

Paulo Reis¹

Ciência do Artificial e Design Science Research

O primeiro passo deste desenvolvimento conceitual é a busca etimológica da palavra *método*. Advinda do grego *'methodos'*, faz referência ao caminho a ser percorrido. Diz respeito a determinação dos 'meios utilizados para se alcançar um determinado fim. Da mesma forma, se faz necessária, a abordagem similar sobre o termo *metodologia*. Derivada do grego, a palavra é composta por 'método' (caminho a ser percorrido) somado à 'logia' (prática ou estudo²). Assim, 'metodologia' faz referência à um sistema ou conjunto articulado de métodos (regras e princípios) que servirão de base ou regulação para determinação/condução de determinada construção de saber / disciplina ou ciência. Determina, assim, as etapas a serem seguidas, na busca de determinados objetivos ou processos.

O conhecimento, em determinada área ou disciplina, ganhará densidade científica na medida que passa a possuir um repertório de métodos - abrangente e bem estruturado - capazes de sustentar o avanço da teoria, ou seja, da consolidação do conjunto de regras sistematizadas e princípios fundamentais de determinada área do conhecimento.

A partir dos postulados de Simon³ (1996), surge uma nova epistemologia denominada Design Science ('ciência do artificial', 'ciência da concepção' ou 'ciência do projeto'), que foca em artefatos. Nessa perspectiva um artefato, é um objeto, cuja construção seguiu métodos científicos e, portanto, seria capaz de gerar conhecimento (SIMON, 1996).

A Design Science constitui a base epistemológica⁴, ou seja, se configura como metodologia. A Design Science Research (DSR) se constitui como um paradigma, ou método, que será capaz de operacionalizar a construção do conhecimento. Se a DS é uma metodologia de pesquisa, a DSR é o método. A seguir, um quadro reunindo algumas contribuições históricas, para o desenvolvimento da DSR, como é conhecida hoje:

Quadro 1 - Contribuições conceituais na construção do DSR

Takeda <i>et al.</i> (1990)	os pesquisadores representam alguns dos primeiros pesquisadores a formalizar um método de pesquisa utilizando o Design Science – propuseram uma visão cíclica dos processos de design;
Nunamaker, Chen, Purdin (1991)	os pesquisadores apresentam alguns produtos de pesquisa utilizando a metodologia DS - introduziram a DS na área de sistemas de informação;

¹ Como citar: REIS FILHO, Paulo. Ciência do Artificial e Design Science Research. Artigos Técnicos. Laboratório de Cenários da Agência UFRJ de Inovação. Ano.3. Vol.22, 2019. Disponível em: http://www.inovacao.ufrj.br/images/vol_22_ciencia_artificial_design_science_research_2019.

² Logos faz alusão a uma série de definições similares e complementares: pensamento, razão, palavra, fala, conceito, discurso e conhecimento

³ Herbert Simon em sua obra *'The Science of the artificial'*, de 1969, apresenta os fundamentos epistemológicos da Design Science, que se contrapõe aos fundamentos tradicionais de pesquisa, análise e recortes reducionistas do mundo natural.

⁴ A epistemologia - filosofia da ciência - trata da natureza, origem e validade de determinado conhecimento científico.

March e Smith (1995)	os pesquisadores buscaram a aproximação e a integração entre a DS e as ciências tradicionais;
Gibbons <i>et al.</i> (1994)	os pesquisadores abordaram, em profundidade, o que é projetar;
Hevner <i>et al.</i> (2004)	os pesquisadores aprimoraram o rigor das teorias, e propuseram um quadro teórico-metodológico que serviu de base para diversos autores;
Van Aken (2005) e Van Aken, Berends, Van Der Bij (2007)	os pesquisadores sugerem que a DS pode ser utilizada em pesquisa nas organizações na área de gestão;
Peppers <i>et al.</i> (2007)	os pesquisadores contribuem com a construção de um percurso metodológico - esquema de encadeamento sintético, das etapas de desenvolvimento;
Wieringa (2009, 2014)	o pesquisador estende o quadro teórico-metodológico de Hevner <i>et al.</i> (2004) e conduz o estudo DSR definindo arcabouços, como o ciclo regulador, que envolve a investigação do problema, o projeto da solução, a validação, a implementação e a avaliação;
Bax (2014)	o pesquisador faz um estudo na perspectiva Wieringa (2009) e Hevner <i>et al.</i> (2004), dentre outros, e discute a aplicação do percurso do método da DSR proposto por Wieringa (2009). Apresenta o paradigma da DSR como quadro teórico-metodológico de fundamentação científica importante para o campo da ciência da informação (CI).

