

**Tecnologia, inovação e sustentabilidade:
50 anos de Cursos de Tecnologia no Brasil.**

**Análise da utilização do método Design Science Research
na produção científica em Engenharia de Produção**

Felipe Neves¹, Klauren Godoi Araújo Camargo²; Marcelo Duduchi³; Napoleão Verardi Galeale⁴

Resumo - Neste artigo identificamos indicativos de causas para a pouca utilização do método Design Science Research (DSR), analisando quantitativa e qualitativamente os tipos de pesquisas realizadas entre os anos 2014-2018, revisando a teoria sobre o DSR, sua aplicação e características. Foram realizadas entrevistas e questionários, com professores com o título de doutorado, para investigar os possíveis fatores que dificultam a utilização. A análise apontou o desconhecimento do método na área, o fato de ser relativamente recente e a necessidade de se investir em mais fontes de informação em português. Foi constatado que o volume de trabalhos publicados em Engenharia de Produção vem aumentando.

Palavras-chave: Design Science Research, Metodologia Científica, Engenharia de Produção.

Abstract - In this article we identify indicative of causes for the limited use of the method Design Science Research (DSR), analyzing qualitative-quantitative types of research carried out between the years 2014 to 2018, revising the theory of DSR, its application, and features. Interviews and questionnaires were conducted with Production Engineering Ph.D.'s to investigate possible factors that hinder use. The analysis pointed to the lack of knowledge of the method in the area, the fact that it is relatively recent and the need to invest in more sources of information in Portuguese. It was found that the volume of works published in Production Engineering has been increasing.

Keywords: Design Science Research, Scientific Methodology, Production Engineering.

¹ Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza CEETEPS – e-mail: felipeneve@gmail

² Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza CEETEPS – e-mail: klaurengodoi@gmail.com

³ Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza CEETEPS – e-mail: mduduchi@gmail.com

⁴ Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza CEETEPS – e-mail: nvg@galeale.com.br

1. Introdução

A investigação, o levantamento de dados, a comprovação de teorias, observação de fenômenos e criação de novos métodos ocorrem por meio de estudos e pesquisas científicas. Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015) indicam que a pesquisa científica se apoia na utilização de métodos de pesquisa que devem ser escolhidos conforme sua adequação ao tipo de problema. Lacerda *et al* (2013) sugerem que possuir um repertório amplo e bem definido de métodos de pesquisa pode contribuir para o avanço da teoria e, por consequência, do conhecimento em determinada área.

Ao realizar uma busca inicial por produções científicas que tivessem aplicado o método proposto, intrigou o pouco retorno de publicações nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, principal congresso do país nesta área e que conforme afirma Nakano (2018), representa uma amostra relevante da pesquisa nacional em Engenharia de Produção. Foi verificado que o seu uso é muito comum em áreas como Sistemas de Informação e dada a natureza do método e sua aplicabilidade em engenharia, surgiu o questionamento sobre a causa desse pequeno volume de trabalhos.

Deste fato originou o seguinte questionamento: Tendo em vista as potencialidades de aplicação do método Design Science Research na área de Engenharia de Produção, quais fatores dificultam ou restringem uma maior utilização do método pelos pesquisadores do país? Assim, focou-se esforços para identificar possíveis causas para a pouca utilização do método DSR nas pesquisas nacionais em Engenharia de Produção nos cinco últimos anos.

Neste artigo não pretende-se esgotar o assunto sobre a metodologia DSR visto que há um bom número de trabalhos que já o fizeram (DRESCH, LACERDA, ANTUNES JR, 2015; VAN AKEN, 2004), mas apresentar um panorama geral sobre o método e suas principais aplicações visando contribuir também para a ampliação da pesquisa em português sobre o tema. Os conceitos apresentados aqui se baseiam, primariamente, na obra de Herbert Simon (1996), referência para a compreensão da Design Science e livro seminal sobre o assunto. No entanto foram utilizados outros autores para suportar a argumentação e, principalmente, para focar no cenário da aplicação do DSR na área de Engenharia de Produção.

