

# Uma Revisão Sistemática Sobre *Desing For X*

## *A Systematic Review About Design For X*

Leonardo Menezes Melo<sup>1</sup> - Universidade Estácio de Sá - Campus de Santa Catarina

Eugênio Andrés Diaz Merino<sup>2</sup> - Universidade Federal de Santa Catarina

Giselle Schmidt Aves Diaz Merino<sup>3</sup> - Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de Pós- Graduação em Desing

### RESUMO

O processo de desenvolvimento de produtos é composto por diversos métodos e ferramentas que precisam ser gerenciados e utilizados para a obtenção de produtos. Dentre aqueles que contribuem com a otimização, tem-se o *Design for X* (DFX), que é uma importante base de conhecimento para os projetistas, sendo utilizado com o intuito de projetar produtos com foco em características otimizadas, podendo o "X", que é uma habilidade ou característica, ser substituído por vinte e cinco possibilidades, como: montagem, ergonomia, confiabilidade, custo, segurança, dentre outros. Devido à elevada quantidade de alternativas para o "X", torna-se necessário a utilização de um método ou ferramenta de seleção para projetar o produto conforme habilidades requisitadas pelos usuários e especificadas pelos projetistas. O objetivo deste trabalho consiste em identificar e analisar produções relevantes referentes a DFX, apresentando o histórico, a situação atual, os trabalhos desenvolvidos, e principalmente a existência de métodos de seleção e identificação de lacunas existentes. Para isso, realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática (RBS), intitulada RBS *roadmap*, sendo apresentadas as bases de dados, os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos, as palavras-chave e as *strings* utilizadas através da questão da pesquisa: "Se existe e quais são os métodos e/ou ferramentas para seleção do X (habilidade) durante o processo de desenvolvimento de produtos?". Foram encontrados 5842 trabalhos nas bases de dados, sendo que após a utilização de filtros, foram selecionados os 18 trabalhos mais relevantes. Como principais resultados tem-se a existência de poucos métodos e ferramentas de seleção da habilidade e como lacunas existentes a necessidade de desenvolvimento de uma metodologia e/ou ferramenta para a seleção precisa dos Xs requeridos.

**Palavras-chave:** *Design for X*. Desenvolvimento de produtos. Revisão sistemática.

### ABSTRACT

*The process of product development is composed of various methods and tools that need to be managed and used for obtaining products. Among those that contribute to the optimization, there is the Design for X (DFX), which is an important base of knowledge for designers and it is used in order to design products with a focus on optimized characteristics. The "X", which is a skill or characteristic, can be replaced by 25 possibilities, such as assembly, ergonomics, reliability, cost, safety, among others. Due to the high number of alternatives to the "X", it becomes necessary to use a method or selection tool to design the product according the skills required by users and specified by designers. The objective of this work is to identify and analyze relevant articles related to DFX, presenting its history, current situation, relevant work done, and especially the existence of selection and identification methods of existing gaps. For this, systematic literature review (RBS), entitled RBS *roadmap*, was performed, that presents the databases, the criteria for inclusion and exclusion of the work, the keywords and the strings used by the research question: "If it exists and what are the methods and / or tools for the X selection (ability) during the process of product development?" 5842 articles were found in databases and the 18 most relevant articles were selected by using the database filters. The main results showed the existence of few methods and skill selection tools, and how gaps need to develop a methodology and / or tool for precise selection of Xs required.*

**Keywords:** *Design for X*. Products development. Systematic Review.

1. Avenida Leoberto Leal, 431, CEP: 88.110-001, São José, Santa Catarina, leonardommelo@hotmail.com; 2. eugenio.merino@ufsc.br; 3. gisellemerino@gmail.com

MELO, L. M.; MERINO, E. A. D.; MERINO, J. S. A. D. Uma Revisão Sistemática Sobre Desing For X. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 12, nº 4, out-dez/2017, p. 78-99.

DOI: 10.15675/gepros.v12i4.1744

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é composto por métodos e ferramentas que são utilizados para contribuir com as equipes na busca da obtenção de produtos inovadores e diferenciados. Durante esse processo, a procura por soluções ótimas é, e, precisa ser uma constante, desde as fases iniciais de planejamento até o momento de descarte do produto (BACK et al., 2008), sendo que a “otimização é o processo de procura por uma solução que forneça o máximo benefício segundo algum critério; ou seja, é a busca da melhor condição” (BAZZO; PEREIRA, 2006, p.183)

Diversas são as técnicas de otimização, sendo que algumas são relacionadas a métodos matemáticos, como o cálculo de seleção de determinado componente padronizado, seleção de determinado material para escoamento de outro etc, contudo em algumas situações apresentadas durante o PDP os projetistas deparam-se com problemas mais complexos, como aqueles multicritérios, multivariáveis e multidisciplinares (OGLIARI et al., 2010). Para essas situações, dentre aquelas técnicas que auxiliam no intuito de melhorar uma determinada habilidade, tem-se o *Design for X* (DFX) que segundo Bralla (1996) é uma base de conhecimento que tem o intuito de projetar com foco em características otimizadas.

Em português *Design for X* pode ser traduzido para “Projeto para X”, sendo que “X” são habilidades ou características, como: montagem, ergonomia, confiabilidade, custo, reciclagem, segurança, estética, desmontagem, meio ambiente, dentre outros (HUANG, 1996).

Em um levantamento apresentado por Back et al. (2008) foram constatadas inicialmente dezoito X-bilidades, junção de X com habilidade, conforme mencionado pelos autores. Devido à elevada quantidade de X-bilidades; a possibilidade da melhoria de uma característica influenciar outra(s), tanto negativamente quanto positivamente, e; a quantidade de materiais disponíveis para cada uma dessas X-bilidade, torna-se necessária a utilização de um método e/ou ferramenta de seleção para projetar o produto conforme X-bilidades necessitadas pelos usuários e especificada pelo projetista.

O objetivo deste trabalho é apresentar como transcorreu a pesquisa e a procura por trabalhos relevantes por meio da metodologia de revisão bibliográfica sistemática, exibir conceitos gerais sobre DFX e, revelar a existência ou não de métodos e/ou ferramentas de seleção de X-bilidade durante o PDP, sendo que a

questão de pesquisa é “se existe e quais são os métodos e/ou ferramentas para seleção do X (habilidade) durante o processo de desenvolvimento de produtos?”

Para isso, realizou-se estudos referentes a revisão sistemática, sendo utilizado e apresentado os resultados para cada atividade da RBS *Roadmap*, método elaborado por Conforto, Amaral e Silva (2011) para ser aplicado especificamente em revisões referente a desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos e, posteriormente, são apresentados os principais conceitos relevantes sobre DFX para esta pesquisa.

