

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE MECÂNICA
CURSO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

JEFFERSON GUND

**PROPOSTAS DE PRÁTICAS DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS APLICADAS AO MERCADO DA INTERNET DAS COISAS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2018

JEFFERSON GUND

**PROPOSTAS DE PRÁTICAS DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS APLICADAS AO MERCADO DA INTERNET DAS COISAS**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão do Desenvolvimento de Produto do Departamento Acadêmico de Mecânica – DAMEC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.

CURITIBA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

PROPOSTAS DE PRÁTICAS DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS APLICADAS AO MERCADO DA INTERNET DAS COISAS

por

JEFFERSON GUND

Este trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi avaliado em 11 de fevereiro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão do Desenvolvimento de Produtos. A Banca Examinadora foi composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Carlos Cziulik
Prof. Orientador

Prof. Dr. Marco Aurélio de Carvalho
Coordenador do Curso

Prof. Me. Ana Paula Weigert
Prof. Avaliadora

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me permitir a inspiração e determinação para concluir o curso e o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao professor Ph.D. Carlos Cziulik que me orientou e encorajou a questionar e lançar alguma luz sobre o tema deste trabalho. A ele, meu respeito e admiração pela sua paciência, sabedoria e conhecimento.

Minha total gratidão aos meus pais, Noedi e Ilse Gund e toda a minha família, por todo apoio prestado para que este trabalho tenha se concretizado.

Agradeço à todos os docentes e colegas do curso de especialização em gestão do desenvolvimento de produtos da UTFPR, pelas discussões e experiências compartilhadas, que enriqueceram de maneira sólida meus conhecimentos na área de gestão.

À todos os que de alguma forma contribuíram para meu crescimento acadêmico e profissional, meus sinceros agradecimentos!

*“As tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem. Tecem-se no sentido da vida cotidiana até que elas são indistinguíveis a partir dela.”
(WEISER, Mark, 1991, O computador do século XXI).*

RESUMO

GUND, Jefferson. Propostas de Práticas de Práticas de Gestão de Desenvolvimento de Produtos Aplicadas ao Mercado da Internet das Coisas. 2018. 74f. Monografia (Gestão do Desenvolvimento de Produto) – Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

O cenário da internet das coisas tem evoluído de maneira exponencial no decorrer dos últimos anos, apesar do termo ter surgido ainda na década de 1990. As possibilidades de desenvolvimento de produtos que utilizam este tipo de tecnologia são bastante vastas e o potencial de criação de novos modelos de negócio tem se mostrado bastante atraente. Todavia, entre as barreiras encontradas, existem aquelas burocráticas e falta de padronização de sistemas de comunicação de dispositivos. Adicionado a estes fatores, há diversas incertezas quanto à aderência de novos produtos e serviços baseados em internet das coisas. Também, os processos de desenvolvimento de produto tradicionais mostram-se ineficazes para atender tais demandas. Assim, este trabalho se propõe a elaborar um conjunto de proposições para aprimorar o processo de desenvolvimento de produtos no contexto de ambientes e produtos conectados. As proposições são derivadas do exame de diretrizes elencadas no campo de empresas emergentes (*startups*), acopladas a abordagem enxuta (*Lean*) e considerando a experiência do usuário. Para exemplificar a aplicação das proposições, realizou-se uma aplicação descritiva, utilizando como referência um estudo de caso obtido em referencial teórico. Por fim, concluiu-se que as proposições elencadas mostram-se alinhadas com as necessidades atuais de gestão do desenvolvimento de produtos de IoT e permitem visualizar a importância de se explorar este tema e avaliar possíveis melhorias aplicadas a mais estudos de caso de produtos e serviços baseados em internet das coisas.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Novos Produtos; Internet das Coisas; Inovação; Práticas de Desenvolvimento de Produto.