Fonte: Baseado em Zaidan et al. 2016, p.3760.

De forma similar às engenharias o design industrial⁵ se orienta à utilizar o conhecimento científico com o objetivo de projetar e construir artefatos para a solução dos problemas (GOUVÊA DA COSTA; PINHEIRO DE LIMA, 2011). No entanto, diferentemente das engenharias, o design adiciona àquele intento original uma premissa, que caminhará em paralelo a todo o processo de desenvolvimento projetual: a busca pelo conhecimento tácito e experiência perceptiva, dos atores/especialistas⁶ envolvidos.

Os caminhos percorridos pelos projetos do design são multi e inter disciplinares, integrados e sistêmicos. Isso significa dizer que é um conjunto de métodos - das várias disciplinas - que se somam e se conformam, na direção da solução de um problema. O design, assim é sempre iterativo, interativo, integrativo e - por configurar um processo de experimentação permanente - especulativo.

Na medida em que, de forma permanente, se da voz aos vários e distintos atores/especialistas, várias e inusitadas serão as novas perspectivas a serem abordadas, investigadas e testadas.

Assim, o processo do design industrial - e das soluções do design em geral - não se caracteriza por ser linear e sequencial, mas sim e antes de tudo, uma forma de perceber a complexidade do mundo - um *mindset* específico.

⁵ Os estudos em Design, com foco na sofisticação metodológica, datam do início da década de 60, quando Chris Jones e Bruce Archer promovem conferências sobre o tema.

⁶ O termo especialista é empregado aqui, de forma semelhante ao que se faz nas pesquisa de Lógica Fuzzy, como um ente que detém um tipo de conhecimento fundamental para uma determinada parcela de saber ou fazer. Não se restringe, assim, à títulos ou altas posições hierárquicas dentro de uma organização.

Para Wieringa (2009;2014), ao se debruçar sobre estas dimensões de complexidades, sugere a distinção entre problemas práticos e problemas de conhecimento. Aponta que os problemas práticos alterariam o estado do mundo para, assim, obter conhecimento com a mudança; as questões de conhecimento modificariam o estado do conhecimento e o aplicariam no mundo real para, assim, validar a alteração. De forma a complementar o dito, vale trazer a visão de Cupani (2006), quando aponta as distintas nuances possíveis, que fundamentam o desenvolvimento de um artefato sócio-técnico:

- i) como artefato, ou seja, como certo tipo de objeto;
- ii) como saber tecnológico, determinando uma classe específica de conhecimento;
- iii) como projeto de artefato, determinando um conjunto de atividades necessárias para a produção e uso de artefatos;
- iv) como uma manifestação de determinada vontade do ser humano em relação ao mundo, determinando um dado contexto de transformação e absorção de novas práticas.

Este modelo mental, na síntese do Design Council⁷ (2005) se conforma em um processo-síntese - batizado de *Double Diamond* - que busca equilibrar visão de negócios, viabilidade técnica, com as capacidades tecnológicas, financeiras e humanas, e que se estrutura em algumas competências, a saber: capacidade de saber contextualizar; habilidade de ser empático; habilidade de articular colaborativamente; atuação permanente, na prática da experimentação.

