produção de informações do projeto. Caso contrário, a equipe de execução deverá rejeitar os contêineres com informações incertas e notificar a fonte

de tais informações para proceder às correções necessárias. Um projeto é um processo de trabalho colaborativo composto por muitas organizações e um plano de implementação em termos de criação dos dados pode propiciar o desenvolvimento de um modelo de informação federado. Portanto, quaisquer problemas ou conflitos no modelo de informação devem ser identificados durante a fase de produção dos dados e não após sua entrega [14].

Ainda de acordo com Radl e Kaiser [13], a matriz de aprovações deve ser criada de maneira a não aumentar a burocracia do projeto (por exemplo, assinaturas físicas desnecessárias, trânsito físico de documentos etc.).

4. Análise dos CDEs

4.1. Resultados do principais CDEs

Dada a análise e buscas pelos CDEs existentes, e para corroborar com os conceitos apresentados ao longo deste artigo, foram escolhidos os seguintes softwares CDEs (conforme Tabelas 1 e 2) conhecidos no mercado nacional e internacional devido a sua utilização ser acessível diante dos existentes, sendo estes: Colaborativo, Construmanager, Autodoc, Docs e Dalux. Sabe-se que no contexto nacional há diversos tipos de plataformas, porém nem todas se enquadram nos conceitos de CDEs conforme a norma ISO 19650 (2018).

Itens analisados	Significado
Suporta Armazenamento de Arquivos BIM	Consegue armazenar todos os arquivos que são utilizados no dia-a-dia de um fluxo BIM
Comparação de versões	Consegue comparar a versão PDF/DWG anterior de um projeto e a versão vigente
Controle de revisão	Faz automaticamente o controle de revisões de projeto
QR Code	Há a possibilidade de gerar QR Code automaticamente, dentro do diretório, e acrescentá-los às pranchas que irão para a obra. Dessa forma, é possível fazer o controle de projetos via celular em obra, verificando quando está ou não obsoleta as pranchas
Gestão de cópias em Obra	Por meio do <i>software</i> tem-se o registro de quais projetos estão em obra, qual a revisão e se está ou não atualizado
Lista mestra	Gera uma lista mestra de projetos automaticamente
Visualizador DWG, DWF	Visualização dos arquivos via CDE, possibilitando conferência de medidas locais
Visualizador PDF	Visualização dos arquivos via CDE, possibilitando integração de documentos de requisitos e plantas de projetos
Visualizador IFC	Visualização dos arquivos via CDE, possibilitando interoperabilidade e conferência de fechamento de arquivos.
Visualizar RVT	Visualização dos arquivos via CDE, possibilitando conferência de medidas locais
Permissões	Há um controle de permissão para cada usuário que está convidado a visualizar o projeto

Tabela 1
Descrição dos significados dos itens analisados.

Plugin para revit	Há um plugin específico para o software Revit (foi escolhido especificamente o Revit, pois o mesmo é um dos mais utilizados atualmente no mercado)
Acesso Celular/Tablet	Há aplicativo para utilização via celular e tablet
Conector Desktop	Há um aplicativo para computador que pode ser instalado e após isso é possível fazer a visualização da pasta do <i>software</i> diretamente no computador
Usuário	Quantidade de usuários por licença comprada
Controle de aprovação e validação de arquivos	Há um controle, por usuário, de quem pode ou não aprovar e validar os arquivos armazenados
Contêiner de arquivos obsoletos	Há um backup de todas as revisões obsoletas que foram substituídas pelas revisões vigentes
Codificação padrão de arquivos	É possível controlar qual a nomenclatura dos arquivos armazenados no diretório de projeto
Registro de equipamentos	Integração de fichas de especificações técnicas
Manutenção cumulativa	Registo de sequência de manutenções realizadas
Custos de manutenção	Pedidos e orçamentos de manutenção
Registo de datas de manutenções	Histórico de manutenções realizadas
Registo de propriedades de ativos	Registo de aluguel ou concessão de equipamentos
Ata de reunião	Há um espaço para registro de todos os apontamentos feitos em reuniões
Tarefas (Relatar Problemas)	Há a possibilidade de fazer um registro de requisição de alteração de projeto
Treinamento	É disponibilizado um treinamento específico pela empresa fornecedora

Tabela 2

Comparativo de recursos normativos presentes no CDE.

