



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO – TRINDADE – CAIXA POSTAL 476
CEP. 88040-900 – FLORIANÓPOLIS – SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MATHEUS HUMBERTO CEBALLOS

MODELO PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE PRODUTOS IOT- DFIoT

FLORIANÓPOLIS

2021

MATHEUS HUMBERTO CEBALLOS

MODELO PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE PRODUTOS IOT- DFIoT

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Osmar Possamai, Dr.

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ceballos, Matheus Humberto
FERRAMENTA PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE PRODUTOS
IOT- DFIoT / Matheus Humberto Ceballos ; orientador, Osmar
Possamai, 2021.
121 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Internet das Coisas. 3.
Desenvolvimento de produtos. 4. Design for X. I. Possamai,
Osmar. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III.
Título.

MATHEUS HUMBERTO CEBALLOS

MODELO PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE PRODUTOS IOT- DFIoT

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Osmar Possamai, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP/UFSC)

Prof. Fernando Antonio Forcellini, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP/UFSC)

Prof. Leonardo Nabaes Romano, Dr.
Universidade Federal de Santa Maria (DEM/UFSM)

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Engenharia, Especialidade em Engenharia de Produção.

Prof. Enzo Morosini Frazzon, Dr.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação

Prof. Osmar Possamai, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2021.

Este trabalho é dedicado à minha avó
Salette Tomelin (*in memoriam*), e minha
tia-avó e madrinha Melânia Castilho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter dado forças nos momentos mais necessários desta caminhada e iluminado meu caminho.

À minha mãe Rosana, pelo apoio e orações, meu irmão Guilherme, que sempre incentivou e acreditou no meu potencial, Ignázio Schiliró, o qual tenho como meu pai, aconselhando-me e estando presente.

Agradeço à Meme, pelas orações, ensinamentos e amor. Por sempre lembrar-me dos meus valores e que não devemos desistir, pois nunca estamos sós.

À Maria Isabel, pelo carinho, paciência e auxílio. Com você eu amadureço e me torno uma pessoa melhor, você é sensacional.

Agradeço ao Professor Dr. Osmar Possamai, por ter acreditado, orientado e aconselhado durante a pesquisa.

À Universidade Federal de Santa Catarina, por viabilizar o programa e pelo apoio dos seus funcionários e professores, em especial ao Dalto do Nascimento dos Santos e Pedro Candido Machado Filho.

Agradeço ao incentivo e ajuda dos amigos Thiago Carrano de Albuquerque Bernardes, Patrícia de Andrade Paines, Luciano Vignochi e Juliane De Freitas Battisti, sem dúvidas, vocês foram fundamentais em diversos momentos.

E a todos que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse concluído.

RESUMO

A Internet das Coisas (IoT, *Internet of Things*), tecnologia da Indústria 4.0, quando relacionada a produtos é caracterizada como um projeto híbrido, baseado na evolução da internet e das tecnologias de conectividade e interação. Por se tratar de uma tecnologia em desenvolvimento, observa-se uma lacuna na definição das especificações e diretrizes técnicas padronizadas para a abordagem de IoT dentro do processo de projeto de produtos. Neste sentido, é apresentado um novo modelo baseado nas diretrizes DFx (*Design for* “alguma ênfase”), que tem por função auxiliar a tomada de decisão com foco em padronizações e melhorias de performance dos produtos. O modelo desenvolvido sugere abordagem alternativa que permite integrar as características distintas e elementos relativos à IoT em projeto de produtos. Denominada de DFIoT, a ferramenta possui diretrizes fundamentais e genéricas, visando atender de forma ampla as necessidades das empresas, independentemente do mercado de atuação, e grande adaptabilidade às mais diversas realidades. Este trabalho é classificado como um estudo de caso, onde foi selecionada uma amostra não aleatória de empresas. As quais possuem diferentes participações de mercado e área de atuação. Tais características ajudaram a pesquisa a ser abrangente e genérica, o que é necessário para o projeto de uma ferramenta DFx.

Palavras-chave: Internet das Coisas. Desenvolvimento de produto. *Design for X*.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT), Industry 4.0 technology, when related to products is characterized as a hybrid project, based on the evolution of the internet and connectivity and interaction technologies. As it is a technology under development, there is a gap in identifying standard technical specifications and guidelines for the IoT approach within the product design process. In this sense, a new framework, based on DfX guidelines (Design for “some emphasis”), which has function to assist decision making with a focus on standardization and improvement of product performance. The developed framework suggests an alternative approach that allows to integrate the distinct characteristics and elements related to the IoT in project of products. Called DFloT, the tool has fundamental and generic guidelines, aiming to broadly meet the needs of companies, regardless of the market performance, and great adaptability to the most diverse realities. This work is classified as a case study, where a non-random sample of companies was selected. Which have different market shares and operating area. Such characteristics helped the research to be comprehensive and generic, which is necessary for the design of a DfX tool.

Key words: *Internet of things. Product development. Design for X.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo evolução da internet das coisas	22
Figura 2 - Inter-relação das áreas de IoT.....	23
Figura 3 - Elementos de produtos IoT.....	24
Figura 4 - Classificações IEEE para redes de comunicação Wireless.....	26
Figura 5 - Elementos de middleware.....	28
Figura 6 - Classificação de maturidade dos produtos com tecnologias da indústria 4.0.....	29
Figura 7 - Morfologia do processo de projetos de engenharia.....	33
Figura 8 - Projeto preliminar.....	34
Figura 9 - Modelo de desenvolvimento de produtos proposto por Rozenfeld.....	35
Figura 10 - Equivalências entre modelo de Back e fase de desenvolvimento de Rozenfeld.....	36
Figura 11 - Ferramentas Agile.....	39
Figura 12 - Fluxo de funcionamento do <i>Scrum</i>	41
Figura 13 - Atividades das etapas de projeto conceitual e detalhado no PDP.....	44
Figura 14 - Características da pesquisa.....	48
Figura 15 - Mapa de classificação de produtos IoT.....	51
Figura 16 - Sequência de atividades do processo de coleta e análise de informações.....	56
Figura 17 - Fluxo de atividades para coleta de dados.....	65
Figura 18 - Mapa de classificação de produto da empresa 'A'	69
Figura 19 - Etapas de desenvolvimento de produto empresa 'A'	73
Figura 20 - Mapa de classificação de produto da empresa 'B'	74
Figura 21 - Etapas de desenvolvimento de produto empresa 'B'	77
Figura 22 - Mapa de classificação de produto da empresa 'F'	78
Figura 23 - Etapas de desenvolvimento de produto empresa 'F'	82
Figura 24 - Mapa de classificação de produto da empresa 'H'	83
Figura 25 - Etapas de desenvolvimento de produto empresa 'H'	88
Figura 26 - Mapa de classificação de produto da empresa 'I'	89
Figura 27- Etapas de desenvolvimento de produto empresa 'I'	93
Figura 28 – Estrutura DFIoT.....	99
Figura 29 - Projeto Informacional do projeto de produtos IoT.....	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dificuldades durante o desenvolvimento de produtos IoT.....	17
Quadro 2 - Especificações IEEE-802.11n/ac.....	25
Quadro 3 - Características das áreas tecnológicas da Internet das Coisas.....	31
Quadro 4 - Características dos métodos qualitativo e quantitativo.....	46
Quadro 5 - Classificação da virtualização dos produtos IoT.....	52
Quadro 6 - Classificação da troca de informação dos produtos IoT.....	53
Quadro 7 - Classificação da interação entre dispositivos dos produtos IoT.....	54
Quadro 8 - Classificação do processamento dos produtos IoT.....	54
Quadro 9 - Classificação da servitização dos produtos IoT.....	55
Quadro 10 - Perguntas aos gestores.....	60
Quadro 11 - Perguntas para a equipe.....	61
Quadro 12 - Perfilação respostas empresa ‘A’.....	70
Quadro 13 - Perfilação respostas empresa ‘B’.....	74
Quadro 14 - Perfilação respostas empresa ‘F’.....	78
Quadro 15 - Perfilação respostas empresa ‘H’.....	83
Quadro 16 - Perfilação respostas empresa ‘I’.....	90
Quadro 17 - Problemas comuns no processo de desenvolvimento de produtos IoT.....	95
Quadro 18 - <i>Checklist</i> IoT.....	104
Quadro 19 - Características dos protocolos da camada de aplicação para IoT.....	108
Quadro 20 - Características dos protocolos da camada de transporte para IoT.....	108
Quadro 21 - Características dos protocolos da camada física para IoT.....	108

LISTA DE SIGLAS

AMQP	<i>Advanced Message Queuing Protocol</i>
B2B	<i>Business to Business</i>
B2C	<i>Business to Customer</i>
CFS	<i>Cyber Physical Systems</i>
CoAP	<i>Constrained Application Protocol</i>
CoT	<i>Cloud of Things</i>
DDS	<i>Data Distribution Service</i>
DFE	<i>Design for environment</i>
DFIoT	<i>Design for Internet of Things</i>
DFM	<i>Design for Manufacturing</i>
DFMA	<i>Design for Manufacturing and Assembly</i>
DFQ	<i>Design for quality</i>
DFS	<i>Design for security</i>
DFSC	<i>Design for Supply Chain</i>
DFSv	<i>Design for service</i>
DFx	<i>Design for “alguma ênfase”</i>
EA	Arquitetura Empresarial
EI	Integração Empresarial
HTTP/2	<i>HyperText Transfer Protocol/2</i>
ICT	<i>Information and Communication Technology</i>
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
IoE	<i>Internet of Everything</i>
IoT	<i>Internet of Thing</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
M2M	<i>Machine to Machine</i>
MEMS	Sistemas Micro Eletromecânicos
MIMO	<i>Multiple-input, Multiple-output</i>
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
MQTT-SN	<i>MQTT For Sensor Networks</i>
NanoIP	<i>Nano Internet Protocol</i>
NPD	<i>New Product Development</i>
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PSS	<i>Product Service Systems</i>
QUIC	<i>Quick UDP Internet Connections</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SAS	<i>Software As a Service</i>
SSL	<i>Secure Sockets Layer</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	14
1.1. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	16
1.2. JUSTIFICATIVA	16
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	21
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1. INTERNET DAS COISAS.....	22
2.1.1. Características técnicas da Internet das Coisas	23
2.1.2. Classificações da Internet das Coisa	28
2.2. PROJETO DE PRODUTO	33
2.2.1. Métodos Agile	38
2.2.1.1. <i>Scrum</i>	41
2.3. DIRETRIZES PARA O PROJETO – <i>DESIGN FOR X</i>	43
2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	46
CAPÍTULO 3 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	47
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	47
3.2. CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS	51
3.3. COLETA E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES	56
3.3.1. Técnicas utilizadas para coleta e análise de informações	57
3.3.2. Características dos gestores entrevistados	58
3.3.3. Validação da entrevista e questionário	59
3.3.4. Entrevista e questionário	60
3.3.5. Perfilação das respostas	63
3.3.6. Mapeamento e esboço dos métodos usados pelas empresas	64
3.3.7. Análise e comparação entre processos de desenvolvimento	65
3.3.8. Modelo proposto	65
3.3.9. Conclusões e recomendações	65
3.4. PROCESSO DE COLETA DE DADOS	65
3.4.1. Realização de entrevista	67
3.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	67
CAPÍTULO 4 ANÁLISE	69
4.1. PERFILAÇÃO DAS RESPOSTAS.....	69
4.1.1. Empresa ‘A’	69

4.1.2.	Empresa ‘B’	74
4.1.3.	Empresa ‘F’	79
4.1.4.	Empresa ‘H’	84
4.1.5.	Empresa ‘I’	91
4.2.	ANÁLISE COMPARATIVA.....	96
4.3.	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	98
CAPÍTULO 5 - MODELO DFIoT PROPOSTO		99
5.1.	DESIGN FOR IOT.....	99
5.1.1.	Estrutura do DFIoT	100
5.1.1.1.	<i>Equipe</i>	102
5.1.1.2.	<i>Planejamento estratégico</i>	103
5.1.1.3.	<i>Projeto informacional</i>	106
5.1.1.4.	<i>Projeto conceitual</i>	108
5.1.1.5.	<i>Projeto detalhado</i>	109
5.2.	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	111
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO		112
6.1.	CONCLUSÕES.....	112
6.2.	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	114
REFERÊNCIAS		115

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Os interesses de consumidores em obter facilidades em suas atividades diárias com a conectividade de produtos e serviços, refletem na economia dos mais diversos segmentos do mercado (RODRIGUES; DE JESUS, 2016), os quais visam obter benefícios econômicos com o desenvolvimento de produtos com essa conectividade, baseada na tecnologia da informação.

A Internet das Coisas (IoT, *Internet of Things*), tecnologia da Indústria 4.0, é a evolução das tecnologias da informação e conectividade baseada na internet, e quando relacionada a produtos é caracterizada como um projeto híbrido (ASIMOW, 1963), baseado na interação entre ‘coisas’.

A expressão Internet das Coisas foi utilizada pela primeira vez em 1999 em conferência da P&G (Procter & Gamble) (ASHTON, 2009), quando Kevin Ashton apresentou seu *case* de sucesso da implementação de etiquetas RFID (*Radio Frequency Identification*) em parte da cadeia de suprimentos para sanar problemas de estoque. Portanto, o RFID foi a primeira tecnologia a ser relacionada com o conceito de Internet das Coisas.

A utilização do RFID é mais antiga do que a expressão IoT e remete aos tempos da Segunda Guerra, quando Robert Watson-Watt desenvolveu um equipamento que detectava o posicionamento de objetos no espaço por meio de ondas de rádio. Não obstante, tal tecnologia não possibilitava identificar adequadamente os objetos, no caso, não diferenciando um avião inimigo de um aliado. Para sanar esta questão foi desenvolvido um dispositivo que ao receber uma onda de rádio, emitia um sinal como resposta identificando-o como único.

Portanto, o objetivo e o princípio da IoT é a virtualização do mundo físico (ADELMANN; LANGHEINRICH; FLÖRKEMEIER, 2006; ASHTON, 2009; BERNARD, 2006). O dado, o bit, as ideias e informações são elementos importantes no mundo em que vivemos, porém, nenhum deles é mais ou tanto quanto importante quanto o real, físico. Portanto, a união do mundo físico com o virtual é o que dá sentido ao desenvolvimento de tecnologias relacionadas a IoT. Por conseguinte, gerando o conceito de CPS (Sistemas ciber-físicos, *Cyber Physical Systems*), que nada mais é do que a virtualização de sistemas de ações, processos, máquinas ou seres-humanos através de sensores.

Por se tratar de uma tecnologia em constante desenvolvimento, diversas formas de comunicação e finalidades foram integradas a IoT. Ashton, K. (1990) relacionou o RFID com a Internet das Coisas, para Bernard (2006), Adelman *et al.* (2006) e Wiechert *et al.* (2007) já era possível relacionar com câmeras de celulares e tecnologia NFC (*Near Field Communication*). No ano de 2008 houve a primeira conferência internacional sobre a Internet das Coisas, em Zurich, onde foram questionados os motivos de trabalhar com equipamentos apenas a curta distância, comunicação M2M (*machine to machine*), operações autônomas e conceitos de refrigeradores inteligentes.

Nesta esteira, diante da complexidade dos produtos com Internet das Coisas, neste trabalho também chamados de produtos IoT, observa-se uma lacuna na literatura que seja clara nas especificações e diretrizes técnicas padronizadas para a abordagem de IoT dentro do projeto de produtos. Segundo Atzori *et al.* (2010), Mejtoft (2011), Hemilä (2015) e Nylander e Wallberg (2017), empresas encontram dificuldades em empregar tais tecnologias aos produtos, integrar *hardwares* e *softwares* e agregar valor em monitoramento e obtenção de dados em tempo real.

Abordagens específicas para uma determinada categoria de projeto de produtos - como os produtos IoT- demonstram resultar em melhores eficiências de processos, diferenciação, e redução de custos (ISO/TR 14062). Eis que as ferramentas DfX (*Design for “alguma ênfase”*), tem por função auxiliar a tomada de decisão com foco em padronizações e melhorias de performance dos produtos e de seus processos produtivos, sejam estas melhorias técnicas ou econômicas, por exemplo, a ferramenta DFMA (*Design For Manufacturing and Assembly*), refere-se ao projeto de processos de engenharia para a otimização das relações entre materiais e partes, identifica o *design* ótimo, e redução de tempos, aumentando a facilidade de produção. (FARSI; HAKIMINEZHAD, 2012).

Neste mesmo raciocínio, faz-se interessante o desenvolvimento de um DFIoT (*Design for Internet of Things*), pois trata de um método para auxiliar projetistas durante o processo de projeto de produtos enquadrados na categoria de Internet das Coisas com objetivo de agregar valor e melhorar o desempenho durante o processo de projeto de produto.

Também demonstra-se atrativo para fins acadêmicos na identificação das melhores práticas durante o desenvolvimento de produtos com tal classificação, bem como sua aplicabilidade nas indústrias.

Diante do exposto, busca-se a resposta para a seguinte pergunta de pesquisa:

“Quais abordagens devem ser adotadas durante o processo de projeto de produto para que produtos com tecnologias IoT sejam confeccionados?”

1.1. OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetivo geral, desenvolver uma ferramenta para auxiliar as atividades do projeto de produtos IoT. Para alcançar este objetivo foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Definir e identificar o que são produtos IoT e suas características;
- b) Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT; e
- c) Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto.

1.2. JUSTIFICATIVA

Com o avançar das tecnologias relacionadas a IoT, e o aumento do número de empresas que optam por adotar suas facilidades, o desenvolvimento de produtos nesta categoria vem despertando crescente interesse no meio acadêmico e empresarial. Significa dizer que os recentes ciclos de pesquisas e desenvolvimentos, iniciados no final do último século, objetivavam renovar este sistema de desenvolvimento de produtos, com o intuito de adequá-lo aos novos produtos e suas complexidades (LI; QIU, 2006).

No entanto, apesar dos seus potenciais benefícios, a implementação do IoT, deve ser cuidadosamente planejada para evitar gastos desnecessários (LEE; LEE, 2015). Produtos IoT possuem uma natureza complexa (MUHURI; SHUKLA; ABRAHAM, 2019; NYLANDER; WALLBERG, 2017) que tem como objetivo trocar dados, otimizar processos e monitorar dispositivos para gerar benefícios para os usuários (TARKOMA, 2013).

Não obstante, por diversas vezes os ganhos com estes objetivos não se apresentam de forma clara, portanto o planejamento e desenvolvimento de produtos com tecnologias de conectividade vem a ser algo nebuloso para muitos gestores e equipes de projetos. O Quadro 1, leva em consideração as mais recentes pesquisas na área de desenvolvimento e aplicação de Internet das

Coisas, comprova as dificuldades durante a execução dos projetos de produtos observadas nas empresas e na literatura.

Quadro 1 - Dificuldades durante o desenvolvimento de produtos IoT.

Autor	Dificuldade apresentada
Nylander; Wallberg, (2017)	69% das empresas de manufatura analisadas têm baixo ou nenhum conhecimento de IoT
Hemilä, (2015) Nylander; Wallberg, (2017) Čolaković; Hadžialić, (2018) Tomiyama, <i>et al.</i> , (2019)	Acesso às competências técnicas necessárias (quais e como obtê-las) relacionadas a <i>middleware</i> and hardware
Mejtoft, (2011) Hemilä, (2015) Hu, (2015) Nylander; Wallberg, (2017) Porter; Heppelmann, (2018) Oliveira; Hauge; Bellotti, <i>et al.</i> , (2019)	Encontrar valor nos produtos com IoT
Gubbi, <i>et al.</i> , (2013) Miraz, <i>et al.</i> , (2015) Čolaković; Hadžialić, (2018)	Objetos plug and play, que possam se conectar facilmente com outros objetos
Mejtoft, (2011) Gubbi, <i>et al.</i> , (2013) Miraz, <i>et al.</i> , (2015) Alkhalil; Ramadan, (2017) Čolaković; Hadžialić, (2018)	Padronização de protocolos e frequências
Hemilä, (2015) Nylander; Wallberg, (2017) Alkhalil; Ramadan, (2017)	Compreensão dos benefícios e objetivos da coleta de dados
Hu, (2015) Alkhalil; Ramadan, (2017) Čolaković; Hadžialić, (2018)	Quantidade massiva de dados produzida e tráfego de rede
Mejtoft, (2011) Hu, (2015) Alkhalil; Ramadan, (2017) Čolaković; Hadžialić, (2018) Oliveira; Hauge; Bellotti, <i>et al.</i> , (2019)	Segurança da informação
Hemilä, (2015) Miraz, <i>et al.</i> , (2015) Čolaković; Hadžialić, (2018)	Gestores não compreendem a finalidade e ganhos com IoT
Hemilä, (2015) Čolaković; Hadžialić, (2018) Tomiyama, <i>et al.</i> , (2019) Oliveira; Hauge; Bellotti <i>et al.</i> , (2019)	Pouca literatura disponível sobre conhecimento, competência, organização e sucesso com IoT nos negócios
Hemilä, (2015) Čolaković; Hadžialić, (2018)	Equipe multidisciplinar mal estruturada

Fonte: Elaborado pelo autor.

É observado, nas conclusões dos pesquisadores supracitados que os métodos tradicionais de desenvolvimento de produtos, encontram dificuldades em entregar valor nestas ações, na mesma velocidade demandada pelo mercado (MOLHANEC, 2007; NERUR; MAHAPATRA; MANGALARAJ, 2005).

Importa dizer que a maior parte dos conhecimentos desenvolvidos sobre o tema localizado na literatura tem por característica explicar o funcionamento e a arquitetura das tecnologias IoT (GUBBI *et al.*, 2013; VERMESAN; FRIESS, 2014; PANG *et al.*, 2015). Entretanto, é incipiente que estudos sejam realizados no processo de desenvolvimento de produtos com tais características tecnológicas.

Em pesquisa realizada em 2017 na Suécia por Nylander, S. e Walberg, A., identificou-se que 69% das empresas do país tem pouco ou nenhum conhecimento sobre Internet das Coisas. Vale lembrar que a Suécia é um dos países precursores no incentivo ao desenvolvimento do IoT com a adoção de projeto semelhante ao Industrie 4.0 da Alemanha. Ainda, segundo os mesmos autores, há dificuldade em realizar a integração do hardware com o middleware e constante entrega de valor com atualizações e decisões baseadas em dados.

Semelhante aos autores suecos, Hemilä, J. (2015) identificou que empresários e pessoas da área de negócios de forma geral têm dificuldades de entender o que é IoT e não veem uma forma clara de agregar valor com essa tecnologia ou coleta de dados. O autor também ressalta que há pouca literatura disponível sobre o sucesso do IoT aplicado em produtos e o sucesso que os mesmos obtiverem com o público consumidor.

Gubbi, J. (2013) observa que a padronização dos protocolos utilizados em objetos com tecnologia de comunicação é um problema que dificulta o maior desenvolvimento desta área. Além da dificuldade constante no desenvolvimento, a integração dos objetos com conectividade também é um problema. Também é salientado pelo autor a necessidade de dispositivos ‘*plug and play*’ (conectar e jogar, expressão em inglês usada para equipamentos com autoconfiguração aos equipamentos ao redor).

Tendo em vista as situações observadas pelos autores com relação às tecnologias IoT e as suas aplicações em produtos, também é observado o processo de projeto de produtos. Para Vernadat, F. B. (1996) a maioria dos modelos de referência de processo de desenvolvimento de produto (PDP) são genéricos e não atendem às necessidades específicas de cada situação e

precisam ser modificados. Não obstante, as repetidas modificações poderiam ser padronizadas para determinadas categorias de produtos, como os produtos IoT.

Os estudos de PDP não vêm acompanhados de dados empíricos e relações de causa-efeito (BARBALHO; ROZENFELD, 2013), ou seja não apresentam forte relação com o dia-a-dia dos projetistas. Engwall, M., Kling, R. e Werr, A. (2005), acreditam que a única melhoria relativa ao uso dos atuais modelos de referência de projetos de produto é o léxico comum para as diversas áreas envolvidas.

Assim sendo, observa-se uma carência de diretrizes para auxiliar os projetistas no desenvolvimento de produtos IoT, visando facilitar a tomada de decisões no projeto, com padrões e normas a serem seguidas. Esta pesquisa visa trazer benefícios em três áreas:

- i) Acadêmico: definição de IoT, já que este conceito não se apresenta de forma clara e uniforme, tanto quanto as delimitações de suas características em produtos e seu processo de desenvolvimento;
- ii) Econômico: um modelo para auxiliar projetistas na tomada de decisão e diretrizes durante o processo de projeto de produto, visando redução do tempo de projeto, redução de custos;
- iii) Social: um melhor projeto de produto resulta em melhores produtos ao mercado consumidor, onde uma padronização de comunicação e nível mínimo de serviço deve ser adotado para um produto ser enquadrado dentro da categoria de produto IoT.

A literatura sugere novas formas de criação de valor aos produtos e serviços relacionados com o IoT, seja para uso doméstico, seja no uso voltado para empresas e negócios (ATZORI *et al.*, 2010; MEJTOFT, 2011; HEMILÄ, 2015; HOLLER *et al.*, 2016), exigindo uma abordagem diferenciada no seu desenvolvimento. A adaptação ou adição de ferramenta adequada em determinadas etapas é sugerida (KIRITSIS, 2011; MEHRSAI *et al.*, 2014; PORTER; HEPPELMANN, 2015; DAWID, 2017).

Dentre as mais variadas ferramentas e modelos de desenvolvimento de produtos, as ferramentas DfX possuem grande adaptabilidade e meios de adequação para diversos tipos de projetos e produtos. Vale frisar que na literatura poucos autores analisam e categorizam as ferramentas DfX. De forma que um número menor de autores relaciona essas ferramentas com o desenvolvimento de produtos com tecnologias da Indústria 4.0, e principalmente com o IoT.

Diante do exposto, é observada uma oportunidade de pesquisa com foco no projeto de produtos com tecnologias IoT, baseado nas diretrizes das ferramentas DFX. O desenvolvimento de um modelo com diretrizes e enquadramentos para auxiliar projetistas durante o projeto de produtos IoT.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em 6 capítulos.

O Capítulo 2 traz uma análise do processo de desenvolvimento de produtos sugerido por Rozenfeld (2006), bem como o método de projetos de engenharia desenvolvido por Back (1983). Ambos os métodos são utilizados para o design de produtos físicos manufaturados – em conjunto com os modelos anteriormente citados, também é apresentado o método de desenvolvimento ágil (*Agile*), Scrum e as características das ferramentas DFX.

O Capítulo 3 apresenta o enquadramento e características da pesquisa desenvolvida. Também é exibida a metodologia com procedimentos e técnicas aplicadas durante a coleta, processamento e análise dos dados.

O Capítulo 4 exhibe os resultados da coleta de dados feita por meio de entrevistas, a perfilação das respostas dadas pelos gestores de desenvolvimento de projeto de produtos das empresas e as sequências de atividades do processo de desenvolvimento de projeto de produtos relatadas pelos entrevistados. Ao final deste capítulo também é feita uma comparação entre todas as empresas, identificação de boas práticas e apresentação dos problemas encontrados e os possíveis motivos.

No quinto capítulo apresenta-se a sugestão de um modelo da ferramenta DFX para produtos IoT, as etapas que este se enquadra no processo de desenvolvimento, sugestões de perfis de profissionais com conhecimentos específicos, que atendam às necessidades destes produtos, atividades para serem acrescentadas durante as etapas de planejamento e sugestões para outras durante o desenvolvimento. Formando assim a estrutura do DFIoT.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta com detalhes os fundamentos e características dos assuntos abordados neste trabalho. São exibidos os detalhes técnicos da IoT, sua estrutura física, detalhamento de frequência e protocolos de comunicação segundo a literatura.

2.1. INTERNET DAS COISAS

O termo Internet das Coisas, também conhecido como IoT possui diversas definições – a depender do interesse e abordagem dos autores, portanto não há uma definição universal para o termo (ALKHALIL; RAMADAN, 2017; ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018; GUBBI *et al.*, 2013; MIRAZ *et al.*, 2015; SINGH; TRIPATHI; JARA, 2014). Contudo, outros termos também estão relacionados com o IoT, como *IoE (Internet of Everything)*, *WoT (Web of things)*, *CoT (Cloud of Things)*, *M2M (Machine to Machine)* e outros (ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018).

Para dar a correta e definitiva definição de IoT, faz-se necessário analisar seu histórico de desenvolvimento. Devem ser observadas as características das tecnologias que a compõem e seu objetivo de criação. A primeira vez que a expressão *Internet of Things* foi utilizada foi para relacionar a tecnologia RFID com a cadeia de suprimentos da Procter & Gamble (ASHTON, 2009). Portanto, pode ser dito que a Internet das Coisas é o resultado de uma aplicação do RFID.

A identificação por rádio frequência por sua vez é derivada do radar, primariamente construído por Christian Hülsmeyer em 1904 (GRAHAM, 1999; PHILLIPS, 1981), posteriormente aperfeiçoado por Sir Robert Alexander Watson-Watt, no período da Segunda Guerra Mundial. Sua principal função era identificar um objeto no espaço aéreo e sua posição, ou seja, virtualizar um objeto, porém não como sendo único.

A identificação dos objetos fez-se necessária no mesmo período, para diferenciar os aviões aliados dos inimigos. Desta forma foram desenvolvidos os primeiros dispositivos RFID. Com uma antena receptora que correspondia ao sinal de rádio recebidos por uma antena emissora.

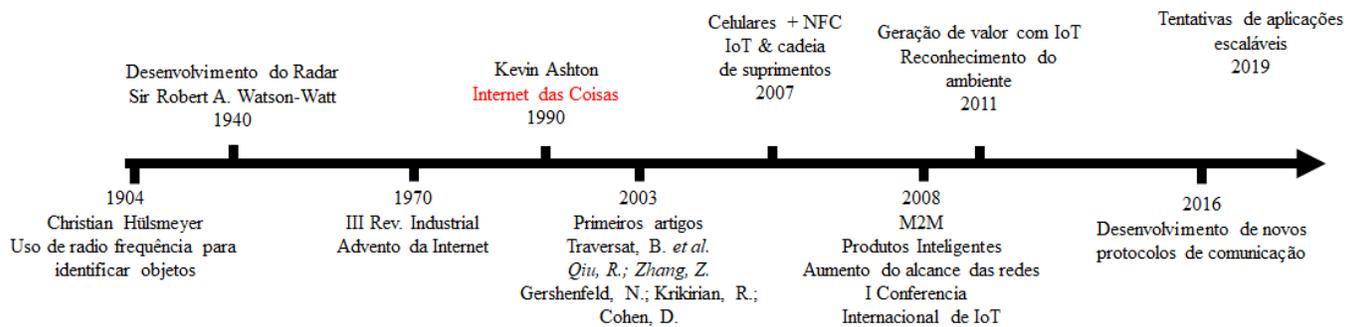
Atualmente a integração de processos como identificação, detecção, trabalho em rede e computação, quando adjacentes e realizados de forma ininterrupta, são interpretados como IoT (ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018; GUBBI *et al.*, 2013). Estes processos – pode-se observar, são responsáveis pela virtualização dos ambientes físicos, *CFS (Cyber Physical Systems)*, e sua

continuidade gera uma macro escalabilidade na parte de obtenção e distribuição de dados, e informações (ASHTON, 2009).