2. Referencial Teórico

Design Science é a ciência orientada para geração de conhecimento que visa desenvolver e projetar soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas ou criar novos artefatos que melhorem a atuação humana na sociedade e/ou nas organizações buscando resultados satisfatórios (DRESCH, LACERDA, ANTUNES JR, 2015) e, como afirma Wieringa (2014), no contexto real do problema, considerando relação entre custo e benefício da solução, particularidades do ambiente em que será aplicada e reais necessidades dos

interessados na solução, permitindo generalização para atender uma determinada classe de problemas.

Simon (1996) afirma que historicamente as disciplinas científicas destinam-se a ensinar sobre coisas naturais e as Escolas de Engenharia a ensinar sobre coisas artificiais, como fazer artefatos com as propriedades desejadas e como projetá-las. Ele afirma que escolas profissionais reassumem o ensino de uma ciência do projeto - design Science – na medida em que descobrem que esta possui as características principais para reconhecimento acadêmico, que são doutrina intelectualmente difícil, analítica, parcialmente formalizável, parcialmente empírica e ensinável. A Design Science não é apenas possível, mas também vem surgindo desde meados da década de 1970 (SIMON, 1996).

A Design Science visa prescrever solução ou alternativas para classes de problemas. A perspectiva é participativa, lógica de intervenção-resultado e gera como produto, uma regra tecnológica testada e fundamentada, de natureza heurística, justificada pela saturação de evidências, resultando em teoria de gestão (VAN AKEN, 2004). Não existe uma definição formal para classe de problemas (DRESCH, LACERDA, ANTUNES JR, 2015; WIERINGA, 2014), embora Herbert Simon (1996) tenha apresentado exemplos de classes de problemas em sua obra. Assim, os autores a definiram como “a organização de um conjunto de problemas práticos ou teóricos que contenha artefatos úteis para a ação nas organizações” (DRESCH, LACERDA, ANTUNES JR, 2015). Segundo eles, não há classes de problemas já construídas, ficando a cargo do pesquisador a construção da classe e a proposição do artefato a ser associado.

March e Smith (1995) consideram que os produtos da Design Science são de quatro tipos: constructos, modelos, métodos e implementações, respeitando uma linguagem básica de conceitos assim como nas ciências naturais, que podem ser combinados em construções de modelos, usados para descrever tarefas, situações ou artefatos. O propósito do Design Science Research é construir artefato e avaliar o quão bem o artefato é executado.

2.1 Premissas e protocolos para utilização da Design Science Research

Os pesquisadores da área de Sistema de Informação, Hevner *et al* (2004) listam sete critérios ou premissas para auxiliar o pesquisador na escolha e realização de uma boa aplicação do DSR: deve projetar intencionalmente um artefato viável; deve resolver um problema relevante; deve ser um projeto avaliável - sendo possível avaliar rigorosamente a qualidade, utilidade e eficácia do artefato; deve contribuir com a solução de um problema real com um artefato inovador, podendo ser um problema até então não resolvido, ou um problema já conhecido mas com uma nova solução mais eficaz e eficiente; pautar pelo rigor de pesquisa pela aplicação de métodos rigorosos tanto na construção quanto na avaliação do artefato projetado; projeto como pesquisa de processo - cujo processo pelo qual é criado e o artefato em si, incorpora ou permite um processo

de pesquisa encontrar uma solução; e por fim, promover a divulgação da pesquisa cujos resultados devem ser comunicados eficazmente, para pesquisadores e profissionais, permitindo extensão da pesquisa e implementação em organizações.

Para alcançar o rigor da pesquisa fundamentada no método Design Science Research, Dresch, Lacerda, Antunes Jr (2015) indicam que o pesquisador deve além de seguir rigorosamente todas as etapas do método, também registrar atentamente as saídas de cada etapa, o que ocorreu conforme esperado e o que foi alterado, formalizando detalhadamente todas as atividades que o pesquisador realiza durante a pesquisa e as percepções e ideias que surgirem ao longo de todo o processo. Essa formalização recebe o nome de protocolo de pesquisa e é esse protocolo com registro fiel e completo que garantirá o sucesso do trabalho e garantirá a possibilidade de replicação por outros pesquisadores.

2.2 Limitações de uso e possíveis causas de baixa utilização da Design Science

Para March e Smith (1995), uma limitação do uso do Design Science é o entendimento incompleto do ambiente e do propósito que podem resultar em artefatos projetados inadequadamente, que resultam em efeitos colaterais indesejáveis. O desafio então é antecipar potenciais efeitos colaterais e evitá-los. O uso pretendido de um artefato pode abranger uma série de tarefas, por isso, não só o método aplicado deve ser avaliado, como também os próprios critérios de avaliação devem ser revisados conforme o ambiente de aplicação.