Nessa perspectiva, como já colocado, o objetivo do *design* é 'projetar e construir artefatos para a solução dos problemas', tendo como foco principal o usuário. Assim, a experiência, a aprendizagem, a percepção, as intenções, os desejos, as dificuldades e as necessidades dos atores, são essenciais para a rotina projetual - esta perspectiva terá impacto direto na complexidade e no desenvolvimento de produtos e serviços.

A *Double Diamond*, como síntese das metodologias de design, segmenta o processo em 4 grandes estágios:

Entendendo o problema - etapa de contextualização, exploração e entendimento do problema, tanto da visão de negócio quanto dos usuários;

Definindo o foco - etapa de definição, por meio da identificação, interpretação e alinhamento das necessidades dos usuários com os objetivos do negócio;

Desenhando soluções - etapa de escolha da solução, por meio da exploração das opções e alternativas possíveis;

Demonstrando a solução - a última etapa será concluída com a prototipação da solução concebida, definida na fase anterior, agendando as entregas determinadas.

A Ciência do Artificial – Design Science

Como colocado por Bayazit (2006), a pesquisa científica em design é a base epistemológica para o estudo de tudo o que é considerado artificial. Para Simon (1996, p.23) o "mundo em que vivemos hoje é muito mais artificial, fabricado pelo homem, do

⁷ <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>.

que natural”. Assim, é uma abordagem que inaugura e operacionaliza a pesquisa para objetivos desejados como um artefato ou uma diretriz de solução. Na prática, é uma abordagem de pesquisa multifacetada com um conjunto abundante de técnicas e ferramentas que fornece aos profissionais caminhos sólidos para a construção de novas formas de conhecimento. Seus elementos metodológicos oferecem uma grande quantidade de possibilidades para a realização de pesquisas (HEVNER, 2007).

Hevner et al. (2004) promoveram a sistematização de um conjunto de critérios norteadores ou diretrizes, para melhor se compreender e avaliar as resultantes do DSR. Apesar de construídos para a aplicação em Sistemas Informativos (SI) as diretrizes se mostram ajustáveis a qualquer campo:

- (a) o objeto de estudo da pesquisa como artefato;
- (b) artefato associado a problemas relevantes ao negócio;
- (c) rigor na demonstração da utilidade, qualidade e eficácia do artefato projetado;
- (d) geração de contribuições significativas para área de aplicação do artefato;
- (e) método rigoroso empregado na construção e validação do artefato;
- (f) emprego de recursos para alcance dos fins com respeito às leis do ambiente pertinente ao problema; e
- (g) resultados da pesquisa eficazmente expostos aos públicos tecnológicos e de negócios pertinentes ao protótipo.

Para Simon (1996, p.28) os artefatos são “objetos artificiais que podem ser caracterizados em termos de objetivos, funções e adaptações. São normalmente discutidos, particularmente durante a concepção, tanto em termos imperativos como descritivos.”

Todos os elementos em articulação dentro de um contexto de desenvolvimento de projeto possuem direcionamentos e funções. Para Simon (1996, p.28), estes obedecem “o cumprimento de um propósito, ou adaptação a um objetivo, envolve uma relação de três elementos: o propósito ou objetivo; o caráter do artefato; e o ambiente em que ele funciona.” Nessa perspectiva, o artefato, completa Simon (1996, p.29) “pode ser considerado como um ponto de encontro – interface – entre um ambiente interno, a substância e organização do próprio artefato, e um ambiente externo, (isto é), as condições em que o artefato funciona.”

A Design Science estuda a criação de artefatos e sua incorporação em nossos recursos físicos, psicológicos, ambiente econômico e social. A ciência tradicional estuda o mundo como nós o encontramos; a ciência do design estuda o mundo como nós fazemos. Em um mundo cada vez mais projetado, um bom design é o meio para melhorar este mundo através de produtos e serviços inovadores e sustentáveis, criando valor e meios para reduzir ou eliminar as consequências negativas e não intencionais do uso das tecnologias (FRISCHKNECHT et al., 2009, p.35)

A abordagem metodológica de Hevner (2004) descreve cinco grandes dimensões – observacional, analítica, experimental, de testes e descritiva – para que seja possível ter uma perspectiva ampla do que será customizado, e para qual contexto empresarial

o artefato será melhor apropriado, destacando o papel de diferentes atores, usuários e *stakeholders* durante todo o processo metodológico⁸.