Portanto, o conceito de IoT pode assim ser definido: é a virtualização do mundo físico, onde a comunicação e interação entre objetos físicos é feita por meio de uma rede de comunicação e troca de dados, que visa melhorar processos e decisões, por sua vez baseadas em dados e informações captadas pela rede de comunicação destes objetos, tidos como inteligentes.

A Figura 1, demonstra uma linha do tempo com o histórico da IoT e sua evolução.

Figura 1- Linha do tempo evolução da internet das coisas.



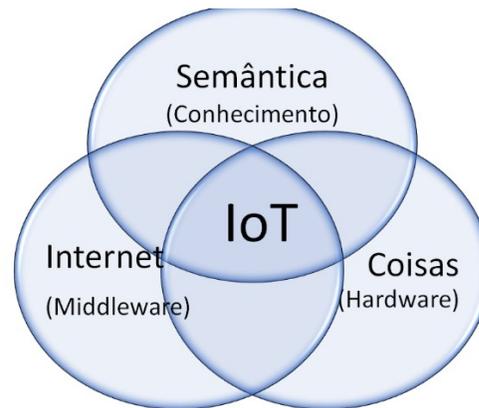
Fonte: Elaborado pelo autor.

2.1.1. Características técnicas da Internet das Coisas

Alguns autores como Gubbi *et al.* (2013), classificam IoT como o próximo passo do *Web3* (*Ubiquitous Computing Web, Unicom*), também conhecida como computação onipresente. Não obstante deve ser observado que esta definição apresenta um erro conceitual, pois a onipresença é referente a estar em todos os locais, porém a Internet das Coisas está limitada ao alcance de sua rede de objetos emissores e receptores de informações e sinais.

Ressalta-se que na literatura, a IoT é enquadrada dentro de três principais perspectivas: *i*) internet (*middleware*); *ii*) “coisas” (*hardware*); *iii*) semântica (conhecimento), de acordo com os autores Gubbi *et al.* (2013) e Čolaković, e Hadžialić (2018). Esta delimitação é gerada com base na interdisciplinaridade do assunto e a relação destas áreas pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 – Inter-relação das áreas de IoT.



Fonte: Elaborado pelo autor.

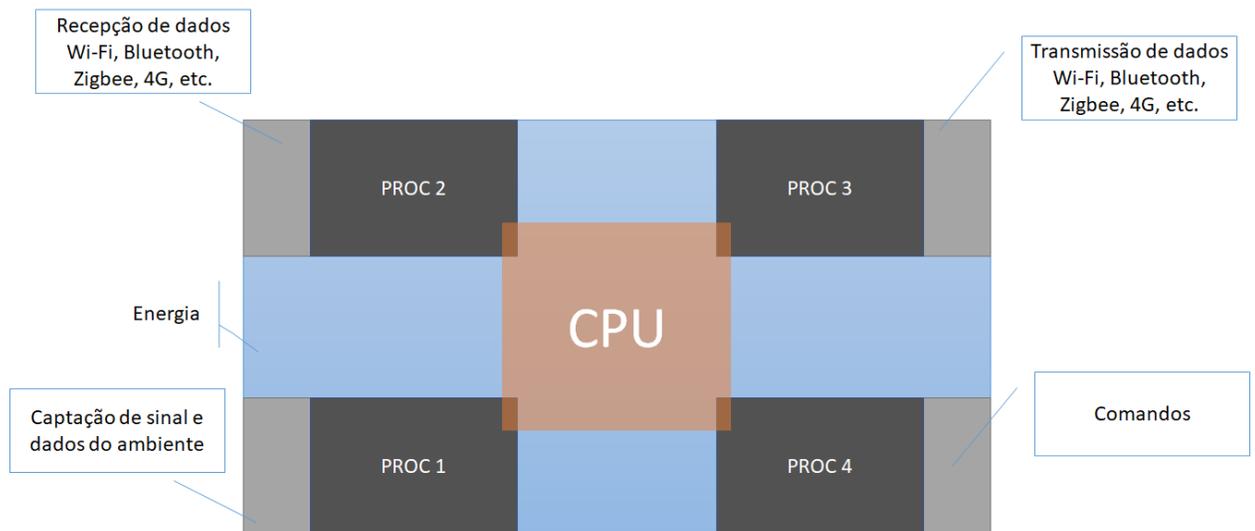
- i) Internet (*middleware*): pré-processamento ou processamento de informações, armazenamento e comunicação digital através de diversos tipos de tecnologias como Bluetooth, Identificação por Radiofrequência (RFID, *Radio Frequency Identification*), *Wi-Fi* (*Wireless Fidelity*), *TCP/IP* (*Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*), redes telefônicas, etc.
- ii) “Coisas” (*hardware*): participantes ativos em negócios, informações e processos sociais, onde podem interagir e comunicar-se uns com os outros, ou com o meio ambiente, captando ou modificando informações e dados, enquanto reagem ao mundo real/físico.
- iii) Semântica (conhecimento): ferramentas analíticas, que estão relacionadas com a análise de dados para a exibição de informações, tomadas de decisões autônomas (comportamento inteligente), ou auxílio na tomada de decisões.

Cumpramos observar que o relacionamento entre estas três áreas é proveniente dos avanços e a convergência da tecnologia de sistemas micro eletromecânicos (*MEMS*), comunicações sem fio e eletrônica digital (GUBBI *et al.*, 2013). Portanto, a união dessas áreas faz com que a IoT tenha um grande potencial para desenvolver aplicações inteligentes em quase todos os nichos do mercado como residencial (*smart homes*), saúde (*healthcare*), transporte, indústria, e outros (ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018; GUBBI *et al.*, 2013). Assim, dentro destes nichos suas funções podem ser enquadradas em quatro áreas: monitoramento (estado do ambiente, condições de dispositivos, notificações, alertas, etc.), controle (controle de dispositivos e funções),

otimização (performance de dispositivos, diagnósticos, reparos e outros) e autonomia (operações autônomas).

Para que os produtos realizem uma ou mais das funções previamente citadas é necessário que sejam compostos por um conjunto mínimo de elementos de *hardware* e *middleware*. Tais elementos são responsáveis pela recepção e transmissão de dados e informações entre dispositivos (*Wi-Fi*, *Bluetooth*, *ZigBee* e outros), captação de sinais e dados do ambiente (sensores), saída de comandos (atuadores e alertas), pré-processamento para cada dado recebido e enviada, processamento para comunicação ao usuário ou tomada de decisão/ação e fonte de energia. A Figura 3 objetiva demonstrar esses elementos associados a um produto.

Figura 3 – Elementos de produtos IoT.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Convém ressaltar que a constante recepção e transmissão de dados faz com que diversas antenas (receptoras e transmissoras) sejam necessárias no mesmo dispositivo. Portanto seus padrões de comunicação devem atender ao requisito de múltiplas entradas e saídas (*MIMO - Multiple-input, Multiple-output*). Nota-se que essa forma de comunicação se enquadra dentro das normas mais recentes dos protocolos de *Wi-Fi* definidos pela IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos), IEEE-802.11n e IEEE-802-11ac. Detalhes técnicos destes padrões podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2 - Especificações IEEE-802.11n/ac

Tecnologia IEEE-802.11	Frequência (GHz)	Velocidade (Mbit/s - MB/s)	Alcance	
			Indoor	Outdoor
802.11n	2.4 ou 5.0	20 MHz = 54 Mbit/s ~ 6.44MB/s 40 MHz = 72.2 Mbit/s ~ 8.61MB/s	70 m	250m
802.11ac	5	20 MHz = 87.6 Mbit/s ~ 10.44MB/s 40 MHz = 200 Mbit/s ~ 23.84MB/s 80 MHz = 433.3 Mbit/s ~ 51.65MB/s 160 MHz = 866.7 Mbit/s ~ 103.32MB/s	35m	-

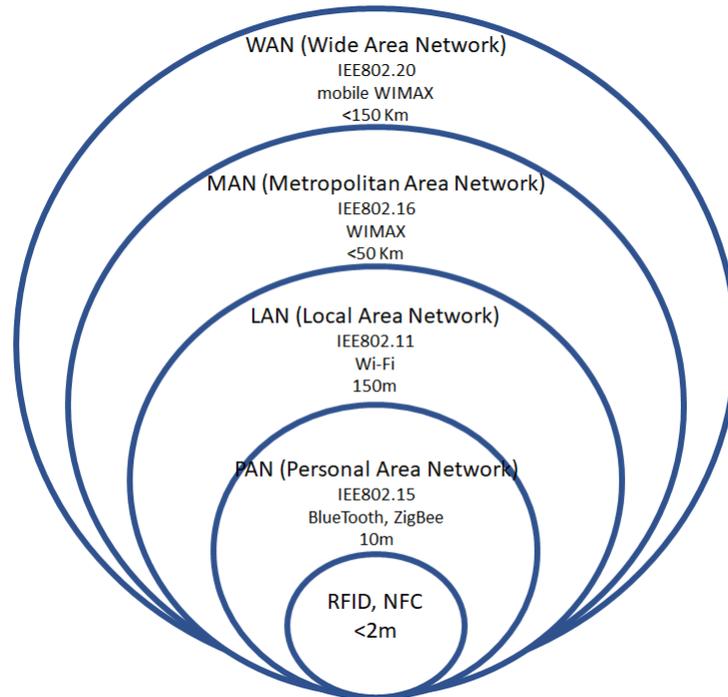
Fonte: elaborado pelo autor com base na classificação técnica IEEE -

<https://www.ieee.org/standards/index.html>.

Frisa-se que as aplicações com foco industrial utilizam outros padrões de comunicação como o IEEE-802.15.4. O *Zigbee* está enquadrado dentro deste padrão e se caracteriza pela distância média de operação de aproximadamente 10m e trabalho com três frequências de onda: 868 MHz (Europa), 915 MHz (Estados Unidos/Américas) e 2.4 GHz (diversos países incluindo Brasil). Ainda, este padrão é caracterizado pela baixa taxa de transmissão de dados de 250 Kbit/s e baixo consumo de energia dos equipamentos.

A IoT pode trabalhar com diversos outros padrões da camada física da arquitetura *TCP/IP*. Deve ser observado que neste trabalho não é utilizada a arquitetura OSI feita pela ISO, pois esta é apenas um modelo de referencial teórico e não prático. A Figura 4 apresenta as classificações das redes feita pelo IEEE utilizadas nas aplicações de Internet das Coisas, suas abrangências e tecnologias características.

Figura 4 - Classificações IEEE para redes de comunicação Wireless.



Fonte: elaborado pelo autor com base na classificação técnica IEEE.

Na camada de transporte de dados dos produtos IoT além dos protocolos já conhecidos como *TCP (Transmission Control Protocol)* e *UDP (User Datagram Protocol)*, outros protocolos estão sendo utilizados em fases experimentais como *QUIC (Quick UDP Internet Connections)* e *NanoIP (Nano Internet Protocol)* (ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018). O *NanoIP* foi desenvolvido pelo Google com a finalidade de suportar múltiplas comunicações. É sabido que este protocolo foi feito para prover segurança e proteção equivalente ao *TLS/SSL (Transport Layer Security/ Secure Sockets Layer)*, controle de fluxo como o *HTTP/2 (HyperText Transfer Protocol/2)* e redução de latência e congestionamento com controle equivalente ao *TCP*. O *NanoIP* fornece alternativa para automação e sensores de rede sem sobrecarregar o *TCP/IP*.

A camada de aplicação de comunicação dos produtos com tecnologias da Internet das Coisas utiliza protocolos diferentes dos comumente usados nos tradicionais serviços com internet (ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018). Os protocolos comumente aplicados com IoT são *CoAP (Constrained Application Protocol)* que foca no uso de nós para comunicação *M2M (máquina-para-máquina, Machine to Machine)*, *MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)* que se caracteriza por ser um protocolo leve para dispositivos móveis para redes *TCP/IP* com alta latência, *MQTT-SN (MQTT For Sensor Networks)* próximo do *MQTT* porém com melhorias para

comunicação em redes sem fio (*Wireless*) e utiliza menos memória que seu antecessor, *AMQP* (*Advanced Message Queuing Protocol*) semelhante ao *MQTT* e equivalente assíncrono do *HTTP*, *XMPP* (*Extensible Messaging and Presence Protocol*) muito utilizado em aplicações com *Java* para trabalhos com voz e vídeo; e *DDS* (*Data Distribution Service*) focado em comunicação *M2M*, caracteriza-se pelo alto nível de segurança e performance, interoperabilidade e escalabilidade em troca de dados, sendo muito aplicado em comunicações de veículos autônomos, redes aeroespaciais e dispositivos médicos.

Independente das tecnologias utilizadas para captação e distribuição de dados e informações, baseadas em regulamentações e padrões já definidos no mercado, os produtos IoT desempenham atividades enquadradas na Lei nº 12.965/2014 e Lei nº 13.709/2018. Tais leis são respectivamente conhecidas como Marco Civil da Internet e Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

A Lei nº 12.965/2014 tem foco na definição e regulamentação de serviços de conexão à internet e registros de informações dos usuários. A Lei nº 13.709/2018 demonstra maior detalhamento técnico e observar diversos aspectos da coleta, tratamento e distribuição de dados por pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, em território brasileiro em que sua distribuição ou tratamento, seja a nível nacional ou internacional.

Diante das finalidades e atividades realizadas pelos objetos com o detalhamento técnico apresentado, tanto virtuais quanto físicos, é observada a necessidade de identificar o que é um produto com IoT e o que não é.

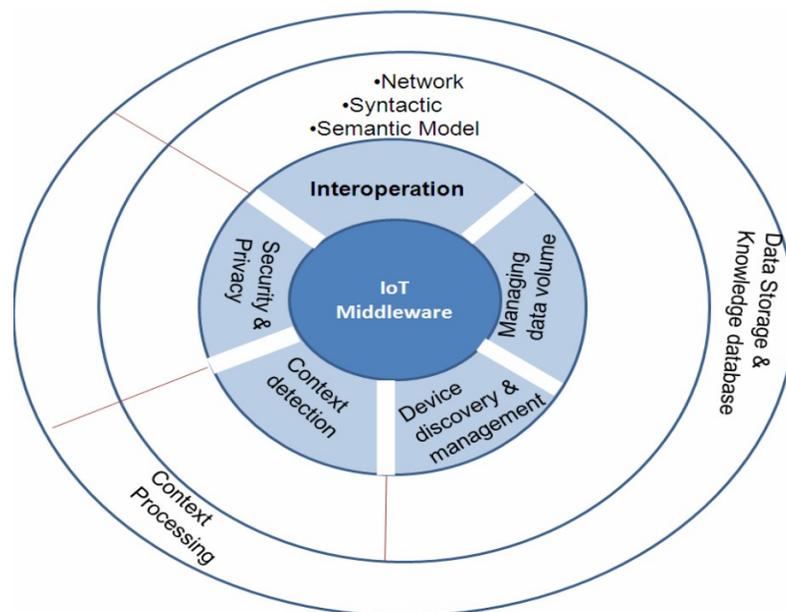
2.1.2. Classificações da Internet das Coisa

Diversos autores tratam do desenvolvimento de produtos com Internet das Coisas, mas não delimitam o que são estes produtos, focam apenas no produto do estudo em questão, como Adelman *et al.* (2006), Nylander e Wallberg (2017), e Tomiyama *et al.* (2019).

Outros autores como Bernard (2006), Wiechert *et al.* (2007), Yajuan e Qing (2011), Bandyopadhyay, S. *et al.* (2016), e Čolaković e Hadžialić (2018) realizam revisões da literatura sobre IoT. Alguns destes ainda fazem classificações de partes da Internet das Coisas, como o *middleware*, porém não de todos os elementos e características necessárias para determinar um limite de enquadramento de objetos.

Uma classificação referente ao *middleware* pode ser observada na Figura 5. O círculo mais interno representa os requisitos funcionais do *middleware*. O círculo intermediário representa as subdivisões dos requisitos funcionais, e o círculo externo representa a interação com diversos componentes do produto, mas não partes integrantes do *middleware* – exemplo o armazenamento de dados, contextualização de informações, interoperabilidade, descoberta e gerenciamento de dispositivos, gestão de segurança e privacidade e gestão do volume de dados (BANDYOPADHWAY *et al.*, 2016).

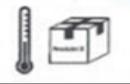
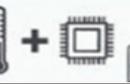
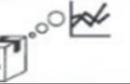
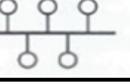
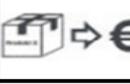
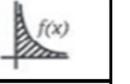
Figura 5 - Elementos de middleware.



Fonte: BANDYOPADHWAY *et al.* (2016)

Anderl (2016) realizou uma classificação (Figura 6) referente a maturidade dos produtos com tecnologias da Indústria 4.0. Desta forma, empresas podem identificar qual sua atual situação de desenvolvimento e aplicação das tecnologias em seus produtos, e quais os próximos níveis de maturidade que podem ser alcançados. Segundo os autores esta classificação engloba diversas tecnologias da Indústria 4.0, não obstante é identificado que seu foco é a comunicação e interconectividade de objetos, tal qual as funções realizadas e primariamente descritas pela Internet das Coisas.

Figura 6 - Classificação de maturidade dos produtos com tecnologias da indústria 4.0

Camadas de Aplicação	Níveis de Desempenho				
	1	2	3	4	5
Integração de sensores/ atuadores	 Nenhuma utilização de sensores/ atuadores	 Sensores e atuadores estão incorporados/ integrados	 Dados dos sensores são processados pelo produto	 Dados são avaliados e interpretados pelo produto para análise	 O produto reage autonomamente com a base nos dados obtidos
Comunicação/ conectividade	 Nenhuma interface no produto	 O produto envia e/ ou recebe sinais por <i>input/output</i>	 Produto dispõe de interface <i>Fieldbus</i>	 Produto dispõe da interface para Ethernet industrial	 Produto dispõe de acesso a internet
Funcionalidades para armazenamento de dados e troca de informação	 Nenhuma Funcionalidade	 capacidade para identificação única	 O produto dispõe de armazenamento de dados passivo	 Produto com armazenamento de dados para troca autônoma de informações	 Troca de dados e informações com parte integrante
Monitoramento	 Nenhum monitoramento através do produto	 Deteccção de falhas	 Registro da condição operacional para diagnóstico	 Prognóstico da própria capacidade operacional	 Decisão autônomas para controle
Serviços de TI relacionados ao produto	 Nenhum serviço	 Serviço através de portais online	 Execução do serviço diretamente sobre o produto	 Execução autônoma de serviços	 Plena integração na infraestrutura de serviços de TI
Modelos de negócio sobre o produto	 Ganho através da venda dos produtos	 Venda e consultoria sobre o produto	 Venda, consultoria e adaptação de produtos a necessidades dos clientes	 Venda adicional de serviços relacionados ao produto	 Venda de função do produto

Fonte: Anderl (2016)

Dentre as classificações realizadas baseadas na revisão da literatura, a pesquisa realizada por Čolaković e Hadžialić (2018) ganha destaque por abordar todos os aspectos das tecnologias e componentes relacionados ao IoT. Como pode ser observado no Quadro 3. Todavia, vale salientar

que os autores realizam estudos voltados puramente para as tecnologias envolvidas no conceito e aplicadas ao termo Internet das Coisas, e não uma classificação dos produtos.

Vale frisar que tal classificação é utilizada para identificar as tecnologias aplicadas a cada uma das funcionalidades providas pela IoT e posteriormente, classificá-las em níveis de adoção em produtos, considerando que a Internet das Coisas não é uma tecnologia por si só, mas um conjunto de diversos *hardwares*, *softwares* e tecnologias com funcionalidades específicas que integradas são enquadradas neste conceito (ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018).

Área	Tecnologia de relacionadas, exemplos e usabilidade		Funcionalidades
Aplicação	Aplicações IoT	Smart Home, Smart City, Smart Traffic, Smart Health Care, Industrial Iot, monitoramento de ambiente, etc.	Visualização, desenvolvimento, aplicações para o ambiente monitoramento de sistemas e dispositivos, controle e gerenciamento, gerenciamento de dados e serviços
	Arquitetura	Arquiteturas de software, SOA, RESTful, etc.	
Middleware	Software e APIs	OS (Contiki, FreeRTOS, Android, Riat OS, Mbed,), APIs (IML, Web GL, RAML,)	Armazenamento de dados, processamento e refinamento de dados, análise de Big Data, suporte em decisões, aprendizagem de máquina
	Plataformas em nuvem	OPenIoT, Amazon, Google Cloud, Libelium, IBM Watson, FIWARE, Arkessa, OnePlatform, SensorCloud, SmartThings, ThinkWorks, OracleIoT, etc.	
	Mecanismos de processamento de dados	Mineração de dados, Big Query, Cloud Datalab, Apache Hadoop, Kafka, Storm, RapidMQ, Scribe, Tecnologias Semanticas (JSON, W3C, OWL, WSDL...), etc	
	Armazenamento de dados	Infraestrutura de armazenamento (pública, privada ou híbrida), DB (MongDB, Cassandra, Hadoop, Hbase, Reds...)	
Rede	Protocolos de comunicação	Aplicação (CoAP, MQTT, AMQP, XMPP, DDS,) Transporte (TCP, UDP), Rede, (Ipv4, IPv6), Descoberta (mDNS, DNS-SN, SSDP, SLP,), etc	Conectividade autônoma, transferência de dados (dispositivo para dispositivo, dispositivo para aplicação, aplicação para dispositivo)
	Interface de rede	NFC, RFID, WSN, IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, IEEE 802.16, IEEE 802.15.6, 3G	
	Mecanismos de adaptação	Adoção (6LoWPAN, 6TiSCH, 6Lo, IEEE 1095.1,) interfaces de conectividade (RI45, ODB2, RS232, RS 45, CLP, USB,) Gateways (ASLINK, Advantech, BRC...)	
Objetos	Plataformas de hardware	Arduino, Raspberry Pi, Intel Galleo Gen, Intel Edison, Netduino, Flutter, Tessel 2, etc.	Identificação, atuação, sensoriamento, processamento e computação de dados, suprimento energético, etc...
	Relação com objetos	Sensores, atuadores, etiquetas RFID/NFC, QR Code, etc...	
	Partes eletrônicas e mecânicas	Partes eletrônicas e mecânicas (ex.: baterias), unidades de processamento (ex.: microcontrolador, microprocessador). Processador de sinal digital, chips de controle periférico, etc.	

Quadro 3 - Características das áreas tecnológicas da Internet das Coisas

Fonte: adaptado de ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ (2018)

2.2. PROJETO DE PRODUTO

A evolução do conhecimento e tecnologias fez com que os produtos ganhassem complexidade e escalabilidade (ESSEBAA; CHANTIT, 2018; LI; QIU, 2006), sendo necessário um planejamento para que as devidas necessidades fossem atendidas pelos produtos confeccionados (BACK, 1983; ASIMOW, 1962).

Muitas empresas utilizam modelos para definir qual o padrão de trabalho que elas desejam adotar para o desenvolvimento de produtos (ROZENFELD, *et al.*, 2006). Alguns representam somente quais atividades devem ser realizadas. Outros são mais detalhados e especificam procedimentos, métodos que devem ser adotados, critérios de avaliação, e até conceitos e referências.

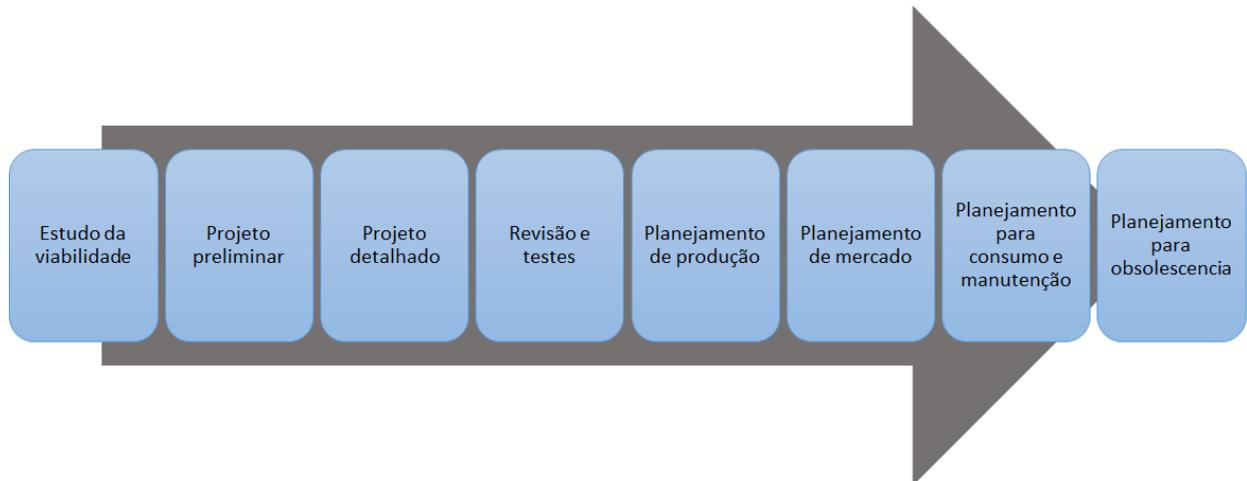
Com um modelo de desenvolvimento de produtos, a empresa pode obter uma visão do padrão de trabalho que será adotado, auxiliando os projetistas a trabalhar mais próximos de fornecedores, produtores e clientes (LI; QIU, 2006; ROZENFELD *et al.*, 2006).

O processo de desenvolvimento de produto é definido com um conjunto de atividades, sequenciadas e relacionadas entre si, de forma a atender as necessidades do cliente, requisitos do produto, requisitos de produção e manufatura (BACK, 1983). Portanto, não tem por objetivo sanar uma necessidade de imediato, mas sim gerar uma solução que possa ser multiplicada para tal fim (ASIMOW, 1962; BACK 1983).

Um projeto envolve fazer algo que não tenha sido feito antes, sendo, portanto, único. Único significa que o produto ou serviço é diferente de algum modo, daqueles outros serviços similares. Segundo o PMI (*Project Management Institute*) (2000), um produto ou serviço pode ser único, mesmo que a categoria a qual pertence seja extensa. (Romano, 2003, p.12)

Para Back (1983), o processo de projetos de produtos está dividido em oito etapas, como pode ser observado na Figura 7. Estas etapas do projeto são bastante distintas e devem ser sequenciadas e encaixadas de modo a transformar recursos em objetos úteis.

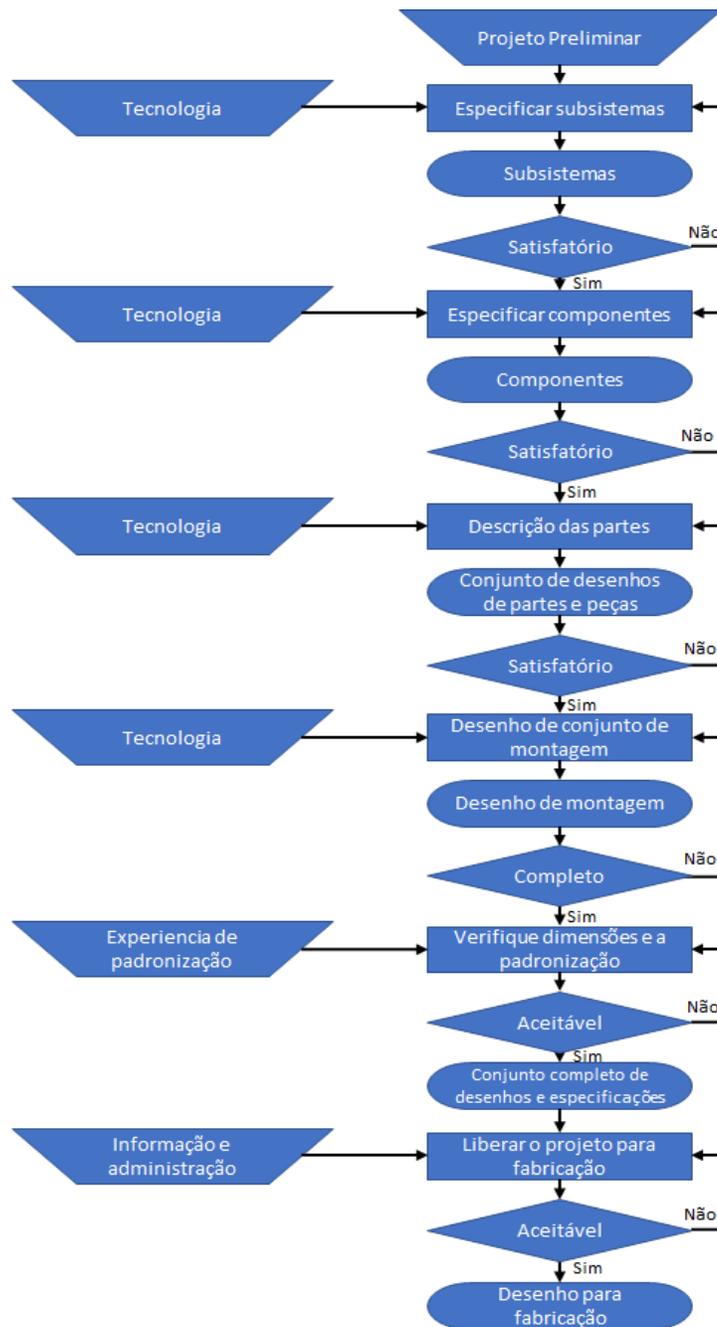
Figura 7 - Morfologia do processo de projetos de engenharia.



Fonte: Adaptado de Back (1983)

Dentre estas oito etapas, as variáveis tecnológicas relacionadas ao desenvolvimento de produtos estão relacionadas na etapa do projeto preliminar, a qual é apresentada em detalhes na Figura 8. É dada atenção a esta fase, naturalmente por abranger os aspectos tecnológicos referentes ao desenvolvimento do produto e ser nela onde este é modelado de fato. São tomadas as decisões quanto aos seus aspectos físicos e tecnológicos, padronização, planejamento de fabricação e montagem.

Figura 8 - Projeto preliminar.

