2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

LEVANTAMENTO DE DADOS ATRAVÉS DE ESCANEAMENTO 3D: APLICAÇÃO NA REFORMA DA UNIDADE DE UM ÓRGÃO PÚBLICO FEDERAL [1]

OLIVEIRA, Kaio Pimentel Rego de (1); SANTOS, Débora de Gois (2); LIMA, Stanley Acioly de (3)

(1) Universidade Federal de Sergipe, kaiopimentel1@gmail.com
(2) Universidade Federal de Sergipe, deboragois@yahoo.com.br
(3) Polícia Rodoviária Federal, stanleyacioly@gmail.com

RESUMO

O levantamento de edifícios já existentes, em suas diferentes fases, é um processo que, a partir das informações do objeto real, permite uma melhor interpretação do produto projetado, fundamentando a tomada de decisão acerca de mecanismos de conservação, monitoramento e intervenção. O presente trabalho objetiva identificar como um levantamento, através de escaneamento 3D, em uma obra de reforma pode contribuir na tomada de decisão em obras públicas. O método de trabalho foi a realização de um estudo de caso da aplicação da tecnologia em uma obra licitada por um órgão público federal. Como resultado, observou-se que a tecnologia reduziu consideravelmente o tempo de trabalho à medida em que aumentou a quantidade de informações e precisão do as built gerado. Conclui-se que o uso da tecnologia de escaneamento auxiliou a tomada de decisão na análise de alternativas construtivas para a reforma e no controle físico e de qualidade do empreendimento objeto de análise, evitando perdas de recursos, prática onerosa à Administração Pública. A tecnologia auxilia, ainda, a instituição nas definições de rotina que utilize softwares BIM, o que colabora com a implementação da estratégia BIM, com obrigatoriedade na gestão pública federal a partir de 2021.

Palavras-chave: *Nuvem de pontos. Laser scanner 3D. Obras públicas. Gestão. Decisão.*

ABSTRACT

The survey of existing buildings, in its different phases, is a process that, based on the information of the real object, allows a better interpretation of the projected product, supporting the decision making about conservation, monitoring and intervention mechanisms. The present work aims to identify how a survey, through 3D scanning, in a reform work can contribute to decision making in public works. The method was the realization of a case study of the application of the technology in a work bid by a federal public agency. As a result, it was observed that the technology considerably reduced the working time as it increased the amount of information and accuracy of the as built generated. It is concluded that the use of scanning technology helped in the decision making in the analysis of constructive alternatives for the reform and in the physical and quality control of the enterprise, avoiding waste of resources, a costly practice for Public Administration. The technology also helps the institution

[1] OLIVEIRA, K. P. R.; SANTOS, D. G.; LIMA, S. A. Levantamento de dados através de escaneamento 3D: aplicação na reforma da unidade de um órgão público federal. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

in the routine definitions that use BIM software, which collaborates with the implementation of the BIM strategy, with mandatory in federal public management from 2021.

***Keywords**: Point cloud. 3D Laser scanning. Public works. Management. Decision.*

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem cada vez mais buscado novas tecnologias para melhorar a gestão das obras, facilitando processos, aumentando precisões e reduzindo tempo. Uma necessidade inevitável desta indústria é a visualização das obras durante todas as fases de sua construção e vida útil, permitindo que mudanças e ajustes sejam analisados da maneira mais detalhada possível, melhorando as tomadas de decisão e eliminando gastos financeiros desnecessários (ALOMARI et al., 2016). Tratando-se de obras públicas, a busca por otimizar o uso dos recursos é de extrema importância, pois estes são custeados pela sociedade e devem ser bem utilizados.

O levantamento de edifícios já existentes ou em construção, em suas diferentes fases, é um processo que, a partir das informações do objeto real, permite uma melhor interpretação do produto projetado, fundamentando a tomada de decisão acerca de mecanismos de conservação, monitoramento e intervenção visando a otimização de recursos (SIQUEIRA, 2017). Os dados coletados no levantamento dão origem ao *as-built* (DEZEN-KEMPTER et al., 2015). Este levantamento, por muito tempo, vem sido feito predominantemente de forma manual, através da utilização de fitas métricas e máquinas fotográficas para a elaboração de um croqui que, posteriormente, é transferido para o meio digital, exigindo grande desprendimento de tempo. Além disso, na forma convencional, os dados são coletados e tratados por um pequeno grupo de pessoas, deixando o conhecimento e representação do local levantado nas mãos deste grupo, indo na contramão de que uma tomada de decisão mais acertada depende de uma maior participação de pessoas e uma maior difusão da informação (ANGELONI, 2003).