Figura 1 - Esquema geral da *Design Science Research* – em 5 etapas de condução e avaliação
Fonte: Baseado em TAKEDA et al., 1990; MANSON, 2006; HEVNER, 2004; PEFFERS et al., 2008).

De acordo com as metodologias e teorias construídas nos últimos anos, pode-se apontar que os passos básicos para o desenvolvimento da abordagem da pesquisa em uma ciência do design são: definição do problema; pesquisa bibliográfica e busca de teorias existentes; sugestão de possíveis soluções; desenvolvimento; avaliação; processo de tomada de decisão; reflexão e aprendizagem; e comunicação de resultados.

Quadro 2 - Condução e avaliação da DSR – métodos e etapas

condução e avaliação	métodos	explicitações
etapa 01 -	Estudo de Caso: estudar o artefato existente, ou não, em profundidade no ambiente de negócios. Estudo de Campo: monitorar o uso do artefato em projetos múltiplos. Esses estudos podem, inclusive, fornecer uma avaliação mais ampla do funcionamento dos artefatos configurando, dessa forma, um método misto de condução da pesquisa.	Evidenciar a situação problemática Explicitar o ambiente externo e seus principais pontos de interação com o artefato Explicitar as métricas e os critérios para a aceitação da solução do artefato (quando não for possível a obtenção de uma solução ótima) Explicitar os atores que se interessam pelo artefato Explicitar as classes de problemas, os artefatos existentes e suas limitações
etapa 02 -	Análise Estatística: examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas. Análise da Arquitetura: estudar o encaixe do artefato na arquitetura técnica do sistema técnico geral. Otimização: demonstrar as	Explicitar as premissas e requisitos para a construção do artefato Registrar todas as tentativas de desenvolvimento do artefato Registrar as razões que fundamentaram a exclusão da tentativa de artefato do

⁸ TAKEDA et al. (1990); EEKELS & ROZEMBERG (1991); NUNAMAKER et al. (1991); WALLS et al. (1992); VAN AKEN (2004); VAISHNAVI & KUECHLER (2004); COLE et al. (2005); MANSON (2006); PEFFERS et al. (2007); GREGOR & JONES (2007); ALTURKI & GABLE (2011); SEIN et al. (2011).

	propriedades ótimas inerentes ao artefato ou então demonstrar os limites de otimização no comportamento do artefato. Análise Dinâmica: estudar o artefato durante o uso para avaliar suas qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho).	desenvolvimento Verificar possíveis implicações éticas da aplicação do artefato
etapa 03 -	Experimento Controlado: estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade). Simulação: executar o artefato com dados artificiais.	Justificar a escolha das ferramentas para o desenvolvimento do artefato Explicitar os componentes do artefato e as relações causais que geram o efeito desejado para que o artefato realize seus objetivos Explicitar as formas pelas quais o artefato pode ser testado
etapa 04 -	Teste Funcional (<i>Black Box</i>): executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos. Teste Estrutural (<i>White Box</i>): realizar testes de cobertura de algumas métricas para implementação do artefato (por exemplo, caminhos para a execução).	Explicitar, em detalhes, os mecanismos de avaliação do artefato Evidenciar os resultados do artefato em relação às métricas inicialmente projetadas No caso de avaliações qualitativas do artefato, explicitar as partes envolvidas e as limitações de viés Evidenciar o que funcionou como o previsto e os ajustes necessários no artefato
etapa 05 -	Argumento Informado: utilizar a informação das bases de conhecimento (por exemplo, das pesquisas relevantes) para construir um argumento convincente a respeito da utilidade do artefato. Cenários: construir cenários detalhados em torno do artefato, para demonstrar sua utilidade.	Sintetizar as principais aprendizagens em todas as fases do projeto Justificar a contribuição do trabalho para a Classe de Problemas em questão