O conhecimento existente sobre Design Science avançou de maneira dispersa ao longo do tempo a partir da obra de Simon (1996). Na área de gestão de operações e Engenharia de Produção, há pouco conhecimento sobre o tema. Os conceitos de Design Science e Design Science Research têm amadurecido principalmente nas áreas de tecnologia, gestão da informação e gestão em geral (DRESCH, LACERDA, ANTUNES JR, 2015).

Os trabalhos que procuram discutir a pesquisa nas áreas de Gestão de Operações e de Engenharia de Produção têm tipicamente considerado como referência os objetivos e práticas de pesquisa das ciências naturais e sociais (LACERDA, *et al.*, 2013).

3. Método

Para a construção deste artigo foi feita uma primeira busca pelo tema para conhecer a metodologia, características principais, e indicativos de aplicações através de buscas pelo Google Acadêmico e plataforma de busca CAPES. Foram identificados artigos e livros para leitura e compreensão do assunto em sua maioria de pesquisadores estrangeiros. Porém uma pequena quantidade de pesquisadores se destacou na produção nacional.

Pela avaliação bibliométrica sobre a produção de artigos nacionais utilizando a metodologia DSR encontrou-se 1.217 resumos nos Anais de 2014 a 2018 do ENEGEP, nos quais foram feitas buscas pelos termos "Design Science", "Design Science Research" e "DSR" o que resultou num total de 13 trabalhos abordando Design Science Research. Para ampliar a análise, foi efetuada uma pesquisa no Catálogo de Teses e Dissertações (CTD-CAPES) visando o mapeamento de pesquisas nacionais, em nível de pós-graduação, buscando dissertações e teses que tiveram como temática ou utilizaram a metodologia DSR com os mesmos critérios de palavras-chave que na busca nos Anais ENEGEP.

Definiu-se a questão de pesquisa e elaborou-se os objetivos do presente trabalho e então passou-se para a fase de busca e formatação da fundamentação teórica sobre o tema com base em artigos e livros. Com base na fundamentação teórica, formatou-se um roteiro de entrevista com intuito de buscar subsídios para responder à questão de pesquisa e rever as lacunas do referencial teórico.

Baseando no resultado da análise bibliométrica, levantou-se os principais orientadores dos trabalhos avaliados nos últimos 5 anos, convites para entrevistas foram enviados aos 15 Professores Doutores que mais tiveram produção, orientação e contato com o método DSR. Foram entrevistados três deles, que já aplicaram o método para coletar informações e impressões dos mesmos sobre o método e sobre a percepção de pouca utilização da DSR identificada pelas duas etapas de bibliometria realizadas.

Após a transcrição das entrevistas foi efetuado levantamento estatístico das palavras mais citadas pelos entrevistados utilizando-se a ferramenta "Atlas.TI" para viabilizar a análise de conteúdo. Os resultados foram refinados para filtrar palavras que não tinham relação direta com o que se estava avaliando, como pronomes e artigos. Com base nas ocorrências, foram levantados os domínios de pesquisa, subcategorias e categorias finais de análise, o que auxiliou no refinamento da questão de pesquisa e identificação de indicativos de causas para pouca utilização do método.

Buscando confirmar os indicativos identificados nas entrevistas, utilizou-se a análise de conteúdo para auxiliar na confecção do instrumento para uma *survey* que foi formatada contendo sete questões. As questões e respostas propostas foram baseadas nos domínios apontados na literatura. Todas as questões apresentavam opções de seleção e uma alternativa aberta para comportar respostas não mapeadas pelos pesquisadores e permitir respostas que poderiam contribuir para o conhecimento de domínios não explorados anteriormente.

Levantou-se os e-mails de professores de 28 programas nacionais de Pós-Graduação *stricto sensu* em Engenharia de Produção e correlatos perfazendo um total de 268 e-mails. Um link para o questionário foi enviado por e-mail e as respostas armazenadas em um sistema online chamado "Google Forms". Após o período de 18 de maio a 17 de julho de 2019, fez-se a análise das respostas

obtidas para complementar dados utilizados para apresentação dos resultados, discussão e considerações finais.