Na era da informação, a competitividade das organizações está fortemente atrelada à capacidade de aquisição, tratamento, interpretação e utilização de dados (PINTRO; VIANNA; VARVAKIS, 2016). Pereira e Fonseca (2009) afirmam que para uma boa tomada de decisão, é essencial ter informações fidedignas em um menor tempo possível. Por este motivo, cresce a busca por meios mais rápidos, seguros, práticos e precisos de execução de levantamentos para apoiar os gestores nas tomadas de decisão e torná-las mais acertadas.

De acordo com Wang e Kim (2019), na última década a busca pelo uso de tecnologias de escaneamento (ou digitalização) 3D para coleta de dados espaciais em levantamentos vem crescendo. Isso deve-se à sua grande captação de dados em um curto espaço de tempo, além de permitir o trabalho em locais de acesso limitado (BASSIER et al., 2020). Dentre as tecnologias existentes, a digitalização é uma das mais empregadas no levantamento de edificações, pois, através da captação das coordenadas X, Y e Z das superfícies, materializam o objeto em uma nuvem de pontos que retorna com precisão a forma real dos objetos, suas irregularidades, imperfeições, deformações e desgastes decorrentes do ciclo de vida útil, além da exibição de modelos com as cores captadas no momento do escaneamento, colorimetria, mapas altimétricos e mapas termográficos (SIQUEIRA, 2017; DEZEN-KEMPTER et al., 2015). Com a captação de todas essas informações, um único equipamento pode auxiliar na tomada de decisão em diferentes campos de interesse do projeto, além de que a difusão destas informações precisas pode

envolver um maior número de pessoas nas análises e decisões.

O *as built* originado permite o acompanhamento do progresso da construção, análise do seu desempenho, gestão de segurança, inspeção da qualidade da geometria e base para reconstruções (WANG e KIM, 2019). O Quadro 1 sintetiza as principais características do escaneamento a laser 3D. Essas características aplicam-se até hoje nos equipamentos dos principais fabricantes utilizados no Brasil.

Quadro 1 – Característica do escaneamento a laser 3D

Característica	Dimensão/unidade
Precisão	Milímetro
Resolução	Milhões de pontos
Custo do equipamento	Dezenas de milhares
Habilidade necessária	Média-alta
Portabilidade	Volumosos
Geração de dados 3D	Captura automática
Modelagem 3D	Extração automática da forma
Desafios ambientais	Refletividade, textura da superfície, tempo, movimento do alvo, bordas, linha de visão

Fonte: Adaptado de KLEIN et al. (2012)

Em uma pesquisa bibliométrica, acerca do tema, em bases de dados nacionais e internacionais, limitadas aos trabalhos publicados nos últimos 5 anos e na área de Engenharia, observou-se um crescimento no número de publicações acerca do uso de Escaneamento 3D em levantamentos. Foram identificados 17 trabalhos aderentes ao tema, dos quais 8 foram publicados nos anos de 2019 e 2020. Do total de trabalhos encontrados, apenas 3 são do Brasil, identificando-se que o tema ainda é pouco abordado no país. Ao refazer a pesquisa adicionando termos relacionados à aplicação em obras públicas, apenas 1 trabalho publicado na Espanha foi encontrado. Assim, observa-se uma lacuna de conhecimento acerca da temática no Brasil, sobretudo na sua aplicação em obras públicas.

Neste sentido, o presente trabalho objetiva apresentar uma aplicação e identificar como um levantamento, através de escaneamento 3D, em uma obra de reforma pode contribuir na tomada de decisão dos fiscais em obras públicas. O levantamento objeto do estudo de caso teve o intuito de elaborar o *as built* da obra para embasar tomadas de decisão e servir de primeiros passos no avanço para a integração da nuvem de pontos com *softwares* BIM, buscando a adequação quanto à obrigatoriedade da filosofia na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal a partir de 2021 (BRASIL, 2020). Esta integração é apontada na literatura como um dos desafios desta tecnologia.