Fonte: Hevner, March e Park (2004); Manson (2006); Lacerda et al.(2013)

A DSR, assim como a formação do design *bauhausiano* (original) utiliza técnicas, práticas, métodos e teorias tanto das ciências exatas quanto das ciências humanas e naturais - busca abranger, assim, não apenas as ferramentas, mas a perspectivas de ambas as macro áreas.

A Figura (2) mostra uma visão os marcos sequenciados e iterativos:

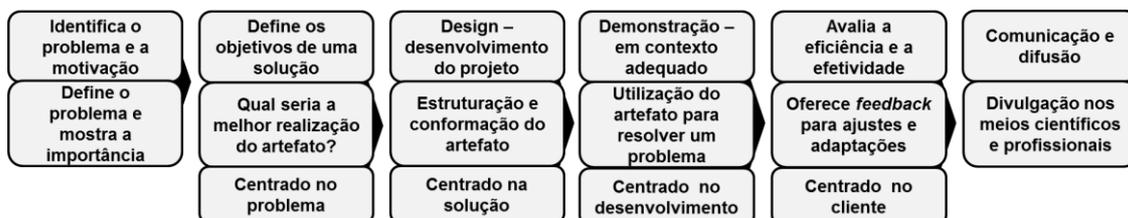


Figura 2 - Estruturação Metodológica para aplicação da DSR

Fonte: Baseado em Peffers et al. (2007)

Se uma pesquisa tradicional foca em observar os fenômenos associados aos sistemas vivos naturais, a DSR - orientada em observar a construção do mundo projetado - foca no aprimoramento dos sistemas vivos compostos (naturais e artificiais), por meio de uma contínua busca de entendimento das forças que modelam aquele determinado contexto.

Simon esbarra com os limites da racionalidade humana para tomar decisões, para conseguir entender a complexidade dos contextos. Esta questão só pode ser minimizada com o apoio e a integração de atores – usuários, clientes e demais *stakeholders*:

Uma decisão ótima em um modelo simplificado só raramente será ótima no mundo real. O tomador de decisão pode escolher entre decisões ótimas em um mundo simplificado ou decisões (suficientemente boas), que o satisfazem, num mundo mais próximo da realidade (SIMON, 1996, p. 65)

A seguir, no Quadro 3, um resumo dos tipos de artefatos possíveis, sob a perspectiva da DSR:

Quadro 3 - Tipos de artefatos

constructos	constituem a conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções;
modelos	conjunto de proposições que expressam as relações entre os constructos, ou seja, descrevem ou representam o contexto, a estrutura da realidade para ser uma representação útil;
princípios	orientações para servir como suporte ou guia para sistemas estruturantes – fatos, princípios e conceitos fundamentais para orientar projeto (design);
métodos	conjunto de passos sequenciados para a execução de uma tarefa, tendo como base um conjunto de constructos (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução;
instanciações	é a concretização de um artefato em seu ambiente, ou seja, é a operacionalização dos constructos, modelos e métodos, demonstrando a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.
teorias	conhecimento especulativo, metódico e organizado -uma perspectiva de conjunto de instruções (de caráter hipotético e sintético), sobre como fazer algo para alcançar um determinado objetivo. Uma teoria inclui outros artefatos, tais como constructos, modelos, princípios de design e métodos

Fonte: Baseado em March e Smith (1995); Vaishnavi e Kuechler (2015)

Uma série de procedimentos é necessária Para que seja possível verificar o desempenho de determinado artefato, é necessário seguir uma série de critérios e procedimentos, capazes de conferir validação. Aqui, a contribuição da filosofia pragmática, ganha espaço, na forma de 3 'componentes' formais:

“O primeiro componente são proposições explícitas e causais: ‘se você fizer A, então B é provável, em certas condições’; “O segundo componente consiste em regras que os profissionais podem usar para testar a validade destas afirmações causais”; “O terceiro componente informa que a teoria pragmática precisa conter

declarações explícitas de como os resultados são criados”. (WORREN; MOORE; ELLIOTT, 2002, p. 1233).