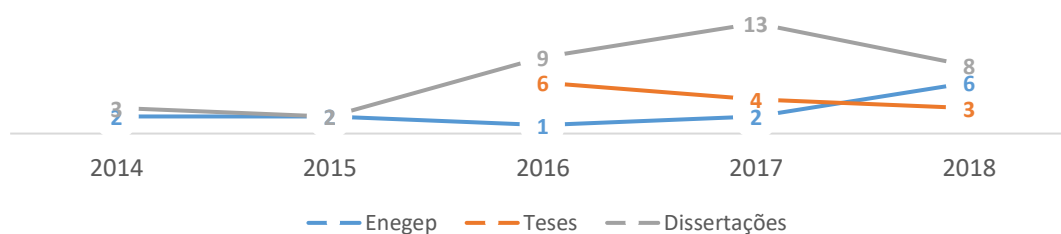
4. Resultados e Discussão

O retorno da busca aos Anais de 2014 a 2018 do ENEGEP totalizou 1.217 resumos sendo 312 apresentados em 2018, 275 em 2017, 220 em 2016, 211 em 2015 e 199 em 2014. Destes, após refinamento com utilização dos termos "Design Science", "Design Science Research" e "DSR", foram extraídos 13 trabalhos que abordaram Design Science Research como método de pesquisa, dos quais, 2 em 2014, 2 em 2015, 1 em 2016, 2 em 2017 e 6 trabalhos em 2018, conforme apresentado no gráfico 1. Este montante representa pouco mais de 1% de todos os trabalhos apresentados nos últimos 5 anos.

Dos 13 artigos avaliados, 12 utilizaram o DSR como metodologia aplicada à pesquisa e 1 trabalho fez um levantamento de sua aplicação na área de sistemas de informação.

Uma segunda busca foi realizada, desta vez no Catálogo de Teses e Dissertações - CAPES com os mesmos critérios de palavras-chave que o primeiro levantamento. Desta busca resultaram 253 publicações no período 2014 a 2018, sendo 135 dissertações e 70 teses em diferentes áreas de conhecimento. Na área de Engenharia foram encontrados 108 trabalhos e, especificamente em Engenharia de Produção que é foco deste estudo, foram encontrados 48, sendo 26 dissertações e 13 teses. Os resultados também foram comparados e aferidos com buscas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD.

Gráfico 1 – Quantidade de pesquisas utilizando DSR



Fonte: Elaborada pelos autores

A percepção com relação aos dados obtidos foi de indicativo de pouca utilização do método nas pesquisas de Engenharia de Produção, considerando a natureza das pesquisas realizadas nesta área frequentemente voltadas para produção de algum artefato, condição primordial para escolha da utilização do método. Essa percepção é corroborada por Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015) ao afirmarem “*especificamente, na área de gestão de operações e na engenharia de produção, por exemplo, há pouco conhecimento sobre design science e design science research*”, o que levou a considerar isso como um dos indicativos de causa da pouca utilização do DSR.

Aprofundando na investigação e considerando o indicativo mencionado, partiu-se para busca de mais dados por meio da análise de conteúdo realizada com as respostas das entrevistas, sendo consenso entre os três especialistas respondentes que não existe nenhum impedimento na aplicação do método nas pesquisas de Engenharia de Produção, mas que enxergam como baixa a produção nacional devido a quatro principais fatores.

O primeiro fator é que o método é relativamente novo. O segundo ponto é o desconhecimento do método por parte maioria dos pesquisadores brasileiros, sentido quando da submissão de artigos para publicação e do retorno de questionamentos por parte dos pares questionando sobre o método em si, bem como identificação desse desconhecimento também em bancas de defesas de teses e dissertações e em conversas e questionamentos a pesquisadores participantes de congressos das áreas de Engenharias. O terceiro fator é a pouca divulgação do método em cursos de graduação e pós-graduação, inclusive em programas de mestrado, o que retorna aos primeiro e segundo fatores como consequência. Como quarto fator foi indicado a existência de pouco material em português, o que dificultava a disseminação e divulgação do método em si. Como conclusão, indicaram que por haver pouco conhecimento aprofundado do método, muitos pesquisadores o confundem com a pesquisa-ação e não buscam conhecer o método mais profundamente e acabam por optar pela utilização da pesquisa-ação e do estudo de caso.