2 MÉTODO

Inicialmente, buscou-se por instituição pública ou privada que utilizava tecnologia de informação para controle de obras na cidade de Aracaju-SE. Foi identificado um órgão público federal, ligado ao Ministério da Justiça e Segurança Pública. Então, procedeu-se ao estudo de caso em uma obra licitada pela instituição.

A obra tratava-se da reforma de uma das unidades do órgão, visando melhores condições de trabalho e atendimento ao público, além do fortalecimento institucional através do *design* da edificação. A obra possui 4000 m² de área

construída e sistema construtivo em alvenaria de vedação. O escaneamento foi executado quando a obra estava na fase de execução das alvenarias e da estrutura metálica da cobertura.

Para a captura dos dados espaciais da obra foi utilizado um equipamento de posse do próprio órgão, o Laser Scanner modelo FOCUS3D X 130, da fabricante FARO®, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Laser Scanner utilizado pelo órgão



Fonte: Autores

Este equipamento possui um alcance máximo de 130 m, taxa de varredura de 976000 pontos/segundo e precisão de 2 mm na medição. Este Laser Scanner faz captação de dados em um ângulo de 360º na horizontal e 300º na vertical. Além disso, possui uma câmera com 70 megapixel de resolução para associação de imagens à nuvem de pontos, agregando maior realismo ao resultado.

A parte da obra que foi escaneada possui 2950 m² e levou 4 horas para execução do processo, necessitando da mão de obra de um operador e um auxiliar. Cabe apontar que, em um levantamento manual do mesmo local, uma equipe composta por um Arquiteto e um Engenheiro Civil levou 15 horas, distribuídas em 2 dias de trabalho.

Durante a digitalização das cenas, foram capturados milhões de pontos com coordenadas X, Y e Z das superfícies através do lançamento de raios laser, dentro do raio de alcance do equipamento. As distâncias foram calculadas pelo Laser Scanner medindo o retorno dos raios lançados. Ao digitalizar as cenas, o equipamento, através da câmera, também registrou fotografias para que, no processamento, associasse as fotos à nuvem gerada, entregando maior realismo no resultado.

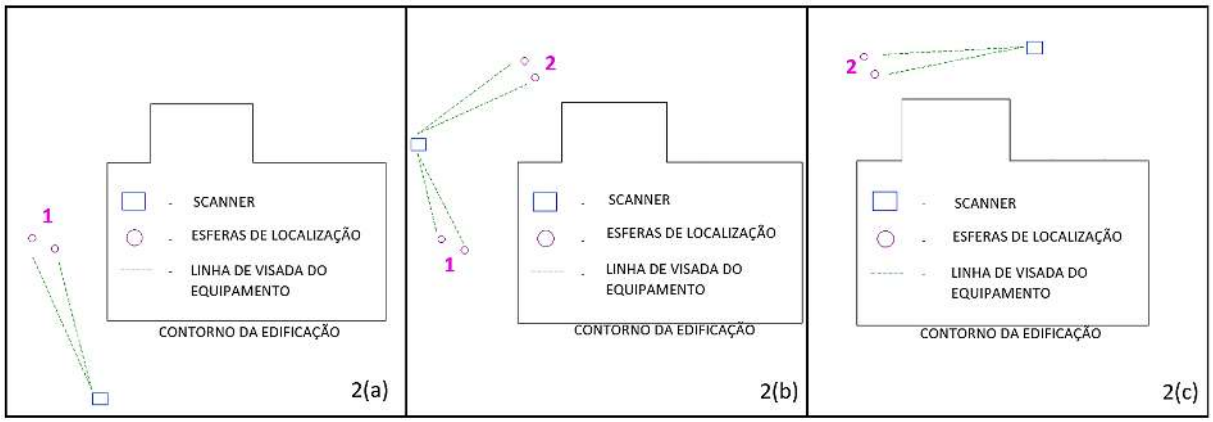
Os dados capturados foram processados no *software* Faro Scene, fornecido pelo fabricante do *scanner*, e esse processamento teve duração de 5 horas. Esse tempo

está associado à resolução da captura e à configuração do computador utilizado. Nesse caso, o dispositivo possui 32GB de memória RAM, Processador Intel® Core I7 e placa de vídeo dedicada de 6GB.