Estas estruturas conceituais para orientar as sequencias de pesquisa e os momentos de análise para validação, ganham forma no quadro, a seguir:

Quadro 4 - Procedimentos gerais para a condução e avaliação da DSR

instrução	descrição
design como artefato	A pesquisa fundamentada em <i>Design Science</i> deve produzir um artefato viável, na forma de um constructo, modelo, método e/ou uma instanciação;
relevância do problema	O objetivo da pesquisa fundamentada em <i>Design Science</i> é desenvolver soluções baseadas em tecnologia para problemas gerenciais importantes e relevantes;
avaliação do design	a utilidade, qualidade e eficácia do artefato devem ser, rigorosamente, demonstradas por meio de métodos de avaliação bem executados;
contribuições do design	uma pesquisa fundamentada em <i>Design Science</i> deve prover contribuições claras e verificáveis nas áreas específicas dos artefatos desenvolvidos, e apresentar fundamentação clara em fundamentos de <i>design</i> e/ou metodologias de <i>design</i> .
rigor da pesquisa	a pesquisa em <i>Design Science</i> é baseada em uma aplicação de métodos rigorosos, tanto na construção como na avaliação dos artefatos.
design como um processo de pesquisa	a busca por um artefato eficaz e efetivo exige a utilização de meios que sejam disponíveis, para alcançar os fins desejados, ao mesmo tempo que satisfaz as leis que regem o ambiente em que o problema está sendo estudado;
comunicação da pesquisa	a pesquisa em <i>Design Science</i> deve ser apresentada tanto para o público mais orientado à tecnologia quanto para aquele mais orientado à gestão.

Fonte: Adaptado de Hevner, March e Park (2004, p. 83); Lacerda et al. (2013, p.751)

Assim, entender os fenômenos relevantes que envolvem os microcosmos dos processos do design e como eles influenciam a efetivação das soluções, é uma das questões centrais deste desenvolvimento. É nesse contexto, que se devem elencar uma série de ferramentas e métodos de apoio, tanto para a compreensão quanto para a efetivação das ações.

Referências

- ALTURKI, A.; GABLE, G. “Theorizing in Design Science Research: An Abstraction Layers Framework”, PACIS Proceedings, 2014.
- BAX, M. P. Design science: filosofia da pesquisa em Ciência da Informação e tecnologia. In: XV ENANCIB - Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. Belo Horizonte, 2014.
- BAYAZIT, N. “Investigating Design: A Review of Forty Years of Design Research”, 2006.
- COLE, R.; PURAO, S.; ROSSI, M. SEIN, M. Being Proactive: Where Action Research meets Design Research, Proceedings of the Twenty-Sixth International Conference on Information Systems, Las Vegas, p 325-336, 2005.
- CUPANI, A. La peculiaridad del conocimiento tecnológico. *Scientiae Studia*, v. 4, n. 3, p. 353-371, 2006.