ABSTRACT

GUND, Jefferson. Proposals of Practices to Management of Product Development Applied to Products to the Internet of Things. 2018. 74f. Monografia (Gestão do Desenvolvimento de Produto) – Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

The Internet-of-Things scenario has evolved exponentially over the last few years, although it emerged in the 1990s. The possibilities for developing products that use this type of technology are quite broad and the potential of creating new business models has been shown to be very interesting. However, between the barriers found, are the bureaucratic ones and the lack of standardization of the systems of communication of devices. Added to these factors, there are several uncertainties as to the adherence of new products and services based on the internet of things. Also, traditional product development processes have been proven to be ineffective to meet such demands. This work presents a set of guidelines to improve the process of product development on this context. The propositions are derived from the exam of guidelines listed in the field of emerging companies (startups) coupled with lean approach (Lean) and considering the user experience. In order to describe how to apply the proposals, a descriptive application was made, using as reference a case study obtained in theoretical reference. Finally, it was concluded that the listed propositions are aligned with the current needs of IoT product development management and it shows the importance of exploring this topic and evaluating possible improvements applied to further case studies of products and services based on internet-of-things.

Keywords: New Product Development; Internet of Things; Innovation; Best Practices for Product Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arquitetura Orientada a Serviços Para <i>Middleware</i> IoT	20
Figura 2: Termostato inteligente Nest	22
Figura 3: Garrafa de remédios conectada à internet	23
Figura 4: Modelo de referência para o PDP proposto por Rozenfeld <i>et al.</i>	28
Figura 5: Relação das macrofases do modelo e a quantidade de produtos	29
Figura 6: Modelo “ <i>Customer Development</i> ” proposto por Blank (2007)	34
Figura 7: Modelo <i>Lean Startup</i>	36
Figura 8: Aspectos de design de um produto de IoT	41
Figura 9: Fluxograma conceitual para adoção das proposições no segmento de IoT	57
Figura 10: Exemplo de interface de monitoramento de um dispositivo de IoT	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de dispositivos conectados.....	24
Quadro 2: Domínios de aplicação de IoT em ambientes inteligentes.....	27
Quadro 3: Fases do desenvolvimento de produto segundo diversos autores, com relação às fases do modelo de Rozenfeld (2006)	33
Quadro 4: Principais tipos de ataques cibernéticos.....	46
Quadro 5: Pilares de segurança aplicados na prevenção de ataques em sistemas embarcados aplicados à nível de hardware.....	48
Quadro 6: Pilares de segurança aplicados na prevenção de ataques em sistemas embarcados aplicados à nível de <i>software</i>	49
Quadro 7: Representação de <i>persona</i> : diretor de empresa cliente.....	65
Quadro 8: Representação de <i>persona</i> : técnico de manutenção da <i>startup</i>	65
Quadro 9: Representação de <i>persona</i> : gestores da <i>startup</i>	66

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

BGA	<i>Ball Grid Array</i> (Matriz de Grades de Esferas)
DDoS	<i>Distributed Denial of Service</i> (Negação de Serviço Distribuída)
HW	<i>Hardware</i>
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
IP	<i>Internet Protocol</i> (Protocolo de Internet)
M2M	<i>Machine-To-Machine</i> (Máquina-à-Máquina)
MVP	<i>Minimum Viable Product</i> (Produto Mínimo Viável)
NFC	<i>Near Field Communication</i> (Comunicação por Campo de Proximidade)
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i> (Identificação por Radiofrequência)
SOA	<i>Service Oriented Architecture</i> (Arquitetura Orientada a Serviços)
SW	<i>Software</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	OBJETIVO GERAL	15
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.2	JUSTIFICATIVA	15
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	INTERNET DAS COISAS: CONTEXTO E DESAFIOS	17
2.1	A INTERNET DAS COISAS	17
2.1.1	TIPOS DE DISPOSITIVOS DE IOT	23
2.1.2	TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDADE	25
2.2	ABORDAGEM TRADICIONAL PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	28
2.3	ABORDAGEM <i>LEAN STARTUP</i>	32
2.4	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PDP TRADICIONAL E O <i>LEAN STARTUP</i>	38
2.5	<i>UX DESIGN</i> NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE IOT	39
2.5	SEGURANÇA EM DISPOSITIVOS DE IOT	45
2.6	CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE	50
3	PROPOSIÇÕES PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS Voltados à INTERNET DAS COISAS	51
3.1	PROPOSIÇÃO I: UTILIZAR MÉTODO ENXUTO DE PDP	52
3.2	PROPOSIÇÃO II: PROTOTIPAGEM RÁPIDA COMO FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO DE MÍNIMO PRODUTO VIÁVEL EM IOT	53
3.3	PROPOSIÇÃO III: UTILIZAR ELEMENTOS DE <i>UX DESIGN</i> COMO MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO DE FATORES HUMANOS NA USABILIDADE DE DISPOSITIVOS DE IOT	54
3.4	PROPOSIÇÃO IV: DESIGN PARA SEGURANÇA E PROTEÇÃO DE SISTEMAS	55
3.5	ANÁLISE DAS PROPOSIÇÕES	56
4	APLICAÇÃO DESCRITIVA	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	68
5.1	CONSIDERAÇÕES	68
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	69