A sequência para o escaneamento da obra e obtenção da nuvem de pontos consistiu em (1) planejar a divisão da obra em áreas (cenas de varredura), baseado no alcance do equipamento, e onde estariam localizados os pontos de ligação entre essas cenas; (2) digitalizar as cenas ao longo da obra; (3) processar os dados capturados para gerar o *as built* (nuvem de pontos).

A etapa (1) faz-se necessária para visadas de locais diferentes ou fora do alcance. Para isso, junto ao equipamento, foram utilizadas esferas, de tamanho padrão e apoiadas em cones, que são reconhecidas pelo scanner 3D. Essas esferas têm a função de unir as várias cenas capturadas, para que, ao final do processo, tenha-se um bloco único com todas as capturas. A Figura 2 apresenta um esquema de levantamento que objetiva um melhor entendimento da técnica utilizada, não representando a obra que foi escaneada.

Figura 2 – Esquema de captura de uma edificação



Fonte: Autores

Na Figura 2(a), o equipamento captura a frente da edificação e o conjunto 1 de esferas; na Figura 2(b) o equipamento muda de lugar, capturando a lateral da edificação, o conjunto 1 de esferas e um novo conjunto 2; na Figura 2(c) o equipamento muda de lugar e captura o fundo da edificação e o conjunto 2 de esferas. No processamento do levantamento, as capturas de 2(a) e 2(b) são juntadas através do conjunto 1 de esferas, comum às duas. A captura de 2(c) é juntada à junção de 2(a) e 2(b) através do conjunto 2 de esferas. Este processo é repetido por quantas cenas forem necessárias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O escaneamento permite a elaboração de um *as built,* gerado pela nuvem de pontos no *software* de processamento utilizado. Em comparação com o método tradicional, o uso do Scanner 3D reduziu o tempo de levantamento em 73%, sem considerar o processamento ou tratamento dos dados em ambos os casos.

Depois de escaneadas, as cenas foram processadas e deram origem à nuvem de pontos. A tela do *software* de processamento foi capturada e o resultado é apresentado na Figura 3.