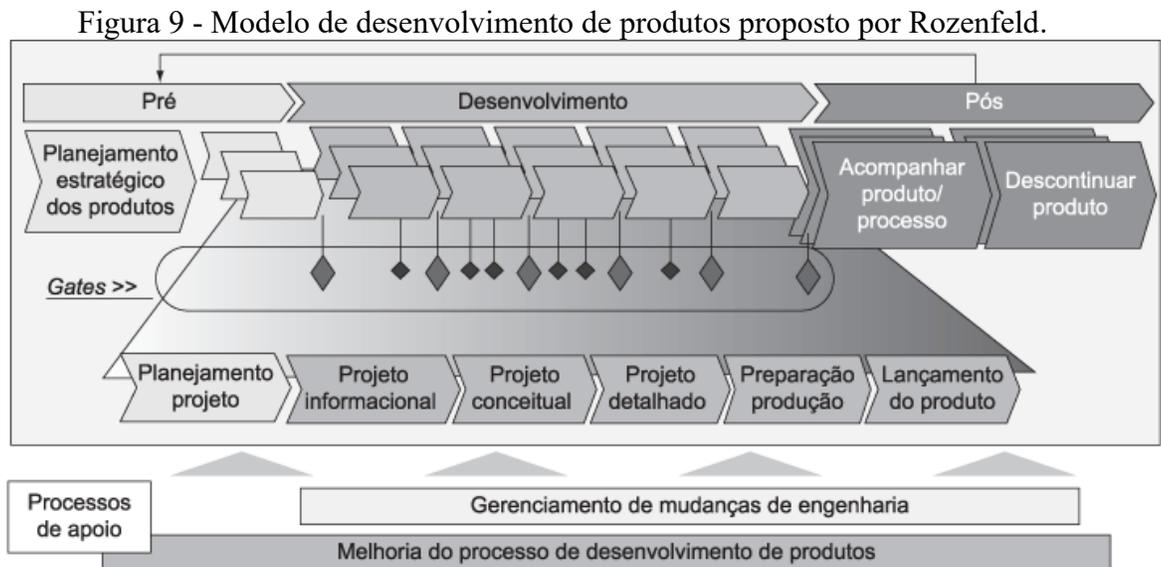


Fonte: Back (1983).

Tratando de desenvolvimento de produtos IoT, as duas principais etapas da fase do projeto preliminar seriam as duas primeiras. Onde são especificados os sistemas e subsistemas. Neste caso os *hardwares* e *softwares*. E onde são selecionados os componentes de cada um. Sendo eles

componentes eletrônicos que darão a robustez do produto físico ou aplicações e linguagens de programação que trataram da integração com o ambiente virtual. Não obstante deve ser observado que apenas estas duas etapas tratariam de um desenvolvimento de *software*, *hardware* e a integração de ambos.

O modelo de processo de desenvolvimento de produtos proposto por Rozenfeld *et al.* (2006) foi idealizado com foco em empresas de manufatura, bens de consumo duráveis e de capital. Ele é dividido em macrofases, subdivididas em fases e atividades. Como pode ser observado na Figura 9, as macrofases são: Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento.

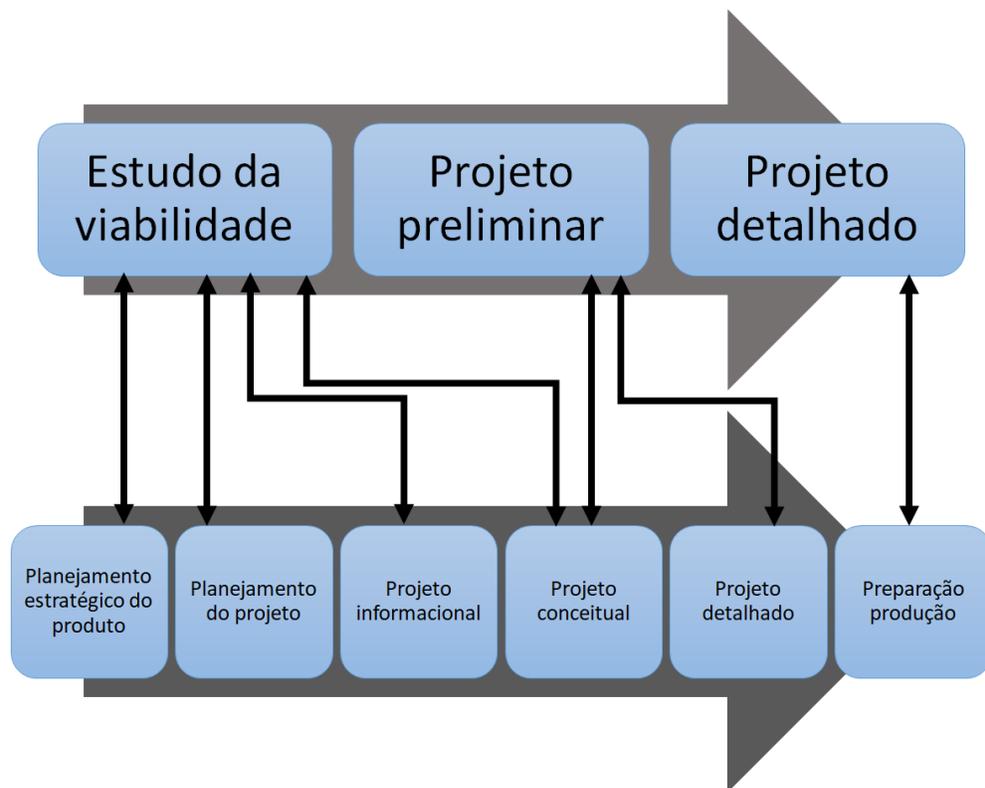


Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

Entre as macrofases do modelo referencial de PDP, o desenvolvimento é a mais extensa, pois apresenta cinco fases (CAVALCANTE, 2019, p.42). Nela são produzidas informações técnicas detalhadas, de produção e comerciais relacionadas ao produto; há também o processo de manufatura do produto, comercialização e assistência técnica (ROZENFELD *et al.*, 2006). Ainda, deve ser observado que esta é a macrofase onde ocorre a maior quantidade de adaptações e modificações dentro do processo de desenvolvimento de produto, uma vez que nela que são obtidas as informações relacionadas ao produto, projeto e mercado e terá como saída o projeto do produto finalizado, pronto para a produção.

Os dois modelos de desenvolvimento de produtos, apresentam fortes semelhanças em suas macrofases, fases e seqüências de processos e procedimentos, principalmente nas etapas do projeto preliminar, detalhado e desenvolvimento. Tais etapas são iniciadas com a captação de informações, etapas de ideação e *brainstorming* para a concepção de ideias, avaliação das ideias e modelos, materialização da ideia, avaliação e planejamento de produção. Ambos os modelos apresentados são eficientes e abrangem com facilidade a maioria dos tipos de produtos desenvolvidos em empresas. O modelo de PDP proposto por Rozenfeld *et al.* (2006), apresenta maior detalhamento na etapa de desenvolvimento e demonstra ser mais abrangente. A Figura 10 apresenta as relações das macrofases do modelo de Back (1983) com as fases de desenvolvimento do modelo de Rozenfeld *et al.* (2006).

Figura 10 - Equivalências entre modelo de Back e fase de desenvolvimento de Rozenfeld.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação aos produtos IoT, ambos modelos apresentam lacunas de conhecimento, pois nenhum deles trata com propriedade de softwares. Os *softwares* são produtos com características diferenciadas dos produtos físicos, pois são integrantes de componentes físicos, agregando em suas

funcionalidades. Ainda, ambos os modelos demonstram inconsistência em abranger das peculiaridades do desenvolvimento de softwares, também não tratam das necessidades e especificidades relacionadas a integração destes com os *hardwares*. Ou seja, não atendem com eficiência um requisito do desenvolvimento dos produtos IoT.

2.2.1. Métodos Agile

O desenvolvimento de *softwares* é caracterizado por processo empírico e não linear, onde pequenos ciclos de realimentação são necessários para alcançar um objetivo desejado e previsível (DINGSØYR; DYBÅ; MOE, 2010; MOLHANEC, 2007), exige uma alta variabilidade de conhecimentos profundos. Os novos métodos de desenvolvimento chamados *Agile*, relacionados com a metodologia ágil ou também conhecida como metodologia leve (*lightweight*), afirmam ir um passo além das limitações dos métodos tradicionais de projetos e desenvolvimento de produtos (NERUR; MAHAPATRA; MANGALARAJ, 2005).

Métodos *Agile*, são definidos como ferramentas (*frameworks*) de desenvolvimento, que são utilizadas para o desenvolvimento de *softwares*. As primeiras características do desenvolvimento do *Agile* são datadas do inícios dos anos 1990 (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017), porém apenas em 2001, houve um documento chamado de Manifesto *Agile* (AGILE ALLIANCE, 2001), baseado nas análises e experiências prévias de gestores, que propuseram um manual de boas práticas para desenvolvedores de *softwares* (DINGSØYR; DYBÅ; MOE, 2010; ESSEBAA; CHANTIT, 2018).

O *Agile* pode ser definido como uma ferramenta de percepção de mudanças (DINGSØYR; DYBÅ; MOE, 2010). O *Agile* se difere dos modelos tradicionais de gestão de desenvolvimento em diversos aspectos, incluindo seus valores, formas de controle de processo de desenvolvimento, administração, gestão de conhecimento, tarefas, papel do cliente, ciclo do projeto, modelos de desenvolvimento e estrutura organizacional da equipe (DINGSØYR; DYBÅ; MOE, 2010; NERUR; MAHAPATRA; MANGALARAJ, 2005). Não obstante, é citado na literatura que o *Agile* não irá substituir ou eliminar os métodos tradicionais, mas sim auxiliar em determinadas etapas quando necessário.

O *Agile* permite que designers, engenheiros de *software* e projetistas trabalhem mais próximos de fornecedores, produtores, parceiros e clientes em toda a cadeia (HE; XU, 2015).

Um sistema colaborativo com uma arquitetura distribuída, focado em alcançar as funcionalidades e performances requisitadas, como dividir informações complexas, suportes multidisciplinares e integração de aplicações heterogêneas (LI; QIU, 2006). Para que esta cultura e forma de gestão fique clara para os adeptos de seus métodos, os seus valores foram definidos no Manifesto *Agile* em 2001:

1. Indivíduos e interações são mais importantes do que processos e ferramentas;
2. *Software* em funcionamento é mais importante que documentação abrangente;
3. Colaboração com o cliente é mais importante do que negociação e contratos;
4. Responder a mudanças é preferível do que seguir um plano.

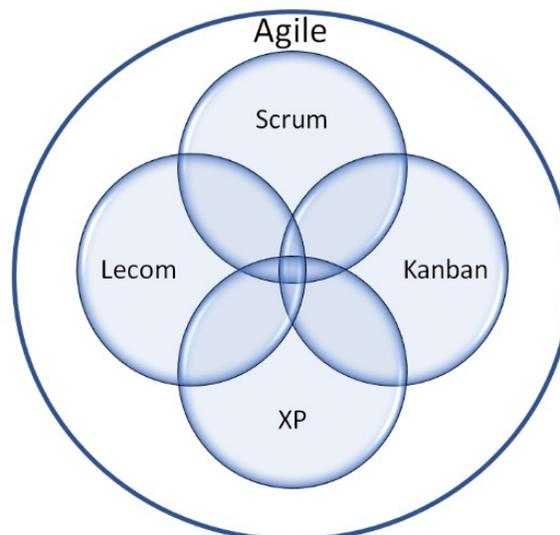
Estes quatro valores iniciais demonstram uma grande mudança na forma de pensar e agir de muitos profissionais na área de desenvolvimento (NERUR; MAHAPATRA; MANGALARAJ, 2005). Não obstante, é muito bem aceito e utilizado por empresas na área de desenvolvimento de *software* e tecnologia, devido a sua rápida resposta a mudanças e proximidade com o cliente (LI; QIU, 2006), o que não era comum em outras ferramentas tradicionais. O que fortalece a cultura dos métodos ágeis também são seus doze princípios, declarados no Manifesto.

1. Maior prioridade é satisfazer o cliente, por meio de contínuas entregas antes dos prazos, de *software* com valor agregado;
2. Aceitar mudanças de requisitos, mesmo no fim do desenvolvimento. Processos ágeis se adequam a mudanças, para que o cliente possa tirar vantagens competitivas;
3. Entregar *software* em funcionando com constância, na escala de semanas até meses, com preferência aos períodos mais curtos;
4. Pessoas relacionadas a negócios e desenvolvedores devem trabalhar em conjunto e diariamente, durante todo o curso do projeto;
5. Construir projetos ao redor de pessoas motivadas. Dando-lhes o ambiente e suporte necessário, e confiar que farão seu trabalho;
6. O método mais eficiente e eficaz de transmitir informações para, e por dentro de um time de desenvolvimento, é através de uma conversa ‘cara a cara’;
7. *Software* funcional é a medida primária de progresso;

8. Processos ágeis promovem um ambiente sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários, devem ser capazes de manter um progresso constante do projeto;
9. Contínua atenção a excelência técnica e bom design, aumenta a agilidade;
10. Simplicidade: a arte de maximizar a quantidade de trabalho que não precisa ser feito;
11. As melhores arquiteturas, requisitos e designs emergem de times auto organizáveis;
12. Em intervalos regulares, o time analisa ações e considera mudanças para ser mais efetivo, então, se ajustam e otimizam seu comportamento e atitudes de acordo.

Dentro destes doze princípios e dos quatro valores supracitados, há quatro ferramentas que se destacam e são amplamente aplicadas dentro do *Agile*, como pode ser observado na Figura 11. O *eXtreme Programming – XP*, tem como foco a simplicidade, comunicação, assiduidade nas entregas e satisfação do cliente. O *Kanban* possibilita uma fácil compreensão do fluxo de trabalho pela equipe, e também limita o trabalho em progresso, fazendo com que uma atividade seja iniciada apenas ao final da outra. O *Scrum* é uma ferramenta para gerenciamento de trabalhos complexos, a qual serve de base para adição de práticas de engenharia e gestão. Lecom é uma abordagem voltada para a otimização de aprendizado, portanto trabalha com contínuas etapas de experimentação e entregas.

Figura 11 - Ferramentas Agile.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A representação da figura demonstra as quatro ferramentas citadas anteriormente relacionadas ao *Agile*. Pode ser observado que ocorrem intersecções entre elas, isso ocorre devido a semelhanças existentes. Neste trabalho o método *Agile* utilizado será o *Scrum*. Com fácil adaptação e grande uso no mercado de desenvolvimento de *softwares*.

2.2.1.1. *Scrum*

Scrum é um modelo estruturado para suportar a realização de projetos de produtos complexos (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Formalizado em 2002 (ESSEBAA; CHANTIT, 2018), porém utilizado desde os anos 1990, os principais aspectos do Scrum são relacionados ao gerenciamento de projetos (DINGSØYR; DYBÅ; MOE, 2010), com objetivo de entregar *softwares* em períodos mais curtos, que possam satisfazer ao cliente, atendendo aos seus requisitos e levando em conta necessidades de mudança no decorrer das fases, para entregar produtos com o maior valor agregado possível.

Ao contrário do que muitos acreditam, Scrum não é um processo, uma técnica ou método definitivo. Ele é uma ferramenta, a qual pode ser empregada em diversos processos e técnicas (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Alguns estudos sugerem os benefícios em projetos utilizando ferramentas como o Scrum, pois mudanças são incorporadas com maior facilidade e o valor agregado é demonstrado com maior facilidade (DINGSØYR; DYBÅ; MOE, 2010).

Também é possível combinar o Scrum com outras ferramentas e técnicas de gestão de projetos mais tradicionais (DINGSØYR; DYBÅ; MOE, 2010). Desta forma podendo dar mais flexibilidade aos processos tradicionais. Por exemplo, identifica-se um desvio em determinados aspectos de um processo de desenvolvimento, o que tira os resultados do limite aceitável, então este deve ser ajustado (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). Para isso o Scrum é composto por quatro eventos simples, que permitem inspeções contínuas e adaptações, como descrito anteriormente. Estes quatro eventos são:

- *Sprint Planning;*
- *Daily Scrum;*
- *Sprint Review;*
- *Sprint Retrospective.*

Estes eventos podem ser observados na Figura 12, que representa o fluxo de funcionamento do Scrum.

Figura 12 - Fluxo de funcionamento do *Scrum*.



Fonte: adaptado de <https://www.lecom.com.br/blog/valores-da-metodologia-agile/>

Como demonstrado na Figura 12, o *Scrum* entrega produtos de forma iterativa e incremental, maximizando oportunidades e *feedback* (SCHWABER; SUTHERLAND, 2017). A comunicação constante, feita no *Daily Scrum* é fundamental nesta ferramenta, pois é nela que os integrantes do projeto fazem reuniões rápidas de aproximadamente quinze minutos. Assim, nessas reuniões são relatados o que foi realizado no dia anterior, suas dificuldades e o que será realizado no dia em questão (ESSEBAA; CHANTIT, 2018; SCHWABER; SUTHERLAND, 2017).

O Scrum tem sido utilizado para o desenvolvimento de software, hardware, softwares embarcados, redes de interações funcionais, veículos autônomos, escolas, governos, marketing, gestão de operações em organizações e em quase tudo que usamos no nosso dia-a-dia.(SCHWABER; SUTHERLAND, 2017)

As necessidades das constantes atualizações de *softwares* entregues pelas empresas e demandadas pelo mercado são perfeitamente atendidas pelas ferramentas *Agile*. O constante desenvolvimento gera uma proximidade do produtor com o mercado consumidor, dando algumas características aos produtos que são exclusivas de serviços. Estas características podem ser enquadradas nos sistemas de PSS (*product service systems*), e se tratando de softwares como SAAS (*software as a service*).

Assim, deve-se atender as necessidades para o desenvolvimento de produtos IoT, que possuem uma grande complexidade, considerando que são relacionados com funcionalidades

novas no mercado, e seu desenvolvimento está relacionado com a integração de *softwares* e *hardwares*, e por diversas vezes com outros sensores e partes montáveis.

2.3. DIRETRIZES PARA O PROJETO – *DESIGN FOR X*

O *Design for X* (DFx), significa “projeto para alguma ênfase” e é formado por um conjunto de diretrizes de projeto e ferramentas com foco em um determinado aspecto do ciclo de vida do produto. Em outras palavras, o DFx direciona os esforços das equipes de projetos numa mesma direção, onde as decisões de projeto são priorizadas em função do tipo de foco que se deseja incorporar com maior prioridade ao produto final. Por exemplo, o DFM (*Design for Manufacturing*) tem por finalidade a característica de manufaturabilidade do produto em desenvolvimento. Neste caso, os esforços e as prioridades do projeto envolvem soluções que facilitem a fabricação do produto projetado.

O DFx envolve procedimentos específicos para cada tipo de projeto, produto ou segmento do mercado, para que boas práticas sejam disseminadas e padrões de qualidade, eficiência e conformidade sejam atendidos.

Os benefícios de usar as ferramentas DFx no processo de projeto de produtos podem ser relacionados como:

- Melhoria de competitividade do produto;
- Melhorias e decisões de racionalização em design de produto, processo e recursos;
- Melhoria de qualidade, redução de tempos e prazos, redução de riscos do produto, e redução de custos de material. (BOOTHROYD; DEWHUST, 2011)

Esses benefícios podem ser alcançados com ferramentas empregadas no ciclo de vida do produto (design de manufatura, design para cadeia de suprimentos e etc.) ou para características específicas (design para meio-ambiente, design para custo, design para qualidade, etc.) (HUANG; MAK, 1998).

As ferramentas DFx provêm diversas estruturas formais e pragmáticas para serem construídas. Por exemplo, listas de componentes (*bills of materials*) são usadas para descrever e analisar a estrutura geral do produto e suas características. Diagramas de fluxo de trabalho são usados para analisar a estrutura dos processos e suas características com relação aos elementos individuais do produto. Diagramas de padronização de processos

são utilizados para descrever, modificar e analisar toda a estrutura de processos com relação a estrutura do produto. Técnicas apropriadas para aferir performance são usadas para avaliar as interações entre os elementos do produto, processos e recursos. (HUANG; MAK, 1998)

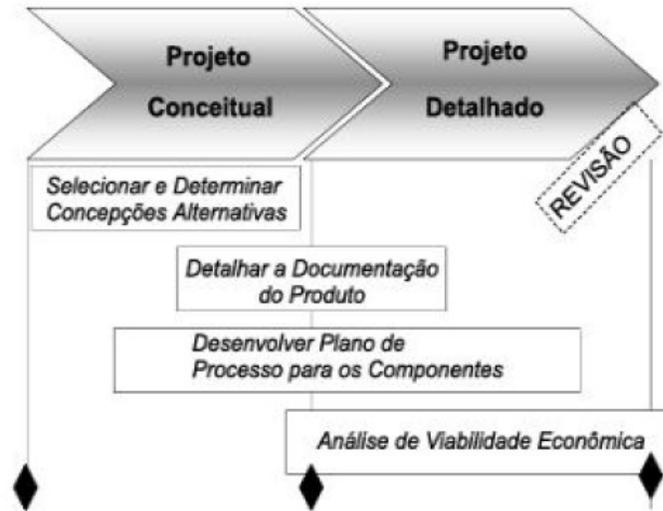
Com o passar dos anos, diferentes tipos de técnicas DFX foram relatadas na literatura. As principais abordagens destacam atuações na área de manufatura e montagem (DFMA), cadeia de suprimentos (DFSC), fatores ambientais (DFE), qualidade (DFQ), servitização (DFSv), e segurança (DFS) no processo de desenvolvimento de produto (BENABDELLAH *et al.*, 2019).

A decisão de qual DFX deve ser aplicado está diretamente relacionada com o tipo de projeto, influências estratégicas da empresa (PORTER, 1998), e atendimento às necessidades e requerimentos do cliente (BENABDELLAH *et al.*, 2019). Portanto, para a seleção da ferramenta DFX adequada, é necessário avaliar qual o foco em nível estratégico para o produto em desenvolvimento, e quais os mecanismos estratégicos a nível de negócios irão gerar competitividade (PORTER, 1998).

Alguns autores como Radziwill (2017) classificam as ferramentas DFX em termos de escopo (onde o DFX é aplicado ao nível de produto, sistema ou ecossistema) e foco (quando a ferramenta incorpora requerimentos dos clientes, sejam eles internos ou externos). Não obstante, independentemente desta classificação os DFX são aplicados, prioritariamente, dentro das etapas do projeto informacional, conceitual e preliminar do processo de projeto de produtos.

Nestas etapas estão atividades como determinar os requisitos de projeto; gerar e selecionar concepções para o produto, o que implica na seleção e modelagem de componentes que atendam aos requisitos e necessidades; detalhar a documentação do produto; quais as características técnicas de cada parte e sua devida função com relação aos demais componentes do produto; desenvolver o plano de processo para os componentes; o que implica na montagem e processos de fabricação; e por último a viabilidade econômica deste produto; que está diretamente relacionado com o planejamento estratégico da empresa de abordagem do mercado e relacionamento com o cliente. A Figura 2.3.1 representa estas etapas do processo de desenvolvimento e suas atividades internas.

Figura 13 - Atividades das etapas de projeto conceitual e detalhado no PDP.



Fonte: Rozenfeld (2006).

A aplicação das ferramentas DfX podem ser exploradas simultaneamente para a melhor compreensão do design do produto (BENABDELLAH *et al.*, 2019). Mais precisamente, alguns pontos devem ser considerados ao aplicar e utilizar as diretrizes dos DfX.

- Identificação sistemática dos requisitos do usuário e consumidor;
- O ciclo de vida deve ser incorporado ao design do princípio X;
- Cada ferramenta DfX utilizada precisa ser estudada anteriormente para que seus impactos no projeto do produto sejam calculados;
- Processo de projeto de produto que responda aos desenvolvimentos tecnológicos que surgem com a indústria 4.0;
- Visão holística do projeto do produto, para integrar diferentes técnicas DfX com tecnologias como IoT. (BENABDELLAH *et al.*, 2019).

Com foco nestas considerações, é observada a necessidade de desenvolver um modelo que possa prover uma resposta aos requisitos do cliente e suas constantes mudanças, facilite a comunicação interna e otimize os resultados do processo de desenvolvimento de produto (BENABDELLAH *et al.*, 2019).

Como resultado, a geração dos próximos DfX deve incluir os seguintes aspectos:

- DfX focado em custos: para desenvolver produtos mais rápido, melhor, e tomadas de decisão mais assertivas com os dados da IoT; para implementar efetivamente estratégias de gestão; para alcançar rastreabilidade e proveniência de fontes de dados e evolução computacional de produtos de dados para reduzir os custos do ciclo de vida;
- DfX focado em recursos: para preservar a vida útil de baterias e obtenção de energia; redução da quantidade de dados transferidos na rede/ redução de uploads para a cloud; para gerir comportamentos emergentes dos componentes IoT;
- DfX focado em pessoas: para proteger a privacidade individual dos usuários; para aumentar e possibilitar o aprendizado (da perspectiva dos usuários); tomar decisões dinâmicas nos diferentes níveis de análise com imperfeição e incertezas. (RADZIWILL; BENTON, 2017).

2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo contribui com o esclarecimento do que é a Internet das Coisas, entendida como a virtualização do mundo físico, onde a comunicação e interação entre objetos físicos é feita por meio de uma rede de comunicação e troca de dados, que visa melhorar processos e decisões, por sua vez baseadas em dados e informações captadas pela rede de comunicação destes objetos, tidos como inteligentes. Sendo assim, ela não pode ser dita como uma tecnologia única, mas como um conjunto que trabalha por um objetivo em comum.

Ainda, destaca-se a concepção do mapa de classificação de produtos com Internet das Coisas, o qual identifica o nível de maturidade da tecnologia utilizada e suas possíveis oportunidades de melhoria. Também, a percepção de que os processos de desenvolvimento não foram desenvolvidos para projetar produtos híbridos, com partes físicas e digitais.

Baseando-se nestes pontos, a próxima etapa é identificar as características desta pesquisa e selecionar as técnicas, métodos e ferramentas necessárias para que os objetivos do trabalho sejam alcançados. O capítulo seguinte apresenta em detalhes os procedimentos adotados na coleta e processamento das informações.

CAPÍTULO 3 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Este capítulo exhibe a classificação da pesquisa como sendo qualitativa, assim como suas devidas características. Também apresenta as ferramentas usadas para coleta de informações sobre o processo de desenvolvimento de projeto de produto das empresas, a validação dos questionários utilizados e como serão tratadas e analisadas essas informações para obter o resultado esperado.

Apresenta-se ainda uma forma de classificação dos produtos IoT com base nas características de funcionamento das tecnologias aplicadas, desenvolvida pelo autor.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho possui caráter qualitativo por ser a abordagem mais adequada para explorar o tema e seus objetivos (HIGNETT; WILSON, 2004). Uma análise das particularidades do método qualitativo e a comparação com o método quantitativo é realizada e demonstrada no Quadro 4.

Quadro 4 - Características dos métodos qualitativo e quantitativo

Qualitativa	Quantitativa
Palavras, interpretação	Números, explicação
Amostragem proposital, raciocínio indutivo	Amostragem estatística, raciocínio dedutivo
Ciência social, subjetiva	Ciência física, objetiva
Praticante como instrumento coletor de dados, perspectiva, pessoal	Pesquisador, descritiva, impessoal
Provém do íntimo pessoal	Provém de ideias externas
Coleta e análise de dados entrelaçada	Coleta de dados antes da análise
Criativa, reconhecimento de variáveis desconhecidas como contribuição do fenômeno	Predefinido, conceitos operacionais declarados como hipóteses, Medição empírica e controle das variáveis
Significado dos comportamentos, foco amplo e inclusivo	Relações de causa e efeito
Descoberta, acúmulo de conhecimento, compreensão de ações	Teoria, explicação, teste e desenvolvimento
Microsociologia	Macrossociológica

Fonte: Adaptado de Hignett, Sue e Wilson, John R, 2004.

Outras características podem ser ressaltadas quando comparados os métodos qualitativos e quantitativos (HIGNETT, 2001), confirmando a assertividade na escolha pelo método qualitativo para uma pesquisa com o perfil que aqui se apresenta.

- 1- O método qualitativo representa o mundo por meio de cenários, já o quantitativo por números;
- 2- Escala, com estudos qualitativos focando em poucos casos, porém com muitas variáveis, contrastando com muitos casos e poucas variáveis no quantitativo;
- 3- A estratégia de amostragem é pré-atribuída em pesquisas que utilizam metodologia quantitativa, enquanto a estratégia de amostragem para pesquisa qualitativa se desenvolve durante o estudo.
- 4- A natureza iterativa (cíclica) da coleta e análise de dados na metodologia qualitativa em comparação com a abordagem linear na metodologia quantitativa;
- 5- A ênfase na identificação da influência do pesquisador na metodologia qualitativa, refletindo sobre sua interação antes e durante a pesquisa.

Tais características podem ser observadas em diversas áreas acadêmicas e aplicações (HIGNETT; WILSON, 2004), por exemplo no design de produtos (JORDAN *et al*, 1997), engenharia (RADCLIFFE; HOLT,1984), psicologia (WOOLGAR, 1996), e estudos organizacionais (SYMON; CASSELL, 1998).

Após a análise e comparação dos métodos qualitativo e quantitativo, é apresentado na Figura 14 o enquadramento deste trabalho e suas devidas características que, como dito anteriormente, são compatíveis, em sua maioria, com o método qualitativo.

Figura 14 - Características da pesquisa.

Pesquisa qualitativa	Características do projeto	Pesquisa quantitativa
Palavras, interpretação	Interpretação das ações e cenários envolvidos no processo de desenvolvimento de produtos, além dos números comparativos dos resultados	Números, explicação
Amostragem proposital, raciocínio indutivo	Empresas e equipes que trabalham com desenvolvimento de produtos IoT	Amostragem estatística, raciocínio dedutivo
Ciência social, subjetiva	O fator humano pode influenciar no resultados	Ciência física, objetiva
Praticante como instrumento coletor de dados	Pesquisador, realiza as entrevistas, observações e sugestões nos projetos	Pesquisador, descritiva, impessoal
Perspectiva, pessoal	Pesquisa baseada no conhecimento e experiência do pesquisador	Provem de ideias externas
Provem do íntimo pessoal	Da lacuna de pesquisa e desenvolvimento da tecnologia	Coleta de dados antes da análise
Coleta e análise de dados entrelaçada	Durante a coleta e observação, os dados são analisados e processados	Predefinido, conceitos operacionais declarados como hipóteses,
Criativa, reconhecimento de variáveis desconhecidas como contribuição do fenômeno	A identificação de variáveis desconhecidas é prevista e enriquecedora, para que o modelo proposto possa cobrir a maior diversidade possível dentro do seu escopo	Medição empírica e controle das variáveis
Significado dos comportamentos, foco amplo e inclusivo	Entender o motivo de ações e decisões	Relações de causa e efeito
Descoberta, acúmulo de conhecimento, compreensão de ações	O acúmulo de informações e observações contribui para a compreensão da pesquisa	Teoria, explicação, teste e desenvolvimento
Microsociologia	Um pequeno universo da área de desenvolvimento de produtos, focado em produtos com características predeterminadas	Macrossociológica

Fonte: Elaborado pelo autor.