Este trabalho justifica-se pela elevada quantidade de X-bilidade, pela necessidade de sintetizar em um trabalho assunto relevantes sobre DFX e por apresentar a existência ou não de um método e/ou ferramenta de seleção da X-bilidade.

O procedimento do trabalho transcorreu da seguinte maneira: pesquisa bibliográfica sobre “metodologia de pesquisa: revisão sistemática”, exposição dos “resultados e discussões” sobre a revisão sistemática utilizada e DFX e, as “conclusões e trabalhos futuros” apresentadas e sugeridas.

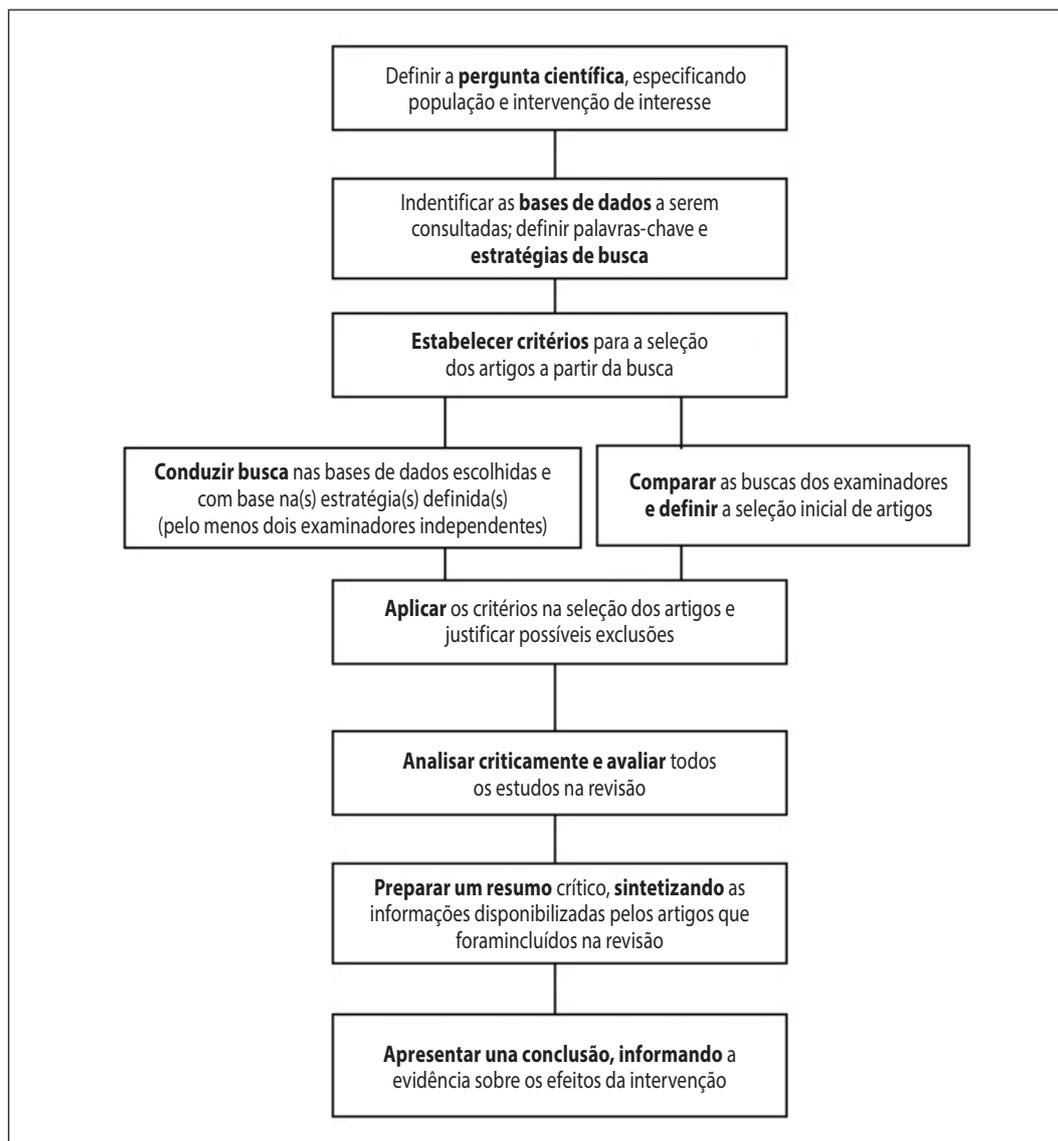
## 2. METODOLOGIA DE PESQUISA: REVISÃO SISTEMÁTICA

A revisão sistemática, metodologia utilizada neste trabalho, de acordo com Sampaio e Mancini (2007, p.84) “é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema [...] úteis para integrar as informações de um conjunto de estudos [...] bem como identificar temas que necessitam de evidência, auxiliando na orientação para investigações futuras”. Dessa maneira, a revisão sistemática vem a contribuir com os objetivos propostos, pois integrar informações apresentadas em artigos, dissertações, teses e livros, bem como identificações de lacunas para investigações futuras.

Com a utilização da revisão sistemática, os trabalhos encontrados tendem a ser os mais relevantes sobre o tema em pesquisa, pois tem-se a atribuição de diretrizes e critérios para a seleção dos materiais mais importantes. De maneira geral, consiste em um processo composto por: coletar, conhecer, compreender, aplicar, sintetizar e avaliar trabalhos de elevada qualidade, obtendo embasamento teórico-científico sobre o assunto (LEVY; ELLIS, 2006), requerendo “[...] uma pergunta clara, a definição de uma estratégia de busca, o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão dos artigos e, acima de tudo, uma análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada” (SAMPAIO; MANCINI, 2007, p.83).

Na Figura 1 é possível observar um fluxograma de etapas que devem ser realizadas para o desenvolvimento de revisões sistemáticas.

Figura 1 - Descrição geral sobre o processo de revisão sistemática da literatura.



Fonte: SAMPAIO; MANCINI, 2007.

Inicialmente (ver Figura 1) tem-se a “pergunta científica” que é o objetivo principal dos pesquisadores sobre o tema. Prosseguindo deve-se realizar a identificação das “bases de dados” que serão pesquisadas e a necessidade de “estabelecer critérios” para “conduzir as buscas” e “comparar” os resultados obtidos para verificar se os critérios estão sendo utilizados corretamente, sendo necessário “aplicar os critérios” para a seleção dos materiais mais relevantes. Finalizando, deve-se “analisar criticamente” os que foram selecionados, “preparar um resumo crítico” das informações coletadas e aprendidas e “apresentar uma conclusão” referente a pergunta científica pesquisada, obtendo a resposta para a situação, a necessidade de mais pesquisa sobre o tema ou a existência de lacunas para responder a pergunta de maneira parcial ou total.