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos três séculos, diferentes tecnologias tiveram papéis de transformação socioeconômica. O século XVIII foi a época dos grandes sistemas mecânicos que marcaram a revolução industrial. O século XIX foi a era das máquinas à vapor. Já no século XX, os principais efeitos da transformação tecnológica foram no campo da aquisição, processamento e da distribuição de informações. Neste último, destacam-se o desenvolvimento das redes de telefonia em escala mundial, a invenção do rádio e televisão, o nascimento e expansão sem precedentes da indústria de informática e o lançamento dos satélites de comunicação. Neste contexto, um dos pontos mais importantes para o avanço da transformação social e econômica é a expansão das redes de computadores, na qual está fundamentada grande parte do tema deste trabalho. Em termos gerais, uma rede de computadores pode ser definida como “um conjunto de computadores e outros dispositivos conectados entre si através de canais de comunicação para troca de informações” (TANENBAUM, 2003).

Nascida em 1969 nos Estados Unidos, a primeira rede de computadores para comunicação remota foi instalada entre laboratórios de pesquisa do departamento de defesa norte-americano e se chamava ARPAnet. O nome internet surgiu com a utilização das redes de computadores para conectar laboratórios e universidades. Durante quase duas décadas a internet ficou restrita ao ambiente acadêmico e científico. Apenas em 1987 pela primeira vez o seu uso foi liberado com foco comercial. Porém, apenas a partir de 1991, com o desenvolvimento da WEB é que o uso da internet se popularizou (HASSAN; KHAN; MADANI, 2018).

No início do desenvolvimento da internet, em 1989, havia cerca de 100.000 *hosts*¹ conectados à internet. O primeiro e único site emergiu um ano depois do surgimento da internet, com o desenvolvimento da *World Wide Web (WWW)* no CERN (CERN, 1989), por Tim Berners-Lee. No ano de 1999, o número de dispositivos conectados à internet já ultrapassava dois milhões, o que levou à escassez dos endereços de IP no modelo IPv4 já nesta época. A introdução do novo

¹ Qualquer computador que esteja conectado a uma rede e possua endereço IP definido, tendo finalidade de executar programas.

modelo de protocolo de internet (IPv6) foi a saída encontrada para contornar este problema. Em 2008, pela primeira vez, o número de dispositivos conectados ultrapassava a quantidade da população mundial (HASSAN; KHAN; MADANI, 2018).

O termo *Internet of Things* (IoT), traduzido por “Internet das Coisas”, foi criado por Kevin Ashton, do laboratório Auto-ID Labs, do MIT (Massachusetts Institute of Technology) (HASSAN; KHAN; MADANI., 2018). Kevin demonstrou este conceito em uma apresentação feita à empresários em 1999, época em que trabalhava para a empresa Procter & Gamble (ASHTON, 2009). A intenção de Kevin era atrair a atenção dos executivos para a nova tecnologia chamada RFID², novidade naquela época, visando utilizá-la no setor de *supply chain* da empresa para rastreamento de objetos. Nesta mesma época, era desenvolvido o conceito de computação ubíqua, criado por Mark Weiser no laboratório da Xerox Parc. O termo “ubíquo” faz referência a algo onipresente, ou seja, que está em todo lugar ao nosso redor (WEIZER, 1991). Este conceito pode ser tratado através dos seguintes aspectos (SILVA *et al.*, 2015):