Haja vista que, o método qualitativo de pesquisa comprime diversas técnicas e é amplamente associado com duas abordagens filosóficas (DAHLBERG, 1995), fenomenologia (GIORGI, 1985) e hermenêutica (RICOEUR, 1993), indica-se a utilização de técnicas como entrevista, observação, desenhos/esquemas e vídeo, para divulgar pesquisas desta natureza.

O instrumento específico a ser escolhido depende de fatores como as perguntas de pesquisa, o objetivo da pesquisa e a natureza do objeto a ser pesquisado (DAHLBERG, 1995). Desta maneira, a pergunta de pesquisa remete para necessidade de identificar as características dos produtos IoT e desenvolver um modelo padronizado de atividades para o projeto destes.

Uma estratégia válida para sanar tal lacuna de conhecimento é simplificar o objetivo investigado para torná-lo mensurável (KERLINGER, 1973). Para tanto, como já explicado no capítulo 1, o mesmo foi dividido em três: *a*) identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT; *b*) estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto; e *c*) definir uma sequência de atividades para o projeto de produtos com IoT.

Como o processo de desenvolvimento de produtos é complexo e na maioria das vezes realizado por equipes multidisciplinares, o fluxo de trabalho é variado, a depender da estratégia da empresa, estrutura organizacional, relação com o mercado, tipo e finalidade do produto desenvolvido. Assim, diversas técnicas são utilizadas para realizar a coleta de dados e identificar

as atuais características do desenvolvimento do projeto de produtos das empresas pesquisadas: entrevistas formais e informais com gestores, aplicação de questionários para as equipes de trabalho e análises de métodos e ferramentas usadas. Estas três técnicas diferentes não são comparáveis entre si, mas funcionam para uma triangulação da situação (DENZIN; LINCOLN, 1994).

A entrevista é uma forma de buscar informações que não estão registradas ou disponíveis a não ser na memória ou no pensamento das pessoas, então, a entrevista pode ser um meio apropriado (TOLOI; MANZINI, 2013). Desta forma, o que dá o caráter qualitativo não é necessariamente o recurso de que se faz uso, mas o referencial teórico/metodológico eleito para a construção do objeto de pesquisa e para a análise do material coletado no trabalho de campo (DUARTE, 2004).

Ainda, entrevistas são fundamentais quando se precisa/deseja mapear práticas, crenças, valores e sistemas classificatórios, mais ou menos bem delimitados, em que os conflitos e contradições não estejam claramente explicitados (DUARTE, 2004). A compreensão em maior profundidade oferecida por esta técnica pode fornecer informação contextual valiosa para explicar alguns achados específicos (BAUER; GASKELL, 2000) .

Geralmente se recorre ao uso de múltiplos métodos de pesquisa, ao longo de distintos períodos de tempo, buscando-se realizar a triangulação (WOODSIDE, 2010). Nesse sentido, Denzin e Lincoln (2006) afirmam que o uso de múltiplos métodos, ou da triangulação, mostra uma tentativa de buscar maior profundidade do fenômeno em questão, sendo também uma alternativa para a validação da pesquisa.

Com a aplicação da triangulação será possível confrontar os resultados obtidos de diferentes fontes, possibilitando a identificação de divergências, contribuindo, assim, com o aprimoramento dos resultados da pesquisa.

Ademais, para o alcance de um entendimento adequado da situação, o estudo de caso de multicasos, possibilita um maior grau de generalização dos resultados, porém com menor profundidade na avaliação de cada um dos casos, além de consumir mais recursos (YIN, 2001).

A amostra das empresas envolvidas não é escolhida aleatoriamente, pois não são todas as empresas que se enquadram no escopo da pesquisa. Portanto, a primeira etapa é selecionar as empresas da área de tecnologia com desenvolvimento de produtos na área de IoT.

Enquanto na pesquisa por survey pretende-se que a amostra seja aleatória e representativa de uma população (amostragem estatística), na estudo de caso pretende-se precisamente o

contrário: cada caso deve ser escolhido por exibir certas características desejáveis, idealmente, com justificção teórica adequada (amostragem teórica) (EISENHARDT, 1989).

As empresas selecionadas possuem atividades na região da grande Florianópolis, escolhida pela sua densidade de empresas na área de desenvolvimento tecnológico. Ainda, segundo informações do observatório da Associação Catarinense de Tecnologia (ACATE) (Panorama do Setor de Tecnologia de Santa Catarina 2018), em 2018 Florianópolis estava em quarto lugar entre os polos tecnológicos nacionais com maior faturamento, contando com R\$1,8 milhões de faturamento médio das empresas na região. No seu território foram mapeadas 3,9 mil empresas na área de tecnologia. Não obstante, a grande maioria trabalha apenas com software ou apenas hardware.

Na pesquisa de caso podem ser adotadas várias estratégias de seleção, conforme os objetivos da mesma (CAUCHIK *et al.*, 2012). Mesmo atuando com ambos os tipos de tecnologia (software e hardware), primeiro é necessário analisar se de fato os produtos desenvolvidos pela empresa se enquadram dentro da categoria de produtos IoT. Para isso, na sequência é detalhada a técnica utilizada para a obtenção desta informação.

3.2. CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS

Com o objetivo de prover uma classificação para enquadrar os produtos IoT em sua totalidade, é desenvolvido um mapa (Figura 2.1.2.3) que relaciona as características dos produtos baseadas em suas atividades desempenhadas relacionadas aos processos de identificação, detecção, trabalho em rede e computação (ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018; GUBBI *et al.*, 2013). Cada um dos eixos representa possui diversos níveis de atividades realizadas e oportunizadas pelos produtos utilizando as tecnologias relacionadas à Internet das Coisas.

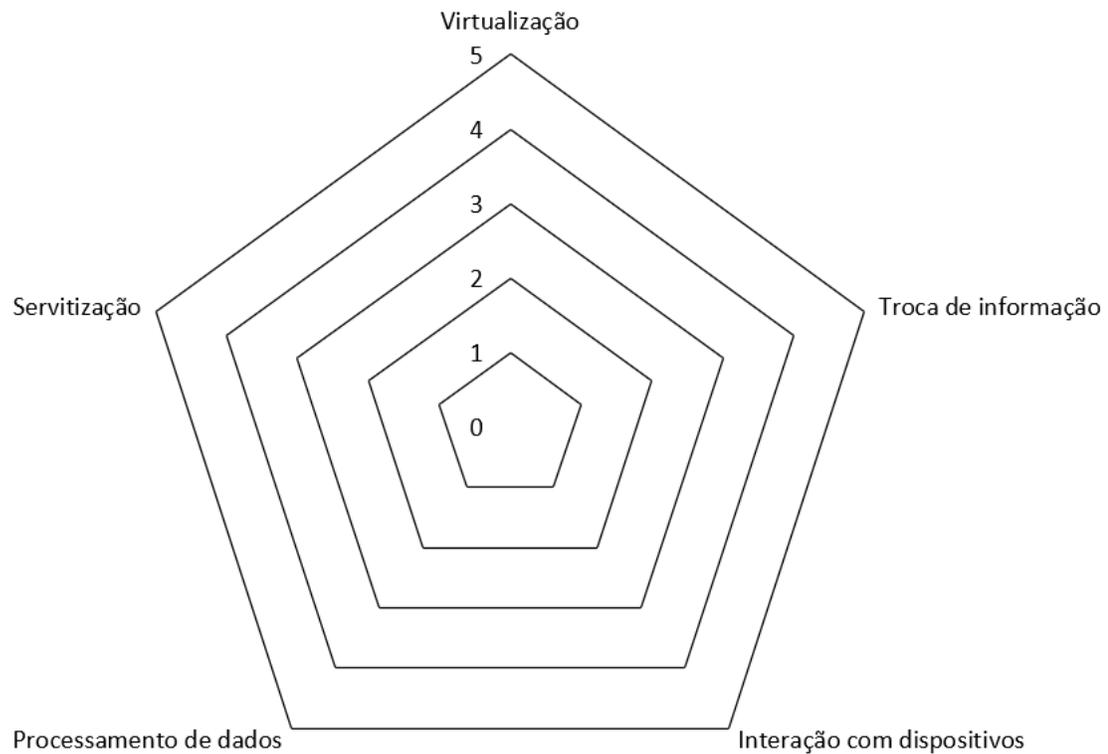
Para que o produto da empresa seja enquadrado como produto com tecnologia IoT, este não deve possuir valor menor do que 1 (um) em qualquer um dos eixos do mapa. A realização do enquadramento dos produtos das empresas é feita antes da realização de qualquer interação. As informações técnicas para o enquadramento dos produtos das empresas participantes nesta pesquisa foram obtidas em sites oficiais das empresas, catálogos e redes sociais.

Esta classificação foi desenvolvida pelo autor, pois, como dito no segundo capítulo deste trabalho, não foi encontrado na literatura uma classificação adequada para os produtos com IoT,

sem influência da aplicação ou área de pesquisa, que pudesse definir o que é um produto IoT e o que não é. Além de prover um diferencial nos níveis de facilidades fornecidas e tecnologias aplicadas.

Neste raciocínio, o Mapa de classificação de produtos IoT é apresentado na Figura 15, o qual será posteriormente aplicado e apresentado para todas as empresas entrevistadas.

Figura 15 - Mapa de classificação de produtos IoT.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O eixo da virtualização está relacionado com a função de identificação de variáveis do mundo real e digitalizá-las para o ambiente virtual (ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018; TOMIYAMA et al., 2019), o que remete a função primária da Internet das coisas, a fusão do mundo real com o virtual (ASHTON, 2009; GUBBI et al., 2013). Ainda, segundo Ashton, K. (2009), até então os geradores de dados e informações eram os seres humanos, os quais entravam com a informação no ambiente virtual, para esta ser processada. Entretanto, isso está mudando devido a capacidade limitada de velocidade de inserção de dados e outras limitações biológicas, é previsto que a Internet das Coisas será a nova fonte de dados no meio digital.

Portanto, este eixo faz-se fundamental para a classificação dos produtos IoT, sendo sua escala feita em número de variáveis coletadas por um único objeto, como segue na Quadro 5, porém podendo este ter diversos sensores de captação de dados.

Quadro 5 - Classificação da virtualização dos produtos IoT

Virtualização	
Nível	Descrição
1	Uma variável coletada
2	Duas variáveis coletadas
3	Três variáveis coletadas
4	Quatro variáveis coletadas
5	Cinco variáveis coletadas

Fonte: Elaborado pelo autor.

O segundo eixo do mapa de classificação dos produtos IoT, é referente a troca de informação, a qual pode se dar de diversas maneiras a depender do produto e suas finalidades. As tecnologias relacionadas a IoT podem ser responsáveis pelo envio e/ou recebimento de dados e informações, sendo estes de forma passiva ou ativa.

Para tanto, segue a classificação para as trocas de dados realizadas pelos produtos IoT, no Quadro 6.

Quadro 6 - Classificação da troca de informação dos produtos IoT

Troca de informação	
Nível	Descrição
1	Somente envia ou recebe passivamente
2	Somente envia ou recebe ativamente
3	Envia e recebe passivamente
4	Envia e recebe ativamente
5	Busca pelas informações necessárias

Fonte: Elaborado pelo autor.

Mais uma vez, é reforçado que estas classificações não visam especificar qual tipo de tecnologia está sendo usada para cada funcionalidade, mas as funções desempenhadas pelas tecnologias empregadas no produto final.

Para tanto, a próxima etapa é a definição dos níveis de interação com outros objetos. A interação é parte fundamental do IoT (ANDERSSON; MATTSSON, 2015; ČOLAKOVIĆ; HADŽIALIĆ, 2018; GUBBI *et al.*, 2013; SERPANOS, 2018), sendo ela a responsável pela criação de redes de dispositivos e responsável pela virtualização de ambientes. Como pode ser observado, há diversas opções desenvolvidas para a área de *middleware* dos produtos com Internet das Coisas, isto objetiva dar interoperabilidade aos produtos com tal tecnologia, não obstante o excesso de opções faz com que não haja um padrão (BANDYOPADHWAY *et al.*, 2016), mesmo que os objetivos sejam os mesmos.

Quadro 7 - Classificação da interação entre dispositivos dos produtos IoT

Interação com dispositivos	
Nível	Descrição
1	Necessita de configuração para interagir com objetos predeterminados
2	Necessita de configuração para interagir com todos objetos na rede
3	Pré-configuração para interagir com todos objetos na rede
4	Plug & Play (configuração automática)
5	Seleciona os objetos que irá interagir na rede

Fonte: Elaborado pelo autor.

O quarto eixo do mapeamento dos produtos IoT trata do nível de processamento de dados, que tem por base as ações realizadas com os dados captados/recebidos e sua conversão ou não em informação ou ações.

Quadro 8 - Classificação do processamento dos produtos IoT

Processamento de dados	
Nível	Descrição
1	Tratamento unicamente para recepção ou transferência
2	Converte em outros formatos
3	Avaliação, organização
4	Interpretação e sugestões de ações
5	Ações autônomas

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro ponto que deve ser ressaltado é a relação entre os eixos do mapa, considerando que a interação entre dispositivos da rede está diretamente relacionada com a troca de dados entre estes e o processamento feito por eles, por exemplo, a busca por informações necessárias é feita a partir da identificação e contextualização dos dados recebidos (BANDYOPADHWAY *et al.*, 2016), interagindo com outros dispositivos e possibilitando também a tomada de decisão de forma autônoma.

Uma característica muito ressaltada na literatura é a oportunidade de servitização gerada pelos produtos com Internet das Coisas. A servitização (PSS, *Product Service System*) pode ser definida como a tangibilidade de produtos e a intangibilidade de serviços, confeccionados e

combinados para que juntos possam ser capazes de suprir as necessidades específicas dos clientes (BRANDSTOTTER *et al.*, 2008; TUKKER, 2004).

Portanto, o quinto eixo do mapa é definido como a capacidade de servitização dos produtos IoT.

Quadro 9 - Classificação da servitização dos produtos IoT

Servitização	
Nível	Descrição
1	Informação sobre uso do produto
2	Sugestões de uso
3	Sugestões de manutenção
4	Sugestão de aquisição de outros produtos e/ou serviços
5	A solução do produto está diretamente conectada a captação de dados e análises

Fonte: Elaborado pelo autor.

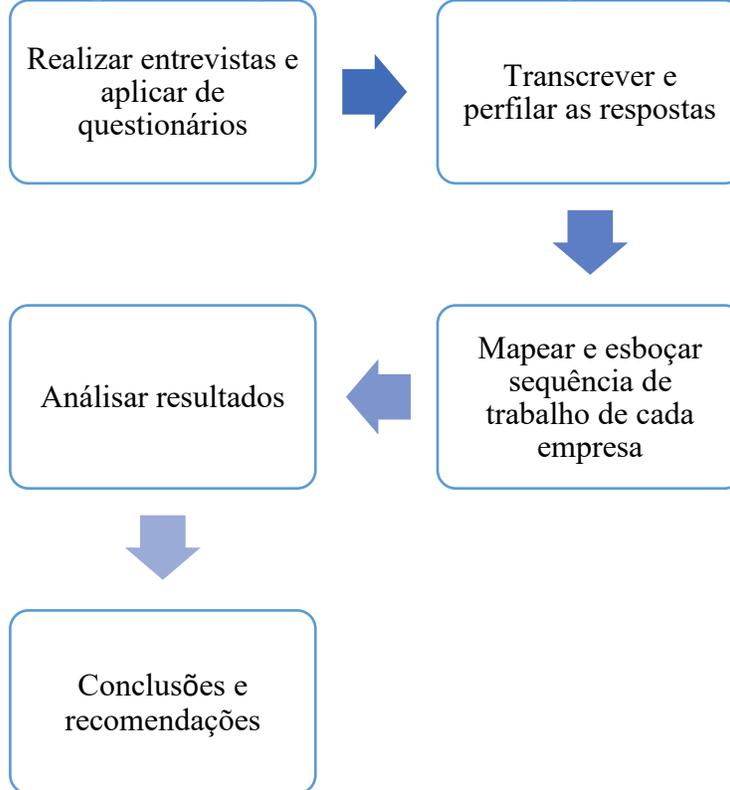
Após a compreensão de cada eixo apresentado individualmente e o entendimento que há relações de processos, ações e disposição entre todos, é possível realizar a classificação de qualquer tipo de produto existente ou que esteja sendo idealizado para desenvolvimento com Internet das Coisas.

Vale ressaltar que um produto que seja avaliado nestes cinco quesitos e obtenha nível inferior a zero em qualquer um deles, não pode ser enquadrado como um produto com Internet das Coisas. Neste sentido, este mapa visa auxiliar na identificação dos produtos que serão abordados neste trabalho e possíveis enquadramentos de trabalhos futuros na identificação e categorização dos produtos IoT.

3.3. COLETA E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES

É exibida a sequência de atividades para a coleta e análise de informações. Neste sentido, apresenta-se uma visão geral, representada na Figura 16.

Figura 16 - Sequência de atividades do processo de coleta e análise de informações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, de acordo com a Figura 3.2.1 as atividades detalhadas do processo de coleta e análise das informações.

3.3.1. Técnicas utilizadas para coleta e análise de informações

A partir da seleção dos casos, deve-se determinar os instrumentos e métodos para a coleta dos dados. Nesse sentido, devem ser empregadas múltiplas fontes de evidência. Usualmente, consideram-se entrevistas (estruturadas, semiestruturadas ou não estruturadas), análise documental, observações e, embora de forma restrita, pode incluir levantamento do tipo survey (CAUCHIK *et al.*, 2012).

Antes de realizar a entrevista ou qualquer interação para obtenção de informações do processo de desenvolvimento das empresas, é necessário definir como será feita a entrevista, quem

será entrevistado e quem responderá o questionário. Desta forma, é possível obter informações e observar o cenário das empresas por diversos pontos de vista (EISENHARDT, 1989).

- 1- Entrevista estruturada/semi estruturada: é feita uma entrevista oral, presencial ou virtual, a depender da disponibilidade da empresa. A entrevista é gravada para que possam ser observados e analisados pontos que durante a interação possam não ter sido percebidos;
- 2- Quem é entrevistado: são entrevistados gestores de equipes de projetos.
- 3- Aplicação de questionários: questionário é aplicado aos participantes da equipe de projeto de produto. Possibilitando a obtenção de variados pontos de vista do processo de desenvolvimento.

Além disso, o uso de diversas fontes de evidência permite a utilização da técnica de triangulação, que compreende uma iteração entre as diversas fontes de evidência para sustentar os constructos, proposições ou hipóteses, visando analisar a convergência (ou divergência) das fontes de evidência(CAUCHIK *et al.*, 2012).

No entanto, essa “diversificação” deve ser compatível com o que se pretende medir, ou seja, com o nível hierárquico das unidades de análise.

3.3.2. Características dos gestores entrevistados

O papel de gestor remete ao planejamento e direção de uma equipe de trabalho, são conhecedores das atividades e processos desempenhados pelo grupo de pessoas geridas e possuem poder de decisão com relação a estes e de acordo com as estratégias da empresa. As responsabilidades para que um gestor possa responder a entrevista são:

- 1- Cronograma: gestão ou conhecimento do tempo e organização das etapas;
- 2- Recursos: gestão ou conhecimento dos recursos financeiros relacionados ao projeto do produto;
- 3- Processos: gestão ou conhecimento dos processos e etapas envolvidas do projeto do produto;
- 4- Equipe: gestão de atividades e responsabilidades de acordo com as habilidades e características de cada membro da equipe;
- 5- Qualidade: identificar e validar se a saída de cada etapa do desenvolvimento está dentro do esperado.

Após a identificação de cada profissional nas empresas, com o conhecimento/responsabilidade destas cinco áreas, será feita uma entrevista estruturada para que sejam mapeadas as atividades e procedimentos no atual desenvolvimento de produto da empresa em questão. Vale ressaltar que será solicitado uma explicação ou esquema sobre a sequência de trabalho da empresa.

3.3.3. Validação da entrevista e questionário

Dentre as questões que se referem ao planejamento da coleta de informações por meio das entrevistas, estão presentes a necessidade de planejamento de questões que atinjam os objetivos pretendidos, a adequação da sequência de perguntas, a elaboração de roteiros, a necessidade de adequação de roteiros por meio de avaliadores, dentre outros aspectos, adequar o roteiro e a linguagem (MANZINI, 2018).

Um ponto fundamental a ser considerado ao se utilizar a técnica da entrevista é o seu roteiro. Portanto, os roteiros foram feitos com foco nos objetivos desta pesquisa. Cada pergunta está relacionada com um objetivo específico deste trabalho. Na formulação das perguntas que serão utilizadas em uma entrevista estruturada (formalizada) ou na entrevista informal, deve-se atentar para que sejam padronizadas na medida do possível, para que possam ser comparadas entre si (BRITTO JÚNIOR; FERES JÚNIOR, 2011).

Tais perguntas foram validadas com quatro avaliadores especialistas da área de desenvolvimento de produtos com atuação na indústria e academia. Suas características específicas são:

- 1- Avaliador 1: Profissional do mercado privado, com Bacharel e especialização na área de tecnologia, redes e segurança da informação. Experiência de mais de oito anos como coordenador de desenvolvimento de produtos na agroindústria para a empresa Semil Equipamentos Industriais. Também é empresário na área de tecnologia da informação voltada para a área automobilística.
- 2- Avaliador 2: Profissional do mercado privado, com Bacharel e mestrado na área de engenharia aeroespacial pela Delft University of Technology. Possui experiência de mais de cinco anos como coordenador e controlador de projetos de novos produtos da Rolls-Royce em Brandemburgo (Alemanha).

- 3- Avaliador 3: Profissional da área acadêmica, com Bacharel em engenharia metalúrgica pela Loughborough University, mestrado em terotecnologia pela University of Manchester, MBA (master of business administration) pela Open University e Ph.D. em engenharia metalúrgica pela Loughborough University. É Professor Sênior da University of Derby (Reino Unido), com mais de vinte e dois anos lecionando na área de DFMA, soluções inovadoras, metodologia para pesquisa aplicada na engenharia, inovação na engenharia, entre outras.
- 4- Avaliador 4: Profissional da área acadêmica, com Bacharel em engenharia mecânica pela Universidade Federal de Santa Maria, mestrado e doutorado na área de metodologia de projeto e desenvolvimento de um modelo de referência para projeto de desenvolvimento de máquinas pela Universidade Federal de Santa Catarina. Possui experiência profissional na Whirlpool, atuando como engenheiro de desenvolvimento de novos produtos. É professor titular do departamento de engenharia mecânica da Universidade de Santa Maria, onde há mais de vinte e cinco anos leciona na área de metodologia de projeto de produtos industriais.

As análises dos especialistas tinham foco na objetividade da pergunta, clareza, objetivo da pergunta e relação com o tema pesquisado. Foram feitas contribuições para dar maior clareza ao entrevistado, melhor alinhamento ao objetivo do trabalho e maior detalhamento e abrangência da pergunta.

3.3.4. Entrevista e questionário

Após a validação e ajuste nos questionários é realizada a entrevista, com gestores de projetos e integrantes de equipes. Todas as entrevistas são feitas individualmente e sem qualquer repasse de respostas entre os respondentes, para que não haja qualquer tipo de indução a uma resposta.

Tendo conhecimento de todos esses pontos evidenciados junto ao roteiro, a entrevista se tornou um meio muito mais eficiente para ir ao encontro do objetivo da pesquisa (TOLOI; MANZINI, 2013)

As perguntas feitas na entrevista são conforme apresentadas no Quadro 10:

Quadro 10 - Perguntas aos gestores.

OBJETIVOS DO TRABALHO	PERGUNTAS AOS GERENTES	OBJETIVO DA PERGUNTA	
1	Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto	É utilizado algum método de desenvolvimento de produtos? Se sim, descreva-o, por favor.	Entender método utilizado pela empresa para a composição das atividades e processos do desenvolvimento do produto para posterior comparação com as modificações sugeridas
2	Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT	Quais as atuais sequências das atividades?	Compreender da sequência de trabalho padrão da empresa, para identificação e ordenação das etapas do processo de desenvolvimento
3	Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto	Estas sequências (atividades) foram sempre assim? Quando foram modificadas e por quê?	Saber as modificações já realizadas no processo de desenvolvimento, há quanto tempo elas são utilizadas e quais melhorias trouxeram para o desenvolvimento
4	Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto	Qual é o tempo total para o desenvolvimento do projeto de um produto?	Conhecer o tempo de desenvolvimento do produto, para posterior comparação com modelo que será sugerido.
5	Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT	Quantos integrantes trabalham em sua equipe?	Conhecer as necessidades da empresa quanto a capacidade de desenvolvimento
6	Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT/Definir uma sequência de atividades para o projeto de produtos com IoT	Quais as características técnicas e conhecimento que cada integrante acrescenta na equipe de desenvolvimento?	Determinar os perfis identificados pela empresa necessários para seu processo
7	Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT	Quais dificuldades já foram vivenciadas pela equipe de desenvolvimento do projeto de produto? Como elas foram superadas?	Saber as dificuldades já encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos, administrativos e operacionais) e como foram superadas

8	Definir uma sequência de atividades para o projeto de produtos com IoT	Quais as atuais dificuldades durante o desenvolvimento do projeto de produto? Poderia descrevê-las?	Identificar as dificuldades encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos e operacionais)
9	Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT/Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto	Quais indicadores são analisados para lançar um novo produto com tais características?	Conhecer informações a empresa usa para tomar a decisão de lançamento de um novo produto e suas características.
10	Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto	Quais são os valores que a empresa visa entregar aos seus clientes? Quais atrativos, soluções e/ou facilidades a empresa oferece ao cliente com o uso de IoT?	Analisar se tais valores estão alinhados com as atividades executadas

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na sequência, são apresentadas as perguntas aos integrantes das equipes de desenvolvimento.

Quadro 11 - Perguntas para a equipe.

	OBJETIVOS DO TRABALHO	PERGUNTAS PARA A EQUIPE	OBJETIVO DA PERGUNTA
1	Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT	Qual(is) a sua(s) responsabilidade (s) na equipe?	Conhecer os perfis de cada membro da equipe de projeto para identificar as funções e atividades realizadas
2	Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT	Há quanto tempo desenvolve produtos com conectividade?	Conhecer as experiências de cada membro da equipe de projeto para identificar os conhecimentos
3	Definir uma sequência de atividades para o projeto de produtos com IoT	Qual a sequência de trabalho da equipe?	Conhecer o ponto de vista dos executores do projeto para auxiliar no mapeamento inicial dos processos
4	Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto	Quanto tempo leva para desenvolver a(s) sua(s) atividade(s)?	Conhecer o tempo de desenvolvimento de cada atividade, para auxiliar no mapeamento inicial dos processos

5	Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto	Há retrabalho em alguma etapa? Qual a frequência?	Identificar as atividades, etapas ou processos que demandam mais tempo, atenção e recursos
6	Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT/definir uma sequência de atividades para o projeto de produtos com IoT	A equipe tem autonomia para tomar decisões técnicas com relação ao desenvolvimento do produto?	Identificar se há flexibilidade e agilidade para modificações no não previstas
7	Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT	O desenvolvimento pode ser considerado ágil e flexível?	Conhecer o ponto de vista dos executores do projeto para auxiliar no mapeamento inicial dos processos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse tipo de entrevista pode-se fazer emergir informações de forma mais livre e as respostas não estão condicionadas a uma padronização de alternativas (MANZINI, 1990). Numa linha teórica fenomenológica, o objetivo seria o de atingir o máximo de clareza nas descrições dos fenômenos estudados (MANZINI, 2018). Também, o roteiro serve, então, além de coletar as informações, como um meio para se organizar para o processo de interação com o informante.

É importante ressaltar que, apesar das vantagens apresentadas, a entrevista, por si só, não garante a fidelidade dos dados e informações coletadas. Ela deve ser utilizada em conjunto com outros métodos de coleta de dados para que os resultados qualitativos esperados possam ser fidedignos e retrata realmente o universo no qual está inserido o objeto da pesquisa (BRITTO JÚNIOR; FERES JÚNIOR, 2011). Portanto, como dito anteriormente, a mesma será combinada com observação das equipes de trabalho e análises de protocolos.

3.3.5. Perfilação das respostas

Este é um ponto fundamental do roteiro do trabalho, onde somente são percebidos alguns pontos quando realizada esta etapa.

Todas as entrevistas foram gravadas com gravador de voz, com a autorização de todos os entrevistados. Com este ato é percebida a boa formulação do roteiro, quando nota-se claramente que as respostas estão absolutamente interligadas aos objetivos da pesquisa (TOLOI; MANZINI, 2013).

A perfilação das respostas é um trabalho árduo que necessita de bastante concentração na sua execução e, muitas vezes, reavaliações sobre o conteúdo obtido. Não é difícil de executar, mas é um trabalho bem cansativo e desgastante (TOLOI; MANZINI, 2013).

Nesta etapa pode-se notar se os objetivos da pesquisa realmente foram contemplados. Junto à entrevista tem-se uma base dos acontecimentos, mas na perfilação através da repetida escuta dos áudios que se mostram as evidências desses aspectos, sendo de fundamental importância para identificar as opiniões, concepções, percepções, avaliações e descrições sobre fatos internos a pessoa ou externos a ela (TOLOI; MANZINI, 2013).

A perfilação e organização das respostas é feita de modo a enquadrar o que está sendo falado, dentro das perguntas feitas, baseado no contexto de fala do entrevistado.

3.3.6. Mapeamento e esboço dos métodos usados pelas empresas

É analisado e estudado cada um dos diversos modelos, métodos e ferramentas citados como sendo utilizados pelos gestores em seu processo de desenvolvimento de projeto de produto.

Esta etapa consiste em conhecer as bases que dão formato ao processo de projeto de produtos. Juntar as etapas e organizá-las para compreender de fato como é feito o processo dentro da empresa.

Com o devido conhecimento proveniente dos gestores, membros da equipe de desenvolvimento e estudos métodos e/ou modelos utilizados por cada empresa, será possível identificar as principais etapas de cada processo de desenvolvimento de projeto de produto e realizar um esboço da sequência de atividades realizadas.

Tal mapeamento será útil para posterior análise comparativa entre as empresas integrantes neste trabalho e identificação das semelhanças e divergências, para que possam ser identificados padrões nas etapas para projetos de produtos IoT para os casos analisados.

É previsto que cada empresa use mais de um modelo, método e/ou ferramenta, portanto cada caso apresentará um mix de diferentes sequências e etapas, sendo cada um deles único. Esta diferença pode ser atribuída por diversos motivos, como: número de funcionários, nível de aplicação de IoT, complexidade do produto, necessidades do cliente, mercado de atuação, cultura interna da empresa e outros.

3.3.7. Análise e comparação entre processos de desenvolvimento

É feita uma analogia explícita das etapas dos processos de projeto de produtos esboçados, onde todos são comparados entre si. São comparadas e apresentadas de forma clara e objetiva todas as semelhanças e divergências observadas.