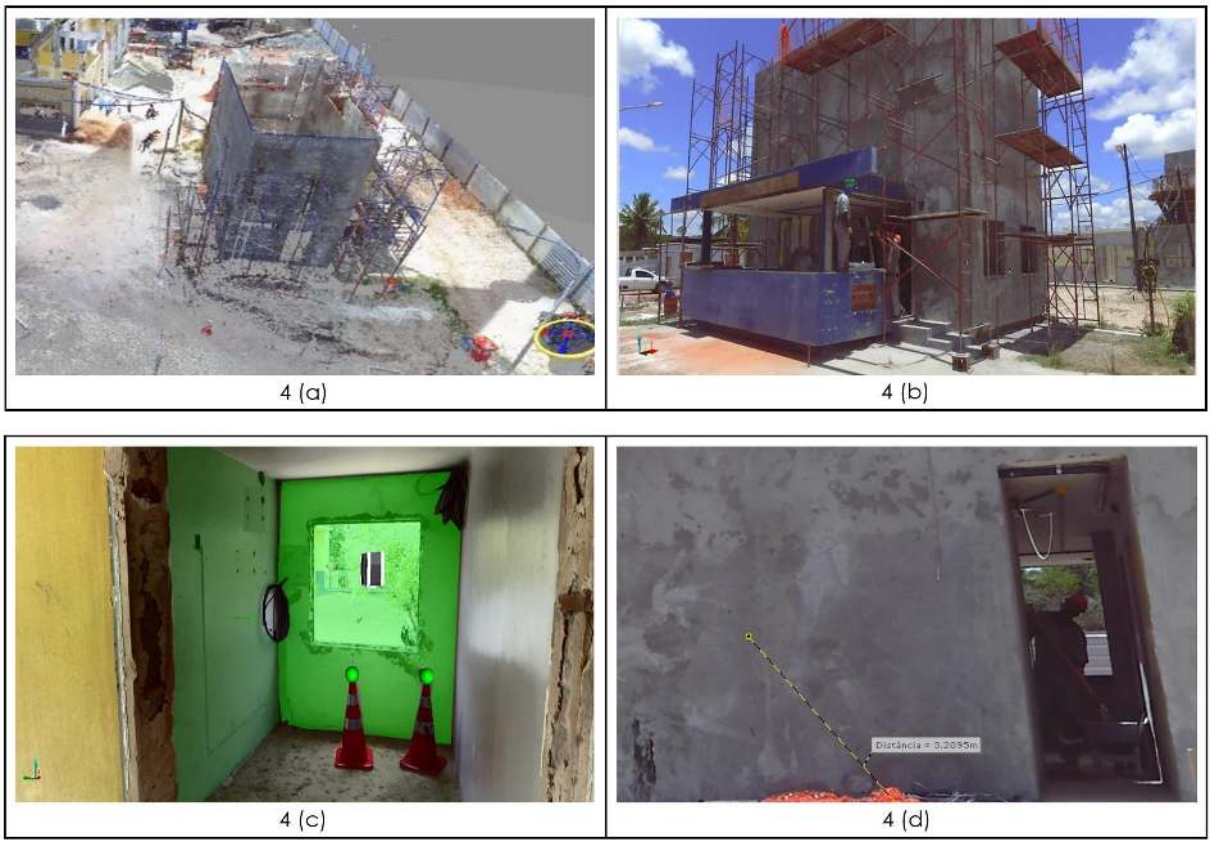
Figura 3 – Nuvem de pontos processada



Fonte: Autores

Como mencionado no método, as fotos registradas pelo Laser Scanner são associadas à nuvem de pontos, entregando um resultado com maior realismo do que apresentado na Figura 3. Essa associação pode ser vista na Figura 4, que apresenta a fase de execução de reboco da Unidade Operacional.

Figura 4 – Cenas extraídas da nuvem de pontos



Fonte: Autores

As Figuras 4(a) e 4(b) apresentam o mesmo local com diferentes visões, onde 4(a)

mostra a nuvem pura e 4(b) a nuvem com associação das fotografias registradas. É possível observar o realismo da segunda figura em relação à primeira. A Figura 4(c) apresenta a seleção de objetos, cujas informações dimensionais podem ser obtidas, e as esferas, apoiadas em cones, reconhecidas pelo Laser Scanner. A Figura 4(d), por sua vez, ilustra a determinação de dimensões através do *software* Faro Scene.

Com o as *built*, a fiscalização técnica da obra pesquisada pode analisar, de forma mais minuciosa, os dados levantados. O arquivo auxilia na tomada de decisão acerca de diferentes campos de interesse do projeto. O Quadro 2 apresenta algumas informações obtidas no escaneamento e onde elas contribuem na tomada de decisão do órgão.

Quadro 2 – Utilização da nuvem de pontos em tomada de decisão

Informações retiradas da nuvem de pontos	**Base para tomada de decisão**
Áreas de superfícies e dimensões lineares	Quantitativo mais preciso de materiais utilizados para a reforma; Controle dimensional dos serviços executados; Áreas de fachadas para estudos térmicos Planejamento de equipamentos para realização dos serviços; Localização e fluxo de materiais e pessoas.
Representação gráfica dos elementos e suas localizações	Definição e melhoria do *layout* de canteiro; Análise de alternativas construtivas; Identificação de patologias e erros construtivos; Definição da evolução física da obra; Definição de interferências na execução dos serviços (cabos elétricos, postes); Identificação de elementos relacionados à segurança no trabalho.
Precisão milimétrica	Confiabilidade dos dados utilizados; Identificação da localização exata de instalações embutidas.
Modelo digital	Envolvimento de maior número de pessoas nas análises; Maior tempo de análise das situações do que uma visita em loco.

Fonte: Autores

A fiscalização técnica solicita um escaneamento em diversas fases da obra, a exemplo da fase de execução dos rasgos para alocar as instalações elétricas e hidrossanitárias, pois em manutenções futuras, é possível localizar o caminho exato de tubos e eletrodutos, evitando quebras e demolições excessivas, que aumentam a geração de resíduos e custos dos reparos.

Cabe apontar, ainda, a necessidade da capacitação de profissionais para manuseio do equipamento, pois este possui um uso específico e exige qualificação para operá-lo. A potencialidade do uso da nuvem de pontos também depende da capacitação e experiência do profissional responsável, agregando maior utilidade a este.

