

A sinergia entre o BIM-*Lean-Green* aplicado nas adequações das edificações religiosas pós-pandemia

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.32.16>

**Geórgia Jereissati¹, José Oliveira²,
José Cavalcante³, Francisco Oliveira⁴**

¹ CIAUD, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 0000-0003-2683-2748

² CIAUD, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 0000-0002-2417-9653

³ CIAUD, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 0000-0003-2205-9241

⁴ CIAUD, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 0000-0003-0089-3112

Resumo

Os templos religiosos recebem milhões de turistas, por isso precisam frequentemente se adaptar para ofertar serviços de qualidade. No último ano, em virtude da pandemia, estas edificações tiveram que se adaptar rapidamente e buscar maneiras de otimizar a elaboração de projectos para execução e manutenção destas edificações, com baixos custos. Este trabalho, parte integrante da pesquisa, que está sendo desenvolvida no curso de doutoramento em arquitectura, visa apresentar como o setor de manutenção e projectos de grandes santuários de peregrinação Mariana no contexto luso-brasileiro, estão se adequando às novas tecnologias, a fim de propor melhorias, em ordem à promoção da sustentabilidade, enquanto fator de diferenciação e atratividade, turística cultural e religiosa, bem como utilização do *Building Information Modelling* (BIM) e as ferramentas da Construção Enxuta (*Lean*). Realizaram-se entrevistas com os responsáveis pelo setor de manutenção e projetistas dos Santuários de Fátima (Portugal), Aparecida do Norte (SP), Fátima (CE). Traçou-se a realidade destes setores e foram elaboradas sugestões com o fito de reduzir custos, aprimorar serviços, auxiliar projectos e agilizar a execução e manutenção de obras com maior índice de acertos. Conclui-se que a utilização da sinergia entre o BIM-*Lean-Green* beneficia potencialmente qualquer tipo de edificação, porém poderia ser bem mais utilizada.

1. Introdução

Uma vez que as edificações religiosas, entre elas os Santuários Marianos, a cada dia atraem milhares de peregrinos, principalmente nos dias festivos, necessitam de uma estrutura que possa recebê-los com conforto e assegurar sua saúde. Assim obrigam-se a adaptar-se com projectos que devem manter a sua atratividade, minimizar o consumo de energia, dentre outros.

Para poder atender com segurança e bem-estar os visitantes, principalmente em tempos pós-pandemia, estes espaços necessitam continuamente de perfeita manutenção, além de novos projectos, sejam eles de construção e/ou reforma dos espaços existentes e contam com setores ou terceirizam escritórios dotados de profissionais capacitados para gerir esses projectos.

A atual crise económica e ambiental em diversos países, principalmente ocasionada pela pandemia, fez com que as construtoras procurassem maneiras para continuar mantendo seus clientes em um excelente padrão de qualidade e satisfação, com novos métodos para uma obra mais rápida, económica e sustentável [1]. Porém, para conseguir cumprir as metas de crescimento, as empresas precisam adquirir novas competências e capacidades para tornar-se competitivas frente ao novo contexto mercadológico que atuará [2].

De acordo com [3], os problemas constantes da construção em todo o mundo são bem conhecidos: baixa produtividade, segurança precária, condições insatisfatórias de trabalho e qualidade insuficiente.

No cenário da crise económica pós-pandemia, impõe às empresas a necessidade de revisar seus procedimentos, a fim de obter maior produtividade e redução de desperdícios. Assim, o uso do BIM surge como um dos recursos para auxiliar empresas de engenharia e arquitetura a projetar e executar obras com maior índice de acertos, menor custo e menos imprevistos ao longo do processo, por o uso da metodologia BIM cresce a cada dia [4].

Isto pode ser considerado como uma inovação, por ser uma representação digital de características físicas e funcionais da construção, servindo como fonte de informações e dados compartilhados sobre o ambiente, criando uma base de dados confiável para tomadas de decisões durante sua vida útil desde sua concepção. [5]. Além do que a modelagem digital possibilita um novo formato ao desenvolvimento dos projectos [6].