3.3.8. Modelo proposto

É apresentado um modelo de ferramenta DFIoT, baseado na literatura e nas percepções do entrevistador durante a análise das entrevistas. O modelo deve auxiliar as empresas na solução de suas questões relatadas, com foco em responder as perguntas de pesquisa.

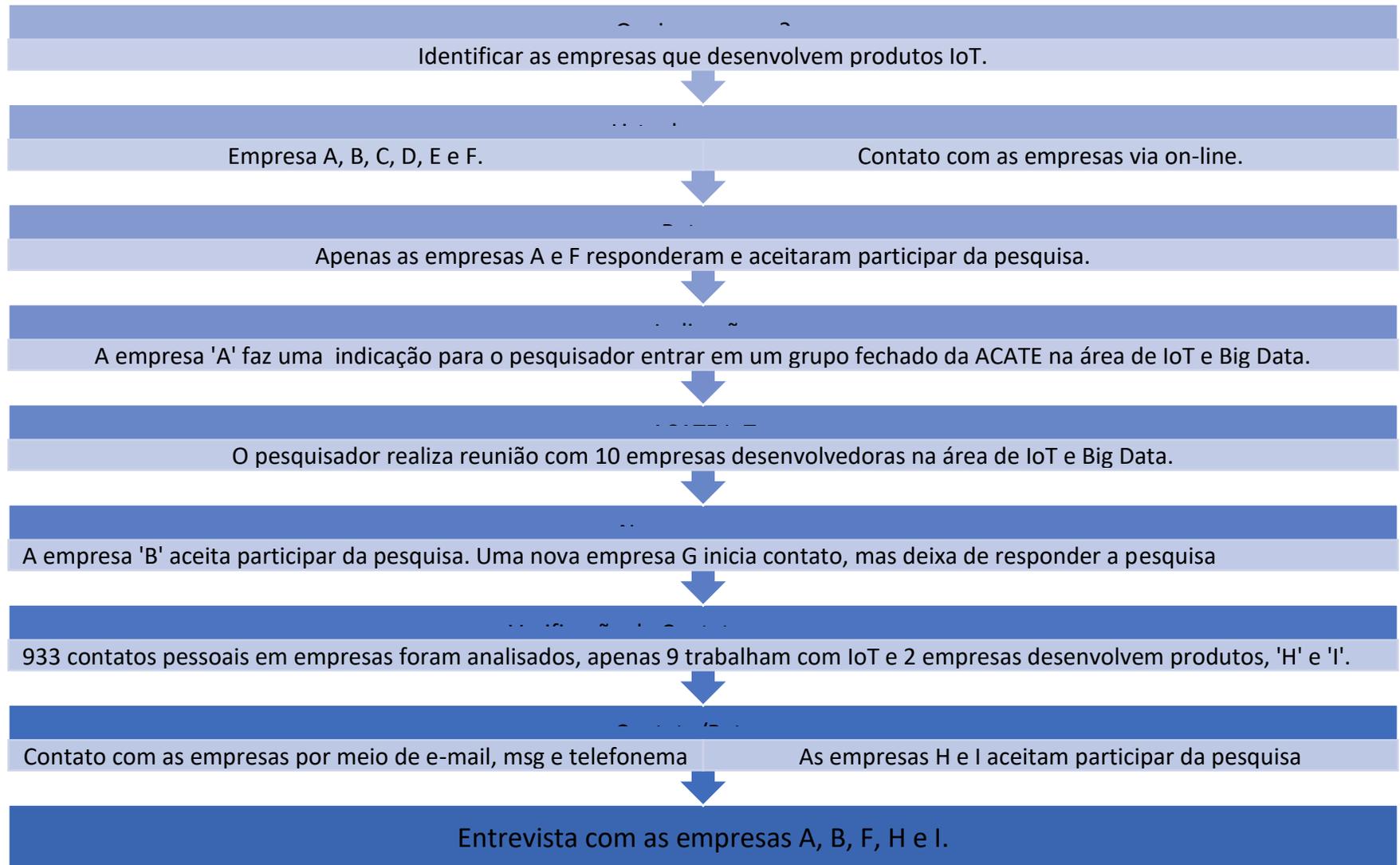
3.3.9. Conclusões e recomendações

As conclusões e recomendações, apresentam os resultados do trabalho de pesquisa e como eles foram suficientes para sanar as questões levantadas. Demonstrem as contribuições e pontos fortes do trabalho, bem como as problemáticas encontradas, lacunas, deficiências e dificuldades relacionadas em todo desenvolvimento.

3.4. PROCESSO DE COLETA DE DADOS

Foi necessário executar uma série de atividades antes de realizar as entrevistas e aplicação de questionários. Estas atividades envolveram identificar as possíveis empresas para participar da pesquisa, entrar em contato e etc. Um fluxograma é apresentado na Figura 17, para facilitar a compreensão dos eventos. Observa-se que o nome das empresas é trocado por letras, para manter a privacidade e sigilo solicitado pelas mesmas.

Figura 17 - Fluxo de atividades para coleta de dados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado no fluxo de atividades, foi identificado no mercado um total de 15 empresas atuantes no mercado de desenvolvimento de produtos, dentre as quais 8 realizaram algum tipo de diálogo e apenas 5 aceitaram participar da pesquisa.

3.4.1. Realização de entrevista

Todas as entrevistas foram gravadas com a utilização de um *smartphone*, para que posteriormente pudessem ser analisadas, para a perfilação das respostas e transcritas com precisão.

As entrevistas com as empresas 'A' e 'B' foram feitas presencialmente. Ambas realizadas em uma sala de reuniões, apenas com a presença do gestor de projetos.

As entrevistas com as empresas 'F', 'H' e 'I' foram realizadas on-line. Também apenas com os gestores.

Durante as entrevistas com os gestores das empresas 'A', 'H' e 'I' houveram interrupções por parte de agentes externos, como outros funcionários. Não obstante, a sequência das perguntas e respostas não foi afetada.

Houve grande dificuldade para entrar em contato com qualquer membro das equipes desenvolvedores, pois todos estavam trabalhando remotamente. Portanto, foi solicitado aos gestores que os integrantes da equipe de desenvolvimento de projeto de produto respondessem a pesquisa de forma escrita e enviassem as respostas por e-mail.

Quatro das cinco empresas enviaram suas respostas por e-mail: 'A', 'B', 'F' e 'I'. Estas respostas auxiliaram na confecção dos esboços dos processos de desenvolvimento de projeto de produtos, o qual será exibido no próximo capítulo.

3.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

O resultado deste capítulo é a construção do instrumento de coleta e processamento de dados. Este foi feito com o auxílio de quatro profissionais de áreas relacionadas ao projeto, atuantes na indústria, mercado privado e academia. Foram feitas contribuições para dar maior clareza ao entrevistado, melhor alinhamento aos objetivos do trabalho, maior detalhamento e abrangência da pergunta.

O capítulo não contribui diretamente para os objetivos do trabalho, mas é um meio necessário para que o devido rigor acadêmico e científico seja tomado durante a coleta de informações.

Na sequência apresenta-se as entrevistas, suas análises e comparações.

CAPÍTULO 4 ANÁLISE

Este capítulo trata sobre o processo de análise das informações coletadas. Exibe a perfilação das respostas de cada entrevistado, de acordo com as perguntas feitas e os fluxogramas do desenvolvimento de cada empresa participante da pesquisa. Também é realizada uma comparação entre as sequências de atividades de cada empresa para o desenvolvimento de produtos com IoT.

4.1. PERFILAÇÃO DAS RESPOSTAS

Esta etapa é feita individualmente para cada empresa, onde o pesquisador ouve por diversas vezes a entrevista gravada, analisa as respostas e dialoga e enquadra estas informações dentro das perguntas do questionário pertinentes ao assunto abordado pelo entrevistado.

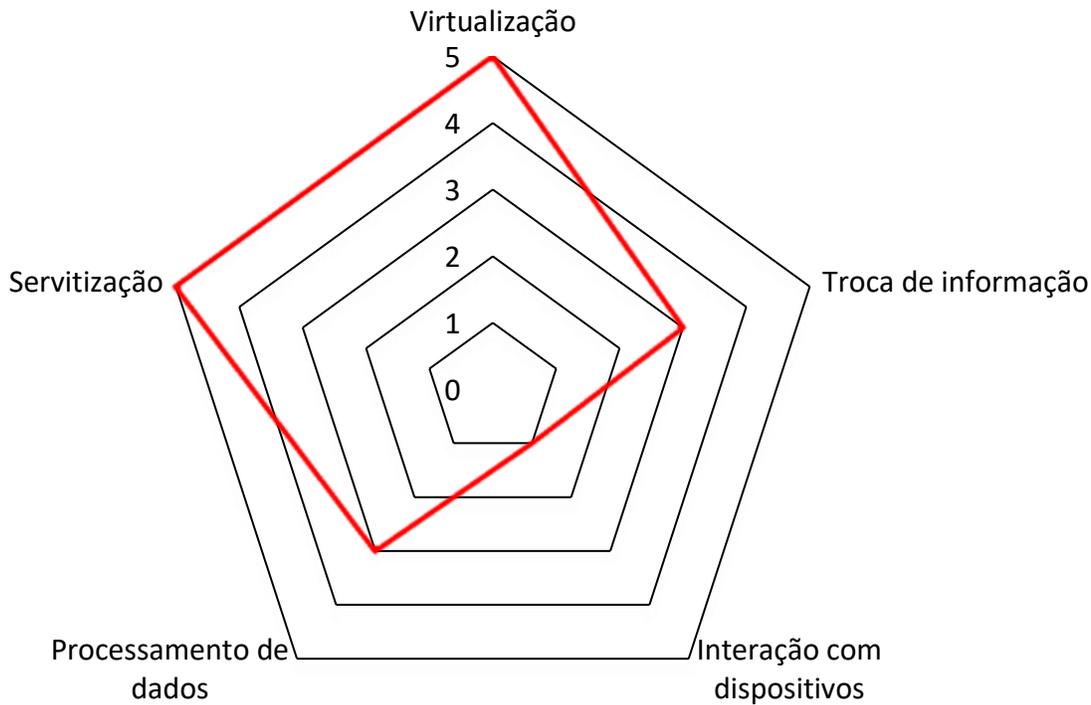
Esta etapa é necessária para apresentar de forma clara e objetiva todas as perguntas e respostas de cada empresa. Também sendo um ponto intermediário entre a coleta de informações e o desenho do fluxo de trabalho de cada empresa.

4.1.1. Empresa ‘A’

A empresa ‘A’ é considerada uma empresa de pequeno porte em sua área de atuação, com um número de funcionário inferior à 50, foi a primeira a realizar a entrevista. A interação foi feita de forma presencial. As respostas das perguntas podem ser observadas na íntegra dos anexos deste documento.

A Figura 18 apresenta o enquadramento de um dos produtos desenvolvidos pela empresa, utilizando o método de classificação de produtos IoT desenvolvido e apresentado no capítulo anterior.

Figura 18 - Mapa de classificação de produto da empresa 'A'.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado, o produto em questão realiza coleta e virtualiza cinco ou mais variáveis, possui uma troca de informações e interação limitada aos periféricos e sistema instalado pela empresa. O destaque da empresa está na servitização, pois seus produtos focam na obtenção de dados e processamento para fornecer informações assertivas e auxiliar na tomada de decisão.

A seguir o Quadro 12, com as respostas apresentadas de forma organizada e alinhadas com cada pergunta.

Quadro 12 - Perfilação respostas empresa 'A'.

	PERGUNTAS AOS GERENTES	OBJETIVO DA PERGUNTA
1	<p>É utilizado algum método de desenvolvimento de produtos? Se sim, descreva-o, por favor.</p> <p>Diversos métodos combinados, não há um método que atenda a todas as necessidades de forma adequada. Mas usa a base de desenvolvimento do Agile, mais voltado ao Scrum. Como nome das funções e atividades diárias e semanais.</p>	Entender método utilizado pela empresa para a composição das atividades e processos do desenvolvimento do produto para posterior comparação com as modificações sugeridas
2	<p>Quais as atuais sequências das atividades?</p> <p>O produto já possui um hardware padrão, que foi desenvolvido mais robusto do que o necessário para atender as necessidades da época em que foi desenvolvido e as futuras. O segundo passo é analisar quais são as necessidades do cliente, na sequência as funções desejadas e desenvolvidas no middleware. Estas necessidades são transformadas em especificações detalhadas pelo UX (user experience) e o PM (product manager). O middleware é feito e integrado com uma IHM (interface homem/máquina) junto com o design adequado. Por fim o produto é entregue, porém sempre recebendo novas atualizações em um ciclo de desenvolvimento contínuo.</p>	Compreender da sequência de trabalho padrão da empresa, para identificação e ordenação das etapas do processo de desenvolvimento
3	<p>Estas sequências (atividades) foram sempre assim? Quando foram modificadas e porquê?</p> <p>Não, elas sofreram modificações, por motivos de necessidades e qualidade técnica.</p>	Saber as modificações já realizadas no processo de desenvolvimento, há quanto tempo elas são utilizadas e quais melhorias trouxeram para o desenvolvimento
4	<p>Qual é o tempo total para o desenvolvimento do projeto de um produto?</p> <p>Os projetos são contínuos, não possuem início, meio e fim. São baseados em sprints e agregam valor ao cliente continuamente.</p>	Conhecer o tempo de desenvolvimento do produto, para posterior comparação com modelo que será sugerido.
5	<p>Quantos integrantes trabalham em sua equipe?</p> <p>Um Product Owner, sete desenvolvedores e um user experience design (UX design). TOTAL: 9 PESSOAS –</p>	Conhecer as necessidades da empresa quanto a capacidade de desenvolvimento

	<p>Durante a pandemia coronavírus – 3 pessoas: 1 foco em software, 1 hardware com conhecimento em software e gestor com conhecimento amplo.</p>	
6	<p>Quais as características técnicas e conhecimento que cada integrante acrescenta na equipe de desenvolvimento?</p> <p>Gerente de produto: Product Owner, porém atua mais voltado para o mercado como PM (Product Manager). O primeiro é mais focado na sprint, onde ele define as atividades para a equipe desenvolvedora. Já o segundo ele olha mais para o mercado e diz o que este quer/procura. No nosso caso, os dois papéis eram feitos pela mesma pessoa.</p>	<p>Determinar os perfis identificados pela empresa necessários para seu processo</p>
7	<p>Quais dificuldades já foram vivenciadas pela equipe de desenvolvimento do projeto de produto? Como elas foram superadas?</p> <p>Dificuldade de elencar as prioridades e modificações vindas dos clientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para isso, já usou métodos de análise de baseados no princípio de Pareto. Trabalhava sem especificação - Melhorou com a contratação do UX e PO. Falta de experiência da equipe. - Contratação de pessoas com experiência. Desenvolvedor executava atividades sem diretriz - Contratação de pessoa necessária para gerenciar o UX. O responsável pela UX e o de Produto passaram a especificar as atividades bem detalhadas. Ex: como deveria ser a tela, e etc. 	<p>Saber as dificuldades já encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos, administrativos e operacionais) e como foram superadas</p>
8	<p>Quais as atuais dificuldades durante o desenvolvimento do projeto de produto? Poderia descrevê-las?</p> <p>Saber o que o mercado quer de fato. OBS: o desafio técnico não é alto!</p> <p>Saber o que gera valor para o cliente. Falta de padrão nos produtos já existentes. Produtos remendados. Falta de estabilidade. Performance abaixo do desejado. Software não é escalável, pois é custoso.</p>	<p>Identificar as dificuldades encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos e operacionais)</p>

	A maioria dos problemas está no back-end do software. Alta demanda de modificações nos projetos de produtos ou produtos já existentes.	
9	Quais indicadores são analisados para lançar um novo produto com tais características? Custo de produção e projeto, benefícios financeiros, mas o mais importante é o “ <i>feeling</i> ”.	Conhecer informações a empresa usa para tomar a decisão de lançamento de um novo produto e suas características.
10	Quais são os valores que a empresa visa entregar aos seus clientes? Quais atrativos, soluções e/ou facilidades a empresa oferece ao cliente com o uso de IoT? Redução no custo operacional e aumento de vendas, para o cliente. Economia dos processos para o cliente. Redução de custos baseada no menor número de pessoas trabalhando fisicamente. Análise de informações de vendas para o cliente. Venda participativa do cliente junto aos seus consumidores (autosserviço).	Analisar se tais valores estão alinhados com as atividades executadas

Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro ponto destacado é a utilização, não de um único método, mas de uma adaptação do Scrum. Isso se relaciona diretamente com a empresa não ter projetos com início, meio e fim, mas trabalhar com desenvolvimento contínuo. Naturalmente que isso pode ser atribuído ao fato de a empresa focar no desenvolvimento da parte de middleware e conhecimento relacionado com a coleta de dados.

Pode ser observado que a empresa ‘A’ realizou diversas mudanças em seu processo de desenvolvimento. A mesma usa uma única opção de hardware, já pré-definida e embarca o middleware necessário para sua operação.

Também é identificado que o principal indicador utilizado para desenvolver os produtos atualmente são os sentimentos e percepção dos gestores com relação ao mercado atuante, o que causa dificuldades durante este processo. Isso pode ser o motivo para a dificuldade de identificar o que o mercado quer de fato e onde está o valor perceptível pelo cliente.

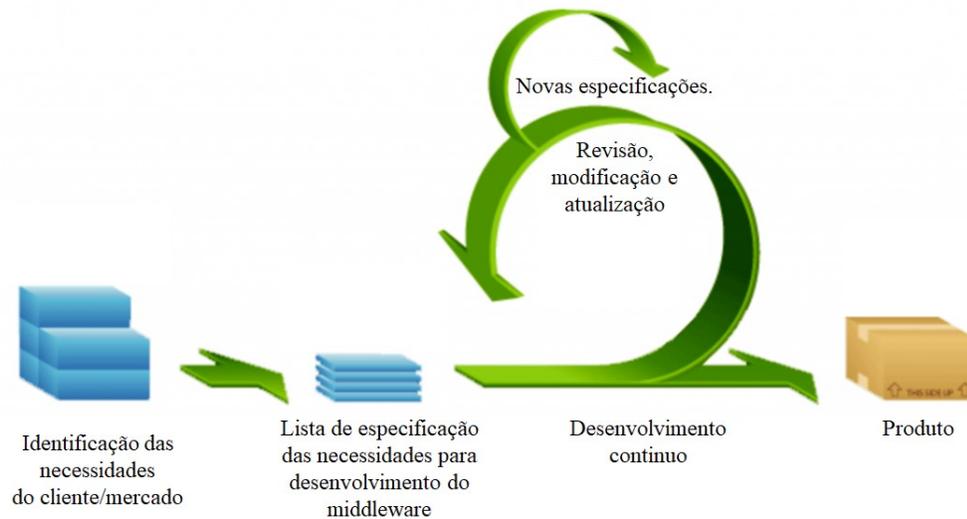
Não obstante, o gestor salienta que não encontram grandes dificuldades com relação ao conhecimento técnico com relação ao IoT e tecnologias utilizadas.

Porém, é perceptível, também relatado pelo gestor, que a falta de padrão nos produtos e os “remendos” dificultam o desenvolvimento e gestão dos mesmos, ou seja, atrapalha a escalabilidade no mercado e crescimento da empresa.

A empresa ‘A’ também se caracteriza por ter uma equipe jovem na área de desenvolvimento com produtos com conectividade. Deve ser destacado que nem todas as empresas possibilitaram contato com seus funcionários, mas isso não foi impeditivo para que as informações necessárias para a compreensão e desenho dos processos das empresas fossem feitos. Em anexos neste trabalho também poderá ser observado todos os questionários dos funcionários que responderam à pesquisa.

Na Figura 19, a seguir é apresentado o fluxo de desenvolvimento da empresa ‘A’, com base na entrevista com o gestor e questionários dos integrantes da equipe de desenvolvimento.

Figura 19 - Etapas de desenvolvimento de produto empresa ‘A’.



Fonte: Elaborado pelo autor.

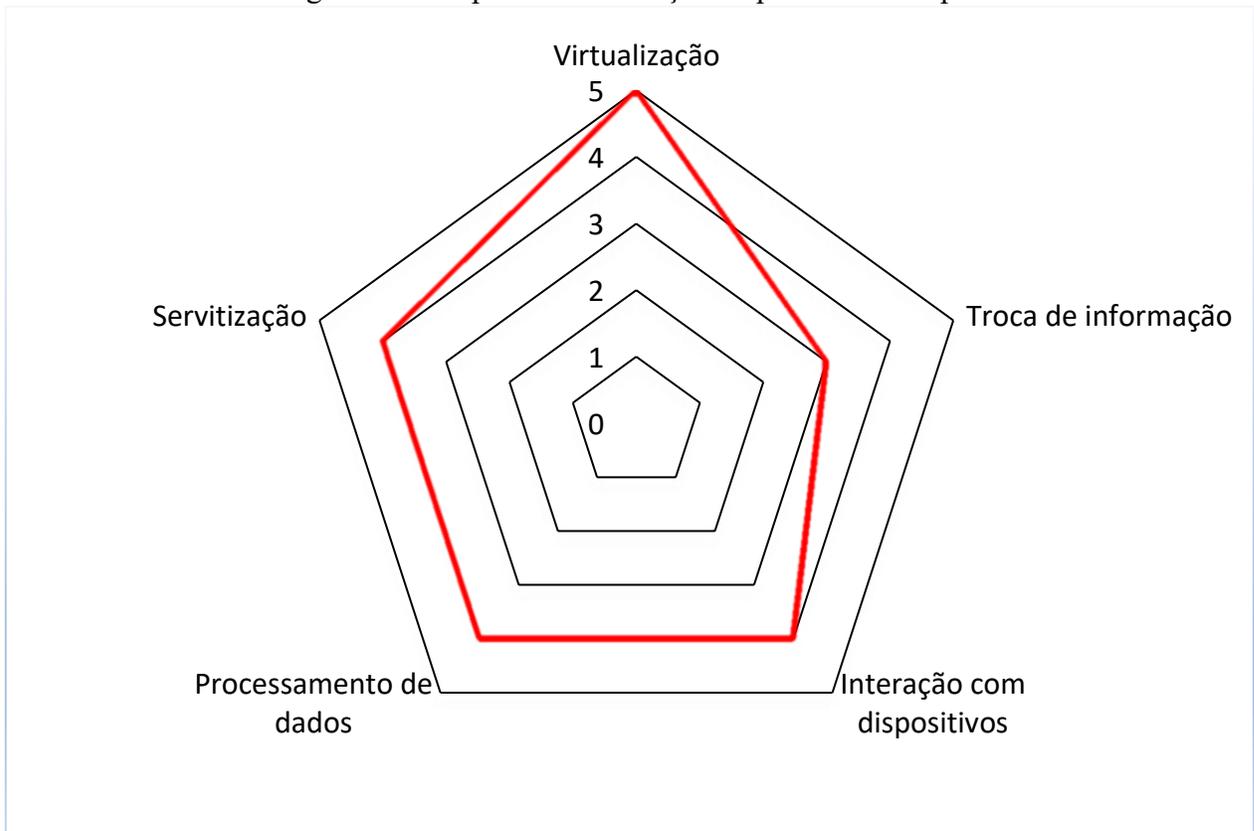
4.1.2. Empresa ‘B’

A empresa ‘B’ esteve presente na primeira rodada de contatos realizados pelo pesquisador, não obstante, participou da pesquisa apenas na segunda rodada. Este fato ocorreu por dificuldades

de entrar em contato com funcionários da empresa interessados em participar ou ajudar na pesquisa, tanto quanto por falta de contato direto com gestores e diretores em um primeiro momento. Estes detalhes podem ser observados no fluxograma de atividades do capítulo anterior. A empresa possui mais de 200 funcionários e atuação em diversos países da América Latina.

A Figura 20 exhibe o enquadramento de um dos diversos produtos desenvolvidos pela empresa, utilizando o método de classificação de produtos IoT.

Figura 20 - Mapa de classificação de produto da empresa 'B'.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Este mapa demonstra o alto nível de maturidade neste produto, o que pode também ser atribuído aos métodos e organização de processos internos da empresa. Quatro dos cinco eixos atingiram nível de quatro ou mais, e nenhum abaixo de três. Este produto, assim como o da empresa 'A' funciona em conexão com outros periféricos, mas neste caso, não necessariamente da mesma marca. Isso oferece um alto nível de virtualização e interação.

As respostas para as perguntas realizadas para a empresa durante a entrevista são apresentadas no Quadro 13, a seguir.

Quadro 13 - Perfilação respostas empresa 'B'.

	PERGUNTAS AOS GERENTES	OBJETIVO DA PERGUNTA
1	<p>É utilizado algum método de desenvolvimento de produtos? Se sim, descreva-o, por favor.</p> <p>É utilizado uma mistura de diversas metodologias, PMBOK, SCRUM, <i>Extream programing</i>.</p>	Entender método utilizado pela empresa para a composição das atividades e processos do desenvolvimento do produto para posterior comparação com as modificações sugeridas
2	<p>Quais as atuais sequências das atividades?</p> <p>Há um processo documentado, baseado na ISO. Possuímos toda uma sequência de fases como: Planejamento, prototipação, integração (softwares e hardwares), fase de teste, qualidade, produção, lotes de cabeça de série e por último lotes comerciais. A ISO melhorou a qualidade da saída dos produtos, com menos erros, pois ela trabalha em cima da melhoria contínua.</p>	Compreender da sequência de trabalho padrão da empresa, para identificação e ordenação das etapas do processo de desenvolvimento
3	<p>Estas sequências (atividades) foram sempre assim? Quando foram modificadas e porquê?</p> <p>O processo é adaptativo e evolutivo.</p>	Saber as modificações já realizadas no processo de desenvolvimento, há quanto tempo elas são utilizadas e quais melhorias trouxeram padrão desenvolvimento
4	<p>Qual é o tempo total para o desenvolvimento do projeto de um produto?</p> <p>Há diversos produtos desenvolvidos pela empresa, mas no geral o desenvolvimento de um novo produto leva de seis meses a dois anos.</p>	Conhecer o tempo de desenvolvimento do produto, para posterior comparação com modelo que será sugerido.
5	<p>Quantos integrantes trabalham em sua equipe?</p> <p>18 pessoas</p>	Conhecer as necessidades da empresa quanto a capacidade de desenvolvimento
6	<p>Quais as características técnicas e conhecimento de cada integrante acrescenta na equipe de desenvolvimento?</p> <p>Temos pessoas multidisciplinares. Engenheiros de hardware, engenheiro de firmware (que envolve embarcados, full stack)</p>	Determinar os perfis identificados pela empresa necessários para seu processo

7	<p>Quais dificuldades já foram vivenciadas pela equipe de desenvolvimento do projeto de produto? Como elas foram superadas?</p> <p>Todo desenvolvimento é um desafio. Se não houvesse dificuldades não estaríamos na área de P&D, sobretudo, a respeito do que é desconhecido. Portanto, a dificuldade do desconhecimento é a maior barreira. O conhecimento relacionado há tecnologias novas, componentes novos.</p>	<p>Saber as dificuldades já encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos, administrativos e operacionais) e como foram superadas</p>
8	<p>Quais as atuais dificuldades durante o desenvolvimento do projeto de produto? Poderia descrevê-las?</p> <p>Barreira de conhecimento com novas tecnologias e componentes (tempo de aprendizagem).</p>	<p>Identificar as dificuldades encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos e operacionais)</p>
9	<p>Quais indicadores são analisados para lançar um novo produto com tais características?</p> <p>Solicitação de clientes e parceiros Estudos de requisitos demandados pelos clientes e parceiros para entregar o que é necessário Resolução de dificuldades dos clientes</p>	<p>Conhecer informações a empresa usa para tomar a decisão de lançamento de um novo produto e suas características.</p>
10	<p>Quais são os valores que a empresa visa entregar aos seus clientes? Quais atrativos, soluções e/ou facilidades a empresa oferece ao cliente com o uso de IoT?</p> <p>Velocidade de desenvolvimento nos produtos, qualidade, suporte.</p>	<p>Analisar se tais valores estão alinhados com as atividades executadas</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Semelhante a primeira empresa entrevistada, a empresa 'B' também usa uma combinação de diversos métodos. Neste caso há uma combinação dos métodos ágeis, como o SCRUM e o XP, com métodos mais tradicionais derivados do PMBOK. Isto pode ser relacionado com o motivo de

a empresa focar mais no desenvolvimento de soluções de hardware para IoT, como gateways e placas de circuito de modo geral. Naturalmente que também há produção de soft e middlewares, mas não são a principal fonte de renda da empresa.

Esta empresa foi a única das entrevistadas que possui seu processo de projeto e desenvolvimento de produtos documentado. Essa documentação é uma exigência da ISO, o gestor relata que isto já existia antes mesmo da certificação, porém com a aplicação destas normas ele foi mais detalhado e feito de forma mais rigorosa. Não obstante, o processo ainda continua sendo adaptativo e evolui de acordo com os aprendizados do dia-a-dia.

A equipe da empresa 'B' demonstra-se ser completa com relação às necessidades de desenvolvimento de IoT, com desenvolvedores para *hardware*, *middleware* e *frontend* de programação. A mesma também conta com uma equipe com um número considerável se comparada com as demais entrevistadas, 18 pessoas.

O gestor relata que a área de P&D é repleta de dificuldades relacionadas ao desconhecido, principalmente pelo fato de estarem trabalhando na fronteira do conhecimento, trabalhando para desenvolver novos produtos para o mercado B2B (*business to business*, empresa para empresa).

O gestor relata que a maior parte da sua demanda e indicadores é proveniente diretamente dos clientes da empresa, pois os mesmos possuem necessidades ou dificuldades em seus processos ou produtos que podem ser resolvidos com conectividade.

Ainda, segundo o gestor, a empresa se destaca por sua expertise no mercado de IoT, podendo desenvolver produtos totalmente novos em prazos reduzidos (de 6 meses à 2 anos), com qualidade e suporte adequado.

A seguir na Figura 21, é apresentado o processo de desenvolvimento de projetos de produtos da empresa 'B' segundo a entrevista com o gestor e o questionário respondido por um integrante da equipe, que segue anexo.