- a. **Invisibilidade:** a tecnologia não deve exigir do usuário grande esforço para que seja utilizada. Quanto mais presente estiver, menos perceptível ela será;
- b. **Descentralização:** em um cenário ubíquo o processamento de informações do ambiente é realizado de maneira distribuída através de dispositivos dedicados a processar e operar sob condições específicas;
- c. **Pró-atividade:** um sistema ubíquo deve se antecipar à intenção do usuário;
- d. **Interfaces naturais:** permitir a fluidez da comunicação e interação do usuário com a máquina através de recursos de comunicação utilizados no dia a dia, como a fala, gestos e até mesmo olhares;
- e. **Sensibilidade ao contexto:** o sistema deve realizar uma leitura do ambiente por meio de sensores espalhados, fornecendo assim as informações para o processamento de dados do ambiente ubíquo.

² *Radio-Frequency IDentification*: tecnologia que utiliza radiofrequência para capturar dados e permite que um transponder seja lido sem a necessidade de campo visual direto (EMBARCADOS, 2015).

A chamada “terceira era da computação moderna” seria marcada pelas redes sem fio, acesso compartilhado de informações e tendo como elementos fundamentais, dispositivos eletrônicos tais como *Tablets* e *Pads* (HASSAN; KHAN; MADANI, 2018).

Para Schenfeld (2017), o termo Internet das Coisas, consiste em um “paradigma de computação que permite pessoas e coisas (dispositivos de comunicação) possam se conectar a qualquer hora, em qualquer lugar, com qualquer coisa e qualquer um, utilizando qualquer caminho de rede ou serviço.”

As aplicações da internet das coisas são diversas. Entre elas estão (HASSAN; KHAN; MADANI, 2018):

- a.na agricultura: monitoramento da qualidade da produção, monitoramento do ambiente e segurança;
- b.na indústria: otimização da produção, iluminação, segurança e controle de estoques;
- c.casas inteligentes: IoT auxiliando no cuidado clínico de pacientes, monitoramento remoto, bio sensores e *wearables*³;
- d.*smart cities*, ou “cidades inteligentes”: gerenciamento de tráfego, controle de iluminação, monitoramento da qualidade da água, monitoramento e gerenciamento da energia elétrica e monitoramento de resíduos;
- e.no contexto de transmissão e distribuição de energia elétrica: *smart grids*⁴, monitoramento de consumo de energia elétrica e monitoramento de detecção de faltas na rede elétrica.

Vários esforços internacionais surgiram visando estabelecer cooperação entre os interessados na propagação e implantação da IoT pelo mundo. Entre estas iniciativas e órgãos de padronização envolvidos estão (HASSAN; KHAN; MADANI., 2018):

- a.*Alliance for the Internet of Things* (AIOTI): Aliança para a Internet das Coisas;

³ Traduzido por “Vestíveis”: dispositivos eletrônicos vestíveis tais como pulseiras para monitoramento remoto de pressão arterial, por exemplo.

⁴ Traduzido por “redes inteligentes”

- b. *oneM2M*: uma iniciativa visando padronização global para dispositivos *machine-to-machine* (M2M) e IoT;
- c. *Internacional Telecommunication Union* (ITU): Instituto Internacional de Telecomunicações;
- d. *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE): Instituto dos Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos;
- e. *IoT European Research Cluster* (IERC): Grupo Europeu de Pesquisa Sobre IoT;
- f. *Groupe Speciale Mobile Association* (GSM Association): Grupo Especial de Associação Móvel;
- g. *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI): Instituto Europeu de Padronização em Telecomunicações.

A convergência da computação em nuvem, a miniaturização e custos cada vez mais baixos de microcontroladores e microprocessadores, bem como a conectividade são os principais fatores de expansão crescente do mercado de IoT no mundo. Gartner Inc (2017) apresenta um cenário bastante promissor para o mercado e transformação de negócios provocada pelo crescimento de dispositivos de IoT. A consultoria prevê que até 2020, mais de 20 bilhões de dispositivos IoT estarão conectados, gerando lucros em torno de três bilhões de dólares para as empresas. Ainda, segundo Gartner Inc (2017), os gestores de negócios estão cada vez mais interessados no assunto da IoT, por representar enorme vantagem competitiva para as empresas que estão preparadas para a implantar no seu modelo de negócios.

