

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E  
SISTEMAS  
NÍVEL MESTRADO

ALINE DRESCH

*Design Science e Design Science Research* como Artefatos Metodológicos para  
Engenharia de Produção

São Leopoldo  
2013

ALINE DRESCH

*Design Science e Design Science Research* como Artefatos Metodológicos para  
Engenharia de Produção

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre pelo  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
de Produção e Sistemas da Universidade do  
Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Daniel Pacheco Lacerda, Dr.

São Leopoldo  
2013

ALINE DRESCH

*Design Science e Design Science Research* como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Carlos Torres Formoso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. José Antonio Valle Antunes Júnior – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

---

Prof. Dr. Luiz Henrique Pantaleão – DAER-RS

---

Prof. Ph.D. Ricardo Augusto Cassel – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Visto e permitida a impressão

São Leopoldo,

---

Orientador: Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda

## Ficha catalográfica

D773 Dresch, Aline  
*Design Science e Design Science Research* como Artefatos  
Metodológicos para Engenharia de Produção / por Aline Dresch. –  
2013.  
184 f.: il.; 30cm.  
Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e  
Sistemas, São Leopoldo, RS, 2013.  
  
“Orientação: Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda.”  
  
1. Método – Pesquisa. 2. Design Science. 3. Design Science  
Research. I. Título.  
  
CDU 658.5

Catlogação na publicação:  
Bibliotecária Estela Moro Gallon – CRB 10/1350

Dedico este trabalho aos meus primeiros mestres, que nunca mediram esforços para me educar, acreditando sempre no meu potencial e me oferecendo apoio incondicional para que este momento se tornasse realidade. Pai e Mãe, meus eternos mestres, obrigada!

## **AGRADECIMENTOS**

Difícil descrever o que estou sentindo agora. Certamente uma grande felicidade por estar concluindo esse desafio, mas ao mesmo tempo um sentimento de perda. Afinal, está chegando ao fim uma das fases mais divertidas e construtivas da minha vida. São muitas as pessoas que eu gostaria de agradecer, peço desculpas se deixei alguém de fora, mas alguns agradecimentos especiais eu gostaria de assinalar aqui.

Em primeiro lugar, eu gostaria de agradecer ao Prof. Cassel por ter me incentivado a iniciar o mestrado. E também por, há muitos anos ter lido e repassado a outros professores um artigo do March e Smith (1995). Essa ação, de certa forma, originou a temática desta dissertação.

Agradeço ainda aos Professores Daniel, Cassel e Junico por terem me aceito como integrante do grupo do Pró-Engenharias no Projeto MGOOI (Modelo de Gestão de Operações em Organizações Inovadoras), o que permitiu que meu desejo de ser mestre se concretizasse. Esse projeto, financiado pela CAPES, além de me conceder uma bolsa, proporcionou, acima de tudo, que eu tivesse a oportunidade de conhecer diversos especialistas brasileiros da área de engenharia de produção. Estes encontros foram fundamentais para o desenvolvimento desta dissertação.

Um muito obrigada ao Prof. Junico, pelas contribuições, tanto em sala de aula, como também na estruturação e desenvolvimento desse trabalho. Obrigada por ser um grande defensor dessa causa.

Também foi durante o mestrado que conheci pessoas que são hoje muito importantes na minha vida e espero, sinceramente, que nossos caminhos estejam para sempre entrelaçados. Conheci, nesse período, uma nova família! A família GMAP, da qual me orgulho muito de poder fazer parte.

Em especial gostaria de agradecer ao Prof. Luis Henrique, por ter aberto as portas do grupo de pesquisa para mim, por ter me acolhido de forma tão generosa. Obrigada pelas palavras de amizade, pelas risadas e, principalmente, por todas as aprendizagens. Te admiro muito, és um grande exemplo para todos que convivem contigo.

Aliás, amigos GMAPianos, tem um pouco de cada um de vocês nesta dissertação. Sem a ajuda de vocês, não teria sido possível concretizar esse sonho com tamanha felicidade. Profa. Maria Isabel (Bel), obrigada pela paciência, por teus

ensinamentos e por conseguir transformar situações complexas em coisas mais simples.

Prof. Secundino, grande amigo. Parece que nos conhecemos desde sempre. Foram alguns dos nossos cafés que geraram *insights* importantes para esta dissertação. Claro que estes cafés também geraram uns quilinhos a mais...mas fazer o quê? Tudo em nome da ciência! Obrigada por teu bom humor contagiante, pelas palavras de incentivo e por partilhar tuas experiências. Espero que possamos estender essa convivência por muitos e muitos anos.

Alemão Dieter, obrigada por me encorajar nos momentos difíceis. Foste um veterano exemplar. Me desculpa pelos cabelos brancos que causei... E obrigada pelo companheirismo e palavras de amizade.

Seu Felipe Camargo, obrigada pelas perguntas. Tuas perguntas me ajudaram a compor muitas das análises que estão nesta dissertação. Não te devo mais nenhum bolo né?! Ah, agora, Dieter e Felipe, podemos marcar um novo Fifinha!!!

Gerente Rocha. Ou, para a maioria, simplesmente Gustavo. Obrigada por todo apoio durante o mestrado e também durante a dissertação. É muito bom poder conviver com pessoas solícitas e sempre dispostas a ajudar. Saibas que, no que precisar, pode contar comigo.

Lissandra, última aquisição do grupo, obrigada pela tua disponibilidade, pelas palavras amigas, pelo carinho. Tenho certeza que terás sucesso na tua jornada. E se precisares de algo, conta comigo.

Por fim, mas não menos importante, gostaria de agradecer ao meu orientador favorito, Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda, que é um exemplo de pessoa, de profissional e certamente também o será de pai. Obrigada por ser essa pessoa justa e correta. Obrigada por descomplicar as coisas. Obrigada pela paciência, pela dedicação, pela orientação, pelos aconselhamentos, pelas conversas que foram fundamentais não só para a conclusão do mestrado, mas também para meu crescimento pessoal. Obrigada pelo desafio, obrigada por ter me escolhido para esse desafio. Sou e sempre serei muito grata pela oportunidade, pela confiança...enfim, não tenho palavras para agradecer tudo o que tu fizeste por mim. Espero sinceramente que esse seja o fim de uma orientação, mas a continuidade de uma grande amizade.

Muito obrigada também aos colegas de mestrado. Certamente a caminhada foi mais divertida com vocês por perto. Em especial, agradeço ao meu amigo Douglinhas – Douglas Veit – pelo apoio, pelas palavras de incentivo e por me ajudar, inclusive, nas horas de desespero.

Agradeço imensamente também à minha família, pai e mãe. Obrigada por todo o apoio moral, psicológico, financeiro...se não fosse o apoio de vocês, esse sonho não teria se concretizado. Obrigada por terem me incentivado a ler desde muito pequena (foi fundamental eu gostar de ler para que esse desafio se tornasse prazeroso). Ah, obrigada, também, pela visão de futuro, quando vocês me “obrigaram” a fazer aquele curso de datilografia. Ele foi deveras útil para a digitação dessas quase 50.000 palavras.

Finalmente, gostaria de agradecer ao amor da minha vida, Natanael, por toda paciência (muita paciência), pela inteligência, pelo bom humor e por toda dedicação que tem a mim. Obrigada por toda ajuda (inclusive gramatical) e por me fazer ser uma pessoa mais leve. Eu não teria sobrevivido a mim mesma nesse período de mestrado sem o teu apoio. MUITO obrigada!

*“O saber humano se espalha para todos os lados, a perder de vista, de modo que nenhum indivíduo pode saber sequer a milésima parte daquilo que é digno de ser sabido”. (SCHOPENHAUER, 2011, p.30).*

## RESUMO

Para garantir que uma pesquisa seja reconhecida como sólida e potencialmente relevante, tanto pelo campo acadêmico quanto pela sociedade em geral, ela deve demonstrar que foi desenvolvida com rigor e que é passível de debate e verificação. É neste âmbito que um método de pesquisa robusto se torna imprescindível para o sucesso na condução de um estudo. Este estudo busca contribuir para a comunidade de Engenharia de Produção argumentando pela necessidade de adotar-se um método de pesquisa centrado na evolução de uma “Ciência do Projeto” (*Design Science*), evidenciando seu sentido e suas formas de operacionalização. Para desenvolvimento deste estudo utilizou-se uma abordagem metodológica teórico-conceitual fundamentada em ampla revisão da literatura. A partir da revisão da literatura, foi possível verificar que os conceitos da proposta metodológica associada à pesquisa em *Design Science*, são pertinentes e aplicáveis à Engenharia de Produção. O trabalho apresenta um histórico conceitual a respeito da *Design Science* e da *Design Science Research*, a importância da definição das Classes de Problemas e dos Artefatos gerados no âmbito da pesquisa, e os principais passos para operacionalizar a *Design Science Research*. Para aprofundar o entendimento da pauta em questão, o trabalho também propõe comparações e análises sobre a *Design Science* e a sua relação com as ciências tradicionais. Ao final, o estudo busca apresentar alguns cuidados para a utilização e validação da *Design Science Research*.

Palavras-chave: Método, Design Science, Pesquisa, Design Science Research

## **ABSTRACT**

To ensure that research is recognized as potentially relevant and solid, by both academic field and society in general, it must demonstrate that it was developed with rigor and is liable to debate and verification. It is in this context that a robust research method becomes essential to successfully conduct a study. This study seeks to contribute with the Production Engineering community debating the need to adopt a method of research focused on the evolution of Design Science, showing its meaning and its ways of operation. For this study was used an approach based on theoretical and conceptual extensive literature review. From the literature review, was possible to assert that the concepts associated with the proposed methodological research on Design Science are relevant and applicable to Production Engineering. This dissertation presents a conceptual history about the Design Science and Design Science Research, the importance of defining the Classes of Problems and Artifacts generated from a research, and key steps to operationalize the Design Science Research. To deepen the understanding of the staff concerned, this study also proposes comparisons and analyzes on the Design Science and its relationship with the traditional sciences. Finally, the study discusses some attention points for the use and validation of Design Science Research.

*Key-Words: Method, Design Science, Research, Design Science Research*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Método de trabalho utilizado .....	27
Figura 2: Passos para revisão sistemática da literatura .....	28
Figura 3: Categorias e subcategorias para análise dos artigos.....	33
Figura 4: Classificação da ciência .....	38
Figura 5: Estrutura para condução de pesquisas científicas .....	42
Figura 6: Etapas que compõem o método indutivo .....	44
Figura 7: Produção do conhecimento segundo abordagem indutiva e dedutiva .....	45
Figura 8: Etapas que compõem o método hipotético-dedutivo.....	46
Figura 9: Objetivos do estudo de caso .....	48
Figura 10: Atividades do Estudo de Caso .....	49
Figura 11: Ciclo para condução da Pesquisa-Ação.....	51
Figura 12: Atividades da Pesquisa-Ação.....	52
Figura 13: Atividades da <i>Survey</i> .....	54
Figura 14: Atividades para utilização do questionário .....	61
Figura 15: Etapas da análise de conteúdo .....	63
Figura 16: Etapas para análise do discurso .....	64
Figura 17: Diretrizes para a adequada aplicação da análise multivariada .....	65
Figura 18: Avanço da ciência segundo Thomas Kuhn .....	67
Figura 19: Programa de pesquisa de Lakatos.....	69
Figura 20: Principais autores que contribuíram para a <i>Design Science</i> .....	78
Figura 21: Citações entre os principais autores abordados nesta seção .....	83
Figura 22: Fontes que podem suscitar uma nova ideia.....	86
Figura 23: Síntese dos principais conceitos da <i>Design Science</i> .....	87
Figura 24: Estrutura para produção do conhecimento – Ciência Tradicionais x <i>Design Science</i> .....	90
Figura 25: Função de cada um dos métodos científicos .....	91
Figura 26: Relevância e rigor na <i>Design Science Research</i> .....	97
Figura 27: Critérios para condução das pesquisas que utilizam a <i>Design Science Research</i> .....	99
Figura 28: Síntese dos conceitos e fundamentos da <i>Design Science Research</i> .....	100
Figura 29: Principais autores que procuraram formalizar um método para operacionalizar a <i>Design Science</i> .....	102

Figura 30: Passos para condução da pesquisa tecnológica .....	102
Figura 31: <i>Design Cycle</i> por Takeda et al. (1990) .....	104
Figura 32: <i>Design Cycle</i> por Eekels e Roozenburg (1991) .....	105
Figura 33: Processo para a pesquisa em desenvolvimento de sistemas .....	107
Figura 34: Componentes para a construção de teorias baseadas em <i>design</i> , na área de Sistemas da Informação.....	109
Figura 35: <i>Design Cycle</i> por Vaishnavi e Kuechler (2009) .....	111
Figura 36: Ciclo para resolução de problemas .....	113
Figura 37: <i>Design</i> reflexivo.....	114
Figura 38: Abordagem de pesquisa sintetizada por Cole et al. (2005).....	116
Figura 39: Saídas da <i>Design Science Research</i> .....	117
Figura 40: Método de pesquisa proposto por Peffers et al. (2007).....	119
Figura 41: Método proposto por Gregor e Jones (2007) .....	121
Figura 42: Método proposto por Baskerville et al. (2009).....	124
Figura 43: <i>Design Science Research Cycle</i> por Alturki et al. (2011).....	126
Figura 44: Grupo Focal em <i>Design Science Research</i> .....	139
Figura 45: Lógica para construção das classes de problemas.....	144
Figura 46: Caracterização do artefato .....	145
Figura 47: Camadas do processo de desenvolvimento do artefato.....	146
Figura 48: Produtos da <i>Design Science Research</i> –Artefatos.....	148
Figura 49: Exemplo de <i>Design Proposition</i> .....	151
Figura 50: Classe de Problemas, artefatos e a trajetória da pesquisa fundamentada em <i>Design Science</i> .....	152
Figura 51: Método proposto para condução da <i>Design Science Research</i> .....	159
Figura 52: Etapas da <i>Design Science Research</i> e suas saídas.....	168
Figura 53: Contribuições das Heurísticas de Construção e Contingenciais .....	169
Figura 54: Parâmetros para verificação do rigor na <i>Design Science Research</i> .....	170

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Número de artigos encontrados no horizonte temporal definido.....31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados obtidos a partir das buscas.....	31
Tabela 2: Categorias e subcategorias dos artigos analisados .....	33

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Bases e Periódicos analisados.....	29
Quadro 2: Síntese – Ciências naturais, sociais e <i>Design Science</i> .....	40
Quadro 3: Características de cada tipo de <i>survey</i> .....	53
Quadro 4: Abordagem <i>Hard x Soft</i> .....	55
Quadro 5: Técnicas de coleta e análise de dados.....	57
Quadro 6: Principais críticas às ciências tradicionais .....	77
Quadro 7: Principais autores e suas ideias centrais acerca da <i>Design Science</i> .....	82
Quadro 8: Distinção entre a pesquisa orientada à descrição e prescrição.....	88
Quadro 9: Principais diferenças entre a ciência tradicional e a <i>Design Science</i> .....	89
Quadro 10: Principais elementos que compõem a <i>Design Science Research</i> .....	130
Quadro 11: Comparativo entre métodos de pesquisa .....	132
Quadro 12: Métodos e técnicas para avaliação dos artefatos.....	136
Quadro 13: Tipos de Grupos Focais em <i>Design Science Research</i> .....	138
Quadro 14: Exemplos de Classe de Problemas e artefatos.....	142
Quadro 15: <i>Produtos da Design Science Research</i> .....	147
Quadro 16: Síntese dos métodos de pesquisa e os objetivos da pesquisa .....	171

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA.....	22
1.2	OBJETIVOS.....	23
1.2.1	Objetivo Geral.....	23
1.2.2	Objetivos Específicos.....	23
1.3	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	24
1.4	MÉTODO DE PESQUISA.....	26
1.4.1	Método de Trabalho.....	27
1.4.2	Coleta de Dados.....	28
1.4.3	Análise de Dados.....	31
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	35
2	A FORMA TRADICIONAL DE PRODUÇÃO E AVANÇO DO CONHECIMENTO.....	37
2.1	CIÊNCIA.....	37
2.2	PESQUISA.....	40
2.3	ESTRUTURA PARA A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO.....	41
2.4	MÉTODOS CIENTÍFICOS.....	43
2.4.1	Método Indutivo.....	43
2.4.2	Método Dedutivo.....	45
2.4.3	Método Hipotético-dedutivo.....	46
2.5	MÉTODOS DE PESQUISA.....	47
2.5.1	Estudo de caso.....	48
2.5.2	Pesquisa-Ação.....	50
2.5.3	Survey.....	52
2.5.4	Modelagem.....	54
2.6	TÉCNICAS DE PESQUISA.....	57
2.6.1	Técnicas de coleta de dados.....	58
2.6.2	Técnicas de análise de dados.....	62
2.7	MÉTODO DE TRABALHO.....	66
2.8	PRODUÇÃO E TIPOS DE CONHECIMENTO.....	66
2.8.1	Paradigmas.....	67
2.8.2	Programas de Pesquisa.....	68
2.8.3	Anarquismo Epistemológico.....	70

2.8.4	Nova Produção do Conhecimento .....	70
3	DESIGN SCIENCE .....	73
3.1	CRÍTICA ÀS CIÊNCIAS TRADICIONAIS .....	74
3.2	HISTÓRICO DA DESIGN SCIENCE .....	77
3.3	DESIGN SCIENCE E SUA ESTRUTURA.....	83
3.3.1	CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA DESIGN SCIENCE.....	84
3.3.2	COMPARATIVO ENTRE A DESIGN SCIENCE E AS CIÊNCIAS TRADICIONAIS.....	88
4	DESIGN SCIENCE RESEARCH .....	95
4.1	CONCEITOS E FUNDAMENTOS DA DESIGN SCIENCE RESEARCH.....	95
4.2	MÉTODOS FORMALIZADOS PARA OPERACIONALIZAR A DESIGN SCIENCE.....	101
4.3	COMPARATIVO ENTRE A DESIGN SCIENCE RESEARCH, O ESTUDO DE CASO E A PESQUISA-AÇÃO.....	131
4.4	VALIDADE DAS PESQUISAS.....	134
5	CLASSE DE PROBLEMAS E ARTEFATOS.....	141
5.1	CONCEITO DE CLASSE DE PROBLEMAS.....	141
5.2	CONCEITO E TIPOS DE ARTEFATOS.....	145
5.3	RELAÇÃO ENTRE AS CLASSES DE PROBLEMAS E OS ARTEFATOS ...	152
6	PROPOSTA PARA A CONDUÇÃO DAS PESQUISAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	156
6.1	RECOMENDAÇÕES PARA A CONDUÇÃO DAS PESQUISAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	158
6.2	MÉTODO DE PESQUISA X OBJETIVO DA PESQUISA .....	170
7	CONCLUSÕES.....	172
8	REFERÊNCIAS .....	175

## 1 INTRODUÇÃO

“Se você é um cientista, ou um gestor, você não está tão interessado na descrição do sistema. Você está mais interessado na dificuldade de controlar e prever o seu comportamento, especialmente quando mudanças são introduzidas” (GOLDRATT, 2008, p.41).

A Engenharia de Produção “se dedica ao projeto e gerência de sistemas que envolvem pessoas, materiais, equipamentos e o ambiente”. (MÁSCULO, 2011). Logo, uma das atribuições do indivíduo que escolhe a engenharia de produção como profissão é criar coisas novas ou, ainda, propor melhorias para sistemas existentes, que possam auxiliar as organizações a alcançarem seus objetivos.

O papel do engenheiro de produção é projetar e desenvolver artefatos que possibilitem a efetivação das mudanças introduzidas nas organizações. Já o papel da pesquisa, nesta área, além de produzir conhecimento teórico, é gerar conhecimento que apoie os profissionais na realização de suas atividades práticas dentro das organizações.

Assim, a pesquisa em engenharia de produção, deve buscar a aproximação destas duas realidades – teoria e prática. Buscando mostrar que a preocupação de ambas é, na realidade, a mesma, ou seja, gerar conhecimento que possa ser aplicado a fim de garantir melhorias em sistemas existentes. Ou, ainda, auxiliar no projeto e na concepção de novos sistemas, produtos ou serviços.

No entanto, as pesquisas que costumam ser desenvolvidas na academia, nem sempre chegam a ser aplicadas ou conhecidas pelos profissionais nas organizações. Ford et al. (2003) afirmam que os pesquisadores se preocupam com o fato de suas pesquisas serem raramente aplicadas na prática. Os profissionais, por sua vez, estão ávidos por receberem informações que possam ser úteis para resolver seus problemas diários. Assim, constata-se a existência de uma lacuna entre o que se desenvolve na academia (teoria) e o que é, de fato, aplicado nas organizações (prática).

Uma das razões para a existência desta lacuna, diz respeito a relevância destas pesquisas para os profissionais nas organizações. Para Starkey e Madan (2001), relevância é entendida como a capacidade do conhecimento produzido na academia ter um impacto significativo, também, no âmbito prático. Daft e Lewin (2008) entendem que a pesquisa, além de ser relevante para os profissionais, deve

ser reconhecida como tal pela comunidade acadêmica, garantindo assim o avanço do conhecimento. No entanto, para que a pesquisa seja confiável e respeitada pela academia, deve se preocupar não somente com a relevância, mas também com o rigor, que deve estar presente desde a sua condução até a apresentação de seus resultados. (VAN AKEN, 2005; HATCHUEL, 2009).

Hatchuel (2009) ressalta que o rigor pode ser alcançado com a utilização e reunião de métodos de pesquisa, que devem ser empregados para a condução das investigações. A escolha dos métodos de pesquisa, por sua vez, deve estar alinhada com a natureza do problema que se deseja estudar. Starkey et al. (2009) dizem que um dos desafios da pesquisa é elaborar um procedimento no qual a relevância seja uma das condições para o rigor.

Um maior rigor, principalmente metodológico, na condução das pesquisas ajuda a assegurar sua validade e, conseqüentemente, seu reconhecimento enquanto um estudo sério e bem efetuado. No entanto, algumas críticas são observadas no que tange aos métodos utilizados para a condução das pesquisas. Susman e Evered (1978) afirmam que os métodos de pesquisas utilizados para o estudo das organizações se tornaram mais sofisticados. Porém, esta sofisticação fez com que se tornassem menos úteis enquanto métodos a serem aplicados para resolução dos problemas enfrentados pelos profissionais.

A partir destas afirmações, é possível constatar a necessidade de um estudo aprofundado no que diz respeito aos métodos de pesquisa, uma vez que estes métodos podem auxiliar, inclusive, na redução da lacuna que existe entre a teoria e a prática. Tal aprofundamento contribuiria para o aumento da relevância, não se olvidando da necessidade de manter o rigor das pesquisas realizadas em engenharia de produção.

Berto e Nakano (1998) alegam que o método de pesquisa era tido como um item de menor importância para a engenharia. Contudo, esta situação vem se modificando ao longo do tempo. O método de pesquisa está sendo reconhecido como um fator preponderante para assegurar a validade do conhecimento gerado na engenharia de produção, em particular. (BERTO; NAKANO, 1998).

Os métodos de pesquisa tradicionalmente utilizados na engenharia de produção são provenientes (e adaptados) das ciências naturais e sociais. (BERTO; NAKANO, 1998). Contudo, estas adaptações devem ser feitas com cautela e sempre mantendo o rigor metodológico. Berto e Nakano (1998, p.1) referem que “é

bastante perceptível a crescente exigência de rigor metodológico nas pesquisas acadêmicas nessa área de conhecimento”.

Entretanto, os métodos de pesquisa, baseados nas ciências naturais e sociais, têm como principais objetivos explorar, descrever e explicar fenômenos, situações, comportamentos, etc. O estudo de caso, por exemplo, é um método de pesquisa baseado nas ciências tradicionais e apresenta uma forte predominância nas investigações realizadas em engenharia de produção no Brasil. (NAKANO, 2010).

Porém, a pesquisa em engenharia de produção, além de explorar, descrever e explicar certo problema ou fenômeno, deveria se ocupar também do estudo do projeto e da criação de artefatos. Os artefatos podem ser descritos como “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”. (SIMON, 1996, p. 05).

Estes artefatos, por sua vez, são projetados e criados para inserir alguma mudança em um sistema, resolvendo problemas e possibilitando um melhor desempenho do sistema como um todo. O resultado do estudo dos artefatos tem uma natureza prescritiva, voltado à solução de problemas. (VAN AKEN *et al.*, 2012). Contudo, em função da influência das ciências tradicionais na engenharia de produção, algumas investigações realizadas nesta área forçadamente são enquadradas como pesquisas de natureza exploratória, descritiva ou explicativa.

Isto posto, percebe-se a necessidade da discussão de uma base epistemológica e de um método de pesquisa alternativo que sustentem as pesquisas de natureza prescritiva. As pesquisas que resultam em prescrições são comuns na engenharia de produção, no entanto, costumam sofrer um enquadramento metodológico tradicional e nem sempre adequado ao tipo de investigação que está sendo realizada. Isto é, mesmo quando os resultados obtidos a partir da pesquisa são de ordem prescritiva, os pesquisadores apontam como método de pesquisa aqueles tradicionais (por exemplo: estudo de caso, pesquisa ação, etc.), que são fundamentados na ciência tradicional. No entanto, sabe-se que estes métodos de pesquisa resultam, essencialmente, em pesquisas exploratórias, explicativas ou descritivas.

Da constatação desta necessidade é que surge esta dissertação, buscando discutir a possibilidade de utilização de outros conceitos e métodos para a condução

das pesquisas em engenharia de produção. Um dos conceitos abordados nesta pesquisa é a *Design Science*, que segundo Bayazit (2004) é um tema que merece aprofundamento dos seus estudos também na área de gestão (que guarda forte relação com a engenharia de produção). Ademais, busca-se propiciar um maior entendimento a respeito do método de pesquisa chamado *Design Science Research*, como um possível método para condução das pesquisas em engenharia de produção.

## 1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A comunidade científica de engenharia de produção, no Brasil, demonstra haver necessidade de estudos sobre os métodos de pesquisa utilizados na área. (MELLO et al. 2011; MIGUEL, 2007; BERTO; NAKANO, 2000). O estudo sobre os métodos de pesquisa é fundamental para garantir que as investigações sejam conduzidas de forma adequada e com o rigor necessário. Além disso, o alinhamento entre os métodos de pesquisa e os problemas e objetos da engenharia de produção, tendem a evidenciar uma maior relevância dos estudos realizados por esta área. Desta forma, as pesquisas desenvolvidas pela comunidade acadêmica da engenharia de produção, devem buscar o constante incremento da sua relevância. Isto é, os resultados obtidos nos estudos acadêmicos devem ser aplicáveis para a resolução dos problemas das organizações. (VAN AKEN, 2005; FORD et al., 2003; STARKEY; MADAN, 2001; DAFT; LEWIN, 2008).

No entanto, os estudos que têm discutido a pesquisa na engenharia de produção, utilizam como referência os objetos e práticas comuns às ciências tradicionais. Ou seja, a maior parte das pesquisas ainda é fundamentada na ideia de que o objetivo da ciência é explicar, explorar, descrever e, quando possível, prever. (VAN AKEN, 2004; ROMME, 2003). Porém, o conhecimento científico e o conhecimento em engenharia são distintos. (PLATTS et al., 1998; PLATTS, 1993; GOUVÊA DA COSTA; PINHEIRO DE LIMA, 2011). A engenharia utiliza o conhecimento científico com os objetivos de projetar e construir artefatos, que possam ser utilizados para solucionar problemas. (SIMON, 1996; GOUVÊA DA COSTA; PINHEIRO DE LIMA, 2011).

Sendo assim, afigura-se apropriada a utilização dos conceitos da *Design Science* para as pesquisas em engenharia de produção, uma vez que essa ciência,

denominada também como a “Ciência do Projeto” ou como a “Ciência do Artificial”, se ocupa da “concepção de artefatos que realizem objetivos”. (SIMON, 1996, p.114). A *Design Science* por sua vez, pode ser entendida como a base epistemológica para o desenvolvimento das pesquisas, enquanto que a *Design Science Research* é o método que guia a condução da pesquisa. (MARCH; SMITH, 1995; MANSON, 2006; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009; CHAKRABARTI, 2010).

Portanto, a questão central dessa pesquisa é: Como os conceitos da *Design Science* e da *Design Science Research* poderiam ser empregados para conduzir a pesquisa em Engenharia de Produção?

## 1.2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos geral e específicos desta dissertação.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é sistematizar conceitos da *Design Science* e da *Design Science Research* como fios condutores para a pesquisa em engenharia de produção.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para a resolução do problema de pesquisa e atingir o objetivo geral, faz-se necessário atender a alguns objetivos específicos, que são:

- Contextualizar historicamente e compreender os fundamentos da *Design Science* e a relação desta ciência com a engenharia de produção;
- Explicitar os conceitos relativos a *Design Science Research* como um método de pesquisa aplicado à engenharia de produção;
- Propor um método para a condução da *Design Science Research*, considerando os produtos gerados em cada uma das etapas e as questões relativas ao de rigor e à validade da pesquisa.

### 1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Com o intuito de avançar no conhecimento em engenharia de produção, faz-se necessário o conhecimento e a discussão acerca dos métodos de pesquisa disponíveis e da sua aplicabilidade nos problemas da engenharia. O alinhamento dos métodos de pesquisa com os problemas da engenharia de produção, tende a propiciar uma maior relevância dos estudos realizados na área, o que pode contribuir para a redução da lacuna existente entre a teoria e a prática. Isto, certamente, viria a contribuir, também, para a transferência de tecnológica entre os profissionais das áreas.

A preocupação em torno do estudo dos métodos de pesquisa utilizados pelos pesquisadores da área de engenharia de produção é tema recorrente. Estudos realizados por Berto e Nakano (2000), apontam que não existe ainda, de forma consolidada, uma cultura voltada à utilização de métodos de pesquisa.

Nota-se a necessidade de se abordar este tema, não somente junto aos pesquisadores, mas também no processo de formação dos profissionais em engenharia de produção. Justamente para demonstrar, o quanto antes, a necessidade e a importância de um maior rigor na condução das pesquisas. (BERTO; NAKANO, 2000).

A utilização correta de um método de pesquisa e a sua adequação ao problema que está sendo estudado, são fatores preponderantes para se atingir o rigor necessário à investigação. Os periódicos internacionais tendem a valorizar aqueles artigos que mostram ser rigorosos no uso do método de pesquisa, principalmente se estes tiverem o respaldo das ciências tradicionais. (DAFT; LEWIN, 1990).

No entanto, Daft e Lewin, (1990) defendem a necessidade de se modernizar os métodos de pesquisa utilizados no estudo das organizações, e sugerem a utilização de métodos prescritivos e que empreguem os conceitos da *Design*. Estes novos métodos de pesquisa deveriam, ainda, considerar a inclusão e integração com outras disciplinas, além daquelas que são fundamentais para a pesquisa. (DAFT; LEWIN, 1990).

A integração entre as diversas disciplinas proporciona uma visão mais ampla do problema a ser estudado. Logo, a possibilidade de aumentar sua relevância para os profissionais também aumenta. Neste contexto de integração de disciplinas, em

detrimento da aplicação de uma única para realização de uma pesquisa, surge a discussão proposta por Gibbons et al. (1994).

Gibbons et al. (1994) afirmam que existem dois tipos de produção do conhecimento: Tipo 1 e Tipo 2. A produção do conhecimento do Tipo 1 é aquele puramente acadêmico e que refere-se a uma única disciplina. O Tipo 2, por outro lado, é transdisciplinar, voltado à resolução de problemas, e ocorre normalmente no contexto de aplicação. (GIBBONS et al., 1994). Este assunto será melhor detalhado nos capítulos seguintes.

Van Aken (2005) afirma que, possivelmente, a aplicação do conhecimento Tipo 2 poderia contribuir para o aumento da relevância da pesquisa, do ponto de vista dos profissionais que fariam uso dela. Esta abordagem da produção do conhecimento do Tipo 2 tem forte relação com os objetivos da *Design Science*, considerando que a missão dessa ciência é desenvolver conhecimentos que possam ser utilizados pelos profissionais na solução de seus problemas cotidianos. (VAN AKEN, 2005).

Platts (1993) ressalta a necessidade de aumentar a relevância das pesquisas que estudam as organizações. Essa sua ideia se fundamenta no fato de que, embora as organizações mostrem a necessidade de aperfeiçoar seus processos, as pesquisas acadêmicas, mesmo utilizando métodos consagrados, nem sempre conseguem contribuir adequadamente para tal. (PLATTS, 1993).

Romme (2003) alega que os estudos voltados às organizações, para serem mais relevantes, devem incluir a *Design Science* como uma forma de produzir conhecimento e de conduzir pesquisas nesta área. Assim, fica evidente a necessidade de um estudo que una os conceitos da *Design Science* aos problemas da engenharia de produção. Esta união, por sua vez, contribuiria para o aumento da relevância das pesquisas realizadas nesta área.

No entanto, para operacionalizar os conceitos da *Design Science*, e garantir que as pesquisas que utilizem estes conceitos sejam conduzidas de forma rigorosa, se faz necessário o estudo de um método de pesquisa adequado para tal operacionalização. Este método de pesquisa é chamado de *Design Science Research*. (MARCH; SMITH, 1995; CANTAMESSA, 2003; HEVNER et al., 2004; MANSON, 2006; JÄRVINEN, 2007; CHAKRABARTI, 2010).

Sendo assim, a proposição de um método de pesquisa, como a *Design Science Research*, adaptada ao problema da engenharia de produção, conseguiria

garantir o rigor necessário às investigações desta área. E acima de tudo aumentar a relevância das pesquisas realizadas na engenharia de produção, diminuindo a lacuna existente entre o que se desenvolve na academia e o que é aplicado nas organizações.

Embora os conceitos da *Design Science* e da *Design Science Research* sejam relativamente recentes, eles têm amadurecido principalmente nas áreas de Tecnologia e Gestão da Informação. (TREMBLAY; HEVNER; BERNDT, 2010; LEE; HUBONA, 2009; PEFFERS et al., 2007; MARCH; SMITH, 1995). Contudo, também são encontrados trabalhos na área de gestão de uma maneira geral, inclusive gestão organizacional. (XU; CHEN, 2011; PANDZA; THORPE, 2010; DENYER; TRANFIELD; VAN AKEN, 2008; PLSEK; BIBBY; WHITBY, 2007; ROMME; DAMEN, 2007; MANSON, 2006; VAN AKEN, 2004; ROMME, 2003; WORREN; MOORE; ELLIOTT, 2002).

Entretanto, não foi possível identificar, até onde pesquisado, uma síntese destes estudos, ou destes conceitos. Também não foi possível identificar, até o momento, uma sistematização e consolidação destes conceitos, com o intuito de aplica-los na engenharia de produção, conforme poderá ser melhor observado na seção seguinte, que aborda o Método de Pesquisa. A referida seção evidenciará, também, de que maneira esse estudo será conduzido, a fim de responder à questão de pesquisa proposta.

#### 1.4 MÉTODO DE PESQUISA

A definição do método de pesquisa é fundamental, pois auxilia o pesquisador a realizar sua investigação no sentido de responder seu problema de pesquisa. Além disso, um método robusto faz com que o estudo seja conduzido e avaliado com seriedade.

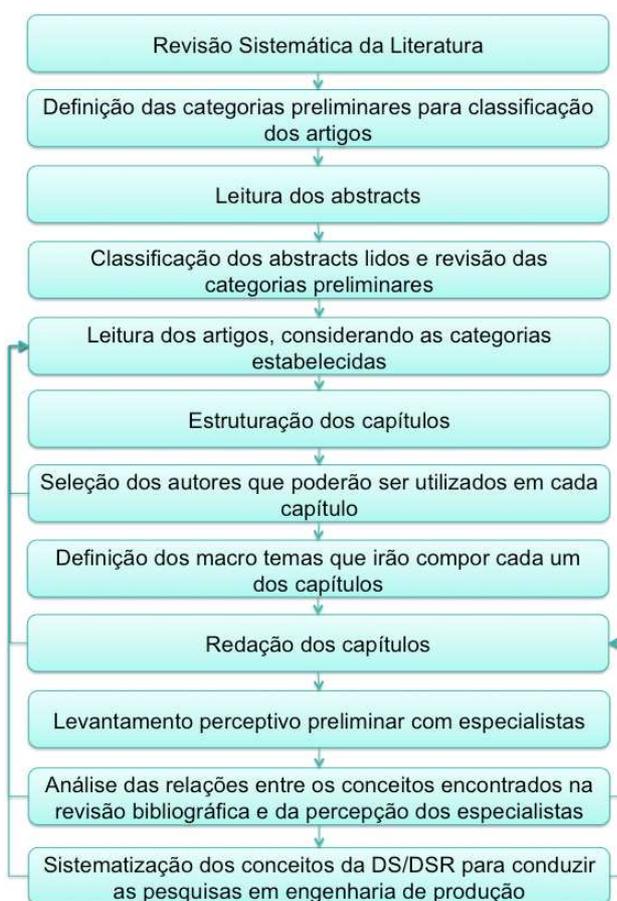
Para desenvolvimento desta pesquisa será utilizada uma abordagem metodológica teórico conceitual, baseada em uma ampla revisão bibliográfica e na compilação de conceitos provenientes de textos de diversos autores que abordam a *Design Science/Design Science Research* e assuntos correlatos. Também serão consideradas as opiniões e ideias de especialistas em pesquisa no âmbito da engenharia de produção no Brasil.

A seguir serão detalhadas três etapas importantes para a realização desta pesquisa. A primeira etapa se refere ao método de trabalho, no qual será evidenciado como a pesquisa foi conduzida. A segunda, se refere à coleta de dados: como foi realizada, que bases foram pesquisadas, critérios, etc. A terceira etapa diz respeito à análise dos dados obtidos e de que forma estes puderam contribuir para a realização desta pesquisa.

#### 1.4.1 Método de Trabalho

O método de trabalho define a sequência de passos lógicos que o pesquisador vai seguir para alcançar seu objetivo, gerando conhecimento válido e cientificamente reconhecido como verdadeiro. (MARCONI; LAKATOS, 2010). Na Figura 1 estão expostos os passos que foram seguidos para o desenvolvimento desta pesquisa.

Figura 1: Método de trabalho utilizado



Fonte: Elaborado pela autora

A revisão sistemática da literatura foi realizada com o intuito de encontrar artigos que possam orientar a pesquisa e, ao mesmo tempo, demonstrar a sua

originalidade. Em seguida, foi realizada a categorização dos artigos encontrados, a fim de otimizar sua leitura e encontrar possíveis relações entre temas e autores.

Uma vez que os principais tópicos foram conhecidos, após a leitura de parte dos artigos categorizados, foi possível estruturar os capítulos que compõem esta dissertação, bem como definir os principais autores a serem utilizados para a construção de cada um dos capítulos. A partir deste momento, foi possível definir os macro temas para cada um dos capítulos, selecionando os principais tópicos abordados. Assim, foi possível iniciar a redação dos capítulos.

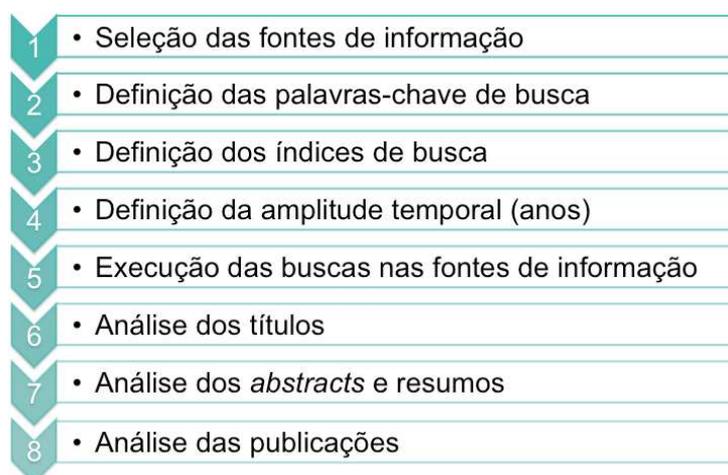
Também foram realizados levantamentos preliminares com especialistas em pesquisa na área de engenharia de produção, com o intuito de conhecer sua percepção em relação à temática proposta. As percepções coletadas junto aos especialistas, foram confrontadas com os resultados encontrados durante a revisão bibliográfica. Estas percepções auxiliaram na redação e na análise crítica dos capítulos que compõem esta dissertação.

#### 1.4.2 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em dois momentos. No primeiro foi feita a revisão sistemática da literatura. No segundo momento, foram coletadas percepções gerais dos especialistas em pesquisa na engenharia de produção do Brasil.

Para a revisão sistemática da literatura foi utilizado o método desenvolvido por Lacerda (2009), que é um método sistemático para realização de pesquisas em bases de periódicos. Os passos lógicos propostos por este método estão representados na Figura 2.

Figura 2: Passos para revisão sistemática da literatura



Fonte: Lacerda (2009)

A seleção de fontes de informação, referente à primeira etapa do método utilizado, foi realizada sobre bases de periódicos nacionais e internacionais. As bases consultadas são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Bases e Periódicos analisados

Origem	Base	Periódicos
Bases nacionais	SCIELO	Gestão e Produção
		Produção
Bases internacionais	EBSCO	Academy Of Management Journal
		AI Magazine
		Applied Ergonomics
		Artificial Intelligence For Engineering Design, Analysis And Manufacturing
		British Journal Of Educational Technology
		British Journal Of Management
		British Journal Of Management
		Building Research & Information
		Co-Design, Interdisciplinary Journal Of Design
		Codesign
		Communications Of The Association For Information Systems
		Computers & Education
		Computers, Environment And Urban Systems
		Decision Support Systems
		Decision Sciences
		Design Studies
		Educational Psychologist
		Educational Technology & Society
		Etr&D
		Human Relations
		Human-Computer Interaction
		Interactive Learning Environments
		International Journal Of Operations & Production Management
		International Journal Of Production Economics
		International Journal Of Technology And Design Education
		Journal Of Management Studies
		Journal Of Applied Behavioral Science
		Journal Of Community & Applied Social Psychology
		Journal Of Construction Engineering And Management
		Journal Of Engineering Design
		Journal Of Engineering Education
		Journal Of Management Information Systems
		Journal Of Management Inquiry
		Know Techn Pol
		Kybernetes
		Management & Organizational History
Massachusetts Institute Of Technology: Design Issues		
Minds & Machines		
MIS Quarterly		
Organization Science		
Organization Studies		
Orion		
Research In Engineering Design		
The Journal Of The Learning Sciences		

Fonte: Elaborado pela autora

A segunda fase da revisão sistemática da literatura iniciou com a definição das palavras-chave para realização das buscas. O termo escolhido para realização das buscas, tanto nas bases nacionais como internacionais foram: *Design Research* e *Design Science Research*. Pode-se observar, a partir desta busca, que um outro termo se mostrou bastante usual. O *Design Based Research*. Porém, em uma análise mais profunda, este último se referia mais à temática de educação, que não é do interesse direto desta dissertação.

Para o atendimento da terceira etapa da revisão sistemática da literatura, definiu-se como índice o *abstract*. Ou seja, foram buscados artigos nos quais as palavras-chave "*Design Research*" e "*Design Science Research*" apareciam nos *abstracts*. Além disso, definiu-se que seriam buscados artigos completos e analisados por especialistas.

Na quarta etapa foi definido o horizonte temporal para realização das buscas. O intervalo de tempo selecionado abrangeu o período de 1990 até 2011 e a justificativa para tal critério foi a busca de artigos atuais, porém sem deixar de lado algumas publicações consideradas seminais acerca deste assunto, como é o caso de Takeda et al., publicado em 1990.

Na quinta etapa da revisão sistemática da literatura, foi realizada a busca por artigos, e, em seguida, foram analisados os seus títulos. Aqueles que se mostraram pertinentes ao tema da pesquisa tiveram também seu *abstract* analisado. Aqueles que se mostraram aderentes ao tema foram catalogados, tendo sido, posteriormente, realizada a leitura destes artigos.

O outro momento da coleta de dados, foi realizado por meio de conversas com especialistas. Esta etapa tinha como objetivo identificar percepções preliminares que os especialistas em pesquisa na engenharia de produção têm acerca do uso da *Design Science* e da *Design Science Research*. Ou seja, identificar as críticas, sugestões e opiniões destes especialistas sobre o uso da *Design Science/Design Science Research* nas pesquisas em engenharia de produção.

Os especialistas foram selecionados de acordo com seu conhecimento em métodos de pesquisa e atuação em cursos de engenharia. Foram coletadas percepções de professores dos cursos de pós-graduação em engenharia, com notas superior a 5 da CAPES. Quatro especialistas aceitaram participar desse levantamento preliminar: Prof. Dr. Michel Thiollent, Prof. Phd. Afonso Fleury, Prof. Dr. Davi Nakano e Prof. Dr. Carlos Torres Formoso.

### 1.4.3 Análise de Dados

A análise dos dados da revisão sistemática da literatura será apresentada a seguir. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos a partir da execução das buscas nas bases de dados pré-selecionadas. O resultado do número de artigos analisados se refere àqueles cujo *abstracts* se mostraram aderentes ao tema de pesquisa.

Tabela 1: Resultados obtidos a partir das buscas

Bases de buscas	Resultados	Abstracts Analisados	Artigos Analisados
EBSCO	26.791	372	168
Scielo Internacional	3	3	0
Scielo Nacional	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora

A partir da análise desta tabela, fica evidenciada a relevância científico-acadêmica do tema proposto neste projeto de pesquisa, uma vez que, nas bases nacionais, não foram encontrados artigos referentes ao tema de uma maneira geral. Nas bases internacionais, embora tenham sido encontrados artigos referentes ao tema, nenhum deles mostra uma relação direta da *Design Science* ou da *Design Science Research* com a engenharia de produção.

Além disso, pela análise de ocorrências ao longo dos anos de artigos referentes ao tema em questão, é possível perceber que o mesmo vem ganhando espaço na área acadêmica, embora ainda seja um número pouco expressivo. O Gráfico 1 explicita o número de artigos encontrados e analisados em cada ano do horizonte temporal definido (1990-2011).

Gráfico 1: Número de artigos encontrados no horizonte temporal definido



Fonte: Elaborado pela autora

A fim de facilitar a organização e a leitura dos artigos selecionados, os mesmos foram categorizados de acordo com o enfoque do texto nas seguintes categorias e subcategorias. As categorias definidas foram: aplicação, métodos de investigação, problematização e teorização.

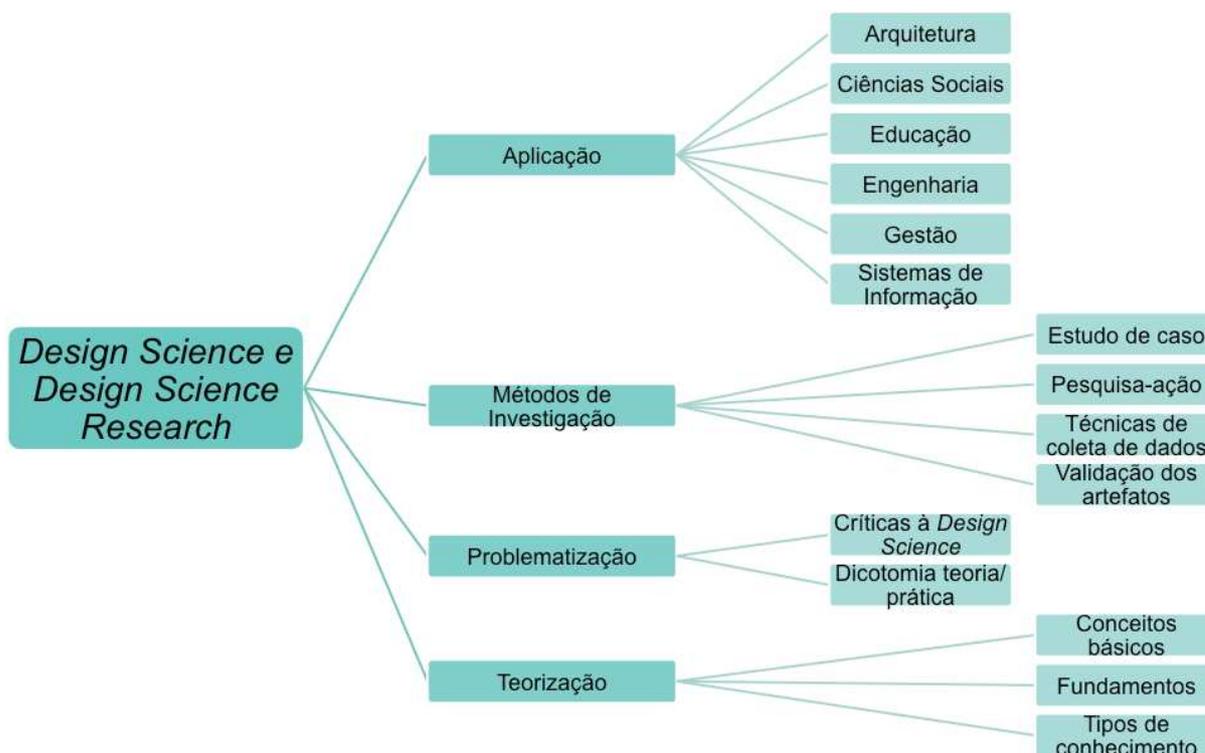
A categoria “aplicação” agrupa os artigos que demonstram a aplicação prática dos conceitos da *Design Science Research* tendo sido dividida em seis subcategorias, de acordo com a área em que os conceitos foram aplicados. As subcategorias são: estudos em arquitetura, ciências sociais, educação, engenharia, gestão, sistemas de informação.

A categoria “métodos de investigação” abrange aqueles artigos que confrontam, de alguma maneira, os conceitos da *Design Science Research* e outros métodos de pesquisa e assuntos correlatos. As subcategorias definidas para os “métodos de investigação” foram: estudo de caso, pesquisa-ação, técnicas de coleta de dados e validação dos artefatos.

A categoria “problematização” reúne os artigos que tratam de críticas à *Design Science Research* e, também, aqueles que debatem a dicotomia teoria/prática enfrentada pelos pesquisadores. Desta forma, as duas subcategorias são: Críticas à *Design Science Research* e Dicotomia teoria/prática.

A última categoria definida foi a “teorização”. Esta foi dividida em três subcategorias: conceitos básicos, fundamentos e tipos de conhecimento. Esta categoria é de suma importância para o entendimento do contexto da *Design Science*, bem como para compreender como ocorre a produção do conhecimento quando se utiliza esta abordagem. Na Figura 3 é possível identificar estas categorias e subcategorias supracitadas.

Figura 3: Categorias e subcategorias para análise dos artigos



Fonte: Elaborado pela autora

A partir das definições das categorias e classificação dos artigos em cada uma delas, foi possível identificar quantos artigos pesquisados estavam presentes em cada categoria, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Categorias e subcategorias dos artigos analisados

Categoria	Subcategoria	Número artigos
Aplicação (uso na prática) da <i>Design Research</i>	Arquitetura	1
	Ciências Sociais	1
	Educação	15
	Engenharia	1
	Gestão	2
	Sistemas de Informação	1
Métodos de Investigação e a <i>Design Research</i>	Estudo de Caso	3
	Pesquisa-Ação	7
	Técnicas de Coleta de Dados	2
	Validação dos Artefatos	4
Problematização	Críticas a Design Science Research	7
	Dicotomia teoria/prática	17
Teorização	Conceitos Básicos	6
	Fundamentos	25
	Tipos de Conhecimento	4

Fonte: Elaborado pela autora

Alguns pontos apresentados nesta tabela merecem destaque. Por exemplo, na categoria aplicação, não restou evidenciada, até onde se buscou, a aplicação da *Design Science Research* diretamente na área de engenharia de produção, embora

se saiba que este método foi aplicado em algumas teses e dissertações. Foi constatado, também, que na área de educação existiam muitos artigos, principalmente quando foi utilizado como palavra chave a expressão *Design Based Research*.