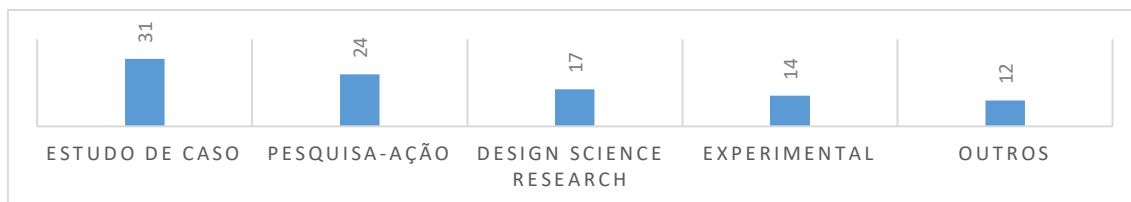
Para checar esses indicativos, após realização de análise de conteúdo, identificou-se as categorias e domínios que foram utilizados para nortear a elaboração do instrumento de pesquisa *survey*.

Do total de 268 professores contatados, 45 responderam a *survey*, perfazendo um total de 16,79% de retorno. A área de atuação dos respondentes é majoritariamente em Engenharia da Produção com 88% seguida de Outras Engenharias (Civil, Elétrica, etc) com 6%, Educação e Ciências Contábeis tiveram a participação de 6% restantes.

Doze dos respondentes assinalaram que não conheciam o método, representando 26,67% do total, o que reforça a hipótese de desconhecimento do método na área. Dos 33 que responderam conhecer o método, 52% apontaram que conhecem o método, mas nunca aplicaram em suas pesquisas e 48% já o aplicaram em pelo menos um projeto.

Com relação aos métodos já utilizados, as respostas estão indicadas no gráfico 2.

Gráfico 2 – Metodologias utilizadas



Fonte: Elaborada pelos autores

Para a questão: Baseado em sua experiência, a metodologia Design Science Research é bastante difundida entre os pesquisadores brasileiros? 96% dos respondentes apontaram que a metodologia não é amplamente difundida entre os pesquisadores brasileiros.

A última questão faz referência aos indicativos levantados nas entrevistas e inseridos na *survey* da seguinte forma: Existem fatores que dificultam a aplicação da metodologia Design Science Research no cenário científico nacional? As respostas obtidas na *survey* estão tabuladas no quadro 1.

Quadro 1 – Barreiras para utilização do método

Desconhecimento do método	23
O método é muito novo e os pesquisadores estão aguardando sua consolidação	9
Existem outros métodos muito semelhantes à DSR e que são mais utilizados	7
Poucas fontes de informação, em português, sobre o assunto	7
Aplicação errada em situações que requerem outros métodos, tais como modelagem e estudos de caso	1
Não existem muitas pesquisas, no Brasil, que precisem do método	1
Preconceito	1
Uso de programas que facilitem a manipulação dos dados coletados	1

Fonte: Elaborada pelos autores

A questão a ser respondida neste artigo se refere às causas que dificultam a utilização da metodologia DSR em Engenharia de Produção. Os resultados de entrevistas e *survey* apontam, majoritariamente, para o desconhecimento do método, seguido pela baixa quantidade de fontes de informação em português e a novidade do método. Porém a maioria concorda que não existe impedimento para utilização do método e que existem outros métodos que são semelhantes à DSR e são mais utilizados.

Tanto a literatura quanto os levantamentos realizados apontam para a questão do desconhecimento do método na área de Engenharia de Produção (DRESCH, 2013). No que se refere à entrevista com os especialistas, é importante destacar que todos concordaram que o método é pouco conhecido no Brasil e que sua aplicação vem sendo ampliada aos poucos. Esse ponto foi reforçado por 100% dos respondentes da *survey*. Embora essa seja uma das causas para seu pouco uso, faz-se necessário evidenciar que esse desconhecimento tem uma relação com a baixa quantidade de materiais em português e a novidade do método.