No Brasil, no contexto da IoT, há um crescente incentivo do governo à projetos voltados para “Cidades Inteligentes”. O conceito de cidades inteligentes compreende uma infraestrutura tecnológica que emprega soluções de IoT em dispositivos para monitoramento de avenidas, semáforos, postes de iluminação pública e redes de água e esgoto. De acordo com a cartilha de cidades divulgada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES, 2018), o ganho econômico potencial estimado com a introdução da IoT ao ambiente das cidades é previsto em torno de US\$27 bilhões até 2025. Dado o sucesso com os projetos

pilotos implementados em pequenas e médias cidades pelo país, o governo federal iniciou diversos programas estruturantes para a construção de infraestrutura de conectividade e também dar apoio a propostas de criação de projetos para atender às necessidades dos cidadãos. O relatório final do plano de ação do BNDES (BNDES, 2017) definiu que a visão de IoT para o Brasil é utilizá-la como “instrumento de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, capaz de aumentar a competitividade da economia, fortalecer as cadeias produtivas nacionais, e promover a melhoria da qualidade de vida”.

O conceito da IoT muda a forma como o valor do produto é gerado, pois volta-se para os serviços disponibilizados ao usuário através da conexão do produto à internet, deixando de ser apenas um produto industrial (FERBER, 2013). Para incorporar as soluções baseadas em Internet das Coisas aos produtos e serviços oferecidos, as empresas necessitam se adaptar na pesquisa e no desenvolvimento, nos processos de fabricação, na gestão da cadeia de abastecimento, na manutenção e nos serviços, na abordagem de marketing, vendas e inclusive na forma de relacionamento entre empresa e o cliente após a entrega do produto (CAVALCANTE, FETTERMAN, 2017), uma vez que estes continuam a evoluir mesmo depois de entrarem na fase de pós desenvolvimento, tornado o processo de desenvolvimento contínuo e sem um fim bem definido (CATARINO, 2017).

Para Rozenfeld *et al.* (2006), o desenvolvimento de produtos é considerado um processo de negócio crítico para a competitividade das empresas, sendo que a implantação de um modelo de gestão deste processo torna-se de extrema importância. Ainda, segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o Processo de Gestão do Desenvolvimento de Produtos (PDP), é a interface entre a empresa e o mercado, cabendo a ele identificar e se antecipar às necessidades do mercado e propor soluções que atendam às suas demandas.

Todavia, o que se percebe é que as orientações contidas nas abordagens clássicas não são diretamente aplicáveis ao segmento de IoT. Assim, este trabalho pretende lançar discussões sobre esta lacuna identificada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é estruturar um conjunto de proposições para reduzir desperdícios de recursos no projeto de produtos na área de internet das coisas.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a. Caracterizar o cenário de emprego das tecnologias de internet das coisas;
- b. Caracterizar a abordagem tradicional de PDP baseado no modelo de Rozenfeld *et al.* e a abordagem *Lean Startup*;
- c. Abordar a metodologia de *UX Design* como diretriz para priorizar o projeto da experiência do usuário em produtos de IoT;
- d. Abordar medidas para aumentar a segurança e proteção de dispositivos eletrônicos e sistemas conectados à internet;
- e. Estabelecer um conjunto de proposições para assegurar maior confiabilidade no levantamento de requisitos de produto e reduzir custos de projeto.

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido às incertezas que a IoT pode representar em relação à construção de modelo de negócios baseado em serviços e também em relação às possibilidades apresentadas quanto a potencializar novas formas de interações dos usuários com os produtos, é importante avaliar alternativas para que prospecções de mercados em ambientes de inovação possam ser validadas o mais cedo possível.

Diante das situações colocadas, espera-se que, com a concretização da proposta deste trabalho, projetistas que estejam iniciando suas atividades no segmento da IoT, possam desenvolver soluções de maneira mais rápida e eficaz para atender a este crescente mercado, baseando-se em ferramentas de projeto focadas na experiência do usuário e utilizando-se a metodologia *Lean Startup* como método de referência para o desenvolvimento de produtos.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Inicialmente, no Capítulo 1, há uma breve apresentação do tema da internet das coisas, justificativa e objetivos a serem atingidos nesta pesquisa. Os principais aspectos técnicos de desenvolvimento de produtos em IoT, os modelos de gestão de desenvolvimento de produtos tradicionais e o modelo *Lean Startup*, conceitos de *UX Design* e segurança em sistemas eletrônicos encontrados em dispositivos de IoT encontram-se no capítulo 2. No capítulo 3, são apresentadas as proposições para otimizar o processo de desenvolvimento de produtos em IoT, com vistas a reduzir custos; A aplicação descritiva das proposições desenvolvidas no capítulo 3 está contida no capítulo 4. Por fim, o capítulo 5 detalha as considerações finais do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