Na categoria em que se buscou relacionar a *Design Science Research* com outros métodos ou ferramentas de investigação (realização de pesquisas), evidenciou-se que a relação deste método com a Pesquisa-Ação se sobressai em relação aos demais métodos ou técnicas de pesquisa. Na categoria chamada de problematização, a maioria dos artigos trazia discussões acerca da dicotomia teoria/prática, com muitos autores afirmando o quanto a *Design Science Research* pode aproximar estas duas realidades e diminuir o *gap* existente entre elas.

Por fim, na categoria intitulada teorização, a maioria dos artigos trazia questões fundamentais acerca da *Design Science* e da *Design Science Research*. Contudo, até onde se pesquisou, não foi possível encontrar um artigo que organizasse, de fato, um método para condução da *Design Science Research*, com as suas particularidades e orientações, no âmbito da pesquisa em engenharia de produção.

No que tange o levantamento preliminar realizado junto aos especialistas, é válido destacar que: i) de forma geral, todos concordam que há necessidade de mais estudos acerca dos métodos de pesquisa, logo, o tema proposto para esta dissertação é válido; ii) há a necessidade de pesquisas que sejam mais relevantes e, que ao mesmo tempo, mantenham o rigor metodológico; iii) um dos especialistas conhecia a *Design Science* em profundidade, outro conhecia superficialmente e outros dois desconheciam; iv) alguns especialistas afirmaram ainda que dificilmente os artigos desenvolvidos acerca da temática desta dissertação terão boa aceitação por parte da comunidade científica brasileira, no âmbito da engenharia de produção.

Cabe destacar que este levantamento preliminar junto aos especialistas foi de suma importância para a troca de referências bibliográficas, como livros e artigos, que auxiliaram, sobretudo, na redação dos capítulos desta dissertação. Além disso, as críticas advindas deste levantamento foram fundamentais pois motivaram o desenvolvimento de conceitos robustos que, certamente, contribuíram para deixar este trabalho mais sólido.

Na seção a seguir será apresentada a estrutura do trabalho. Será explicitado, também, um breve detalhamento acerca do que cada capítulo irá abordar.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1 – Introdução – estão expostos os elementos introdutórios desta dissertação. Entre os elementos, está o tema central no qual a dissertação busca colaborar. Posteriormente é apresentado o problema que motivou este estudo, bem como o objetivo geral e específicos. Em seguida são apresentadas as justificativas que sustentam esta pesquisa. Ainda neste capítulo são apresentados o método de pesquisa, o método de trabalho, bem como as técnicas de coleta e análise de dados que foram utilizadas para operacionalizar este estudo.

O Capítulo 2 – A forma tradicional de produção e avanço do conhecimento – apresenta os conceitos de ciência tradicional e também da *Design Science*. São apresentados ainda os conceitos e tipos de pesquisa, que são fundamentais para esta dissertação. Posteriormente, são apresentados os conceitos e tipos de métodos de pesquisa comumente utilizados na engenharia de produção, conceito de método de trabalho e conceito e tipos de técnicas para coleta e análise dos dados. Por fim, é realizada uma reflexão sobre a trajetória da ciência e as formas e tipos de produção do conhecimento.

O Capítulo 3 – *Design Science* – traz os conceitos relativos a *Design Science*, seu histórico e contextualização. Além disso, é apresentado um comparativo teórico entre a *Design Science* e as ciências tradicionais (natural e social).

No Capítulo 4 – *Design Science Research* – os conceitos deste método são explicitados, bem como seus fundamentos e críticas. Também é explicitada neste capítulo uma série de métodos que foram propostos para operacionalizar a *Design Science* em diversas áreas. Além disso, são explicitados alguns cuidados que o pesquisador deverá ter durante a condução das pesquisas fundamentadas em *Design Science*, buscando assegurar sua validade.

O Capítulo 5 – Classe de Problemas e Artefatos – apresenta uma reflexão sobre a importância de se definir as classes de problemas para a realização das pesquisas, especialmente para a engenharia de produção. Além disso, são

explicitados os conceitos e tipos de artefatos e a relação destes com a Classe de Problemas da engenharia de produção.

O Capítulo 6 – Proposta para a condução de pesquisas em engenharia de produção – traz recomendações para a condução das pesquisas da área, bem como uma discussão que busca relacionar os objetivos da pesquisa e os métodos de pesquisa a serem utilizados.

Por fim, o Capítulo 7 – Conclusão – apresenta as reflexões finais acerca deste estudo, bem como indica algumas sugestões para trabalhos futuros.

## 2 A FORMA TRADICIONAL DE PRODUÇÃO E AVANÇO DO CONHECIMENTO

“A ciência converteu-se no eixo da cultura contemporânea. E, sendo motor da tecnologia, a ciência acabou por controlar indiretamente a economia dos países desenvolvidos. Por conseguinte, quem quiser adquirir uma ideia adequada da sociedade moderna precisa estudar o mecanismo de produção científica, bem como a estrutura e o sentido de seus produtos” (BUNGE, 1980, p.1).

A produção do conhecimento, segundo Werneck (2006, p.175), pode ser entendida como “construção de saberes universalmente aceitos em determinado tempo histórico ou como processo de aprendizagem do sujeito”. Para que a produção do conhecimento seja adequada, um fator crítico de sucesso é garantir que a informação certa seja gerada no formato certo para o usuário certo. (SUN; MUSHI, 2010). Thiollent (1985) afirma que a produção do conhecimento é realizada com as informações provenientes de duas fontes: i) pesquisadores, através da estruturação que fazem do conhecimento; ii) usuários que aplicam os conhecimentos para a resolução de problemas reais.

Neste capítulo será feita uma breve explanação sobre as formas tradicionais de produzir o conhecimento. O enfoque será dado na definição de ciência, em particular na ciência natural, na social e, brevemente, na artificial, que será melhor abordada no capítulo 3. Também serão explicitados alguns conceitos relativos à pesquisa e os tipos que serão relevantes para este estudo. Em seguida, serão trazidos alguns tópicos para reflexão de como produzir o conhecimento chamado de científico.

### 2.1 CIÊNCIA

Para Ander-Egg (1976, p.15) a ciência é “um conjunto de conhecimentos racionais, certos ou prováveis, obtidos metodicamente sistematizados e verificáveis, que fazem referência a objetos de uma mesma natureza”. A ciência não tem subjetividade, o conhecimento gerado a partir dela é confiável, uma vez que pode ser provado. (CHALMERS, 1993; POPPER, 1975a).

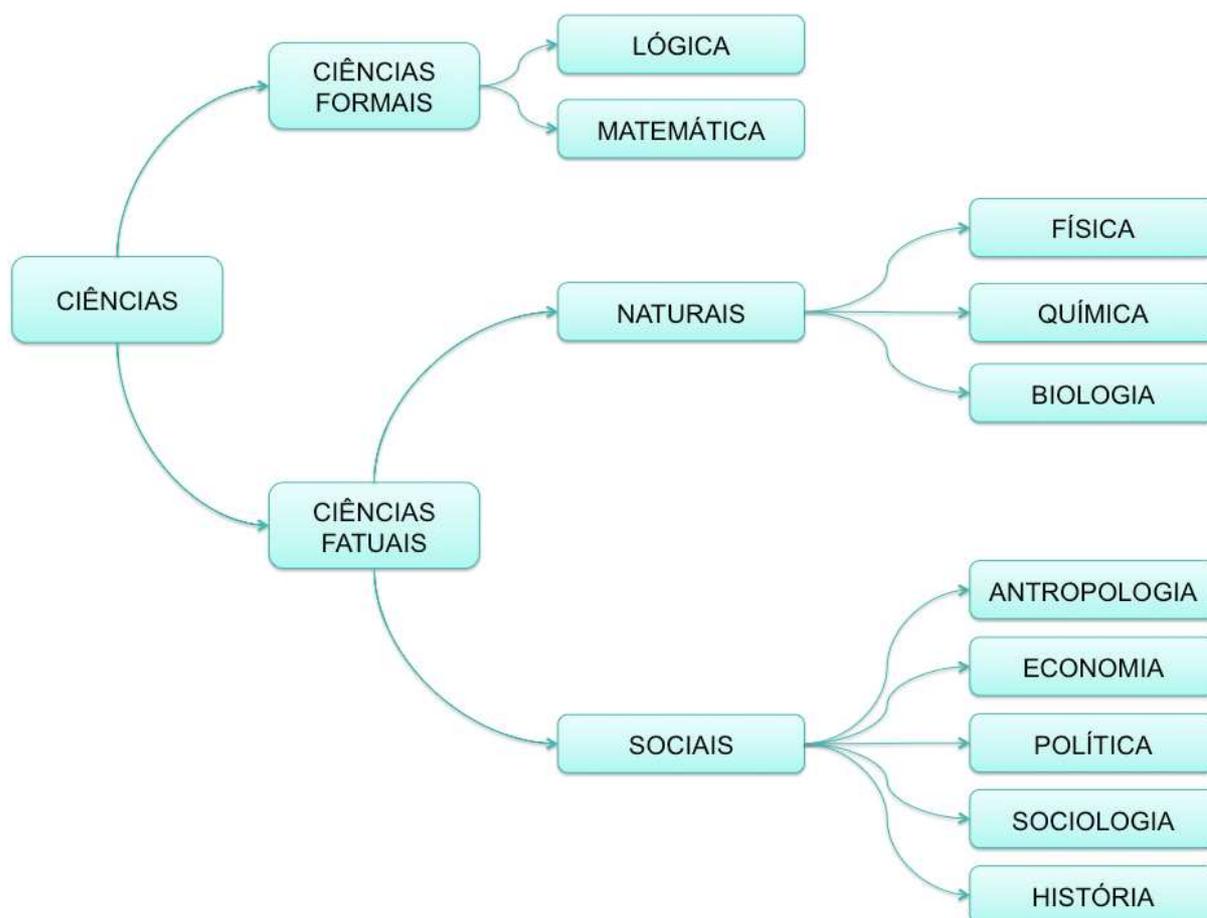
Tradicionalmente, o objetivo da ciência é desenvolver conhecimento sobre o que existe, por meio de descobertas e de análises de objetos existentes. (SIMON, 1996). Uma das funções da ciência é auxiliar na compreensão de sistemas, por meio

da descoberta dos princípios que determinam suas características, funcionamento e resultados que ele produz. (ROMME, 2003).

A ciência, por sua vez, pode ser classificada em ciência fatural e ciência formal. A ciência fatural é aquela que explora, descreve, explica e prediz fenômenos. Ela é validada quando apresenta alguma evidência empírica. Enquanto isso, a ciência formal independe do confronto empírico. (HEGENBERG, 1969).

As ciências formais englobam áreas como a lógica e a matemática – áreas que não serão abordadas nesta pesquisa. As ciências fatuais por sua vez, são divididas tradicionalmente como ciências naturais e sociais. As ciências naturais englobam disciplinas como a física, química, biologia. As ciências sociais agrupam áreas como a sociologia, política, economia, antropologia e história. (HEGENBERG, 1969). A Figura 4 sintetiza esta classificação.

Figura 4: Classificação da ciência



Fonte: Adaptado de Marconi e Lakatos, 2000

As ciências naturais são aquelas que tem como objetivo entender fenômenos complexos. O conhecimento gerado tem uma abordagem descritiva e analítica. A produção do conhecimento ocorre por meio da busca por conhecimentos

gerais e válidos e na formulação de hipóteses. (ROMME, 2003). “Uma ciência natural é um corpo de conhecimentos acerca de uma classe de seres – objetos ou fenômenos – do mundo: ocupa-se das suas características e propriedades; de como se comportam e interagem”. (SIMON, 1996, p. 01).

As principais atividades das ciências naturais são descobrir como as coisas são e justificar o porquê de serem assim. As pesquisas que utilizam a abordagem das ciências naturais devem ser fieis aos fatos observados além de ter certa habilidade em prever futuras observações. (MARCH; SMITH, 1995).

Uma vez entendidos os principais conceitos das ciências naturais, é válido explicitar alguns conceitos das ciências sociais. As ciências sociais buscam descrever, entender e refletir sobre o ser humano e suas ações. (ROMME, 2003). O conhecimento surge a partir do que as pessoas pensam a respeito de determinado objeto. Nas pesquisas que utilizam a abordagem das ciências sociais, o cientista costuma ter uma certa proximidade com seu objeto de estudo (pessoas). Todavia, as pesquisas realizadas nas ciências sociais costumam ser questionadas em função da sua subjetividade, pois nem sempre conseguem demonstrar facilmente o quão rigorosa é a condução da pesquisa. (ROMME, 2003).

Thiollent (1985) afirma que a ciência social no Brasil sofre uma dicotomia. Isto ocorre porque costuma ser desenvolvida entre uma tendência mais científica (cuja abordagem costuma ser mais quantitativa) e uma tendência mais humanística (que considera as pessoas como fatores chave e que devem ser considerados como tal para a realização das pesquisas).

Tanto as pesquisas sustentadas nas ciências sociais, quanto aquelas alicerçadas nas naturais, têm como missão a busca pela verdade, sendo seus objetivos descrever, explicar e prever com o intuito de avançar o conhecimento em determinada área. (DENYER; TRANFIELD; VAN AKEN, 2008). Vale ressaltar que a engenharia, em geral, busca solucionar problemas ou, ainda, projetar e criar artefatos que sejam aplicáveis no dia a dia pelos profissionais. Logo, um estudo que descreva ou explique uma determinada situação nem sempre é suficiente para o avanço do conhecimento nesta área.

É a partir desta afirmação que se inicia o discurso sobre a *Design Science*, que é uma ciência que, mais do que descrever ou explicar, busca prescrever soluções para problemas reais. (DENYER; TRANFIELD; VAN AKEN, 2008; PANDZA; THORPE, 2010; SIMON, 1996). Por esta razão, a *Design Science* engloba

áreas como a medicina, a engenharia, e também a gestão. (DENYER; TRANFIELD; VAN AKEN, 2008; SIMON, 1996).

O conceito de *Design Science*, foi primeiramente trazido por Herbert Simon, em seu livro intitulado “As Ciências do Artificial”, publicado pela primeira vez em 1969. Nesta obra, Simon (1996) apresenta as diferenças entre a ciência natural e a *Design Science*, traduzida como Ciência do Projeto ou, ainda, Ciência do Artificial. O Quadro 2, apresenta uma síntese das principais características das ciências naturais, sociais e da *Design Science*.

Quadro 2: Síntese – Ciências naturais, sociais e *Design Science*

Característica	Ciência Natural	Ciência Social	<i>Design Science</i>
Áreas ou disciplinas	Física, química, biologia	Antropologia, economia, política, sociologia, história	Medicina, engenharia, gestão
Propósito	Entender fenômenos complexos. Descobrir como as coisas são e justificar o porquê de serem desta forma	Descrever, entender e refletir sobre o ser humano e suas ações	Projetar. Produzir sistemas que ainda não existem. Modificar situações existentes para alcançar melhores resultados. Foco na solução.
Objetivo da pesquisa	Explorar, descrever, explicar e quando possível prever	Explorar, descrever, explicar e quando possível prever	Prescrever. As pesquisas são orientadas à solução de problemas

Fonte: Elaborado pela autora, com base em: Hegenberg (1969); Denyer, Tranfield e Van Aken (2008); March e Smith, (1995); Romme (2003); Simon (1996)

Para o progresso da ciência e avanço do conhecimento científico, é necessário desenvolver pesquisa, seja para comprovar determinada teoria ou para propor soluções para problemas pontuais. Sendo assim, a seção seguinte se dedica a apresentar os principais conceitos e tipos de pesquisa relevantes para este estudo.

## 2.2 PESQUISA

Pesquisa é “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. (GIL, 2007, p. 17). A pesquisa se faz necessária mediante à constatação da falta de informação adequada e sistematizada para responder determinado problema. (GIL, 2007).

As razões que motivam a realização de uma pesquisa podem ser de ordem intelectual ou, ainda, de ordem prática. (GIL, 2007). As pesquisas com um caráter mais intelectual são chamadas de pesquisa básica ou pesquisa pura e tem como objetivo principal garantir o progresso científico, sem preocupação de utilizar o

conhecimento gerado na prática. (MARCONI; LAKATOS, 2009). Este tipo de pesquisa é comumente encontrado na academia.

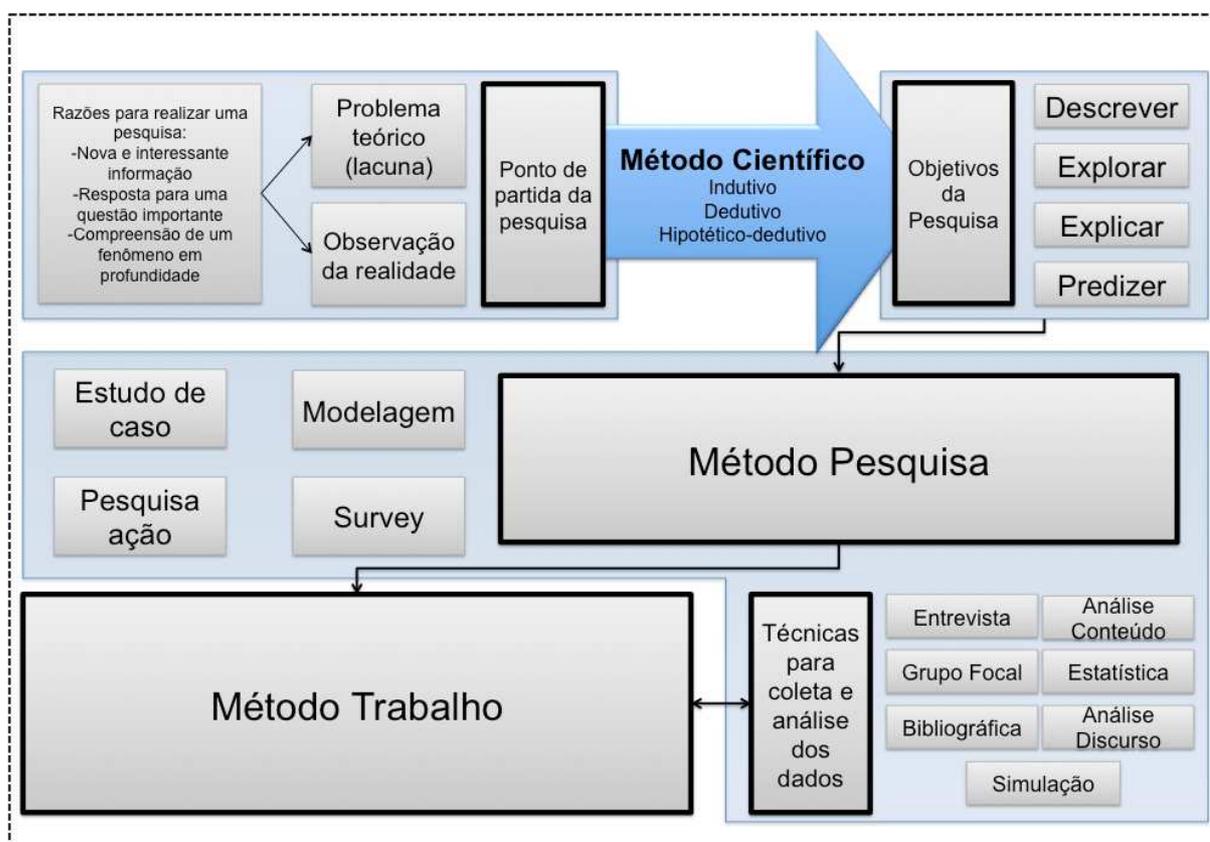
As pesquisas de ordem prática são chamadas de pesquisa aplicada e seu principal interesse é que os resultados gerados por ela sejam utilizados na prática, auxiliando aos profissionais na solução de problemas que ocorrem no dia-a-dia. (MARCONI; LAKATOS, 2009). No entanto, é importante explicitar que, embora haja esta distinção entre pesquisa básica e aplicada, elas não são excludentes. (GIL, 2007). É possível avançar o conhecimento científico e, ao mesmo tempo, apoiar os profissionais na resolução de seus problemas.

Para o desenvolvimento de uma pesquisa, em particular a pesquisa científica, é necessário seguir alguns procedimentos para garantir a confiabilidade dos resultados. Na próxima seção, serão abordados aspectos importantes que norteiam a condução de uma pesquisa. Dentre estes aspectos pode-se citar os métodos científicos, os métodos de pesquisa, as técnicas de coleta e análise de dados, entre outros.

### 2.3 ESTRUTURA PARA A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO

O conhecimento costuma ser desenvolvido considerando-se, principalmente, as abordagens mais tradicionais, como das ciências naturais e sociais. A Figura 5 apresenta uma estrutura que busca apresentar alguns pontos importantes e que devem ser considerados para a adequada condução de uma pesquisa, visando a produção de conhecimento científico.

Figura 5: Estrutura para condução de pesquisas científicas



Fonte: Elaborado pela autora

A Figura 5 busca explicitar a estrutura tradicionalmente utilizada para a produção do conhecimento científico, que se fundamenta nas ciências naturais e sociais. Para melhor entendimento da Figura 5, alguns conceitos serão explicitados.

O ponto de partida para a realização de uma pesquisa científica é a definição de uma razão para se iniciar a investigação. Esta razão pode estar fundamentada em três pontos principais: i) uma nova e interessante informação que o investigador deseja compartilhar; ii) resposta para uma questão importante; e iii) a compreensão de um fenômeno em profundidade. (BOOTH; COLOMB; WILLIAMS, 2008). Para iniciar a pesquisa, o investigador pode se utilizar de: i) observação da realidade; ii) a partir da literatura e dos conhecimentos prévios, encontrar uma lacuna que sirva como ponto de partida para a pesquisa.

Além de definido o ponto de partida, o pesquisador deve definir qual o objetivo que deseja atingir com a investigação. Ou seja, se deseja descrever, explicar, explorar ou, ainda, predizer algum comportamento do fenômeno que ele está estudando. E, para conseguir alcançar este objetivo, é recomendado que ele utilize métodos científicos a fim de orientar sua trajetória de pesquisa.

Uma vez definido o objetivo da pesquisa, é necessário definir qual o método de pesquisa melhor se aplica para a investigação. Desta forma, os pesquisadores selecionam o melhor método de pesquisa para seu tipo de investigação, bem como definem quais as melhores técnicas de coleta e análise de dados, que garantem a correta execução do método de pesquisa selecionado.

Com estas informações definidas, o pesquisador deve descrever qual será o método de trabalho empregado para resolver o problema inicialmente definido. O método de trabalho é fundamental, tanto para orientar e suportar o pesquisador na condução da sua pesquisa, quanto para garantir que outros pesquisadores possam se utilizar deste método para replicar o estudo. (MENTZER; FLINT, 1997).

Nas seções seguintes, serão discutidas as questões abordadas na Figura 5, bem como suas limitações no que tange ao desenvolvimento da pesquisa em engenharia de produção. Vale ressaltar que as próximas seções não procuram ser exaustivas, no que atine ao método científico, o método de pesquisa, o método de trabalho, etc., mas sim abordar os principais tópicos que são relevantes para esta dissertação em particular.

## 2.4 MÉTODOS CIENTÍFICOS

Nesta seção serão abordados os principais métodos científicos considerados para esta pesquisa. O método científico é o grupo de atividades que são executadas a fim de desenvolver conhecimento científico. A utilização do método, quando seguida adequadamente, contribui para assegurar a validade da investigação. (MARCONI; LAKATOS, 2000).

### 2.4.1 Método Indutivo

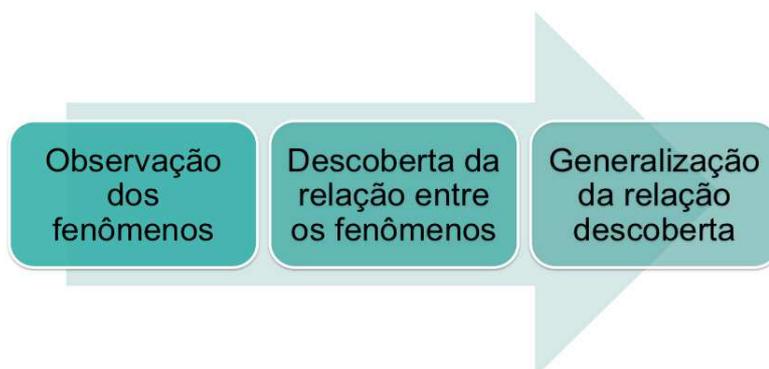
O método indutivo é fundamentado em premissas e advém do processo de inferir uma ideia a partir de dados previamente constatados ou observados. (MARCONI; LAKATOS, 2000). Segundo Chalmers (1993), para um pesquisador indutivista a ciência é baseada na observação. Esta observação é o ponto chave para a construção do conhecimento científico. A partir da definição de proposições originadas pela observação do cientista, é possível generalizar o conhecimento, propondo uma lei universal. Ou seja, o cientista, “partindo de dados particulares,

suficientemente constatados, infere uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas”. (MARCONI; LAKATOS, 2000, p. 53).

O cientista que utiliza o método indutivo parte de um pressuposto de que, observando de maneira repetitiva um determinado objeto de pesquisa, é possível construir o conhecimento científico. Ou seja, a partir destas observações ele passa a propor fundamentos teóricos sobre o objeto de pesquisa. (CHALMERS, 1993).

Sendo assim, do ponto de vista do indutivista, a experiência é fundamental para alicerçar o conhecimento. Porém esta observação não deve sofrer interferência das opiniões pessoais do pesquisador, que deve ser o mais imparcial possível. (CHALMERS, 1993). Para Marconi e Lakatos (2000), existem três etapas básicas para a prática da pesquisa baseada no método indutivo. Estas etapas estão representadas na Figura 6.

Figura 6: Etapas que compõem o método indutivo



Fonte: Elaborado pela autora, com base em Marconi e Lakatos (2000, p. 54)

No entanto, muitas são as críticas feitas ao método indutivo. Entre elas pode-se citar o chamado “salto indutivo”, ou seja, a passagem de “alguns” fenômenos ou sistemas que foram observados para “todos” os fenômenos ou sistemas, mesmo os que não foram observados e até aqueles que não são possíveis de se observar. (MARCONI; LAKATOS, 2010).

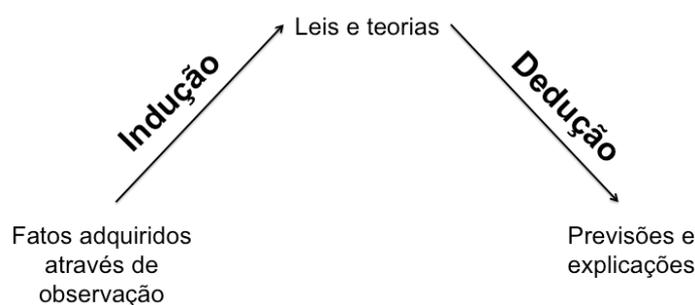
É comum a aplicação do método indutivo na engenharia de produção. Isso ocorre porque as pesquisas nesta área muitas vezes surgem a partir da observação da realidade. Por meio da observação de fatos, o pesquisador passa a construir conjecturas que possam contribuir tanto para a solução de um problema prático, como para a fundamentação de novas teorias. A seguir, serão apresentados alguns conceitos relativos ao método dedutivo.

### 2.4.2 Método Dedutivo

No método dedutivo o cientista parte de leis e teorias, a fim de propor elementos que poderão servir para explicar ou prever certos fenômenos. (CHALMERS, 1993). Chalmers (1993, p.37) afirma também que no método dedutivo, os “argumentos lógicos válidos caracterizam-se pelo fato de que, se a premissa do argumento é verdadeira, então a conclusão deve ser verdadeira”.

Utilizando a dedução, o cientista, conhecendo leis e teorias universais, pode, a partir deste conhecimento, construir novos, com o intuito de explicar e prever o comportamento do objeto de pesquisa. A Figura 7 mostra o processo de produção do conhecimento, segundo as abordagens de indução e dedução.

Figura 7: Produção do conhecimento segundo abordagem indutiva e dedutiva



Fonte: Chalmers (1993, p.29)

O método dedutivo costuma se caracterizar por um raciocínio mais lógico. (CHALMERS, 1993; MARCONI; LAKATOS, 2000). Uma diferença significativa entre o método indutivo e o dedutivo, é que, para desenvolver o primeiro, obrigatoriamente, deve-se partir da observação de fenômenos, deve-se ter uma base empírica. O segundo, parte do entendimento das leis e teorias que abrangem determinado fenômeno e a partir da definição de premissas e análise da relação entre elas se constrói o conhecimento.

Um exemplo de aplicação do método dedutivo na engenharia de produção pode ser a construção de modelos conceituais. O pesquisador parte de conhecimentos teóricos prévios e, de maneira lógica, propõe certas relações entre as variáveis. Posteriormente, busca dados concretos para confrontar seu modelo com a realidade. A partir dos resultados obtidos, o pesquisador pode explicar ou mesmo prever alguns comportamentos do sistema que está sendo estudado. Na seção a seguir serão apresentados alguns conceitos relativos ao método hipotético-dedutivo.

### 2.4.3 Método Hipotético-dedutivo

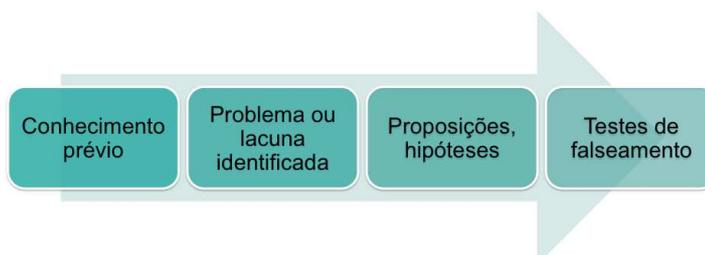
Karl Popper (1975) é um dos principais autores que coloca em dúvida o método indutivo, afirmando que este não poderia ser reconhecido como um método científico eficaz. E apresenta o método hipotético-dedutivo como uma tentativa de se desenvolver um método científico adequado à busca pela verdade. Este método se caracteriza por, a partir de conhecimentos prévios, identificar um problema, propor e testar hipóteses que poderão resultar em previsões e explicações. (MARCONI; LAKATOS, 2000).

A lógica hipotético-dedutiva é aquela empregada pelos cientistas falsificacionistas, que acreditam que mais vale refutar uma ideia ou teoria, do que confirmar. (CHALMERS, 1993). Quando uma ideia é refutada é que ocorre a evolução, o avanço da ciência. Conforme Chalmers (1993) mesmo não se podendo afirmar que uma teoria é verdadeira, pode-se dizer que ela é a melhor disponível até o momento.

Popper (1975, p. 184), declara que “sempre que passamos a explicar uma lei ou teoria conjectural por meio de uma nova teoria conjectural de grau de universalidade superior, estamos descobrindo mais acerca do mundo (...). E sempre que conseguimos tornar falsa uma teoria desta espécie, fazemos uma nova descoberta importante”. Esta declaração reflete a defesa pelo falsificacionismo, através do qual se busca refutar uma hipótese a fim de buscar a evolução do conhecimento científico.

O falsificacionista acredita que a ciência é um conjunto de hipóteses que podem ser propostas e testadas, com o intuito de descrever ou explicar certo comportamento do objeto de pesquisa. Além disso, uma hipótese para ser reconhecida como científica, deve ser falsificável. (CHALMERS, 1993). Segundo Marconi e Lakatos (2000) o método hipotético-dedutivo é composto pelas etapas apresentadas na Figura 8.

Figura 8: Etapas que compõem o método hipotético-dedutivo



Fonte: Elaborado pela autora, com base em Marconi e Lakatos (2000, p. 74)

No método conhecido por hipotético-dedutivo, Popper (1975a) sugere que a partir de um conhecimento previamente construído, e de uma determinada lacuna observada, o pesquisador possa propor novas teorias, em formato de hipóteses ou proposições e colocá-las à prova. Se estas hipóteses depois de testadas se confirmarem verdadeiras, então significa que ela foi corroborada pelas experiências anteriores. Se estas hipóteses demonstrarem um resultado negativo, ou seja, forem falseadas nos testes, então ela será refutada.

O método hipotético-dedutivo pode ser encontrado nas pesquisas em engenharia de produção, quando o problema a ser investigado tem relação com a medição da qualidade de produtos ou serviços, por exemplo. O pesquisador gera hipóteses e as coloca a prova para verificar se as hipóteses são falseáveis ou se podem ser corroboradas.

Por fim, pode-se afirmar que os métodos científicos a serem empregados em uma investigação serão escolhidos considerando basicamente dois fatores. O primeiro diz respeito a qual é o ponto de partida que originou a pesquisa. Se foi originado, por exemplo, por uma lacuna teórica, por um problema de ordem prática, ou diretamente pela observação de algum fenômeno. O segundo fator que interfere na definição do método científico é o objetivo da pesquisa, isto é, se o que se deseja é explicar, descrever, explorar ou prever.

Esses fatores que interferem na escolha dos métodos científicos, interferem, também, na seleção do método de pesquisa a ser empregado. Tendo em vista a necessidade de uma maior compreensão dos métodos de pesquisa comumente utilizados na engenharia de produção, a próxima seção é desenvolvida.

## 2.5 MÉTODOS DE PESQUISA

Nesta seção serão abordados alguns dos principais métodos de pesquisa utilizados nos estudos relacionados à engenharia de produção. A importância de se definir qual método de pesquisa deve ser utilizado se sustenta principalmente no fato de que ele auxilia o pesquisador a garantir que a sua investigação irá, de fato, responder seu problema de pesquisa. Além disso, o uso adequado do método de pesquisa também favorece o reconhecimento da investigação pela comunidade científica, evidenciando que a pesquisa é séria e válida para a área. Dentre tantos métodos existentes, quatro merecem destaque e serão descritos a seguir.

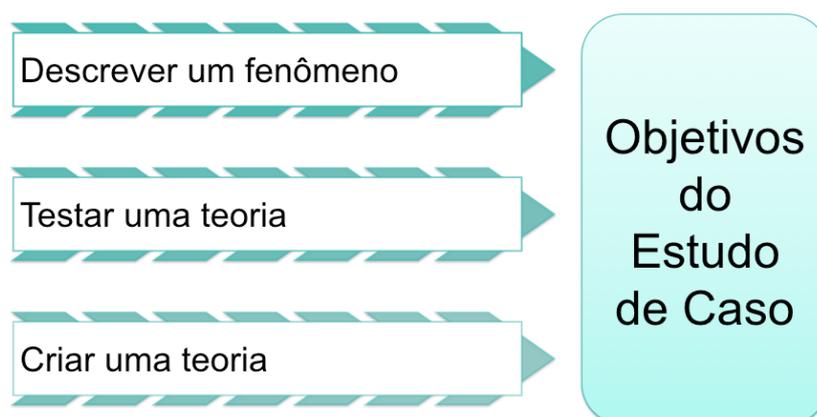
### 2.5.1 Estudo de caso

Conforme Yin (2005), um estudo de caso é uma pesquisa considerada empírica, que busca melhor compreender um fenômeno contemporâneo, normalmente complexo, no seu contexto real. Estudos de caso são considerados valiosos uma vez que permitem descrições detalhadas de fenômenos normalmente baseados em fontes de dados diversas. (YIN, 2005).

Este método de pesquisa é particularmente adequado para investigar problemas complexos dentro do contexto em que ocorrem. (DUBÉ; PARÉ, 2003). Os estudos de caso asseguram que a investigação e o entendimento do problema sejam feitos em profundidade. (DUBÉ; PARÉ, 2003).

Caracteristicamente, os estudos de caso são constituídos de uma combinação de métodos de coleta de dados, como entrevistas, questionários, observações, etc. Estas evidências coletadas que servirão de subsídio para o pesquisador, podem ser, tanto quantitativas, quanto qualitativas. (EISENHARDT, 1989). Fundamentam-se na comparação dos dados coletados, buscando identificar o surgimento de categorias teóricas, que possam, ainda, servir de base para a proposição de novas teorias. (EISENHARDT, 1989). Os principais objetivos do estudo de caso, segundo Eisenhardt (1989), estão detalhados na Figura 9.

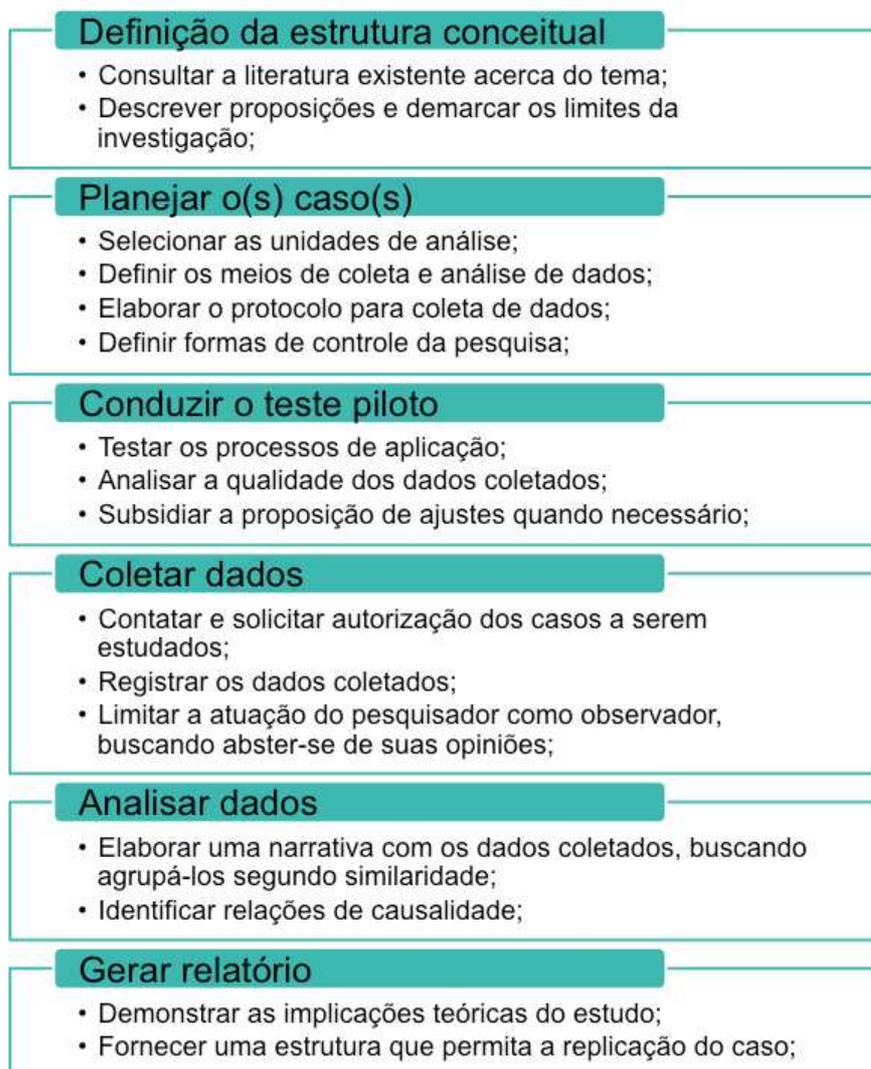
Figura 9: Objetivos do estudo de caso



Fonte: Elaborado pela autora com base em Eisenhardt (1989)

Para alcançar seus objetivos, o estudo de caso deve realizar algumas atividades. As principais atividades serão explicitadas na Figura 10.

Figura 10: Atividades do Estudo de Caso



Fonte: Elaborado pela autora com base em Cauchick Miguel (2007, p. 221)

Vale ressaltar que o estudo de caso é fundamentalmente empírico e que o pesquisador atua como um observador, não devendo intervir na pesquisa. Então, para conduzir o estudo de caso é necessária elevada habilidade do investigador. Além de não intervir diretamente na pesquisa, o pesquisador deve analisar cuidadosamente os dados coletados, a fim de verificar possíveis padrões de comportamento e também explicar os fenômenos adequadamente. (ELLRAM, 1996).

Este método de pesquisa costuma ser questionado pela comunidade acadêmica em termos de rigor, por isso é fundamental que os procedimentos utilizados para condução do estudo de caso fiquem explícitos, oferecendo mais credibilidade para estes estudos. Somente com os procedimentos explícitos, “os leitores do estudo podem julgar a solidez e adequação da metodologia aplicada”. (ELLRAM, 1996, p. 114). Além disso, o estudo de caso costuma ser exploratório,

descritivo e explicativo, (CAUCHICK MIGUEL, 2007), o que é típico das ciências naturais e sociais.

### 2.5.2 Pesquisa-Ação

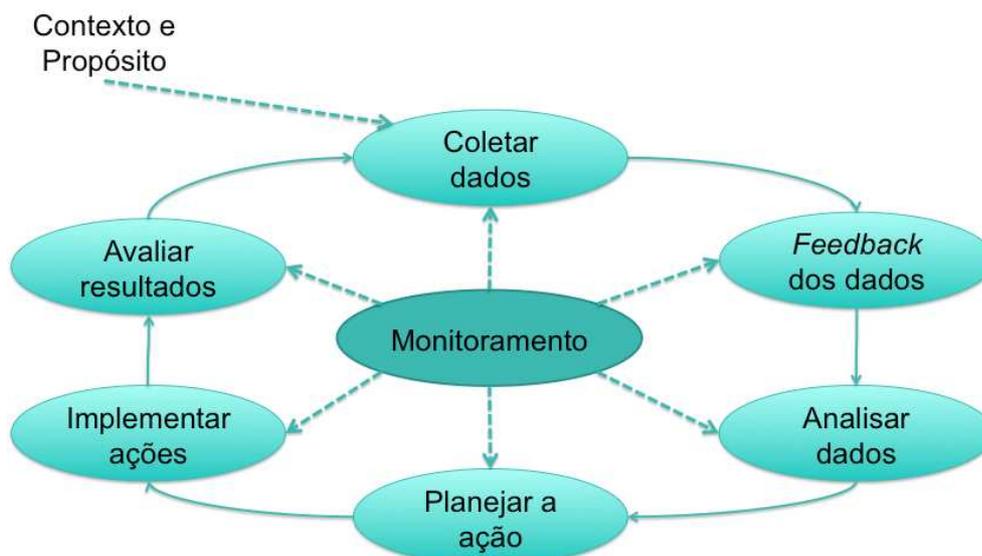
A Pesquisa-Ação tem como objetivos resolver ou explicar problemas encontrados em certo sistema. Busca, além disso, produzir conhecimento, tanto para a prática quanto para a teoria. Assim como o estudo de caso, tem um cunho exploratório, descritivo e explicativo. No entanto, diferentemente do estudo de caso, na Pesquisa-Ação o pesquisador deixa de ser um observador e passa a ter um papel ativo na investigação. Ele contribui e interage com o objeto de estudo. (BENBASAT; GOLDSTEIN; MEAD, 1987; THIOLENT, 2009). O pesquisador tem dois papéis quando este método de pesquisa é utilizado: i) ele pode ser um participante na implementação de um sistema e; ii) ao mesmo tempo, ele pode querer avaliar uma técnica de intervenção. (BENBASAT; GOLDSTEIN; MEAD, 1987).

Thiolent (2009, p. 16) define a Pesquisa-Ação como:

(...) é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Para uma pesquisa ser classificada como Pesquisa-Ação, deve haver, de fato, uma ação das pessoas no problema que está sendo estudado. (THIOLENT, 2009). Esta ação também não pode ser uma ação trivial, ela deve ser caracterizada como importante para o contexto de estudo, justificando o porquê da investigação. (THIOLENT, 2009). O ciclo para condução da Pesquisa-Ação, bem como suas principais atividades serão apresentadas na Figura 11.

Figura 11: Ciclo para condução da Pesquisa-Ação

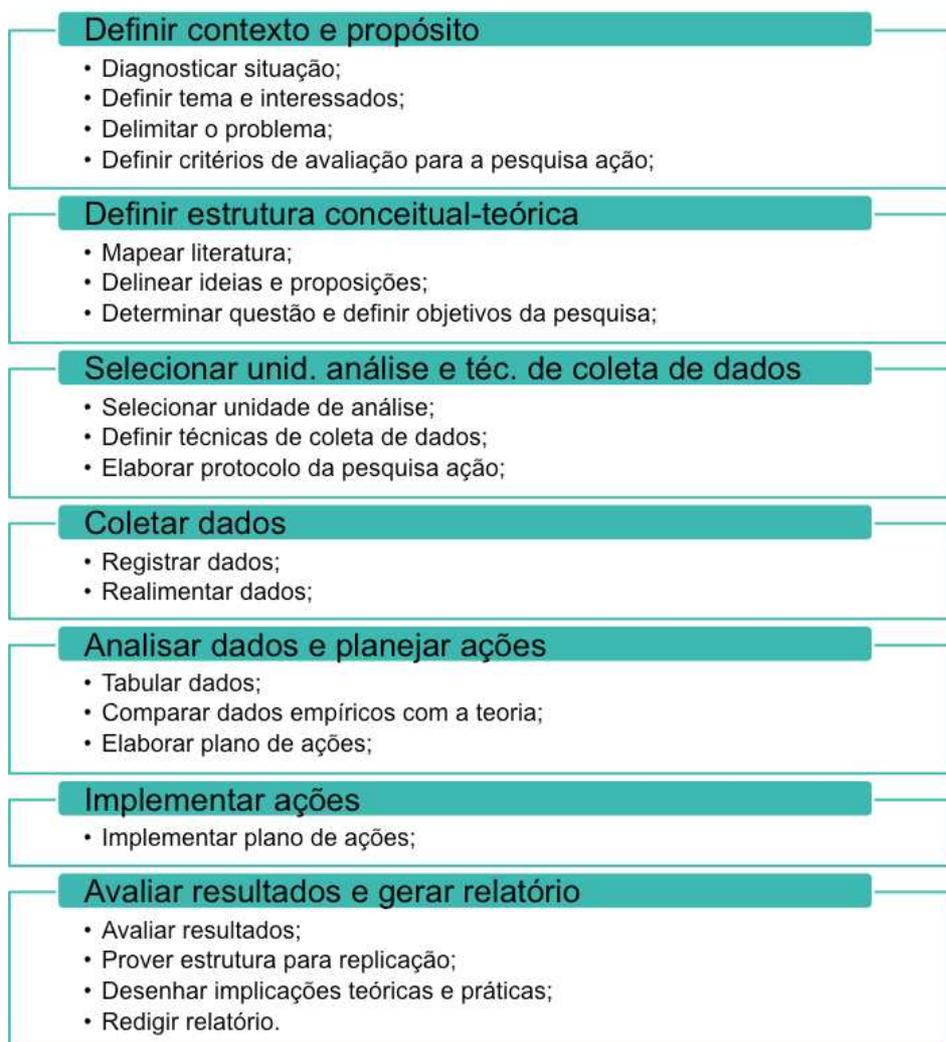


Fonte: Coughlan e Coughlan (2002)

Dois pontos merecem destaque no ciclo proposto por Coughlan e Coughlan (2002). Primeiro, é fundamental que o pesquisador compreenda o contexto em que ocorrerá a pesquisa, bem como quais são os resultados esperados ao final dela. Coughlan e Coughlan (2002) identificam este elemento de entendimento do contexto e dos objetivos como uma pré-etapa do ciclo da Pesquisa-Ação, mas necessária para o bom desenvolvimento da pesquisa.

O segundo ponto a ser destacado é a etapa de monitoramento. Para Coughlan e Coughlan (2002), o monitoramento deve ser considerado uma meta-etapa, pois deve ocorrer ao longo de todo o ciclo previsto para a condução da Pesquisa-Ação. Para melhor entendimento da condução da Pesquisa-Ação, a Figura 12 apresenta as principais atividades que devem ocorrer em cada uma das etapas.

Figura 12: Atividades da Pesquisa-Ação



Fonte: Turrioni e Mello (2012)

Este método é fundamentalmente empírico, com uma abordagem qualitativa. Além disso, ao final do estudo, deve haver o confronto dos resultados da pesquisa com a base teórica existente. Ademais, a implementação das soluções propostas é imprescindível para avaliar seus resultados.

### 2.5.3 Survey

Uma pesquisa conduzida pela abordagem tipo *survey*, tem como objetivo desenvolver conhecimento em uma área específica. A investigação é conduzida por meio da coleta de dados e/ou informações com o intuito de avaliar o comportamento das pessoas e/ou dos ambientes em que elas se encontram. (CAUCHICK MIGUEL; HO, 2012). A partir desta coleta e análise dos dados, o pesquisador consegue obter conclusões acerca do fenômeno, ou da população em estudo.

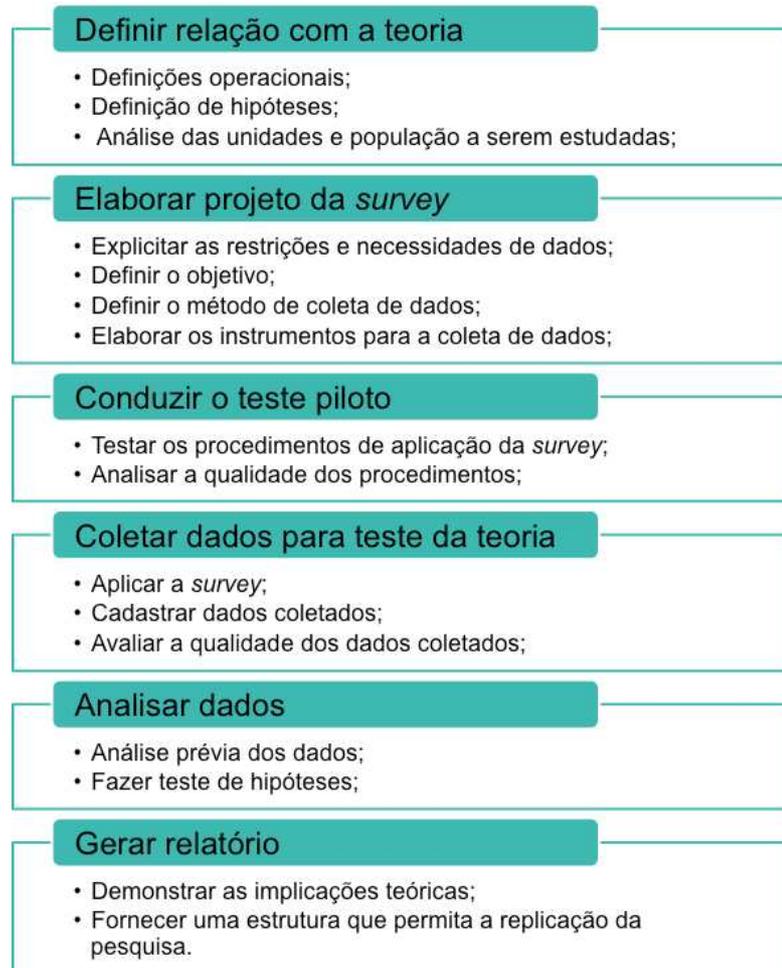
Uma *survey*, assim como o estudo de caso e a Pesquisa-Ação, tem como objetivos explorar, descrever e explicar. Porém, a *survey*, de acordo com o objetivo que deseja alcançar, pode apresentar certas particularidades. Por isso, as *surveys* são classificadas em três diferentes grupos: as *surveys* exploratórias, as *surveys* descritivas e as *surveys* explanatórias. (CAUCHICK MIGUEL; HO, 2012; FORZA, 2002). O Quadro 3 apresenta as principais características de cada um dos tipos de *survey*.