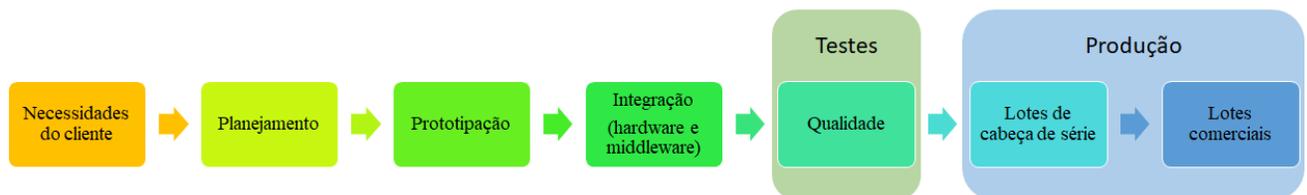


Figura 21 - Etapas de desenvolvimento de produtos empresa 'B'

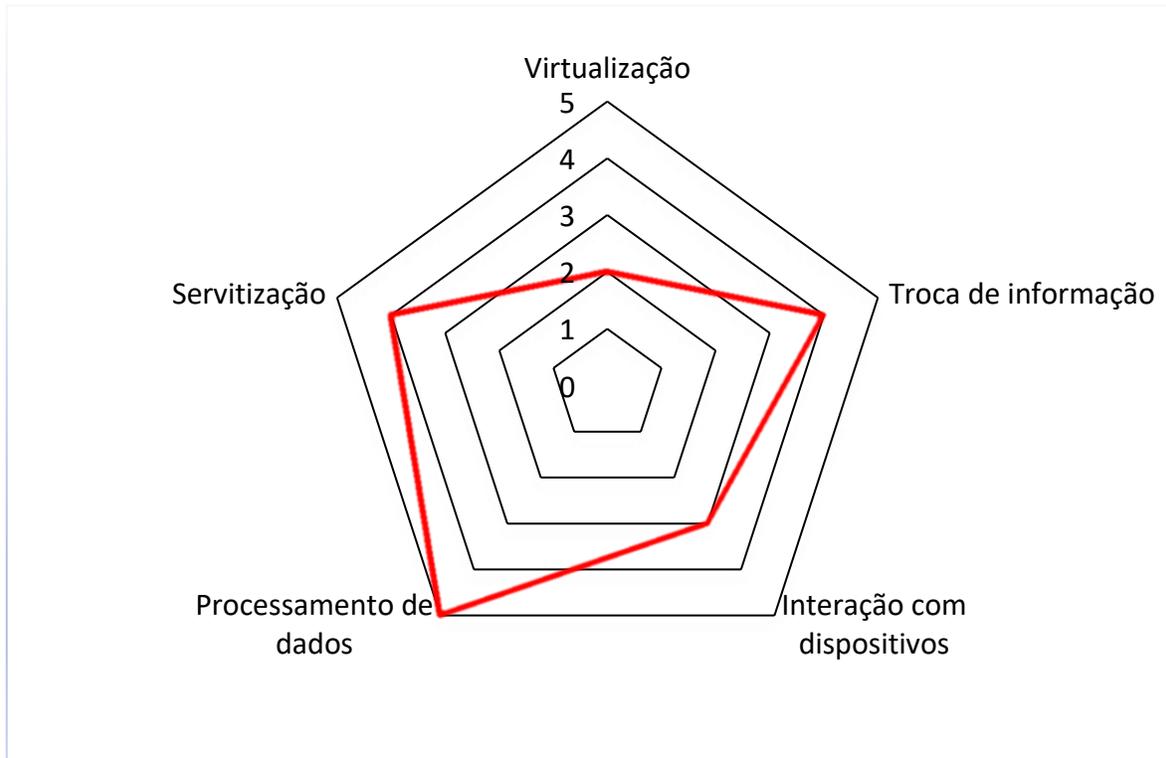
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.3. Empresa 'F'

A empresa 'F' aceitou participar da pesquisa já na primeira rodada de contatos, sendo esta a segunda empresa a ser entrevistada, a primeira remotamente. A empresa possui um quadro de funcionários reduzido, onde o gestor também atua com desenvolvimento do produto. Portanto, o mesmo respondeu tanto à entrevista quanto ao questionário.

A Figura 22 exibe o enquadramento de um dos diversos produtos desenvolvidos pela empresa, utilizando o método de classificação de produtos IoT.

Figura 22 - Mapa de classificação de produto da empresa 'F'.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Empresa 'F' mostra que a empresa tem um foco em grande quantidade de processamento de dados, tendo esse o nível máximo, e quatro para servitização e troca de informações. Este produto se caracteriza por trabalhar com poucas variáveis para ter uma coleta constante de informação com um alto nível de confiabilidade.

O Quadro 14 apresenta as respostas das perguntas para os gestores.

Quadro 14 - Perfilação respostas empresa 'F'

	PERGUNTAS AOS GERENTES	OBJETIVO DA PERGUNTA
1	<p>É utilizado algum método de desenvolvimento de produtos? Se sim, descreva-o, por favor.</p> <p>Sim, métodos de projetos de software, para gerar produtos. Nós não possuímos uma metodologia de desenvolvimento de IoT, pois ela não existe. Nos encaixamos as etapas de IoT que fogem dos softwares como se fossem tarefas/etapas do projeto, as quais são as etapas de desenvolvimento de circuito eletrônico e projeto mecânico. Ou seja, as tarefas fora do escopo de software. É usado a metodologia ágil de processo unificado (<i>unified process</i>). Mas também é usado o Scrum para gerenciar as tarefas/requisitos. É usado o quadro de Kanban (ferramenta online Trello), para coordenar o que precisa ser feito ou refeito e qual é o responsável de cada tarefa.</p>	<p>Entender método utilizado pela empresa para a composição das atividades e processos do desenvolvimento do produto para posterior comparação com as modificações sugeridas</p>
2	<p>Quais as atuais sequências das atividades?</p> <p>Desenvolvimento de software e a união com o hardware é colocada como etapa de desenvolvimento de projeto de produto.</p> <p>Há uma etapa de levantamento de requisitos baseada no <i>Unified Process</i>, sendo esta metodologia a base do processo de desenvolvimento de projetos da empresa.</p> <p>1 – Identifica o problema ou oportunidade 2 – Pesquisa de mercado 3 – Caso já exista uma solução, analisar o que pode ser melhorado ou diferenciado. 4 – Planejamento de como será feita essa melhoria ou diferenciação. 4.1– Como será a arquitetura do software 4.2 – Quais tipos de tecnologia serão usadas 4.3 – Quais as funções de cada tecnologia 5 – Levantamento dos requisitos 5.1 – Quais os casos de uso do produto, quais ações o sistema terá 6 – Quais as comunicações do sistema 6.1 – Quais ações são feitas ao receber certos comandos ou sinais</p>	<p>Compreender da sequência de trabalho padrão da empresa, para identificação e ordenação das etapas do processo de desenvolvimento</p>

	<p>São feitas as partes mais complexas primeiro, pois são as que demanda mais recursos, como tempo e dinheiro. Portanto, desenvolve a parte complexa e testa, caso tenha funcionado segue para as mais simples, testando cada uma delas antes de prosseguir para a próxima, até chegar na última.</p>	
3	<p>Estas sequências (atividades) foram sempre assim? Quando foram modificadas e porquê?</p> <p>Já foram modificadas. Foram adotadas etapas de atividades e gerenciamento de outras metodologias, como o quadro Kanban. Este foi inserido para gerenciar o ciclo de vida de cada atividade. Todas as etapas que foram adicionadas foram para melhorar a gestão da informação e documentação durante o processo de projeto de produto.</p>	<p>Saber as modificações já realizadas no processo de desenvolvimento, há quanto tempo elas são utilizadas e quais melhorias trouxeram para o desenvolvimento</p>
4	<p>Qual é o tempo total para o desenvolvimento do projeto de um produto?</p> <p>Depende da complexidade do projeto. Pode levar de 15 dias até 6 meses. Mas isso pode variar (atrasar) quando há outras empresas envolvidas no projeto, pois as etapas/tarefas precisam ser síncronas e isso pode ser complicado.</p>	<p>Conhecer o tempo de desenvolvimento do produto, para posterior comparação com modelo que será sugerido.</p>
5	<p>Quantos integrantes trabalham em sua equipe?</p> <p>Duas pessoas.</p>	<p>Conhecer as necessidades da empresa quanto a capacidade de desenvolvimento</p>
6	<p>Quais as características técnicas e conhecimento de cada integrante acrescenta na equipe de desenvolvimento?</p> <p>As pessoas da equipe têm tanto conhecimento técnico para a parte de software e hardware, quanto de gestão administrativa e comercial.</p>	<p>Determinar os perfis identificados pela empresa necessários para seu processo</p>
7	<p>Quais dificuldades já foram vivenciadas pela equipe de desenvolvimento do projeto de produto? Como elas foram superadas?</p>	<p>Saber as dificuldades já encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos,</p>

	<p>As dificuldades técnicas podem aparecer, para saná-las é apenas uma questão de estudar e pesquisar.</p> <p>Outro ponto é quando, mesmo você pesquisando e estudando, você não está apto para executar a solução.</p> <p>Certa vez, era necessária uma certificação de segurança para um produto, a solução foi a terceirização, para que uma pessoa qualificada pudesse executar esta tarefa.</p> <p>Tarefas específicas que não há capacidade na equipe são sempre terceirizadas.</p> <p>No início havia dificuldade de identificar se o problema era algo da sociedade e do mercado, ou apenas uma dor dos integrantes da equipe. As decisões eram mais baseadas no “<i>feeling</i>”. Para sanar esta questão, foi definida uma etapa de pesquisa de mercado, para saber se um “<i>feeling</i>” pode resultar em um produto.</p>	administrativos e operacionais) e como foram superadas
8	<p>Quais as atuais dificuldades durante o desenvolvimento do projeto de produto? Poderia descrevê-las?</p> <p>No momento não há, mas isso pode mudar.</p>	Identificar as dificuldades encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos e operacionais)
9	<p>Quais indicadores são analisados para lançar um novo produto com tais características?</p> <p>Conhecimento a respeito de problemas.</p> <p>O primeiro indicador é identificar se este problema é realmente uma necessidade do mercado.</p> <p>O segundo indicador é o preço que o produto pode ser comercializado, para saber se é algo que o mercado irá comprar. Ou seja, quando a população está disposta a pagar para resolver o problema. É levando em conta o custo para o desenvolvimento e o preço de mercado.</p> <p>Levantamento de requisitos de clientes.</p> <p>Os mercados de foco dos produtos desenvolvidos são B2B e B2C, ou seja, outras.</p>	Conhecer informações a empresa usa para tomar a decisão de lançamento de um novo produto e suas características.
10	<p>Quais são os valores que a empresa visa entregar aos seus clientes?</p> <p>Quais atrativos, soluções e/ou facilidades a empresa oferece ao cliente com o uso de IoT?</p> <p>Facilitar e tirar preocupações da vida do cliente no dia-a-dia.</p>	Analisar se tais valores estão alinhados com as atividades executadas

<p>Os valores visam fatores atributos como comodidade, bem estar e etc. Por exemplo o “gás monitor”, ele visa garantir que você irá tomar banho e não ocorra a falta de água quente pelo gás já ter acabado.</p>
--

Fonte: Elaborado pelo autor.

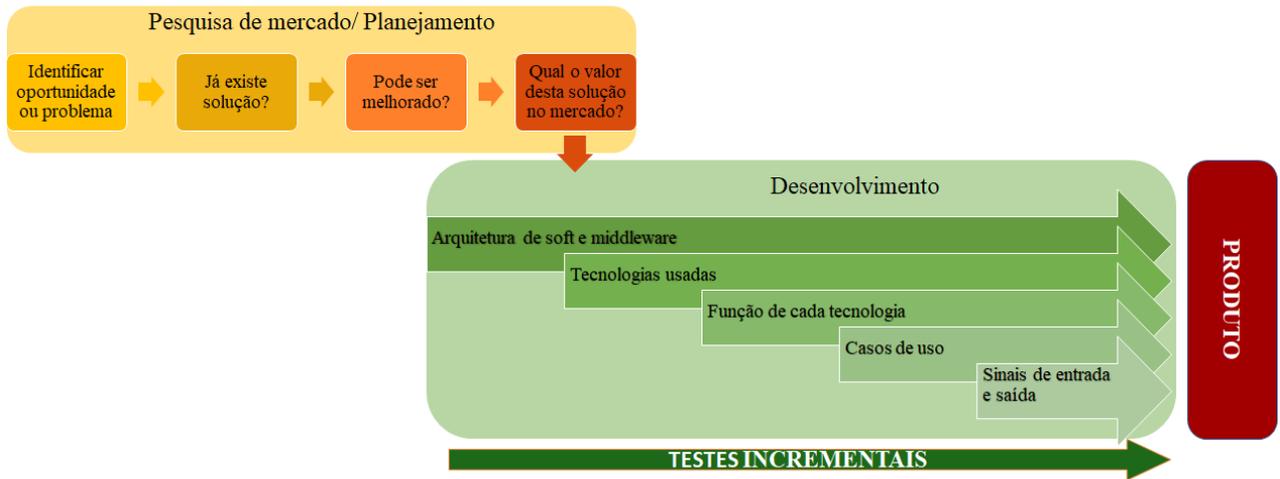
A empresa ‘F’ de início já destaca que não usa uma metodologia de desenvolvimento para produtos IoT, pois ela não existe. Para isto, como as duas anteriores, usa uma adaptação de diversos métodos e ferramentas, como Scrum, *Unified Process* e *Kanban*.

O gestor da empresa destaca que esta combinação foi feita para melhorar a gestão do ciclo de vida de cada etapa do processo de desenvolvimento, principalmente pelo fato de que outras empresas podem ser parceiras em determinadas etapas ou atividades. Isto é observado como um meio de manter a empresa enxuta sem o custo de treinamentos específicos ou contratação de pessoas para integrar a equipe de desenvolvimento.

É destacado que mesmo com esta análise do problema/oportunidade que avalia os requisitos do projeto de produto ainda podem ocorrer problemas. Isso se deve ao fato de esta etapa não ter sido bem feita, então é necessário que o desenvolvimento refaça algumas etapas ou retorne ao passo anterior. Portanto, o gestor destaca que quanto mais tempo for investido na etapa inicial de análise e planejamento, melhor será o andamento do projeto.

A Figura 23 apresenta as etapas de desenvolvimento da empresa ‘F’.

Figura 23 - Etapas de desenvolvimento de produtos empresa ‘F’.



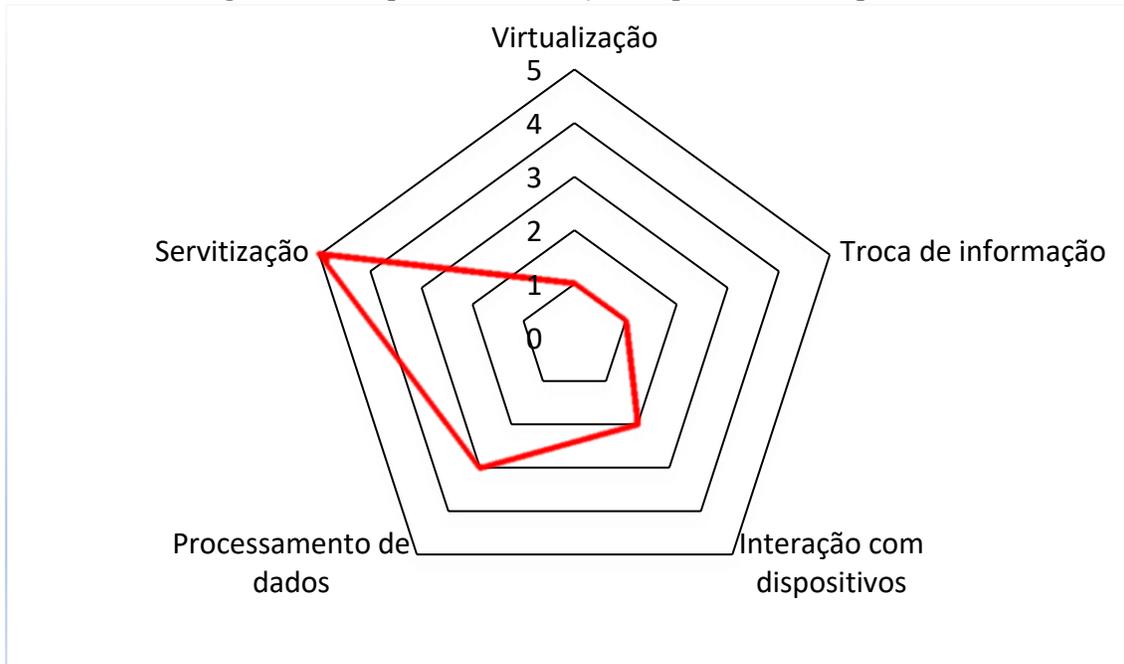
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.4. Empresa ‘H’

A empresa ‘H’ esteve no último grupo de empresas que foram contatadas para participar da pesquisa. A entrevista foi realizada de forma on-line, pois a empresa não estava recebendo pessoas em suas dependências. As perguntas foram feitas em duas etapas, sendo a primeira parte com as cinco primeiras perguntas e as outras cinco após uma pausa de alguns minutos, solicitada pelo entrevistado, para atender demandas na empresa. Este fato não trouxe interferência para o resultado da pesquisa.

A Figura 24 exhibe o enquadramento do principal produto desenvolvido pela empresa ‘H’, utilizando o método de classificação de produtos IoT.

Figura 24 - Mapa de classificação de produto da empresa 'H'.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A empresa 'H' desenvolve um produto que funciona de forma a coletar uma única variável por meio de etiquetas RFID, porém em grande quantidade. As informações dentro de cada etiqueta podem ser as mais variadas possíveis, não obstante isso não representa diversidade de variáveis. O foco da empresa está na servitização, com a coleta de dados processados e informações e gráficos oferecidos a partir deles. O nível de troca de informações também é baixo, pois as etiquetas RFID funcionam de forma passiva e também limita o sistema a interagir apenas com os dispositivos do sistema em questão, para evitar interferências na comunicação.

As respostas do entrevistado analisadas são apresentadas no Quadro 15, a seguir.

Quadro 15 - Perfilação respostas empresa 'H'.

	PERGUNTAS AOS GERENTES	OBJETIVO DA PERGUNTA
1	<p>É utilizado algum método de desenvolvimento de produtos? Se sim, descreva-o, por favor.</p> <p>Hoje não é usada nenhuma metodologia. Nos baseamos na necessidade do cliente e na coleta dos requisitos da necessidade dele.</p>	Entender método utilizado pela empresa para a composição das atividades e processos do desenvolvimento do produto para posterior comparação com as modificações sugeridas
2	<p>Quais as atuais sequências das atividades?</p> <p>Há várias etapas:</p> <p>1 – Identificação dos dados, qual a quantidade de dados que o cliente precisa dentro do chip. O que ele quer de input e o que ele quer extrair de informação. Desta forma é definido o chip, a capacidade de memória e de processamento.</p> <p>2 - <i>Site Survey</i> (Pesquisa De Local): nesta etapa analisamos o ambiente do cliente e tentamos identificar todos os fatores que podem interferir no bom funcionamento do produto.</p> <p>3 – <i>Reference design</i>: o layout da antena de RFID. Ex: há antenas menores, que funcionam para curta distância, antenas maiores para longas, antenas melhores para trabalhar com plástico, outras para papelão.</p> <p>4 – POC (<i>Proof Of Concept</i>)</p> <p>5 – Prototipagem/produto pré-acabado: construção e composição do produto. Onde são analisadas as modalidades de aplicação e composição do produto.</p> <p>6 – Processo fabril: é analisada a forma de produção</p> <p>7 – Testes, simulação e validação: análise de desempenho laboratorial, simulação do ambiente de trabalho do produto. Análise das variáveis ambientais que podem influenciar no funcionamento e desempenho do produto.</p>	Compreender da sequência de trabalho padrão da empresa, para identificação e ordenação das etapas do processo de desenvolvimento
3	Estas sequências (atividades) foram sempre assim? Quando foram modificadas e por quê?	Saber as modificações já realizadas no processo de desenvolvimento, há

	Não. Anteriormente as sequências de trabalho eram apenas divididas em definição de chip e ordem de produção, nada mais.	quanto tempo elas são utilizadas e quais melhorias trouxeram para o desenvolvimento
4	Qual é o tempo total para o desenvolvimento do projeto de um produto? Pode variar de seis meses a um ano.	Conhecer o tempo de desenvolvimento do produto, para posterior comparação com modelo que será sugerido.
5	Quantos integrantes trabalham em sua equipe? Somente uma pessoa define os requisitos, detalhamento de necessidades do software, integrações necessárias, detalhes de comunicação e interface de IHM. Ou seja, o desenho da arquitetura completa do produto. Depois essas especificações são enviadas para o departamento de produção que produzirá de acordo com as informações passadas.	Conhecer as necessidades da empresa quanto a capacidade de desenvolvimento
6	Quais as características técnicas e conhecimento de cada integrante acrescenta na equipe de desenvolvimento? O ideal são três tipos de profissionais para desenvolver nossos produtos RFID. 1 – Engenheiro de produto: que define quais as características físicas do produto, baseado na sua usabilidade durante o ciclo de vida. 2 – Arquiteto de RFID: ele é responsável por definir as tecnologias utilizadas no produto. Se será RFID com HF (<i>high frequency</i>) ou até mesmo NFC. Ele precisa entender das funcionalidades de cada equipamento (tecnologia) ofertado no mercado e ainda, não precisa ser programador, mas é necessário que tenha um breve conhecimento da área, para descrever brevemente como deverá ser a arquitetura do middleware e colocar em documento. Ou seja, ele define a solução RFID de ponta-a-ponta. 3 – Um profissional da área de produção: em nossa empresa temos um departamento todo voltado para isso. Que define o processo de fabricação e equipamentos necessários para isso.	Determinar os perfis identificados pela empresa necessários para seu processo
7	Quais dificuldades já foram vivenciadas pela equipe de desenvolvimento do projeto de produto? Como elas foram superadas?	Saber as dificuldades já encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos, administrativos e

	<p>Várias já ocorreram, principalmente por pessoas da empresa com envolvimento tanto no desenvolvimento, produção ou venda destes produtos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Inabilidade das pessoas envolvidas. 2- Falta de conhecimento técnico da tecnologia em termos de aplicação e funcionalidade. 3- Baixo conhecimento sobre a tecnologia. 4- Falta de visão macro sobre as tecnologias. 5- Falta de possibilidade de valor agregado com coleta de dados. <p>Elas foram superadas dando maior detalhamento técnico dos produtos aos funcionários e mapeamento das necessidades do cliente. Isso possibilitou com que diversos erros pudessem ser corrigidos antes da aplicação do produto no local.</p> <p>O site survey também ajudou muito durante as minimizações das falhas de projeto, pois nesta etapa analisamos o ambiente do cliente. Como trabalhamos com ondas eletromagnéticas, uma série de coisas podem interferir no bom funcionamento do produto, como motores elétricos com altas potências.</p>	operacionais) e como foram superadas
8	<p>Quais as atuais dificuldades durante o desenvolvimento do projeto de produto? Poderia descrevê-las?</p> <p>A falta de capacidade técnica é algo recorrente.</p> <p>A falta de atenção em algumas das áreas do IoT/RFID, como hardware ou middleware e o excesso de foco em outras.</p> <p>Falta de conhecimento na aplicação, funcionalidade, e limites da tecnologia. Isso faz com que as pessoas usem o conhecimento que já possuem como regra de negócio e por diversas vezes acaba inviabilizando o negócio.</p> <p>Também pode ser ressaltado a falta de conhecimento do estado da arte.</p>	Identificar as dificuldades encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos e operacionais)
9	<p>Quais indicadores são analisados para lançar um novo produto com tais características?</p> <p>Um fomento do mercado, algo latente que acontece no mercado. Não temos um indicador claro, analisamos mais as oportunidades de mercado e aplicações possíveis.</p>	Conhecer informações a empresa usa para tomar a decisão de lançamento de um novo produto e suas características.
10	<p>Quais são os valores que a empresa visa entregar aos seus clientes?</p> <p>Quais atrativos, soluções e/ou facilidades a empresa oferece ao cliente com o uso de IoT?</p>	Analisar se tais valores estão alinhados com as atividades executadas

Agilidade na conferência de estoques, gestão em tempo real de produtos em uma única aplicação, criação de barreiras, check points... todas essas possibilidades geram informação e informação tem valor agregado, podendo ser integrado com data analytics, BI (*business intelligence*) e etc... portanto fornecemos o controle e gestão para pessoas, processos e produtos. Onde houver qualquer um desses três elementos eu consigo aplicar nossa tecnologia hoje.

O que pregamos para nossos clientes é a apresentação de informação e auxílio na gestão.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O caso da empresa ‘H’, líder de mercado no seu segmento no Brasil e América Latina, e está entre os maiores *players* de sua área a nível global, possui mais de 1.000 funcionários. Já era de conhecimento que a empresa trabalha com desenvolvimento de produtos e sistemas com tecnologias RFID há mais de dez anos.

Apesar de ter uma grande fatia do mercado, segundo o gestor entrevistado, a empresa não utiliza uma metodologia ou ferramenta específica para o desenvolvimento de produtos. Suas atividades são baseadas em experiências do gestor e aprendizados de projetos passados, focando nas necessidades do cliente. Isso justifica a mudança que ocorreu na sequência de atividades, que segundo o gestor atual, era dividida apenas na definição das necessidades do chip da etiqueta e ordem de produção.

O tempo total para o desenvolvimento, seguindo as atuais diretrizes de trabalho é semelhante ao das demais empresas, entre seis meses – caso consiga aproveitar algo já desenvolvido ou de baixa complexidade, e um ano, para um produto totalmente novo. O gestor é o total responsável pela definição dos requisitos e especificações do produto, tanto de infraestrutura, como dimensões de antena, capacidade de processamento e chip, quando de middleware, integrações entre dispositivos e interfaces de IHM, ou seja, ele executa as atividades do arquiteto de RFID e do engenheiro de produto. Esta característica no processo de desenvolvimento se aproxima da empresa ‘A’, onde um membro da equipe lista as características do produto para que os desenvolvedores apenas produzam e não percam tempo com idealizações de funções.

Com relação às dificuldades, a empresa já teve e continua tendo problemas com a falta de conhecimento técnico de diversos profissionais envolvidos no ciclo de vida do produto, o que por

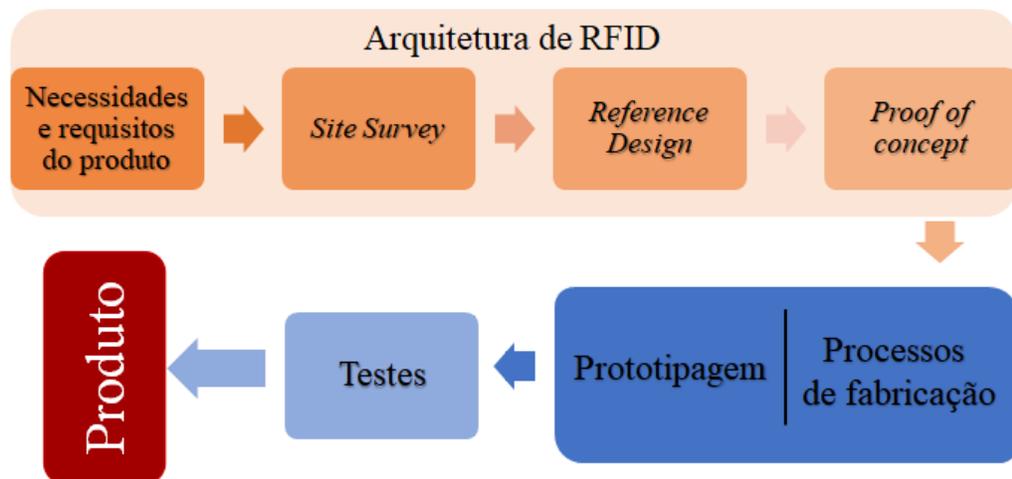
diversas vezes acaba inviabilizando que os projetos sejam feitos e os negócios sejam fechados. A falta de uma visão das aplicações e valor agregado com a coleta de dados também foi e é um fator limitante. Tais dificuldades geravam erros de projeto e falta de atendimento às necessidades do cliente.

Tais questões foram melhoradas com uma pesquisa mais detalhada aos requisitos e necessidades do projeto do produto, feita através de pesquisa *in loco* e maior detalhamento técnico dado aos funcionários.

O gestor da empresa ‘H’ relata diversas vantagens e aplicações com o uso dos produtos com tecnologias IoT. Gestão em tempo real e coleta de dados são alguns dos exemplos citados, sendo estes aplicáveis em produtos, processos ou pessoas. O gestor ainda afirma que há a possibilidade da utilização das informações coletadas em uma única plataforma para auxílio na tomada de decisão com *data analytics* e BI. Demonstrando a maturidade da empresa com relação ao potencial de seus produtos.

Na sequência pode ser observado como é o processo de desenvolvimento, baseado nas respostas do entrevistado, na Figura 25. Destaca-se que a etapa de testes é feita pelo mesmo responsável e departamento da área de arquitetura de RFID, em laboratório, pois este é o único com habilidade técnica para tal.

Figura 25 - Etapas de desenvolvimento de produto empresa ‘H’.



Fonte: Elaborado pelo autor.

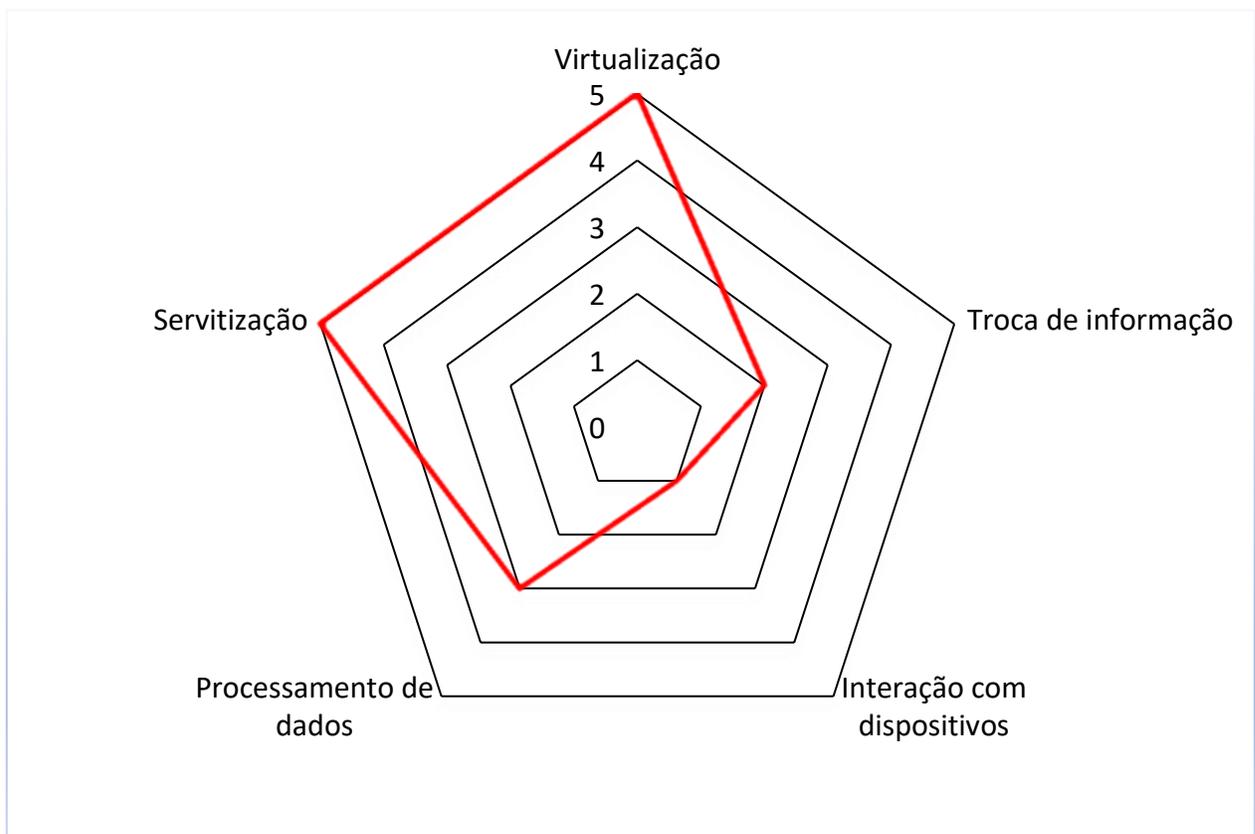
4.1.5. Empresa ‘I’

A empresa ‘I’ foi a última a participar da etapa de entrevistas. Esta se destaca por ser a mais jovem dentre todas as empresas, com até 50 funcionários, a entrevista foi realizada de forma on-line.