A ideia da construção sustentável tem ocorrido de forma não estruturada na indústria de arquitetura, engenharia e construção (AEC) e conduzida por diferentes setores das empresas e, muitas vezes, por diferentes empresas que atuam em um mesmo projecto [2], inerentes às certificações ambientais, que gradativamente estão se tornando uma exigência no setor.

Dessa forma, este artigo investiga as interações entre os três conceitos, BIM, *Lean* e *Green*, com o objetivo de apresentar o panorama atual de organização do setor de

manutenção e projectos de grandes Santuários Marianos, no contexto luso-brasileiro, para propor melhorias, tendo em vista promover a sustentabilidade, enquanto fator de diferenciação e atratividade turística, cultural e religiosa. Este trabalho contribui para compreensão dos desafios e perspectivas da internacionalização, que associa os três temas os quais transformam o projecto.

Quanto aos Santuários Marianos selecionados como casos de estudo, Santuário de Fátima (Portugal), Santuário Nacional de Aparecida do Norte (Brasil) levou-se em conta a relevância no turismo religioso mundial, já o de Nossa Senhora de Fátima, na cidade de São Benedito, no estado do Ceará (Brasil), foi escolhido por ter em seu projecto utilizado técnicas que visam a sustentabilidade no templo, bem como por ser de grande importância para o turismo regional.

2. Estado da Arte

2.1. Building Information Modelling (BIM)

O BIM é compreendido como um conjunto de ferramentas, tecnologias e processos que são auxiliadas por meio de uma máquina digital de leitura de documentação sobre um empreendimento, sua performance, seu planejamento, sua construção e seu funcionamento [6]. Quando executado de forma correta, o BIM facilita a integração do processo de concepção e de construção, o que resulta na melhoria da qualidade dos empreendimentos, na otimização dos custos, confiabilidade da duração de construção. [2]

A Figura 1 apresenta o ciclo de vida do projecto a partir da implantação de um modelo BIM. Observa-se que a ideia inicial do ciclo começa com o conceito do empreendimento, estudo de viabilidade (realizam-se análises críticas e possíveis alterações), define-se o conceito do projecto. São geradas as documentações, seguindo para a produção industrial e construção, que terá um acompanhamento com gerenciamento do tempo e do custo. Assim é prevista a melhor logística e finalização da construção. O BIM orienta as operações e manutenções por toda vida útil do empreendimento, iniciando um novo ciclo de vida do projecto



Figura 1
Uso e abrangência geral do conceito BIM [9].

O BIM por se tratar da criação de um modelo 3D inteligente atribuindo informações de maneira integrada e parametrizada de construção, insumos e manutenção aos objetos e ao empreendimento em suas diversas disciplinas, com isso é possível tomar decisões mais complexas e assertivas devido a maior quantidade de informações de diferentes tipos serem modelados, dando então aquele modelo um maior número de dimensões. [9]. Segundo [10], as dimensões do BIM são classificadas a seguir:

- **3D Modelagem:** acrescenta dimensão espacial à representação plana, permite visualizar os objetos em perspectiva.
- **4D Cronograma:** adicionam-se informações referentes ao tempo. Permite elaborar o planeamento.
- **5D Orçamento:** trata do custo da obra, alocação de recursos e o impacto no orçamento;
- **6D Sustentabilidade:** ajuda a realizar análises energéticas. Para aferir o atendimento às normas ou certificações para edificações sustentáveis, utiliza-se *softwares* de simulação energética, que auxiliam nos ajustes do modelo BIM, quanto ao gerenciamento de energia. [11]
- **7D Gestão das Instalações:** adiciona a dimensão de pós ocupação ao modelo, na qual permite ao usuário extrair informações dos elementos para eventuais manutenções.
- **8D Segurança:** é possível identificar os riscos oferecidos pelo ambiente de trabalho por ações individuais do trabalhador, a gerar um local seguro, que segue protocolos contra acidentes. [12]
- **9D Lean Construction:** A produção enxuta, na qual tem-se a redução das perdas, fluxo de produção, padronização, alto nível de organização do trabalho, mecanização, dentre outros;
- **10D Construção Industrializada:** é a industrialização da construção, que permite a execução de produtos padronizados, com nível de qualidade elevado, na qual cria-se um ritmo de produção que propicia ordem ao ambiente de trabalho.[13]