Quadro 3: Características de cada tipo de *survey*

Elemento	Tipo de <i>survey</i>		
	Exploratória	Descritiva	Explanatória
Unidade(s) de análise	Claramente definidas	Claramente definidas e apropriadas às questões e hipóteses da investigação	Claramente definidas e apropriadas às hipóteses de investigação
Respondentes	Representativos da unidade de análise	Representativos da unidade de análise	Representativos da unidade de análise
Hipóteses de pesquisa	Não necessária	Questões claramente definidas	Hipóteses claramente estabelecidas e associadas ao nível teórico
Critérios de seleção da amostra	Por aproximação	Explícitos, com argumento lógico; escolha baseada entre alternativas	Explícitos, com argumento lógico; escolha baseada entre alternativas
Representatividade da amostra	Não é necessário	Sistemática e com propósitos definidos; escolha aleatória	Sistemática e com propósitos definidos; escolha aleatória
Tamanho da amostra	Suficiente para incluir parte do fenômeno de interesse	Suficiente para representar a população de interesse e realizar testes estatísticos	Suficiente para representar a população de interesse e realizar testes estatísticos
Pré-teste do questionário	Realizado com uma parte da amostra	Realizado com uma parte substancial da amostra	Realizado com uma parte substancial da amostra
Taxa de retorno	Não tem mínimo	Maior que 50% da população investigada	Maior que 50% da população investigada
Uso de outros métodos para coleta de dados	Múltiplos métodos	Não é necessário	Múltiplos métodos

Fonte: Forza (2002, p.188)

No entanto, independentemente do objetivo da pesquisa e do tipo de *survey* a ser realizada, alguns passos devem ser seguidos. Esses passos buscam, acima de tudo, assegurar o rigor da pesquisa. Baseado em Cauchick Miguel e Ho, (2012) estas etapas serão explicitadas na Figura 13.

Figura 13: Atividades da *Survey*

Fonte: Elaborado pela autora com base em Cauchick Miguel e Ho (2012, p.95)

Vale ressaltar que a *survey*, ao contrário do estudo de caso e da Pesquisa-Ação, tem uma abordagem quantitativa. Além disso, um dos objetivos das pesquisas conduzidas com esta abordagem é gerar dados confiáveis que possibilitem uma análise estatística robusta.

Ademais, embora não seja um método ainda muito utilizado na engenharia de produção, sabe-se que pode contribuir significativamente com as pesquisas desta área. (CAUCHICK MIGUEL; HO, 2012). Essa contribuição parece ainda mais interessante quando o objetivo da pesquisa é desenvolver uma visão descritiva acerca de determinado fenômeno, ou ainda, quando se deseja testar teorias existentes. (CAUCHICK MIGUEL; HO, 2012).

#### 2.5.4 Modelagem

A modelagem, enquanto método de pesquisa, apoia os investigadores para o melhor entendimento dos problemas. Isso ocorre porque os modelos são

representações simplificadas da realidade, que permitem uma compreensão do ambiente que está sendo estudado. (MORABITO NETO; PUREZA, 2012; PIDD, 1998). Quando se trata de modelagem em engenharia de produção, é comum que se esteja versando sobre a pesquisa operacional.

O conceito de modelagem é bastante amplo e pode ser utilizado de forma abrangente na engenharia de produção. Segundo Pidd (1998), a modelagem pode ser dividida em duas abordagens: a *Hard* e a *Soft*. É válido destacar que estas abordagens não são excludentes entre si e podem, inclusive, ser complementares. (RODRIGUES, 2006). O Quadro 4 apresenta algumas diferenças que podem ser observadas entre essas abordagens.

Quadro 4: Abordagem *Hard* x *Soft*

Características	Abordagens <i>Hard</i>	Abordagens <i>Soft</i>
Definição do problema	Vista como direta, unitária	Vista como problemática, pluralística
A organização	Assumida tacitamente	Requer negociação
O modelo	Uma representação do mundo real	Uma forma de gerar debate e <i>insight</i> a respeito do mundo real
Resultado	Um produto ou recomendação	Progresso através da aprendizagem

Fonte: Pidd (1998, p.115)

Conforme o Quadro 4, pode-se constatar que a modelagem apresenta, por um lado, a abordagem *Hard*, que está fundamentada, principalmente, em bases matemáticas. (PIDD, 1998). É a abordagem mais indicada quando o problema a ser estudado está bem estruturado e compreendido. (PIDD, 1998).

Por outro lado, existe a abordagem *Soft* que considera todo o contexto em que o problema se encontra. Por essa razão, a abordagem *Soft* é a mais indicada quando há a necessidade de considerar questões comportamentais e contextuais. (PIDD, 1998). Tanto a abordagem *Hard* quanto a *Soft* apresentam técnicas diversas para sua utilização.

Algumas técnicas da abordagem *Hard*, inclusive aplicáveis à realidade da pesquisa em engenharia de produção são: programação linear, simulação computacional, heurísticas, teoria das filas, entre outras. (RODRIGUES, LUIS HENRIQUE, 2006). Cabe ressaltar que estas técnicas, relacionadas à abordagem *Hard*, costumam ser utilizadas na busca por otimização dos sistemas. (PIDD, 1998).

Destaca-se como técnica de modelagem *Hard*, a simulação computacional, que é especialmente indicada para estudar situações nas quais ocorrem transformações com frequência e com certa complexidade. (PIDD, 1998). A técnica

de simulação é especialmente indicada quando se busca explorar ou experimentar uma determinada situação.

O uso da simulação computacional em uma pesquisa é interessante, pois permite que o investigador encontre respostas com um custo relativamente baixo, com alta segurança e rapidez, se comparado à experimentações em um contexto real. (PIDD, 1998). Ademais, a utilização da simulação computacional, enquanto técnica de modelagem, se mostra interessante, principalmente, quando os problemas que estão sendo estudados são dinâmicos, interativos e complicados. (PIDD, 1998).

A abordagem *Soft*, por sua vez, também apresenta algumas técnicas, como por exemplo a *Soft System Methodology* (SSM). A *Soft System Methodology* foi inicialmente proposta por Checkland (1981), com o intuito de endereçar situações complexas, nas quais a abordagem *Hard* mostrava-se insuficiente. (PIDD, 1998). Uma das características da *Soft System Methodology*, enquanto abordagem para a modelagem, é que ela enfatiza o processo de aprendizagem gerado ao longo da sua aplicação. (PIDD, 1998).

Além disso, a *Soft System Methodology* permite que sejam feitos modelos de situações complexas. (PIDD, 1998). Estes modelos, por sua vez, podem servir de referência, tanto para a compreensão como para apoiar a resolução de problemas. Cabe destacar que a utilização da *Soft System Methodology* está fortemente relacionada aos conceitos do Pensamento Sistêmico. (ANDRADE et al., 2006)

O Pensamento Sistêmico, por sua vez, é base também para a construção do Método Sistêmico, cujo objetivo é apoiar na solução de problemas complexos e gerar aprendizagens acerca do problema e da situação em que ele ocorre. (ANDRADE et al., 2006). O Pensamento Sistêmico pode ser percebido como uma abordagem a ser utilizada quando se deseja ver o todo, uma vez que ele permite que se analisem as inter-relações entre as partes componentes de um sistema, ao invés de analisar somente eventos. (SENGE, 2006). Certamente estas características do Pensamento Sistêmico contribuem para a modelagem de problemas complexos que são endereçados pelos pesquisadores.

Tendo sido explicitados os principais métodos de pesquisa utilizados na engenharia de produção, cabe agora destacar algumas das técnicas de pesquisa que apoiam o pesquisador na condução de suas investigações. As técnicas de pesquisa serão apresentadas na próxima seção e estão divididas em duas partes. A

primeira se refere às técnicas de coleta de dados, a segunda parte, por sua vez, refere-se às técnicas para análise de dados.

## 2.6 TÉCNICAS DE PESQUISA

As técnicas de pesquisa são fundamentais para garantir a operacionalização dos métodos de pesquisa. Para que o pesquisador possa selecionar a técnica que irá utilizar para realização da sua investigação, é necessário que ele faça algumas reflexões sobre quais dados está buscando, como serão encontrados estes dados, quando serão encontrados e quem poderá fazê-lo. As técnicas selecionadas para serem apresentadas nesta seção constituem aquelas mais comumente empregadas na pesquisa realizada no âmbito da engenharia de produção.

As técnicas de pesquisa abrangem uma série de instrumentos que são utilizados pelos pesquisadores com o intuito de coletar e/ou analisar os dados de suas investigações. A coleta e a análise de dados pode ser realizada de diversas maneiras, de acordo com o objetivo da pesquisa que está sendo realizada, bem como de acordo com o método de pesquisa que está sendo utilizado.

Nas próximas seções, serão abordadas algumas das técnicas de coleta e análise de dados que são recomendadas para operacionalização dos métodos de pesquisas discutidos anteriormente. O objetivo desta abordagem não é ensinar a aplicação de cada uma das técnicas, mas sim apresentar uma visão geral sobre esta temática, explicitando aquelas técnicas que são usualmente aplicadas nas pesquisas em engenharia de produção. O Quadro 5 apresenta as principais técnicas que serão tratadas.

Quadro 5: Técnicas de coleta e análise de dados

Objetivo	Técnicas
Coleta de dados	Documental Bibliográfica Entrevistas Grupo Focal Questionários Observação Direta
Análise dos dados	Análise de Conteúdo Análise de Discurso Estatística Multivariada

Fonte: Elaborado pela autora

## **2.6.1 Técnicas de coleta de dados**

A seguir serão abordadas as principais técnicas para coleta de dados que normalmente são aplicados na engenharia de produção. Esta é uma etapa fundamental na pesquisa, que deve ser bem planejada e executada com rigor evitando que as conclusões tiradas sejam tendenciosas ou não verdadeiras.

### **2.6.1.1 Documental**

A técnica de coleta de dados de forma documental costuma ser o primeiro passo necessário para a operacionalização de uma pesquisa, uma vez que ela permite coletar informações prévias sobre os tópicos que serão pesquisados. (MARCONI; LAKATOS, 2009).

Estes documentos podem estar escritos ou não (fotografias, gravações de áudio ou vídeo, etc.). E podem ser classificados como fontes primárias ou secundárias. Os documentos primários são aqueles que foram compilados ou feitos pelo próprio pesquisador. Os secundários são aqueles que foram transcritos de fontes primárias ou, então, gravações, fotografias, etc. que foram utilizadas pelo pesquisador, mas foram produzidos por outras pessoas. (MARCONI; LAKATOS, 2009).

### **2.6.1.2 Bibliográfica**

A finalidade da coleta de dados bibliográfica é deixar o pesquisador em contato com o que foi desenvolvido sobre alguma temática. (MARCONI; LAKATOS, 2009). A pesquisa bibliográfica permite que aquilo que foi dito, ou escrito, a respeito de determinado assunto, possa ser estudado sob um novo enfoque, possibilitando inclusive novas descobertas sobre o assunto. (MARCONI; LAKATOS, 2009).

A pesquisa bibliográfica se constitui, principalmente, na busca por materiais como livros e artigos com reconhecimento científico. (GIL, 2007). Os livros utilizados podem ser classificados em: i) livros de leitura corrente: são as obras literárias e de divulgação (constituem-se de fonte de conhecimento científico ou técnico); ii) livros de referência: nesta categoria estão os dicionários, enciclopédias, catálogos, etc. Os artigos científicos podem ser encontrados sob a forma de publicações periódicas, como revistas e jornais. (GIL, 2007).

### 2.6.1.3 Entrevista

A entrevista é um procedimento bastante utilizado para coleta de dados, e seu objetivo é investigar determinada situação ou diagnosticar certos problemas. As entrevistas podem ser classificadas em dois tipos (DICICCO-BLOOM; CRABTREE, 2006):

- Padronizada/Estruturada: neste caso o entrevistador define e segue um roteiro previamente estabelecido. O entrevistador não pode adaptar/modificar suas perguntas conforme a situação;
- Despadronizada/Não estruturada: o entrevistado pode desenvolver as situações conforme julgar adequado. Desta forma os assuntos podem ser explorados de forma mais ampla. As perguntas são abertas e podem ser respondidas em uma conversa informal.

Conforme Marconi e Lakatos (2009), as etapas de uma entrevista são as seguintes:

- Contato inicial: o pesquisador deve entrar em contato com o possível entrevistado. Buscar manter a conversa de forma cordial e educada;
- Formulação de perguntas: as perguntas devem ser feitas de acordo com o tipo da entrevista (estruturada ou não estruturada). Deve-se evitar perguntas que sugiram a resposta;
- Registro de respostas: sempre que possível devem ser anotadas ou gravadas no decorrer da entrevista, para que o registro seja fidedigno aos depoimentos dos entrevistados;
- Término da entrevista: importante manter o clima de cordialidade, além disso o entrevistado deve aprovar os registros;
- Requisitos importantes: validade, relevância, especificidade e clareza, profundidade e extensão.

Dentre as vantagens da entrevista, pode-se elencar as seguintes: é um instrumento flexível, através do qual perguntas podem ser reformuladas para proporcionar um maior entendimento dos dados coletados; se a entrevista for feita pessoalmente, além das respostas verbais do entrevistado, é possível observar também suas atitudes frente as perguntas; garante uma oportunidade de coletar dados que não são normalmente encontrados em fontes bibliográficas.

Por outro lado, as principais desvantagens são: possível dificuldade de comunicação entre o entrevistador e entrevistado; dificuldade de interpretação, tanto das perguntas quanto das respostas; probabilidade de incidir viés por parte do entrevistador/pesquisador; o entrevistado pode reter informações importantes; pode levar bastante tempo.

#### **2.6.1.4 Grupo Focal**

O grupo focal ou *focus group* é de natureza qualitativa e tem como objetivo buscar o entendimento das considerações que um grupo de pessoas teve a partir de uma experiência, ideia ou evento. (OLIVEIRA; FREITAS, 1998). O grupo focal pode ser compreendido como uma entrevista em profundidade, que ocorre em grupos com sessões estruturadas que contemplam a proposta, o tamanho, os componentes e o procedimento para condução do grupo. (OLIVEIRA; FREITAS, 1998).

Segundo Oliveira e Freitas (1998), uma particularidade do grupo focal, ante a entrevista clássica, é que ele permite a interação entre os participantes e esta interação pode permitir que uns influenciem nas respostas de outros. Oliveira e Freitas (1998) sugerem que a condução do grupo focal siga as seguintes etapas:

- Planejamento: considerar o propósito para a realização do grupo focal; definir quem e quantos participantes farão parte; definir o conteúdo das entrevistas; nível de interação do moderador; o tempo que cada atividade vai levar; local para reunir as pessoas do grupo; entre outros;
- Condução das sessões do grupo focal: atenção ao tempo para não entediar o grupo; deixar claro quais são os objetivos do grupo; o moderador deve estar bem preparado para conduzir as sessões; o moderador não deve assumir uma atitude de poder ou de influência sobre o grupo;
- Análise dos dados obtidos com o grupo focal: buscar realizar uma análise sistemática; focar no objetivo, no propósito do grupo focal; utilizar citações; dar atenção aos significados de cada palavra ou termo para o grupo em si.

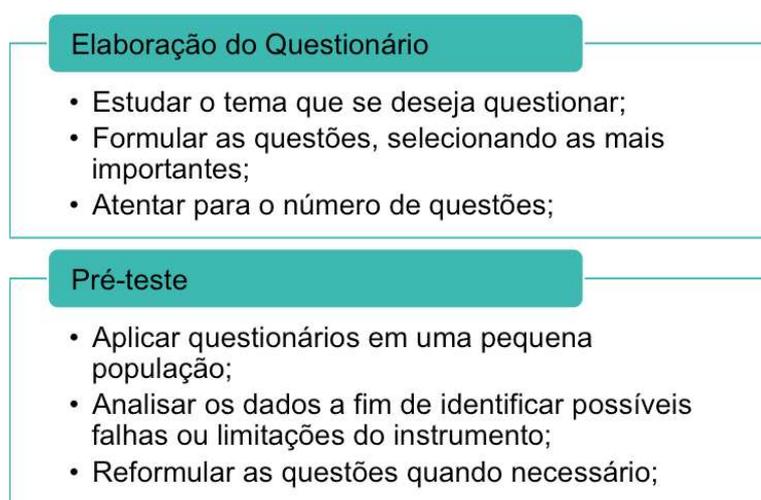
Dentre as vantagens do grupo focal, pode-se destacar: a facilidade da sua condução; possibilidade de criar hipóteses; alta validade dos dados coletados. Por outro lado, as principais desvantagens são: não é possível ter certeza de que a interação do grupo é de fato o reflexo do comportamento dos indivíduos; dificuldade na análise dos dados; os entrevistadores/moderadores devem estar muito bem

preparados para a realização do grupo focal; pode-se ter certa dificuldade em reunir o grupo. (OLIVEIRA; FREITAS, 1998).

### 2.6.1.5 Questionários

Esta técnica de coleta de dados consiste na aplicação de uma série de perguntas a um entrevistado. O entrevistado deve responder ao questionário por escrito e sem a presença o pesquisador. (MARCONI; LAKATOS, 2009). As principais etapas, que devem ser seguidas para a utilização desta técnica, serão descritas na Figura 14.

Figura 14: Atividades para utilização do questionário



Fonte: Elaborado pela autora com base em Marconi e Lakatos (2009)

De acordo com o tipo de pesquisa e a técnica que será empregada posteriormente para análise dos resultados coletados, o pesquisador pode optar pela forma das perguntas no questionário. As perguntas são normalmente classificadas em três categorias: i) perguntas abertas: utilizada para investigações em maior profundidade e com mais precisão. No entanto, a interpretação e análise dos resultados é mais complexa; ii) perguntas fechadas: apresentam alternativas para o respondente como “sim” e “não”, restringe as respostas, mas, ao mesmo tempo, facilita a análise dos dados em função da objetividade; iii) perguntas de múltipla escolha: também são perguntas fechadas, como as anteriores, mas que apresentam mais alternativas de resposta para o respondente. Além disso, são mais fáceis de serem analisadas e garantem uma análise em profundidade muito próxima às perguntas abertas. (MARCONI; LAKATOS, 2009).

### **2.6.1.6 Observação direta**

Esta técnica permite que o investigador identifique certas características do fenômeno ou sistema que está sendo estudado, que muitas vezes passam despercebidos pelos indivíduos que fazem parte deste sistema. Portanto, esta técnica, para alguns estudos, se torna mais adequada do que a própria entrevista ou questionários em geral.

No entanto, para ter validade científica, esta observação deve ser realizada mediante um planejamento devidamente elaborado e seguido pelo investigador. (MARCONI; LAKATOS, 2009). Estas observações podem ser feitas de forma estruturada, ou não; o observador pode ser um participante ativo, ou não; pode ser realizada individualmente, ou com uma equipe e, ainda, pode ser feita num ambiente real ou em ambiente controlado em laboratório. (ANDER-EGG, 1976; MARCONI; LAKATOS, 2009).

### **2.6.2 Técnicas de análise de dados**

A seguir serão abordadas algumas técnicas para análise de dados que podem ser utilizadas para a pesquisa em engenharia de produção. É nesta etapa que o pesquisador faz a interpretação dos dados coletados a fim de obter as respostas necessárias a pesquisa.

#### **2.6.2.1 Análise de conteúdo**

Segundo Bardin (1995, p.38), a análise de conteúdo pode ser entendida como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”. Esse tipo de análise tem como objetivo inferir conclusões acerca do conteúdo das mensagens proferidas por alguém. A inferência pode responder a: i) o que causou a mensagem, isto é, o que conduziu a pessoa a proferir esse tipo de mensagem; ii) quais são as consequências dessa mensagem, ou seja, quais são os efeitos que estas mensagens terão. (BARDIN, 1995).

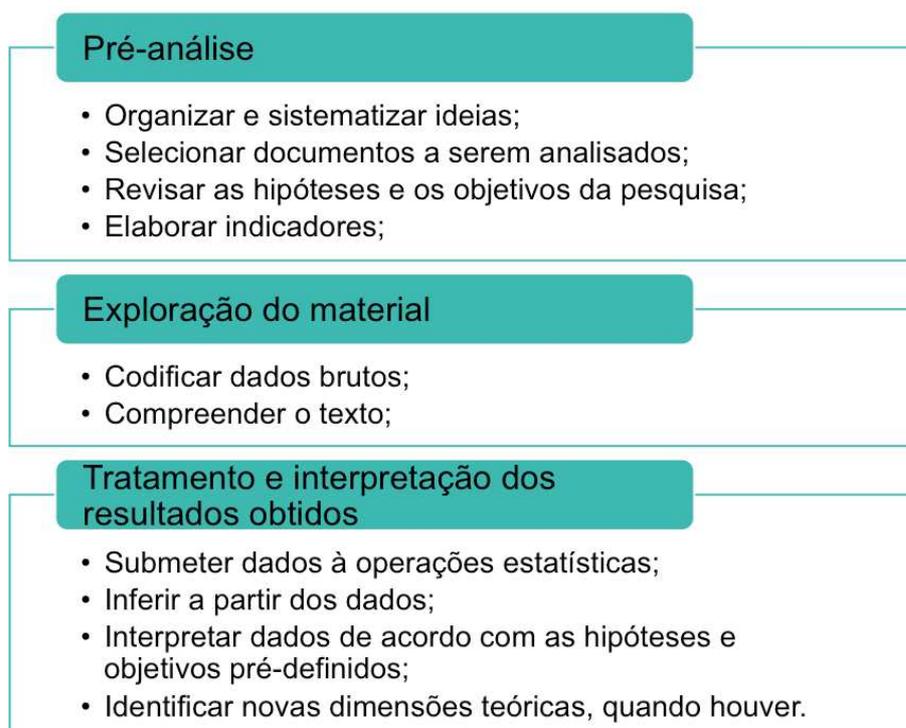
Ademais, a análise de conteúdo está presente em duas questões importantes que circundam as pesquisas científicas: o rigor da objetividade e a subjetividade. (CAPELLE *et al.*, 2003). Desta forma, a análise de conteúdo, buscando diminuir a subjetividade comum às pesquisas qualitativas, procura

elaborar indicadores, tanto quantitativos quanto qualitativos, que possam apoiar o pesquisador no entendimento e compreensão das mensagens que estão sendo comunicadas. (CAPELLE *et al.*, 2003). A partir desse entendimento e baseado na dedução, o pesquisador poderá inferir resultados acerca do que está estudando. (CAPELLE *et al.*, 2003).

Cabe destacar que a análise de conteúdo tem duas funções principais: i) função heurística; ii) função de administração de prova. A primeira tem como objetivo deixar a pesquisa mais robusta, aumentando a possibilidade de ocorrerem descobertas por parte do pesquisador. Além disso, ela visa proporcionar a concepção de hipóteses quando a investigação se trata de conteúdos pouco explorados em outras pesquisas. (BARDIN, 1995).

A segunda função, por sua vez, tem como objetivo servir de prova para a comprovação de hipóteses. (BARDIN, 1995). Essas hipóteses podem estar tanto em forma de questões, como, também, em forma de afirmações provisórias. (BARDIN, 1995). Além disso, a análise de conteúdo, para atingir seus objetivos, deve estar sistematizada em três grandes etapas, conforme apresentado na Figura 15.

Figura 15: Etapas da análise de conteúdo



Fonte: Elaborado pela autora com base em Capelle et al. (2003)

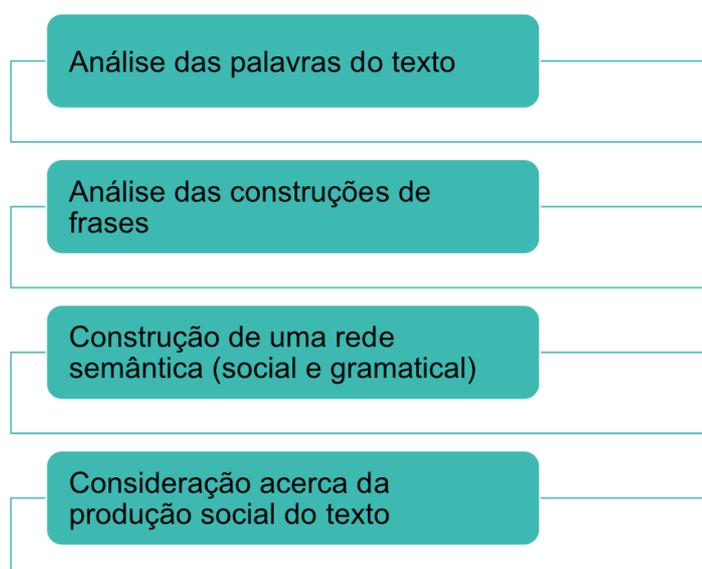
É válido ressaltar que, embora existam estas etapas apresentadas na Figura 15, a análise de conteúdo em si vai sofrer influência do tipo de pesquisa que está

sendo realizada, bem como do problema que se está tentando responder e dos conhecimentos prévios do pesquisador. (CAPELLE et al., 2003). Sendo assim, o pesquisador deverá tomar decisões durante a execução desta técnica, a fim de obter o melhor resultado possível na análise dos dados da sua pesquisa.

### 2.6.2.2 Análise de discurso

A análise de discurso segundo Minayo (1996) tem como objetivo entender os mecanismos que estão, de certa forma, escondidos sob a linguagem. Ademais, não se trata de uma técnica que busca descrever ou explicar algum fenômeno, mas sim estabelecer uma crítica sobre algo que já existe. (MINAYO, 1996). A Figura 16 apresenta as macro etapas que são necessárias para a condução da análise do discurso.

Figura 16: Etapas para análise do discurso



Fonte: Elaborado pela autora com base em Capelle et al. (2003)

É importante frisar que a análise de discurso não visa entender ou interpretar o que o texto quer dizer, mas sim compreender como o texto funcionaria em um determinado contexto social e também histórico. (CAPELLE et al., 2003; CAREGNATO; MUTTI, 2006). Isto é, a análise de discurso se ocupa do sentido do texto, e como ele poderá influenciar um determinado ambiente ou contexto. (CAREGNATO; MUTTI, 2006).

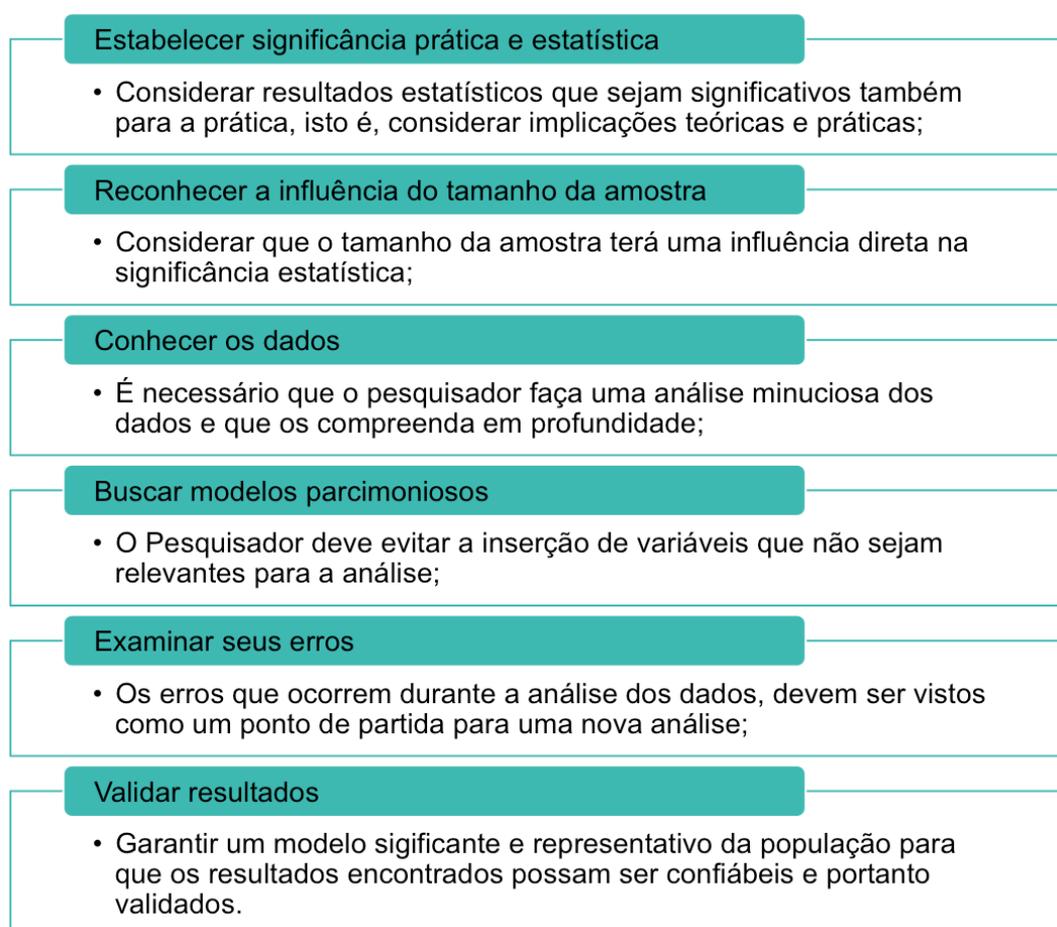
### 2.6.2.3 Estatística Multivariada

A análise de dados quantitativos, por meio da técnica de estatística multivariada, é utilizada com o intuito de gerar informações úteis a partir de dados

previamente coletados. Estas informações tem como principal objetivo orientar a tomada de decisão e gerar conhecimentos acerca de uma determinada problemática ou situação. (HAIR JR. et al., 2009).

Segundo Hair Jr. et al. (2009, p.23) a “análise multivariada se refere a todas as técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos de investigação”. Contudo, para que o pesquisador obtenha sucesso com o uso da análise multivariada, algumas diretrizes devem ser considerados. Essas diretrizes são apresentadas na Figura 17.

Figura 17: Diretrizes para a adequada aplicação da análise multivariada



Fonte: a autora com base em Hair Jr. et al. (2009)

Hair Jr. et al. (2009) afirmam, também, que existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para a execução da análise multivariada. Não é objetivo desse texto detalhar cada uma dessas técnicas, contudo, dentre as principais técnicas, inclusive aplicáveis à engenharia de produção, pode-se destacar: regressão múltipla e correlação múltipla, análise multivariada de variância e covariância, análise conjunta, modelagem de equações estruturais e análise fatorial confirmatória. (HAIR JR. et al., 2009)

A seguir, serão apresentados alguns conceitos e premissas que norteiam a definição do método de trabalho. O método de trabalho mostra a organização de atividades que o pesquisador irá realizar, assim como detalha e explicita quais as técnicas que serão utilizadas para execução de cada atividade.

## 2.7 MÉTODO DE TRABALHO

O método de trabalho define a sequência de passos lógicos que o pesquisador vai seguir a fim de alcançar os objetivos da sua pesquisa. (MARCONI; LAKATOS, 2010). É essencial que o método de trabalho esteja muito bem estruturado e que seja seguido adequadamente, a fim de assegurar a posterior replicabilidade do estudo. (MENTZER; FLINT, 1997). Um método de trabalho bem definido também permite uma maior clareza e transparência quanto a condução da pesquisa, o que permite que a sua validade seja, de fato, reconhecida por outros pesquisadores.

Ao desenhar o seu método de trabalho, o pesquisador irá definir, a partir da natureza de seu problema (exploratório, descritivo, explicativo), qual será a abordagem de método científico que utilizará e qual o método de pesquisa melhor se aplica. Além disso, é o momento de definir quais técnicas de pesquisa serão utilizadas, ou seja, o pesquisador deve definir quais serão seus instrumentos para a coleta e também para a análise dos dados coletados.

No método de trabalho o pesquisador deve evidenciar os métodos científicos e de pesquisa, bem como as técnicas de coleta e análise de dados que serão utilizadas para execução da pesquisa. Além de evidenciar a sua seleção de métodos e técnicas, o investigador deve explicitar as razões que motivaram estas escolhas. Outrossim, as decisões tomadas pelo pesquisador devem ser devidamente justificadas.

## 2.8 PRODUÇÃO E TIPOS DE CONHECIMENTO

Nas seções anteriores, foram apresentados os métodos científicos, métodos de pesquisa, técnicas para coleta e análise de dados, etc. Sabe-se que estes elementos são fundamentais para realização de uma pesquisa. Mas é importante,

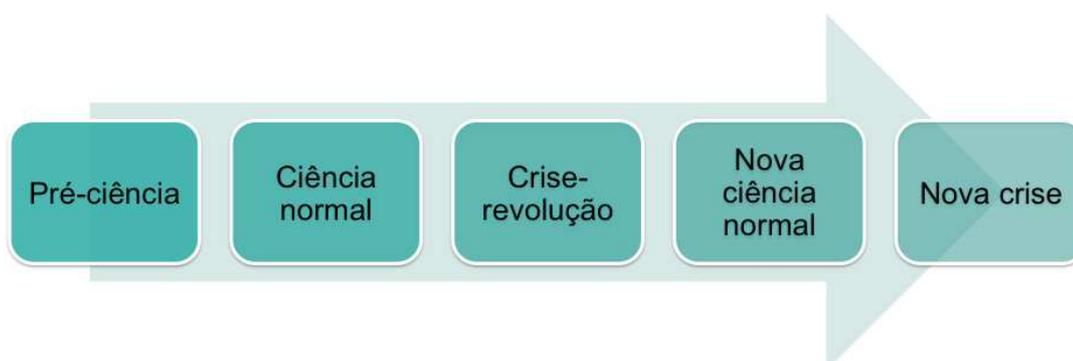
também, considerar como estas pesquisas se relacionam ao longo do tempo e ainda entender de que forma as pesquisas interferem na trajetória da ciência.

Alguns autores se preocuparam particularmente com a trajetória da ciência, e não somente com a pesquisa em si. Para Kuhn (1996) e Lakatos (1979) o método científico tradicionalmente não considerava a trajetória histórica das teorias e conhecimentos propostos. Estes autores passaram a estudar como é o processo de desenvolvimento do conhecimento científico e como ele é produzido ao longo do tempo, bem como o que limitava ou fundamentava esta produção. Nas seções a seguir duas abordagens serão consideradas para tratar deste assunto: os Paradigmas, de Kuhn (1996) e os Programas de Pesquisa propostos por Lakatos (1979).

### 2.8.1 Paradigmas

Thomas Kuhn (1996) apresenta em seu livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* a ideia de que tanto a abordagem indutivista quanto a falsificacionista, não comportam um confronto histórico de suas teorias. (CHALMERS, 1993). Desta forma, na teoria proposta por Kuhn (1996) é dada ênfase no avanço da ciência, no sentido de que a medida que ocorre uma revolução na ciência, algum conceito teórico é abandonado e substituído por outro que parece mais adequado naquele momento histórico. Chalmers (1993) demonstra a visão de avanço da ciência proposta por Kuhn conforme representação da Figura 18.

Figura 18: Avanço da ciência segundo Thomas Kuhn



Fonte: Elaborado pela autora com base em Chalmers (1993, p. 135)

A pré-ciência é o que ocorre quando a atividade científica está acontecendo de forma desorganizada, ou seja, ainda não está ocorrendo dentro de um paradigma em si. Nesta fase da pré-ciência, não existe um acordo entre os cientistas sobre o quê ou como pesquisar. (MARTINS, 2010).

Após a pré-ciência, tem início a etapa da ciência normal, que Kuhn (1996) define como aquela na qual há a existência de um paradigma e este é o responsável por diferenciar o que é do que não é ciência, isto é, o que é, ou não, relevante ser pesquisado. Quando a ciência normal, por sua vez, passa a apresentar problemas causados por explicações insuficientes ou inadequadas sobre certos fenômenos, inicia-se o período de crise até que se defina um novo paradigma e, portanto, uma nova ciência normal. (MARTINS, 2010).

É válido esclarecer o que são os paradigmas na definição de Kuhn (1996, p. 13): “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”. As regras destes paradigmas são responsáveis por governar a ciência. Sendo que a ciência pode ser entendida como a atividade responsável por solucionar problemas, tanto teóricos como experimentais. (KUHN, 1996).

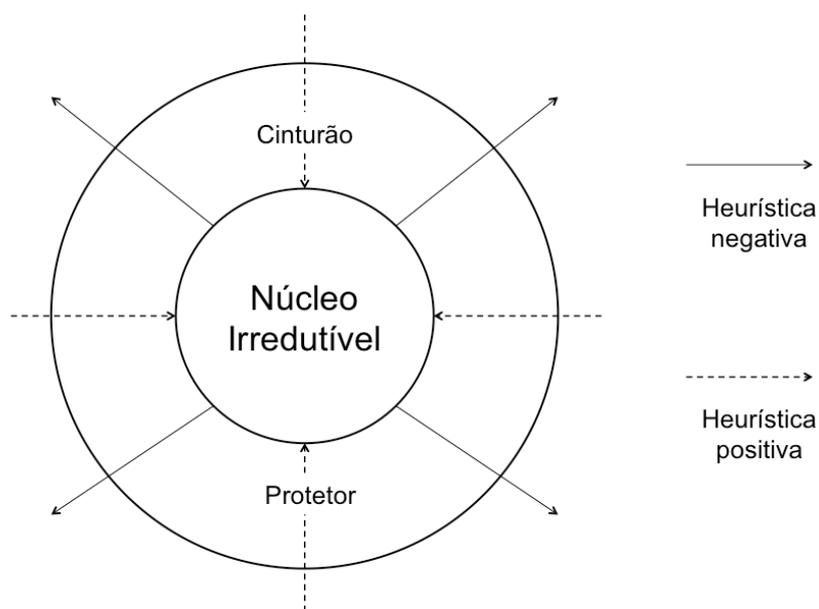
Importante salientar que, para Kuhn (1996), uma nova teoria, para ser considerada válida no meio científico, deve estar respaldada com aplicações desta teoria, inclusive no que tange a resolução de problemas, sejam eles testados na realidade ou em ensaios laboratoriais.

### **2.8.2 Programas de Pesquisa**

Imre Lakatos desenvolveu seus estudos, assim como Kuhn, a partir de uma visão crítica do falsificacionismo e do indutivismo, propondo uma estrutura intitulada Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica, cujo intuito é propor soluções orientativas para a realização de pesquisas científicas. Para Lakatos (1979, p. 162), “A própria ciência como um todo pode ser considerada um imenso programa de pesquisa com a suprema regra heurística de Popper: ‘arquitetar conjeturas que tenham maior conteúdo empírico do que as predecessoras’ ”.

Além disso, o progresso da ciência é possível se as teorias que a sustentam estiverem bem fundamentadas. (LAKATOS, 1979). Portanto, este programa consiste em regras metodológicas que buscam indicar caminhos para se conduzir a pesquisa (heurística positiva), ou caminhos a serem evitados durante a condução da mesma (heurística negativa). (LAKATOS, 1989). A Figura 19 busca elucidar o que é um programa de pesquisa.

Figura 19: Programa de pesquisa de Lakatos



Fonte: Martins (2010, p. 27)

Como afirma Martins (2010, p. 27), “a heurística negativa é composta de um núcleo irredutível que contém as suposições básicas subjacentes ao programa”. Este núcleo está protegido da falsificação em função de um cinturão protetor. (CHALMERS, 1993). Lakatos (1979) afirma que este cinturão protetor é composto por uma série de hipóteses auxiliares que tem como objetivo proteger o núcleo irredutível do programa.

A heurística positiva, por sua vez, é composta por um conjunto de sugestões de “como mudar e desenvolver as ‘variantes refutáveis’ do programa de pesquisa, e sobre como modificar e sofisticar o cinto de proteção ‘refutável’”. (LAKATOS, 1979, p.165). O objetivo desta heurística é impedir que certas irregularidades encontradas no programa confundam o cientista. (LAKATOS, 1979). Ela ainda apresenta uma série de modelos que simulam a realidade. (LAKATOS, 1979).

Segundo Lakatos (1989), na metodologia proposta por ele, as conquistas científicas fazem parte de programas de investigação respeitáveis, que podem ser avaliados de acordo com as suas contribuições para um determinado problema. E quando um programa de pesquisa supera a outro, ocorre a revolução científica. (LAKATOS, 1989). Martins (2010, p.28) afirma que “o desenvolvimento do programa se dá pela expansão e modificação do cinturão protetor com adição e articulação de várias hipóteses”. Desta forma, surgem as oportunidades de novas descobertas para o progresso do programa.

### 2.8.3 Anarquismo Epistemológico

Feyerabend (1989) em sua obra “Contra o método”, afirma que nenhum dos métodos científicos é adequado, uma vez que, mesmo que pesquisadores tentem seguir regras para realizar suas pesquisas, acabam infringindo algumas para garantir que haja avanço nas suas investigações. Ele afirma, ainda, que seu objetivo “(...) não é o de substituir um conjunto de regras por outro conjunto do mesmo tipo: meu objetivo é, antes, o de convencer o leitor de que *todas as metodologias, inclusive as mais óbvias, têm limitações*”. (FEYERABEND, 1989, p. 43).

Para Feyerabend (1989), a única regra válida para a condução de pesquisas é a do “vale-tudo”, ele defende que todos os métodos científicos propostos já falharam ao fornecer regras que busquem nortear a atividade científica. Além disso, Feyerabend se diferencia de outros estudiosos da ciência, uma vez que não aceita a superioridade da ciência em relação a outras formas de conhecimento. (CHALMERS, 1993).

### 2.8.4 Nova Produção do Conhecimento

Algumas críticas podem ser identificadas no que tange à abordagem científica tradicional, e, conseqüentemente, aos métodos existentes citados até o momento. Romme (2003) afirma que, existe uma certa dificuldade de adaptar os modelos utilizados pelas ciências naturais para a pesquisa mais voltada à organização.

As críticas de Romme (2003), no que tange à aplicação das ciências sociais nas pesquisas em organizações, pairam principalmente sobre o aspecto de que muito se discute as questões epistemológicas e se perde a atenção dos objetivos dos pesquisadores. Os objetivos dos investigadores são: entender os problemas da organização e principalmente, propor soluções para resolvê-los. (ROMME, 2003).

Procurando superar esta dificuldade de conduzir pesquisas na área de gestão das organizações, dentro da abordagem das ciências naturais ou sociais, Gibbons et al. (1994) sugerem que as pesquisas nesta área se utilizem de um conhecimento mais amplo, mais abstrato e que busca, principalmente, a construção de conhecimento aplicável a organização. Este tipo de conhecimento é o que se conhece por Tipo 2 (Mode 2). Segundo Romme (2003), a pesquisa voltada às organizações são melhores conduzidas quando se tem uma visão menos individual

e mais pluralista, inclusive em termos de metodologia. Todavia, é comum que se conclua que a produção do conhecimento ocorre com a aplicação das clássicas disciplinas científicas, como a física, química ou a biologia. Segundo Gibbons et al. (1994), isto é um paradigma para a produção do conhecimento científico.

Vale ressaltar que, mesmo sendo dois tipos de produção do conhecimento que tem suas particularidades, há interação entre eles. Além disso, a produção do conhecimento Tipo 2 não substitui a do Tipo 1, ela o completa. Porém, as pesquisas realizadas atualmente demonstram utilizar mais conhecimento do Tipo 1 do que do Tipo 2. (GIBBONS et al., 1994).

O conhecimento do Tipo 1 é aquele que se refere a uma forma de produção do conhecimento com enfoque disciplinar, ou seja, é a produção do conhecimento tradicional. (BURGOYNE; JAMES, 2006; GIBBONS et al., 1994). Os problemas que são estudados com a abordagem de Tipo 1 do conhecimento são resolvidos em um contexto em que o conhecimento acadêmico prevalece, não há grande preocupação em relação a aplicabilidade prática do conhecimento gerado. (GIBBONS et al., 1994).

Aliás, a produção do conhecimento do Tipo 1, por ser disciplinar, costuma distinguir o que é conhecimento fundamental e o que é conhecimento aplicado. Sendo o conhecimento fundamental apoiado nas bases teóricas existentes, enquanto que o conhecimento aplicado seria aquele baseado na engenharia e preocupado com o real uso do conhecimento. (GIBBONS et al., 1994).

Em função das características do Tipo 1, a pesquisa realizada sob seus fundamentos costuma não ter um potencial imediato de aplicação. (BURGOYNE; JAMES, 2006). Esta é uma das limitações que induz alguns autores a se preocuparem em desenvolver suas pesquisas utilizando os fundamentos da produção do conhecimento do Tipo 2. (VAN AKEN, 2005; BURGOYNE; JAMES, 2006; GIBBONS et al., 1994).

Por consequência, o conhecimento do Tipo 2 pode ser explicado como um sistema de produção do conhecimento cujo foco está na sua aplicação. Ou seja, ele abrange desde a produção de conhecimento para o avanço da ciência até o conhecimento que poderá ser aplicado para resolução de problemas reais pelos profissionais dentro das organizações. (BURGOYNE; JAMES, 2006).

Gibbons et al. (1994) afirmam que o uso do conhecimento Tipo 2 rejeita uma visão linear de transferência do conhecimento. O conhecimento produzido deve ter

uma abordagem construtivista, sendo que a transdisciplinaridade é ponto chave para seu avanço. A transdisciplinaridade, nesse contexto, pode ser entendida como o conhecimento que surge do próprio contexto da aplicação. Assim sendo, a transdisciplinaridade pode ter sua própria estrutura teórica e métodos de pesquisa específicos, que nem sempre podem ser visualizados na produção tradicional do conhecimento (Tipo 1). (GIBBONS et al., 1994). A produção do conhecimento do Tipo 2, terá seus conceitos aprofundados no capítulo seguinte.

Uma vez explicitadas as principais características referentes às ciências tradicionais, bem como a sua trajetória ao longo do tempo, é necessário apontar alguns conceitos relativos à temática principal desta dissertação: a *Design Science*. Assim sendo, o próximo capítulo se ocupará da explicitação de algumas críticas às ciências tradicionais, o histórico da *Design Science* e os principais conceitos referentes à *Design Science*.

### 3 DESIGN SCIENCE

“Será legítimo abrigar-se durante mais tempo na sombra epistemológica – ela própria, doravante, algo incerta – das disciplinas científicas antigas e pouco contestadas?” (LE MOIGNE, 1994a, p. 72).

*Design*, no contexto desta pesquisa, compreende a atividade de realizar mudanças em um determinado sistema, transformando as situações em busca da sua melhoria. A atividade de mudança é realizada pelo homem, que, para tanto, aplica o conhecimento para criar, isto é, desenvolver artefatos que ainda não existem. (SIMON, 1996).

Simon (1996) em seu livro intitulado *The Sciences of the Artificial* (As Ciências do Artificial) introduz a expressão *Science of Design* que, posteriormente, passou a ser denominada por outros autores simplesmente como *Design Science*. (VAN AKEN, 2004; MARCH; SMITH, 1995; ROMME, 2003; VENABLE, 2006). Quando esta expressão é traduzida para o português diferentes formas são encontradas, como Ciência do Artificial, Ciência do Projeto e até Ciência da Engenharia. (LE MOIGNE, 1994a, 1994b; SIMON, 1996). Nesta pesquisa, a expressão *Design Science* será a utilizada.

Nesta obra seminal, Simon (1996) diferencia o que é natural do que é artificial, sendo que este último pode ser entendido como algo que foi produzido ou inventado pelo homem, que sofre intervenção deste. Como exemplo de artificial, pode-se citar as máquinas, as organizações, a economia e até mesmo a sociedade. Para Simon (1996), as ciências do artificial devem se preocupar em como as coisas devem ser para alcançar determinados objetivos, seja para solucionar um problema conhecido, ou para projetar algo que ainda não existe. Projetar, aliás, é uma função característica das ciências do artificial. (SIMON, 1996).

A discussão acerca da *Design Science* se revela a partir do momento em que é identificada a lacuna existente quando se emprega, única e exclusivamente, as ciências tradicionais para a condução de determinadas investigações. Pesquisas que estão ocupadas em estudar o projeto, a concepção ou mesmo a resolução de problemas, não conseguem se sustentar, exclusivamente, no paradigma das ciências naturais e sociais. Isto ocorre principalmente porque as ciências tradicionais têm como objetivos centrais explorar, descrever, explicar e, quando possível, prever. (VAN AKEN, 2004; ROMME, 2003).

No entanto, alguns estudos podem apresentar outros objetivos, como por exemplo prescrever soluções e métodos para solucionar um dado problema, ou projetar um novo artefato. Uma ciência que tem como objetivo a prescrição de uma solução, segundo Van Aken (2004), pode auxiliar na redução da lacuna existente entre a teoria e a prática. Sendo assim, as pesquisas que resultam em uma prescrição têm sua aplicação facilitada, inclusive por parte dos profissionais nas organizações, e isso, de certa forma, favorece o reconhecimento da sua relevância para a prática. (VAN AKEN, 2004).

É nesse sentido que a *Design Science* se posiciona, como paradigma epistemológico que pode guiar as pesquisas orientadas à solução de problemas e ao projeto de artefatos. Portanto, este capítulo, se ocupará da *Design Science* como tema central e está organizado em três seções.

Na primeira seção são apontados os principais autores que, de certa forma, criticam as ciências tradicionais e propõem a utilização da *Design Science* como fio condutor das pesquisas voltadas à solução de problemas e à projeção de artefatos. O intuito desta seção é listar estes autores e suas principais críticas à ciência tradicional, fundamentando a importância da *Design Science* para a construção e evolução do conhecimento.

A segunda seção, por sua vez, apresenta os principais autores – e suas ideias centrais – que, ao longo do tempo, vêm contribuindo para o avanço da pesquisa em *Design Science*. Além disso, as principais áreas que se ocupam do estudo e da aplicação da *Design Science* serão evidenciadas.

Por fim, a terceira seção se ocupará de explicitar os principais conceitos relativos à *Design Science*. Esta ciência, por sua vez, será contextualizada e suas principais definições e particularidades serão apresentadas. Ademais, será apresentada a estrutura para a produção do conhecimento pautado no paradigma da *Design Science*, comparando-a com a estrutura comumente utilizada pelas ciências tradicionais.

### 3.1 CRÍTICA ÀS CIÊNCIAS TRADICIONAIS

As pesquisas realizadas sob o paradigma das ciências tradicionais, como as naturais e as sociais, resultam em estudos que se concentram em explicar, descrever, explorar ou prever fenômenos e suas relações. (VAN AKEN, 2004;

GIBBONS; BUNDERSON, 2005; MANSON, 2006). No entanto, quando se deseja estudar o projeto, a construção ou criação de um novo artefato, algo que por ora não existe, ou, realizar pesquisas orientadas à solução de problemas, as ciências tradicionais podem apresentar limitações. É a partir destas premissas que alguns autores passam a criticar as ciências tradicionais, recomendando a utilização da *Design Science* como um novo paradigma epistemológico para condução de suas pesquisas. (VAN AKEN, 2004; MARCH; SMITH, 1995; LE MOIGNE, 1994a; ROMME, 2003; SIMON, 1996).

Simon (1996) refere que a ciência natural é composta por um conjunto de conhecimentos sobre uma determinada classe de objetos e/ou fenômenos do mundo (suas características, como se comportam e como interagem). Logo, é tarefa das disciplinas científicas naturais pesquisarem e explicarem como as coisas são e como elas funcionam. Esse raciocínio pode ser aplicado tanto para os fenômenos naturais (biologia, química, física) como para os sociais (economia, sociologia). (SIMON, 1996).