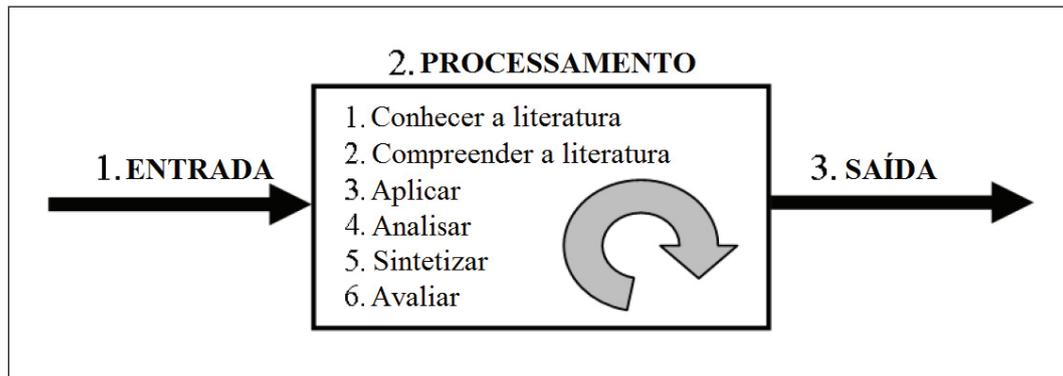
Para as pesquisas que necessitam ser inéditas e originais na contribuição sobre o tema, a revisão sistemática é importante, pois é uma maneira organizada, rigorosa, possível de ser refeita posteriormente com a obtenção dos mesmos resultados e que contribui para a apresentação de conhecimentos relevantes, sólidos e mais confiáveis (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) é um método para encontrar e mapear os trabalhos publicados sobre o tema de pesquisa, sendo o pesquisador capaz de elaborar uma síntese do conhecimento existente (BIOLCHINI et al., 2007). Segundo Kitchenham (2004) apud Conforto, Amaral e Silva (2011, p.3), as razões para realizar a RBS são:

- Consolidar evidências e resultados obtidos em estudos anteriores sobre o tema de interesse;
- Identificar lacunas na teoria e pesquisas recentes como embasamento para o aprimoramento das pesquisas;
- Fornecer embasamento e modelos teóricos para posicionar apropriadamente novos temas e oportunidades de pesquisa, ou mesmo, refutar ou validar hipóteses, ou criar novas hipóteses sobre um determinado tema de pesquisa.

A proposta de RBS mencionada por Levy e Ellis (2006) apresenta a necessidade de três etapas para um efetivo processo de revisão da literatura sendo: entrada, processamento e saída (Figura 2).

Figura 2 - As três etapas para um efetivo processo de revisão da literatura.



Fonte: Adaptado de (LOVYS; ELLIS, 2006).

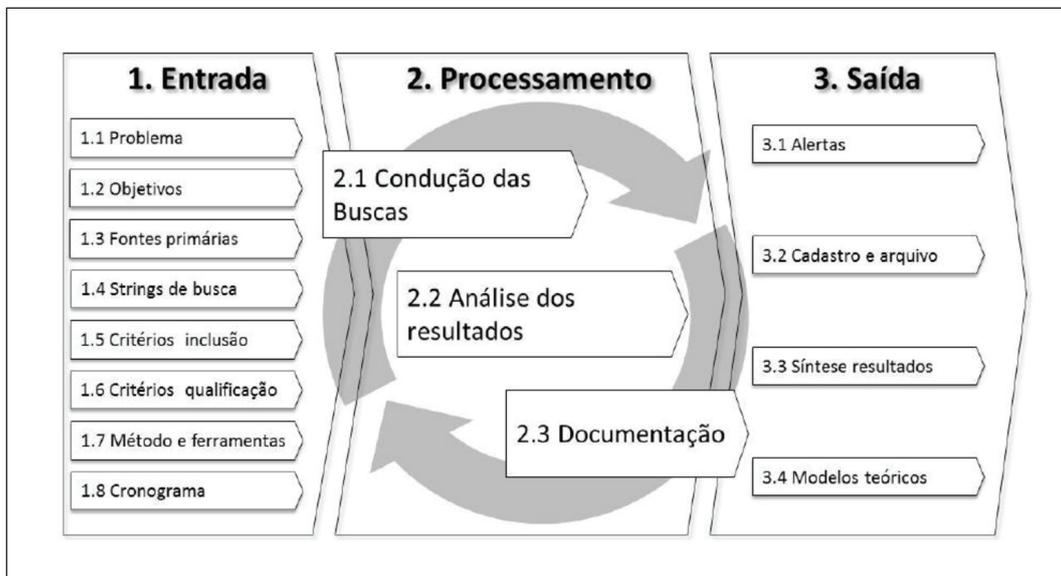
A etapa denominada “entrada” refere-se ao conhecimento adquirido em trabalhos (geralmente livros e artigos) considerados clássicos e o protocolo da RBS que apresenta informações e regras relevantes que conduzirá a pesquisa. Em “processamento” o protocolo da RBS elaborado é a referência para a realização das atividades presentes nessa etapa, que resultará em dados para o desenvolvimento da “saída” que serão a síntese dos resultados obtidos e as respostas da pergunta científica.

Conforto, Amaral e Silva (2011) perceberam a necessidade de uma RBS para a área de gestão de operações ou para a área de gestão de desenvolvimento de produtos e tecnologias. Com isso, desenvolveram e apresentaram no trabalho intitulado “Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos” a revisão sistemática denominada como *RBS Roadmap*.

A *RBS Roadmap* é composta por 15 atividades distribuídas em 3 etapas (Figura 3). Na primeira etapa, denominada “Entrada” é necessário ter a definição precisa do “problema” e os “objetivos” da pesquisa, pois, de acordo com Conforto, Amaral e Silva (2011, p.6), “É importante ter rigor na definição dos obje-

tivos, uma vez que eles serão a base para a análise dos artigos encontrados nas buscas”. As “fontes primárias” são os trabalhos clássicos avaliados inicialmente que servem de base para a definição das palavras-chave que serão utilizadas na formação das “strings de busca”, sendo preciso combinar, testar e quando necessário adaptar as strings conforme a base de dados pesquisada. Os “critérios de inclusão” devem ser estabelecidos conforme o objetivo da pesquisa. Os “critérios de qualificação” são importantes para verificar o quão importante é aquele artigo para a pesquisa. O “método e ferramentas” está relacionado a definição da condução das buscas. Finalizando essa etapa tem-se o “cronograma” que define o tempo e os recursos necessários para realização da pesquisa.