É fato que para alcançar essas dimensões é necessário que haja a colaboração, parametrização e interoperabilidade como requisito e o BIM seja entendido como um processo [7].

Observa-se que é comum existir variações e adaptações na definição dos níveis de desenvolvimento para diferentes autores de documentos e guias BIM adequando-os a realidade do local [10] [14] apresentou os principais benefícios que os construtores consideram com a introdução do BIM em suas empresas, isto é: marketing para esses produtos, redução do tempo de duração dos projectos, melhor controle e previsibilidade do custo, redução do custo de construção e retrabalho, melhora da imagem da empresa, colaboração entre empresários projetistas, erros e omissões reduzidas.

2.2. Construção Enxuta (*Lean Construction*)

Ao final da década de 50 do século passado, o Sistema Toyota de Produção (STP) começou a ser utilizado em diversas organizações, tendo como princípios a eliminação de desperdícios e a produção com qualidade [15]. Em 1992 Koskela, tendo como base os princípios do STP, apresenta o conceito de Construção Enxuta, que traz uma grande mudança, tendo o reconhecimento do fluxo do processo como parte gerenciável em detrimento da visão da conversão [3].

Assim, a Construção Enxuta objetiva fazer fluir os materiais através dos processos, agregando valor, sem haver desperdícios e interrupções, até que este alcance o cliente de forma a satisfazer as necessidades do mesmo. Estudos realizados em diferentes países confirmaram que as perdas representam uma percentagem relativamente grande dos custos de produção [3], por isso se torna palavra-chave para as empresas que adotam o *Lean*.

De acordo com [15], são sete perdas ou desperdícios no processo (Figura 2): superprodução, espera, inventário, movimentação, transporte, processamento e defeitos:



Figura 2
As sete perdas da produção. Adaptado de [16].

As perdas na construção civil devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital, em quantidades superiores aquelas necessárias à produção da edificação, ou seja, englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais, quanto a execução de tarefas que geram custos adicionais e não agregam valor [16]. [17] afirmam que a filosofia *Lean* quebrou paradigmas gerenciais conservadores, dando espaço à inovação e à melhoria contínua das empresas, auxiliando-as a obter um estilo gerencial preparado frente às mudanças impostas pelos clientes e pelo mercado.

2.3. Construção Sustentável (*Green Construction*)

A partir do século passado deu-se um avanço na industrialização mundial e desde então o homem vem lançando na natureza produtos que agredem o meio ambiente, sempre tendo em vista seu desenvolvimento com o detrimento deste. A partir dos

anos 60 começam a aparecer as primeiras ações visando um modelo de desenvolvimento sustentável.

O conceito de sustentabilidade surge como uma resposta preventiva para a possibilidade de colapso do modelo de civilização dominante, tanto numa perspectiva conservadora, considerando essencial o princípio da precaução, como numa perspectiva reformista, questionando os modos de produção e de consumo que imperam [18].

Construir passa a ser não somente seguir e gerenciar projectos pensando em um produto que agrade ao cliente, mas desenvolver estes projectos com reduzida interferência no meio ambiente.

Para uma construção ser dita sustentável, tem que obedecer a alguns critérios como: controlar a geração de resíduos; reutilizar materiais e águas cinzas; utilizar aparelhos que controlem o uso da água; buscar a eficiência energética das edificações, principalmente com o uso dos recursos naturais. Ressalta-se que o empreendimento sustentável se torna mais caro, contudo é um investimento, uma vez que o uso de materiais sustentáveis agrega valor ao produto final.