Em função das limitações das ciências tradicionais, apresentadas anteriormente, Simon (1996) discute a respeito da premência em apresentar uma ciência que se dedique a propor formas de criar (construir e avaliar) artefatos que possuam certas propriedades desejadas, ou seja, como projetá-los. Trata-se, pois, de verdadeira “Ciência do Projeto”, uma *Design Science*. De maneira similar, Le Moigne (1994a) destaca a necessidade de uma ciência que rompa com as barreiras cartesianas. A partir deste rompimento, seria possível construir o conhecimento a partir da interação entre o observador e o objeto de estudo, “considerando o conhecimento mais um projeto construído do que um objeto dado”. (LE MOIGNE, 1994a, p. 72).

Simon (1996) critica a ciência tradicional afirmando que ela não pode ser considerada a única fonte para a construção do conhecimento. Esta crítica é feita sob a justificativa de que o mundo é muito mais artificial do que natural. Logo, uma ciência que somente se ocupa em explicar os fenômenos naturais é insuficiente para o progresso da ciência e do conhecimento de uma maneira geral. (LE MOIGNE, 1994a).

Ademais, a ciência tradicional está preocupada em gerar conhecimento sobre coisas que existem. Este conhecimento é desenvolvido através da análise de fenômenos e objetos. No entanto, Simon (1996) questiona sobre como gerar

conhecimento sobre coisas que ainda não existem. Ou, ainda: como projetar objetos ou sistemas que não existem?

Esta crítica se desenvolve no sentido de que as ciências tradicionais têm como objetivos centrais descrever e explorar, o que, embora importante, não é suficiente para o projeto, ou para a criação de sistemas que ainda não existem. (ROMME, 2003; VAN AKEN, 2005). Nesse sentido, March e Smith (1995) ressaltam a importância de uma ciência que também tenha condições de apoiar a construção e avaliação de novos artefatos.

Romme (2003), por sua vez, questiona a utilização exclusiva dos conceitos das ciências tradicionais para a condução de pesquisas na área organizacional. Sua crítica, fundamental, diz respeito à falta de relevância dos estudos realizados sob o paradigma das ciências naturais e sociais. Romme (2003) ressalta que as ciências tradicionais não contribuem para a diminuição da lacuna que existe entre a teoria e a prática. Isso ocorre porque o conhecimento gerado é de cunho fortemente exploratório e analítico, não contribuindo significativamente para a utilização deste conhecimento em situações reais.

Assim como Romme (2003), Van Aken (2004) manifesta sua preocupação com a falta de relevância das pesquisas realizadas única e exclusivamente sob o paradigma das ciências tradicionais. Apenas o entendimento acerca de um problema não é suficiente para sua solução, logo, é fundamental o estudo e desenvolvimento de uma ciência que se ocupe da solução de problemas reais e da criação de artefatos que possam contribuir para a melhora de sistemas existentes, ou mesmo novos. (VAN AKEN, 2004).

Le Moigne (1994a, p.72), por sua vez, explicita seu descontentamento e desconfiança acerca da ciência tradicional, quando afirma que deve-se procurar escapar ao “asfixiante dualismo cartesiano”. Inclusive, Le Moigne (1994a) defende a necessidade de interação entre o objeto de estudo e o observador. Esta interação propiciaria a real construção de um conhecimento e não uma simples observação da realidade dada. (LE MOIGNE, 1994a). O Quadro 6 apresenta uma síntese das principais críticas às ciências tradicionais, feitas pelos autores citados nesta pesquisa.

Quadro 6: Principais críticas às ciências tradicionais

Crítica	Simon (1996)	Romme (2003)	March e Smith (1995)	Le Moigne (1994)	Van Aken (2004, 2005)
O mundo em que vivemos é mais artificial do que natural, logo, uma ciência que se ocupe do artificial é necessária.	X			X	
As ciências tradicionais não se ocupam do projeto, ou do estudo de sistemas que ainda não existem.	X		X		X
Falta de relevância das pesquisas realizadas única e exclusivamente sob os paradigmas das ciências tradicionais.		X			X
Uma adequada construção do conhecimento, deve ocorrer a partir do processo de pesquisa, incluindo a interação entre objeto e observador.				X	

Fonte: A autora

O Quadro 6 não busca ser exaustivo. Seu objetivo é justamente expor as principais críticas às ciências tradicionais do ponto de vista de autores que propõem a utilização da *Design Science* como possível solução para as lacunas originadas das ciências naturais e sociais, principalmente. A próxima seção apresentará o histórico da *Design Science*, considerando o momento em que os autores se encontram no tempo e também as áreas onde a aplicação desta ciência está sendo proposta e estudada.

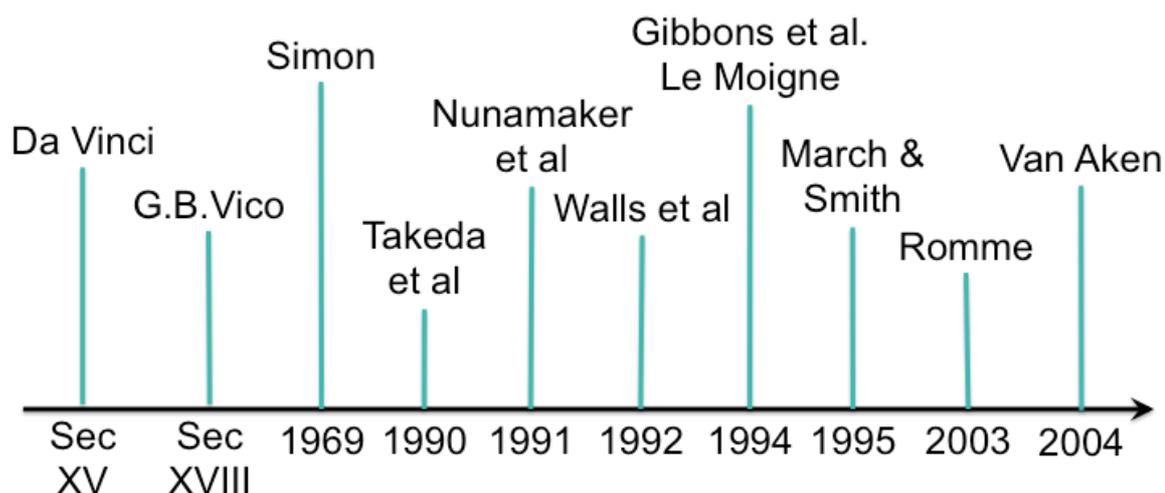
### 3.2 HISTÓRICO DA DESIGN SCIENCE

Herbert Simon é considerado o precursor da discussão sobre *Design Science*. Foi Simon quem inspirou a distinção entre as ciências exploratórias (ciência tradicional) e as ciências do artificial – *Design Science* – no seu trabalho seminal sobre o tema – *As Ciências do Artificial*, de 1969. (VAN AKEN, 2004; HORVÁTH, 2004; MANSON, 2006; PANDZA; THORPE, 2010; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009). A argumentação que Simon utiliza para a diferenciação entre estas ciências é a de que entender fenômenos, sistemas, problemas, etc. não é suficiente. (VAN AKEN, 2004). Isto é, a explicação de como as coisas são, não é suficiente. É necessária uma ciência que se interesse em como as coisas devem ser. (PANDZA; THORPE, 2010).

No entanto, embora o trabalho de Simon (1996) seja considerado seminal quando se trata de *Design Science*, a discussão sobre a importância de uma ciência

alternativa à tradicional, inicia-se antes de 1969. A Figura 20 apresenta os principais autores que contribuíram conceitualmente para a *Design Science* e que são importantes para esta pesquisa, em especial. Os autores destacados no texto foram definidos a partir da análise de suas críticas num contexto mais geral da ciência, e, especialmente, em relação às suas contribuições no que tange à *Design Science*.

Figura 20: Principais autores que contribuíram para a *Design Science*



Fonte: A autora

No século XV, Leonardo Da Vinci começa a entender a importância das Ciências da Engenharia, inventando soluções para problemas que até então renomados cientistas (baseados nos fundamentos da física tradicional) não tinham conseguido “descobrir”. (LE MOIGNE, 1994a). Portanto, já neste período, a ciência tradicional, com uma visão mais analítica, sofria críticas e mostrava-se limitada para a solução de problemas.

Um destes críticos foi Giovanni Battista Vico, que contribuiu para o desenvolvimento do que seria, futuramente, a *Design Science*. Vico publicou sua obra entre 1702-1725, mas suas ideias são consideradas, ainda hoje, como uma inovação epistemológica. Vico (1981 *apud* LE MOIGNE, 1994a, p. 57) contestou a “*análise reducionista cartesiana*” e sugeriu que o conhecimento científico fosse fundamentado “*nas ciências do génio (l’Ingenium)*” e não nas ciências de análise.

Esta crítica se fundamentava, principalmente, no fato de que as invenções realizadas na época (1708) não obtinham sucesso quando se apoiavam somente nas ciências analíticas. Ou seja, para obter sucesso, os inventores da época tinham que lançar mão de uma nova ciência, que fosse capaz de apoiar na construção, na criação de novos artefatos. (LE MOIGNE, 1994a).

No século XX, outro texto ganha força no contexto da *Design Science: As Ciências do Artificial*, de Herbert Simon (1969). Os conceitos apresentados nessa obra, receberam especial destaque quando, em 1978, Simon recebeu o prêmio Nobel em função dos estudos que realizou sobre processos de decisão. A atribuição deste prêmio a Simon fez com que suas pesquisas, de uma maneira geral, e seu manifesto epistemológico, em especial, recebessem o devido reconhecimento científico. (LE MOIGNE, 1994a).

A obra “As Ciências do Artificial”, além de ser reconhecida como um texto que discute fundamentos epistemológicos, também é considerada um manifesto metodológico, uma vez que “dessacralizava implicitamente o primado exclusivo do *método analítico ou reducionista*” que fundamenta os métodos científicos tradicionais. (LE MOIGNE, 1994a).

Simon (1996) propõe assim um novo olhar sobre a ciência, no qual o projeto de conhecimento é mais importante do que o objeto de conhecimento. Isto posto, a visão de ciência proposta por Simon (1996) é diferente daquela das ciências tradicionais – analítica e reducionista – e, desta forma busca propor uma nova epistemologia, a das ciências da concepção – *Design Science* – que de alguma forma “(...) faça do ato criador outra coisa que uma banal ‘aplicação’ de um conhecimento elaborado analiticamente noutro lado”. (LE MOIGNE, 1994a, p.228).

Outra contribuição importante, ocorreu em 1990, quando Takeda et al. (1990) publicam o primeiro artigo que busca formalizar um método para o desenvolvimento de pesquisas com foco em *design*. Este artigo tem uma visão mais técnica e operacional no que tange o processo e a construção de soluções para problemas de engenharia, por exemplo. Quando da construção desse artigo, o objetivo central de Takeda et al. (1990) foi construir um modelo computacional que apoiasse no desenvolvimento de sistemas inteligentes de *Computer-Aided Design* (CAD).

Embora Takeda et al. (1990) não tratem da *Design Science* em si e sequer façam citações de Simon (1996) em seu texto, apresentam ideias semelhantes às deste, porém com uma visão mais aplicada e prática. Esse método proposto por Takeda et al. (1990), denominado *Design Cycle*, inspirou posteriormente March e Smith (1995) e Vaishnavi e Kuechler, (2009) para o desenvolvimento da *Design Science Research* – método de pesquisa que operacionaliza a investigação

fundamentada em *Design Science* –, tópico a ser explorado no próximo capítulo deste estudo.

Em 1991, Nunamaker et al. (1991) desenvolveram um estudo de extrema importância para a área de pesquisa em *Design Science*. Este texto embora dirigido a área de Sistemas de Informação, contribuiu, posteriormente, para o desenvolvimento de um método de pesquisa para os estudos fundamentados na *Design Science*. Vale destacar que Nunamaker et al. (1991) não recorreram aos conceitos propostos por Simon (1996) e sequer utilizaram a expressão *Design Science* em seu artigo – optaram pela expressão “*engineering approach*”. No entanto, ainda assim, sua contribuição para a *Design Science* é clara. (VENABLE, 2006).

Além disso, Nunamaker et al. (1991) trazem outros elementos em seu artigo, como teorizar ou construir teorias. Esta construção de teorias se relaciona fortemente com os fundamentos da *Design Science*, uma vez a atividade de produzir teorias engloba também “o desenvolvimento de novas ideias e conceitos, e construção de *frameworks* conceituais, novos métodos, ou modelos”. (NUNAMAKER et al. 1991, p.94).

No ano seguinte, 1992, Walls et al. (1992) propõem a aplicação de conceitos da *Design Science* na condução de pesquisas e, também, no desenvolvimento de teorias na área de Sistemas da Informação. Walls et al. (1992) defendem que a *Design* além de ser fundamental para a engenharia, arquitetura e artes, é também importante para a área de Sistemas de Informação, permitindo o desenvolvimento de teorias prescritivas. Estas teorias prescritivas poderiam contribuir para o desenvolvimento de soluções práticas e efetivas. (WALLS *et al.*, 1992).

Nesse sentido, da construção de conhecimentos voltados à aplicação prática, outros autores como Gibbons et al. (1994) defendem um novo modo para a produção do conhecimento: o Tipo 2 (*Mode 2*). O conhecimento do Tipo 2, caracteriza-se por ser mais reflexivo. Considera as mais diversas facetas do problema e se utiliza de diversas disciplinas, para construção de um novo conhecimento, que seja útil e aplicável aos interessados na pesquisa, isto é, relevante. Essa busca pela relevância é o princípio que une os conceitos da *Design Science* e a produção do conhecimento do Tipo 2.

É também em 1994 que Le Moigne (1994a) publica sua obra a respeito do Construtivismo. Nesta obra, Le Moigne (1994a) apresenta o que define como Novas

Ciências. Estas novas ciências estão fundamentadas nas ideias de três autores: Simon, Piaget e Morin – o Triângulo de Ouro. (LE MOIGNE,1994a). A nova ciência se caracteriza por estar centrada na concepção e não, exclusivamente, na análise do objeto de pesquisa. É uma ciência mais preocupada com o processo de construção do conhecimento, do que com a descoberta de leis e conhecimentos imutáveis. Vale ressaltar que nas pesquisas desenvolvidas no contexto das novas ciências, o objeto e o pesquisador não estão separados, eles interagem e essa interação é bem vinda. (LE MOIGNE,1994a).

No ano seguinte, 1995, March e Smith (1995) propõem a aplicação dos fundamentos da *Design Science* para a condução de pesquisas na área de Sistemas da Informação e para o desenvolvimento de Tecnologias da Informação. Essas pesquisas estariam preocupadas em desenvolver soluções que pudesse apoiar as pessoas no alcance de seus objetivos, auxiliando na resolução de problemas reais. Uma particularidade destes autores é a sua proposição de integrar as ciências naturais e a *Design Science*. De acordo com March e Smith (1995), enquanto que, por um lado, a *Design Science* deveria apoiar a construção e a avaliação dos artefatos desenvolvidos durante as pesquisas, por outro lado, as ciências naturais deveriam construir explicações acerca deste artefato. Esta explicação, por sua vez, seria feita através de teorizações e, também, de justificativas acerca das teorias desenvolvidas. (MARCH; SMITH, 1995).

Enquanto que na década de 90, a área que se destacou na discussão acerca da *Design Science* foi a de Sistemas de Informação, nos anos 2000, foi a vez da pesquisa na área de gestão organizacional obter novos contornos. Romme (2003) afirma que a ciência tradicional auxilia no entendimento dos sistemas organizacionais existentes, no entanto é necessário uma ciência que auxilie na criação de novos artefatos organizacionais. Por isso Romme (2003) sugere que as pesquisas na área organizacional sejam realizadas com base nas ciências tradicionais e também na *Design Science*.

Segundo Romme (2003) as pesquisas realizadas nas organizações acabam ficando fragmentadas, pois na maioria das vezes são feitas por profissionais ou consultores dentro da organização, não chegando a ir para as academias e publicações de maior alcance. A fim de mitigar esta situação, Romme (2003) propõe que a *Design Science* seja utilizada como fio condutor para as pesquisas na área

organizacional, inclusive pelos acadêmicos, pois garantiria a relevância (prática) destas pesquisas, bem como um alcance mais global dos resultados obtidos.

No entanto, para que a *Design Science* possa ser utilizada e reconhecida pelos acadêmicos da área de gestão e de sistemas de informação, é necessário um alto rigor na condução dessas pesquisas. O rigor é imprescindível para garantir que os produtos das pesquisas sejam facilmente ensináveis nas academias e aceitos em publicações – garantindo maior interação entre o mundo prático e o teórico. (ROMME, 2003).

Em 2004, preocupado com a relevância das pesquisas realizadas no âmbito da gestão e das organizações, Van Aken (2004) publica um artigo criticando as pesquisas realizadas sob o paradigma das ciências tradicionais. Dessa forma, Van Aken (2004) defende o uso da *Design Science* como opção para aumentar a relevância das pesquisas realizadas na área de gestão. Essa relevância seria elevada em função deste tipo de pesquisa ter como resultado uma prescrição, que auxiliaria na resolução de problemas reais, gerando um conhecimento que poderia ser utilizado, também, em outras situações – generalização.

Ponderando sobre a questão de generalizar o conhecimento produzido em uma situação, a fim de aplicá-lo em outras, Van Aken (2004) passa a abordar a questão de Regra Tecnológica, que mais tarde evoluiu para *Design Propositions* – um *template* genérico que pode ser utilizado para o desenvolvimento de soluções para uma determinada Classe de Problemas. (VAN AKEN, 2011). Por fim, o Quadro 7 apresenta uma síntese dos autores que foram abordados nesta seção e suas ideias centrais a respeito da *Design Science*.

Quadro 7: Principais autores e suas ideias centrais acerca da *Design Science*

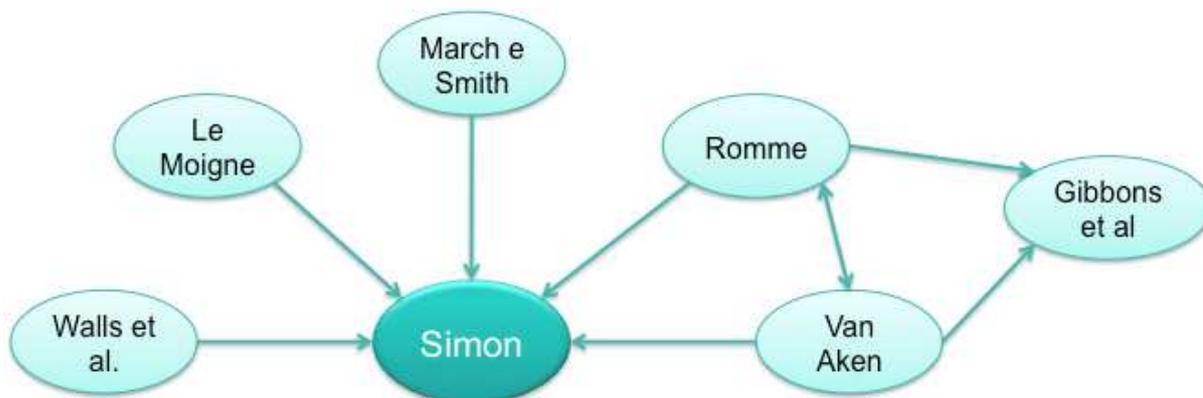
Autor	Proposição
Leonardo Da Vinci	Utiliza-se das ciências da engenharia para solucionar problemas que, até então, as ciências tradicionais não tinha conseguido resolver.
G.B. Vico	Contesta a “análise reducionista cartesiana” e propõe que o conhecimento científico seja fundamentado nas “ciências do gênio ( <i>l’ingenium</i> )”.
Herbert Simon	Critica o uso exclusivo do método analítico ou reducionista. Defende que o projeto do conhecimento é mais importante do que o objeto de conhecimento. Propõe o uso das ciências da concepção – <i>Design Science</i> .
Takeda et al.	Discute e faz uma primeira tentativa de formalização de um método de pesquisa fundamentado nos conceitos de <i>Design</i> .
Nunamaker et al.	Busca formalizar um método para a pesquisa fundamentada em <i>Design Science</i> . Expõe alguns produtos da pesquisa amparada pela <i>Design Science</i> .
Walls et al.	Defende a utilização dos conceitos da <i>Design Science</i> para condução de pesquisas. Aborda o conceito de teorias prescritivas e sua importância para o desenvolvimento de soluções práticas e efetivas para problemas existentes.

Autor	Proposição
Gibbons et al.	Aborda um novo modo para produção do conhecimento: Tipo 2. Este conhecimento estaria mais voltado à construção de conhecimentos relevantes produzidos no contexto de aplicação e não somente na academia.
Le Moigne	Versa sobre as Novas Ciências: voltadas à concepção e não somente na análise do objeto de pesquisa.
March e Smith	Defendem a integração entre a <i>Design Science</i> e as ciências tradicionais a fim de conduzir pesquisas preocupadas em desenvolver soluções.
Romme	Aborda o uso da <i>Design Science</i> na área de gestão. Afirma que é necessário uma ciência que auxilie na criação de novos artefatos organizacionais. Discute ainda a questão de rigor e relevância das pesquisas em gestão.
Van Aken	Preocupado com a relevância das pesquisas na área de gestão e nas organizações de forma geral, sugere a aplicação da <i>Design Science</i> para condução de pesquisas mais relevantes. Afirma que as pesquisas realizadas devem ser prescritivas, facilitando sua utilização pelas organizações, e também, generalizáveis – não servir para resolver somente um problema em dada situação, mas sim para resolver problemas de uma certa Classe de Problemas.

Fonte: A autora

A Figura 21 apresenta as relações de conexão, quando há, entre estes autores ao longo de seus textos. Em alguns casos eles não citam uns aos outros, no entanto, é possível perceber uma forte relação entre suas ideias e proposições acerca da *Design Science*.

Figura 21: Citações entre os principais autores abordados nesta seção



Fonte: A autora

Na seção seguinte os principais conceitos da *Design Science*, bem como sua contextualização serão explicitados. Além disso, será apresentado um comparativo entre as ciências tradicionais e a *Design Science*, considerando-se o acervo de conhecimento que cada uma acomoda.

### 3.3 DESIGN SCIENCE E SUA ESTRUTURA

Em *As Ciências do Artificial*, cinco áreas de estudo são citadas por Simon (1996) como sendo áreas fortemente relacionadas à *Design Science* – Ciência do

Projeto: Engenharia, Medicina, Direito, Arquitetura e Educação. Logo, pode-se constatar que a *Design Science* deita suas raízes sobre a engenharia e também sobre outras ciências aplicadas. Contudo, a área que mais rapidamente se desenvolveu no sentido de utilizar a *Design Science* como paradigma epistemológico para avanço do conhecimento foi a de *Information Systems* – Sistemas da Informação. (MARCH; SMITH, 1995; NUNAMAKER *et al.*, 1991; TAKEDA *et al.*, 1990; WALLS *et al.*, 1992).

Em seguida, áreas como a engenharia e a arquitetura também viram na *Design Science* uma importante contribuição epistemológica e metodológica para condução de suas pesquisas. (EEKELS; ROOZENBURG, 1991). Foi nos anos 2000 que a *Design Science* passou a ser abordada por autores da área de gestão e de organizações, com o intuito de propor uma ciência que pudesse auxiliar na condução das pesquisas da área atentando para o rigor, certamente, mas também para a relevância. (VAN AKEN, 2004, 2005; ROMME; DAMEN, 2007; ROMME, 2003).

### 3.3.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA DESIGN SCIENCE

A discussão acerca da *Design Science*, formalmente, inicia-se com Simon (1996), quando ele destaca a importância de se desenvolver uma ciência que se dedique ao estudo dos artefatos produzidos pelo homem e, ainda, ao estudo de como projetá-los de maneira a produzir resultados satisfatórios. “Ao projeto interessa o quê e como as coisas devem ser, a concepção de artefatos que realizem objetivos”. (SIMON, 1996, p. 198).

Os artefatos, nesse contexto, podem ser entendidos como algo que é construído pelo homem, isto é, 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”. (SIMON, 1996, p. 28). Assim, “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”. (SIMON, 1996, p. 28).

Dessa forma, “um artefato 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”. (SIMON, 1996, p. 29). Assim sendo, o artefato é a organização dos componentes do ambiente interno para atingir objetivos em um determinado ambiente externo. (SIMON, 1996). A discussão acerca dos artefatos, bem como sua tipologia, será abordada posteriormente nesse texto.

Além disso, a *Design Science* tem como finalidade conceber e não somente aplicar um conhecimento. Ou seja, a *Design Science* é a ciência que se ocupa do projeto. Logo, esta ciência não tem como objetivo descobrir leis naturais ou universais que expliquem certo comportamento dos objetos que estão sendo estudados, mas sim compreender o “(...) processo cognitivo através do qual foi elaborado o projeto que os define (...)”. (LE MOIGNE, 1994b). Acima de tudo, a *Design Science* é a ciência que procura desenvolver e projetar soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas ou, ainda, criar novos artefatos que contribuam para melhor atuação humana, seja na sociedade, seja nas organizações.

Isso vem ao encontro do que afirma Van Aken (2005) no que diz respeito ao objetivo da pesquisa realizada sob o paradigma da *Design Science*, que busca, acima de tudo, produzir conhecimento que possa ser aplicado para resolução de problemas reais. (VAN AKEN, 2005). Logo, a natureza desse tipo de pesquisa costuma ser pragmática e orientada à solução, ou seja, o conhecimento deve ser construído a serviço da ação. (ROMME, 2003; VAN AKEN, 2004). Entretanto, é essencial ressaltar que a *Design Science*, ainda que se ocupe da solução de problemas, não visa o resultado ótimo (comum em áreas como a da Pesquisa Operacional). Ela busca, acima de tudo, um resultado satisfatório, para aquele contexto em que o problema se encontra. (SIMON, 1996).

Simon (1996) diferencia uma solução ótima (ideal) de uma solução satisfatória, da seguinte forma: “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).

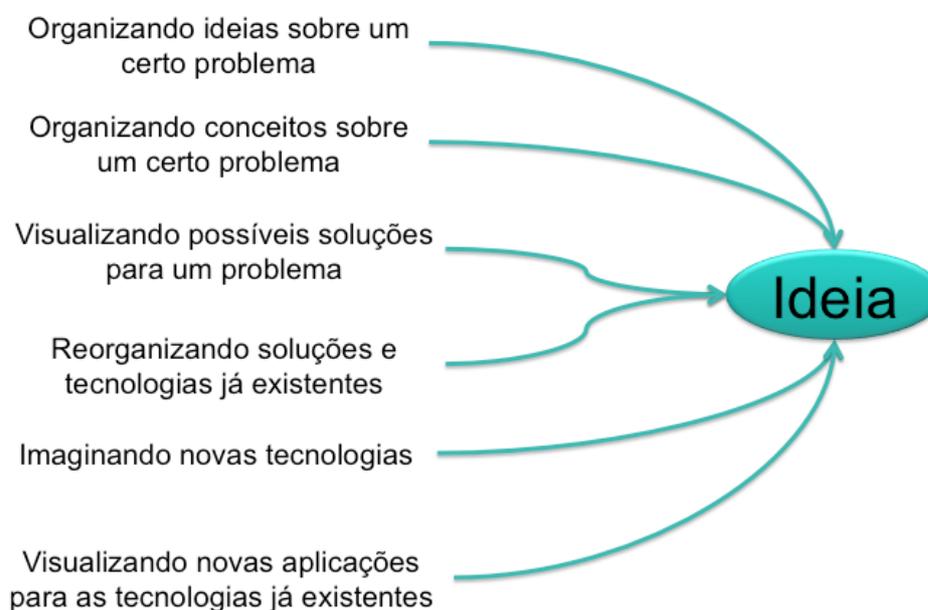
Nesse sentido, buscam-se soluções suficientemente boas para problemas em que a solução ótima seja inacessível ou de implantação inviável. (SIMON, 1996). Isso implica em definir claramente quais os resultados satisfatórios. A definição de um resultado satisfatório pode ser obtida de duas formas: i) consenso entre as

partes envolvidas no problema; ii) avanço da solução atual, comparativamente, às soluções geradas pelos artefato anteriores.

Contudo, a *Design Science* reconhece que os problemas existentes nas organizações costumam ser particulares. Essas particularidades poderiam, de certa forma, inviabilizar um conhecimento passível de generalização. Com efeito, Van Aken (2004) argumenta que as soluções propostas pela *Design Science* devem permitir uma generalização das prescrições, ou seja, precisa ser generalizável para uma determinada “Classe de Problemas” – conceito que será abordado nos capítulos seguintes desta pesquisa.

Entretanto, Venable (2006) afirma que as pesquisas realizadas sob o paradigma da *Design Science* não só propõem soluções para problemas práticos, mas podem contribuir, também, para aprimorar teorias. A teorização ocorre com uma nova ideia, ou até como um conceito para uma nova tecnologia, que poderá fundamentar a solução de algum problema. (VENABLE, 2006). Essa ideia, que poderá subsidiar uma teoria, pode ser originária de diferentes fontes, conforme ilustrado na Figura 22.

Figura 22: Fontes que podem suscitar uma nova ideia



Fonte: A autora com base em Venable (2006, p. 15)

Essas ideias, uma vez desenvolvidas em formas de pesquisas podem contribuir para o aprimoramento de teorias. Teorias essas que devem ser, acima de tudo, úteis. Isto é, devem apresentar melhorias obtidas em determinada tecnologia ou problema. (VENABLE, 2006). Em relação à esta utilidade, é válido ressaltar a importância do conceito de validade pragmática para a *Design Science*.

A *Design Science* tem como premissa, que a pesquisa realizada sob seu paradigma, além de rigorosa, atendendo a validade científica, deve também se ocupar da validade pragmática, ou seja, da utilidade. Nesse contexto, a validade pragmática busca assegurar que a solução proposta para resolver determinado problema de pesquisa, de fato irá funcionar, garantindo que os resultados esperados sejam alcançados. (VAN AKEN, 2011).

A validade pragmática, segundo Van Aken (2011) além de garantir a utilidade da solução proposta para o problema, deve se ocupar também de outras questões. Algumas questões que devem ser consideradas pelo pesquisador são: i) custo-benefício da solução; ii) se a solução atende às particularidades do ambiente/contexto em que será aplicada; e, iii) necessidades dos interessados na solução proposta. (VAN AKEN, 2011; WORREN et al., 2002).

A Figura 23 apresenta uma síntese dos principais conceitos da *Design Science* que foram apresentados nesta seção.

Figura 23: Síntese dos principais conceitos da *Design Science*



Fonte: a autora

Uma vez explicitados os conceitos básicos acerca da *Design Science*, faz-se necessário buscar seu entendimento comparativamente aos conceitos conhecidos

das ciências tradicionais. Portanto, na próxima seção, suas principais diferenças e semelhanças serão apresentadas.

### 3.3.2 COMPARATIVO ENTRE A DESIGN SCIENCE E AS CIÊNCIAS TRADICIONAIS

Embora a comparação entre as ciências tradicionais e a *Design Science* seja necessária, deve ficar claro que elas não se opõem, elas de fato se complementam e apenas possuem sentidos distintos. Destaca-se, inclusive, que os artefatos (objetos de estudo da *Design Science*) estão inseridos na natureza e “Não tem qualquer permissão para ignorar ou violar as leis naturais”. (SIMON, 1996, p. 24). O artefato sequer existe fora do natural. Ele, de fato, é a interface entre o mundo natural e artificial. (LE MOIGNE, 1994a).

As diferenças entre estas ciências podem ser percebidas quando se observa o produto gerado por elas. Enquanto a *Design Science* está orientada à solução de problemas, e tem como um de seus produtos uma prescrição, as ciências tradicionais tem como objetivos fundamentais explorar, descrever, explicar, e, quando possível, prever acerca dos fenômenos naturais e sociais. (VAN AKEN, 2004). Destaca-se que Van Aken (2004) faz uma distinção entre as pesquisas orientadas à descrição e àquelas orientadas à prescrição, sendo que esta distinção é análoga à discussão entre as ciências natural e artificial. O Quadro 8 apresenta, brevemente, a distinção proposta por Van Aken (2004, p. 236).

Quadro 8: Distinção entre a pesquisa orientada à descrição e prescrição

Característica	Programas de pesquisa orientados à descrição	Programas de pesquisa orientados à prescrição
Paradigma dominante	Ciência explicativa	<i>Design Science</i>
Foco	No problema	Na solução
Perspectiva	Observação	Participativa
Típica questão de pesquisa	Explicação/Explicação	Soluções alternativas para uma dada Classe de Problemas
Típico produto de pesquisa	Modelo causal; lei quantitativa	Regra tecnológica testada e fundamentada

Fonte: Baseado em Van Aken (2004, p. 236)

Tendo em vista estas características apresentadas acerca da *Design Science*, fica evidente a conveniência da utilização dos fundamentos desta ciência para a construção de conhecimento aplicável às organizações. Romme (2003) faz uma análise das pesquisas organizacionais baseadas nas ciências tradicionais e como poderiam ser desenvolvidas quando fundamentadas na *Design Science*. O

Quadro 9 apresenta as principais diferenças entre as ciências tradicionais e a *Design Science*, explicitadas por Romme (2003, p. 559).

Quadro 9: Principais diferenças entre a ciência tradicional e a *Design Science*

Categories	Ciência Tradicional (Social e Natural)	<i>Design Science</i>
Propósito	Entender fenômenos organizacionais, com base em uma objetividade consensual, desvendando padrões gerais e as forças que explicam estes fenômenos.	Produzir sistemas que ainda não existem – isto é, mudar sistemas organizacionais e situações existentes para alcançar melhores resultados.
Modelo	Ciências naturais (física, por exemplo) e outras disciplinas que adotaram a abordagem científica (economia, por exemplo).	<i>Design</i> e engenharia (por exemplo, arquitetura, engenharia aeronáutica, ciências da computação).
Visão do conhecimento	Representacional: nosso conhecimento representa o mundo como ele é; a natureza do pensamento é descritiva e analítica. Mais especificamente, a ciência é caracterizada por: Uma busca por conhecimentos gerais e válidos; Ajustes nas formulações de hipóteses e testes.	Pragmática: conhecimento a serviço da ação; a natureza do pensamento é normativa e sintética. Mais especificamente, o <i>design</i> assume que cada situação é única e se inspira em propostas e soluções ideais, pensamento sistêmico, e informações limitadas. Além disso, enfatiza a participação, o discurso como um meio de intervenção, e a experimentação pragmática.
Natureza dos objetos	Fenômeno organizacional enquanto objetos empíricos, com propriedades descritivas e bem definidas, que pode ser efetivamente estudado de uma posição externa.	Questões organizacionais e sistemas como objetos artificiais com propriedades mal definidas, tanto descritivas como imperativas, exigindo intervenções não rotineiras por parte de agentes com posições internas na organização. Propriedades imperativas também se desdobram de fins e de sistemas idealizados de maneira mais ampla.
Foco no desenvolvimento da teoria	Descoberta da relação causal geral entre variáveis (expressadas em afirmações hipotéticas): A hipótese é válida? As conclusões permanecem dentro dos limites de análise.	Será que um dado conjunto integrado de proposições de projeto funciona em uma certa situação (problema) mal definida? O projeto e desenvolvimento de novos artefatos tendem a se mover para fora das fronteiras da definição inicial da situação.

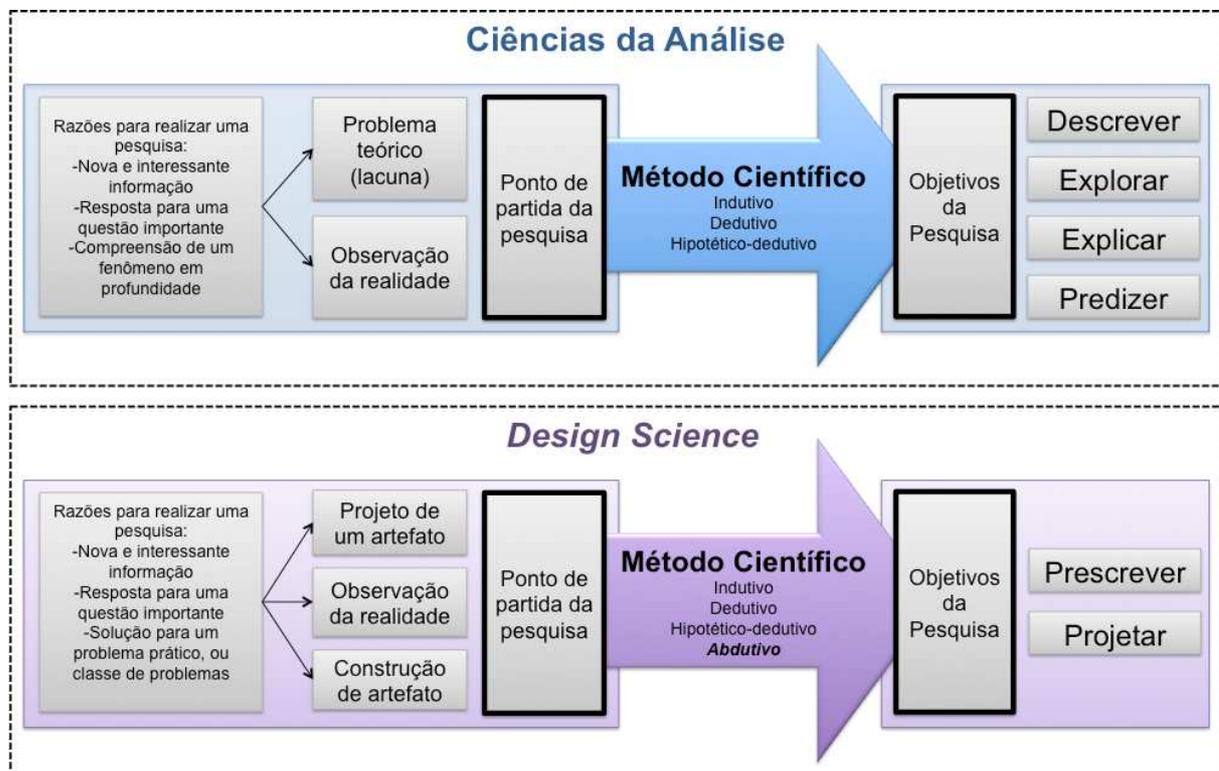
Fonte: Adaptado de Romme (2003, p. 559)

Romme (2003) ressalta que a visão da ciência tradicional ajuda a entender fenômenos, “descobrendo as leis e forças que determinam suas características, funcionamento e resultados”. (ROMME, 2003, p. 558). A *Design Science*, por outro lado, seria responsável por conceber e validar sistemas que ainda não existem, seja criando, recombinaando, ou, ainda, alterando produtos/processos/*softwares*/métodos para melhorar as situações existentes. (ROMME, 2003).

Tendo em vista as diferenças conceituais entre estas ciências, a estrutura para produção do conhecimento, quando fundamentado na *Design Science*, é

diferente daquela estrutura utilizada pelas ciências tradicionais. A Figura 24 apresenta as principais diferenças.

Figura 24: Estrutura para produção do conhecimento – Ciência Tradicionais x *Design Science*



Fonte: A autora

Como pode-se observar na Figura 24, os pontos de partida de uma pesquisa realizada sob o paradigma das ciências tradicionais (analítica/reducionista), podem ser ou um problema teórico (lacuna na teoria existente) ou uma observação da realidade que leva a algum questionamento. Por outro lado, uma pesquisa orientada a concepção, ou a *Design Science*, inicia normalmente a partir da necessidade de projetar ou construir um dado artefato. Ou ainda, a partir da observação da realidade, o pesquisador pode evidenciar a necessidade de formalizar ou desenvolver um artefato. Os objetivos da pesquisa também são diferentes: enquanto que a ciência tradicional está preocupada em explorar, descrever, explicar e eventualmente predizer, a *Design Science* se ocupa com a prescrição e com o projeto.

O que é comum entre estas ciências é que tanto na tradicional como na *Design*, a pesquisa deve ser conduzida a partir dos fundamentos dos métodos científicos. No entanto, enquanto que nas ciências tradicionais os métodos científicos comumente empregados são o indutivo, dedutivo e o hipotético-dedutivo,

na *Design Science* um quarto método científico se apresenta: o abduutivo. (FISCHER; GREGOR, 2011; LEE; PRIES-HEJE; BASKERVILLE, 2011; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009).

O método abduutivo consiste em estudar fatos e propor uma teoria para explicá-los, logo, a abdução é um processo de criar hipóteses explicativas para determinado fenômeno/situação. Posteriormente, no momento de colocar estas hipóteses à prova, outros métodos científicos podem ser utilizados.

A abdução é considerada um processo, acima de tudo, criativo. E por causa desta característica, é o mais indicado para compreensão de uma situação ou problema, justamente em função do processo criativo intrínseco a este tipo de raciocínio. Ademais, é o único método científico que permite a introdução de uma nova ideia. (FISCHER; GREGOR, 2011). Peirce (1975) ressalta ainda que o raciocínio abduutivo é característico de descobertas científicas revolucionárias. A Figura 25 apresenta uma breve síntese do que poderia ser considerada a função central de cada um dos métodos científicos, a fim de esclarecer melhor o que seria o método abduutivo.

Figura 25: Função de cada um dos métodos científicos



Fonte: A autora

O fato da *Design Science* utilizar a abdução na condução de suas investigações, não significa que os métodos científicos tradicionais não sejam utilizados. No entanto, eles apresentam certas limitações quando se trata da *Design Science*. Por esta razão, as pesquisas realizadas sob o paradigma da *Design Science* costumam ser orientadas por mais do que um método científico de acordo com a etapa que está sendo desenvolvida e com o objetivo que se deseja alcançar.

Isto é, se a etapa que está sendo desenvolvida exige atividades e um raciocínio criativo para o pesquisador, o ideal é a aplicação do método abduutivo. O método abduutivo é necessário, por exemplo, quando o investigador está propondo possíveis soluções para resolver o problema que está sendo estudado. Em contrapartida, se a etapa da pesquisa exige um raciocínio mais lógico, o método

dedutivo poderá ser empregado. Nesse caso, o pesquisador faz uso do seu conhecimento pregresso para construir e avaliar o artefato que está desenvolvendo, por exemplo.

Uma outra diferença da *Design Science* em relação as ciências tradicionais, é que o conhecimento produzido sob a ótica da *Design Science* costuma estar na forma de uma prescrição ou de um projeto. Uma prescrição para solucionar um determinado problema real ou um projeto para construir um novo artefato.

Sendo assim, o conhecimento produzido a partir das pesquisas fundamentadas na *Design Science*, é diferente daquele tradicional, pois está ocupado em ser além de rigoroso, relevante. Ou seja, o conhecimento gerado deve ser reconhecido pela comunidade acadêmica e ao mesmo tempo deve ser útil para os profissionais.

Logo, aquele conhecimento puramente acadêmico e disciplinar, comum de se encontrar como produto das ciências tradicionais, pode evoluir para um conhecimento transdisciplinar e que tenha alcance e relevância também fora das academias. Por isso a importância das pesquisas realizadas sob o paradigma da *Design Science*.

É justamente sobre a construção de um conhecimento transdisciplinar e mais preocupado com o desenvolvimento de saberes úteis no contexto da aplicação que Gibbons et al. (1994) acende a discussão sobre a produção do conhecimento do Tipo 2. A produção do conhecimento fundamentado no Tipo 2, deve ser considerado como um modelo a ser seguido pelas pesquisas realizadas em *Design Science*. (VAN AKEN, 2004; ROMME, 2003). Neste contexto, a interação entre pesquisador e objeto de pesquisa é, inclusive, bem vinda. Além disso, a preocupação com a geração de conhecimento útil para os profissionais auxilia a extrapolar os muros da academia, ampliando o alcance do conhecimento gerado pelos pesquisadores.

Tendo em vista esta preocupação, o conhecimento do Tipo 2 é produzido no contexto da aplicação. Este contexto pode ser a indústria, o governo ou até mesmo a sociedade. (GIBBONS, et al., 1994). Além do mais, o conhecimento só passa a ser produzido no momento em que alguém manifesta algum interesse na temática a ser estudada.

A produção do conhecimento do Tipo 2 ocorre no contexto da aplicação, quando investigadores se reúnem, com o objetivo de resolver determinado problema. O conhecimento Tipo 2, uma vez produzido, extrapola os limites da

academia e é transdisciplinar. Ou seja, o conhecimento do Tipo 2 não está atrelado a uma única disciplina, ele une interesses e atores diversos. Ademais, para a construção desse tipo de conhecimento, muitas vezes diferentes profissionais, com distintas competências devem trabalhar juntos para alcançar o melhor resultado possível. (GIBBONS, et al., 1994).

Esta união de diferentes profissionais, de áreas distintas para resolução de um problema comum ao grupo, resulta em uma heterogeneidade positiva, onde cada integrante traz contribuições da área em que tem maior conhecimento ou habilidade. Além disso, a integração entre diversos profissionais leva a uma atitude mais reflexiva em relação ao problema. Gibbons et al. (1994, p. 07) afirma que “trabalhando no contexto de aplicação a sensibilidade dos cientistas e tecnólogos aumenta”, e desta forma todos ficam mais atentos para as consequências do que estão fazendo. Outrossim, a produção do conhecimento do Tipo 2 propicia que mais profissionais ajudem a construir e utilizar o conhecimento e não somente aqueles que estão inseridos nas universidades.

Entretanto, para que o conhecimento produzido seja validado, tanto no sentido prático, como no acadêmico, sua qualidade deve ser ponderada. Para isso, alguns requisitos econômicos e políticos são levados em consideração, além, claro, dos requisitos científicos comuns também aos estudos tradicionais (produção do conhecimento Tipo 1). Alguns questionamentos devem ser feitos para a verificação da qualidade do conhecimento que foi produzido, como, por exemplo, se a solução encontrada é competitiva no mercado, se é adequada socialmente ou se respondeu, de fato, às questões inicialmente colocadas a prova. (GIBBONS, et al., 1994).

Por fim, é possível afirmar que a produção do conhecimento do Tipo 2 ocorre e pode ser observada em diversos ambientes, entre eles pode-se citar: multinacionais, redes de empresas, pequenas empresas que trabalham com alta tecnologia, instituições governamentais, universidades, laboratórios, institutos, programas de pesquisa, etc. (GIBBONS et al., 1994). No entanto, para que o conhecimento produzido seja reconhecido, tanto pelas academias, quanto pelos profissionais nas empresas, as pesquisas que resultam nesse tipo de conhecimento devem ser feitas com o rigor metodológico adequado e devem, ainda, considerar a relevância como ponto chave para o seu desenvolvimento. Somente assim será possível diminuir a lacuna existente entre a academia e as organizações e seus profissionais.

Isto posto, é possível afirmar que os fundamentos da *Design Science* podem contribuir, sobremaneira, para a produção de um conhecimento mais responsável, aplicável e com o devido reconhecimento da academia. Contudo, para que isso ocorra, é necessário a utilização de um método de pesquisa que operacionalize de forma adequada os conceitos da *Design Science*. É nesse sentido que surge a *Design Science Research*, temática que será abordada no próximo capítulo.

## 4 DESIGN SCIENCE RESEARCH

“O corpo do conhecimento acerca do *design*, aparece fragmentado e disperso (...). A *Design Science* deveria portanto ser redirecionada para uma pesquisa mais rigorosa, para produzir resultados que são caracterizados por uma alta validade externa mas que possam também ser ensinados, aprendidos, e colocados em prática pelos profissionais” (ROMME, 2003, p. 569).

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos da *Design Science Research*, método que operacionaliza a pesquisa realizada sob o paradigma da *Design Science*. Além desses conceitos, serão expostos os fundamentos para a aplicação da *Design Science Research* como método de pesquisa, bem como apresentados os métodos para sua operacionalização formalizados por autores diversos.

Por fim, será apresentado um comparativo entre a *Design Science Research* e outros dois métodos. O comparativo não busca ser exaustivo, e, nesse estudo, optou-se por confrontar a *Design Science Research* com métodos que são comumente utilizados quando se trata de pesquisa qualitativa no Brasil: o Estudo de Caso e a Pesquisa-Ação. (CAUCHICK MIGUEL, 2007).

### 4.1 CONCEITOS E FUNDAMENTOS DA DESIGN SCIENCE RESEARCH

Pode-se afirmar que a *Design Science* é a base epistemológica quando se trata do estudo do que é artificial. A *Design Science Research* por sua vez, é o método que operacionaliza e fundamenta a condução da pesquisa quando o objetivo a ser alcançado é um artefato, ou ainda, uma prescrição. Ademais, a pesquisa fundamentada na *Design Science* pode ocorrer tanto no âmbito acadêmico quanto dentro das organizações. (BAYAZIT, 2004).

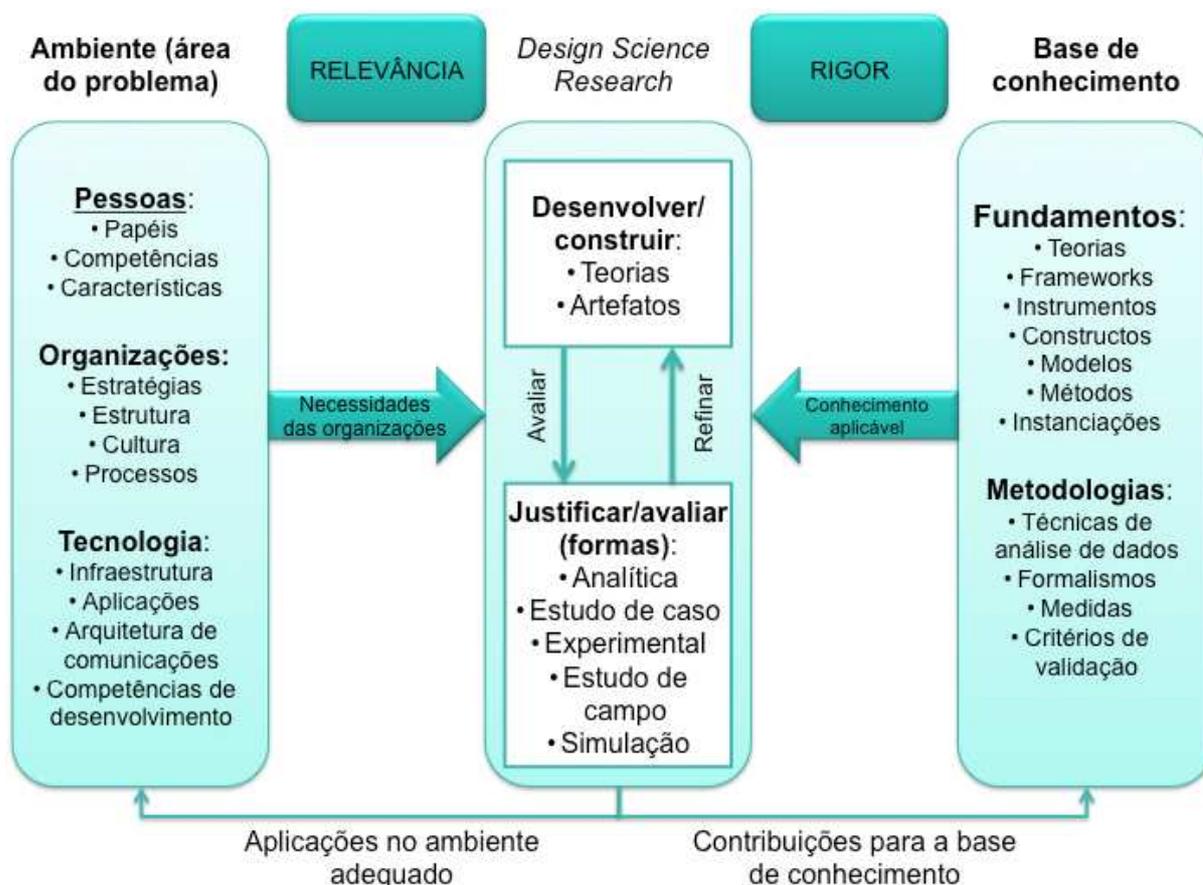
Para Vaishnavi e Kuechler (2009), a *Design Science Research* é um novo olhar, ou, um conjunto de técnicas analíticas que permitem o desenvolvimento de pesquisas nas mais diversas áreas, inclusive na engenharia. A *Design Science Research* tem como objetivo estudar, pesquisar e investigar o artificial e seu comportamento, tanto do ponto de vista acadêmico quanto da organização (BAYAZIT, 2004). Nesse sentido, a *Design Science Research* se constitui como um processo rigoroso de projetar artefatos para resolver problemas, avaliar o que foi

projetado ou o que está funcionando, e comunicar os resultados obtidos. (ÇAĞDAŞ; STUBKJÆR, 2011).