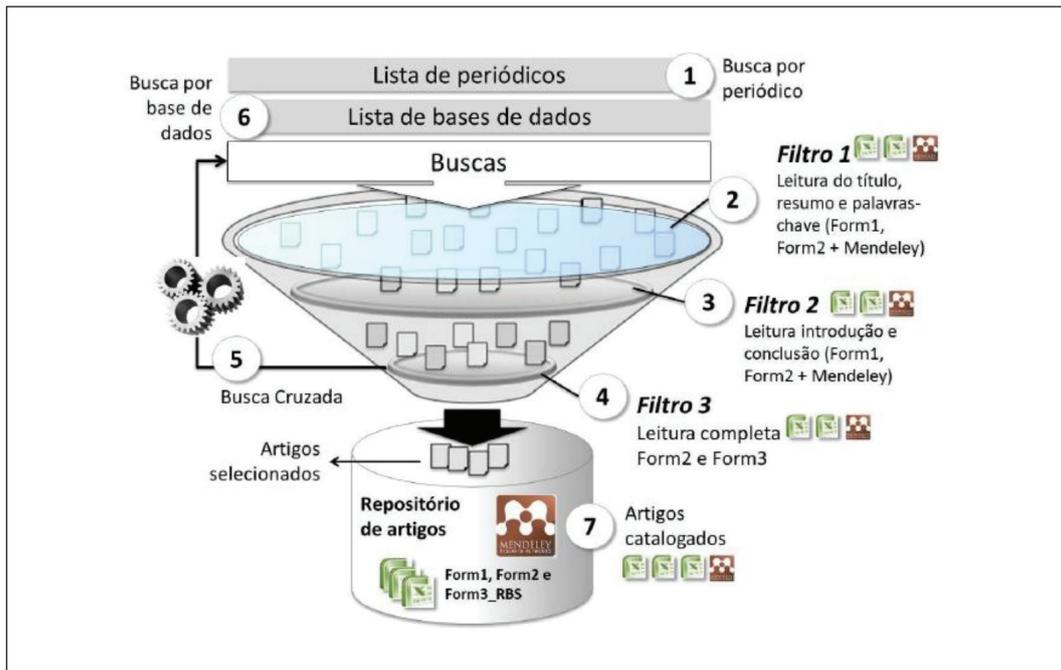
Figura 3 - Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática – RBS Roadmap.



Fonte: (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

Na segunda etapa (ver Figura 3), denominada “Processamento” tem-se: “Condução das buscas”, “Análise dos resultados” e “Documentação” que devem ser executados por meio de um processo iterativo que contém 7 passos, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Procedimento iterativo presente na etapa de processamento.



Fonte: CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011.

A atividade “Condução das buscas” corresponde aos passos 1, 5 e 6 (Figura 4); a “Análise dos resultados” relaciona-se com os passos 2, 3 e 4, por ser o momento de leitura e análise dos dados e; a “Documentação” relaciona-se com o passo 7, atividade de catalogar e apresentar os materiais mais relevantes que foram encontrados e contribuem com a resolução da pergunta científica feita inicialmente.

O passo 1 “Lista de periódicos” refere-se a enumerar os periódicos relevantes ao tema que foi desenvolvido na atividade “fontes primárias” presente na etapa 1 – “Entrada”. Cada periódico será utilizado para realizar a pesquisa através das “strings de busca”, sendo os resultados preenchidos no “Form 1” – formulário com dados referente aos artigos encontrados.

Para o passo 2, 3 e 4 Conforto, Amaral e Silva (2011) sugerem um “Form 2” – formulário que apresenta a síntese dos resultados obtidos após o processo de filtro – contribuindo com o entendimento sobre o estado da arte do tema. É necessário realizar primeiro o filtro 1 de leitura (resumo e palavras-chave, em seguida o filtro 2 de leitura (introdução e conclusão) e finalmente o filtro 3 de leitura (leitura completa). Caso em um filtro anterior o pesquisador tenha dúvidas sobre a relevância do trabalho a pesquisa que está sendo realizada, o trabalho deve passar para o próximo filtro para verificação. No filtro 3 é realizado o processo iterativo de busca cruzada, momento de identificação de artigos relevantes citados pelos autores do trabalho selecionado.

O passo 5 contribui para identificar os trabalhos relevantes encontrados na leitura presente no passo 4 e que precisam ser analisados se são relevantes ou não para a pesquisa em questão, sendo preenchidos no “Form 3” – formulário para registrar um resumo do trabalho, importante para o desenvolvimento da síntese final.

O passo 6 tem o intuito de ser utilizado para encontrar os trabalhos mais recentes. Para finalizar, tem-se o passo 7, onde os artigos selecionados após o filtro 3 são catalogados e apresentados em uma revisão sistemática.

Na terceira e última etapa denominada “saída” (ver Figura 3) os pesquisadores podem colocar “alertas” nos principais periódicos para receber aviso de trabalho publicados, elaborar uma “síntese e resultados” dos trabalhos mais relevantes analisados e desenvolvimento de “modelos teóricos”, resultado final do RBS *Roadmap*, importante na continuação da pesquisa realizada (CONFOR-TO; AMARAL; SILVA, 2011).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados e discutidos nessa seção foram divididos em “3.1 – Resultados da revisão sistemática” e “3.2 - Resultados sobre *Design for X*”. O primeiro retrata como ocorreu a revisão sistemática por meio da apresentação dos resultados para cada uma das atividades contidas na RBS *Roadmap* e, o segundo momento, discute conceitos pesquisados sobre DFX, situação recente e métodos e/ou ferramentas encontradas para a seleção da X-bilidade.

### 3.1. Resultados da revisão sistemática

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizada como referência a RBS *Roadmap*, sendo exibidos da seção 3.1.1 até a 3.1.5 os resultados obtidos.

#### 3.1.1. Definição do problema

O problema refere-se a procura sobre a existência ou não de métodos e/ou ferramentas para a seleção das X-bilidades requisitadas durante o processo de desenvolvimento de produto, que satisfaçam as necessidades dos clientes. Dessa maneira, a pergunta científica para prosseguimento da pesquisa é “se existe e quais são os métodos e/ou ferramentas para seleção do X (habilidade) durante o processo de desenvolvimento de produtos?”