É notório a grande dificuldade da AEC em construir sem gerar impactos ambientais, mas existem tecnologias que podem ser empregadas nas construções para não atingir tão agressivamente a natureza, a fim de promover edifícios confortáveis e *ecofriendlys* [19].

De acordo com [20], as diretrizes gerais para tornar uma construção sustentável podem ser resumidas em nove passos essenciais, apresentados na Figura 3, a seguir:



Figura 3
Nove passos essenciais para a sustentabilidade.
Adaptado de [19].

Com o tempo, as construções sustentáveis começaram a crescer e surge a questão de quantificar o quão sustentável é a edificação, assim criaram-se as certificações ambientais, nas quais é assegurada a qualidade ambiental de um empreendimento.

Geralmente, a análise de sustentabilidade nos projectos é conduzida no final da fase de projecto, quando praticamente todos os materiais já foram escolhidos. No entanto, alcançar uma solução integrada de *design* sustentável antes da construção significa que a equipe de *design* deve gerenciar interdependências recíprocas de tarefas ao tomar decisões relacionadas à seleção da alternativa de *design* mais adequada que levará a edifícios sustentáveis e eficientes [21].

2.4. Sinergia entre o BIM-*Lean-Green*

É notório que nos últimos 20 anos, o setor de desenvolvimento de projectos de edificações vem sofrendo alterações significativas. Na década de 1990, o movimento pela implantação dos sistemas de gestão da qualidade nas empresas ligadas à indústria da construção civil levou os construtores ao reconhecimento da importância do projecto na redução de desperdícios e racionalização da construção [6].

Normalmente as empresas preparam seus projectos em etapas como arquitectura, estrutura, instalações e outros, onde em cada área está responsabilizada por um profissional específico, o que torna esse método por existência, fragmentado. Além disso cada setor específico do projecto global, realiza sua parte desconexo dos demais, complicando a possibilidade de uma comunicação entre os participantes do projecto, afetando sua qualidade, deixando-o lento, custoso e favorável a gerar desperdícios e falhas desnecessárias [22].

Percebe-se que a AEC começou a adotar os princípios do *Lean* e do BIM, a fim de melhorar a qualidade dos projectos e evitar que falhas de compatibilização, ausência de detalhamento, de construtibilidade, dentre outros, sejam percebidos apenas durante a construção, gerando custos.

A comunidade científica tem investigado apenas as interações entre esses três temas em pares tornando os benefícios de sua integração pouco conhecidos, conforme apresentado na Figura 4.



Figura 4
Diagrama de Venn com os campos de conexão predominantes [2].

Concluindo, para se ter uma edificação que utilize os três conceitos, faz-se necessário que seja eficiente quanto ao uso de água e energia, além de ter o uso de materiais sustentáveis. Percebe-se que os três conceitos estão interligados, visto que um dos princípios do *Lean* é a redução das perdas, fazendo que o projecto se torne sustentável, com a aplicação da metodologia BIM.

3. Metodologia

Inicialmente, realizou-se uma estruturação dos conceitos envolvidos, através de uma extensa pesquisa bibliográfica, a fim de embasar teoricamente o artigo. Estudou-se a respeito das definições, extraindo-se informações que permitam encontrar a sinergia entre os conceitos BIM, *Lean* e *Green*, aplicados nos projectos de construção civil. Concomitantemente foram selecionados 3 santuários:

- Santuário de Fátima (Portugal) – SPT;
- Santuário Nacional de Aparecida (Aparecida do Norte Brasil) – SBR1;
- Santuário de Fátima da cidade de São Benedito (CE-Brasil) – SBR2.

Nestes santuários foi aplicada uma pesquisa de campo, sobre a utilização dos três conceitos, com uma aplicação de um questionário, no Google Forms, para conhecer o atual cenário do setor de projectos dos santuários, em relação à sua adaptação frente a implementação de novas tecnologias, como as estudadas nesta pesquisa.