Logo, pode-se afirmar que a *Design Science Research* é um método de pesquisa orientado à solução de problemas. (MARCH; STOREY, 2008). Método este que busca, a partir do entendimento do problema, construir e avaliar artefatos que permitam transformar situações, alterando suas condições, para estados melhores ou desejáveis. (MARCH; SMITH, 1995; MARCH; STOREY, 2008). Os artefatos construídos ou avaliados pela *Design Science Research*, são classificados em: constructos, modelos, métodos, instanciações, (MARCH; SMITH, 1995), podendo resultar ainda em um aprimoramento de teorias. (HEVNER; CHATTERJEE, 2010; VENABLE, 2006). Estes produtos resultantes da *Design Science Research* serão melhor explorados no próximo capítulo.

Por fim, uma característica fundamental da pesquisa que utiliza a *Design Science Research* como método, é que ela é orientada à solução de problemas específicos, não necessariamente buscando a solução ótima, mas sim, a solução satisfatória para a situação. No entanto, as soluções geradas pela pesquisa conduzida pela *Design Science Research*, devem ser passíveis de generalização para uma determinada Classe de Problemas. (VAN AKEN, 2004, 2005; SEIN et al., 2011; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009). Esta generalização, para uma Classe de Problemas permitiria que outros pesquisadores e profissionais, em situações diversas, também pudessem fazer uso do conhecimento gerado.

Uma das razões para aplicação da *Design Science Research* nas pesquisas, é a possibilidade deste método diminuir a lacuna existente entre teoria e prática. (VAN AKEN, 2004; VAN AKEN, 2005; ROMME, 2003). Isto ocorre porque é um método orientado à solução de problemas, mas que, ao mesmo tempo, produz conhecimento que pode servir de referência para o aprimoramento de teorias. A Figura 26 apresenta a *Design Science Research* e sua relação com dois fatores fundamentais para o sucesso da pesquisa: o rigor e a relevância.

Figura 26: Relevância e rigor na *Design Science Research*

Fonte: a autora com base em Hevner et al. (2004)

Como pode ser observado a *Design Science Research* deve considerar a relevância da pesquisa para as organizações. Afinal, são os profissionais das organizações que farão uso dos resultados dessas investigações e do conhecimento gerado, para solucionar seus problemas práticos. Além disso, deve se preocupar também com o rigor, fator fundamental para uma pesquisa ser considerada válida e confiável, podendo, dessa forma, contribuir para o aumento da base de conhecimento existente em determinada área.

O ambiente ao qual a Figura 26 se refere, é aquele no qual o problema está sendo observado, ou seja, onde se encontra o fenômeno de interesse do pesquisador. E também é nesse contexto que o artefato estará operando. Este ambiente costuma ser constituído por pessoas, pela própria organização e pela tecnologia da qual ela dispõe. (HEVNER et al., 2004).

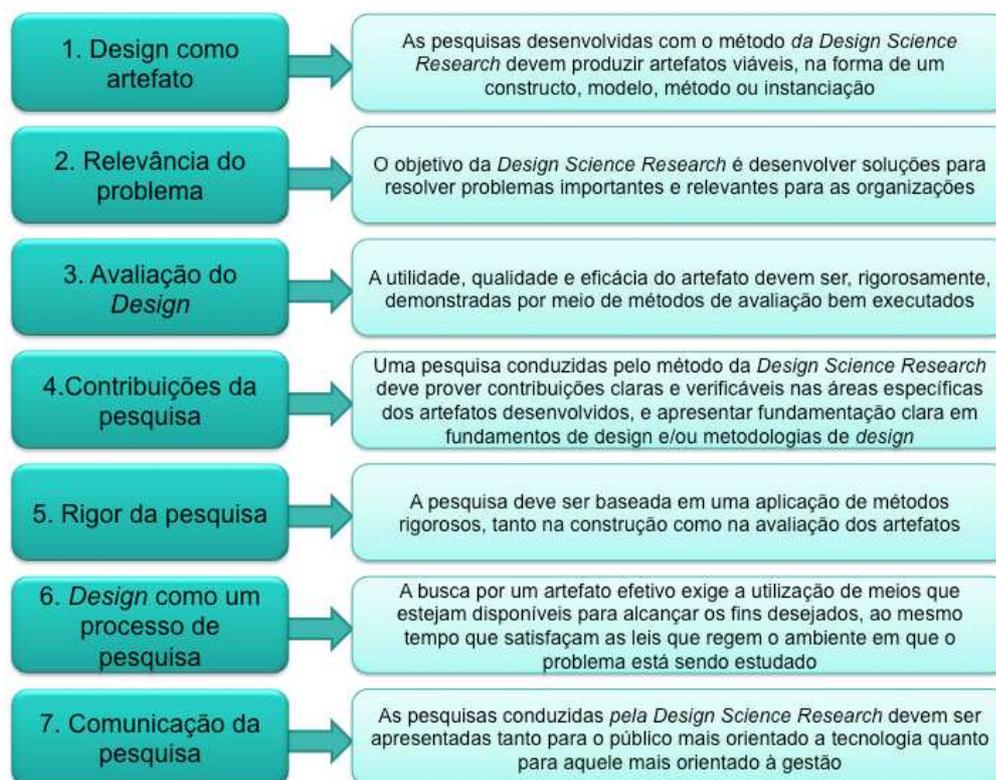
A partir das necessidades organizacionais observadas, bem como dos problemas de interesse do investigador, a *Design Science Research* sustentaria o desenvolvimento e a construção de artefatos, bem como o aprimoramento da teoria existente. Estes artefatos, posteriormente sofreriam avaliações, bem como

justificativas da sua importância. Para amparar estas atividades de desenvolvimento, construção, justificativa e avaliação, a base de conhecimento existente precisa ser consultada e utilizada. Esta base de conhecimento é constituída de fundamentos e de métodos consolidados e reconhecidos pela academia. Estes métodos apoiam principalmente as atividades de justificativa e avaliação dos artefatos construídos ou da teoria aprimorada. (HEVNER *et al.*, 2004).

Para auxiliar na condução da *Design Science Research*, Hevner et al. (2004) definem sete critérios que devem ser levados em consideração pelos pesquisadores (Figura 27). Estes critérios são fundamentais uma vez que a *Design Science Research* demanda a criação de um novo artefato (critério 1), para um problema em especial (critério 2). Uma vez que esse artefato é proposto, sua utilidade deve ser explicitada. Para isto, deve ser adequadamente avaliado (critério 3). Além disso, as contribuições da pesquisa devem ficar explícitas, tanto para os profissionais interessados na resolução de problemas organizacionais, como para a academia, a fim de contribuir para o avanço do conhecimento na área (critério 4).

Para assegurar a validade da pesquisa, bem como expor sua confiabilidade, é fundamental que as investigações sejam conduzidas com o adequado rigor, demonstrando que o artefato construído está adequado ao uso que foi proposto e que atendeu aos critérios estabelecidos para seu desenvolvimento (critério 5). Além disso, para a construção, ou mesmo avaliação do artefato, é fundamental que o investigador realize pesquisas, tanto para entendimento do problema, como para buscar possíveis formas de solucioná-lo (critério 6). Por fim, é fundamental que os resultados da pesquisa sejam devidamente comunicados a todos os interessados (critério 7). (HEVNER *et al.*, 2004).

Figura 27: Critérios para condução das pesquisas que utilizam a *Design Science Research*



Fonte: Baseado em Hevner et al. (2004, p.83)

Para garantir uma adequada contribuição, tanto teórica quanto prática, por meio da pesquisa realizada com o método da *Design Science Research*, March e Storey (2008) apontam alguns elementos que devem ser considerados. É válido relatar que March e Storey (2008) desenvolvem seus estudos na área de Sistemas da Informação, mas o conteúdo abordado em seus textos pode ser entendido e adaptado para outras áreas, a gestão, inclusive, é um dos exemplos citados pelos autores.

O primeiro elemento trazido por March e Storey (2008) que deve ser considerado pela *Design Science Research*, é a formalização de um problema que seja de fato relevante de ser estudado. O segundo elemento fundamental é que, para a adequada condução da pesquisa fundamentada na *Design Science*, o pesquisador deve evidenciar que ainda não existem soluções adequadas para resolver o problema. (MARCH; STOREY, 2008). Dessa forma ele estará justificando a importância da pesquisa que deseja realizar.

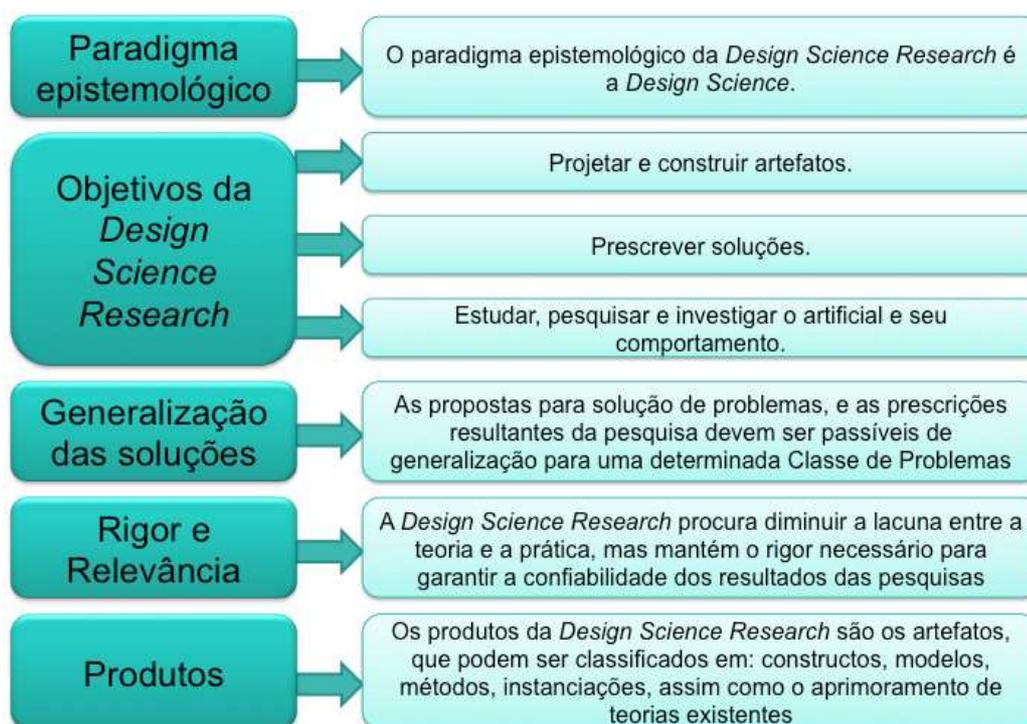
Um terceiro elemento trazido por March e Storey (2008) refere-se ao desenvolvimento e apresentação de um novo artefato que possa ser utilizado para solucionar o problema. O quarto ponto ressaltado por March e Storey (2008) é que os artefatos desenvolvidos devem ser devidamente avaliados, no que tange à sua

utilidade e viabilidade, a fim de demonstrar sua validade, tanto prática quanto acadêmica.

Outro elemento que March e Storey (2008) trazem como fundamental para uma adequada condução da *Design Science Research*, é que a pesquisa deve assegurar uma agregação de valor ao conhecimento teórico existente (contribuindo para o avanço do conhecimento geral), bem como para a melhoria das situações práticas nas organizações. Por fim, é indicado que os pesquisadores concluam suas atividades através de uma explanação do que foi construído e também das implicações dos resultados da pesquisa para o campo prático. (MARCH; STOREY, 2008).

A importância da pesquisa para o campo prático é enfatizada, outrossim, por Cole *et al.* (2005), quando afirmam que a *Design Science Research* está baseada em uma visão pragmática, que preconiza a impossibilidade de desmembrar a utilidade da verdade, “a verdade reside na utilidade”. (COLE *et al.*, 2005, p.3). No entanto, a pesquisa desenvolvida a partir da *Design Science Research*, mesmo tendo esse viés pragmático, deve também contribuir para o aprimoramento de teorias. (COLE *et al.*, 2005; GREGOR; JONES, D., 2007; WALLS *et al.*, 1992). A Figura 28 apresenta uma síntese dos principais conceitos e fundamentos relativos à *Design Science Research* que foram apresentados nessa seção.

Figura 28: Síntese dos conceitos e fundamentos da *Design Science Research*



Fonte: a autora

Na seção a seguir serão apresentados diversos métodos que foram formalizados para a operacionalização da *Design Science*. Neste texto, estes métodos serão identificados por *Design Science Research*.

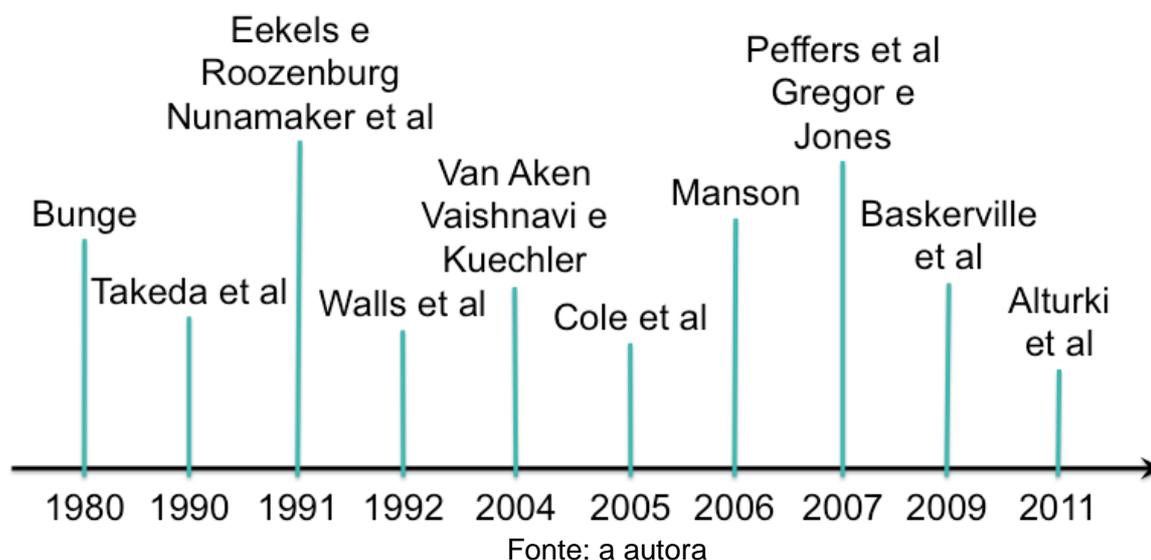
## 4.2 MÉTODOS FORMALIZADOS PARA OPERACIONALIZAR A DESIGN SCIENCE

Esta seção apresentará os métodos propostos e formalizados para condução das pesquisas que são fundamentadas na *Design Science*. Os métodos propostos surgem das mais diversas áreas. Porém, a maioria dos métodos formalizados são provenientes da área de Sistemas da Informação.

Vale ressaltar que os métodos propostos receberam diferentes nomenclaturas, como, por exemplo, *Design Science Research* (VAN AKEN, 2004; VAN AKEN, 2005; VAN AKEN, et al., 2012; ALTURKI *et al.*, 2011), *Design Science Research Methodology* (PEFFERS *et al.*, 2007), *Design Cycle* (EEKELS; ROOZENBURG, 1991; TAKEDA *et al.*, 1990; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009), *Design Research* (COLE *et al.*, 2005; MANSON, 2006), entre outros. Este conflito de nomenclatura, pode ser observado também nas definições de alguns conceitos e na própria forma de operacionalização da *Design Science Research*, elementos que neste trabalho procurar-se-á formalizar.

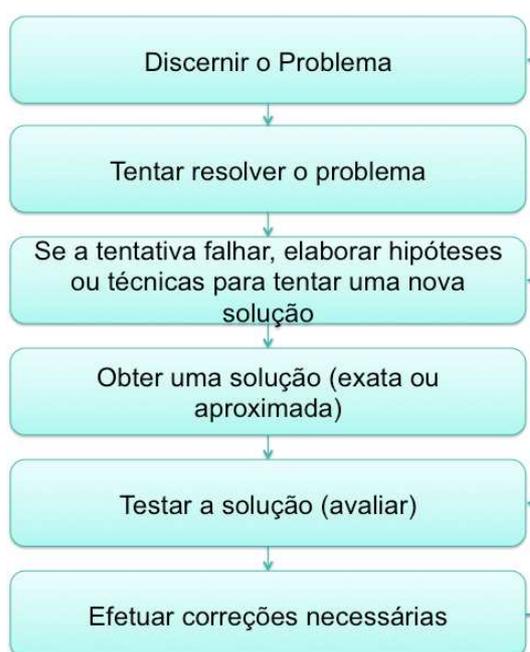
Neste trabalho, será utilizado o termo *Design Science Research* sempre que se estiver referindo ao método de pesquisa fundamentado na *Design Science*. A Figura 29 mostra os principais autores que procuraram formalizar um método para operacionalizar as pesquisas baseadas no paradigma da *Design Science*.

Figura 29: Principais autores que procuraram formalizar um método para operacionalizar a *Design Science*



Um dos autores que buscou formalizar um método de pesquisa, que fosse diferente daqueles desenvolvidos pelas ciências tradicionais foi Bunge (1980). Bunge (1980) defende a necessidade de um método que se ocupe do desenvolvimento de tecnologias, que sejam úteis e aplicáveis. Ou seja, um método que não permitisse somente que o investigador conheça um determinado fenômeno, mas um método que o auxilie a criar, a fazer. (BUNGE, 1980). O que se assemelha fortemente aos objetivos da *Design Science*. A Figura 30 apresenta o método proposto por Bunge (1980).

Figura 30: Passos para condução da pesquisa tecnológica



Fonte: Bunge (1980)

Para Bunge (1980), uma vez que um problema é identificado, é necessário que o pesquisador busque *Discernir o Problema*. Esse discernimento trata-se essencialmente da colocação precisa do problema a ser estudado, ou da tecnologia a ser desenvolvida.

Uma vez compreendido o problema, o pesquisador poderá passar à etapa seguinte, cujo objetivo é *Tentar Resolver o Problema*. Essa tentativa de resolução deve ser efetuada com o apoio da base de conhecimento existente. Considera-se como pertinente, aqui, tanto o conhecimento teórico, quanto também o empírico. (BUNGE, 1980).

A terceira etapa do método proposto por Bunge (1980), refere-se a possibilidade de criar novas hipóteses ou técnicas para resolver o problema quando a tentativa inicial falhar. Bunge (1980) sugere ainda, que nessa etapa sistemas hipotéticos-dedutivos podem ser utilizados a fim de auxiliar na resolução do problema.

Segundo Bunge (1980), a quarta etapa do método se ocupa de *Obter uma Solução*, esta solução pode ser exata ou mesmo aproximada. Isto é, não necessariamente precisa se tratar de uma solução ótima, mas sim de uma solução satisfatória para o problema (conceito que vem ao encontro do que foi anteriormente abordado acerca da *Design Science* e suas características).

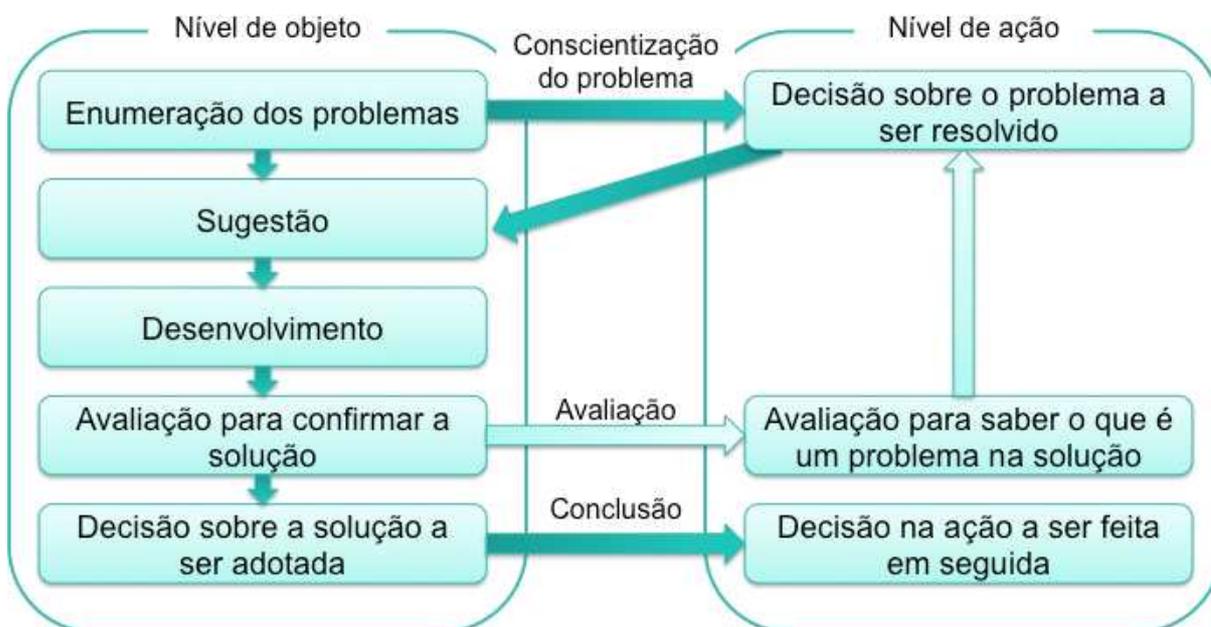
Uma vez que o pesquisador tenha atingido uma possibilidade de solução para o problema, é necessário colocar esta solução à prova. (BUNGE, 1980). Isto é, avaliar se a solução desenvolvida está ou não adequada para os fins a que se destina. A avaliação da solução pode ser feita de forma conceitual ou material. (BUNGE, 1980).

Por fim, uma vez que a solução tecnológica foi avaliada, é possível verificar quais são as melhorias que devem ser realizadas para seu melhor funcionamento. Dessa forma, a última etapa do método proposto por Bunge (1980), é a de *Efetuar as Correções Necessárias*. Para realizar estas correções, o pesquisador deverá visitar as etapas anteriores buscando oportunidades de melhoria em cada uma delas.

Posteriormente, Takeda et al. (1990) formalizaram um método para a condução das pesquisas baseadas na *Design Science* (embora não explicitado dessa forma). O método desenvolvido, denominado *Design Cycle*, tinha como objetivo central construir um modelo computacional que pudesse apoiar no

desenvolvimento de sistemas inteligentes de *Computer-Aided Design* (CAD). (TAKEDA *et al.*, 1990). Este método, composto por cinco etapas principais, está representado na Figura 31.

Figura 31: *Design Cycle* por Takeda et al. (1990)



Fonte: Takeda et al. (1990)

A primeira etapa do método é a *Conscientização do Problema*, que tem como objetivo “encontrar um problema através da comparação do objeto de estudo com as suas especificações”. (TAKEDA *et al.*, 1990, p. 43). A segunda etapa, denominada *Sugestão*, visa propor conceitos que, de alguma forma, possam auxiliar o pesquisador na resolução do problema que está sendo estudado. (TAKEDA *et al.*, 1990).

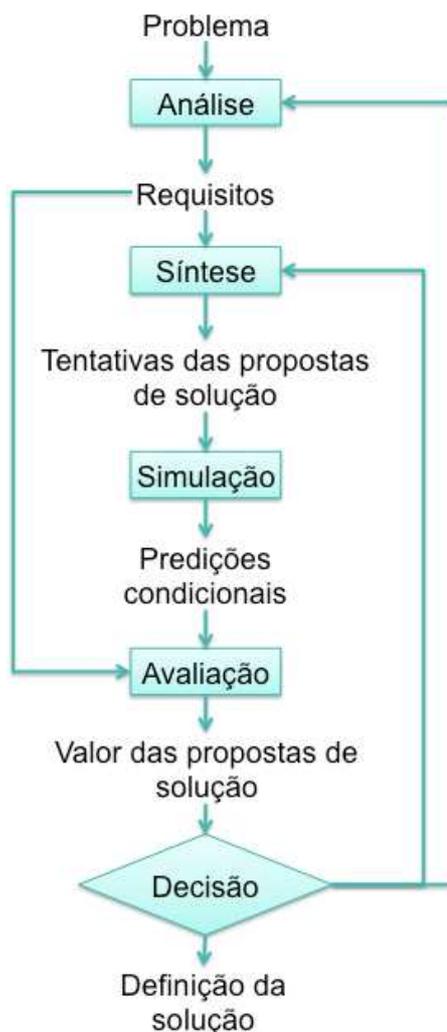
A terceira etapa, por sua vez, é o *Desenvolvimento*. Nesse momento, segundo Takeda et al. (1990), o pesquisador desenvolve possíveis soluções para o problema e para isso, faz uso dos conceitos chave definidos na etapa precedente. A quarta etapa é a *Avaliação*, que tem como objetivo analisar criticamente o artefato desenvolvido. Nesta etapa, diferentes ferramentas podem ser utilizadas para auxiliar o pesquisador. Dentre elas, pode-se citar a simulação e a análise de custos. (TAKEDA *et al.*, 1990).

Por fim, a última etapa é a *Conclusão*. É nesse instante que o pesquisador define com qual dos desenvolvimentos se obteve um melhor resultado para o problema em questão. (TAKEDA *et al.*, 1990). Takeda et al. (1990) ressaltam que

cada ciclo resolve um único problema. No entanto, durante a aplicação do método, novos problemas podem surgir e, para estudá-los, um novo ciclo deve ser aplicado.

No ano seguinte, 1991, outros autores (EEKELS; ROOZENBURG, 1991; NUNAMAKER *et al.*, 1991) também formalizaram um método para condução de pesquisas fundamentadas na *Design Science*. Eekels e Roozenburg (1991) elaboram um texto comparando o método da pesquisa tradicional e um método proposto para o desenvolvimento de pesquisas no âmbito da engenharia. A pesquisa em engenharia, para Eekels e Roozenburg (1991), seria desenvolvida por meio de um método chamado *design cycle* (ilustrado na Figura 32), mesma terminologia utilizada por Takeda et al. em 1990, porém as etapas que compõem o ciclo, bem como suas características, são distintas.

Figura 32: *Design Cycle* por Eekels e Roozenburg (1991)



Fonte: Eekels e Roozenburg (1991, p.199)

O método de pesquisa formalizado por Eekels e Roozenburg (1991), inicia com a definição do *Problema* a ser estudado. O problema, por sua vez, é definido como a “discrepância entre os fatos e o conjunto de valores desejados para estes fatos”. (EEKELS; ROOZENBURG, 1991, p. 200). O objetivo se torna, então, transformar o sistema, para que seja possível alcançar o resultado desejado. A segunda etapa do ciclo é a *Análise*. Nesta etapa, o investigador raciocina sobre a situação atual e sobre as possíveis soluções para o problema, buscando sempre a melhora da situação presente. (EEKELS; ROOZENBURG, 1991). Para apoiar o seu processo de raciocínio, o investigador pode fazer uso de livros, *journals*, etc.

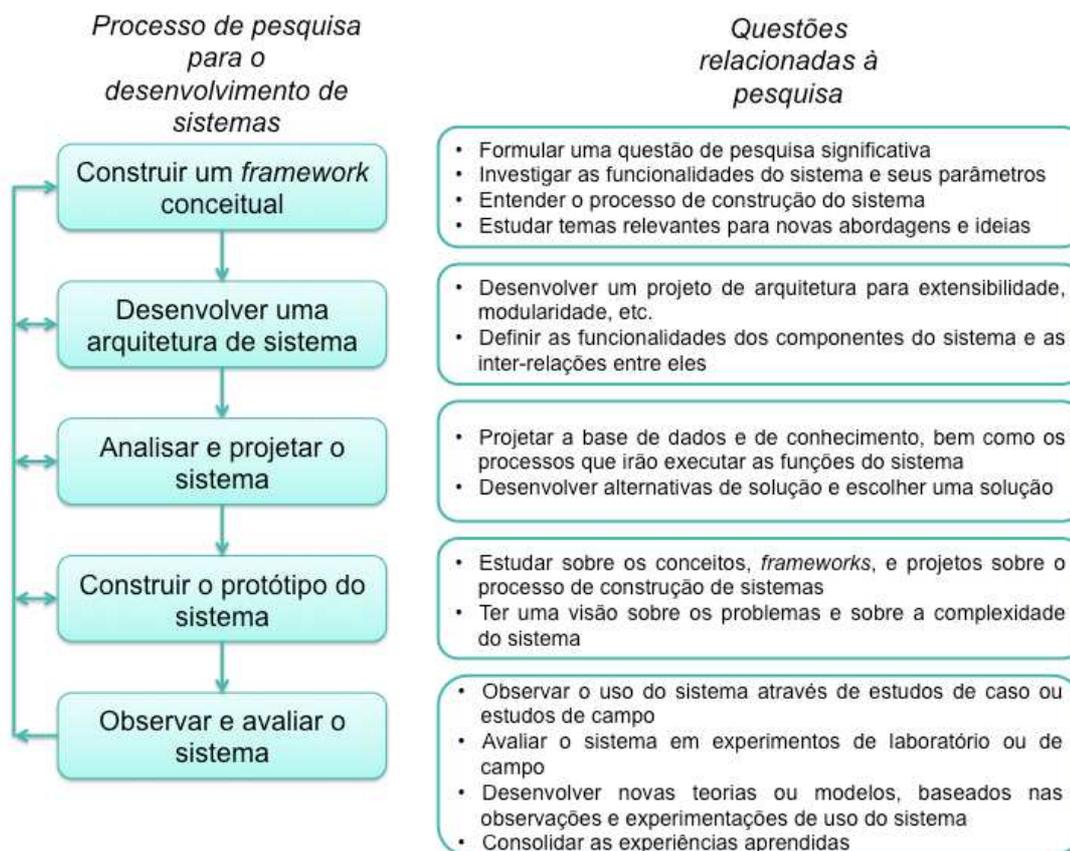
A terceira etapa do ciclo é a *Síntese*. Nesta etapa o investigador busca visualizar toda a situação que está tentando resolver, ou melhorar. É importante que todos os aspectos do problema sejam compreendidos pelo pesquisador. (EEKELS; ROOZENBURG, 1991). Ao final da etapa de síntese, o investigador deve ter uma primeira proposição de produto/processo para solucionar o problema. A quarta etapa diz respeito à *Simulação*. Aqui, serão testadas as soluções propostas inicialmente. Em um primeiro momento, é construído o modelo. Posteriormente, este modelo é testado e o investigador pode predizer hipóteses a partir dele. (EEKELS; ROOZENBURG, 1991).

A quinta etapa do ciclo é a *Avaliação*. Nesse momento, o pesquisador considerará os resultados obtidos na simulação, verificando se eles atendem, ou não, aos requisitos definidos anteriormente na pesquisa. (EEKELS; ROOZENBURG, 1991). Por fim, ocorre a *Decisão*, por meio da qual o pesquisador define qual a melhor solução para o problema que está sendo estudado. A partir dessa decisão, a solução, que foi desenvolvida no campo das ideias, poderá ser levada ao campo material, para analisar seu desempenho agora nessa realidade. (EEKELS; ROOZENBURG, 1991).

Ainda em 1991, Nunamaker et al. (1991) publicam um texto que se torna conhecido por introduzir a *Design Science* na área de Sistemas da Informação. (PEFFERS et al., 2007). Nunamaker et al. (1991) defendem a integração do processo de pesquisa tradicional e o de desenvolvimento de sistemas. Para isto, propõem uma abordagem multimetodológica que inclui, desde a construção de teorias, até o desenvolvimento de sistemas propriamente dito seja por meio da experimentação ou da observação. (PEFFERS et al., 2007).

Além disso, para Nunamaker et al. (1991) é fundamental que os resultados obtidos na pesquisa sirvam de aprendizado para ampliar a base de conhecimento corrente. A Figura 33 apresenta o processo para a pesquisa em desenvolvimento de sistemas proposto por Nunamaker et al. (1991).

Figura 33: Processo para a pesquisa em desenvolvimento de sistemas



Fonte: Nunamaker et al. (1991, p. 98)

A primeira etapa do processo de pesquisa para o desenvolvimento de sistemas proposto por Nunamaker et al. (1991) é a de *Construir um Framework Conceitual*, que possa, inclusive, apoiar o pesquisador na justificativa da sua pesquisa. Além disso, é nesta etapa que a questão de pesquisa é formalizada. Esta questão, por sua vez, deve apresentar importância significativa para a área na qual o estudo está sendo realizado. É também nessa etapa que o pesquisador deve estudar temas que sejam relevantes para a sua investigação, que possam contribuir para o surgimento de novas ideias e abordagens para solucionar a questão de pesquisa proposta. (NUNAMAKER *et al.*, 1991).

A etapa seguinte, *Desenvolver a Arquitetura do Sistema*, auxilia o pesquisador a apresentar os componentes do artefato, bem como suas funcionalidades e a própria interação que ocorre entre os seus componentes.

(NUNAMAKER *et al.*, 1991). Nesta segunda etapa, o pesquisador deve definir, ainda, os requisitos do sistema, para que, posteriormente, na etapa de avaliação, o desempenho do sistema possa ser colocado à prova. (NUNAMAKER *et al.*, 1991).

A terceira etapa desse processo de pesquisa consiste em *Analisar e Projetar o Sistema*, que diz respeito ao entendimento do que está sendo estudado, bem como à aplicação de conhecimento científico a fim de criar alternativas de solução para o problema. (NUNAMAKER *et al.*, 1991). Uma vez definidas algumas possibilidades de solução, Nunamaker *et al.* (1991) afirmam que o investigador deverá escolher uma das propostas de solução para assegurar a continuidade da pesquisa.

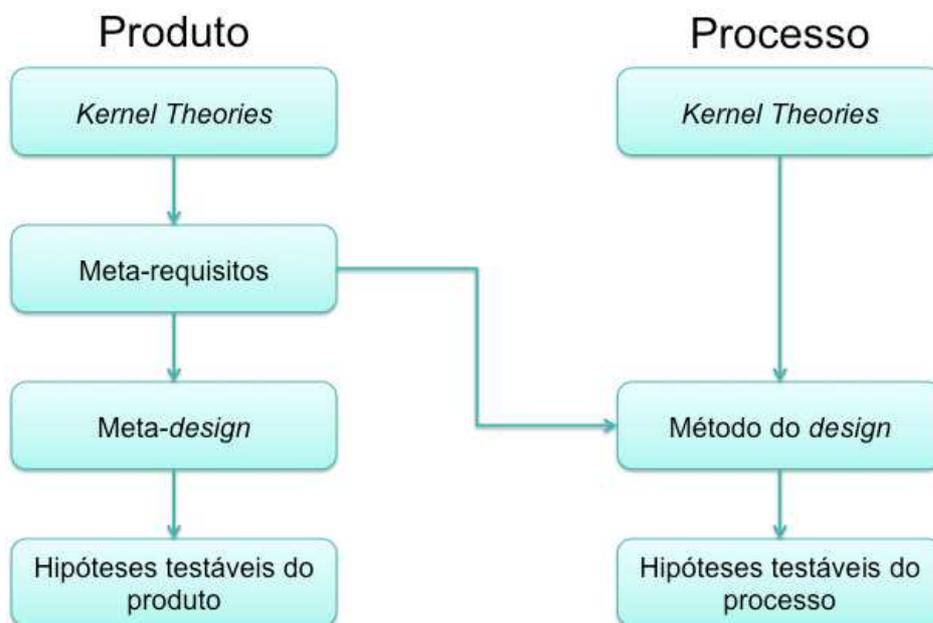
Na quarta etapa do processo, *Construir o Protótipo do Sistema*, o pesquisador colocará o artefato construído à prova, verificando como este se comportaria numa situação real, ou próxima ao real. (NUNAMAKER *et al.*, 1991). Esta construção, segundo Nunamaker *et al.* (1991), é fundamental para verificar a viabilidade do projeto, bem como suas funcionalidades e problemas que, por ventura, possam ocorrer. A partir dos resultados observados, o estudo poderá ser modificado, com o intuito de aperfeiçoar o sistema e garantir que a questão de pesquisa seja devidamente respondida.

Por fim, a última etapa do processo proposto por Nunamaker *et al.* (1991), *Observar e Avaliar o Sistema*, é necessária para verificar a performance e aplicabilidade do sistema, tanto em relação ao *framework* conceitual quanto em relação aos requisitos pré-determinados na primeira etapa do processo. Ao final desta etapa, o pesquisador poderá propor novas teorias e modelos, que deverão ser generalizadas a fim de apoiar futuramente outros pesquisadores. (NUNAMAKER *et al.*, 1991).

Outro método proposto e fundamentado sob o paradigma da *Design Science*, foi o desenvolvido em 1992. Nesse ano, Walls *et al.* (1992) publicam um artigo defendendo o uso dos conceitos da *Design Science* para a pesquisa em áreas como a engenharia, arquitetura, artes e sistemas da informação. O artigo discorre essencialmente acerca da possibilidade da construção de teorias a partir dos conceitos de *design*. Para Walls *et al.* (1992, p. 41), o objetivo de uma teoria baseada nos conceitos de *design* é “prescrever tanto as propriedades que o artefato deve ter para alcançar certos objetivos como os métodos para a construção do

artefato”. O método proposto por Walls et al. (1992) para construção de teorias está representado na Figura 34.

Figura 34: Componentes para a construção de teorias baseadas em *design*, na área de Sistemas da Informação



Fonte: Walls et al. (1992, p. 44)

Walls et al. (1992, p. 42) definem *design* como um produto e um processo. Como produto, *design* pode ser entendido como “um projeto de algo a ser feito ou produzido”. Enquanto que como um processo, *design* deve ser entendido como a forma que se projeta determinado artefato buscando o atendimento de todos os requisitos. (WALLS et al., 1992). Sendo assim, uma teoria do *design*, deve levar em consideração esses dois elementos: o produto e o processo.

Quando se trata da pesquisa do ponto de vista do produto, o processo de construção de teorias baseadas na *Design Science* inicia-se com a definição de um conjunto de *Kernel Theories*. Isto é, teorias consolidadas e reconhecidas pelas ciências naturais e sociais e que, de certa forma, irão exercer influência sobre os requisitos a serem definidos nas etapas seguintes. (WALLS et al., 1992).

A segunda etapa do método, do ponto de vista do produto, engloba um conjunto de *Meta-requisitos*. (WALLS et al., 1992). Os meta-requisitos descrevem a Classe de Problemas que está sendo endereçada na pesquisa. (WALLS et al., 1992). A terceira etapa para a construção de teorias baseadas na *Design Science* é o *Meta-design*, que tem como objetivo descrever possíveis artefatos, ou classe de

artefatos que possam atender aos meta-requisitos da etapa anterior. (WALLS et al., 1992).

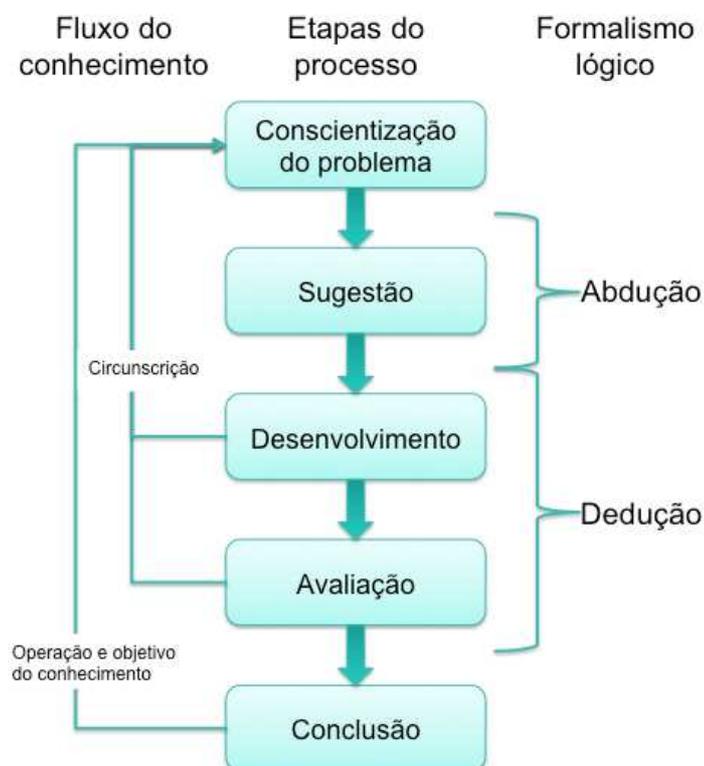
Por fim, a quarta etapa se refere às *Hipóteses Testáveis*. As hipóteses testáveis são elementos que podem ser colocadas à prova a fim de verificar se o que foi definido na etapa de *meta-design*, atende, ou não, ao conjunto de meta-requisitos definidos na segunda etapa da pesquisa para construção de teorias. (WALLS et al., 1992).

Por outro lado, quando a pesquisa é desenvolvida sob o ponto de vista do processo, o primeiro componente a ser definido é o um conjunto de *kernel theories*. Isto é, teorias consolidadas nas ciências naturais e sociais, as quais poderão ter alguma influência no processo de *design* e, por essa razão, devem ser conhecidas e consideradas pelo pesquisador. (WALLS et al., 1992).

Na segunda etapa, chamada de *Método do Design*, o pesquisador irá descrever os procedimentos que serão empregados para a construção do artefato. A última etapa do método proposto por Walls et al. (1992), diz respeito às hipóteses que podem ser colocadas à prova a fim de verificar se o que foi definido pelo método de *design* resulta, de fato, em um artefato consistente com o esperado. (WALLS et al., 1992). Isto é, se o artefato terá condições de atender as expectativas que foram previamente definidas pelo investigador.

Posteriormente, em 2004, também preocupados com a pesquisa na área de sistemas da informação, Vaishnavi e Kuechler (2009), publicam um artigo buscando formalizar um método para a pesquisa fundamentada na *Design Science*, nomeado por eles também como *Design Cycle*. O método proposto é um aperfeiçoamento do *Design Cycle* proposto por Takeda et al. (1990), conforme pode ser observado na Figura 35.

Figura 35: *Design Cycle* por Vaishnavi e Kuechler (2009)



Fonte: Vaishnavi e Kuechler (2009)

A primeira etapa do método proposto por Vaishnavi e Kuechler (2009), diz respeito à *Conscientização do Problema*. Nesta etapa o pesquisador deve identificar e compreender o problema que deseja estudar e solucionar, assim como deve definir qual a performance necessária para o sistema em estudo.

Na segunda etapa, o pesquisador deve *Sugerir* possíveis soluções para o problema que está sendo estudado. Esta etapa é realizada utilizando-se como base o método científico abduativo. Isto ocorre pois o pesquisador deverá usar da criatividade, bem como de seus conhecimentos prévios para propor soluções que possam ser utilizadas para a melhoria da situação atual. (VAISHNAVI; KUECHLER, 2009).

A terceira etapa do método é o *Desenvolvimento* de um dos artefatos que foram propostos pelo pesquisador na etapa anterior, a fim de resolver o problema em questão. Aqueles desenvolvimentos que se mostrarem adequados para solucionar o problema, são posteriormente *Avaliados* (quarta etapa). No entanto, se durante o desenvolvimento, ou mesmo na avaliação, o artefato não se mostrou aderente às necessidades da pesquisa, o investigador poderá retornar à etapa de

conscientização, com o intuito de compreender melhor o problema e, posteriormente, dar continuidade à pesquisa. (VAISHNAVI; KUECHLER, 2009).

Essas aprendizagens geradas durante a execução do método, geram novos conhecimentos, não só para o pesquisador, mas também para quem têm acesso à sua pesquisa. Na Figura 35 as interações entre as etapas está representada pelas setas denominadas de *Circunscrição*. O processo de circunscrição segundo Vaishnavi e Kuechler (2009), é fundamental para a melhor compreensão da pesquisa que está sendo realizada, principalmente, porque permite que outras pessoas, não somente os pesquisadores envolvidos, entendam e aprendam com o processo de construção do artefato. Além disso, permite que o pesquisador aprenda também com o que não funcionou como o esperado, fazendo um contraponto dos seus resultados com a teoria existente. (VAISHNAVI; KUECHLER, 2009).

Por fim, a etapa de *Conclusão*, na qual o pesquisador apresenta os resultados obtidos. (VAISHNAVI; KUECHLER, 2009). Eventualmente, de acordo com os resultados encontrados, o pesquisador perceberá que a própria conscientização do problema foi incompleta ou insuficiente, e muitas vezes por isso não obteve sucesso no desenvolvimento de seu artefato. Por essa razão, o ciclo do *design* pode iniciar novamente, podendo gerar inclusive contribuições a respeito de lacunas existentes na teoria, e que, no momento da conscientização, por sua falta, podem resultar em um artefato inadequado para resolver o problema em estudo.

Ainda nos anos 2000, Van Aken (2004; 2005), Van Aken et al. (2012) publicam artigos e também um livro, primeiro, buscando diferenciar as ciências tradicionais da *Design Science*, em seguida, buscando formalizar um método para condução das pesquisas baseadas na *Design Science*. Método este que pode ser aplicado para as mais diversas áreas. Para Van Aken (2004; 2005), Van Aken et al. (2012), a *Design Science* pode contribuir para a diminuir a lacuna existente entre o que se pesquisa na academia e o que é necessário para as organizações.

Os textos desenvolvidos por Van Aken (2004; 2005), Van Aken et al. (2012) são endereçados, essencialmente, à pesquisa voltada à solução de problemas nas organizações. A Figura 36 apresenta um ciclo para resolução de problemas, baseado nos fundamentos da *Design Science*, e proposto por Van Aken et al. (2012, p. 12). Estas soluções, por sua vez, resultam em prescrições, que devem ainda ser generalizadas para uma determinada Classe de Problemas. Esta generalização permitirá que o conhecimento gerado em uma situação particular possa,

posteriormente, ser aplicado à outras situações similares enfrentadas pelas mais diversas organizações. (VAN AKEN, 2004; VAN AKEN, 2005; VAN AKEN, et al., 2012).

Figura 36: Ciclo para resolução de problemas



Fonte: Van Aken et al. (2012, p. 12)

A partir da identificação de um *Problema*, é fundamental que ele seja devidamente compreendido e definido. Uma vez compreendido o problema, a fase seguinte no ciclo proposto por Van Aken et al. (2012) versa a respeito da *Análise e Diagnóstico* do problema, sendo que tanto o problema como o ambiente e contexto no qual este ocorre são analisados a fim de buscar entender as causas desse problema.

Assim que identificadas as principais causas, é possível começar a *Projetar uma Solução* para o problema, inclusive a forma como esta solução poderá ser implementada deve ser considerada pelo pesquisador. (VAN AKEN, et al., 2012). Na etapa seguinte, de *Intervenção*, a solução proposta é implementada na organização que está sendo estudada. Por fim, segundo Van Aken et al. (2012), deve ser realizada a etapa de *Avaliação* através da qual, serão verificadas as mudanças efetivadas pela implementação da solução. Eventualmente esta avaliação, bem como as *Aprendizagens* geradas pelo ciclo de solução de problemas, poderão guiar o pesquisador a novos problemas que devem ser estudados, iniciando assim um novo ciclo. (VAN AKEN, et al., 2012).

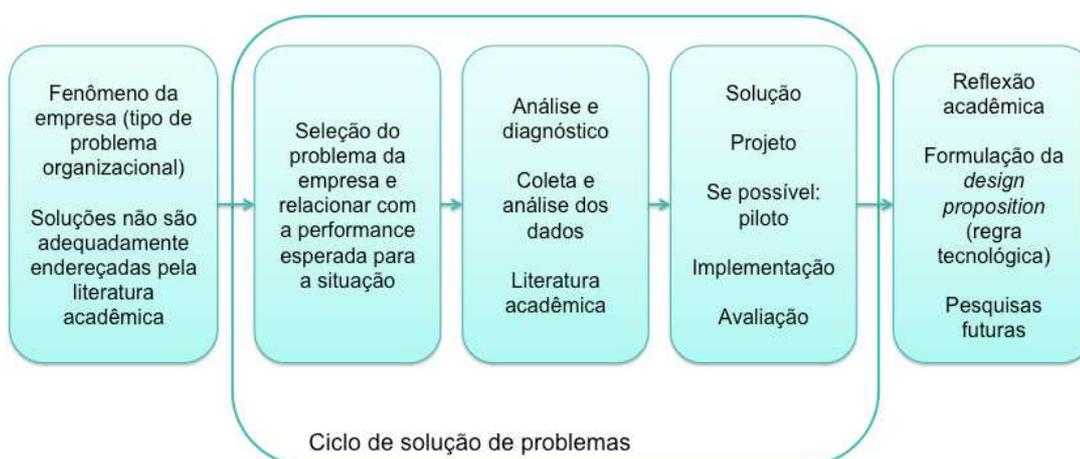
Além disso, Van Aken et al. (2012) ainda diferenciam três processos para geração de conhecimento: desenvolvimento de teorias, teste de teorias e *design* reflexivo. Para o Desenvolvimento de Teorias, normalmente o método de pesquisa utilizado é o estudo de caso. (VAN AKEN et al., 2012). O processo de

desenvolvimento de teorias tem início com a constatação de um fenômeno que ainda não foi devidamente explorado na literatura acadêmica. (VAN AKEN et al., 2012). A partir dessa constatação, segundo Van Aken et al. (2012), os pesquisadores observam o fenômeno e desenvolvem explicações, comparando-as com o que existe na teoria. Por fim, são formuladas proposições que modificam a teoria existente, agregando assim novos conhecimentos. (VAN AKEN et al., 2012).

Uma vez desenvolvida a teoria, outro processo de geração de conhecimento pode ter início: Teste de Teorias. Este processo tem como objetivo auxiliar na conclusão e na confirmação dos resultados obtidos durante o desenvolvimento de teorias. (VAN AKEN et al., 2012). O primeiro passo do processo é identificar as explicações presentes na literatura acadêmica, mas que ainda não são conclusivas a respeito de determinado fenômeno observado. (VAN AKEN et al., 2012). Em um segundo momento, Van Aken et al. (2012) afirmam que o pesquisador poderá gerar um modelo conceitual, bem como hipóteses que posteriormente poderão ser testadas. Por fim, as hipóteses devem ser analisadas e o pesquisador poderá deduzir conclusões a respeito do fenômeno, confirmando ou não a teoria que foi previamente desenvolvida. (VAN AKEN et al., 2012).