#### 3.1.2. Objetivos

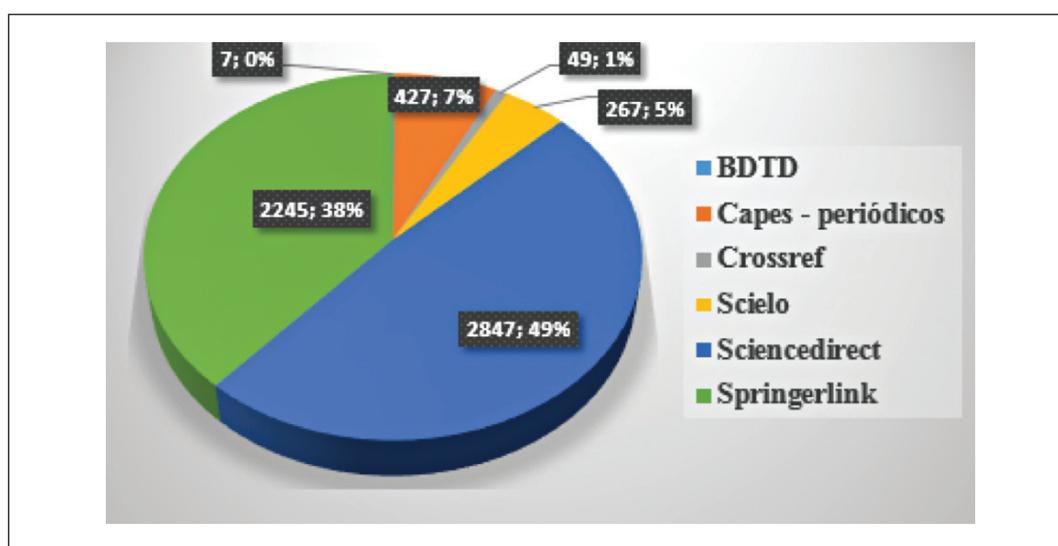
O objetivo deste trabalho é realizar a procura por trabalhos relevantes sobre DFX por meio da metodologia RBS *Roadmap*, apresentando os principais conceitos e focando a pesquisa de trabalhos que contribuam com a resolução da pergunta científica.

#### 3.1.3. Fontes primárias

Inicialmente foram utilizados mecanismos de busca como: periódicos capes, *crossref*, biblioteca digital brasileira de teses e dissertações (BDTD), scielo, *sciencedirect* e *springerlink*, através da sigla DFX para a busca de trabalhos com esse tema.

Na Figura 5 são apresentados os resultados referentes à quantidade de trabalhos encontrados e os respectivos percentuais em cada um dos mecanismos de busca, a soma resulta em 5.842 trabalhos disponíveis desde 1996, ano em que a sigla aparece pela primeira vez. Vale ressaltar que a pesquisa foi realizada em maio de 2016.

Figura 5 – Quantidade de trabalhos x porcentagem de trabalhos nas bases de dados.



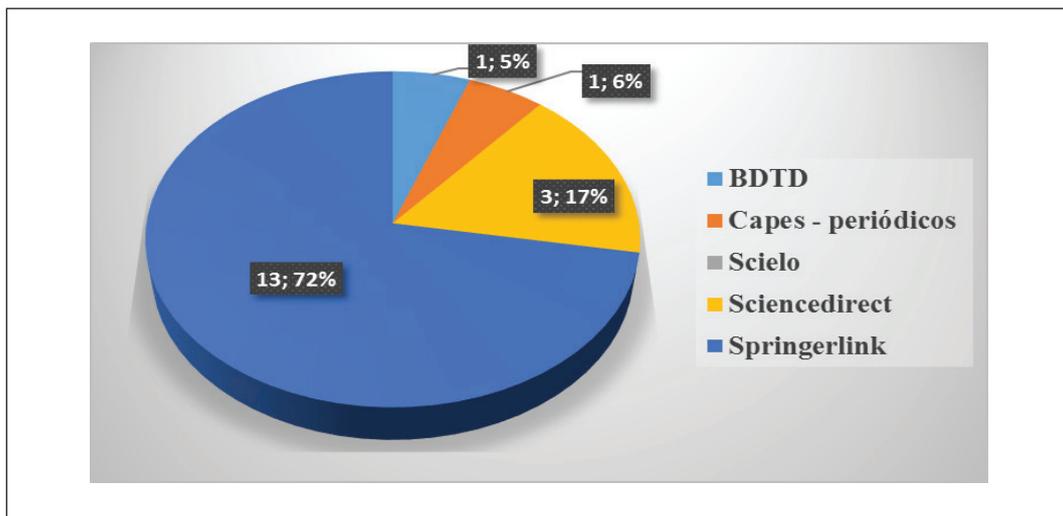
Fonte: Próprios autores.

### 3.1.4. *Strings* de busca

Posterior a busca inicial apresentada na seção anterior, foi realizada a procura por meio da criação de *strings* de busca, que devem ser compostos por operadores lógicos, como AND, OR etc. Esta pesquisa foi desenvolvida por meio da criação de *strings* formadas por palavras como: “*Design for X*”, “DFX”, “Projeto para X”, “*Methods*”, “*Métodos*”, “*Techniques*”, “*Técnicas*”, “*Tools*”, “*Ferramentas*”, “*Selection*” e “*Seleção*” para a obtenção de trabalhos em língua inglesa e em português, sendo essas palavras definidas após a leitura de trabalhos clássicos relacionados ao tema.

Na Figura 6 é possível observar o resultado após a utilização das *strings*. Foram 18 trabalhos encontrados após os filtros utilizados, sendo a maioria (13) encontrados na *Springerlink*. No apêndice A é possível visualizar a lista referente a esses trabalhos com o respectivo ano de publicação e local de publicação.

Figura 6 - Quantidade de trabalhos x porcentagem de trabalhos nas bases de dados.



Fonte: Próprios autores.

### 3.1.5. Critério de inclusão e exclusão

Como critérios de inclusão e exclusão tem-se: trabalhos publicados e disponíveis integralmente; trabalhos que apresentam aplicações e métodos de seleção da X-bilidade; análise inicial do título, *abstract* e das palavras-chave sobre DFX e se o trabalho foi avaliado e/ou validado. Na Tabela 1 é possível verificar os critérios de inclusão e exclusão que foram definidos para atender o objetivo da pesquisa.

Tabela 1 – Critério de inclusão e exclusão de trabalhos.