Foram entrevistados os responsáveis pela manutenção do SPT, SBR1 e SBR2, a fim de conhecer o funcionamento deste, como também o projetista do SBR2 e o responsável pela gerência dos projectos do SBR1, nos quais aplicaram-se os seguintes questionamentos:

- a) Quem é o responsável pela gestão direta da manutenção e dos novos projectos?
- b) Sobre a forma de gestão de sua área de manutenção é centralizada ou descentralizada?
- c) Existe uma programação anual de treinamento para o pessoal da manutenção? (em caso positivo, indicar se essa programação é elaborada pela área de manutenção, recursos humanos ou outra)
- d) Se respondeu sim à questão anterior, informar a média anual de cursos/colaborador.
- e) A equipe de manutenção é própria, terceirizada ou mista?
- f) Quais modalidades de manutenção são praticadas pela organização?
- g) Como são mapeados e controlados os diferentes tipos de atendimento ou serviços (corretivas, preventivas, preditivas, chamados, etc.)?
- h) Vocês conhecem o BIM e o *Lean*?
- i) Pretendem utilizá-lo em sua organização?
- j) Utilizam algo da Construção Sustentável?
- k) Quais materiais ou técnicas sustentáveis utiliza?
- l) É possível afirmar que os procedimentos para manutenção preventiva são aplicados?

Salienta-se que, mesmo não estando no questionário, foi indagado quais e como foram feitas as alterações devido ao distanciamento social que deve ser obedecido diante do quadro pandêmico, quais medidas foram adotadas visando a proteção dos peregrinos.

Foram observadas as vantagens e desvantagens da implementação das metodologias e de seus processos nos santuários, bem como as principais dificuldades enfrentadas no processo de aplicação destes pelos usuários. Com base nos resultados obtidos, realizou-se uma discussão sobre a implementação e aplicação das três tecnologias nos santuários marianos, tendo em vista os benefícios destes na concepção de projectos e no ciclo de vida das edificações.

4. Resultados e discussões

Após a aplicação do questionário, realizou-se a análise conjunta das informações (Figura 6). Observa-se que SPT e SBR1 utilizam mão de obra mista e o SBR2 terceirizada. Os três santuários possuem forma de gestão de sua área de manutenção centralizada. No SPT não existe uma programação anual de treinamento para o pessoal da manutenção, no SBR1 tem para a mão de obra própria, onde a demanda é feita pelos funcionários e autorizada pela chefia, não tendo uma quantidade fixa de cursos ofertados e no SBR2 não tem, pois a equipe é toda terceirizada. Nos SPT e SBR1 são realizadas as manutenções preventivas, preditivas e corretivas, já no SBR2 só as corretivas, conforme mostrada na Figura 5.

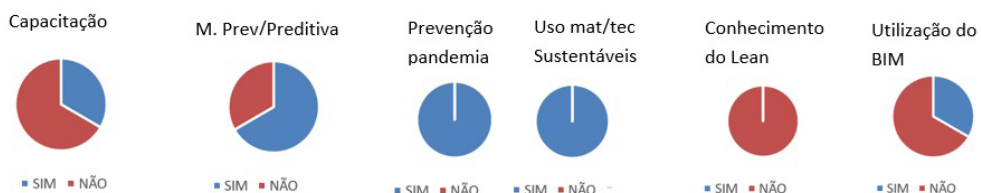


Figura 5
Resultado da pesquisa de campo.

Quanto ao controle e mapeamento dos atendimentos não se obteve resposta do SPT, já no SBR1 existe um programa que gera e controla todas as Ordens de Serviços, que as encaminha aos funcionários responsáveis, controlando inclusive o tempo para resolução do chamado, já no SBR2 não existe nenhum controle, vão sendo resolvidas as demandas à medida que aparecem.

Os três Santuários conhecem o BIM, inclusive SBR2, por ser o mais novo, foi todo projetado no software ARCHICAD. O SPT e SBR1 pretendem utilizar em seus novos projectos, para isso SBR1 está a capacitar seus funcionários próprios.