O terceiro processo de geração do conhecimento está fortemente relacionado aos conceitos da *Design Science*, e, portanto, é o que tem maior significância para esse trabalho. Segundo Van Aken et al. (2012), o *Design Reflexivo* está fundamentado no ciclo de solução de problemas (vide Figura 37). É válido ressaltar que o objetivo do *design reflexivo* não é a resolução de problemas em um único e particular contexto, mas sim, soluções genéricas que podem ser aplicadas em contextos diversos. (VAN AKEN, et al., 2012).

Figura 37: *Design reflexivo*



Fonte: Van Aken et al. (2012)

Como pode ser observado na Figura 37, a primeira etapa a ser realizada pelo pesquisador é a identificação de um fenômeno, ou problema de uma determinada organização, que não esteja adequadamente fundamentado pela literatura acadêmica. (VAN AKEN, et al., 2012). Isto é, o problema em questão ainda não foi estudado ou solucionado, de forma adequada, segundo a literatura existente. (VAN AKEN et al., 2012).

Uma vez definido o problema a ser estudado, o pesquisador poderá aplicar o ciclo de solução de problemas. No entanto, no caso do *design* reflexivo proposto por Van Aken et al. (2012), é fundamental que, após aplicação do ciclo, o pesquisador faça uma reflexão com o intuito de analisar o problema e a solução proposta de forma mais agregada, a fim de generalizar o conhecimento apreendido na pesquisa. Para que isso ocorra, o pesquisador deverá desconsiderar detalhes particulares da empresa, definindo prescrições mais gerais, *design propositions*, para uma determinada Classe de Problemas.

Um outro artigo que apresentou um método para a condução das pesquisas fundamentadas em *Design Science* foi desenvolvido por Cole et al. (2005). Este artigo apresenta uma preocupação com a pesquisa desenvolvida na área de sistemas da informação, que, segundo os autores, deveria aplicar métodos que tivessem condições de contribuir tanto com os pesquisadores na academia como com os profissionais que estão nas organizações.

O texto contribui no sentido de combinar a abordagem da *Design Science* com um método de pesquisa consolidado, a Pesquisa-Ação. (COLE et al., 2005). Nesse sentido, propõem um método de pesquisa que é uma síntese da Pesquisa-Ação e dos conceitos centrais da *Design Science*. A integração entre estes métodos de pesquisa parece interessante, principalmente no que tange o projeto ou construção de um artefato, em um contexto/ambiente real. Este tipo de artefato, denominado instanciação, pode demandar, ainda, uma interação entre o pesquisador e as pessoas da organização em que o artefato será construído. Logo, utilizar-se de elementos da pesquisa-ação, pode contribuir para o sucesso da pesquisa e também da intervenção na organização. A Figura 38 apresenta os passos para condução de pesquisas propostos por Cole et al. (2005).

Figura 38: Abordagem de pesquisa sintetizada por Cole et al. (2005)



Fonte: Cole et al. (2005)

A primeira etapa do método diz respeito à *Identificação do Problema* a ser estudado, considerando dois aspectos centrais: o entendimento do problema e também o interesse dos envolvidos para a solução desse problema, considerando-se a relevância prática deste para os envolvidos. (COLE *et al.*, 2005). A segunda etapa, a *Intervenção*, corresponde a construção de um artefato para solucionar o problema que está sendo estudado, assim como própria intervenção para proporcionar a mudança na organização. (COLE *et al.*, 2005).

A terceira etapa diz respeito à *Avaliação*, tanto do artefato que foi construído como da própria mudança obtida na organização. (COLE *et al.*, 2005). É nesse momento que o pesquisador verificará se o artefato e a intervenção, de fato atingiram os objetivos. Por fim, segundo Cole et al. (2005) a última etapa denominada *Reflexão e Aprendizagem*, tem como objetivo assegurar que a pesquisa realizada possa servir de subsídio para a geração de conhecimento, tanto no campo prático, quanto no campo teórico. As contribuições dessas investigações certamente vem ao encontro do que se deseja de uma pesquisa que busca, além de tudo, diminuir a lacuna existente entre a teoria e a prática.

Em 2006, baseado no método inicialmente proposto por Vaishnavi e Kuechler (2009), Manson (2006) explicita as saídas que podem ser geradas a partir da realização de cada uma das etapas da *Design Science Research*. A Figura 39 apresenta o método proposto por Vaishnavi e Kuechler (2009), assim como as saídas de cada uma das etapas do processo propostas por Manson (2006).

Figura 39: Saídas da *Design Science Research*

Fonte: Manson (2006)

Segundo Manson (2006), uma vez finalizada a etapa de *Conscientização do Problema*, o pesquisador tem condições de apresentar uma *Proposta*, formal ou não, para iniciar as demais atividades da pesquisa. A proposta deverá ser composta por evidências da situação problemática, caracterização do ambiente externo e seus pontos de interação com o artefato a ser desenvolvido, pela definição das métricas e dos critérios para a aceitação do artefato, além de explicitação dos atores envolvidos com o artefato que será desenvolvido, bem como as classes de problemas às quais o artefato pode apresentar certa relação. (MANSON, 2006)

Ao final da etapa seguinte, a *Sugestão*, o pesquisador terá como saída uma ou mais *Tentativas* realizadas com o intuito de resolver o problema previamente definido. (MANSON, 2006). Nesse momento, o pesquisador deverá explicitar as premissas que serão consideradas para a construção do artefato, registrar todas as tentativas (inclusive as que foram excluídas), e por fim registrar as razões que o levaram a optar por uma tentativa em prol de outra. (MANSON, 2006).

A etapa de *Desenvolvimento*, terá como saída um ou mais *Artefatos*. O pesquisador por sua vez, deverá justificar a escolha das ferramentas que foram utilizadas para o desenvolvimento do artefato, seus componentes e suas relações

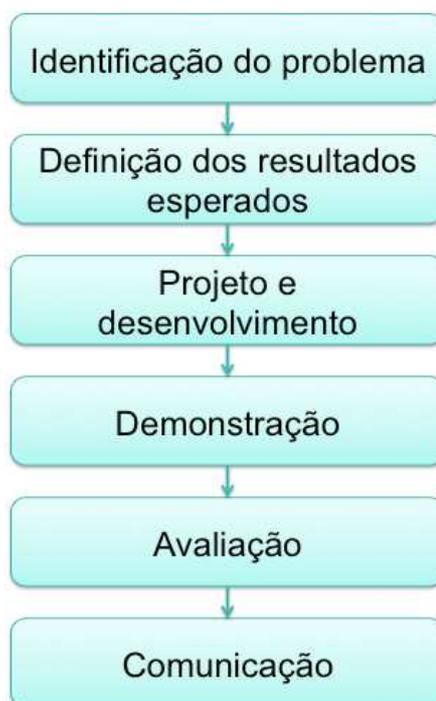
causais que geraram o efeito desejado para que o artefato realize seus objetivos. Ao final dessa etapa é necessário também que sejam explicitadas as formas pelas quais o artefato pode ser validado. (MANSON, 2006).

Logo, assim que desenvolvidos, os artefatos deverão ser colocados à prova na etapa de *Avaliação*. Uma vez avaliados, será possível gerar as *Medidas de Performance* dos artefatos, a fim de compará-las com os requisitos que foram definidos nas etapas antecedentes ao desenvolvimento. (MANSON, 2006). Nessa etapa, o pesquisador deverá detalhar os mecanismos de avaliação do artefato, evidenciando os resultados obtidos. (MANSON, 2006). É necessário também, segundo Manson (2006) que o investigador explicita as partes envolvidas, principalmente quando se trata de avaliações qualitativas (a fim de evitar o viés). E, finalmente, o pesquisador deverá evidenciar o que funcionou como o previsto e os ajustes que poderão ser necessários. (MANSON, 2006)

Ao final, na última etapa do método, a *Conclusão*, o pesquisador terá como produto os *Resultados* da sua pesquisa, que devem ser analisados, consolidados e devidamente registrados. (MANSON, 2006). É fundamental que nessa etapa o pesquisador faça uma síntese das aprendizagens de todas as fases do projeto, além disso, deve justificar a contribuição de seu trabalho para a Classe de Problemas que foi definida na fase um do processo. (MANSON, 2006).

No ano seguinte, em 2007, é publicado um texto de Peffers et al. (2007) que procura consolidar um método para a condução das pesquisas sob o paradigma da *Design Science* (ilustrado na Figura 40). Para a construção desse método, os autores consultaram textos de diversos autores, que também tinham como intuito contribuir para as pesquisas que tem como objetivo prescrever soluções para solução de problemas e construção de artefatos. (COLE et al., 2005; EEKELS; ROOZENBURG, 1991; HEVNER et al., 2004; NUNAMAKER et al., 1991; TAKEDA et al., 1990; WALLS et al., 1992).

Figura 40: Método de pesquisa proposto por Peffers et al. (2007)



Fonte: Peffers et al. (2007)

Segundo Peffers et al. (2007), a primeira atividade do método é a *Identificação do Problema*, além, claro, da definição dos pontos que motivam a realização da pesquisa. É importante que nessa etapa o pesquisador justifique a importância da pesquisa, considerando sua relevância e, também, a importância do problema que está sendo investigado, além da aplicabilidade da solução que será proposta. (PEFFERS *et al.*, 2007).

A segunda etapa do método, diz respeito à *Definição dos Resultados Esperados* para o problema que está se buscando resolver. Peffers et al. (2007), afirmam que os objetivos esperados com a solução do problema podem ser tanto quantitativos como qualitativos. A terceira atividade da pesquisa é chamada de *Projeto e Desenvolvimento*. Nessa fase é desenvolvido o artefato que auxiliará na solução do problema que está sendo estudado. É fundamental que na etapa de *Projeto e Desenvolvimento* sejam definidas as funcionalidades desejadas para o artefato, qual será a sua arquitetura, bem como o desenvolvimento dele em si. Para isso, o pesquisador deverá fazer uso do conhecimento teórico existente, a fim de propor artefatos que suportem a solução do problema (PEFFERS *et al.*, 2007).

A quarta etapa do método proposto por Peffers et al. (2007), refere-se à *Demonstração*, ou seja, o uso do artefato para solucionar o problema em questão. Essa etapa pode ser efetuada por meio de experimentação, simulação, etc.

(PEFFERS et al., 2007). A quinta atividade da pesquisa, diz respeito à *Avaliação*. Nesse momento, o pesquisador deverá observar e medir como o artefato se comporta no sentido de solucionar o problema que está sendo estudado. (PEFFERS et al., 2007). Na *Avaliação*, o investigador deverá comparar os resultados obtidos com a atuação do artefato com o que havia sido definido como requisitos para a solução do problema (segunda etapa do método). Caso o resultado encontrado não seja o esperado, o pesquisador poderá retornar à etapa de *Projeto e Desenvolvimento*, a fim de desenvolver um novo artefato. (PEFFERS et al., 2007).

Por fim, é apresentada por Peffers et al. (2007) a etapa de *Comunicação*. Essa atividade permite que o pesquisador comunique tanto o problema que foi estudado como, também, sua importância. Ademais, é nessa fase que deverá ser apresentado o rigor com o qual a pesquisa foi conduzida, bem como o quão eficaz foi a solução encontrada para o problema. Para realização da atividade de Comunicação, Peffers et al. (2007) sugerem que os pesquisadores façam uso da estrutura de artigos normalmente utilizadas pelas academias.

Uma particularidade do método proposto por Peffers et al. (2007), é que não necessariamente a pesquisa precisa ter início na etapa 1 e ser concluída na etapa 6. Peffers et al. (2007) afirmam que, de acordo com o tipo de problema que está sendo estudado e com o objetivo que se deseja alcançar com a investigação, o método de pesquisa poderá ser utilizado de forma diferente, sendo seu ponto de início inclusive modificado de acordo com os objetivos do pesquisador. (PEFFERS et al., 2007).

Ainda em 2007, ocupados com o desenvolvimento de teorias baseadas nos conceitos da *Design Science*, Gregor e Jones (2007), expandindo os trabalhos de Walls et al. (1992), propõem um método para a construção de teorias. O método, composto por oito componentes, visa essencialmente o desenvolvimento de teorias a partir dos estudos realizados na área de Sistemas da Informação. A Figura 41 apresenta o método proposto por Gregor e Jones (2007).

Figura 41: Método proposto por Gregor e Jones (2007)



Fonte: Adaptado de Gregor e Jones (2007, p. 322)

A primeira etapa do método proposto por Gregor e Jones (2007) refere-se à definição do *Objetivo* e do *Escopo* da pesquisa. Isto é, nessa etapa o pesquisador deverá esclarecer em que tipo de sistema a teoria poderá ser aplicada, bem como seus requisitos. No entanto, esses requisitos deverão ser conjecturados de forma macro, ou seja, não somente com a preocupação da aplicação da teoria para apoiar a solução de um problema ou o estudo de um sistema em si, mas para uma determinada Classe de Problemas. Sendo assim, nessa etapa é necessário considerar ainda, em que tipo de sistema a teoria poderá ser aplicada, bem como suas limitações e abrangências. (GREGOR; JONES, 2007).

Em um segundo momento são determinados os *Constructos*, que correspondem à representação de componentes que sejam de interesse da teoria. (GREGOR; JONES, 2007). Os constructos devem ser claros e concisos, sendo normalmente representados por meio palavras e diagramas. (GREGOR; JONES, 2007). A terceira etapa diz respeito aos *Princípios de Forma e Função*, nesse momento são definidas características da arquitetura do sistema que está sendo desenvolvido ou melhorado, isto é, o ambiente interno do artefato. (GREGOR; JONES, 2007). Esta etapa por sua vez, pode se referir tanto a um produto como, também, a um método.

O quarto componente do método proposto por Gregor e Jones (2007) é denominado *Mutabilidade do Artefato*, isto é, as mudanças de estado do artefato que podem ser antecipados pela teoria, ou, ainda, “qual o grau de alteração do artefato é englobado pela teoria”. (GREGOR; JONES, 2007, p. 322). Nessa etapa o pesquisador deve refletir acerca da dinâmica comportamental do artefato, desde a sua construção, uso e até mesmo no seu descarte. Essa reflexão auxilia sobremaneira no momento de construção de uma teoria baseada em *Design Science*, pois favorece a ponderação do pesquisador no que tange as diferentes adaptações que os artefatos devem sofrer de acordo com o contexto em que será aplicado.

A quinta etapa do método, *Proposições Testáveis*, possibilita testar a teoria e colocar à prova diversas hipóteses com o objetivo de visualizar o comportamento do sistema a ser construído em diferentes contextos. (GREGOR; JONES, 2007). Ademais, Gregor e Jones (2007) afirmam que a possibilidade de generalização dessas proposições, pelo menos em certo grau, deve ser um pré-requisito para que a pesquisa possa de fato gerar uma teoria robusta.

A sexta etapa, no que tange aos componentes básicos do método proposto por Gregor e Jones (2007), é chamada de *Conhecimento Justificável*. O conhecimento gerado pela pesquisa será mais robusto se considerar também a teoria existente, seja ela proveniente das ciências naturais e sociais, chamadas de *kernel theories* por Walls et al. (1992) ou pela própria *Design Science*. (GREGOR; JONES, 2007). Além disso, Gregor e Jones (2007) ressaltam que considerando o conhecimento existente, independente do tipo de ciência que o gerou, é possível explicar o porquê da importância de se construir um artefato e por que ele funciona. Essa explicação se torna importante, inclusive, para apoiar na comunicação da pesquisa que foi realizada.

Em um segundo momento do método proposto por Gregor e Jones (2007) estão duas etapas denominadas como componentes adicionais do método. A primeira dessas duas etapas refere-se aos *Princípios de Implementação*, que diz respeito aos meios que deverão ser utilizados para implementar o artefato construído, e com isso, colocar a teoria desenvolvida à prova. (GREGOR; JONES, 2007).

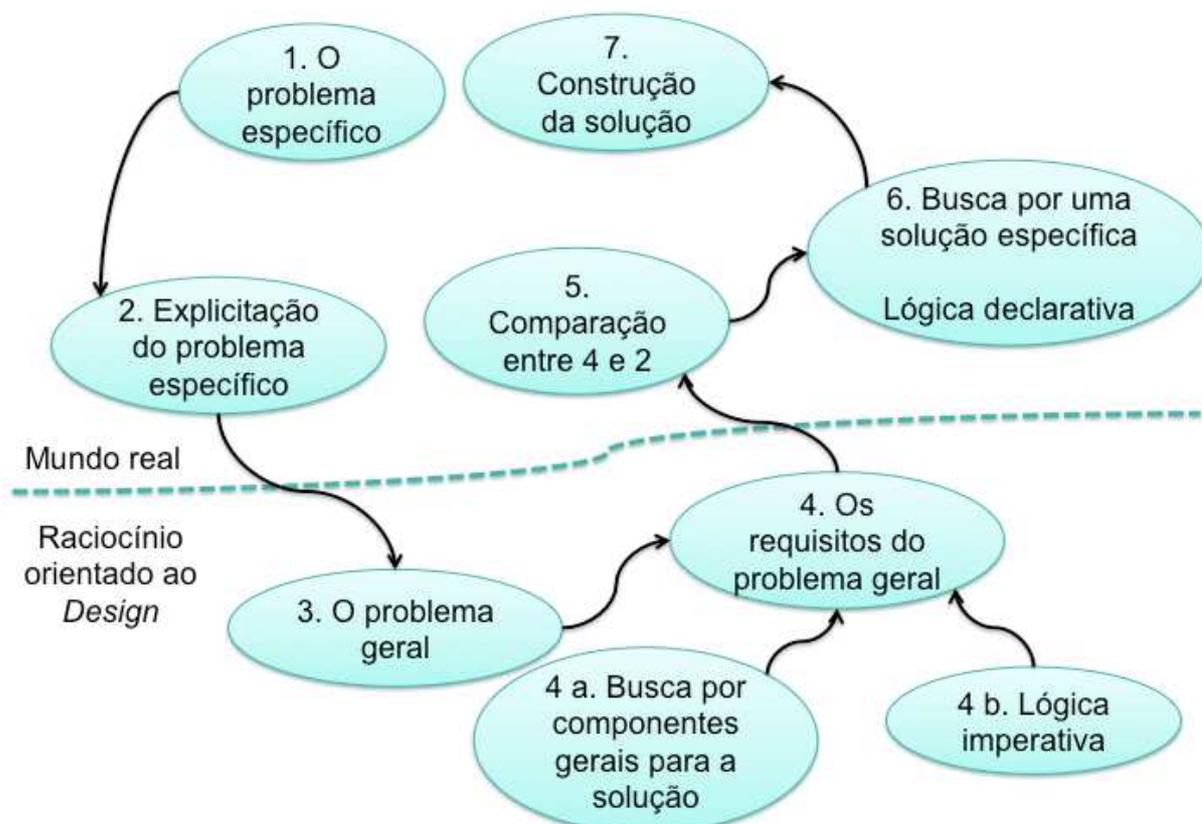
Finalmente, a última etapa dos componentes adicionais, e do método como um todo, é denominada *Instanciação Expositiva*. Esta instanciação diz respeito a

aplicação/uso do artefato em um contexto real. A instanciação no contexto da construção de teorias fundamentadas em *Design Science*, contribui para a identificação de possíveis problemas que a teoria desenvolvida pode apresentar. (GREGOR; JONES, 2007). Além disso, a instanciação favorece a visualização dos conceitos teóricos que estão sendo expostos e, com isso, facilita seu entendimento e traduz mais facilmente seu valor. (GREGOR; JONES, 2007).

Dois anos depois, em 2009, Baskerville et al. (2009) apresentam um texto em um congresso, e propõem um método denominado *Soft Design Science Research*, que engloba conceitos de duas abordagens: a *Design Science Research* e a *Soft System Methodology*. Esse novo método seria adequado para a condução de pesquisas voltadas a resolver problemas e melhorar situações nas organizações, considerando especialmente os aspectos sociais que estão inseridos nas atividades centrais da *Design Science Research*: projetar, desenvolver, avaliar, etc. (BASKERVILLE et al., 2009).

Como pode ser observado na Figura 42, Baskerville et al. (2009) apresentam uma separação entre dois “mundos” para realização das pesquisas fundamentadas no método da *Soft Design Science Research*: o “mundo real” e um outro mais abstrato denominado “raciocínio orientado ao *design*”. No “mundo real” estão presentes as atividades de construção e avaliação do artefato que será implantado para solucionar o problema, por exemplo. Enquanto que no mundo mais abstrato, do pensamento, estão as atividades fundamentadas nos conceitos da *Design Science*, como a busca por uma solução e avaliação da solução proposta. (BASKERVILLE et al., 2009).

Figura 42: Método proposto por Baskerville et al. (2009)



Fonte: Baskerville et al. (2009)

Conforme pode ser observado na Figura 42, na primeira etapa do método proposto por Baskerville et al. (2009), o pesquisador deverá identificar e delinear um *Problema Específico*. Em um segundo momento, o problema deve ser detalhado na forma de um conjunto de requisitos. Sendo que essas duas primeiras etapas do método ocorrem no que Baskerville et al. (2009) denominaram como *Mundo Real*. A terceira etapa, por sua vez, ocorre no que Baskerville et al. (2009) identificaram como *Raciocínio Orientado ao Design*, nesse momento o pesquisador busca generalizar o problema específico em um *Problema Geral*. Essa generalização busca identificar uma *Classe de Problemas* que orientará a condução da pesquisa que está sendo desenvolvida.

Posteriormente, é necessário que sejam definidos os *Requisitos Gerais* para o problema. Isto é, assim como foi definida uma *Classe de Problemas*, deve ser buscado agora uma classe de soluções para o problema geral. Esta etapa poderá ser realizada com o auxílio das técnicas conhecidas no *Pensamento Sistêmico*, e o resultado será uma série de requisitos gerais que orientarão o pesquisador nas próximas fases do método. (BASKERVILLE et al., 2009).

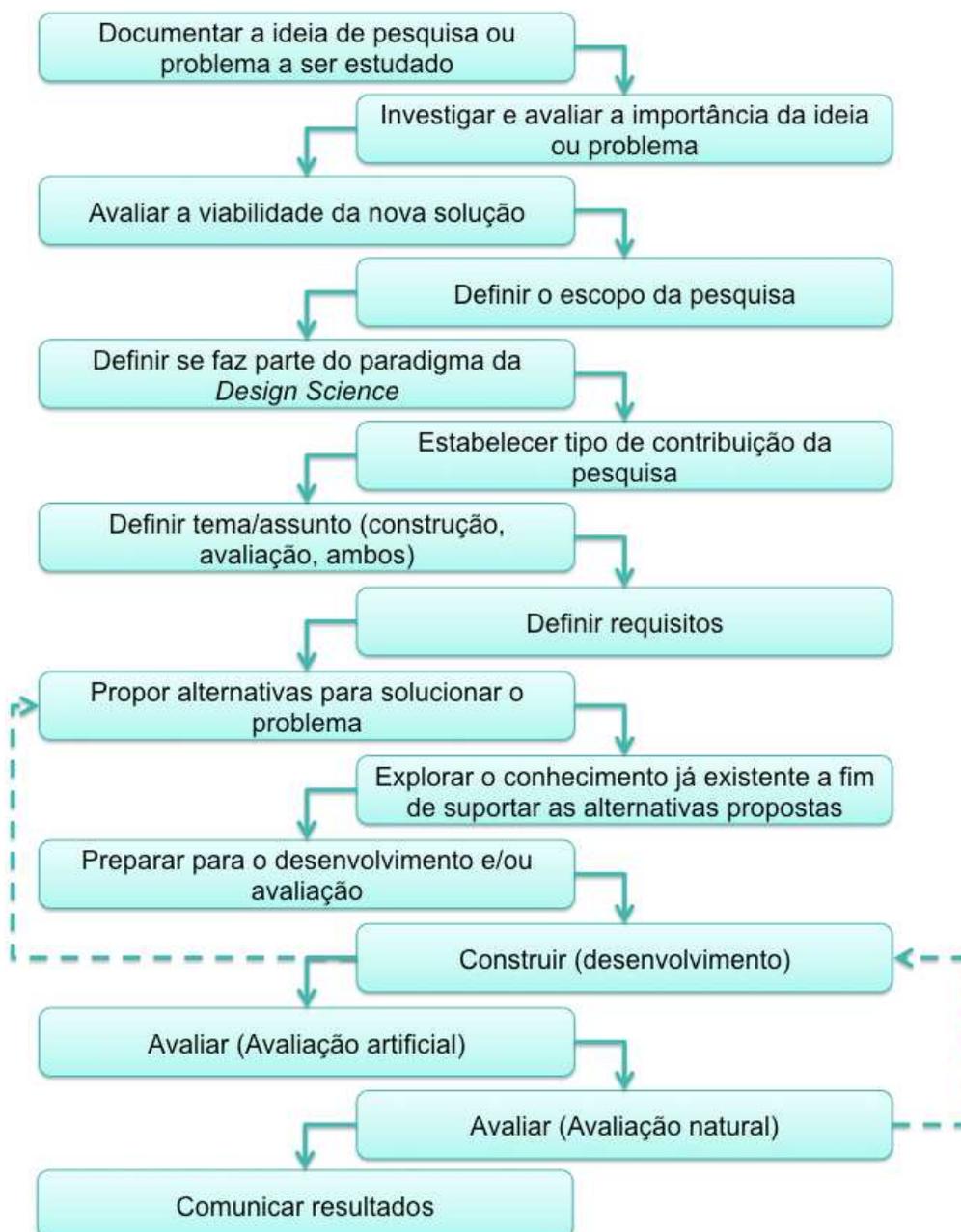
Na quinta etapa do método deve ocorrer uma *Comparação* entre o que foi definido no passo 2 e no passo 4. Ou seja, deverão ser comparados os requisitos do problema específico que está sendo estudado, com aqueles requisitos gerais que foram definidos. (BASKERVILLE et al., 2009). Nessa atividade é necessário que o problema específico (Passo 2) seja revisto em função dos requisitos gerais (Passo 4). (BASKERVILLE et al., 2009).

Na sexta etapa, Baskerville et al. (2009) indicam que deve ser realizada a *Busca por uma Solução Específica* para o problema em questão. No entanto, para realizar essa busca, o pesquisador deve ter em mente os requisitos gerais que foram definidos na etapa 4. Por fim, e efetuada a *Construção da Solução*, que por sua vez é implantada no contexto que esta sendo estudado. (BASKERVILLE et al., 2009).

Após a implantação da solução, faz parte do processo de investigação, avaliar se o problema de fato foi resolvido, ou se o sistema demonstrou alguma mudança após a intervenção. (BASKERVILLE et al., 2009). Além disso, Baskerville et al. (2009) gizam que as aprendizagens devem ser explicitadas e que com isso um novo ciclo pode ser iniciado.

Por fim, em 2011, Alturki et al. (2011) apresentam em um congresso uma proposta de um método de pesquisa fundamentado na *Design Science*. O método proposto surge da síntese de ideias formalizadas por diversos autores, principalmente da área de Sistemas da Informação. (VAN AKEN, 2004; BASKERVILLE et al., 2009; COLE et al., 2005; GREGOR; JONES, 2007; HEVNER et al., 2004; MARCH; SMITH, 1995; MARCH; STOREY, 2008; NUNAMAKER et al., 1991; PEFFERS et al., 2007; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009; VENABLE, 2006; WALLS et al., 1992). A Figura 43 apresenta o método proposto por Alturki et al. (2011), denominado por eles de *Design Science Research Cycle*.

Figura 43: *Design Science Research Cycle* por Alturki et al. (2011)



Fonte: Baseado em Alturki et al. (2011)

O ponto de partida para a pesquisa que utiliza o método proposto por Alturki et al. (2011) é a *Documentação da Ideia ou do Problema* a ser estudado. Esta ideia é proveniente tanto das necessidades dos profissionais que estão nas organizações, como também pelos pesquisadores que percebem lacunas no conhecimento existente e desejam propor novas soluções para determinados problemas. (ALTURKI *et al.*, 2011).

A segunda etapa do método, por sua vez, tem como objetivo *Investigar e Avaliar a Importância do Problema ou da Ideia* que se deseja estudar. Para ser considerado como um tema importante para a pesquisa, é importante verificar se de

fato trata-se de um problema ainda não solucionado em uma determinada Classe de Problemas e ainda se a pesquisa trará alguma contribuição para o campo de conhecimento a que se refere. (ALTURKI *et al.*, 2011). Além disso, essa etapa visa garantir que a pesquisa fundamentada na *Design Science* atenda a um de seus propósitos: produzir novos conhecimentos. (ALTURKI *et al.*, 2011).

Para operacionalizar estas atividades, justificando e assegurando a relevância do estudo, o pesquisador poderá fazer uso dos conhecimentos existentes acerca do tema. Ademais, poderá ainda realizar coleta de dados através de entrevistas, estudos de caso, experimentos, *surveys*, etc. (ALTURKI *et al.*, 2011).

A terceira etapa do método, segundo Alturki et al. (2011), corresponde à *Avaliação da Viabilidade da Solução*. Isto é, não basta simplesmente solucionar o problema, é essencial que a solução proposta seja adequada ao contexto da organização onde a pesquisa está sendo realizada, e, acima de tudo, respeite a realidade desta organização, em termos de recursos humanos, recursos financeiros, valores, etc. (ALTURKI *et al.*, 2011).

Uma vez que a viabilidade da solução for positiva, inicia-se a quarta etapa do método: *Definir o Escopo da Pesquisa*. Nesse momento, são definidos os objetivos, limitações e as próprias delimitações da pesquisa, que no caso da *Design Science Research*, são dinâmicos, e podem ser revisitados ao longo do desenvolvimento do trabalho. (ALTURKI *et al.*, 2011).

Após definido o escopo, considerando-se os objetivos da pesquisa, é necessário verificar se a mesma pertence ao não ao *Paradigma da Design Science*. Se a pesquisa pertence a esse paradigma, deve-se dar sequencia aos demais passos do método, caso contrário, outros métodos poderão ser utilizados para a condução do estudo. (ALTURKI *et al.*, 2011).

A sexta etapa do método refere-se à *Definição do Tipo de Contribuição* que se espera da pesquisa. Os dois tipos de contribuição citados por Alturki et al. (2011) são: i) criar uma solução para uma específica e relevante Classe de Problemas através de um processo rigoroso de construção e avaliação de artefatos; e, ii) reflexão acerca do processo de pesquisa em si, a fim de criar novos padrões para garantir o maior rigor das investigações. (ALTURKI *et al.*, 2011).

A etapa seguinte, *Definição do Tema/Assunto* da pesquisa, deve demarcar se a investigação será acerca da construção e/ou avaliação de um artefato. Essa definição é importante, pois de acordo com o que se deseja com a pesquisa,

diferentes especialidades e recursos poderão ser necessários. (ALTURKI *et al.*, 2011).

A oitava etapa por sua vez, refere-se à *Definição de Requisitos*. Aqui, serão explicitadas as ferramentas, experiência e habilidades que serão necessárias para execução da pesquisa. (ALTURKI *et al.*, 2011). A etapa seguinte, por sua vez, trará a proposição de *Alternativas de Solução* para o problema. Estas soluções propostas buscarão melhorar a situação atual que está sendo estudada, transformando-a em uma situação desejável e que de fato resolva o problema, considerando-se, claro, os requisitos previamente definidos, e também os recursos disponíveis para o alcance dos objetivos. (ALTURKI *et al.*, 2011).

A décima atividade do método proposto por Alturki *et al.* (2011), engloba a *Exploração do Conhecimento Existente* que possam dar suporte as soluções propostas. Este conhecimento normalmente é proveniente das ciências naturais e sociais (*kernel theories* citadas por Walls *et al.* (1992)). A identificação dessas teorias existentes suportará as soluções propostas pela etapa anterior, e é uma atividade fundamental porque o artefato que está sendo construído ou avaliado pelo método da *Design Science Research*, se submete as ciências naturais e sociais, isto é, ele não tem qualquer permissão para violar as leis preconizadas pelas ciências tradicionais. O conhecimento das teorias existentes, bem como das suas lacunas, auxilia o pesquisador a ter uma maior assertividade na escolha da solução para o problema que está sendo estudado, e, além disso, favorece a identificação de novos temas que podem levar à pesquisas futuras. (ALTURKI *et al.*, 2011).

A décima primeira etapa, tem como objetivo *Preparar para o Desenvolvimento e/ou Avaliação* do artefato. Aqui são definidos os métodos que serão utilizados para construir o artefato e avalia-lo. Também devem ser definidas as métricas que serão utilizadas como base para avaliar posteriormente o sucesso do desenvolvimento e também a performance do artefato. (ALTURKI *et al.*, 2011).

Posteriormente, é realizado o *Desenvolvimento* de uma solução para o problema que está sendo estudado ou a *Construção* de um novo artefato. Nessa etapa, além da construção física do artefato, também devem ser definidas as suas funcionalidades, sua arquitetura e suas características gerais. (ALTURKI *et al.*, 2011).

Estando o artefato desenvolvido, ele deve ser avaliado. A *Avaliação*, quando feita de maneira rigorosa, garante um maior reconhecimento da pesquisa por parte

da academia. (ALTURKI et al., 2011). A avaliação na *Design Science Research* não tem como objetivo expor o “por quê” ou “como” o artefato funciona, mas sim explicitar o “quão bem” esse artefato desempenha suas funções. (ALTURKI et al., 2011).

A etapa de avaliação proposta por Alturki et al. (2011) divide-se ainda em dois momentos: a *Avaliação Artificial* e a *Avaliação Natural*. A primeira delas refere-se aos testes que o artefato deverá sofrer ainda internamente, ou seja, num contexto de laboratório por exemplo, utilizando simulação ou mesmo experimentos. Se, por um lado, o artefato ou a solução proposta não apresentar um bom desempenho nessa primeira avaliação, é necessário retornar para a etapa de definir novas alternativas de solução. (ALTURKI et al., 2011).

Por outro lado, se a avaliação interna demonstrar um bom resultado, a *Avaliação Natural* deve ser realizada. Essa avaliação ocorre em um contexto real, numa organização por exemplo. Costuma ser uma avaliação mais cara e complexa por envolver pessoas, processos e uma série de variáveis difíceis de controlar. (ALTURKI et al., 2011).

Ao fim de todas as etapas, os resultados obtidos devem ser *Comunicados*. Esta comunicação deve preferencialmente atingir tanto a comunidade acadêmica quanto aos profissionais nas organizações. A divulgação dos resultados, limitações encontradas e o novo conhecimento gerado, auxilia aos profissionais na implementação das soluções propostas nos seus contextos particulares, com adaptações certamente. (ALTURKI et al., 2011). Ademais, permite também que os pesquisadores na academia tomem conhecimento das contribuições teóricas e metodológicas obtidas na pesquisa. (ALTURKI et al., 2011).

Por fim, é possível constatar que cada um dos autores propõe diferentes métodos para conduzir uma pesquisa fundamentada na *Design Science*, no entanto algumas similaridades podem ser constatadas. O Quadro 10 apresenta uma síntese dos principais elementos que podem ser observados nas propostas dos métodos de pesquisa citados nesse capítulo.

Quadro 10: Principais elementos que compõem a *Design Science Research*

Autores	Principais etapas do método							
	Definição do problema	Revisão da literatura ou busca por teorias existentes	Sugestões de possíveis soluções	Desenvolvimento	Avaliação	Decisão sobre a melhor solução	Reflexão e aprendizagens	Comunicação dos resultados
Bunge	X		X	X	X			
Takeda et al.	X		X	X	X	X		
Eekels e Roozenburg	X		X	X	X	X		
Nunamaker et al.	X		X	X	X			
Walls et al.	X	X	X	X				
Van Aken et al.	X		X	X	X		X	
Vaishnavi e Kuechler	X		X	X	X	X		
Cole et al.	X			X	X		X	
Manson	X		X	X	X	X		
Peffers et al.	X		X	X	X			X
Gregor e Jones	X	X	X	X	X			
Baskerville et al.	X		X	X				
Alturki et al.	X	X	X	X	X			X

Fonte: A autora

Como pode ser observado no Quadro 10, os autores citados nesse capítulo, quando propõem um método para condução das pesquisas fundamentadas na *Design Science*, apontam elementos similares que devem ser considerados. Por exemplo, todos os autores mencionam a necessidade de uma adequada definição do problema a ser estudado, bem como uma etapa de desenvolvimento do artefato. (ALTURKI et al., 2011; BASKERVILLE et al., 2009; BUNGE, 1980; COLE et al., 2005; EEKELS; ROOZENBURG, 1991; GREGOR; JONES, 2007; NUNAMAKER et al., 1991; PEFFERS et al., 2007; TAKEDA et al., 1990; VAN AKEN et al., 2012; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009; WALLS et al., 1992).

A maioria dos autores também propõe que haja uma etapa de sugestão, onde são levantadas algumas características e os requisitos do artefato a ser posteriormente desenvolvido. (ALTURKI et al., 2011; BASKERVILLE et al., 2009; BUNGE, 1980; EEKELS; ROOZENBURG, 1991; GREGOR; JONES, 2007; NUNAMAKER et al., 1991; PEFFERS et al., 2007; TAKEDA et al., 1990; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009; VAN AKEN et al., 2012; WALLS et al., 1992). Assim como uma etapa de avaliação, que além de demonstrar se a solução desenvolvida atende às necessidades do problema, também demonstra a preocupação com o rigor na condução da pesquisa. (ALTURKI et al., 2011; BUNGE, 1980; COLE et al.,

2005; EEKELS; ROOZENBURG, 1991; GREGOR; JONES, 2007; NUNAMAKER et al., 1991; PEFFERS et al., 2007; TAKEDA et al., 1990; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009; VAN AKEN et al., 2012).

Por fim, aparecem também outros elementos, mas somente nas propostas de poucos autores. Um desses elementos é a revisão da literatura, para buscar desde que o que existe de solução para uma determinada Classe de Problemas, como também para identificar teorias consolidadas que possam servir de embasamento para a pesquisa desenvolvida sob o paradigma da *Design Science*. (ALTURKI et al., 2011; GREGOR; JONES, 2007; WALLS et al., 1992).

Outro elemento que aparece somente para alguns autores é um processo de decisão mais formal, através do qual o pesquisador define qual solução teve um melhor resultado, ou qual artefato se mostrou mais adequado para solucionar o problema. (EEKELS; ROOZENBURG, 1991; MANSON, 2006; TAKEDA et al., 1990; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009). Surge também na proposta de alguns autores uma etapa focada nas aprendizagens, reflexões acerca do trabalho, bem como a própria comunicação do que foi obtido com a pesquisa para assegurar que outros pesquisadores ou interessados possam fazer uso do conhecimento gerado. (VAN AKEN et al., 2012; ALTURKI et al., 2011; COLE et al., 2005; PEFFERS et al., 2007)

Uma vez apresentados os diversos formas propostas para a condução das pesquisas através da *Design Science Research*, será exposto um comparativo entre a *Design Science Research* e outros dois métodos comumente utilizados na engenharia de produção no Brasil: Estudo de Caso e Pesquisa-Ação.

#### 4.3 COMPARATIVO ENTRE A DESIGN SCIENCE RESEARCH, O ESTUDO DE CASO E A PESQUISA-AÇÃO

Na busca pelo rigor metodológico na condução de estudos científicos, é necessário que o pesquisador defina, logo no início das suas atividades qual será o método de pesquisa por ele utilizado. Além da definição do método de pesquisa é fundamental que os motivos que levaram a essa escolha também sejam explicitados e devidamente justificados.

No momento da escolha do método de pesquisa a ser empregado, é necessário considerar três pontos principais: i) o método empregado deve ter condições de responder ao problema de pesquisa que será estudado; ii) o método

deve ser reconhecido pela comunidade científica; iii) o método deve evidenciar de forma clara os procedimentos que foram adotados para a pesquisa. Esses elementos tem como função principal garantir a robustez da pesquisa e de seus resultados. De forma a assegurar a imparcialidade e o rigor da pesquisa, bem como a confiabilidade dos resultados obtidos.

Dessa forma, em uma tentativa de apoiar o pesquisador na escolha do métodos de pesquisa a ser utilizado, o Quadro 11 apresenta um breve comparativo entre duas abordagens metodológicas comumente utilizados na Engenharia de Produção, o Estudo de Caso e a Pesquisa-ação (CAUCHICK MIGUEL, 2007), e a *Design Science Research*. É válido ressaltar que esse quadro não procura ser exaustivo, mas busca demonstrar as principais diferenças e semelhanças entre esses métodos.

Quadro 11: Comparativo entre métodos de pesquisa

Características	<i>Design Science Research</i>	Estudo de Caso	Pesquisa-Ação
Objetivos	Desenvolver artefatos que permitam soluções satisfatórias aos problemas práticos	Auxiliar na compreensão de fenômenos sociais complexos	Resolver ou explicar problemas de um determinado sistema gerando conhecimento para a prática e para a teoria
	Projetar e Prescrever	Explorar, Descrever, Explicar e Predizer	Explorar, Descrever, Explicar e Predizer
Principais Atividades	Definir o Problema Sugerir Desenvolver Avaliar Concluir	Definir Estrutura Conceitual Planejar o(s) caso(s) Conduzir Piloto Coletar Dados Analisar Dados Gerar Relatório (CAUCHICK MIGUEL, 2007)	Planejar a Ação Coletar Dados Analisar dados e Planejar ações Implementar Ações Avaliar Resultados Monitorar (Contínuo) (TURRIONI; MELLO, 2012)
Resultados	Artefatos (Constructos, Modelos, Métodos, Instanciações) e aprimoramento de teorias	Constructos Hipóteses Descrições Explicações	Constructos Hipóteses Descrições Explicações Ações
Tipo de Conhecimento	Como as coisas deveriam ser	Como as coisas são ou como se comportam	Como as coisas são ou como se comportam
Papel do Pesquisador	Construtor e/ou Avaliador do Artefato	Observador	Múltiplo, em função do Tipo de Pesquisa-Ação
Base Empírica	Não obrigatória	Obrigatória	Obrigatória
Colaboração Pesquisador-Pesquisado	Não obrigatória	Não obrigatória	Obrigatória
Implementação	Não obrigatória	Não se Aplica	Obrigatória
Avaliação dos Resultados	Aplicações Simulações Experimentos	Confronto com a Teoria	Confronto com a Teoria
Abordagem	Qualitativa e/ou Quantitativa	Qualitativa	Qualitativa

Características	<i>Design Science Research</i>	Estudo de Caso	Pesquisa-Ação
Especificidade	Generalizável à uma determinada Classe de Problemas	Situação específica	Situação específica

Fonte: baseado em Lacerda et al. (2012)

As principais diferenças que podem ser constatadas entre esses três métodos de pesquisa são seus objetivos, a forma que cada um utiliza para avaliar os resultados, o papel do pesquisador na condução das atividades, a possibilidade de generalização do conhecimento construído e a obrigatoriedade ou não de uma base empírica para realização do estudo. Além disso, enquanto a *Design Science Research* está fundamentada nos conceitos da *Design Science*, a Pesquisa-Ação e o Estudo de Caso, tal como são conhecidos tradicionalmente, estão vinculados às Ciências Naturais e Sociais.

No entanto, dependendo dos fins da pesquisa não se descarta a utilização conjunta desses métodos ou ainda a utilização do Estudo de Caso e da Pesquisa-Ação sob o paradigma da *Design Science*. Sein et al. (2011) por exemplo propõem a integração entre a Pesquisa-Ação e a *Design Science Research*, em um método denominado por eles como *Action Design Research*. Além disso, é possível afirmar ainda que a pesquisa-ação quando aplicada sob o paradigma da *Design Science*, pode contribuir para a construção de artefatos, em casos em que o desenvolvimento seja dependente da interação dos envolvidos na pesquisa, ou então a avaliação só possa ser realizada no contexto da organização e com a participação das pessoas do ambiente que está sendo estudado.

Embora para esse trabalho esteja clara a distinção entre a agenda da *Design Science Research* e o caráter de método de pesquisa da Pesquisa-Ação, não há, de fato, consenso, em particular, sobre as fronteiras entre esses métodos na literatura. Järvinen (2007), por exemplo, compara a Pesquisa-Ação e a *Design Science Research*, e suas conclusões apontam para a similaridade entre essas abordagens metodológicas. Iivari & Venable (2009), por sua vez, apresentam uma reflexão que realiza distinções entre essas abordagens desde o ponto de vista dos pressupostos paradigmáticos até às questões operacionais. Sein et al. (2011) propõem a integração entre essas abordagens no que denominam de *Action Design Research* ilustrando, inclusive, sua aplicação.

Pode-se buscar esclarecer essa discussão distinguindo, simplesmente, os fins (objetivos) e os meios de pesquisa. Se, por um lado, tem-se como fins (objetivos) da

pesquisa descrever, explicar ou prever, pode-se inferir que o Estudo de Caso e Pesquisa-Ação, tal como tradicionalmente apresentados e defendidos, sejam abordagens adequadas. Por outro lado, por sua própria definição, a *Design Science Research* não permite que tais objetivos sejam alcançados.

Ainda sobre a utilização dos métodos tradicionais, mas sob um diferente paradigma, Van Aken (2004) ilustra a possibilidade do uso do Estudo de Caso fundamentado na *Design Science*, citando o estudo de Womack et al. (1990) sobre a indústria automobilística mundial. No trabalho de Womack et al. (1990) foram formalizados diversos artefatos (métodos e instâncias) como por exemplo: *Kanban*, sincronização da produção, produção *Just-in-time*, etc. Nessa circunstância explanada por Van Aken (2004), o estudo de caso cumpre dois objetivos: avançar no conhecimento teórico na área em estudo e formalizar artefatos eficazes que podem ser úteis a outras organizações.

A partir desse comparativo, é possível constatar que a *Design Science Research* é o método de pesquisa mais indicado quando o objetivo do estudo é projetar e desenvolver artefatos, bem como soluções prescritivas, seja em um ambiente real ou não. Contudo, quando os objetivos da pesquisa estão voltados ao âmbito da exploração, descrição ou explicação, o Estudo de Caso e a Pesquisa-Ação, como são tradicionalmente conhecidos, são os mais indicados.

Todavia, independente do método de pesquisa selecionado, todos devem assegurar a validade da pesquisa. É, portanto, nessa temática que a seção seguinte se desenvolve.

#### 4.4 VALIDADE DAS PESQUISAS

Essa seção apresentará discussões relativas à validade das pesquisas que utilizam a *Design Science Research* como método. Segundo Pries-Heje e Baskerville (2008) a validade da pesquisa fundamentada em *Design*, deve ser provada a partir da avaliação dos artefatos desenvolvidos. Estes artefatos, quando avaliados, devem evidenciar que têm condições de atingir os objetivos desejados e esperados para eles, ou seja, cumprem plenamente sua função. (PRIES-HEJE; BASKERVILLE, 2008).

Chakrabarti (2010) manifesta preocupação quando afirma que algumas maneiras de suportar a validação da pesquisa, em geral, tem fundamentos

empíricos insuficientes. No entanto, a validade é um fator determinante para amparar a pesquisa, com o intuito de facilitar a utilização ou aplicação da pesquisa no campo prático. (CHAKRABARTI, 2010). Conforme Mentzer e Flint (1997), a validade de uma pesquisa pode ser caracterizada como um conjunto de procedimentos utilizados para garantir que o que foi concluído com a pesquisa possa ser afirmado com segurança.

Em *Design Science Research* se compreende como fonte de validade um conjunto de procedimentos para garantir que os resultados gerados pelo artefato provêm do ambiente interno projetado e o ambiente externo em que foi preparado para operar. Para isso é necessário: i) Explicitar o ambiente interno, o ambiente externo e os objetivos clara e precisamente; ii) Explicitar como o artefato pode ser testado; iii) Descrever os mecanismos que gerarão os resultados a serem controlados/acompanhados.

Assim sendo, nessa seção, será evidenciada uma das etapas fundamentais para adequada validade da pesquisa fundamentada na *Design Science*: a avaliação dos artefatos originados da *Design Science Research*. Conforme Tremblay et al. (2010), a pesquisa sustentada pela *Design Science Research* não pode estar preocupada somente com o desenvolvimento do artefato em si. Deve-se expor evidências de que o artefato, efetivamente, poderá ser utilizado para resolver problemas reais. (TREMBLAY et al., 2010).

Cabe destacar que, embora haja uma etapa específica de Avaliação do artefato, isso não dispensa que, em cada uma das etapa previstas para a condução da *Design Science Research*, sejam realizadas avaliações parciais dos resultados. Isso se faz necessário, para certificar que a pesquisa está avançando no sentido dos objetivos propostos. Hevner et al. (2004) afirmam que existe cinco formas para avaliar um artefato: i) observacional; ii) analítico; iii) experimental; iv) teste; e, v) descritivo. Para esta atividade são propostos alguns métodos e técnicas que podem ser utilizados para avaliar os artefatos gerados pela *Design Science Research*. (HEVNER et al., 2004). Esses grupos estão detalhados no Quadro 12, exemplificados por métodos e técnicas que podem ser utilizados para avaliação dos artefatos.

Quadro 12: Métodos e técnicas para avaliação dos artefatos

Forma de Avaliação	Métodos e técnicas propostas
Observacional	Elementos do Estudo de Caso: estudar o artefato, existente ou criado, em profundidade no ambiente de negócios. Estudo de Campo: monitorar o uso do artefato em projetos múltiplos.
Analítico	Análise Estática: 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 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).
Experimental	Experimento Controlado: estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade). Simulação: executar o artefato com dados artificiais.
Teste	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).
Descritivo	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.

Fonte: Adaptado de Hevner et al. (2004, p. 86)

A avaliação Observacional, primeira forma de avaliação proposta por Hevner et al. (2004) pode ser realizada com o apoio de alguns elementos do estudo de caso e também do estudo de campo. Quanto aos elementos do estudo de caso, que são adequados para essa etapa de avaliação, pode-se citar: o planejamento do caso (definição das unidades de análise, por exemplo), as formas de coleta e análise dos dados, bem como o relato final do que foi observado pelo pesquisador.

Os principais objetivos da avaliação observacional, é verificar como se comporta o artefato, em profundidade e em um ambiente real. (HEVNER *et al.*, 2004). Nesse tipo de avaliação, o pesquisador atua como observador, não interagindo diretamente com o ambiente de estudo.

Os artefatos podem ser avaliados também por métodos e técnicas Analíticas, segunda forma de avaliação proposta por Hevner et al. (2004), que buscam acima de tudo avaliar o artefato e sua arquitetura – interna, bem como a forma como ele interage com o ambiente externo. (HEVNER *et al.*, 2004). Nesse caso, busca-se principalmente verificar o desempenho do artefato e o quanto de fato ele consegue melhorar o sistema quando é agregado à esse.

A terceira forma de avaliação proposta por Hevner et al. (2004), é denominada Experimental. A avaliação experimental pode ocorrer por meio de

experimentos controlados, em laboratório por exemplo, ou ainda por meio da simulação. (HEVNER *et al.*, 2004). A simulação pode ser feita tanto por computador, como também fisicamente, por meio de *Mock-ups*. Os “*Mock-ups* são modelos construídos em tamanho real” (GERSZEWSKI *et al.*, 2009, p.4), que visam representar um ambiente real a fim de verificar e demonstrar o comportamento do artefato a ser avaliado.