- DE SORDI, J.; MEIRELES, M.; SANCHES, C. Design Science: Uma Abordagem Inexplorada por Pesquisadores Brasileiros em Gestão de Sistemas de Informação. XXXIV Encontro ANPAD. RJ: 25-29/09/2010.
- EEKELS, J.; ROZEMBERG, N. "A Methodological Comparison of the Structures of Scientific Research and Engineering Design: Their Similarities and Differences". *Design Studies*, vol. 12, no. 4, pp. 197–203, October 1991.
- FRISCHKNECHT, B.; GONZALEZ, R.; PAPALAMBROS, P.; REID, T. A design science approach to analytical product design. ICED'09-24/27-08-09, STANFORD UNIVERSITY, STANFORD, CA, 2009.
- GIBBONS, M. et al. The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies. Great Britain: Sage Publications Ltd, 1994.
- GOUVÊA DA COSTA, S.; PINHEIRO DE LIMA, E. Processos: Uma Abordagem da Engenharia para a Gestão de Operações. In: MIGUEL, P. et al. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. RJ: Campus, 2011. cap.4, p.63-72.
- GREGOR, S.; JONES, D. "The Anatomy of a Design Theory". *Journal of the Association for Information Systems*, Vol 8, Issue 5, pp. 312-335, 2007.
- HEVNER, A. "A Three Cycle View of Design Science Research", *SJIS*, 2007.
- HEVNER, A.; MARCH, S.; PARK, J. "Design Science in Information Systems Research", *MISQ*, Vol. 28, No 1, pp. 75-105, 2004.
- LACERDA, D.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JUNIOR, J. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. G&P, São Carlos, v.20, n.4, p.741-761, 2013.
- MANSON, N. "Is Operations Research Really Research?", *OR*. Volume 22 (2), pp.155–180, 2006.
- MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research in Information Technology. *Decision Support Systems*, v.15, p.251-266, 1995.
- MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems*, v.15, p.251-266, 1995.
- NUNAMAKER, J. F.; CHEN, M.; PURDIN, T. D. M. Systems Development in Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, v.7, n.3, p.89-106, 1991.
- NUNAMAKER, J.; CHEN, M.; PURDIN, T. "Systems Development in Information Systems Research", *J. Manage. Inform. Syst.*, pp. 89-106, 1991.
- PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M.; CHATTERJEE, S. "Design Science Research Methodology for Information Systems Research", *Journal of Management Information Systems*, pp. 45-77, 2007-2008.
- SEIN, M.; HENFRIDSSON, O.; PURAO, S.; ROSSI, M.; LINDGREN, R. "Action Design Research", *MISQ*, Vol 35, No 1, pp. 37-56, 2011.
- SIMON, H. A. The Sciences of the Artificial. 3.ed. Cambridge: MIT Press, 1996.
- TAKEDA, H. et al. Modeling Design Processes. *AI Magazine*, v.11, n.4, p.37-48, 1990.
- TAKEDA, H.; VEERKAMP, P.; TOMIYAMA, T.; YOSHIKAWAM, H. "Modeling Design Processes", *AI Magazine*, pp. 37-48, 1990.
- VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. "Design Research in Information Systems" January, 2004.
- VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. J. Design science research methods and patterns. v. 1, 2015.
- VAN AKEN, J. "Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules". *Journal of Management Studies*, Vol. 41, No. 2, pp. 219-246, March, 2004.
- VAN AKEN, J. E. Management Research as a Design Science: articulating the research Products of mode 2 knowledge production in management. *British Journal of Management*, v.16, 19–36, 2005.

- VAN AKEN, J. E.; BERENDS, H.; VAN DER BIJ, H. Problem solving in organizations. United Kingdom, Cambridge: University Press Cambridge, 2007.
- WALLS, J.; WIDMEYER, G.; EL-SAWY, O. “Building an Information System Design Theory for Vigilant EIS”, *Inform. Syst. Res.*, pp.36-59, 1992.
- WIERINGA, R. Design science as nested problem solving. New York, ACM, 2009.
- WIERINGA, R. Design science methodology: for information systems and software engineering. New York: Springer, 2014.
- WORREN, N.; MOORE, K.; ELLIOTT, R. When Theories become tools: Toward a Framework for Pragmatic Validity. *Human Relations*, v.55, n.10, p.1227-1250, 2002.
- ZAIDAN, F.; BAX, M.; PARREIRAS, F. Design Science research: application in a research and development project. 13th International conference on Information Systems & technology Management-CONTECSI, 2016.