2 INTERNET DAS COISAS: CONTEXTO E DESAFIOS

2.1 A INTERNET DAS COISAS

A internet das coisas é um tema bastante atual e apresenta grande potencial mercadológico para novos produtos.

Há diversas razões pelas quais a IoT esteja em plena expansão nestes últimos anos. IoT Analytics (2015) pontua os seguintes fatores:

1. Custo reduzido de hardware, seja de atuadores ou sensores, que caiu pela metade nos últimos dez anos;
2. Hardware cada vez mais poderoso e miniaturizado, permitindo baixo consumo de energia e tecnologias de comunicação mais eficientes;
3. Redução do custo de dispositivos móveis, largura de banda de conexão e processamento de dados cada vez maiores;
4. Disponibilidade de infraestrutura de nuvem e ferramentas para *Big Data* sofisticadas;
5. O valor potencial de negócios do conceito de IoT está sendo absorvido pelas empresas fazendo elas buscarem por estas soluções.

Apesar do conceito de conectividade inerente aos objetos ou coisas que constituem um ecossistema de IoT, na prática a maioria das soluções baseadas nesta tecnologia ainda permanecem restritas à pequenas redes de computadores interligadas por módulos de sensores sem fio, dispositivos que utilizam RFID (*Radio-Frequency Identification*) que no entanto, não são conectados entre si. Desta forma, o termo “Internet das Coisas” é ainda um conceito mais futurista. Logo, há uma necessidade de integração emergente destas redes para de fato se alcançar os objetivos da IoT (HASSAN; KHAN; MADANI, 2018).

As principais questões envolvendo a implementação de soluções de IoT estão relacionadas aos seguintes fatores (HASSAN; KHAN; MADANI, 2018):

1. Interoperabilidade: desenvolver soluções que permitam integração futura entre tecnologias, sistemas e dispositivos baseados em IoT;

2. Padronização: definir protocolos robustos que permitam dispositivos conversar entre si na mesma “linguagem”. Este é um ponto que segundo o autor deve ser tratado com bastante atenção, pois, as diferentes convenções e padronização de arquitetura não devem forçar uma estrutura, protocolo de comunicação ou hardware em particular para IoT, pois isto pode ter o efeito colateral de inibir o desenvolvimento de inovação;
3. Privacidade: necessidade de garantir privacidade dos dados, seja de indivíduos, organizações ou mesmo dados que não sejam privados ou confidenciais, mas que identifiquem organizações ou indivíduos que possam ter algum prejuízo ou desvantagem. Neste sentido, há diversas questões de discussão jurídica envolvidas pois os servidores onde as informações são armazenadas nem sempre ficam no país de origem dos dados, e podem estar sujeitas a diferentes questões legais nos diferentes países;
4. Segurança: sem um ambiente seguro, não é possível garantir a privacidade dos usuários. Neste aspecto, há a questão de que os elementos mais fundamentais que são os dispositivos de IoT, tais como etiquetas RFID não apresentam alto nível de segurança contra ataques ou roubos de dados, por exemplo. Outro aspecto é que a maioria das soluções de segurança para dispositivos é implementada a nível de software, deixando os dispositivos em si vulneráveis a ataques, como os do tipo DDoS⁵. A natureza bastante heterogênea da IoT, assim como a sua complexidade e falta de padronização de arquitetura, torna difícil a implementação de uma infraestrutura segura;
5. Confiabilidade: o conceito de confiabilidade no contexto de tecnologia de sistemas é o de que os dispositivos devem fornecer suas “credenciais” entre os elementos de infraestrutura antes de fornecerem

⁵ *Distributed Denial of Service*: traduzido por “Ataque de Negação de Serviço”. Consiste em uma forma de ataque cibernético na qual os recursos de um sistema ficam indisponíveis para os seus utilizadores.