Critério de ...	Descrição
Inclusão	Título com o termo " <i>Design for X</i> ";
Inclusão	Título com o a sigla "DFX";
Inclusão	Trabalho com título, resumo e/ou palavras-chave contendo termos como: " <i>tools</i> ", " <i>method</i> " e " <i>shell</i> ";
Exclusão	Trabalho indisponível, com acesso possível somente através da compra do texto;
Exclusão	Apenas aplicação de boas práticas de DFX para determinada situação;
Exclusão	Trabalhos que não mencionavam sobre métodos, ferramentas, técnicas da seleção, histórico e utilização do DFX.

Fonte: Próprios autores.

## 3.2. Resultados sobre *Design for X*

Os resultados sobre *Design for X* obtidos por meio da utilização RBS *roadmap* apresentados neste trabalho, são exibidos nas seções 3.2.1 e 3.2.2.

### 3.2.1. Surgimento e definição

O termo *Design for X* foi apresentado e utilizado pela primeira vez em 1996. O trabalho desenvolvido por James G. Bralla no livro intitulado "*Design for Excellence*" foi uma das primeiras aparições do termo DFX, sendo definido pelo autor como a

[...] base de conhecimento para aproximar ao máximo o projeto do produto das suas características desejáveis, como alta qualidade, confiabilidade, facilidade de manutenção, segurança, facilidade de uso, preocupação com o meio ambiente, redução do prazo de disponibilização para vendas e ao mesmo tempo reduzindo os custos de manufatura e manutenção do produto (BRALLA, 1996, p.22).

Dentre os pesquisadores que são referências em DFX, tem-se: James G. Bralla autor do livro como “*Design for Excellence*” publicado em 1996, além de outros livros e *handbooks* sobre *design for manufacturing*; George G. Q. Huang autor do livro “*Design for X: Concurrent engineering imperatives*” também publicado em 1996, além de outros trabalhos como Huang e Mak (1997); Huang e Mak (1998) e Huang, Lee e Mak (1999) e o trabalho desenvolvido por Pahl et al (2007) intitulado “*Engineering Design: A systematic Approach*”.

De acordo com Barbosa (2012) “o DFX é uma metodologia desenvolvida para estabelecer regras, procedimentos e métodos, de modo a guiar os projetistas para um produto que atenda todos os requisitos esperados pelo mercado consumidor”.

DFX torna-se uma importante base de conhecimento para o projetista quando necessita otimizar as características dos produtos que foram apresentadas pelos clientes através de suas necessidades/desejos e, especificado pela equipe de projetos. Os “desejos” dos clientes podem ser os mais diversos possíveis. Back et al (2008) identificaram nos trabalhos desenvolvidos e compilaram em uma lista (ver Tabela 2) aqueles “desejos” geralmente existentes nos produtos e que são pesquisados por diversos autores.

A Tabela 2 apresenta dezoito habilidades ou características, que representa o “X” do DFX, e, que estão presentes nos produtos, podendo apresentar-se de maneira isolada ou em conjunto com outros conforme a necessidade dos clientes e a expertise da equipe de projeto.

Tabela 2 – Possíveis X-bilidades listado por Back et al (2008).

Item	Nome em português	Nome em inglês	Siglas
1	Projeto para Estética	<i>Design for Aesthetics</i>	
2	Projeto para Montagem	<i>Design for Assembly</i>	DFA
3	Projeto para Configuração	<i>Design for Configuration</i>	
4	Projeto para Custo	<i>Design for Cost / Profit</i>	DFC
5	Projeto para Meio Ambiente, Reciclagem e Descarte	<i>Design for Environment / Recycling / Disassembly</i>	
6	Projeto para Inspeção	<i>Design for Inspectability</i>	
7	Projeto para Manutenibilidade	<i>Design for Maintainability / Service / Repair</i>	
8	Projeto para Manufatura	<i>Design for Manufacturing</i>	DFM
9	Projeto para Modularidade	<i>Design for Modularity</i>	
10	Projeto para Embalagem	<i>Design for Packaging / transportability</i>	
11	Projeto para Precisão	<i>Design for Precision</i>	
12	Projeto para Confiabilidade	<i>Design for Reliability</i>	
13	Projeto para Robustez	<i>Design for Robustness</i>	
14	Projeto para Segurança e Responsabilidade Social	<i>Design for Safety / Liability</i>	DFS
15	Projeto para Normalização	<i>Design for Standards</i>	
16	Projeto para Apoio Logístico	<i>Design for Supportability</i>	
17	Projeto para Teste	<i>Design for Testability</i>	
18	Projeto para Uso Amigável / Ergonomia	<i>Design for Use / Ergonomics / Human Factors</i>	

Fonte: Adaptado de Back et al. (2008).

Após a verificação da Tabela 2, foi elaborada a Tabela 3, devido a constatação da existência de outros “Xs”, contribuindo com o aumento de dezoito para vinte e cinco “X” a priori.

Tabela 3 - Outras X-bilidades do DFX encontrados na literatura após pesquisas realizadas<sup>1</sup>.

Item	Nome em português	Nome em inglês	Siglas
1	Projeto para o ciclo de vida	<i>Design for Cicle of life</i>	DFCL
2	Projeto para competição	<i>Design for Competition</i>	
3	Projeto para controle dimensional	<i>Design for Dimensional Control</i>	DDC
4	Projeto para mínimo risco	<i>Design for Minimum risk</i>	
5	Projeto para qualidade	<i>Design for Quality</i>	
6	Projeto para atendimento	<i>Design for Service</i>	
7	Projeto para armazenamento e distribuição	<i>Design for Storage and distribution</i>	

Fonte: Próprios autores.

Devido a elevada quantidade de “X” elencados, torna-se necessária a utilização de um método ou ferramenta de seleção para as escolhas dessas habilidades que venham a atender os “desejos” dos clientes, contribuindo e podendo influenciar no sucesso de venda do produto.

### 3.2.2. Métodos e ferramentas de seleção

Os métodos e ferramentas de seleção que são concernentes ao processo de desenvolvimento de produtos podem ser atribuídos na medida em que há, por parte da equipe de projetos, a verificação de uma necessidade, ou mesmo de um problema a ser solucionado. Para tanto, a seleção de um método ou ferramenta parte de uma análise a partir do conjunto de características que devem estar presentes ou aprimoradas no resultado final.

Segundo Hein (1994) muitas vezes os profissionais entendem as teorias gerais que envolvem métodos relacionados diretamente à solução de tarefas do desenvolvimento de produtos. O mesmo salienta que, para além disso, os métodos não são em si apenas métodos, mas sim um conjunto de conhecimentos relacionados à seleção e uso sistemático de técnicas.