Antes da entrevista o gestor demonstrou interesse nos conhecimentos técnicos e solicitou mais informações a respeito da pesquisa, pois o mesmo também possui conhecimento na área técnica e, este assunto é relevante e de interesse da empresa, a qual vislumbra uma melhoria no seu processo de desenvolvimento.

A Figura 26 exibe o enquadramento de um dos produtos desenvolvido pela empresa ‘I’, utilizando o mapa de classificação de produtos IoT.

Figura 26 - Mapa de classificação de produto da empresa ‘I’.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode ser observado que o produto avaliado realiza uma grande coleta e virtualização de variáveis do ambiente. Isso se deve ao elevado número de periféricos que podem ser utilizados no sistema desenvolvido por esta empresa. Não obstante, a interação com outros dispositivos é baixa, pois são necessárias configurações para interagir com objetos pré-determinados.

Na sequência, no Quadro 16 são apresentadas as respostas do gestor da empresa 'I'.

Quadro 16 - Perfilação respostas empresa 'I'

	PERGUNTAS AOS GERENTES	OBJETIVO DA PERGUNTA
1	<p>É utilizado algum método de desenvolvimento de produtos? Se sim, descreva-o, por favor.</p> <p>Não. Estamos sem métodos.</p>	Entender método utilizado pela empresa para a composição das atividades e processos do desenvolvimento do produto para posterior comparação com as modificações sugeridas
2	<p>Quais as atuais sequências das atividades?</p> <p>Temos uma sequência de atividades.</p> <p>1- Fazemos um esboço do resultado final que queremos do produto.</p> <p>2- Pensamos na parte eletrônica necessária para rodar as funções desejadas no produto.</p> <p>3- Testes de esquemáticos.</p> <p>4- Prototipagem de placa de circuito integrado para teste.</p> <p>5- Programação.</p> <p>6- Teste do produto.</p>	Compreender da sequência de trabalho padrão da empresa, para identificação e ordenação das etapas do processo de desenvolvimento.
3	<p>Estas sequências (atividades) foram sempre assim? Quando foram modificadas e porquê?</p> <p>Sempre foi assim.</p>	Saber as modificações já realizadas no processo de desenvolvimento, há quanto tempo elas são utilizadas e quais melhorias trouxeram para o desenvolvimento
4	<p>Qual é o tempo total para o desenvolvimento do projeto de um produto?</p> <p>Há produtos mais simples e mais complexos.</p> <p>Mais simples: três meses aproximadamente, pois pode-se aproveitar de 50 a 60% do desenvolvimento de outro produto.</p> <p>Mais complexo/produto totalmente novo: pode levar de seis a oito meses.</p>	Conhecer o tempo de desenvolvimento do produto, para posterior comparação com modelo que será sugerido.

5	<p>Quantos integrantes trabalham em sua equipe?</p> <p>Temos três pessoas fixas e mais duas que colaboram eventualmente, cerca de 20 a 30% do tempo.</p>	<p>Conhecer as necessidades da empresa quanto a capacidade de desenvolvimento</p>
6	<p>Quais as características técnicas e conhecimento de cada integrante acrescenta na equipe de desenvolvimento?</p> <p>1 integrante com formação na área de eletrônica com mestrado em mecatrônica 2 tecnólogos em mecatrônica e um ainda com mestrado em mecatrônica. Ou seja, dois especializados em eletrônica e um em mecânica, mas todos com formação de mecatrônica. Os outros dois que ajudam esporadicamente são: um técnico em eletrônica e um engenheiro ambiental, responsável pela área de aplicação do produto.</p>	<p>Determinar os perfis identificados pela empresa necessários para seu processo</p>
7	<p>Quais dificuldades já foram vivenciadas pela equipe de desenvolvimento do projeto de produto? Como elas foram superadas?</p> <p>1- O custo de certos componentes eletrônicos importados, como sensores. 2- A escalabilidade dos produtos para barateamento dos custos e relacionamento com fornecedores grandes e de qualidade. Este último foi superado com a consolidação da empresa no mercado.</p>	<p>Saber as dificuldades já encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos, administrativos e operacionais) e como foram superadas</p>
8	<p>Quais as atuais dificuldades durante o desenvolvimento do projeto de produto? Poderia descrevê-las?</p> <p>A cadeia de fornecedores é um problema atual, devido ao momento de pandemia. Um determinado evento no início da cadeia produtiva pode gerar resultado em todos os outros elementos posteriores a ele, mas isso é uma situação bastante atípica. O que acontece independentemente do momento é com relação ao alcance de alguns tipos de serviço, mais uma vez pela baixa demanda. Para tentar solucionar isso, muitas vezes tentamos produzir nossas próprias máquinas personalizadas. Um exemplo disso é uma máquina de corte laser e uma para dobra de chapas, pois além da demora do fornecedor, a qualidade era baixa. Isso acontece bastante, pois não conseguimos comprar fora devido ao alto custo.</p>	<p>Identificar as dificuldades encontradas pela equipe (em termos técnicos, estratégicos e operacionais)</p>

9	<p>Quais indicadores são analisados para lançar um novo produto com tais características?</p> <p>Trabalhamos com demanda puxada. O que o mercado pede, nós produzimos. Também trabalhamos com contratos de licitação, ou seja, fazemos os projetos direcionados para o cliente. Também observamos se o mercado está solicitando bastante determinado produto, ou algo similar. Pegamos características de vários fabricantes e agregados em um produto que achamos que terá melhor saída. Sendo assim, nós não fazemos coisas muito inovadoras, nós seguimos as tendências do mercado.</p> <p>Não fazemos grandes inovações devido à grande pressão de mercado, não temos equipe sobrando para trabalhar de forma empurrada, mas isso não tem sido um problema, pois temos muito serviço.</p>	<p>Conhecer informações a empresa usa para tomar a decisão de lançamento de um novo produto e suas características.</p>
10	<p>Quais são os valores que a empresa visa entregar aos seus clientes? Quais atrativos, soluções e/ou facilidades a empresa oferece ao cliente com o uso de IoT?</p> <p>Visamos entregar algo durável, com total qualidade e responsabilidade.</p>	<p>Analisar se tais valores estão alinhados com as atividades executadas</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

De início é observado que a empresa não utiliza qualquer tipo de metodologia de desenvolvimento de produtos. Não obstante, apresenta uma sequência lógica de atividades. As quais, segundo o gestor e sócio da empresa sempre foram assim, e apesar de não possuir uma sequência baseada em métodos ou ferramentas, é o suficiente até o momento.

A empresa apresenta uma média de tempo reduzida, quando há partes em comum de produtos já desenvolvidos, porém o tempo de desenvolvimento de um produto totalmente novo, utilizando tecnologias de conectividade pode levar uma média de oito meses. Dependendo da complexidade do projeto pode ser mais.

Para o desenvolvimento a empresa conta com uma equipe fixa de três funcionários, todos com conhecimento técnico multidisciplinar em eletrônica, mecatrônica e mecânica. Quando necessário a empresa ainda possui mais dois funcionários para auxiliar a equipe quando a demanda é alta e/ou é necessário um conhecimento diferente do usual. Estes dois integrantes extras possuem conhecimentos na área de eletrônica e engenharia ambiental.

O engenheiro ambiental auxilia a equipe na parte de aplicação do produto, requisitos e ciclo de vida. Isso se deve pelo fato de a empresa desenvolver produtos com tecnologias IoT que são aplicados em espaços abertos e por diversas vezes de difícil acesso.

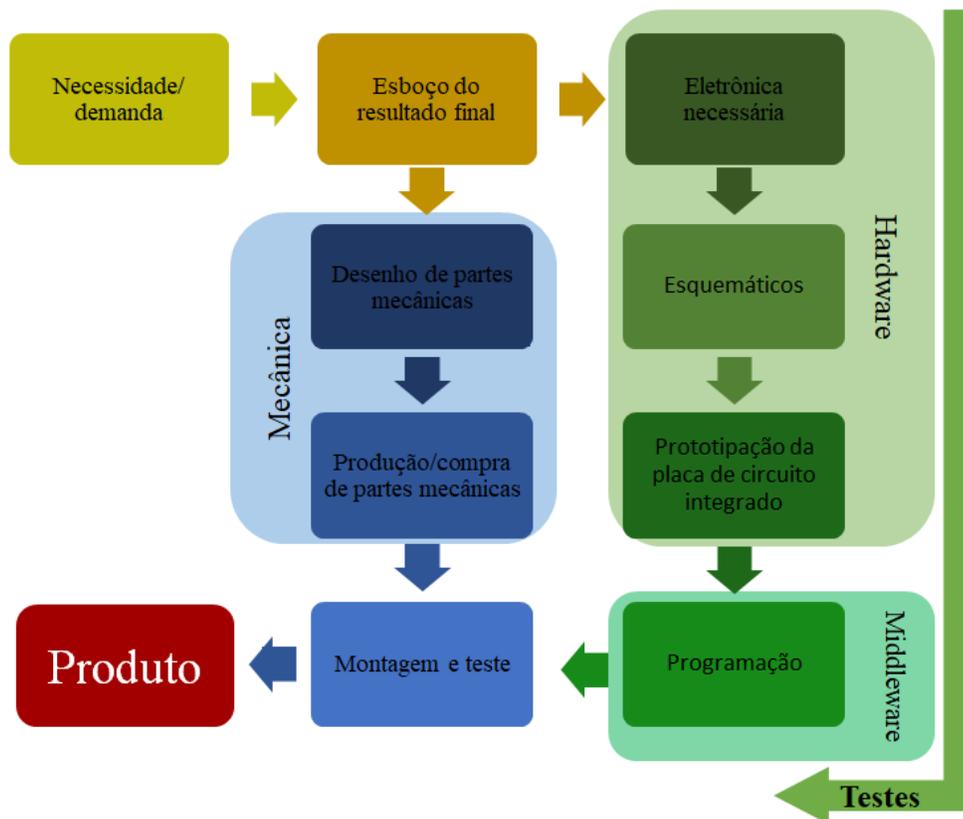
A empresa ‘I’ ressalta que a maior dificuldade é relacionada com a cadeia de fornecedores, devido à baixa quantidade demandada, pois os projetos geralmente possuem diferentes demandas para os componentes eletrônicos, os quais por diversas vezes precisam ser importados.

A grande variação dos produtos também causa dificuldade em escalabilidade, sendo este mais um fator que não possibilita a compra de grandes lotes de componentes, diminuição do custo de matéria prima e transporte. O que levou a empresa a desenvolver diversas máquinas-ferramentas para auxiliar no seu dia-a-dia de desenvolvimento.

O gestor admite não ser uma empresa que gera grandes inovações, pois trabalha com demanda puxada, por meio de licitações e atendimento de demandas de clientes, e também observando o mercado, e melhorando produtos já existentes. Ainda, segundo o mesmo isso já gera grande demanda para a empresa, não sobrando muito tempo para desenvolvimento de grandes inovações.

A sequência de atividades relatada pelo entrevistado segue na Figura 27, a seguir.

Figura 27- Etapas de desenvolvimento de produto empresa ‘I’.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2. ANÁLISE COMPARATIVA

O primeiro ponto que chama a atenção, em diversas empresas, é a afirmação que não usam qualquer tipo de modelo ou metodologia. Os fundamentos não ficam claros, portanto, não pode ser inferido qualquer motivo. Por outro lado, há empresas que usam modelos, ferramentas e métodos, mas não algo específico e sim uma combinação de diversos conhecimentos existentes. Os motivos para essa situação são:

- Os atuais métodos, modelos e ferramentas não atendem as necessidades da empresa;
- Os atuais métodos, modelos e ferramentas não abrangem as características dos produtos desenvolvidos;
- Não há um método de desenvolvimento que unifique as características dos produtos IoT.

Estes pontos foram todos observados nas entrevistas, convergindo com as literaturas apresentadas no Quadro 1. Tal fato também ficou evidente nas descrições das sequências das atividades realizadas pelas equipes.

O início do processo de desenvolvimento de projeto de produto de todas as empresas se inicia com as necessidades, sejam elas de clientes específicos ou mercados. Tais necessidades podem ser advindas de observações do mercado ou necessidades de clientes.

As empresas ‘A’ e ‘F’ informam que os indicadores usados para o desenvolvimento de um novo produto e as tomadas de decisão são, ou em algum momento já foram feitos baseados nos sentimentos dos gestores da empresa. Tal prática gerou diversos erros de projeto e lançamento de produtos. No caso da empresa ‘F’, foi iniciada uma atividade conjunta para analisar, estudar e compreender os problemas/oportunidades dentro do mercado consumidor, pois estavam ocorrendo diversos problemas, modificações e erros no lançamento de produtos. Já a empresa ‘A’ melhorou esta questão com a contratação de um profissional para a função de *Product Owner* (PO).

A empresa ‘H’ não apresenta indicadores claros para a tomada de decisão de desenvolvimento de novos produtos. É feita uma análise de mercado, com tendências e oportunidade de aplicação da tecnologia. Neste ponto, a empresa ‘H’ apresenta melhor direcionamento do que as empresas ‘A’ e ‘F’ e maior nível de inovação do que a empresa ‘B’, a qual, de forma geral, trabalha baseada na demanda de seus clientes e nas oportunidades percebidas no mercado.

Durante a parte do desenvolvimento das aplicações de middleware e hardware, as empresas ‘B’ e ‘F’, afirmaram que sempre podem surgir dificuldades com relação ao desconhecido, principalmente com relação a novas tecnologias. Esta dificuldade e aparente medo de novos problemas, é advindo dos problemas gerados e já superados pela falta de padrão na comunicação de dispositivos e sistemas. Tal ponto também é relatado e observado, com base na literatura do Quadro 1.

As empresas ‘A’, ‘F’ e ‘I’, também demonstraram dificuldades na escalabilidade de seus produtos. O motivo para este problema está relacionado com a falta de padrão nos produtos. Os quais, em sua grande maioria, são divididos em projetos para determinados clientes e não conseguem utilizá-los por completo em outras oportunidades, demandando muitas modificações e personalizações.

Outro ponto a ser destacado é a forma pela qual um novo produto é projetado. Em todos os casos as necessidades dos clientes são os principais pontos. Um problema já existente é apresentado para a empresa, para que uma solução através de conectividade seja gerada. Desta forma, é observado que as empresas trabalham mais na forma passiva do que ativa, ou seja, esperando que o mercado apresente seus problemas. Um exemplo claro disso é a empresa ‘I’, que trabalha com foco em projetos de necessidades e licitações.

Este último ponto demonstra que as empresas, apesar de trabalharem com pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, trabalham muito de forma “puxada” pelo mercado. Pode ser justificado pelo alto custo demandado para análises, observações e estudos de mercado.

O Quadro 17 apresenta um condensado dos pontos observados.

Quadro 17- Problemas comuns no processo de desenvolvimento de produtos IoT.

Problemas comuns observados	Empresas	Possíveis causas
Diretrizes incertas	‘A’, ‘F’, ‘H’	Indicadores baseados em <i>feelings</i> e baixa compreensão das tecnologias
Falta de padrão	‘A’, ‘I’	Falta de processos
Baixa escalabilidade	‘A’, ‘F’, ‘I’	Trabalho tipo projeto
Baixa inovação	‘A’, ‘B’, ‘I’	Demanda puxada
Baixo conhecimento técnico	‘B’, ‘H’, ‘I’	Pouca experiência e/ou qualificação formal insuficiente

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo exhibe as sequências de atividades e relatos de cada um dos entrevistados. Apresenta a perfilação das respostas, juntamente com a sequência de atividades realizadas para o processo de desenvolvimento de produtos.

Desta forma, com as respostas obtidas e interpretação das informações, foi possível alcançar dois objetivos específicos deste trabalho. Estes objetivos são:

- a) Identificar as diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos IoT: cinco perguntas apresentadas no questionário tinham este objetivo.
- b) Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto: os campos de aplicação como observados no perfil das empresas são os mais variados possíveis, sendo limitados pela criatividade e disponibilidade de recursos. Os parâmetros críticos estão todos relacionados com as dificuldades durante o desenvolvimento destes produtos, muito relacionadas com falta de padrão, falha no planejamento inicial e informacional do projeto do produto.

O capítulo seguinte irá apresentar uma sugestão e sequência de atividades para o projeto de produto, com o objetivo de minimizar as dificuldades encontradas pelas empresas, atender ao terceiro objetivo específico e objetivo geral deste trabalho e sanar a pergunta de pesquisa.

CAPÍTULO 5 - MODELO DFIoT PROPOSTO

Sejam as aplicações da Internet das Coisas focadas em produtos domésticos ou empresas de negócios, é reconhecido que novos valores podem e devem ser explorados em produtos com conectividade (ATZORI *et al.*, 2010; MEJTOFT, 2011; HEMILÄ, 2015; HOLLER *et al.*, 2016). Naturalmente uma nova visão e abordagem é demandada para este processo de desenvolvimento. A confecção ou adaptação de uma ferramenta que atue em determinadas etapas do processo de desenvolvimento é sugerida (KIRITSIS, 2011; MEHRSAI *et al.*, 2014; PORTER; HEPPELMANN, 2015; DAWID, 2017), a fim de garantir mínima da taxa de sucesso no lançamento de mercado e alinhamento com as tecnologias já existentes.

De fato, é reconhecido por diversos pesquisadores que a Indústria 4.0, a qual é relacionada com a Internet das Coisa (IoT), sistemas *cyber*-físicos (CPS), tecnologia da informação e comunicação (ICT), arquitetura empresarial (EA), integração empresarial (EI) e avanços em outras tecnologias digitais como o *Big Data* e manufatura aditiva, tem um impacto disruptivo no design de engenharia.
(BENABDELLAH *et al.*, 2019)

Diversos autores como Benabdellah *et al.* (2019) e Radziwill e Benton (2017) trabalham com revisões de literatura voltadas às ferramentas DfX e as categorizam utilizando diversos métodos e classificações, algumas delas baseadas em ISO 25010 e 25012. Os autores classificam as ferramentas em basicamente dois tipos: 1) focadas em produtos (ciclo de vida ou modelagem do produto); 2) ecossistema (cadeia de suprimentos ou meio ambiente).

5.1. DESIGN FOR IOT

De forma geral as ferramentas DfX tem seu foco na qualidade do desenvolvimento do produto (HUANG; MAK, 1998; RADZIWILL; BENTON, 2017). Portanto, uma nova ferramenta focada no desenvolvimento de produtos IoT deve vislumbrar tal característica (BAPTISTA *et al.*, 2018; RADZIWILL; BENTON, 2017). A justificativa para isto está relacionada com a percepção do benefício recebido pelo cliente ao qual a solução é destinada.

Nas aplicações de DfX e ferramentas de desenvolvimento nos produtos IoT – tanto nas empresas entrevistadas, quanto na literatura, são observadas quais as características e requisitos

desejados de tais produtos, e por seguinte selecionadas as ferramentas que mais se adequam ao processo em questão (BENABDELLAH *et al.*, 2019; HUANG; MAK, 1998; OSORIO-GOMEZ; RUIZ-ARENAS, 2011; RADZIWILL; BENTON, 2017). Portanto o DFIoT, não aparece como algo único, inovador, ou sendo feito sob medida para todos os produtos IoT, mas sim a adaptação e/ou união de diversas ferramentas DFX que são agregadas no PDP ou NPD (*New Product Development*) para atender as necessidades pontuais de cada tipo de produto.

DFIoT deve trazer benefícios claros, através da percepção do cliente e do atendimento de suas necessidades. Portanto esta ferramenta deve ser objetiva e simples, que atenda o dinamismo das constantes mudanças nas necessidades e desejos dos clientes, identificando tais informações através dos dados coletados pelos próprios produtos (FARSI; HAKIMINEZHAD, 2012; LEE; LEE, 2015; PORTER; HEPPELMANN, 2015).

5.1.1. Estrutura do DFIoT

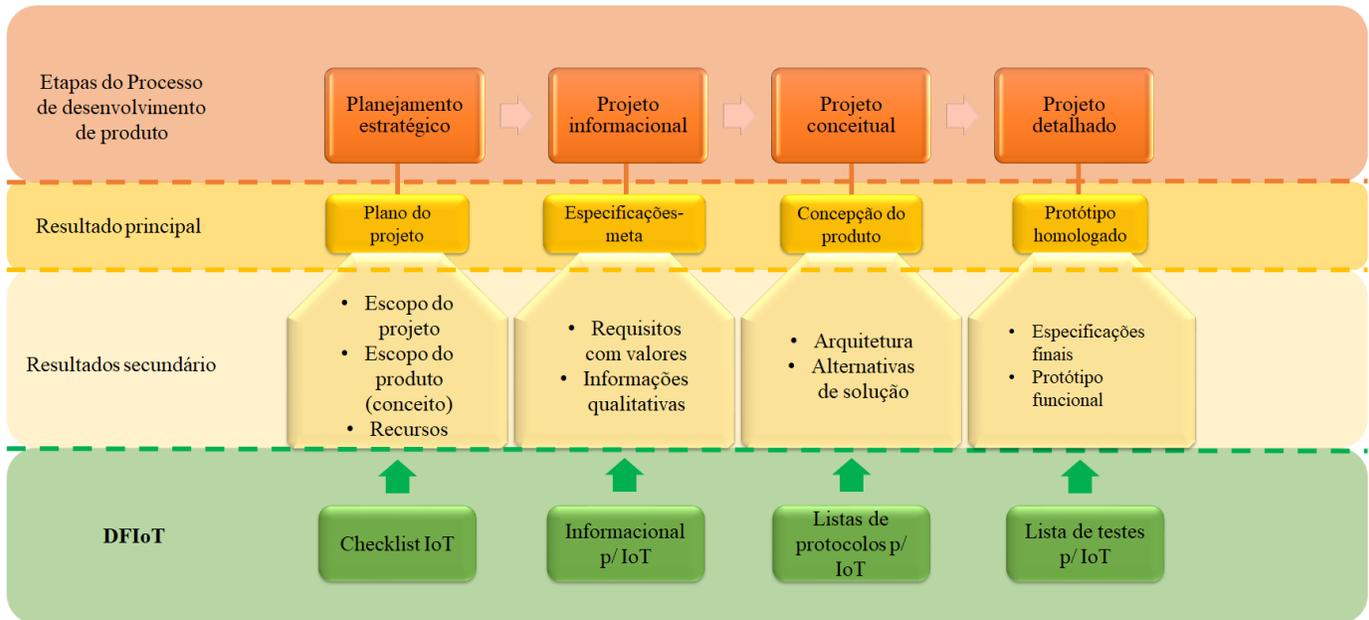
O DFIoT possui uma estrutura para auxílio durante desenvolvimento de projeto de um produto, – constante entrega de valor durante o ciclo de vida, maior assertividade e qualidade, proximidade com o cliente por meio da constante coleta de dados, padronização das normas e formas de comunicação, e conformidade com as leis, diretrizes e normativas nacionais e internacionais.

Todos estes pontos citados visam atender, não apenas as dificuldades das empresas, mas outras áreas de interesse não mencionadas, também importantes, como o acréscimo na velocidade de entrega dos produtos.

Eis que cada etapa do projeto de produto é tratada individualmente, destacando as mudanças e acréscimo de atividades relacionadas ao IoT. Portanto, a ferramenta proposta neste trabalho não é aplicada em apenas uma etapa do processo de desenvolvimento do produto, mas nas etapas de Planejamento estratégico, Projeto informacional, Projeto conceitual e Projeto detalhado para garantir que todas as características, necessidades e requisitos técnicos dos clientes com relação à Internet das Coisas sejam atendidos.

A Figura 28 apresenta os acréscimos sugeridos para serem anexados aos processos de desenvolvimento de projeto de produtos IoT.

Figura 28 - Estrutura do DFIoT.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As sequências de etapas são semelhantes a todas as empresas entrevistadas, porém com maior detalhamento dado nas fases iniciais do projeto, onde ficou evidente nas entrevistas a necessidade de maiores cuidados.

Algumas das empresas entrevistadas já realizam algumas ações relacionadas com a ferramenta proposta aqui, de forma completa ou parcial, por exemplo a empresa 'F', que faz uma análise da viabilidade do mercado na primeira fase do desenvolvimento e realiza testes contínuos e incrementais no decorrer do desenvolvimento. Tal ação se mostrou muito útil para a minimização de erros. A empresa 'H' realiza uma prova de conceito antes de iniciar o planejamento e definição dos processos de fabricação. Também, a empresa 'I', que durante o planejamento do desenvolvimento faz um esboço do resultado final, definindo todas as prioridades, conceitos e requisitos do produto.

As recomendações feitas não são rígidas e podem ser adaptadas para toda e qualquer realidade de empresa que venha a desenvolver produtos IoT. Naturalmente que outras empresas que não trabalham com produtos com Internet das Coisas podem usar este modelo, caso ele atenda às suas necessidades, apenas é recomendado que sejam revisados todos os pontos de aplicação como já relatado no item 2.3 deste documento.

As recomendações são todas detalhadas nos itens subsequentes a começar pelo primeiro passo para qualquer projeto de desenvolvimento de projeto de produtos, a equipe.

5.1.1.1. Equipe

Com base nas entrevistas, na formação das equipes de cada empresa e na complexidade das tecnologias relacionadas à Internet das Coisas. A primeira recomendação é a formação da equipe de projetos. Uma vez que os objetivos e estratégias da empresa com relação ao produto foram definidos pelos gestores e administradores da empresa, uma equipe técnica e multifuncional deverá ser formada.

Portanto, a formação da equipe técnica é tratada como relevante, haja vista que este projeto abrange uma variedade de tecnologias, as quais são todas de suma importância para o sucesso do projeto de produto e devem funcionar em perfeita harmonia. Esta também foi uma dificuldade detalhada em três das cinco empresas entrevistadas, 'B', 'H' e 'I'. Portanto, esta recomendação leva em consideração os conhecimentos necessários para desenvolver produtos com tecnologias IoT e não o tamanho da empresa ou mercado atuante. Assim, sugere-se que os profissionais envolvidos tenham as seguintes características:

- Especialista em dados: responsável pela análise de dados do projeto, o qual cria *dashboards* para análise dos dados e informações durante o todo ciclo vida do produto, gerando *insights* e auxiliando o grupo na tomada de decisões;
- Desenvolvedor de *software*: responsável pela programação e desenvolvimento de programas relacionados ao *middleware*, seleção e configuração de métodos e protocolos de comunicação, processamento e armazenamento;
- Engenheiro eletrônico (ou equivalente): responsável pela integração, confecção e seleção de partes eletroeletrônicas junto ao *middleware*, análise, confecção e/ou seleção dos dispositivos responsáveis pela comunicação do produto;
- Engenheiro mecatrônico: responsável pela integração do *middleware* e eletrônica com as partes físicas de atuadores e sensores;

- Líder de Projeto: responsável pela definição das necessidades dos clientes, priorização das atividades e maximização do valor entregue durante o projeto do produto. Este profissional buscará aproximar o cliente do projeto durante todo o ciclo de vida do produto.

5.1.1.2. *Planejamento estratégico*

As empresas ‘A’, ‘F’ e ‘H’, encontram contratempos nas diretrizes iniciais do projeto. A maioria dos modelos de planejamento estratégico de projeto de produto apresenta uma estrutura genérica para o desenvolvimento de produtos (VERNADAT, 1999) como o proposto por Back (1983) e Back *et. al.* (2008). Na primeira fase do processo de projeto de produto são sugeridas modificações para dar velocidade, dinamismo, flexibilidade de ações e objetividade nas mesmas. Para isso, uma matriz baseada nos dois modelos de Back e na metodologia *Business Model Canvas* foi confeccionada, vide Quadro 18.

Nela é definido o plano do projeto, escopo do projeto, escopo do produto e quais serão os fatores em nível estratégico da empresa que devem ser observados com atenção. Sua finalidade é realizar o planejamento de forma dinâmica e integrada, observando as relações entre todas as atividades ao invés de uma relação linear como apresentada nos modelos de planejamento propostos por Back (1983), Rozenfeld *et. al.* (2006) e Back *et. al.* (2008).

Assim, o primeiro passo para completar o *Checklist* IoT (Quadro 18) de planejamento estratégico é responder às duas perguntas relacionadas ao problema/oportunidade da forma mais detalhada possível. Esta resposta pode ser baseada em problemas vivenciados ou já observados pela equipe, ou ainda relatados por pessoas (potenciais clientes), identificados através de análise de dados, informações ou tendências de mercado.

O próximo passo é responder a uma das células vizinhas e assim por diante. O quadro foi confeccionado para que todas as células vizinhas tenham relações umas com as outras e as informações possam ser completadas livremente e com dinamismo. Portanto um novo membro que esteja entrando na equipe em qualquer etapa do projeto, pode compreender de imediato as questões relacionadas ao projeto de forma simples e clara, nesta linha:

- 1) O que será resolvido?
- 2) Quem é o cliente para esta solução?
- 3) Qual o valor percebido entregue por esta solução?

- 4) Isto (produto/solução) já existe?
- 5) Qual nosso diferencial em termos deste projeto?
- 6) Como ele saberá desta solução?
- 7) O que é necessário para desenvolver esta solução?
- 8) Quanto custa desenvolver esta solução?
- 9) Qual o preço que o cliente estará disposto a pagar por esta solução?
- 10) Quanto pode ser lucrado com esta solução?

Quadro 18 - Checklist IoT.