Quanto à construção sustentável, os três utilizam tanto materiais e técnicas sustentáveis, principalmente no que tange à eficiência energética, controle de resíduos, economia de água, utilização de materiais sustentáveis. Sobre o *Lean*, não sabiam do que se tratava, porém, mesmo sem saber SBR1 já utiliza vários conceitos, tais como Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), e a autonomia.

Os Santuários SPT e SBR1 possuem uma rigorosa manutenção preventiva, onde controlam até mesmo a vida útil das lâmpadas, porém no SBR2 não existe nenhuma.

Quanto às medidas preventivas de distanciamento social, não foram coletadas no questionário aplicado no SPT, porém observadas no site do santuário, onde se percebe que foram aumentadas as distâncias dos bancos, bem como marcados os locais possíveis de serem utilizados; foram ainda colocados totens para higienização das mãos, grades para controle de entrada de peregrinos. Já no SBR1, 80% dos bancos de madeira foram retirados e substituídos por cadeiras individuais; nos bancos remanescentes foram marcadas as indicações de onde os fiéis se podem sentar e totens de higienização das mãos com álcool também foram colocados, bem como grades, para controlar o fluxo de pessoas que adentram no santuário. No SBR2 foram observadas as mesmas medidas do SPT.

5. Conclusão

Tendo em vista que as edificações religiosas a cada dia atraem milhares de pessoas, têm que se adaptar promovendo projectos, que visem o conforto e assegurar a saúde dos peregrinos, mantendo a atratividade, ampliando a estrutura de recetivo, com baixo custo.

Através do desenvolvimento do presente estudo, foi possível entender os conceitos envolvidos no uso dos conceitos BIM, *Lean* e *Green* nos projectos de manutenção e construção dos santuários. Além disso, torna-se perceptível a forma com que os santuários estão tentando adaptar-se às evoluções que ocorrem e transformam a realidade da cadeia produtiva da construção civil, demandando assim a busca por conhecimento e adaptação por parte dos profissionais responsáveis, principalmente dos gestores, para que estes possam garantir ambientes mais confortáveis, menos danosos ao meio ambiente e com menores custos.

Salienta-se que os três santuários compatibilizam seus projectos, porém manualmente, com exceção do SBR2, que possui todos seus projectos já em BIM. Percebe-se a importância da etapa de compatibilização para evitar retrabalho e desperdícios na fase de construção/reforma. Contudo, tal etapa utilizando o método tradicional 2D torna-se um processo exaustivo e complexo, e com o uso da metodologia BIM o processo fica além de mais rápido, preciso, trazendo assim vários benefícios para a AEC.

Destaca-se que neste campo de pesquisa tem-se ainda há muito a se explorar. Assim sendo, dessa forma, é imprescindível um maior cuidado nos procedimentos e análise de todos os materiais e técnicas que são utilizadas atualmente, para se inteirar do que está sendo feito, não só no Brasil e em Portugal, mas em todo o mundo, para poder propor orientações que tragam contribuições para eficiência energética deste tipo de edificações.