1 Tais X-bilidades foram encontradas em diversos materiais, em diferentes momentos de pesquisa para compor pesquisa de dissertação de Melo (um dos autores deste artigo).

Tais métodos são aplicados em uma etapa posterior à verificação de necessidades em um projeto. A verificação pode ser feita a partir de questionários, entrevistas, ouvidoria do consumidor, requerimentos específicos da engenharia, *checklists*, entre outros.

De acordo com Holt e Barnes (2009), as técnicas aplicadas no processo de DFX influenciam em requisitos do produto como ciclo de vida completo aliado ao desempenho. Ainda segundo os autores, refletir sobre a aplicação de tais técnicas ajudam engenheiros e projetistas a aumentar sua compreensão da natureza física do produto para além de sua forma e seu material, pensando também em todos os elementos que compõem seu ciclo de vida. Com isso, torna-se importante a seleção da habilidade ou capacidade requerida para o produto.

Lehto (2011) menciona que um dos métodos que podem ser utilizados para a seleção e ao aperfeiçoamento refere-se à criação de pacotes que são constituídos por “X” similares que devem possuir coordenadores responsáveis para o aperfeiçoamento dos mesmos, fazendo com que se especializem e contribuam com a busca pelo “ótimo” para a X-bilidade requerida, além da existência de um diretor que contribui com o registro e com o andamento correto das práticas aplicadas. Essa situação tende a resultar em reuniões produtivas e com a apresentação do ponto de vista de importância de determinado X para o produto conforme olhar do especialista, neste caso sendo os coordenadores.

Para Huang (1996) o desenvolvimento de uma sistemática para seleção e documentação de lições aprendidas sobre DFX deve ser composto por sete etapas, composta por: análise de requisitos, modelagem para análise do produto, modelagem para a análise do processo, seleção de medidas de desempenho, compilação do DFX em manual, compilação do DFX em livro e verificação.

Uma ferramenta DFX deve possuir três características (funcional, operacional e objetiva) para obter sucesso, pois uma ferramenta fácil de operar, que tenha função ao usuário e que seja objetiva são características almejadas pelos usuários, principalmente devido a busca por soluções rápidas.

Durante o processo de desenvolvimento do produto, dependendo da fase em que o gestor decidir utilizar a ferramenta a ser desenvolvida, existe a necessidade de obtenção de informações sobre o DFX de maneira geral (e.g. na fase de projeto conceitual) ou com detalhes mais específicos sobre a situação (e.g. na fase de projeto detalhado).

## 4. CONCLUSÕES

Por meio da utilização da revisão sistemática foi possível identificar e analisar trabalhos relevantes sobre DFX, uma vez que o principal objetivo do presente trabalho consistiu-se em buscar métodos de seleção de DFX a partir do levantamento de trabalhos que possuem tal temática identificados pelo RBS *Roadmap*.

Conforme observado no apêndice A, a quantidade de pesquisadores que realizam trabalhos sobre o DFX, sem considerar nenhum X em específico, é baixa, se comparada, por exemplo, com aqueles que realizam pesquisas sobre *Design for Manufacturing* (DFM), *Design for Assembly* (DFA) ou *Design for Ergonomics*, e, está espalhada em vários países pelo mundo. Lehto (2011) menciona que a discussão sobre DFX na literatura é importante para aumento da maturidade sobre o tema.

Geralmente os pesquisadores aprofundam-se em determinado X, por interesse pessoal ou necessidades acadêmicas e/ou industriais de determinados setores, todavia, é de suma importância a pesquisa e o aumento da maturidade no estudo de maneira geral sobre DFX, principalmente para contribuir com a correta seleção dos Xs que devem ser desenvolvidos e aplicados ao produto em desenvolvimento.

A utilização de um determinado X em um produto que não necessite do mesmo ou que não seja a prioridade, tende a resultar em esforços despendidos que contribuem com a obtenção de gastos extras, tanto de tempo quanto de elevação de custos e que tendem a resultar em produtos que não atendem por completo ou muito próximo disso as necessidades dos clientes.

Devido à pouca pesquisa realizada sobre DFX e pela falta de aplicação daquelas que existem em situações reais para consolidação das mesmas, conclui-se que torna-se necessária a pesquisa e o desenvolvimento de um método e/ou ferramenta para a seleção dos corretos Xs que precisam ser escolhidos para serem aplicados ao produto em desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

- BACK, N.; OLIGARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos: Planejamento, concepção e modelagem**. 1ª. ed. Barueri, SP: Manole, 2008. 601 p.
- BARBOSA, G. F. **Desenvolvimento de um modelo de análise para implantação de automação na manufatura aeronáutica**, ori. 2012. 332 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/.../tde.../GustavoFrancoBarbosa.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/.../tde.../GustavoFrancoBarbosa.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2016.
- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T.V. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: da Ufsc, 2006. 270 p.
- BIOLCHINI, J. C. A.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS, G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 2, p. 133-151, 2007.
- BOPP, R. Design for X-Methoden. *In*: BOPP, R. **Forschungs- und Entwicklungsmanagement**. -: Springer Fachmedien Wiesbaden, 1997. p. 195-203.
- BRALLA, J. G. **Design For Excellence**. McGraw-Hill, Inc. 1996.
- BUFARDI, A.; FREY, M.; KIRITSIS, D.; METIN, A.; SMITH, B. **Improving Product Development by Design-for-X (DfX) Support**. The Future of Product Development. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2007. p. 75-84.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO - CBGDP, 8, 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Cbgdp, 2011. p. 1-12. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cbgdp2011/downloads/9149.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.
- HEIN, L. Design Methodology in Practice. **Journal Of Engineering Design**, v. 5, n. 2, p. 145-163, 1994.

HOLT, R.; BARNES, C. Towards an integrated approach to “Design for X”: an agenda for decision-based DFX research. **Res Eng Design**, v. 21, n. 2, p.123-136, 2009.

HUANG, G. Q. **Design for X: Concurrent engineering imperatives**. 1ª. ed. London: Chapman & hall, 1996.

HUANG, G. Q.; LEE, S. W.; MAK, K. L. Web-based product and process data modelling in concurrent “design for X”. **Robotics And Computer-integrated Manufacturing**, v. 15, n. 1, p. 53-63, 1999.

HUANG, G. Q.; MAK, K. L. Re-engineering the product development process with ‘design for X’. Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers, **Part B: Journal of Engineering Manufacture**, v. 212, n. 4, p. 259-268, 1998.