A quarta forma proposta por Hevner *et al.* (2004) para avaliação de artefatos, é a de Teste. Hevner *et al.* (2004) propõe duas maneiras para execução desse tipo de avaliação: teste funcional (*Black Box*) e o teste estrutural (*White Box*), ambos mais comumente utilizados quando se trata do desenvolvimento de artefatos na área de sistemas da informação. O *White Box* é um teste estrutural e se baseia na análise interna do *software*. (KHAN, 2011). Isto é, o *White Box* avalia como o sistema, internamente, processa as entradas para gerar as saídas desejadas. (KHAN, 2011). Por outro lado, o *Black Box*, é um teste funcional, que ocupa-se de verificar se o sistema, do ponto de vista do usuário, atende aos parâmetros desejados. (KHAN, 2011). O usuário sequer precisa entender da estrutura interna do sistema, mas sim da sua funcionalidade e utilidade.

Por fim, a quinta e última forma de avaliação proposta por Hevner *et al.* (2004), é denominada Descritiva. A avaliação descritiva busca, essencialmente, demonstrar a utilidade do artefato desenvolvido. Para evidenciar sua utilidade, o pesquisador poderá fazer uso de argumentos existentes na literatura, ou ainda, poderá construir cenários para procurar demonstrar a utilidade do artefato em diferentes contextos. (HEVNER *et al.*, 2004).

Outrossim, cabe ressaltar que existem outras formas de avaliar os artefatos além daquelas apresentadas por Hevner *et al.* (2004). É possível, por exemplo, avaliar os artefatos desenvolvidos por meio da técnica de *Focus Group* ou Grupo Focal. Segundo Bruseberg e Mcdonagh-Philp (2002), esta técnica poderia ser utilizada para suportar os desenvolvimentos, bem como a avaliação dos artefatos. Bruseberg e Mcdonagh-Philp (2002) exemplificam que Grupos Focais foram aplicados na construção de *softwares* e avaliação de interfaces de *softwares*, por exemplo.

Os Grupos Focais parecem apropriados como técnica para a avaliação na *Design Science Research*, uma vez que garantem uma discussão mais profunda e colaborativa em relação aos artefatos desenvolvidos pela pesquisa. De acordo com

Bruseberg e Mcdonagh-Philp (2002), o Grupo Focal pode ser combinado com outras técnicas para: i) suportar as discussões dos grupos interessados; ii) facilitar a triangulação dos dados, e; iii) auxiliar no surgimento de novas ideias a respeito de um determinado problema.

Auxiliam, ainda, na realização da análise crítica dos resultados obtidos durante a pesquisa e podem fazer brotar novas possibilidades com o intuito de encontrar melhores soluções para os problemas em estudo. Tremblay et al. (2010) apresentam dois tipos de Grupos Focais que poderiam ser utilizados para a avaliação dos artefatos desenvolvidos pela *Design Science Research*, estes tipos, bem como suas principais características estão expostos no Quadro 13.

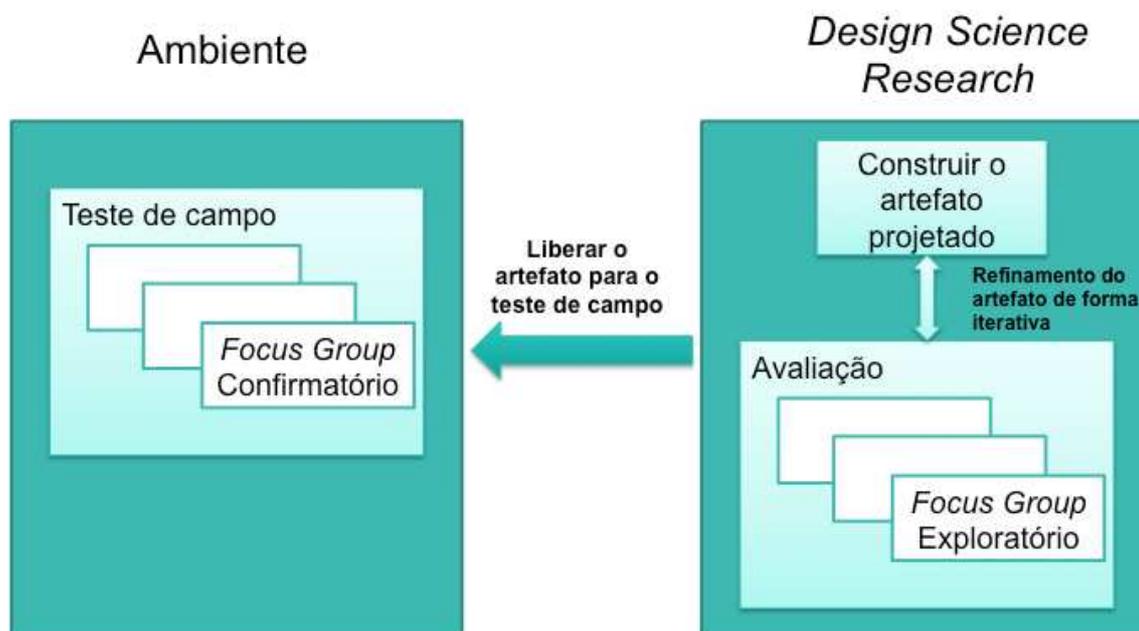
Quadro 13: Tipos de Grupos Focais em *Design Science Research*

Características	Grupo Focal Exploratório	Grupo Focal Confirmatório
Objetivo	Alcançar melhorias incrementais rápidas na criação de artefatos.	Demonstrar a utilidade dos artefatos desenvolvidos no campo de aplicação.
Papel do Grupo Focal	Fornecimento de informações que possam ser utilizadas para eventuais mudanças tanto no artefato, como no roteiro do Grupo Focal. Refinamento do roteiro do Grupo Focal e identificação de constructos a serem utilizados em outros grupos.	O roteiro de entrevistas previamente definido para ser aplicado ao grupo de trabalho, não deve ser modificado ao longo do tempo a fim de garantir a possibilidade de se fazer comparativos entre cada Grupo Focal participante.

Fonte: adaptado de Tremblay et al. (2010)

Segundo Tremblay et al. (2010) o Grupo Focal Exploratório é o mais indicado para a avaliação do artefato. Não somente sua avaliação final, mas também avaliações intermediárias que possam, a partir dos resultados obtidos, gerar melhorias incrementais no artefato.

Uma vez que o artefato esteja adequado para ser testado em campo (quando isso for necessário e/ou desejado), o Grupo Focal Confirmatório parece ser o mais indicado. (TREMBLAY et al., 2010). Visto que, poderá confirmar a utilidade do artefato no campo de aplicação. A Figura 44 busca representar de forma esquemática os conceitos citados acima.

Figura 44: Grupo Focal em *Design Science Research*

Fonte: Tremblay et al. (2010, p.603)

Destaca-se, entretanto, que a escolha do método de avaliação pode depender tanto do artefato desenvolvido quanto das exigências acerca da performance deste artefato. Por consequência, o método de avaliação deve estar alinhado diretamente ao artefato em si e a sua aplicabilidade. Uma avaliação rigorosa do artefato, bem como dos resultados obtidos na pesquisa, contribuirá para a robustez do trabalho, bem como para assegurar a confiabilidade de seus resultados.

Segundo Mentzer e Flint (1997), quando se trata de rigor, é importante deixar claro que não está se pressupondo o uso de métodos sofisticados. De fato, rigor implica cuidados para se evitar que algo seja afirmado, ou que se conclua algo que a pesquisa em si não tenha condições de suportar. Migrando esse conceito para a *Design Science Research*, trata-se de evidenciar e justificar os procedimentos adotados para aumentar a confiabilidade do artefato e de seus resultados no que tange sua forma de aplicação.

Procurou-se aqui sugerir mecanismos que permitam uma compreensão detalhada dos artefatos produzidos e, por consequência, garantam a replicação das pesquisas que fazem uso da *Design Science Research*. A replicação, por sua vez, é um mecanismo importante para a consistência e teste do conhecimento produzido ao longo do tempo.

No próximo capítulo, procurar-se-á apresentar mais detalhadamente dois conceitos que foram brevemente discutidos anteriormente: a Classe de Problemas e

os Artefatos. Ambos conceitos bastante presentes quando se discute acerca da *Design Science Research*.

## 5 CLASSE DE PROBLEMAS E ARTEFATOS

“Um artefato 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”. (SIMON, 1996, p. 29).

Este capítulo está organizado em três seções. Na primeira seção, serão apresentadas as definições e conceitos relativos à Classe de Problemas. Além disso, serão exemplificadas algumas Classes de Problemas comuns à engenharia de produção.

A segunda seção se ocupará da conceituação e tipificação dos artefatos gerados a partir da *Design Science Research*. Serão apresentadas ainda as definições de cada tipo artefato, assim como as principais características que os distinguem.

Por fim, a terceira e última seção, apresentará uma lógica que relaciona os artefatos gerados a partir da *Design Science Research* e o conceito de Classe de Problemas. Outrossim, será feita a formalização de uma possível trajetória da pesquisa que se fundamenta na *Design Science*.

### 5.1 CONCEITO DE CLASSE DE PROBLEMAS

Em sua obra *As Ciências do Artificial*, Simon (1996) não define o que seria uma Classe de Problemas, no entanto, ele as exemplifica. As classes de problemas podem consistir em uma organização que orienta a trajetória e o desenvolvimento do conhecimento no âmbito da *Design Science*. A própria natureza dos artefatos, como poderá ser observado nesse capítulo, pode induzir à conformação de tais classes.

Contudo, poucos são os autores que, mesmo utilizando a *Design Science Research* como método de pesquisa, classificam os artefatos construídos ou avaliados em uma determinada Classe de Problemas. (SEIN et al., 2011). Nesse sentido, a principal discussão acerca da necessidade de definição das classes de problemas, para a adequada condução das pesquisas fundamentadas em *Design Science*, está presente, principalmente, em Van Aken (2004), Van Aken et al. (2012) e Sein et al. (2011).

As classes de problemas, por sua vez, permitem que os artefatos e, por consequência, suas soluções, não sejam apenas uma resposta pontual a um certo

problema em determinado contexto. (VENABLE, 2006). Elas permitem que o conhecimento gerado em um contexto específico, quando generalizado, possa ser enquadrado em uma determinada Classe de Problemas, que posteriormente possa ser acessado por outros pesquisadores ou organizações que apresentem problemas similares. Isto vem ao encontro da afirmação de que “*Design Science* não se preocupa com a ação em si mesma, mas com o conhecimento que pode ser utilizado para projetar as soluções.” (VAN AKEN, 2004, p. 226).

Nesse sentido, o conhecimento gerado a partir da *Design Science Research* é passível de generalização e, por consequência, pode ser enquadrado em uma dada classe de casos (VAN AKEN, 2004), aqui entendidos como uma Classe de Problemas. Entende-se que o problema real e, conseqüentemente, os artefatos que geram soluções satisfatórias para este, é sempre singular em seu contexto. Contudo, tanto os problemas quanto as soluções satisfatórias podem compartilhar características comuns que permitam uma organização do conhecimento de uma determinada classes de problemas – possibilitando assim a generalização e o avanço do conhecimento na área.

Não há uma definição conceitual da Classe de Problemas ou uma proposição para sua construção. Essa discussão, no entanto, parece central, pois as classes de problemas poderiam servir como uma alternativa a ser utilizada, ao invés de apenas serem consideradas soluções predominantemente pontuais e específicas. Dessa forma, define-se, neste texto, Classe de Problemas como a organização de um conjunto de problemas, práticos ou teóricos, que contenha artefatos úteis para a ação nas organizações. O Quadro 14 é uma tentativa, que procura exemplificar este conceito de Classe de Problemas, considerando a realidade da engenharia de produção.

Quadro 14: Exemplos de Classe de Problemas e artefatos

Classe de Problemas	Artefatos
Planejamento e Controle da Produção	Tambor-Pulmão-Corda (GOLDRATT, 1991)
	Kanban (OHNO, 2006)
	CONWIP (SPEARMAN; HOPP, 1990)
Mensuração dos Custos	Contabilidade de Ganhos (GOLDRATT, 1991)
	Custeio Baseado em Atividades (COOPER; KAPLAN, 1988)
	Unidades de Esforço de Produção (ALLORA, 1985)

Classe de Problemas	Artefatos
Alinhamento Estratégico	Modelo de Labovitz e Rosansky (1997)
	<i>Balanced Scorecard</i> (KAPLAN; NORTON, 1992)
	Modelo de Hambrick e Cannella Jr (1989)
	<i>Organizational Fitness Profiling</i> (BEER; EISENSTAT, 1996)
Planejamento de Cenários	Pensamento Sistêmico e Planejamento de Cenários (ANDRADE <i>et al.</i> , 2006)
Mapeamento de Processos	<i>Value Stream Map</i> (ROTHER; SHOOK, 1999)
	Mapeamento pelo Mecanismo da Função Produção (SHINGO, 2005)
	<i>Architecture of Integrated Information Systems</i> ARIS (SCHEER, 2005)
Análise de problemas e apoio à tomada de decisão	Processo de Pensamento (GOLDRATT, 2004)
	Pensamento Sistêmico e Planejamento de Cenários (ANDRADE <i>et al.</i> , 2006)
	MIASP – Método para Identificação, Análise e Solução de Problemas (KEPNER; TREGOE, 1980)
Gestão de projetos	Corrente Crítica (GOLDRATT, 1998)
	PERT/CPM

Fonte: a autora com base em Lacerda et al. (2012)

Com a definição do conceito de Classe de Problemas deixa-se aberta a possibilidade de tratamento de problemas teóricos, uma vez que um problema pode corresponder, inclusive, a formas de testar uma teoria na prática organizacional. Também fica aberta a possibilidade de formalizar artefatos existentes na prática de determinada organização, e que necessitam de avaliações em outros ambientes. Esse aspecto permite inclusive que os métodos tradicionais de pesquisa (Estudo de caso, Pesquisa-Ação, Modelagem, *Survey*) sejam utilizados para a formalização de artefatos existentes.

Esses enquadramentos em termos de classes de problemas se assimila à aplicação de Sein et al. (2011), que consideram que a definição de classes de problemas deve ser realizada para favorecer a pesquisa, desde sua concepção até a generalização de seus resultados, visando a aplicação da solução não só para um problema específico, mas sim para, justamente, uma certa Classe de Problemas. Para fins ilustrativos, a Figura 45 procura apresentar uma lógica gráfica para a construção de classes de problemas.

Figura 45: Lógica para construção das classes de problemas



Fonte: a autora com base em Lacerda et al. (2012)

A partir de um problema (teórico ou prático) identificado, é necessário conscientizar-se das repercussões de sua existência para a organização. Além das repercussões é necessário identificar quais os objetivos ou metas são necessários para que o problema seja considerado satisfatoriamente resolvido. Esse procedimento consiste na “conscientização” e em uma circunspeção do problema.

A partir dessa conscientização é necessário realizar uma revisão sistemática na literatura. (SILVA, 2009). Essa revisão sistemática da literatura visa estabelecer o quadro de soluções empíricas conhecidas até o momento. (SILVA; MENEZES, 2001). Esta revisão empírica tem como objetivo identificar os artefatos que procuram encaminhar soluções ao problema em questão. Esse procedimento parece imprescindível nesse momento, uma vez que seriam necessárias publicações que consolidassem as classes de problemas, os artefatos testados e suas soluções, como na medicina baseada em evidências, por exemplo (VAN AKEN, et al., 2012; HUFF et al., 2006), ainda não disponíveis em outras áreas (como, por exemplo, na Engenharia de Produção).

Uma vez definidas as classes de problemas, é necessário caracterizar os artefatos gerados pela *Design Science Research*. Estes artefatos estão substancialmente associados às classes de problemas. Portanto, a próxima seção se ocupará da definição de artefatos, sua tipologia e caracterização.

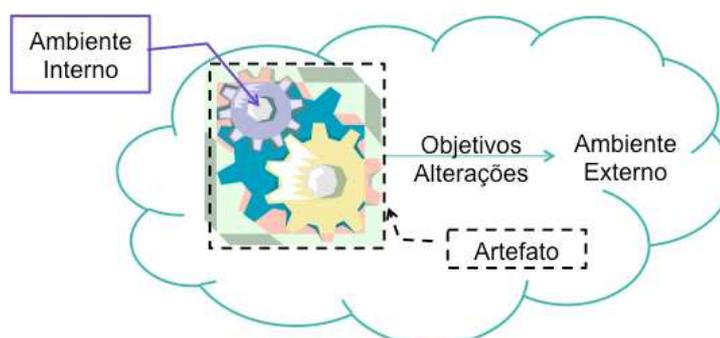
## 5.2 CONCEITO E TIPOS DE ARTEFATOS

Artefato pode ser entendido como algo que foi concebido pelo homem, ou seja, é algo artificial, segundo os conceitos defendidos por Simon (1996). No entanto, embora os artefatos sejam considerados artificiais e, portanto, concebidos a partir dos fundamentos da *Design Science*, os artefatos se submetem às leis naturais, que são regidas pelas ciências tradicionais. (SIMON, 1996).

Isto posto, pode-se afirmar que 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”. (SIMON, 1996, p. 28). Assim, “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”. (SIMON, 1996, p. 28).

Dessa forma, “um artefato 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”. (SIMON, 1996, p. 29). Assim sendo, o artefato é a organização dos componentes do ambiente interno para atingir objetivos em um determinado ambiente externo (SIMON, 1996), como pode ser observado na Figura 46.

Figura 46: Caracterização do artefato



Fonte: Lacerda et al. (2012)

Gill e Hevner (2011, p.238), por sua vez, definem artefatos como “uma representação simbólica ou uma instanciação física dos conceitos de *design*”. Para Gill e Hevner (2011) o processo de *design* é constituído por várias camadas. Sendo estas camadas fortemente relacionadas às características e propriedades dos artefatos que estão sendo desenvolvidos. A Figura 47 representa as camadas do processo de desenvolvimento do artefato.

Figura 47: Camadas do processo de desenvolvimento do artefato



Fonte: a autora com base em Gill e Hevner (2011, p.239)

A primeira camada do processo de desenvolvimento do artefato definida por Gill e Hevner (2011) é chamada de Espaço do *Design*. É nesta primeira camada que está o conjunto de possíveis soluções para o problema, ou seja, onde estão os possíveis artefatos a serem desenvolvidos, bem como os requisitos para seu bom funcionamento. (GILL; HEVNER, 2011). Nessa camada o pesquisador verificará o que existe e o que ainda não existe acerca do problema que está estudando, bem como em relação ao artefato que pretende desenvolver.

É possível relacionar o conceito Espaço do *Design* com os conceitos previamente estabelecidos acerca de Classe de Problemas. Isto é, antes de iniciar o projeto ou desenvolvimento de um artefato, é necessário consultar o que existe a respeito desse artefato em uma determinada Classe de Problemas. Com isso, é possível assegurar maior assertividade do pesquisador no momento de propor os artefatos que podem solucionar determinada situação problema.

Uma vez que uma possível solução de artefato é escolhida, o pesquisador deve se ocupar do desenvolvimento do artefato em si. O desenvolvimento do artefato corresponde à segunda camada proposta por Gill e Hevner (2011), e é composta por uma série de subcamadas. Estas subcamadas são: i) viabilidade do artefato; ii) utilidade do artefato; iii) representação do artefato; e, iv) construção do artefato. (GILL; HEVNER, 2011).

Apresentar a viabilidade do artefato visa assegurar que o que está sendo proposto será passível de implementação, considerando-se todos os requisitos necessários para tal. (GILL; HEVNER, 2011). Outra subcamada diz respeito a definição da utilidade do artefato, isto é, existe a necessidade de demonstrar os benefícios desse artefato para seus usuários, e porque este artefato será desenvolvido ao invés de qualquer outro. (GILL; HEVNER, 2011). A terceira subcamada, denominada representação do artefato, visa determinar qual o formato mais adequado para comunicar os conceitos do artefato para os usuários. (GILL; HEVNER, 2011). Esta representação pode ser gráfica, pode ser um algoritmo, etc. A quarta e última subcamada proposta por Gill e Hevner (2011) é a de construção do artefato em si. Essa construção poderá guiar os usuários do artefato para a posterior implementação deste no contexto real. (GILL; HEVNER, 2011).

A última camada apresentada por Gill e Hevner (2011) no que tange ao processo de desenvolvimento do artefato, se ocupa do uso do artefato. Esta camada está dividida ainda em: i) instanciação piloto do artefato; e, ii) liberação do artefato para instanciação. (GILL; HEVNER, 2011). Esta última camada visa preparar o artefato para sua implementação e uso no ambiente real. Além disso, a partir do piloto, é possível retornar às camadas iniciais, para aprimorar o artefato que está sendo desenvolvido, antes de liberá-lo para instanciação. (GILL; HEVNER, 2011).

Uma vez definidos os conceitos centrais acerca dos artefatos, pode-se tipificá-los. Contudo, não existe, ainda, uma uniformidade de conceitos no que tange os tipos de artefatos (produtos) gerados a partir da aplicação da *Design Science Research*. O Quadro 15, extraído de Alturki et al. (2011), apresenta uma síntese dos principais autores que tipificaram os artefatos. Além disso, o Quadro 15 procura agrupar os artefatos por classe, segundo sua similaridade.

Quadro 15: *Produtos da Design Science Research*

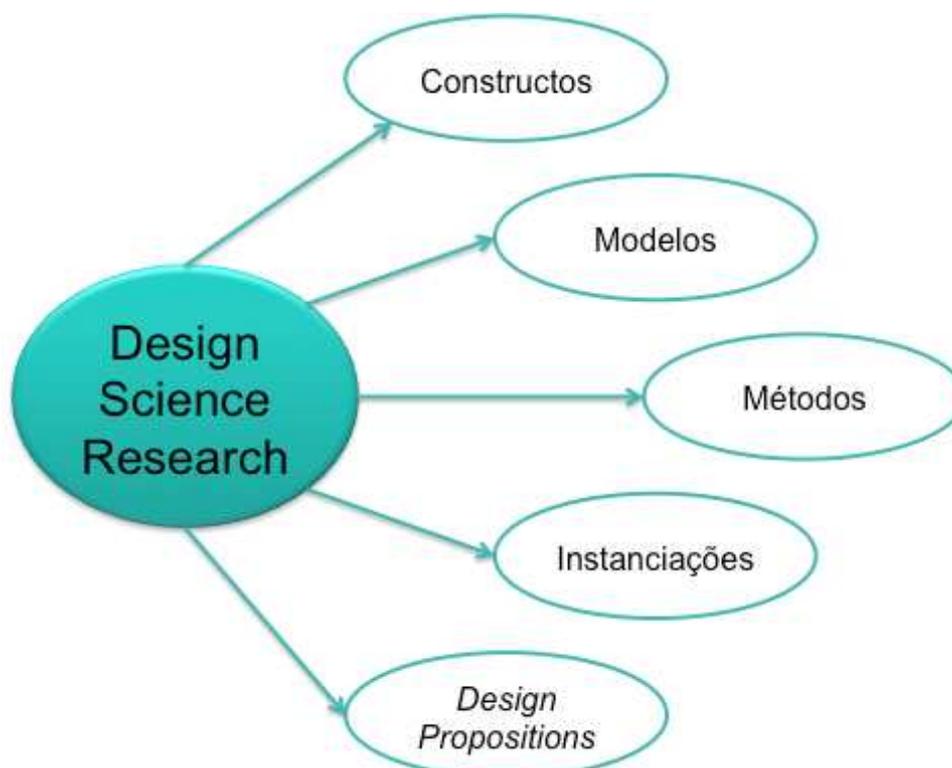
Autor	Produtos da <i>Design Science Research</i>				
Nunamaker et al. (1991)	-	-	-	Softwares	Construção de teorias
Walls et al. (1992)	-	-	-	-	Teorias do <i>Design</i>
March e Smith (1995)	Constructo	Modelo	Método	Instanciação	-
Purao (2002)	Princípios operacionais	-	-	Artefato	Teoria emergente
Van Aken (2004)	-	-	-	-	Conhecimento em <i>Design</i>

Autor	Produtos da <i>Design Science Research</i>				
Venable (2006)	Parte de uma solução tecnológica	Parte de uma solução tecnológica	Parte de uma solução tecnológica	Sistema de base computacional	Teorias do <i>Design</i>
Gregor e Jones (2007)	Se encaixa como primeiro componente de uma teoria do <i>Design</i>	Se encaixa como componente de uma teoria do <i>Design</i>	Se encaixa como componente de uma teoria do <i>Design</i>	Se encaixa como último componente de uma teoria do <i>Design</i>	Teorias do <i>Design</i>

Fonte: Alturki et al. (2011, p.117)

Nesse texto, será considerada a classificação dos artefatos inicialmente proposta por March e Smith (1995): constructo, modelo, método e instanciação. Um quinto tipo de artefato são as teorias fundamentadas na *Design Science*. (COLE et al., 2005; GREGOR; JONES, 2007; VENABLE, 2006; WALLS et al., 1992). Os termos utilizados para caracterização das teorias fundamentadas em *design* são diversos, isto é, não há uma uniformização de linguagem nesse sentido. Alguns dos termos utilizados são: *Design Theory*, Regras Tecnológicas, Regras de Projeto, *Design Propositions*, entre outros. (VAN AKEN, 2011; GREGOR, 2009; VENABLE, 2006). O termo utilizado, nessa pesquisa, para representar esse quinto artefato será *Design Propositions*. A representação dos artefatos e seus tipos, que são produtos da *Design Science Research*, pode ser visualizado na Figura 48.

Figura 48: Produtos da *Design Science Research* –Artefatos



Fonte: a autora

O primeiro tipo de artefato, segundo a classificação de March e Smith (1995), são os Constructos. Constructos, também chamados de conceitos, podem ser entendidos, no contexto da *Design Science Research*, como o vocabulário de um domínio. (MARCH; SMITH, 1995). Eles constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. (MARCH; SMITH, 1995). Conceituações são importantes para o avanço da ciência, seja para a ciência tradicional ou para a *Design Science*. (MARCH; SMITH, 1995). Além disso, “os constructos definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas”, podendo ser extremamente valiosos tanto para os profissionais quanto para os pesquisadores. (MARCH; SMITH, 1995, p. 256).

Uma segunda classe de artefatos são os Modelos. Modelos podem ser entendidos, segundo March e Smith (1995, p.256), como um “conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos”. Os Modelos são considerados representações da realidade que apresentam tanto as variáveis de determinado sistema, como também suas relações. Um Modelo pode também ser considerado uma descrição, isto é, uma representação de como as coisas são. (MARCH; SMITH, 1995).

Na *Design Science*, a principal preocupação acerca dos Modelos, está na sua utilidade e não na aderência de sua representação da verdade. Não obstante, embora um Modelo possa às vezes ser impreciso sobre os detalhes da realidade, ele deve ter condições de capturar a estrutura geral da realidade, buscando assegurar a sua utilidade. (MARCH; SMITH, 1995).

O terceiro tipo de artefato proposto por March e Smith (1995) são os Métodos. Métodos podem ser entendidos como um conjunto de passos necessários para desempenhar determinada tarefa. (MARCH; SMITH, 1995). Podem ser representados graficamente ou encapsulados em heurísticas e algoritmos específicos.

Esses artefatos, do tipo Método, podem estar ligados aos Modelos, sendo que as etapas do Método podem utilizar partes do Modelo como uma entrada que o compõe. (MARCH; SMITH, 1995). Os Métodos favorecem sobremaneira tanto a construção quanto a representação das necessidades de melhoria de um determinado sistema. (MARCH; SMITH, 1995). Além disso, favorecem a

transformação dos sistemas, em busca de sua melhoria. Os Métodos são criações típicas das pesquisas fundamentadas em *Design Science*.

O quarto tipo de artefato, igualmente proposto por March e Smith (1995), são denominados Instanciações. “Instanciações são a realização do artefato em seu ambiente”. (MARCH; SMITH, 1995, p. 258). As Instanciações são os artefatos que operacionalizam outros artefatos (constructos, modelos e métodos). (MARCH; SMITH, 1995). Essa operacionalização visa essencialmente demonstrar a viabilidade e também a eficácia dos artefatos construídos. (MARCH; SMITH, 1995).

Sendo assim, as Instanciações informam como implementar ou utilizar determinado artefato e seus possíveis resultados. Nesse sentido, as Instanciações podem se referir a um determinado artefato ou a articulação de diversos artefatos para a produção de um resultado em um contexto.

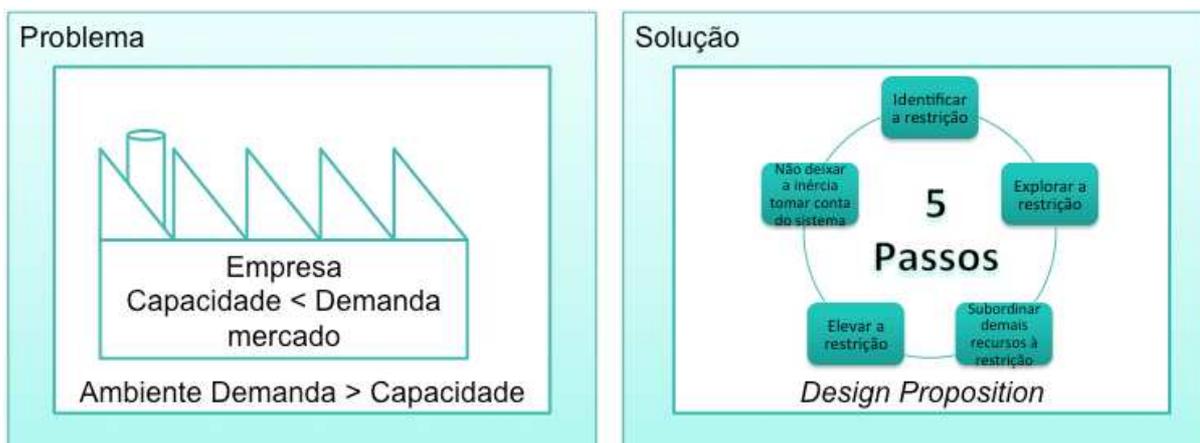
A partir dessa lógica, é possível afirmar que o artefato Instanciação consiste em um conjunto coerente de regras que orientam a utilização dos artefatos (constructos, modelos e métodos) em um determinado ambiente real. Esse ambiente real compreende desde as fronteiras da organização ou da indústria onde se encontra, até os contornos da realidade econômica que a organização está inserida. Nesse sentido, a Instanciação pode ter um papel particularmente relevante, pois orienta a utilização de outros artefatos considerando múltiplos fatores (economia, cultura organizacional e regional, contexto competitivo, histórico da organização), assim como o tempo/prazo para implementação da solução.

O quinto e último tipo de artefato refere-se às contribuições teóricas que podem ser feitas por meio da aplicação da *Design Science Research*. Importante esclarecer, que nesse contexto, quando se trata de contribuições teóricas, elas ocorrem, sobretudo, no âmbito da *Design Science*. Esse artefato é denominado *Design Propositions*. *Design Propositions* correspondem a um *template* genérico que pode ser utilizado para o desenvolvimento de soluções para uma determinada Classe de Problemas. (VAN AKEN, 2011).

Dessa forma, o artefato que é uma contribuição teórica, originária da *Design Science Research*, estaria na forma de uma generalização de uma solução para uma determinada Classe de Problemas. Isto é, o conhecimento de uma solução que poderia ser aplicada para diversas situações similares, desde que consideradas suas particularidades.

Para ilustrar uma *Design Proposition*, um exemplo apontado por Van Aken (2004) e conhecido na engenharia de produção, mostra-se adequado. Esse exemplo, baseado nos conceitos do Processo de Focalização proposto por Goldratt e Cox (1993) estão ilustrados na Figura 49.

Figura 49: Exemplo de *Design Proposition*



Fonte: a autora com base em Van Aken (2004)

Nesse caso ilustrado na Figura 49, a *Design Proposition* trata do Processo de Focalização, que propõe que os sistemas sejam geridos a partir das restrições, visando alcançar a meta desejada pela empresa. (GOLDRATT; COX, 2006). O Processo de Focalização é um conhecimento consolidado e formalizado e que pode ser generalizado para qualquer sistema que tenha como objetivo aumentar a sua capacidade, visando mais ganhos.

Logo, utilizando-se como exemplo uma empresa cuja capacidade produtiva atual é menor do que a demanda do mercado, verifica-se que ela está deixando de ganhar dinheiro por não estar utilizando de forma adequada sua restrição. Nesse contexto, Goldratt e Cox (1993) recomendam que a empresa deve: i) identificar sua restrição; ii) explorar a restrição; iii) subordinar os demais recursos à restrição; iv) elevar a restrição; v) não deixar a inércia tomar conta do sistema.

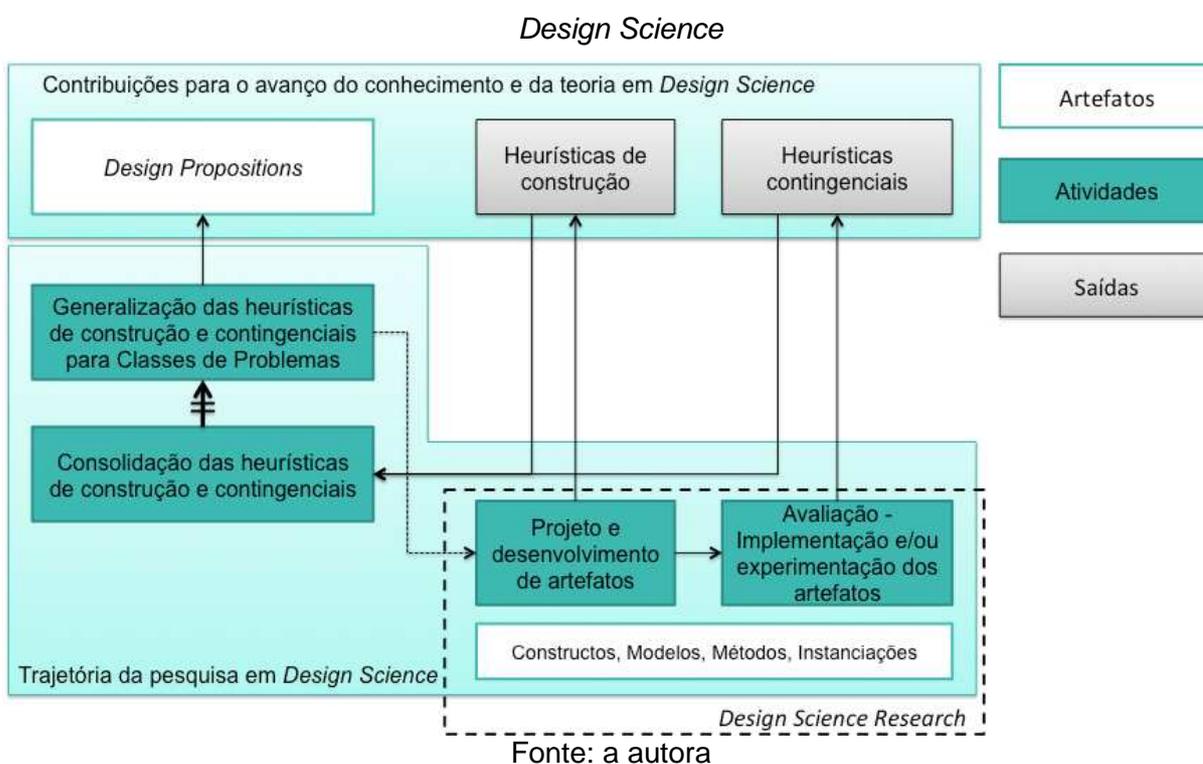
Citando outro exemplo de Van Aken (2004), mais genérico, uma *Design Proposition* poderia ser escrito da seguinte forma: “Se você quer atingir Y em uma situação Z, então você deve realizar a ação X”. Isto é: Se é necessário atingir Y (objetivo ou problema a ser solucionado), em uma situação Z (ambiente externo, contexto), então você deverá utilizar X (artefato, considerando sua organização interna e suas contingências).

Desta forma, busca-se formalizar a lógica existente entre os artefatos expostos nesse capítulo. Assim como uma possível trajetória da pesquisa que utiliza a *Design Science Research* como método.

### 5.3 RELAÇÃO ENTRE AS CLASSES DE PROBLEMAS E OS ARTEFATOS

Esta seção se desenvolve com o intuito de explicitar a relação existente entre o conceito de Classe de Problemas e os artefatos gerados pela *Design Science Research*. Com o intuito de explicitar essa relação, buscando ainda formalizar uma lógica entre esses conceitos, bem como uma possível trajetória da pesquisa fundamentada em *Design Science*, a Figura 50 foi desenvolvida.

Figura 50: Classe de Problemas, artefatos e a trajetória da pesquisa fundamentada em



A trajetória da pesquisa fundamentada em *Design Science* possui quatro etapas principais. As primeiras duas etapas ocorrem durante a condução da *Design Science Research*. A primeira destas etapas refere-se às atividades Projeto e Desenvolvimento de Artefatos. A segunda etapa é a de Avaliação, onde pode ocorrer também Experimentação, ou ainda, a Implementação dos artefatos previamente projetados e desenvolvidos. Estas duas etapas podem resultar em artefatos do tipo: Constructo, Modelo, Método e Instanciações.

No momento em que o pesquisador faz o Projeto e o Desenvolvimento de Artefatos, ele tem condições de definir as Heurísticas de Construção desse artefato. Isto é, ele define quais os requisitos necessários para o funcionamento adequado do ambiente interno do artefato, com vistas ao ambiente externo. Para isso, são expostos os mecanismos internos e sua organização, tendo em vista qual o efeito desejado no ambiente natural ou externo. Além disso, as Heurísticas de Construção geram um conhecimento específico que poderá ser utilizado, inclusive, para o projeto de novos artefatos futuramente.

Por outro lado, quando o pesquisador executa a etapa de Implementação ou Experimentação dos Artefatos, tem condições de formalizar as Heurísticas Contingenciais. Esse conhecimento é fundamental, pois explicita os limites do artefato, quais são suas condições de utilização e em quais situações ele será útil. Ou seja, a formalização das Heurísticas Contingenciais caracteriza o ambiente externo do artefato. Isto é, o contexto em que ele poderá ser utilizado, seus limites de atuação, etc. O conhecimento gerado nessa etapa poderá, futuramente, ser utilizado para o projeto e construção de novos artefatos.

Sendo assim, tanto as Heurísticas de Construção como as Contingenciais, uma vez consolidadas, devem ser, ao longo do tempo, generalizadas para uma determinada Classe de Problemas. É válido ressaltar que esta Consolidação e Generalização, não são etapas estanques na trajetória da pesquisa. Pelo contrário, são dinâmicas e devem ocorrer ao longo do tempo.

Ademais, uma vez que existe a generalização das heurísticas para uma determinada Classe de Problemas, esse conhecimento, consolidado, pode ser utilizado pelos pesquisadores no momento de Projetar e Desenvolver um novo artefato. Essas Classes de Problemas, por sua vez, organizarão tanto os artefatos desenvolvidos como o conhecimento acerca desses artefatos. Conhecimento este que abrange, desde a organização interna do artefato (Heurísticas de Construção), até suas características de aplicabilidade e limites de sua utilização no ambiente externo (Heurísticas Contingenciais).

Uma vez formalizada essa generalização das heurísticas para a Classe de Problemas correspondente, é possível definir as *Design Propositions*, isto é, o quinto tipo de artefato apresentado nesse texto. Esse artefato contribui sobremaneira para o avanço do conhecimento em *Design Science*. Seja no âmbito acadêmico, seja no contexto organizacional. O artefato denominado *Design Propositions*, diferencia-se

dos outros quatro, pois o resultado que ele gera, e mesmo a sua construção é muito dinâmica. Uma *Design Proposition* deve ser construída e verificada ao longo do tempo e não em uma situação específica. Isso ocorre, pois são resultado de uma saturação das Heurísticas de Construção e Contingenciais que surgem no momento de Projetar e/ou Implementar artefatos (constructos, modelos, métodos, instanciações).

Cabe ressaltar o porquê da escolha do termo “heurística” para representar estas contribuições da *Design Science* para o avanço do conhecimento. Segundo Koen (2003), as heurísticas são caracterizadas por quatro elementos: i) a heurística não garante uma solução ótima; ii) uma heurística pode contradizer outra heurística; iii) uma heurística reduz o tempo necessário para solucionar um problema e; iv) sua aceitação depende mais do contexto em que está inserida, do que de um parâmetro geral.

Além disso, Koen (2003) afirma que a atuação do engenheiro está fortemente relacionada ao uso de heurísticas. Sendo que o engenheiro faz uso destas heurísticas para causar a mudança, visando melhorar o desempenho de um sistema ou de uma organização. É válido destacar que, conforme Koen (2003), o engenheiro provoca a mudança sempre considerando os recursos disponíveis (tempo, orçamento, etc.).

Outrossim, a validade de uma heurística está condicionada à sua utilidade. Ou seja, se ela funciona de forma adequada no contexto para o qual foi desenhada. (KOEN, 2003). Outro ponto interessante acerca das heurísticas, é que elas “não morrem, elas simplesmente caem em desuso”. (KOEN, 2003, p. 33). Isto significa que uma heurística não substitui outra por um confronto direto (como ocorre entre teorias nas ciências tradicionais, por exemplo). Uma heurística só é substituída quando aparece outra que assegura um melhor resultado, do que a primeira, em um determinado contexto. (KOEN, 2003).

Como é possível perceber, os conceitos expostos por Koen (2003), no que tange às heurísticas, estão fortemente relacionados aos conceitos expostos por esta dissertação no que tange a aplicação de fundamentos da *Design Science* para a pesquisa orientada à solução de problemas. Em especial, para a condução de pesquisas em engenharia de produção.

Uma vez expostas e definidas as classes de problemas e os artefatos, bem como a relação entre esses conceitos, deve-se avançar. Portanto, o próximo

capítulo se ocupará da explicitação de uma proposta para execução da pesquisa em *Design Science* – ou seja, para a condução da *Design Science Research*.

## 6 PROPOSTA PARA A CONDUÇÃO DAS PESQUISAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

“Histórica e tradicionalmente, tem sido tarefa das disciplinas científicas ensinar a respeito das coisas naturais: como elas são e como elas funcionam. E tem sido tarefa das escolas de engenharia ensinar sobre o que é artificial: como construir artefatos que tenham as propriedades desejadas e como projetar”. (SIMON, 1996, p.111).

Antes da exposição do método para condução da pesquisa em engenharia de produção, é válido destacar o papel dessa engenharia em particular. Para o melhor entendimento do papel da engenharia de produção, o site da ABEPRO (2011) foi consultado e pode-se observar que assim como o *American Institute of Industrial Engineering* (AIIE), a instituição nacional diz que

“compete à Engenharia de Produção o projeto, a implantação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados, envolvendo homens, materiais e equipamento, especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas, recorrendo a conhecimentos especializados da matemática, física, ciências sociais, conjuntamente com os princípios e métodos de análise e projeto da engenharia”.

Sendo assim, é possível verificar que a engenharia de produção, acima de tudo, se trata, não de uma única disciplina, mas sim de uma realidade transdisciplinar. Além disso, o pesquisador que se ocupa da engenharia de produção deve ter em mente essa realidade no momento em que desenvolve suas investigações.

Desta forma, para desenvolver um estudo no âmbito da engenharia de produção, muitas vezes o pesquisador deve envolver-se com o contexto que está sendo estudado. Este contexto abrange desde máquinas e equipamentos até recursos humanos. Esta interação, bem como a transdisciplinaridade presentes na engenharia de produção, certamente contribuem para o desenvolvimento de um conhecimento útil e aplicável no contexto da organização. Assim sendo, a produção do conhecimento que ocorre nesse contexto é o do Tipo 2, apresentado inicialmente por Gibbons et al. (1994) e conceituado nesse texto nos capítulos anteriores.

Além da produção do conhecimento ser diferenciada, o objetivo da pesquisa também costuma ser diferente. Muitas vezes uma pesquisa realizada no âmbito da engenharia de produção não está ocupada somente em explorar, descrever ou explicar o problema. Ela se ocupa também das propostas para solucionar esse problema. Sendo assim, o resultado esperado para uma pesquisa na engenharia de

produção pode ser prescrever uma solução ou, mesmo, projetar um artefato. Objetivos que não são passíveis de serem alcançados quando aplicados os métodos de pesquisa fundamentados nas ciências tradicionais.

Não obstante, a pesquisa em engenharia de produção deve também evidenciar sua relevância prática, ou validade pragmática. Logicamente, o rigor da pesquisa também deve ser mantido, garantindo que os resultados obtidos sejam confiáveis e verdadeiros. Tendo em vista estas características da pesquisa em engenharia de produção, revela-se necessário um método de pesquisa que oriente esses tipos de estudo. Sabe-se que os métodos de pesquisa tradicionais apresentam algumas limitações quando se trata de estudar o projeto, ou a criação de algo novo.

Assim sendo, esse capítulo se ocupará essencialmente da proposta de um método para condução da *Design Science Research*. Essa proposta está fundamentada nos conceitos da *Design Science*, explicitados anteriormente, e também na realidade da engenharia de produção.

A *Design Science* é, sem dúvida, uma abordagem que pode orientar a pesquisa em engenharia de produção. Isto ocorre porque, assim como a *Design Science*, a engenharia, em geral, tem como foco causar a mudança, propondo soluções para problemas existentes e ainda criando artefatos e gerando soluções. Simon (1996) afirma ainda que a *Design Science* poderia contribuir para o desenvolvimento intelectual de engenheiros, arquitetos e outros profissionais que, de certa forma, têm relação com a criação de objetos ou sistemas.

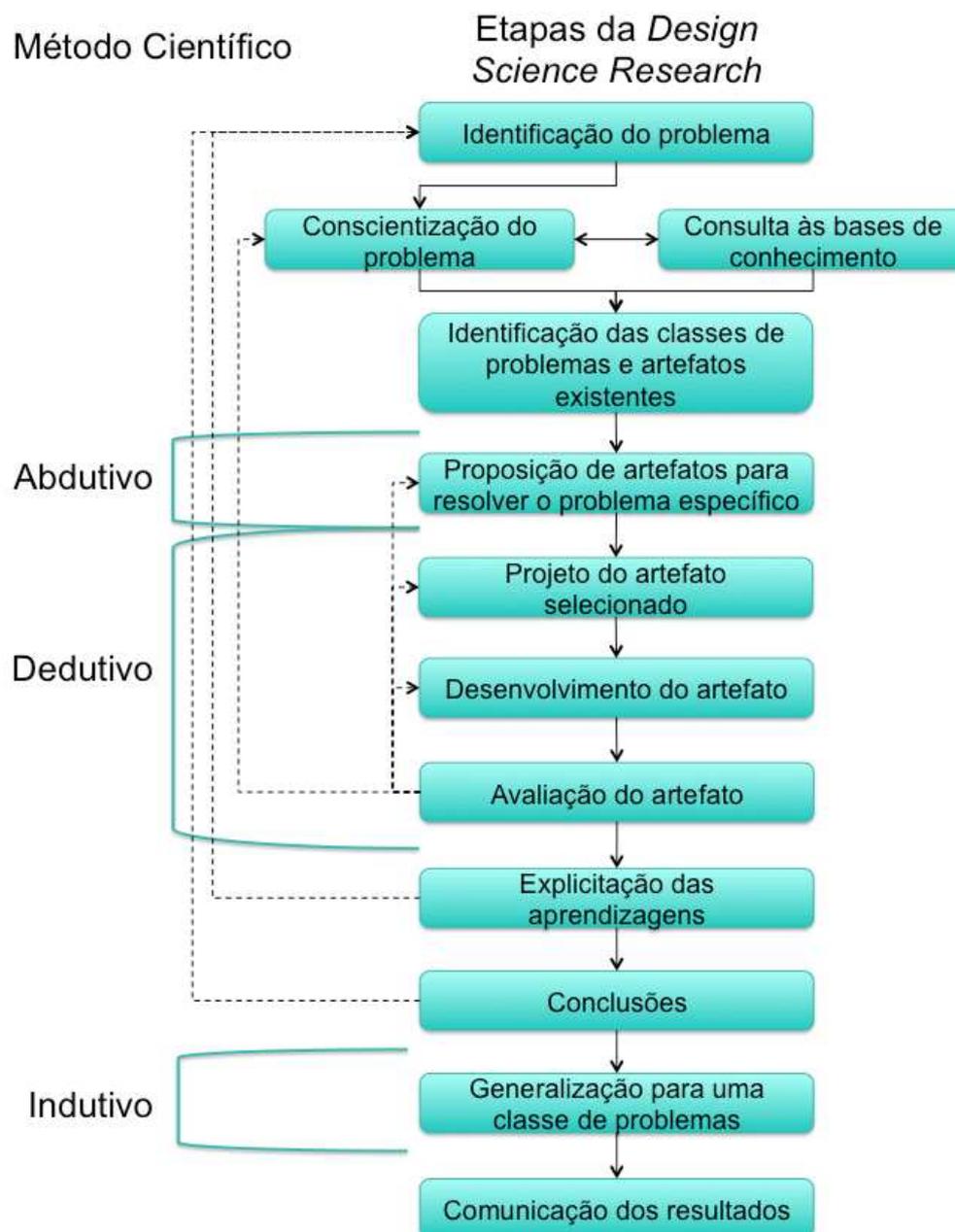
Cabe salientar que não se objetiva, com a proposição desse método, excluir como úteis os demais métodos de pesquisa empregados na engenharia de produção. Pelo contrário, o objetivo é justamente ampliar o portfólio de métodos disponíveis para as pesquisas na área, evitando enquadramentos metodológicos inadequados ou impróprios para o objeto que se deseja estudar.

Este capítulo está dividido em duas seções. A primeira seção apresenta uma proposta de método de *Design Science Research*, que pode ser aplicado às pesquisas realizadas no âmbito da engenharia de produção. Além do método, são apresentadas recomendações para sua condução. A segunda seção apresenta uma síntese dos principais métodos de pesquisa mencionados nesta dissertação, relacionando-os com os objetivos da pesquisa.

## 6.1 RECOMENDAÇÕES PARA A CONDUÇÃO DAS PESQUISAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Para fundamentar o método de pesquisa a ser apresentado nessa seção, foram consideradas as propostas de condução da *Design Science Research* de diversos autores. Entre os principais autores que serviram de referência para essa construção, pode-se citar Alturki et al. (2011), Baskerville et al. (2009), Cole et al. (2005), Eekels e Roozenburg (1991), Gregor e Jones (2007), Manson (2006), Nunamaker et al. (1991), Peffers et al. (2007), Takeda et al. (1990), Vaishnavi e Kuechler (2009), Van Aken et al. (2012) e Walls et al. (1992).

O método proposto ilustrado na Figura 51, é composto por doze etapas principais. As características de cada uma das etapas, bem como as recomendações para sua execução e as saídas produzidas em cada uma delas, serão explicitadas a seguir.

Figura 51: Método proposto para condução da *Design Science Research*

Fonte: a autora

Assim como nos métodos propostos por Alturki et al. (2011), Baskerville et al. (2009), Bunge (1980), Cole et al. (2005), Eekels e Roozenburg (1991), Peffers et al. (2007) e Van Aken et al. (2012), o método aqui proposto para a condução da *Design Science Research* também apresenta uma primeira etapa que se ocupa da *Identificação do Problema* a ser estudado. O problema, a ser investigado por meio da *Design Science Research*, surge, principalmente, do interesse do pesquisador em estudar: i) uma nova ou interessante informação; ii) resposta para uma questão importante; iii) solução para um problema prático ou para uma Classe de Problemas.

Cabe destacar que o problema a ser estudado pela *Design Science Research*, deve, acima de tudo, ser um problema relevante. (MARCH; STOREY, 2008). Logo, no momento da identificação do problema, o pesquisador deve, ainda, justificar porque é importante estudá-lo. Ademais, uma vez identificado e justificado em termos de relevância, o problema deve ser devidamente compreendido e definido de maneira clara e objetiva, sendo a saída dessa etapa a questão de pesquisa formalizada.