PROBLEMA/OPORTUNIDADE	SOLUÇÃO	SEGMENTO DO CLIENTE
<ul style="list-style-type: none"> • O que acontece que dificulta um processo ou uma atividade? • O que pode ser aperfeiçoado? 	<ul style="list-style-type: none"> • Como esta questão pode ser resolvida? 	<ul style="list-style-type: none"> • Para quem este valor é criado? • Quem é a <i>persona</i> e foco nas vendas? • Nicho de mercado • Mercado de massa • Segmento (foco) • Diversidade • B2B/B2C
	<p>PROPOSTA DE VALOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quais os benefícios entregues ao cliente? 	<p>RELAÇÃO COM O CLIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qual a relação que nossos clientes esperam ter conosco? • Quais os meios de comunicação devem ser estabelecidos e mantidos? • Como isso impacta o negócio? • Qual o custo desta relação por Estes canais de comunicação?
ALTERNATIVAS EXISTENTES		
<ul style="list-style-type: none"> • O que já é feito no mercado que pode sanar essa questão? 		
FORNECEDORES	RECURSOS	
<ul style="list-style-type: none"> • O que precisa ser adquirido? • Quem são os fornecedores? • Logística para fornecimento 	<ul style="list-style-type: none"> • O que é necessário para desenvolver a solução? • Temos os recursos necessários disponíveis? Ex: Recursos financeiros, tempo, matéria prima, tecnologia, cap. humano e outros. 	
	CUSTOS	LUCRO
	<ul style="list-style-type: none"> • Qual o custo para adquirir os recursos necessários? • Qual o custo para desenvolver a solução? Qual é a solução? 	<ul style="list-style-type: none"> • Por qual benefício o cliente está disposto a pagar? • Pelo que o cliente costuma pagar? • Como o cliente costuma pagar?

	<ul style="list-style-type: none"> • Como o cliente gostaria de pagar?
--	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.1.3. *Projeto informacional*

A segunda etapa do processo de desenvolvimento de produto, o Projeto informacional, também é alvo de modificações com o objetivo de focar nas necessidades do cliente, integração com dispositivos já existentes, prevenir faltas de comunicação devido a interferências externas e conformidade com normas e legislações.

As necessidades do cliente são simplificadas nas três categorias de atuação dos produtos IoT: *i)* coleta de dados, *ii)* ações e *iii)* monitoramento. Dentro destas três opções a preocupação dos projetistas deverá estar voltada para o tipo de sinal a ser coletado e possivelmente transmitido, o qual pode ser analógico, digital, luminoso, eletromagnético, voz, imagem e/ou vídeo, entre outros.

Outra atividade inserida na Etapa do Projeto Informacional é a análise dos fatores de funcionamento do produto. Estes fatores estão relacionados ao ambiente de funcionamento e questões legislativas ou normativas.

Fatores ambientais:

- *In/out door*: a utilização do produto em ambiente fechado ou ao ar-livre, influencia na escolha do tipo de comunicação que será utilizado, devido a distância entre dispositivos e por sua vez impactando na seleção de protocolos do *middleware*. Assim como a escolha dos componentes físicos como sensores atuadores e *hardwares* de forma geral também é afetada devido a possível exposição a intempéries;
- Frequências presentes: captar frequências presentes no ambiente de funcionamento a fim de identificá-las e evitá-las, para que não causem interferência nos equipamentos e/ou falhas de sinal;

- Barreiras: identificar possíveis barreiras físicas de sinal de comunicação, afim de evitá-las se possível ou utilizar tecnologia adequada para a situação;
- Distância entre equipamentos: saber qual a distância dos equipamentos e dispositivos na rede, a fim de selecionar a melhor tecnologia de comunicação.

Fatores legais (por ora identificados):

- Lei nº 12.965/2014: Marco Civil da Internet;
- Lei nº 13.709/2018: LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados);
- Código de Defesa do Consumidor.

Depois de identificados os fatores externos e as necessidades do cliente é possível definir quais os requisitos do produto. Estes estão divididos em duas partes, como segue:

Dependabilidade:

- Disponibilidade de informação: garantir que a informação desejada esteja sempre disponível quando necessária;
- Confiabilidade da informação: garantir que a informação esteja sendo transmitida, analisada e/ou processada de forma correta. Que as leituras estão sendo realizadas de forma correta e que não haja interferência nas mesmas e que informação completa esteja sendo transmitida;
- Manutenibilidade: possibilitar constantes atualizações de *middleware* e *hardware*;
- Compatibilidade: ser compatível com dispositivos e equipamentos já desenvolvidos (ou até disponíveis no mercado), para que possa realizar a troca, coleta e transmissão de dados e informações com protocolos de comunicação adequados;

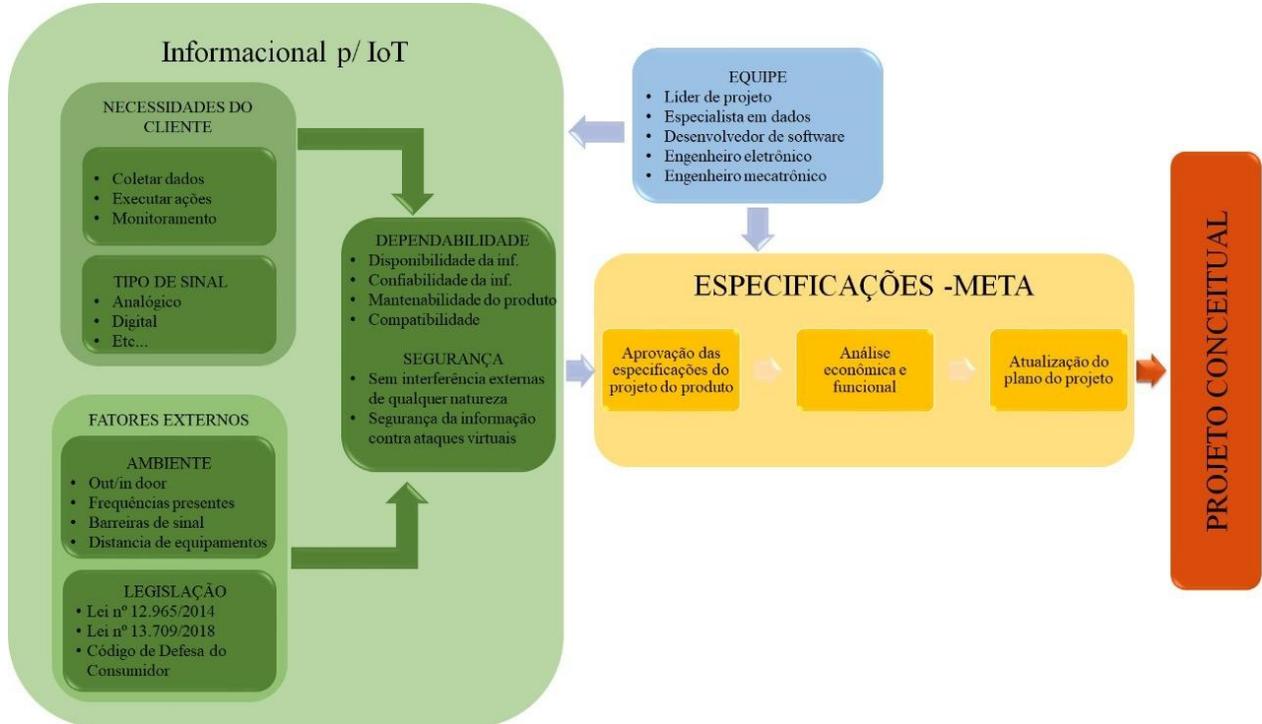
Segurança da informação:

- Garantir que não ocorra qualquer tipo de interferência de equipamentos ou pessoas externas ao sistema ou rede de dispositivos.

É dado destaque para a parte de segurança da informação, pois esta é para empresas e consumidores uma preocupação.

A Figura 29 representa as recomendações dadas para a etapa do Projeto Informacional do projeto de produtos IoT.

Figura 29 - Projeto Informacional para IoT.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.1.4. Projeto conceitual

A terceira etapa tratada na estrutura do DFIoT é o Projeto Conceitual. A finalidade desta recomendação é proporcionar um guia para a seleção de componentes e tecnologias que irão compor as opções para o produto final. Por conseguinte, melhorar a padronização de comunicação e aumentar a escalabilidade, ambas relatadas pelas empresas 'A', 'F' e 'I'. As atividades e recomendações nesta etapa são estritamente relacionadas com as concepções das alternativas do produto. Para este fim seguem os Quadros 19, 20 e 21 relacionados respectivamente às camadas de aplicação, transporte e física do TCP/IP.

Quadro 19- Características dos protocolos da camada de aplicação para IoT.

Camada de Aplicação		
Função	Protocolos	Características
Comunicação M2M	CoAP	Velocidade e Lightweight
	DDS	Segurança e alto nível de criptografia
Recepção e transmissão de dados	MQTT-SN	Versão melhorada do MQTT, Lightweight, apresenta melhor funcionamento com Wi-Fi
	AMQP	Versão assíncrono do HTTP, trabalha bem com dados captados da internet
Monitoramento	XMPP	Aplicado para comunicação Java e trabalhos com voz e vídeo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 20 - Características dos protocolos da camada de transporte para IoT.

Camada de transporte	
Protocolos	Característica
NanoIP	Automação sem sobrecarga, garantia de entrega
QUIC	Velocidade, múltiplas entradas, criptografia, Lightweight

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 21 - Características dos protocolos da camada física para IoT.

Camada física				
Distância máxima entre dispositivos				
<1m	<10m	<100m	<50Km	50Km<
NFC/RFID/Wi-Fi/UWB	RFID/Wi-Fi/UWB/ZigBee/Bluetooth	Wi-Fi	WIMAX	mobile WIMAX

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.1.5. Projeto detalhado

As recomendações sugeridas para esta fase são com relação ao foco e qualidade esperada para o produto final. Como feito no desenvolvimento de softwares utilizando os métodos ágeis, mais precisamente o *framework* Scrum, cada etapa do desenvolvimento (sprint) deve ser testada e validada antes que avance, com base no planejamento atualizado baseado no Projeto Conceitual e na possível atualização de necessidades do cliente.

Isto ajuda gestores e equipe a terem maior controle das atividades realizadas e diminui a quantidade de retrabalho realizado pela equipe. Auxilia na redução de custos e recursos, principalmente tempo.

Independente de serem realizados testes contínuos no desenvolvimento, é importante que ao final de cada atividade também seja verificado o alinhamento com o objetivo principal do produto e com o que foi previamente planejado. Esta validação auxilia na percepção de valor agregado.

Especificando, seguem alguns dos testes padrões para todo e qualquer tipo de produto IoT.

- Teste de entradas e saídas de informações;
- Teste de circuitos eletrônicos;
- Teste de protocolos de comunicação;
- Teste de reconhecimento de variáveis;
- Teste de capacidade de processamento;
- Teste de *back e frontend*;
- Teste de compatibilidade de *middleware e hardwares*;
- Teste de envio dos dados ao destino;
- Teste de armazenamento de dados.

Tais testes não necessitam ser feitos nesta ordem. Como já salientado anteriormente, é deixado ao critério de cada empresa quais e quantos testes serão feitos em cada etapa.

Após todos os testes realizados, é minimizada a chance de ocorrência de erros e problemas futuros, relacionados ao processo de desenvolvimento do produto. Porém, é recomendado que seja feito um teste com um protótipo do produto em condições de uso. Neste teste é necessário que sejam replicadas as condições reais de uso do produto, como barreiras físicas, campos eletromagnéticos, etc.

5.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo apresenta as recomendações ao processo de desenvolvimento de produtos IoT, as quais denomina como DFIoT, devido ao fato de utilizar diretrizes e a base de conhecimento das ferramentas DfX.

Estas recomendações de atividades a serem acrescentadas nos processos de desenvolvimento de produto com Internet das Coisas objetivam minimizar as dificuldades enfrentadas pelas empresas relatadas nas entrevistas e também identificadas na literatura

Com este resultado, foi alcançado por completo o último objetivo específico: definir uma sequência de atividades para o projeto de produtos com IoT. Também é destacado que a pergunta de pesquisa é respondida com a sugestão desta abordagem sugerida.

Na sequência é apresentada a conclusão deste trabalho, juntamente com as sugestões de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

6.1. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um modelo com sugestões para o desenvolvimento de produtos IoT baseado nas ferramentas DfX.

Todas as empresas pesquisadas não usam um único método ou modelo de desenvolvimento, mas sim uma combinação de vários com a adição de algumas ferramentas ágeis. Algumas características foram observadas como únicas, como as próprias sequências de atividades e ferramentas usadas. Porém houveram diversos pontos em comum, como as formas de análise de mercado, indicadores analisados para tomada de decisões, problemas com padrões, falta de capacidade técnicas de funcionários, dificuldade em escalabilidade e falta de processos de modo geral.

Salienta-se que a seleção das empresas não foi feita de forma aleatória, como já explicado anteriormente no trabalho. Esta característica de amostra, auxiliou a desenvolver uma ferramenta genérica, que pudesse ser aplicada no desenvolvimento de produtos IoT, independente do mercado de atuação da empresa.

A análise comparativa das empresas foi feita a fim de apresentar as convergências e divergências do processo de desenvolvimento de cada empresa entrevistada. Foram observadas semelhanças em indicadores utilizados para tomada de decisão de confeccionar um novo produto, etapas de teste e desenvolvimento, relação com o mercado (demanda puxada).

Por fim, a pesquisa alcançou todos seus objetivos específicos de forma adequada e satisfatória:

- a) Definir e identificar o que são produtos IoT e suas características: Foi exibida uma linha do tempo da evolução das tecnologias relacionadas ao IoT, possibilitando a definição de um conceito com as características técnicas da Internet das Coisas, sem qualquer tipo de viés relacionado às suas aplicações ou áreas de pesquisa. Foram apresentadas as classificações encontradas na literatura, feitas por alguns dos principais autores da área. Não obstante, as mesmas também são baseadas em suas aplicações e foco de pesquisa dos autores, os quais são na área de middleware, protocolos de comunicação e aplicação residencial ou industrial. Apresentou-se uma classificação focada nas funcionalidades da Internet das Coisas, a qual

independe da área de pesquisa, aplicação, protocolos de comunicação ou potência de antena. É capaz de identificar se um produto é IoT ou não e classificá-lo dentro das cinco características encontradas em todos os produtos com essa tecnologia de conectividade; virtualização, troca de informações, interação com dispositivos, processamento de dados e servitização.

- b) Identificar diretrizes e ferramentas necessárias no projeto de produtos com IoT:
Observou-se através da aplicação do questionário que os gestores relataram o uso de diretrizes e ferramentas para realizar no projeto de produtos IoT. Ficou claro que, até o momento, não há algo padronizado, formalizado e específico para o IoT, mas um conjunto de práticas que relaciona etapas tradicionais de desenvolvimento de produtos com metodologias de desenvolvimento de softwares.
- c) Estabelecer os campos de aplicação do IoT e identificar os parâmetros críticos de projeto:
Inicialmente foi observado que a Internet das Coisas pode ser aplicada em uma infinidade de casos, aparentemente sendo limitada apenas pela criatividade dos desenvolvedores e possíveis dificuldades técnicas, as quais são superadas com estudos e pesquisas. Os parâmetros críticos de projeto foram identificados durante a análise das entrevistas, onde todas as empresas focam no desenvolvimento de *middleware* em algum momento do processo de desenvolvimento. Não terceirizando de forma alguma esta atividade.

Atendendo aos três objetivos específicos com sucesso, naturalmente que o objetivo geral, também foi contemplado de forma satisfatória.

Desenvolver uma ferramenta para auxiliar as atividades do projeto de produtos com IoT: O DFIoT foi apresentado e detalhado, a fim de suprir as partes identificadas como críticas (planejamentos e diretrizes iniciais).

Ainda, com o atendimento dos três objetivos específicos supracitados, naturalmente a resposta à pergunta de pesquisa foi respondida com o modelo proposto neste trabalho:

“Quais abordagens devem ser adotadas durante o processo de projeto de produto para que produtos com tecnologias IoT sejam confeccionados?”

6.2. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

No decorrer da pesquisa foram observadas as seguintes lacunas que poderão ser exploradas por trabalhos futuros:

- Aplicar a ferramenta proposta e avaliar seus potenciais ganhos;
- Aumentar a amostra de empresas, a fim de aprimorar as sugestões do DFIoT;
- Realizar diferentes tipos de coleta de dados, como observação das atividades de desenvolvimento e realização de entrevista com equipes.

REFERÊNCIAS

- ADELMANN, R.; LANGHEINRICH, M.; FLÖRKEMEIER, C. Toolkit for bar code recognition and resolving on camera phones - Jump starting the internet of things. **INFORMATIK 2006 - Informatik für Menschen, Beiträge der 36. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)**, v. 2, p. 366–373, 2006.
- ANDERL, R. Industrie 4.0 – Digital transformation in product engineering and production. In: 21st International Seminar on High Technology-Smart Products and Smart Production, 2016, Piracicaba. **Proceedings of the 21st International Seminar on High Technology-Smart Products and Smart Production**. Piracicaba: UNIMEP, 2016. p.1-15.
- AGILE ALLIANCE. “**Agile Manifesto**”. Disponível em <<http://www.agilealliance.org/the-alliance/the-agile-manifesto/>>. Acesso em 26 de jul. de 2019.
- ANDERSSON, P.; MATTSSON, L. Service innovations enabled by the “internet of things”. **IMP Journal**, v. 9, n. 1, p. 85–106, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/IMP-01-2015-0002>>.
- ASHTON, K. That ' Internet of Things ' Thing. **RFiD Journal**, p. 4986, 2009.
- ATZORI, L.; CARBONI, D.; IERA, A. Smart things in the social loop: Paradigms, technologies, and potentials. **Ad Hoc Networks**, v. 18, p. 121–132, 2014.
- ALKHALIL, A.; RAMADAN, R. A. IoT data provenance implementation challenges. **Procedia Computer Science**, v.109, p.1134-1139, 2017.
- ASIMOW, M. **Introduction to design**. Prentice-Hall, 1962.
- BACK, N. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Guanabara dois, 1983.
- BACK, N. et al. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. **Barueri: Malone**, 2008.
- BANDYOPADHWAY, Soma *et al.* Middleware for internet of things: A survey. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 3, n. 1, p. 70–95, 2016.
- BAPTISTA, A. J. et al. Lean design-for-X methodology: Integrating modular design, structural optimization and eco-design in a machine tool case study. **Procedia CIRP**, v. 69, p. 722-727, 2018.

BARBALHO, S. C. M.; ROZENFELD, H. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos mecatrônicos (MRM): Validação e resultados de uso. **Gestao e Producao**, v. 20, n. 1, p. 162–179, 2013.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. Pesquisa-qualitativa-com-texto-imagem-e-som-bauer-gaskell.pdf. . [S.l: s.n.]. , 2000

BENABDELLAH, A. C. et al. A systematic review of design for X techniques from 1980 to 2018: concepts, applications, and perspectives. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, p. 1-30, 2019.

BERNARD, G. Middleware for next generation distributed systems: Main challenges and perspectives. Proceedings - **International Workshop on Database and Expert Systems Applications**, DEXA, p. 237–240, 2006.

BOOTHROYD, G.; DEWHUST, P. Design for Manufacture and Assembly Methodologies. **Design for Manufacturing and Assembly**, p. 22–67, 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014**. Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L12965.htm>. Acesso em 07 set. 2019. 45

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13709.htm>. Acesso em 07 set. 2019.

BRANDSTOTTER, M. *et al.* IT on demand - towards an environmental conscious service system for Vienna (AT). p. 799–802, 2008.

BRANGER, J.; PANG, Z. From automated home to sustainable, healthy and manufacturing home: a new story enabled by the Internet-of-Things and Industry 4.0. **Journal of Management Analytics**, v. 2, n. 4, p. 314–332, 2015.

BRITTO JÚNIOR, Á. F. D.; FERES JÚNIOR, N. A utilização da técnica da entrevista em trabalhos científicos. **Evidência**, v. 7, n. 7, p. 237–250, 2011.

CAUCHIK, P. A. M. *et al.* METODOLOGIA DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE

PRODUÇÃO E GESTÃO DE OPERAÇÕES. [S.l: s.n.], 2012. v. 106.

CAVALCANTE, C. G. S. **O processo de desenvolvimento de produtos no contexto do gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 2019. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

ČOLAKOVIĆ, A.; HADŽIALIĆ, M. Internet of Things (IoT): A review of enabling technologies, challenges, and open research issues. **Computer Networks**, v. 144, p. 17-39, 2018.

DAHLBERG, K. Qualitative methodology as caring science methodology. **Scandinavian Journal of Caring Sciences**, v. 9, n. 3, p. 187–191, 1995.

DAWID, H.; DECKER, R.; HERMANN, T.; JAHNKE, H.; KLAT, W.; KÖNIG, R.; STUMMER, C. Management science in the era of smart consumer products: challenges and research perspectives. **Central European Journal of Operations Research**, v. 25, n. 1, p. 203-230, 2017

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *Handbook of Qualitative Research*. London: Sage, 1994.

DINGSØYR, T.; DYBÅ, T.; MOE, N. B. Agile software development: an introduction and overview. In: **Agile Software Development**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 1-13.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, n. 24, p. 213–225, 2004.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532–550, 1989.

ENGWALL, Mats; KLING, Ragnar; WERR, Andreas. Models in action: How management models are interpreted in new product development. **R and D Management**, v. 35, n. 4, p. 427–439, 2005.

ESSEBAA, I.; CHANTIT, S. Model Driven Architecture and Agile Methodologies: Reflexion and discussion of their combination. In: **2018 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)**. IEEE, 2018. p. 939-948.

FARSI, J. Y.; HAKIMINEZHAD, N. The integration of QFD technique, value engineering and design for manufacture and assembly (DFMA) during the product design stage. **Advances in Environmental Biology**, p. 2096-2105, 2012.

GIORGI, A. Sketch of a psychological phenomenological method. In: **Phenomenology and**

psychological research. Pittsburgh: Duquesne University Press. 1985

GRAHAM, I. Looking back: Some radar recollections. **IEEE Potentials**, v. 18, n. 5, p. 40–42, 1999.

GUBBI, J. et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. **Future generation computer systems**, v. 29, n. 7, p. 1645-1660, 2013.

HE, W.; XU, L. A state-of-the-art survey of cloud manufacturing. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 28, n. 3, p. 239-250, 2015.

HEMILÄ, J. Service Innovations based on Internet of Things in Industrial Context. **Proceedings of ISPIM Conferences**, n. December, p. 1–6, 2015.

HIGNETT, S.; WILSON, J. R. The role for qualitative methodology in ergonomics: A case study to explore theoretical issues. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 5, n. 6, p. 473–493, 2004.

HU, P. A System Architecture for Software-Defined Industrial Internet of Things. 2015 **IEEE International Conference on Ubiquitous Wireless Broadband, ICUWB 2015**, 2015.

HOLLER, M.; UEBERNICKEL, F.; BRENNER, W. Understanding the business value of intelligent products for product development in manufacturing industries. **Proceedings of the 2016 8th International Conference on Information Management and Engineering**. ACM, 2016. p. 18-24.

HUANG, G. Q.; MAK, K. The DFX shell: A generic framework for applying ‘Design for X’(DFX) tools. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 11, n. 6, p. 475-484, 1998.

JORDAN, P. Usability evaluation in industry: gaining the competitive edge, in **Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association** (Tampere: International Ergonomics Association) Vol. 2, 150–152. 1997.

KERLINGER, F.N. Foundations of behavioral research. p. 26, 1973.

INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICOS “**IEEE Standards Association**”. Disponível em <<https://www.ieee.org/standards/index.html>>. Acesso em 2 de set. de 2019.

- KIRITSIS, D. Closed-loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things. **Computer-Aided Design**, v. 43, n. 5, p. 479-501, 2011.
- LEE, I.; LEE, K. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. **Business Horizons**, v. 58, n. 4, p. 431-440, 2015.
- LI, W. D.; QIU, Z. M. State-of-the-art technologies and methodologies for collaborative product development systems. **International Journal of Production Research**, v. 44, n. 13, p. 2525-2559, 2006.
- MANZINI, E. J. A entrevista na pesquisa social. Didática. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=6099557>>. , 1990
- MANZINI, E. J. Entrevista semi estruturada. 2018. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3145622/mod_resource/content/1/Entrevista semi estruturada estudo UNESP Marília.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3145622/mod_resource/content/1/Entrevista%20semi%20estruturada%20estudo%20UNESP%20Mar%C3%ADlia.pdf)>.
- MEJTOFT, T. Internet of things and co-creation of value. Proceedings - **2011 IEEE International Conferences on Internet of Things and Cyber, Physical and Social Computing, iThings/CPSCom 2011**, p. 672-677, 2011.
- MEHRSAI, A.; HENRIKSEN, B.; ROSTAD, C. C.; HRIBERNIK, K. A.; THOBEN, K. Make-to-XGrade for the Design and Manufacturing of Flexible, Adaptive, and Reactive Products. **Procedia CIRP**, v. 21, p. 199-205, 2014
- MIRAZ, M. H. et al. A review on Internet of Things (IoT), Internet of everything (IoE) and Internet of nano things (IoNT). In: **2015 Internet Technologies and Applications (ITA)**. IEEE, 2015. p. 219-224.
- MOLHANEC, M. The agile methods-An innovative approach in the project management. In: **2007 30th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)**. IEEE, 2007. p. 304-307.
- MOLLOY, O.; TILLEY, S.; WARMAN, E. Design for Manufacture and Assembly Methodologies. In: **Design for Manufacturing and Assembly**. Springer, Boston, MA, 1998. p. 22-67.
- MUHURI, P. K.; SHUKLA, A. K.; ABRAHAM, A. Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. **Engineering applications of artificial intelligence**, v. 78, p. 218-235, 2019.

NERUR, S.; MAHAPATRA, R.; MANGALARAJ, G. Challenges of migrating to agile methodologies. **Communications of the ACM**, v. 48, n. 5, p. 72-78, 2005.

NYLANDER, S.; WALLBERG, A.; HANSSON, P. Challenges for SMEs entering the IoT world: success is about so much more than technology. In: **Proceedings of the Seventh International Conference on the Internet of Things**. ACM, 2017. p. 16.

Organização Internacional de Normatização “**ISO/TR 14062:2002**”. Disponível em <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:14062:ed-1:v1:en>>. Acesso em 18 de jun. de 2019.

OLIVARES, B. D. Technological innovation within the Spanish tax administration and data subjects’ right to access: An opportunity knocks. **Computer Law and Security Review**, v. 34, n. 3, p. 628–639, 2018.

OLIVERI, Matteo *et al.* Designing an IoT-focused, Multiplayer Serious Game for Industry 4.0 Innovation. p. 1–9, 2019.

OSORIO-GOMEZ, G.; RUIZ-ARENAS, S. Integration of dfma throughout an academic product design and development. **International Conference on Engineering Design, Iced11**, n. August, 2011.

PHILLIPS, Lynn W. Assessing Measurement Error in Key Informant Reports: A Methodological Note on Organizational Analysis in Marketing. **Journal of Marketing Research**, v. 18, n. 4, p. 395, 1981.

PORTER, M. E. Competing across locations: Enhancing competitive advantage through a global strategy. **Harvard Business School Press**, 1998.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. **Harvard Business Review**, n. November 2014, p. 1–31, 2018.

RATCLIFFE, D. F.; HOLT, J. E. A review of design education methods and the future role of CAD, **I.J.M.E.E.**, 12, 275–280. 1984.

RADZIWILL, N. M.; BENTON, M. C. Design for X (DFx) in the Internet of Things (IoT). **arXiv preprint arXiv:1707.06208**, 2017.

Ricoeur, P. Hermeneutics and the humun sciences. **New York: Cambridge University Press**. 1993

- ROMANO, L. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 2003. 321 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- ROZENFELD, H. et al. *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo*, edited by Saraiva. **São Paulo, SP, Brasil**, 2006.
- RODRIGUES, L. F.; DE JESUS, R. A.; SCHÜTZER, K. Indústria 4.0 - Uma Revisão da Literatura. **Revista de Ciência & Tecnologia** - V.19, p. 33–45, 2016.
- RUIZ ARENAS, S.; OSORIO GÓMEZ, G. Integration of DFMA throughout an academic product design and development process supported by a PLM strategy. In: **DS 68-8: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11), Impacting Society through Engineering Design, Vol. 8: Design Education, Lyngby/Copenhagen, Denmark**, 15.-19.08. 2011. 2011.
- SERPANOS, D. *The Cyber-Physical Systems Revolution*. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-5044400283&doi=10.1109%2FMC.2018.1731058&partnerID=40&md5=70906bf712c810a671ec19e53174295c>>. , 2018
- SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J.. **2017 Scrum Guide**. v. 19, n. 6, p. 504, 2017. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1051227609002210>> Acesso em 26 de jul. de 2019.
- SINGH, D.; TRIPATHI, G.; JARA, A. J. A survey of Internet-of-Things: Future vision, architecture, challenges and services. In: **2014 IEEE world forum on Internet of Things (WF-IoT)**. IEEE, 2014. p. 287-292.
- SYMON, G.; CASSELL, C. *Qualitative Methods and Analysis in Organisational Research. A Practical Guide (London: Sage)*, 1998.
- TANG, Y.; LI, Q. Reviews on the cognitive radio platform facing the IOT. **Lecture Notes in Electrical Engineering**, v. 133 LNEE, n. VOL. 2, p. 825–833, 2011.
- TARKOMA, S.; AILISTO, H. The internet of things program: the finnish perspective. **IEEE Communications Magazine**, v. 51, n. 3, p. 10-11, 2013.
- TOLOI, G. G.; MANZINI, E. J. *Etapas Da Estruturação De Um Roteiro De Entrevista E*

Considerações Encontradas Durante A Coleta Dos Dados. p. 3299–3306, 2013.

TOMIYAMA, T. *et al.* Development capabilities for smart products. **CIRP Annals**, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2019.05.010>>.

TUKKER, A. Eight Types of Product Service Systems. **Business Strategy and the Environment**, v. 13, n. 4, p. 246–260, 2004.

VERMESAN, O.; FRIESS, P. Internet of Things Strategic Research Roadmap, IERC Cluster Book, caps.2-3, 2014.

VERNADAT, F B. Research agenda for agile manufacturing. **International Journal of Agile Management Systems**, v. 1, n. 1, p. 37–40, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/14654659910266709>>.

WIECHERT, T. J. P. *et al.* Connecting mobile phones to the internet of things: A discussion of compatibility issues between EPC and NFC. **Association for Information Systems - 13th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2007: Reaching New Heights**, v. 7, p. 4436–4446, 2007.

WOODSIDE, A. G.; SOOD, S. Vignettes in the two-step arrival of the internet of things and its reshaping of marketing management’s service-dominant logic. **JOURNAL OF MARKETING MANAGEMENT**, v. 33, n. 1–2, p. 98–110, fev. 2017.

WOOLGAR, S. Psychology, Qualitative Methods and the Ideas of Science, in **J.T.E. Richardson (ed.) Handbook of Qualitative Research Methods for Psychology and the Social Sciences** (Leicester: The British Psychological Society), Cap. 2, 11–23.1996.

YIN, Robert. Estudo de casos - planejamento e métodos. [S.l: s.n.], 2001. v. 66.