Com relação às publicações, os dados evidenciam que a produção é pouca se comparada a outros métodos, tendo seu pico de produção acadêmica entre 2016 e 2017, com um volume maior de teses e dissertações. É razoável apontar

que a produção acadêmica pode estar com tendência de aumento da apresentação de trabalhos em congressos científicos nacionais ao se avaliar o crescimento expressivo de trabalhos apresentados no ENEGEP de 2018.

Como justificativa para a pouca utilização, pode-se argumentar que a natureza dos trabalhos apresentados nacionalmente em Engenharia de Produção não se beneficiaria da utilização do método ou que não se adequam a DSR, como apontado por um participante da *survey*. Em contraponto com esta afirmação, a análise dos tipos de artefatos que se adequam para a utilização da metodologia, como modelos e protótipos, são muito utilizados em Engenharia e, conforme Simon (1996) aponta, são diretamente conectados à natureza da área de Engenharia.

Outro ponto que sinalizado pelos respondentes é a existência de métodos que guardam semelhança com a DSR e que podem ser utilizados por pesquisadores. Dresch, Lacerda e Antunes (2014) apontam especificamente a distinção e similaridades e distinções entre Estudo de Caso, Pesquisa-Ação e o Design Science Research (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JR, 2014). As similaridades, sem a devida atenção às distinções, podem ser confundidas por pesquisadores inexperientes.

Quanto à novidade do método, podemos observar que os especialistas evidenciaram que a metodologia de pesquisa é um campo que, embora evolua constantemente, incorpora novidades com bastante cautela buscando-se abordagens que tragam respaldo científico e consistência. Novas metodologias levam um tempo para se consolidar e esse parece ser o caso da Design Science Research.

Embora a obra de Simon, que deu origem ao estudo sobre a abordagem epistemológica para uma ciência do projeto, tenha tido sua primeira edição em 1969 foi na década de 1990 que ela começou a ser aplicada de maneira mais ampla em áreas como Sistemas de Informação e Gestão (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JR, 2015).

A literatura sobre metodologia também não aborda o tema de maneira recorrente. Para citar um exemplo sobre a questão, Cauchick-Miguel em sua obra sobre metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações opta por nem mesmo abordar o tema (2018).

5. Considerações finais

A avaliação da quantidade de trabalhos apresentados no maior congresso nacional em Engenharia de Produção foi o ponto inicial para a construção desse artigo, visando buscar elementos que indicassem as possíveis causas para o pouco volume de trabalhos que utilizam DSR na área de Engenharia de Produção. Ao realizar as análises sobre as publicações, entrevistas e pesquisas foi possível confirmar alguns posicionamentos citados na bibliografia e corroborado pelos especialistas e doutores respondentes da *survey*.

O desconhecimento da metodologia, a pequena quantidade de referências em português e a novidade do tema são apontados como as principais questões que afetam a ampliação do uso da metodologia. O aumento de trabalhos nos últimos anos é um indicativo de que sua ampliação pode ser esperada e esse aumento de publicações aumentará a base de conhecimento e de referências em português sobre o assunto.

Referências

CAUCHICK-MIGUEL (org.) Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. São Paulo, Elsevier: 2018, p.65.

DRESCH, A., LACERDA, D. P., ANTUNES JR, J. A. V., Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DRESCH, A., LACERDA, D. P., ANTUNES JR, J. A. V., Uma Análise Distintiva entre o Estudo de Caso, A Pesquisa-Ação e a Design Science Research. REVISTA BRASILEIRA DE GESTÃO DE NEGÓCIOS: Fecap, 2014.

DRESCH, A. Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção. Dissertação de mestrado: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2013.

HEVNER, A. R. et al. Design Science in information system research. MIS Quarterly Vol. 28 No. 1, p. 75-105/March 2004.

LACERDA, D. P. et al. Design science research: a research method to production engineering. Gestão & Produção, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

MARCH, S. T., SMITH, G. Design and Natural Science Research on Information Technology, Decision Support Systems (15:4), p. 251-266/December 1995.

NAKANO, D. Métodos de Pesquisa Adotados na Engenharia de Produção e Gestão de Operações in Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. São Paulo, Elsevier: 2018, p.65.

SIMON, H. A., The sciences of the artificial. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. Journal of Management Studies 41:2 March 2004.

WIERINGA, R. J., Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering. Enschede: Spring, 2014.