Os profissionais do órgão analisado são capacitados para o uso do Laser Scanner. Porém, foi identificado que os profissionais da Infraestrutura Predial precisam aprimorar as capacitações para análise dos resultados, sobretudo no que diz respeito à sua integração com outros dados, principalmente através de *softwares* BIM, considerando a obrigatoriedade da filosofia na contratação de obras públicas,

realizada pelos órgãos da administração pública federal, a partir de 2021.

Como limitação do uso desta tecnologia, aponta-se o tempo de processamento da nuvem de pontos, a dificuldade na portabilidade do equipamento e o alto investimento inicial do Laser Scanner e do computador necessário para o processamento dos dados, fatores que dificultam a propagação do seu uso. A literatura aponta, ainda, o desafio da integração da nuvem de pontos com diferentes *softwares* para gerar resultados e utilizações mais específicas.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou, frente ao crescimento do uso de tecnologias de digitalização 3D e seu bom desempenho, o resultado do levantamento de uma obra de reforma da unidade de um órgão público Federal, com uma descrição de quais as informações são possíveis de serem identificadas com o escaneamento e de que forma estas podem contribuir na tomada de decisão em obras públicas.

Nota-se que esta tecnologia reduziu consideravelmente o tempo de trabalho à medida em que aumentou a quantidade de informações e precisão do *as built* gerado. Por conta do seu alto nível de detalhamento e a possibilidade de análise mais aproximada dos objetos, patologias, erros executivos e questões relacionadas à segurança do trabalho são mais facilmente identificados e o planejamento de reformas e estudos de melhoria do imóvel têm maior embasamento. O uso desta tecnologia é, ainda, uma grande aliada da implementação BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal a partir de 2021.

Deste modo, o uso da tecnologia de escaneamento auxiliou a tomada de decisão na análise de alternativas construtivas para a reforma e no controle físico e de qualidade do empreendimento objeto de análise, evitando perdas de recursos, prática onerosa à Administração Pública.

Para pesquisas futuras, sugere-se a investigação da interação da nuvem de pontos, através de softwares, principalmente BIM, com outros dados, para assim desenvolver a sua aplicação e popularizar ainda mais o processo, vencendo as limitações.

AGRADECIMENTOS

Ao órgão citado, pela disponibilidade no acompanhamento do processo e no fornecimento de informações.

REFERÊNCIAS

ALOMARI, K.; GAMBATESE; J.; OLSEN, M. J. Role of BIM and 3D Laser Scanning on Job Sites from the Perspective of Construction Project Management Personnel. **Construction Research Congress**, p. 2532-2541, mai. 2016. DOI: 10.1061/9780784479827.252

ANGELONI, M. T. Elementos intervenientes na tomada de decisão. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 17-22, Apr. 2003 .

BASSIER, M.; YOUSEFZADEH, M.; VERGAUWEN, M. Comparison of 2D and 3D wall reconstruction algorithms from point cloud data for as-built BIM. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, Vol. 25, pg. 173-192, mar. 2020. DOI: 10.36680/j.itcon.2020.011

BRASIL. **Decreto Nº 10.306**, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da

Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- EstratégiaBIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Disponível em http://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946. Acesso em maio de 2020.

DEZEN-KEMPTER, E.; SOIBELMAN, L.; CHEN, M.; MÜLLER, A.V. Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124, jul./dez. 2015. http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102710

KLEIN, L.; LI, N.; BECERIK-GERBER, B. Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings. **Automation in Construction**, v. 21, p. 161-171, jan. 2012. DOI: 10.1016/j.autcon.2011.05.023.

PEREIRA, M. J. L. B.; FONSECA, J. G. M. **Faces da decisão:** abordagem sistêmica do processo decisório. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

PINTRO, S.; VIANNA, W. B.; VARVAKIS, G. Inteligência Competitiva e Ciência da Informação: conexões epistemológicas para tomada de decisão nas organizações. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 10-35, set/dez. 2016.

SIQUEIRA, S. V. Metodologia de cadastro realizado através de escaneamento à laser: casa marquesa de santos**.** In: 1º SIMPÓSIO CIENTIFICO ICOMOS BRASIL. Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horitonte, mai. 2017.

WANG, Q.; KIM, M-K. Applications of 3D point cloud data in the construction industry: A fifteen-year review from 2004 to 2018. **Advanced Engineering Informatics**, v. 39, p. 306-319, jan. 2019. https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.02.007