HUANG, G. Q.; MAK, K. L. The DFX shell: A generic framework for developing design for X tools. **Robotics And Computer-integrated Manufacturing**, v. 13, n. 3, p. 271-280, 1997.

JIANG, R. Product Design and Design for X. *In*: JIANG, R. **Introduction to Quality and Reliability Engineering**. Springer Berlin Heidelberg, 2015. p. 113-127.

KEIL, S.; LASCH, R. A Decision Support System for “Re-design for X” of Production Processes: Particular Focus on High Tech Industry. *In*: DETHLOFF, J. et al. **Logistics Management: Products, Actors, Technology - Proceedings of the German Academic Association for Business Research**, Bremen, 2013. [s.l.]: Springer International Publishing, 2014. p. 455-470.

KOPECKY, M.; HOSNEDL, S.; DVORAK, J.; JANIK, L. Interdisciplinary Innovation of EDI Module Case Using ‘Design for X’ and ‘Prediction of X’ Knowledge and Methods System Based on TTS. *In*: LEVČI, L. et al. **Modern Methods of Construction Design: Proceedings of ICMD 2013**. [s. L.]: Springer International Publishing, 2014. p. 451-457.

LEHTO, J.; HARKONEN, J.; HAAPASALO, H.; BELT, P.; MOTTONEN, M.; KUVAJA, P. Benefits of DfX in Requirements Engineering. **Technology And Investment**, v. 2, n. 1, p. 27-37, 2011.

LEVY, Y.; ELLIS, T. J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v. 9, p. 181–212, 2006.

MEERKAMM, H.; KOCH, M. Design for X. *In*: CLARKSON, J.; ECKERT, C. **Design process improvement: A review of current practice**. London: Springer London, 2005. p. 306-323.

MOUBACHIR, Y.; BOUAMI, D. Storing and Retrieving Design Solution in the Physical Domain Based on DFX Tools and Morphological Analysis. **Procedia Cirp**, v. 34, p. 64-68, 2015.

OGLIARI, A. **Introdução a otimização integrada do processo de projeto do produto**: Florianópolis: Slides, 2010. 123 slides, color.

OHTOMI, K. Extended Design for X for Digital Consumer Products. *In*: ELMARAGHY, H. A.; ELMARAGHY, W. H. **Advances in Design**. London: Springer London, 2006. p. 535-546.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K.-H. **Engineering Design: A Systematic Approach**. London: Springer-verlag London, 2007.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, fev. 2007.

TICHEM, M.; O’SULLIVAN, B. Knowledge processing for timely decision making in Design For X. *In*: KALS, H.; VAN HOUTEN, F. **Integration of Process Knowledge into Design Support Systems: Proceedings of the 1999 CIRP International Design Seminar**, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 24–26 March, 1999. Netherlands: Springer Netherlands, 1999. p. 219-228.

TICHEM, M.; STORM, T. Designer support for product structuring – development of a DFX tool within the design coordination framework. **Computers In Industry**, v. 33, n. 2-3, p. 155-163, 1997.

VAN HEMEL, C.; KELDMANN, T. Applying “Design for X” Experience in Design for Environment. *In*: HUANG, G. Q. **Design for X: Concurrent engineering imperatives**. London: Chapman & Hall, 1996. p. 72-95.

## APÊNDICE A – LISTA DE MATERIAIS ENCONTRADOS APÓS A UTILIZAÇÃO DAS STRINGS

ANO	BASE DE DADOS	QUANTIDADES	PAÍS	AUTOR(ES)	TÍTULO	TIPO
1996	Springerlink	1	Hong Kong	George Q. Huang	Developing Design For X Tools	Capítulo de livro
1996	Springerlink	1	Hong Kong	George Q. Huang	Implementing Design For X Tools	Capítulo de livro
1996	Springerlink	1	Inglaterra	Carolien G. van Hemel, Troels Keldmann	Applying "Design for X" Experience in Design for Environment	Capítulo de livro
1997	Capes - periódicos	1	Hong Kong	G. Q. HUANG and K. L. MAK	The DFX shell: A generic framework for developing design for X tools	Artigo
1997	Sciencedirect	1	Holanda	Marcel Tichem, Ton Storm	Designer support for product structuring-development of a DFX tool within the design coordination framework	Artigo
1997	Sciencedirect	1	Hong Kong	G. Q. HUANG and K. L. MAK	The DFX shell: A generic framework for developing design for X tools	Artigo
1997	Springerlink	1	Alemanha	Reinhold Bopp	Design for X-Methoden	Capítulo de livro
1999	Springerlink	1	Holanda	Marcel Tichem, Barry O'Sullivan	Knowledge processing for timely decision making in Design For X	Capítulo de livro
2005	Springerlink	1	Alemanha	Harald Meerkamm, Michael Koch	Design for X	Capítulo de livro
2006	Springerlink	1	Japão	Koichi Ohtomi	Extended Design for X for Digital Consumer Products	Capítulo de livro
2007	Springerlink	1	Suíça	A. Bufardi, A. Edler, M. Frey, D. Kiritsis, A. Metin	Improving Product Development by Design-for-X (DfX) Support	Capítulo de livro
2010	Springerlink	1	Inglaterra	Raymond Holt and Catherine Barnes	Towards an integrated approach to "Design for X": an agenda for decision-based DFX research	Artigo
2011	Springerlink	1	Nova Zelândia	Shane (S.Q.), Yiliu Tu	Internet-based "Design for X" for Rapid and Economical Tool-/Mould-making	Capítulo de livro
2012	BDTD	1	Brasil	Gustavo Franco Barbosa	Desenvolvimento de um modelo de análise para implantação de automação na manufatura aeronáutica, orientado pelos requisitos das metodologias de Projeto para Excelência (DFX - Design for Excellence) e Produção Enxuta (Lean Manufacturing)	Tese
2014	Springerlink	1	Alemanha	Sophia Keil and Rainer Lasch	A Decision Support System for "Re-design for X" of Production Processes: Particular Focus on High Tech Industry	Capítulo de livro
2014	Springerlink	1	Republica Tcheca	M. Kopecky, S. Hosnedl, J. Dvorak, L. Janik	Interdisciplinary Innovation of EDI Module Case Using 'Design for X' and 'Prediction of X' Knowledge and Methods System Based on TTS	Capítulo de livro
2015	Sciencedirect	1	Marrocos	Y. Moubachir, D. Bouami	Storing and retrieving design solution in the physical domain based on DFX tools and morphological analysis	Artigo
2015	Springerlink	1	China	Renyan Jiang	Product Design and Design for X	Capítulo de livro
TOTAL:		18				

Fonte: Próprios autores.