Referências

- [1] D. C. Barbosa, E. A. Gomes, H. S. Fermino, I. E. Morais, I., J. F. Simões, V. M. Vieira, V, “Construção Modular em Estrutura Metálica com Adequação ao BIM 10D”, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Judas Tadeu, Minas Gerais, Brasil, 2021.
- [2] J. B. P. D. Filho, L. F. Cândido e J. P. Barros Neto, “Sinergia entre construção verde, construção enxuta e BIM para internacionalização da construção: Uma revisão sistemática da literatura”, in *XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, São Paulo: ANTAC, São Paulo, Brasil, 2016, pp. 74-85.
- [3] L. Koskela, *Application of the new production philosophy*. Stanford, Stanford University, 1992.
- [4] A. C. M. Barbosa, “A metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático Construção de uma ETAR na Argélia”, Tese de Mestrado, Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal, 2014.
- [5] NBIMS – US. National BIM Standard United States, 2012. About The National Bim Standard-United States®. url: <https://www.nationalbimstandard.org/about>
- [6] E. R. Santos, T.M.P. Duarte e M.S. Salgado, “Gestão de equipes no processo de legalização de projetos de edificações utilizando a plataforma BIM”, in *XVI ENTAC (2016)*, ANTAC, São Paulo, Brasil, 2016, pp3255-3264
- [7] C. M. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, *Manual de BIM: um guia de modelagem da informação*. Porto Alegre, RS, Brasil: Bookman, 2014
- [8] J. C. Nascimento, L. C. Correia, *Fluxos BIM, para desenvolvimento de projetos arquitetônicos*, Curitiba, PR, Brasil: CAU, 2019
- [9] T. Campestrini, M. Garrido, R. Mendes, S. Scheer e M. Freitas, *Entendendo BIM: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação*. Curitiba, Paraná: UFPR: 2015.
- [10] C. W. Comarella, E. V. Ferreira, R.K. Silva, “Níveis de Desenvolvimento BIM de Guias Nacionais e Internacionais – Estudo de Caso”, Trabalho de conclusão, Curitiba, Universidade Positivo, Curitiba, PR, Brasil, 2016.
- [11] M. E. Amorim, R. T. H. Feuerharmel, A. L. P. Abreu, “Avaliação do desempenho energético nas etapas iniciais de um processo BIM de um projeto público”, in *IX ENSUS*, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, 2021, pp 470-481.
- [12] I. Kamardeen, “8D BIM modeling tool for accident prevention through design”, in *26th annual ARCOM conference. Leeds: Association of Researchers in Construction Management (2010)*, Leeds, UK, 2010, pp. 281-289.

- [13] C. E. M. Gomes, A. L. Vivan, E. P. Sichieri e J. C. Paliari, "Light Steel Frame: Construção industrializada a seco para habitação popular: Práticas sustentáveis", in *Encontro Latino Americano de edificações e comunidades sustentáveis (2013)*, Curitiba, Paraná, Brasil, 2013. doi: 10.12702/978-85-89478-40-3-a022
- [14] McG.H. Construction, "The business value of BIM for construction in major global markets: How contractors around the world are driving innovation with building information modeling", *Smart MarketReport*, pp. 1-60, 2014. s.l. url: https://icn.nl/pdf/bim_construction.pdf
- [15] T. Ohno, *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre, RS, Brasil: Bookman, 1997.
- [16] C. T. Formoso, C. M. Cesare, E. M. V Lantelme e L. Soibelman, "As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor", *Egatea*, vol. 25 (3), pp. 45-53, 1997.
- [17] L. F. Cândido, J. Q. Carneiro, L. F. M. Heineck, "Uma visão *Lean* do gerenciamento do valor agregado aplicado a projetos de construção", in *XV ENTAC (2014)*, ANTAC, Maceió, AL, Brasil, 2014, pp. 1418-1427, url:<http://doi.org/10.17012/entac2014.603>
- [18] J. Mourão, J.B. Pedro, *Princípios de edificação sustentável*. Lisboa, Portugal: LNEC, 2012.
- [19] Z. Ding, Z. Fan, V.W. Tam, Y. Bian, S. Li, I. C. S. Illankoon & S. Moon, "Green building evaluation system implementation". *Building and Environment*, vol.133, pp. 32-40. 2018.
- [20] M. A. ARAÚJO, "A moderna construção sustentável", *AECweb*. Brasil, 2016, url: https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589
- [21] F. Jalaei, F. Jalaei, S. Mohammadi, "An integrated BIM-LEED application to automate sustainable design assessment framework at the conceptual stage of building projects", *Sustainable Cities and Society*, v. 53, p. 101979, 2020.
- [22] P. Praia, "A plataforma BIM na compatibilização de projetos de arquitetura e estrutura: estudos de caso", Dissertação de Mestrado, Brasília, Universidade de Brasília, DF, Brasil, 2019. p. 180, 2019.