Itens analisados	Colaborativo	Construmanager	Autodoc	Docs	Dalux
Suporta Armazenamento de Arquivos BIM	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Comparação de versões	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Controle de revisão	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
QR Code	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Gestão de cópias em Obra	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Lista mestra	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Visualizador DWG, DWF	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Visualizador PDF	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Visualizador IFC	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Visualizar RVT	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Permissões	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Plugin para Revit	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Acesso Celular/Tablet	Sim	Não	Não	Não	Sim
Conector Desktop	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Usuário	ilimitado	25	15	1	ilimitado
Controle de aprovação e validação de arquivos	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Codificação padrão de arquivos	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Ata de reunião	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Chechagem de Modelo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Treinamento	ilimitado	ilimitado	ilimitado	Não	Não
Registo de equipamentos	Sim	Não	Não	Sim	Não
Manutenção cumulativa	Sim	Não	Não	Sim	Não
Custos de manutenção	Sim	Não	Não	Sim	Não
Registo de datas de manutenções	Sim	Não	Não	Sim	Não
Registo de propriedades de ativos	Sim	Não	Não	Sim	Não
Contêiner de arquivos obsoletos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

5. Conclusão

O conhecimento adquirido a partir da busca exploratória sobre o tema CDE evidenciou a importância da conformidade dos *softwares* analisados com a norma ISO 19650 (2018) uma vez que apresentou uma solução para a integração de informações e suporte ao gerenciamento de troca, gravação, versionamento e organização entre todos os atores envolvidos nos ambientes de trabalho. Os critérios analisados seguiram as tarefas demandadas para o fluxo dos contêineres de informação conforme o estado de validação normativo: “*Work In Progress, Shared, Published e Archived*”. A maioria dos softwares respondeu efetivamente às tarefas automáticas necessárias para a mudança de estado. Contudo, tarefas pertinentes à etapa de operação e manutenção, não tiveram atendimento majoritariamente. Neste sentido, os softwares mostraram-se aptos ao bom atendimento ao PIM, referente às fases de entrega de projeto.

Referências

- [1] ISO 19650-1: 2018 “Organization of information about construction works – Information management using building information Modelling – Concepts and principles”, International Organization for Standardization (ISO), 2018.
- [2] R. McPartland. “O que é Common Data Environment (CDE)?” Site Corporativo da NBS <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-common-data-environment-cde>.
- [3] S. Ozkan, S. Seyis. Ozkan and S. Senem. “Identification of Common Data Environment Functions During Construction Phase of BIM-based Projects”, in *Proceedings of the 38th International Conference of CIB W78 (2021)*, Luxembourg, 2021, pp. 11-15.
- [4] C. Preidel; A. Borrmann; C. Oberender and M. Tretheway, “Work and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction: Seamless integration of common data environment access into BIM authoring applications”: The BIM integration framework. CRC Press, 2017, pp. 119-128.

- [5] K. Y. Losev. "The common data environment features from the building life cycle perspective," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2020)* vol. 913, No. 4, pp. 042012.
- [6] Z. Akob; M. Zaidee; A. Hipni and R. Koka. "Coordination and Collaboration of Information for Pan Borneo Highway (Sarawak) via Common Data Environment (CDE)", in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2019)*, vol. 512, No. 1, pp. 012001.
- [7] D. Comiskey; M. Mckane, A. Jaffrey and P. Wilson "Comparing common data environment platforms for student collaborative working: A case study from Ulster University", in *Conference Proceedings of The 6th International Congress Of Architectural Technology University Of Alicante (2016)*, Alicante, ES (2016), pp. 213-231.
- [8] R. Jan and K. Jiri. "Benefits of implementation of common data environment (CDE) into construction projects", in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2019) 022021* vol 471, doi:10.1088/1757-899X/471/2/02202.
- [9] ISO 19650-2: 2018 "Organization of information about construction works – Information management using building information Modelling – Delivery phase of the assets", International Organization for Standardization (ISO), 2018.
- [10] M. Scheffer, H. Mattern, M. König (2018) BIM Project Management. In: Borrmann A., König M., Koch C., Beetz J. (eds) Building Information Modelling. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_13.
- [11] V. Garyaeva, (2018). "Application of BIM Modelling for the organization of collective work on a construction project". *MATEC Web of Conferences*, 251. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201825105025>.
- [12] M. Stransky "Functions of common data environment supporting procurement of subcontractors", *Engineering for Rural Development*, vol 19, pp. 793-799, 2020.
- [13] J. Radl; J. Kaiser. "Benefits of Implementation of Common Data Environment (CDE) into Construction Projects". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, ano 2021, v. 2, ed. 471, 2021. DOI <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/2/022021>.
- [14] N-S. Dang; G-T. Rho; C-S Shim. "A Master Digital Model for Suspension Bridges. Digital Model and Data-Driven Bridge Engineering: Plan, Design, Manufacturing, Construction, Safety and Maintenance," Korea, v. 10, ed. 21, 2020. doi: <https://doi.org/10.3390/app10217666>.
- [15] S. O. Ajayi, F. Oyebiyi, and H. A. Alaka. "Facilitating compliance with BIM ISO 19650 naming convention through automation". *Journal of Engineering, Design*

and Technology (2021) Leeds e Hatfield, Reino Unido. <https://doi.org/10.1108/JEDT-03-2021-0138>.

- [16] M. Winfield. "Construction 4.0 and ISO 19650: a panacea for the digital revolution?" *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Management, Procurement and Law* (2020) Londres – Reino Unido. <https://doi.org/10.1680/jmapl.19.00051>