A segunda etapa do método ocupa-se da *Conscientização do Problema*, a qual foi mencionada nos métodos propostos por Manson (2006), Takeda et al. (1990) e Vaishnavi e Kuechler (2009). É nessa etapa que o pesquisador deve cercar-se de todas as informações possíveis, assegurando que haja uma compreensão extensiva acerca das facetas do problema a ser estudado. É necessário, ainda, que o pesquisador compreenda o contexto no qual o problema está ocorrendo, buscando, inclusive, entender suas causas. Além disso, devem ser consideradas, nessa etapa, as funcionalidades do artefato, a performance esperada para sua atuação, bem como seus requisitos de funcionamento.

Durante a conscientização da problemática a ser estudada, o pesquisador deverá entender o problema a partir de uma perspectiva mais ampla. Para que isso ocorra, diferentes abordagens podem ser utilizadas. Romme (2003) propõe, por exemplo que a abordagem do Pensamento Sistêmico possa ser utilizada para apoiar a realização dessa etapa.

Um dos elementos do Pensamento Sistêmico que poderiam ser utilizados nessa etapa é a Estrutura Sistêmica. A Estrutura Sistêmica apresenta relações do tipo efeito-causa-efeito, as quais podem estar relacionadas entre si e interagirem de maneira proporcional, ou inversamente proporcional, causando efeitos balanceadores ou reforçadores. (ANDRADE *et al.*, 2006).

Senge (2006) afirma que a Estrutura Sistêmica é uma representação que não mostra somente fatores existentes no sistema, mas, acima de tudo, evidencia as inter-relações existentes. Além disso, a Estrutura Sistêmica corrobora para a identificação dos fatores que mais influenciam o comportamento deste sistema ao longo do tempo. (SENGE, 2006).

A construção de uma Estrutura Sistêmica pode auxiliar o pesquisador a avistar além do que está na superfície do problema, pois ela favorece também a visualização das causas para o sistema estar apresentando um determinado

comportamento. (SENGE, 2006). A partir do momento em que estas causas são conhecidas, o entendimento acerca do problema pode ficar mais simples.

Outra abordagem que mostra-se adequada para a melhor conscientização do problema, é o Processo de Pensamento da TOC (*Theory of Constraints*). O Processo de Pensamento, bem como suas ferramentas, foi proposto por Goldratt, inicialmente em 1990, (GOLDRATT, 1990) e, posteriormente detalhado em seu livro “Não é Sorte: a aplicação do Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições”. (GOLDRATT, 2004). O Processo de Pensamento parte do pressuposto que é possível localizar problemas/causas raízes, a partir da aplicação de diversas ferramentas. (GOLDRATT, 2004). E, a partir da identificação das causas raízes dos problemas, mais facilmente eles poderão ser resolvidos.

Por fim, vale destacar que a principal saída da etapa de conscientização é a formalização das faces do problema a ser solucionado, considerando, inclusive, suas fronteiras (ambiente externo). Além disso, para garantir uma adequada etapa de *Conscientização do Problema*, o pesquisador deverá compreender e formalizar os requisitos que o artefato deverá atingir com o intuito de solucionar o problema.

Para apoiar o pesquisador na conscientização do problema a ser estudado, é necessário que ele faça uma *Consulta às Bases de Conhecimento*. (ALTURKI et al., 2011; GREGOR; JONES, 2007; WALLS et al., 1992). Estas bases de conhecimento, correspondem, tanto àquele conhecimento gerado a partir das ciências tradicionais, quanto àquele fundamentado na *Design Science*.

Consultar bases das ciências tradicionais constitui uma ação importante pois o artefato que será construído deverá, sempre, submeter-se às leis das ciências naturais e sociais. (SIMON, 1996). Logo, consultar somente o conhecimento desenvolvido sob o paradigma da *Design Science*, não será suficiente para garantir que o artefato atinja o resultado de performance esperado.

Segundo Gregor e Jones (2007), considerar o conhecimento existente, independente do tipo de ciência que o gerou, auxilia o pesquisador a explicar o porquê da importância de se construir um artefato e por que ele irá funcionar. Portanto, a etapa de *Consulta às Bases de Conhecimento* é fundamental, pois permitirá que o pesquisador faça uso de um conhecimento existente, possibilitando que ele consulte outros estudos que endereçavam o mesmo problema, ou problemas similares ao dele.

Sendo assim, sugere-se que o pesquisador faça uma revisão sistemática da literatura. A revisão sistemática da literatura mostra-se adequada ao objetivo dessa etapa, pois é um método que permite ao pesquisador ter acesso a boa parte do conhecimento que será necessário para o desenvolvimento de seu artefato e consequente resolução do problema.

A quarta etapa do método proposto para condução da *Design Science Research* é denominada *Identificação das Possíveis Classes de Problemas e Artefatos Existentes*. A etapa de identificação de Classes de Problemas, embora não explicitada claramente por outros autores, pode ter relação com alguns elementos propostos nos métodos de Baskerville et al. (2009) e Walls et al. (1992).

A revisão sistemática da literatura, realizada na etapa anterior, apoiará o pesquisador na atividade de evidenciar, caso existam, Classes de Problemas e artefatos, que endereçam problemas similares ao que ele está tentando resolver. Ou então, Classes de Problemas que apresentam artefatos próximos ao que o pesquisador deseja desenvolver.

É possível, contudo, que o pesquisador se depare com um artefato pronto e ideal, que atenda plenamente às suas necessidades para solucionar o problema. Nesses casos, a pesquisa não deve ser continuada, considerando que o artefato está devidamente desenvolvido, podendo ser diretamente aplicado. Uma pesquisa que continuasse, mesmo tendo um artefato adequado, não poderia ser considerada uma *Design Science Research*, em função da sua falta de relevância.

Porém, pode ocorrer ainda a constatação, por parte do pesquisador, de que não há ainda nenhuma Classe de Problemas formalizada. Isso pode acontecer dependendo do grau de inovação do artefato a ser desenvolvido, e da própria caracterização do problema que está sendo endereçado. Nesses casos, o pesquisador deverá seguir diretamente para a etapa seguinte (*Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico*).

Caso exista uma Classe de Problemas formalizada, o pesquisador deverá buscar compreender o máximo possível a respeito dessa classe, bem como a respeito dos artefatos que pertençam a esse grupo. O objetivo de identificar os artefatos que foram desenvolvidos, e que endereçavam problemas similares ao que está sendo estudado, é permitir que o pesquisador faça uso das boas práticas e lições aprendidas adquiridas e construídas por outros estudiosos. Além de ser uma

forma de assegurar que a pesquisa que está sendo desenvolvida se trata de uma contribuição relevante para uma determinada Classe de Problemas.

Outrossim, identificar artefatos existentes, pode auxiliar o pesquisador a ser mais assertivo nas suas propostas de desenvolvimento de novos artefatos. É também nesse momento que o pesquisador começa a compreender e definir as soluções que poderão ser consideradas satisfatórias, no que tange o desempenho do artefato.

Estando as Classes de Problemas e os artefatos existentes identificados, quando houver, bem como as soluções satisfatórias formalizadas, o pesquisador deverá iniciar a quinta etapa da *Design Science Research*, que é a *Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico*. Outros métodos para condução da *Design Science Research* também apresentam essa etapa, é o caso, por exemplo, dos métodos propostos por (Alturki et al. (2011), Baskerville et al. (2009), Bunge (1980), Eekels e Roozenburg (1991), Manson (2006), Takeda et al. (1990), Vaishnavi e Kuechler (2009) e Walls et al. (1992).

Essa etapa é necessária, pois a identificação de Classes de Problemas e de artefatos desenvolvidos tratava da visualização de possíveis artefatos genéricos para resolver um problema genérico. No entanto, mesmo estas soluções, quando consolidadas, precisam ser adaptadas à realidade que está sendo estudada. Dessa forma, nesse momento, o pesquisador deverá propor os artefatos, considerando essencialmente a sua realidade, o contexto de atuação, a sua viabilidade, etc.

Além disso, é nessa etapa que o investigador raciocina sobre a situação atual, na qual ocorre o problema, e sobre as possíveis soluções para alterar e melhorar a situação presente. Cabe destacar que o objetivo é encontrar soluções satisfatórias (SIMON, 1996) para o problema, soluções essas que começaram a ser delineadas e compreendidas ainda na etapa anterior.

O processo de proposição de artefatos é essencialmente criativo, por isso o raciocínio abduutivo, conceituado anteriormente, mostra-se adequado à essa etapa. Além da criatividade, o pesquisador deverá fazer uso dos seus conhecimentos prévios, com o intuito de propor soluções robustas que possam ser utilizadas para melhoria da situação atual, através da resolução do problema que está sendo estudado.

Uma vez que as propostas de artefatos foram devidamente formalizadas, a sexta etapa da *Design Science Research* pode ser iniciada. Esta etapa, também

abordada por Van Aken et al. (2012), Alturki et al. (2011), Nunamaker et al. (1991) e Peffers et al. (2007), trata do *Projeto do Artefato Selecionado*. Ou seja, de uma série de artefatos que foram propostos anteriormente, um deles deve ser selecionado e devidamente projetado para percorrer as etapas seguintes do método.

O projeto do artefato deve considerar as características internas e externas desse artefato. Ou seja, deve considerar todos os componentes e relações internas de funcionamento do artefato, bem como seus limites e relações com o ambiente externo, isto é, o contexto em que será operado. Lembrando que essas características começaram a ser delineadas na etapa da *Conscientização do Problema*. Para o projeto do artefato, o pesquisador deverá, ainda, considerar quais são soluções satisfatórias para o problema que está sendo estudado. Destaca-se que estas soluções foram caracterizadas e formalizadas na etapa anterior.

É importante para o *Projeto do Artefato Selecionado* que o pesquisador descreva todos os procedimentos que serão empregados, não só para a construção do artefato, como também para sua avaliação. Outrossim, é nessa etapa que deverão ser claramente explicitados os resultados de desempenho esperados pelo artefato. Ou seja, devem ser descritos requisitos de performance que o artefato deve atingir, a fim de assegurar que a solução satisfatória para o problema seja alcançada. Essas questões são essenciais, inclusive, para a garantia do rigor da pesquisa, permitindo que a pesquisa possa ser devidamente replicada e confirmada posteriormente por outros pesquisadores.

Estando o projeto do artefato concluído, pode-se partir para a etapa seguinte que é a de *Desenvolvimento do Artefato*. Todos os autores que propõem um método para condução da *Design Science Research*, sugerem uma etapa que se ocupe do desenvolvimento do artefato. (ALTURKI et al., 2011; BASKERVILLE et al., 2009; BUNGE, 1980; COLE et al., 2005; EEKELS; ROOZENBURG, 1991; GREGOR; JONES, 2007; MANSON, 2006; NUNAMAKER et al., 1991; PEFFERS et al., 2007; TAKEDA et al., 1990; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009; VAN AKEN et al., 2012; WALLS et al., 1992).

A etapa de desenvolvimento corresponde ao processo de construção do artefato em si. É nessa ocasião que o pesquisador construirá o ambiente interno do artefato. (SIMON, 1996). A construção do artefato poderá fazer uso de diferentes abordagens, tais como: algoritmos computacionais, representações gráficas, protótipos, maquetes, etc.

Necessário frisar que, quando se trata de desenvolvimento, não se está referindo, única e exclusivamente, ao desenvolvimento de produtos. A *Design Science Research* poderia servir para este fim, mas tem um objetivo mais amplo: gerar conhecimento que seja aplicável e útil para a solução de problemas, melhoria de sistemas existentes, e, ainda, criação de novas soluções e/ou artefatos. (VENABLE, 2006).

Observa-se que ao fim da etapa de *Desenvolvimento do Artefato*, o pesquisador terá duas saídas principais. A primeira saída é o artefato em seu estado funcional. A segunda saída, é a Heurística de Construção, que pode ser formalizada a partir do desenvolvimento do artefato. Lembrando que a Heurística de Construção, proveniente do desenvolvimento de artefatos, é uma das contribuições que a *Design Science* para o avanço do conhecimento.

Estando então o artefato construído, ele pode ser avaliado, o que remete o pesquisador à etapa seguinte: *Avaliação do Artefato*. Na avaliação, cabe ao investigador observar e medir como o artefato está se comportando no sentido de solucionar o problema de maneira satisfatória. (ALTURKI et al., 2011; BUNGE, 1980; COLE et al., 2005; EEKELS; ROOZENBURG, 1991; GREGOR; JONES, 2007; MANSON, 2006; NUNAMAKER et al., 1991; PEFERS et al., 2007; TAKEDA et al., 1990; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009; VAN AKEN et al., 2012). É nesse momento que os requisitos definidos na *Conscientização do Problema* devem ser revistos, e, posteriormente, comparados com os resultados apresentados pelo artefato na avaliação, verificando a sua aderência a essas métricas.

A avaliação, por sua vez, poderá ser conduzida, tanto em um ambiente experimental, quanto em um contexto real, podendo ser realizada de inúmeras formas, algumas delas explicitadas no Capítulo 4. No entanto, o artefato do tipo instanciação, obrigatoriamente deverá ser aplicado e analisado no ambiente real. Para isso, elementos de outros métodos de pesquisa como a Pesquisa-Ação, por exemplo, poderão ser utilizados, uma vez que muito provavelmente haverá a necessidade de interação entre o pesquisador, usuários e pessoas da organização na qual o artefato está sendo instanciado.

As saídas resultantes da etapa de avaliação são o artefato devidamente avaliado e, também, a formalização das Heurísticas Contingenciais. É por meio das Heurísticas Contingenciais que o pesquisador poderá explicitar os limites do artefato e também as suas condições de utilização. Ou seja, a relação do artefato com o

ambiente externo em que deverá atuar. Ressalta-se que o ambiente externo foi especificado durante a *Conscientização do Problema*.

Contudo, o artefato poderá não atingir os requisitos desejados para sua aplicação, nesses casos, o pesquisador deverá verificar em quais etapas podem ter ocorrido falhas. Uma vez identificada a etapa em que ocorreu a falha, a pesquisa deve ser reiniciada na etapa em questão.

Cabe destacar que, tanto as etapas de Projeto, Desenvolvimento, como Avaliação do artefato, podem ser conduzidas utilizando uma lógica dedutiva. Dessa forma, o pesquisador parte do conhecimento existente para propor as soluções para a realização do artefato.

Considerando-se que o artefato atingiu os resultados esperados após a etapa de avaliação, é fundamental que o pesquisador faça a *Explicitação das Aprendizagens* obtidas durante o processo de pesquisa. (VAN AKEN et al., 2012; COLE et al., 2005). O objetivo dessa etapa é assegurar que a pesquisa realizada possa servir de referência e de subsídio para a geração de conhecimento, tanto no campo prático, quanto no campo teórico. Para que isto ocorra, o pesquisador deverá explicitar tanto os fatores que contribuíram positivamente para o sucesso da sua pesquisa, quanto os elementos que fracassaram.

Além disso, as aprendizagens, uma vez formalizadas, poderão ser úteis, não só para o pesquisador, mas também para quem tem acesso à sua pesquisa. Isto é, pode ser útil para toda a comunidade organizacional interessada no problema e também para outros pesquisadores que poderão fazer uso dessas informações.

Posteriormente, na décima etapa do método o pesquisador deverá formalizar a *Conclusão*, cujo objetivo é expor os resultados obtidos com a pesquisa, bem como as decisões tomadas durante sua execução. (EEKELS; ROOZENBURG, 1991; MANSON, 2006; TAKEDA et al., 1990; VAISHNAVI; KUECHLER, 2009). Além disso, o pesquisador deverá apontar quais foram as limitações da sua pesquisa, que podem conduzir a trabalhos futuros.

É possível que, após as etapas de *Explicitação das Aprendizagens*, e da própria *Conclusão*, o pesquisador tenha novos *insights*. E, com isso, estas etapas poderão guiar o pesquisador a novos problemas que merecem ser estudados, e assim, a *Design Science Research* tem um novo início.

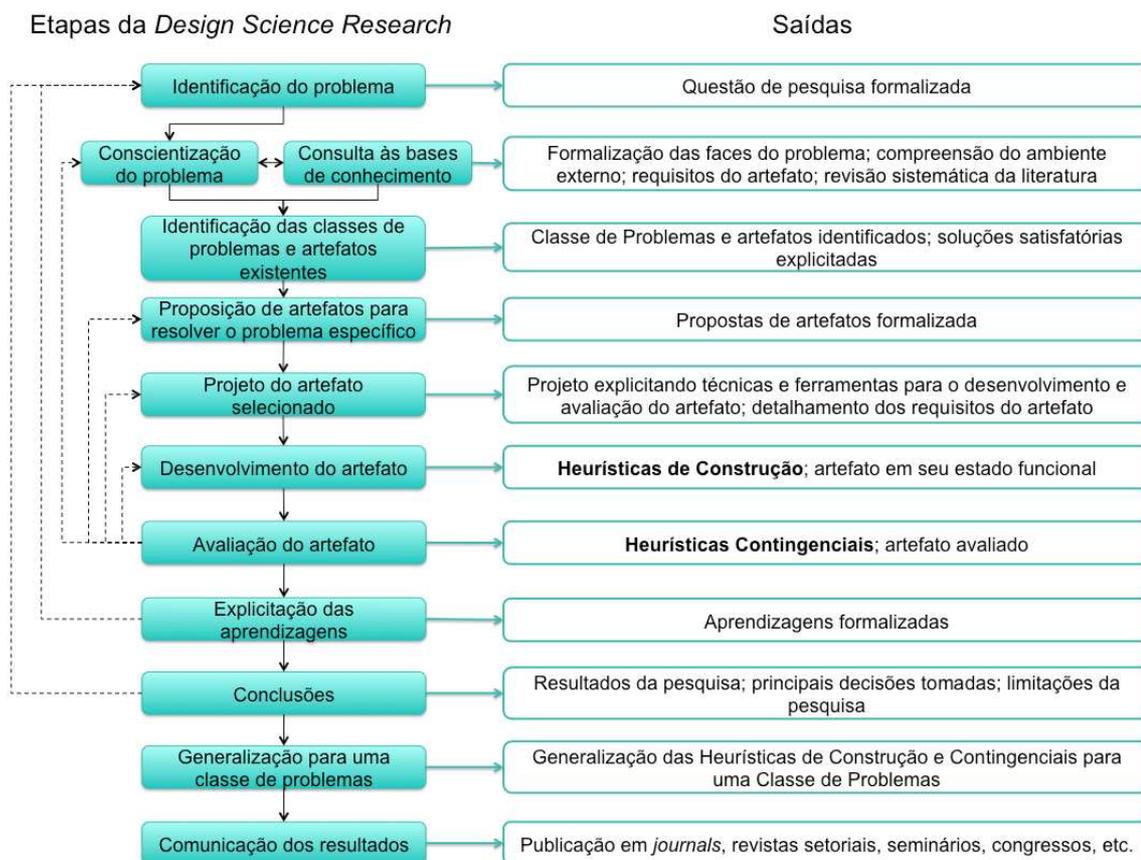
Uma vez concluída a pesquisa, é importante que o artefato desenvolvido, mesmo que tenha sido utilizado para uma situação particular, possa ser

*Generalizado para um Classe de Problemas.* (GREGOR, 2009; VENABLE, 2006). O artefato, e as suas heurísticas de construção e contingenciais, devem ser generalizados para uma determinada Classe de Problemas. Esta generalização permite que haja o avanço do conhecimento em *Design Science*.

Esta generalização permitirá que o conhecimento gerado em uma situação específica possa, posteriormente, ser aplicado à outras situações similares e que são enfrentadas por diversas organizações. Cabe destacar que a etapa de generalização deve ser conduzida a partir de um raciocínio indutivo, no qual a partir da solução encontrada para um problema específico, o pesquisador procurará, por meio da indução, generalizar essa solução para uma determinada Classe de Problemas.

Por fim, considera-se essencial que haja a *Comunicação dos Resultados*. Essa comunicação pode ser feita por meio de publicações em *journals*, revistas setoriais, seminários, congressos, etc., com o intuito de atingir o maior número possível de interessados na temática. Lembrando que esses interessados na pesquisa podem estar, tanto na academia como, também, nas organizações. Essa comunicação e disseminação do conhecimento gerado contribui significativamente para o avanço do conhecimento geral.

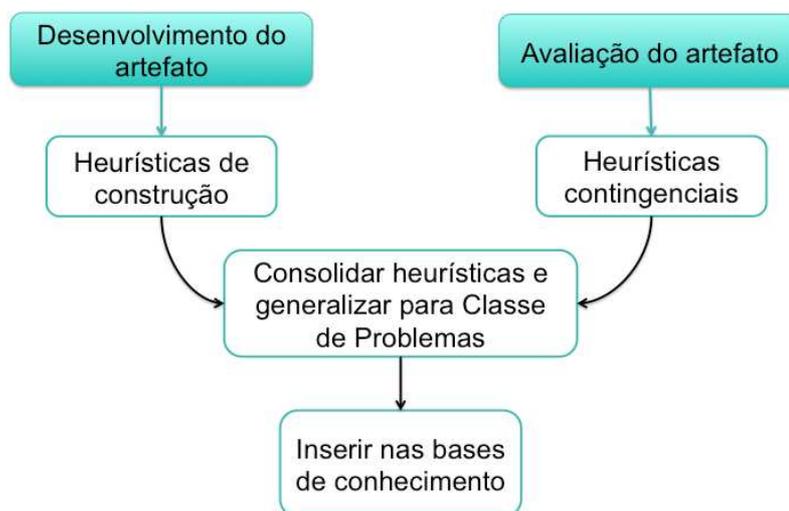
Buscando sintetizar o que foi abordado nessa seção, a Figura 52 apresenta as etapas constituintes da *Design Science Research*, assim como as saídas resultantes da execução de cada uma das etapas do método.

Figura 52: Etapas da *Design Science Research* e suas saídas

Fonte: a autora

Vale ressaltar que as Heurísticas de Construção e Contingenciais além de serem as saídas das etapas de Desenvolvimento e Avaliação do artefato, respectivamente, servirão como referência para novas pesquisas. Ou seja, as heurísticas uma vez consolidadas e generalizadas poderão ser classificadas de acordo com a Classe de Problemas à qual pertencem. Estas Classes de Problemas, e por vezes os próprios artefatos, estarão disponíveis nas bases de conhecimentos. Sendo assim, estas heurísticas poderão ser identificadas e utilizadas por outros pesquisadores, para condução de novas pesquisas. A representação desta trajetória encontra-se na Figura 53.

Figura 53: Contribuições das Heurísticas de Construção e Contingenciais



Fonte: a autora

Por fim, para assegurar o rigor da pesquisa fundamentada no método da *Design Science Research*, o pesquisador deverá seguir todas as etapas previstas pelo método, atentando para as saídas de cada uma delas e, além disso, formalizar um protocolo de pesquisa. Esse protocolo deverá apresentar, detalhadamente, todas as atividades que o pesquisador pretende realizar durante a sua pesquisa, bem como as suas percepções e *insights* que surgirem durante a realização da pesquisa. É igualmente fundamental que este documento seja atualizado constantemente, para que o pesquisador possa registrar o que ocorreu conforme o esperado e o que teve que ser alterado para garantir o sucesso do trabalho.

Toda a pesquisa deve estar balizada na confiabilidade e na validade. Sendo assim, o pesquisador deve sempre ser verdadeiro nos seus apontamentos. A confiabilidade é um dos critérios centrais para uma pesquisa de qualidade, sendo que um protocolo de pesquisa pode auxiliar na obtenção desse objetivo. Yin (2005) afirma que a confiabilidade é essencial pois ela demonstra que as atividades realizadas em determinado estudo podem ser repetidas, alcançando os mesmos resultados.

Portanto, o protocolo deve ser robusto o suficiente para garantir que outros investigadores possam replicar a pesquisa com sucesso. Ou seja, outros interessados em construir ou utilizar o artefato, deverão, com o acesso ao protocolo da pesquisa, obter sucesso na sua missão.

Além disso, buscando alcançar o rigor na pesquisa fundamentada em *Design Science*, sugere-se que alguns elementos sejam considerados a fim de assegurar a qualidade da pesquisa. Esses elementos estão materializados em uma lista de

parâmetros que visam, acima de tudo, assegurar o rigor da pesquisa conduzida por meio da *Design Science Research*. A Figura 54 apresenta esses parâmetros.

Figura 54: Parâmetros para verificação do rigor na *Design Science Research*

Problema da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Problema deve ser relevante;</li> <li>✓ Problema deve contribuir para diminuição da lacuna entre teoria e prática;</li> <li>✓ Problema deve contribuir para o avanço do conhecimento;</li> </ul>
Produtos da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deve ser criado um artefato;</li> <li>✓ Devem ser desenvolvidas e projetadas soluções para problemas reais;</li> <li>✓ As soluções desenvolvidas devem ser satisfatórias para o problema em estudo;</li> <li>✓ As soluções geradas devem apresentar-se na forma de um projeto ou prescrição</li> </ul>
Avaliação do artefato	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ O artefato deve ser avaliado por meio de técnicas e ferramentas adequadas;</li> <li>✓ A utilidade do artefato deve ser rigorosamente demonstrada por meio da avaliação;</li> </ul>
Generalização soluções	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ As soluções propostas para o problema devem ser generalizáveis para uma Classe de Problemas;</li> <li>✓ As Heurísticas de Construção e Contingenciais referentes ao artefato devem ser generalizáveis para uma Classe de Problemas;</li> </ul>
Rigor na condução do método	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Todas as etapas do método devem ser percorridas;</li> <li>✓ Todas as atividades previstas e realizadas pelo pesquisador devem ser documentadas em um protocolo de pesquisa.</li> </ul>

Fonte: a autora

Os parâmetros expostos na Figura 54 estão baseados nos conceitos e fundamentos da *Design Science* e também da *Design Science Research*. Estando o investigador atento à estas questões, será possível assegurar que a pesquisa terá o rigor necessário para que seus resultados sejam qualificados como confiáveis.

Na seção a seguir será feita uma síntese dos diversos métodos de pesquisa abordados nesse estudo, relacionando-os com os objetivos da pesquisa que cada um pode realizar.

## 6.2 MÉTODO DE PESQUISA X OBJETIVO DA PESQUISA

Nessa seção será apresentada uma síntese que relaciona os métodos de pesquisa abordados nesse estudo e os objetivos da pesquisa, com ênfase nas particularidades da *Design Science Research*. Essa síntese não pretende limitar a utilização dos métodos, mas sim facilitar a escolha dos pesquisadores quanto ao adequado enquadramento metodológico de suas investigações. O Quadro 16 apresenta esta síntese.

Quadro 16: Síntese dos métodos de pesquisa e os objetivos da pesquisa

Objetivos da Pesquisa	Métodos de Pesquisa				
	Estudo de Caso	Pesquisa-Ação	Survey	Modelagem	<i>Design Science Research</i>
Descrever um fenômeno	X		X		
Testar uma teoria	X		X		
Criar uma teoria	X				
Resolver um problema prático		X		X	X
Explicar um problema prático		X		X	
Avaliar o comportamento de pessoas e de um ambiente			X		
Construir um artefato					X
Aplicar um artefato em um ambiente real		X			X
Formalizar um artefato	X	X		X	
Prescrever soluções					X

Fonte: a autora

Como pode ser verificado no Quadro 16, de acordo com os objetivos da pesquisa, diferentes métodos podem ser aplicados pelos pesquisadores. Vale destacar que as pesquisas que desenvolvem artefatos, ou mesmo que aplicam esse artefato em um contexto real (cooperativamente, ou não, com os envolvidos), encontram na *Design Science Research* um respaldo metodológico adequado.

Nesses casos, quando há a necessidade de interação entre pesquisador e os envolvidos na organização, bem como intervenção na organização, a Pesquisa-Ação também pode ser utilizada como método de pesquisa. Enquanto que o Estudo de Caso, a Pesquisa-Ação e a própria Modelagem, poderão ser abordagens adequadas quando o que se deseja é formalizar um artefato existente.

Além disso, a *Design Science Research*, diferentemente dos outros métodos, também pode resultar em soluções prescritivas. O que, certamente, é bastante significativo quando se discute uma abordagem metodológica que busca diminuir a lacuna existente entre a teoria e a prática.

## 7 CONCLUSÕES

O objetivo desta dissertação, não é, de forma alguma, encerrar a discussão acerca da *Design Science* e da *Design Science Research*. Até porque, se tem consciência de que esse estudo, mais do que tudo, servirá de base para o início de um debate no que tange a metodologia da pesquisa no âmbito da engenharia de produção.

Assim sendo, nesse capítulo serão explicitadas as principais contribuições desse estudo, bem como as suas limitações. A partir da identificação das limitações, será possível sugerir tópicos para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

Esta dissertação teve como objetivo central apresentar a *Design Science*, em geral, e a *Design Science Research*, em particular, como possíveis artefatos metodológicos para a condução das pesquisas no ambiente da engenharia de produção. Para isso, foram definidos seus principais conceitos, desdobrados seus passos metodológicos e delineadas suas distinções diante da discussão sobre métodos de pesquisa. Ademais, foram expostos alguns mecanismos que, de certa forma, podem contribuir para reforçar a validade de uma pesquisa do tipo *Design Science Research*.

Para favorecer o entendimento acerca da *Design Science Research*, foi necessário também explicitar os produtos gerados a partir da aplicação desse método de pesquisa: os artefatos. Esses artefatos foram conceituados, caracterizados e tipificados.

Outro elemento abordado nesta dissertação e que tem significativa importância para a *Design Science Research*, bem como para a engenharia de produção, foram as Classes de Problemas. Esta, inclusive, é uma das grandes contribuições desse trabalho, uma vez que o conceito de Classe de Problemas, bem como a importância desse conceito para a trajetória do conhecimento na *Design Science* ainda não haviam sido claramente explicitados.

Outras contribuições importantes do trabalho podem ser definidas em cinco pontos. Primeiro, não havia, até onde foi pesquisado, uma sistematização e organização da *Design Science* e da *Design Science Research*. Segundo, foi realizado um amplo comparativo entre as ciências tradicionais e a *Design Science*. Terceiro, apresentou-se um comparativo entre a *Design Science Research* e dois

métodos comumente utilizados na engenharia de produção: a Pesquisa-Ação e o Estudo de Caso.

Quarto, foi apresentada a discussão acerca possibilidade da produção do conhecimento em engenharia de produção estar fundamentada no Tipo 2, proposto por Gibbons et al. (1994). Essa discussão parece fundamental, uma vez que as pesquisas realizadas no âmbito da engenharia de produção devem estar focadas no contexto da aplicação, aumentando dessa forma a sua validade pragmática. Por fim, foi proposta uma sistemática para condução da *Design Science Research*, considerando-se a realidade e as necessidades da pesquisa realizada no âmbito da engenharia de produção.

Cabe destacar que a temática desenvolvida nesta dissertação, surgiu no âmbito do programa Pró-Engenharias, financiado pela CAPES, no projeto Modelo de Gestão de Operações em Organizações Inovadoras – MGOOI. Esse projeto tem a participação de vários programas de pós-graduação, a saber: PPGEPS/UNISINOS, PEP/COPPE/UFRJ, PEP-PE/UFPE, AI/INPI e Poli/USP. A *Design Science Research* foi vista, por esse grupo, como uma alternativa concreta de método para a condução de pesquisas de cunho tecnológico, constituindo-se em uma abordagem de rigor científico para colocar a inteligência universitária do país nestas áreas a serviço dos enormes desafios tecnológicos brasileiros.

Contudo, vários aspectos não puderam ser tratados e merecem atenção em pesquisas futuras. Primeiro, não foram discutidas, em profundidade, as regras tecnológicas ou *Design Propositions* de um ponto de vista de orientação para a construção de novos artefatos. Esse aspecto parece ser importante na medida em que pode formar uma base mais geral, que facilite o desenvolvimento dos artefatos e sua adequação ao ambiente externo.

Segundo, embora tenha sido proposta uma sistemática para condução da *Design Science Research*, não foi realizada, ainda, a sua aplicação. Portanto, sugere-se que o método aqui proposto para a condução da pesquisa fundamentada em *Design Science*, seja utilizado por alunos e pesquisadores, da engenharia e também de outras áreas, que tenham como objetivo central a criação de artefatos.

Terceiro, seria interessante avaliar dissertações e teses que utilizaram, no passado, a *Design Science Research* como método de pesquisa. Essa avaliação teria como objetivo verificar a aderência desses estudos com os parâmetros aqui

defendidos como essenciais para a adequada condução da *Design Science Research*.

Quarto, este trabalho abordou somente parte da engenharia de produção – aquela mais voltada à gestão, porém é importante que sejam feitos novos estudos que sejam mais abrangentes. Por fim, seria importante realizar uma análise comparativa entre a *Design Science Research* e o *Process Approach* ou *Cambridge Approach*. Essa abordagem, exposta inicialmente por Platts (1993) guarda alguma semelhanças com a *Design Science Research*, portanto, um comparativo mostrar-se-ia interessante.

Ademais, para que haja o avanço do conhecimento acerca dessa temática, seria importante a existência de periódicos dispostos a consolidar as Classes de Problemas e os artefatos desenvolvidos pela comunidade científica. Esse movimento é fundamental para a materialização de um mecanismo relevante que favoreça a interação da academia com os profissionais presentes nas organizações. É por meio desta discussão, na busca por uma pesquisa que motive a geração de conhecimento teórico/prático aplicável nas e pelas empresas, em benefício da sociedade, que se poderá avançar o conhecimento. Não só na esfera acadêmica, mas também no desenvolvimento das organizações.

## 8 REFERÊNCIAS

AKEN, J. E. VAN. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences : The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

AKEN, J.E. VAN. Management Research as a Design Science: Articulating the Research Products of Mode 2 Knowledge Production in Management. **British Journal of Management**, v. 16, n. 1, p. 19-36, mar 2005.

AKEN, JOAN ERNST VAN. **The Research Design for Design Science Research in Management**. . Eindhoven: [s.n.] , 2011

AKEN, JOAN ERNST VAN; BERENDS, H.; BIJ, H. VAN DER. **Problem Solving in Organizations**. 2. ed. United Kingdom, Cambridge: University Press Cambridge, 2012. p. 235

ALLORA, F. **Engenharia de Custos Técnicos**. Blumenau: FURB, 1985.

ALTURKI, A.; GABLE, G. G.; BANDARA, W. **A Design Science Research Roadmap**. DESRIST. **Anais...** Milwaukee: Springer. , 2011

ANDER-EGG, E. **Introducion a las técnicas de investigación social**. 5. ed. Buenos Aires: Editorial Hvmanitas, 1976.

ANDRADE, L. A.; SELEME, A.; RODRIGUES, L. .; SOUTO, R. **Pensamento Sistêmico: Caderno de Campo**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.

BASKERVILLE, R.; PRIES-HEJE, J.; VENABLE, J. **Soft Design Science Methodology**. DESRIST. **Anais...** Malvern: ACM. , 2009

BAYAZIT, N. Investigating Design : A Review of Forty Years of Design Research. **Massachusetts Institute of Technology: Design Issues**, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004.

BEER, M.; EISENSTAT, R. Developing an organization capable of implementing strategy and learning. **Human Relations**, v. 49, n. 5, p. 597, 1996.

BENBASAT, I.; GOLDSTEIN, D. K.; MEAD, M. The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. **MIS Quaterly**, n. September, p. 369-387, 1987.

BERTO, R. M. V. DE S.; NAKANO, DAVI NOBORO. **METODOLOGIA DA PESQUISA E A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. XVIII ENEGEP. **Anais...** Niterói: [s.n.] , 1998

BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção : Um Levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa. **Produção**, v. 9, n. 2, p. 65-76, 2000.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002.

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. C.; WILLIAMS, J. M. **The Craft of Research**. 3. ed. Chicago: The University of Chicago Press, 2008.

BRUSEBERG, A.; MCDONAGH-PHILP, D. Focus groups to support the industrial/product designer: a review based on current literature and designers' feedback. **Applied Ergonomics**, v. 33, p. 27-38, 2002.

BUNGE, M. **Epistemologia**. São Paulo: TA Queiroz Editora Ltda, 1980.

BURGOYNE, J.; JAMES, K. T. Towards Best or Better Practice in Corporate Leadership Development: Operational Issues in Mode 2 and Design Science Research. **British Journal of Management**, v. 17, n. 4, p. 303-316, dez 2006.

CANTAMESSA, M. An empirical perspective upon design reserach. **J. Eng. Design**, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2003.

CAPELLE, M. C. A.; MELO, M. C. O. L.; GONÇALVES, C. A. Análise de conteúdo e análise de discurso nas ciências sociais. **Revista Eletrônica de Adiministração da UFLA**, v. 5, n. 1, 2003.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso. **Texto Contexto Enferm**, v. 15, n. 4, p. 679-684, 2006.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, abr 2007.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. .; HO, L. L. Levantamento Tipo Survey. In: CAMPUS, E. (Ed.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012. p. 75-102.

CHAKRABARTI, A. A course for teaching design research methodology. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v. 24, n. 03, p. 317-334, 12 jul 2010.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

COLE, R.; PURAO, S.; ROSSI, M.; SEIN, M. K. **Being Proactive : Where Action Research meets Design Research**. Proceedings of the Twenty- Sixth International Conference on Information Systems. **Anais...** Las Vegas: [s.n]. , 2005

COOPER, R.; KAPLAN, R. S. Measure costs right: Make the right decisions. **Harvard Business Review**, n. sep.-oct., p. 96-104, 1988.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

DAFT, R. L.; LEWIN, A. Y. Can Organizations Studies Begin to Break out of the Normal Science Straitjacket? An editorial essay. **Organization Science**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 1990.

DAFT, R. L.; LEWIN, A. Y. Rigor and relevance in organization studies: Idea migration and academic journal evolution. **Organization Science**, v. 19, n. 1, p. 177-183, 2008.

DENYER, D.; TRANFIELD, D.; AKEN, J. E. VAN. Developing Design Propositions through Research Synthesis. **Organization Studies**, v. 29, n. 3, p. 393-413, 1 mar 2008.

DICICCO-BLOOM, B.; CRABTREE, B. F. The qualitative research interview. **Medical education**, v. 40, n. 4, p. 314-21, abr 2006.

DUBÉ, L.; PARÉ, G. Rigor in information systems positivist case research: current practices, tre. **MIS Quaterly**, v. 27, n. 4, p. 597-635, 2003.

EEKELS, J.; ROOZENBURG, N. F. M. A methodological comparison of the structures of scientific research and engineering design: their similarities and differences. **Design Studies**, v. 12, n. 4, p. 197-203, out 1991.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ELLRAM, L. M. The use of the case study method misconceptions related to the use. **Journal of Business Logistics**, v. 17, n. 2, p. 93-138, 1996.

FEYERABEND, P. **Contra o Método**. 3. ed. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora S.A., 1989.

FISCHER, C.; GREGOR, S. Forms of Reasoning in the Design Science Research Process. In: JAIN, H.; SINHA, A. P.; VITHARANA, P. (Eds.). **Service-Oriented Perspectives in Design Science Research - 6th International Conference, DESRIST 2011**. Milwaukee: Springer, 2011. p. 17-31.

FORD, E. W.; DUNCAN, W. J.; BEDEIAN, A. G. *et al.* A Pesquisa que faz Diferença. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 43, n. 4, p. 86-101, 2003.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.

GRSZEWSKI, W.; SCALICE, R. K.; MARTINS, A. A. **Utilização de mock-ups para mudanças de layout, um estudo de caso.** SIMPEP. **Anais...** Bauru: [s.n.], 2009

GIBBONS, A. S.; BUNDERSON, C. V. Explore , Explain , Design. **Encyclopedia of Social Measurement**, v. 1, p. 927-938, 2005.

GIBBONS, M.; LIMOGES, C.; NOWOTNY, H. *et al.* **The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies.** Great Britain: Sage Publications Ltd, 1994.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

GILL, T. G.; HEVNER, A. R. **A Fitness-Utility Model for Design Science Research.** Service-Oriented Perspectives in Design Science Research - 6th International Conference, DESRIST 2011. **Anais...** Milwaukee: Springer. , 2011

GOLDRATT, E. M. **What Is Thing Called Theory of Constraints and How Should it be Implemented?** New York: North River Press, 1990.

GOLDRATT, E. M. **A Síndrome do palheiro: Garimpando informações num oceano de dados.** São Paulo: C. Fulmann, 1991.

GOLDRATT, E. M. **Corrente Crítica.** São Paulo: Nobel, 1998.

GOLDRATT, E. M. **Não é Sorte: a aplicação do Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições.** São Paulo: Nobel, 2004.

GOLDRATT, E. M. **The Choice.** USA: The North River Press, 2008.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo.** São Paulo: Educator, 2006.

GOUVÊA DA COSTA, S. E.; PINHEIRO DE LIMA, E. Processos: Uma Abordagem da Engenharia para a Gestão de Operações. In: ED. CAMPUS (Ed.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** 2 ed. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2011. p. 63-72.

GREGOR, S. Building Theory in the Sciences of the Artificial. **DESRIST**, v. May 7-8, 2009.

GREGOR, S.; JONES, D. The Anatomy of a Design Theory. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 8, n. 5, p. 312-335, 2007.

HAIR JR., J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAMBRICK, D. .; CANNELLA JR, A. A. Strategy implementation as substance and selling. **Academy of Management Executive**, v. 3, n. 4, p. 278-285, 1989.

HATCHUEL, A. A foundationalist perspective for management research: a European trend and experience. **Management Decision**, v. 47, n. 9, p. 1458-1475, 2009.

HEGENBERG, L. **Explicações Científicas: introdução à filosofia da ciência**. São Paulo: Editora Herder, 1969.

HEVNER, A. R.; CHATTERJEE, S. **Design Research in Information Systems: Theory and Practice**. New York: Springer, 2010.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design Science in information systems research. **MIS Quaterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

HORVÁTH, I. A treatise on order in engineering design research. **Research in Engineering Design**, v. 15, p. 155-181, 20 ago 2004.

HUFF, A.; TRANFIELD, DAVID; AKEN, JOAN ERNST VAN. Management as a Design Science. **Journal of Management Inquiry**, v. 15, p. 413-424, 2006.

JÄRVINEN, P. Action Research is Similar to Design Science. **Quality & Quantity**, v. 41, n. 1, p. 37-54, fev 2007.

KAPLAN, R.; NORTON, D. P. The Balanced Scorecard: measures that drive performance. **Harvard Business Review**, v. 70, n. 1, p. 71-86, 1992.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O Administrador Racional: Uma abordagem sistemática à solução de problemas e tomada de decisão**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1980.

KHAN, M. E. DIFFERENT APPROACHES TO BLACK BOX. **International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA)**, v. 2, n. 4, p. 31-40, 2011.

KOEN, B. V. **Discussion of the method: Conducting the engineer's approach to problem solving**. New York: Oxford University Press, 2003.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 4. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1996.

LABOVITZ, G.; ROSANSKY, V. **The power of alignment: how great companies stay centered and accomplish extraordinary things**. EUA: John Wiley e Sons, 1997.

LACERDA, D. P. **A Gestão Estratégica em Universidades Privadas Confessionais: Compreendendo se e como as Intenções transformam-se em Ações Estratégicas**. [S.l.]: UFRJ, 2009.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JR., J. A. V. **DESIGN SCIENCE RESEARCH: MÉTODO DE PESQUISA PARA A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. . São Leopoldo: [s.n.] , 2012

LAKATOS, I. **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Editora Cultrix, 1979.

LAKATOS, I. **La metodología de los programas de investigación científica. Vol 1**. Madri: Alianza Editorial, 1989.

LEE, A. S.; HUBONA, G. S. A Scientific Basis for Rigor in Information Systems Research. **MIS Quaterly**, v. 33, n. 2, p. 237-262, 2009.

LEE, J. S.; PRIES-HEJEM, J.; BASKERVILLE, R. **Theorizing in Design Science Research**. Service-Oriented Perspectives in Design Science Research - 6th International Conference, DESRIST 2011. **Anais...** Milwaukee: Springer. , 2011

MANSON, N. J. Is operations research really research? **ORION**, v. 22, n. 2, p. 155-180, 2006.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, p. 251-266, 1995.

MARCH, S. T.; STOREY, V. C. Design Science in the Information Systems Discipline: An Introduction to the Special Issue on Design Science Research. **MIS Quaterly**, v. 32, n. 4, p. 725-730, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

MARTINS, R. A. Princípios da Pesquisa Científica. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2010. p. 06-29.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER, A. F.; CAMPOS, D. F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. **Produção (online)**, p. 1-13, 2011.

MENTZER, J. T.; FLINT, D. J. VALIDITY IN LOGISTICS RESEARCH. **Journal of Business Logistics**, v. 18, n. 1, p. 199-217, 1997.

MINAYO, M. C. DE S. **O Desafio do Conhecimento**. 4. ed. São Paulo-Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco, 1996.

MOIGNE, J.-L. LE. **O Construtivismo dos Fundamentos, Vol 1**. Lisboa: Instituto Piaget, 1994a.

MOIGNE, J.-L. LE. **O Construtivismo das Epistemologias Vol 2**. Lisboa: Instituto Piaget, 1994b.

MORABITO NETO, R.; PUREZA, V. Modelagem e Simulação. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2012. p. 169-198.

MÁSCULO, F. S. **Um panorama da engenharia de produção**. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?ss=1&c=924>>. Acesso em: 31 dez. 2011.

NAKANO, D. Métodos de Pesquisa Adotados na Engenharia de Produção e Gestão de Operações. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2010. p. 63-72.

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.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. M. R. Focus Group - pesquisa qualitativa: resgatando a teoria, instrumentalizando o seu planejamento. **Revista da Administração**, v. 33, n. 3, p. 83-91, 1998.

PANDZA, K.; THORPE, R. Management as Design, but What Kind of Design? An Appraisal of the Design Science Analogy for Management. **British Journal of Management**, v. 21, n. 1, p. 171-186, mar 2010.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A.; CHATTERJEE, S. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research.

**Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 1 dez 2007.

PEIRCE, C. S. **Semiótica e Filosofia**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, Editora da Universidade de São Paulo, 1975. p. 164

PIDD, M. **Modelagem Empresarial: ferramentas para tomada de decisão**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PLATTS, K W; MILLS, J. F.; BOURNE, M. C. *et al.* Testing manufacturing strategy formulation processes. **International Journal of Production Economics**, v. 56-57, p. 517-523, 1998.

PLATTS, K.W. A Process Approach to Researching Manufacturing Strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 13, n. 8, p. 4-17, 1993.

PLSEK, P.; BIBBY, J.; WHITBY, E. Practical Methods for Extracting Explicit Design Rules Grounded in the Experience of Organizational Managers. **The Journal of Applied Behavioral Science**, v. 43, n. 1, p. 153-170, 1 mar 2007.

POPPER, K. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Editora Cultrix, [S.d.].

POPPER, K. **Conhecimento Objetivo**. Belo Horizonte: Livraria Itatiaia Editora Limitada, [S.d.].

PRIES-HEJE, J.; BASKERVILLE, R. The Design Theory Nexus. **MIS Quaterly**, v. 32, n. 4, p. 731-755, 2008.

PURAO, S. **Design Research in the Technology of Information Systems : Truth or Dare Design Research in the Technology of Information Systems : Truth or Dare**. . Atlanta: [s.n.] , 2002

ROMME, A. G. L. Making a Difference : Organization as Design. **Organization Science**, v. 14, n. 5, p. 558-573, 2003.

ROMME, A. G. L.; DAMEN, I. C. M. Toward Science-Based Design in Organization Development: Codifying the Process. **The Journal of Applied Behavioral Science**, v. 43, n. 1, p. 108-121, 1 mar 2007.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SCHEER, A. **Methods Aris 7.0**. Saarbrücken: IDS Scheer AG, 2005.

SCHOPENHAUER, A. **A Arte de Escrever**. Porto Alegre: L&PM, 2011.

SEIN, M. K.; HENFRIDSSON, O.; PURAO, S.; ROSSI, M.; LINDGREEN, R. Action Design Research. **MIS Quaterly**, v. 35, n. 1, p. 37-56, 2011.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina: Arte e prática da organização que aprende**. 22. ed. Rio de Janeiro: BestSeller, 2006.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção: do ponto de vista de engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

SILVA, E. R. . **Métodos para Revisão e Mapeamento Sistemático da Literatura**. [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, 2009.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. USA: MIT Press, 1996.

SPEARMAN, M. L. WOODRUFF, D. L.; HOPP, W. J. CONWIP - a pull alternative to KANBAN. **International Journal of Production Research**, v. 28, n. 5, p. 879-894, 1990.

STARKEY, K.; HATCHUEL, A.; TEMPEST, S. Management Research and the New Logics of Discovery and Engagement. **Journal of Management Studies**, v. 46, n. 3, p. 547-558, maio 2009.

STARKEY, K.; MADAN, P. Bridging the Relevance Gap: Aligning Stakeholders in the Future of Management Research. **British Journal of Management**, v. 12, n. Special Issue, p. S3-S26, dez 2001.

SUN, L.; MUSHI, C. J. Case-based analysis in user requirements modelling for knowledge construction. **Information and Software Technology**, v. 52, n. 7, p. 770-777, jul 2010.

SUSMAN, G. I.; EVERED, R. D. An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. **Administrative Science Quarterly**, v. 23, n. 4, p. 582, dez 1978.

TAKEDA, H.; VEERKAMP, P.; TOMIYAMA, T.; YOSHIKAWA, H. Modeling Design Processes. **AI Magazine**, v. 11, n. 4, p. 37-48, 1990.

THIOLLENT, M. Uses of knowledge: some methodological alternatives. **Speciale Uitgave van Systemica Tijdschrift van de Systeemgroep Nederland**. Holanda: Delft University Press, 1985. p. 115-124.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 17. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

TREMBLAY, M. C.; HEVNER, A. R.; BERNDT, D. J. Focus Groups for Artifact Refinement and Evaluation in Design Research. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 26, n. June, p. 599-618, 2010.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Pesquisa-Ação na Engenharia de Produção. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2012. p. 146-163.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. **Design Research in Information Systems**. Disponível em: <<http://desrist.org/design-research-in-information-systems>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

VENABLE, J. R. The Role of Theory and Theorising in Design Science Research. **DESRIST**, v. Feb. 24-25, p. 1-18, 2006.

WALLS, J. G.; WYIDMEYER, G. R.; SAWY, O. A. E. Building an Information System Design Theory for Vigilant EIS. **Information Systems Research**, v. March, p. 36-60, 1992.

WERNECK, V. R. Sobre o processo de construção do conhecimento: o papel do ensino e da pesquisa. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 14, n. 51, p. 173-196, jun 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. J.; ROOS, D. **The Machine that Change the World: How Japan's Secret Weapon in a General Auto War Will Revolutionize Western Industry: The Story of Lean Production**. New York: Harper Perennial, 1990.

WORREN, N. A.; MOORE, K.; ELLIOTT, R. When theories become tools: Toward a framework for pragmatic validity. **Human Relations**, v. 55, n. 10, p. 1227-1250, 1 out 2002.

XU, L.; CHEN, J. Technological Rules Based Business Models Analysis: A Design Science Approach. **International Journal of Business and Management**, v. 6, n. 9, p. 113-122, 1 set 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ÇAĞDAŞ, V.; STUBKJÆR, E. Design research for cadastral systems. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 35, n. 1, p. 77-87, jan 2011.