“serviços”. Também, há a questão de que os dados trocados por sistemas devem ser utilizados de maneira apropriada para não colocarem em risco as empresas e/ou indivíduos. Porém, em um ambiente Ubíquo, tratado no Capítulo 1, assegurar confiabilidade é bastante difícil por conta da quantidade enorme de participantes e *stakeholders*, suas diferentes necessidades e perspectivas e a própria velocidade com que as tecnologias mudam;

6. Gerenciamento de dados: a heterogeneidade dos dados gerados por sistemas IoT, assim como o seu volume e complexidade representam desafios para a sua utilização prática. Neste sentido, há diversos esforços sendo desenvolvidos para aprimorar a qualidade e quantidade de informações sendo transmitidas, para otimizar a largura de banda de comunicação e aumentar a velocidade de troca de informações entre *data centers*, que são os locais onde as informações são de fato armazenadas;
7. Legislação e governança: a natureza de dados potencialmente sensíveis coletados por sistemas de IoT tem gerado bastante discussão, uma vez que os dados trafegam por diferentes países e há a necessidade da padronização dos subsistemas. Para Hassan; Khan; Madani (2018), a melhor forma de governança seria aquela em que um sistema conte com a presença de diferentes organizações e países, para evitar possível monopolização dos mecanismos de regulamentação.

A estrutura mostrada na figura 1 representa a abordagem conhecida como “Arquitetura Orientada a Serviços” (AOS), que consiste na decomposição de sistemas complexos em aplicações, traduzindo cada um em componentes bem definidos e consistentes (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010), e representa a arquitetura básica de um sistema de IoT.

O modelo estruturado na figura 1 é composto pelos seguintes elementos (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010):

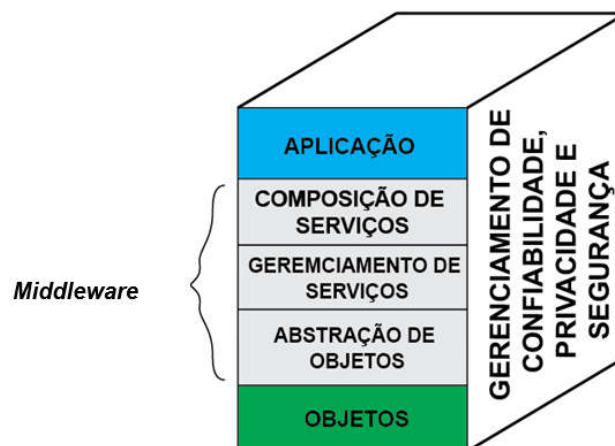


Figura 1: Arquitetura Orientada a Serviços Para *Middleware* IoT
FONTE: Adaptado de Atzori; Iera; Morabito (2010).

- a. Camada de aplicação: é a camada do topo da arquitetura e é responsável por realizar a integração de forma confiável entre os sistemas distribuídos e suas aplicações, através das funcionalidades fornecidas pela camada do *middleware* (que corresponde à camada de software intermediária entre os dispositivos de IoT e a camada de aplicação);
- b. Composição de serviços: fornece os recursos necessários para a composição de serviços individualizados a partir de dispositivos conectados para construir aplicações de software específicas;
- c. Camada de gerenciamento de serviços: esta camada fornece as funções principais para gerenciamento de cada dispositivo no cenário de IoT, tais como descoberta dinâmica de dispositivos, monitoramento de status e configuração de serviços;
- d. Camada de abstração de objetos: camada que tem a função tornar mais padronizado o acesso a diferentes dispositivos com um protocolo e linguagem padronizado;
- e. Objetos: são os dispositivos de IoT, que compreendem sensores e atuadores;
- f. Confiabilidade, privacidade e gerenciamento de segurança: são funções do *middleware* prover funções relacionadas à confiabilidade, privacidade e

gerenciamento de segurança de todos os dados que trafegam pelo sistema, distribuindo estas funcionalidades nas diferentes camadas que o compõe.

Como exemplo, em uma aplicação de IoT para uso de automação residencial, é mostrada na figura 2 a seguinte infraestrutura:

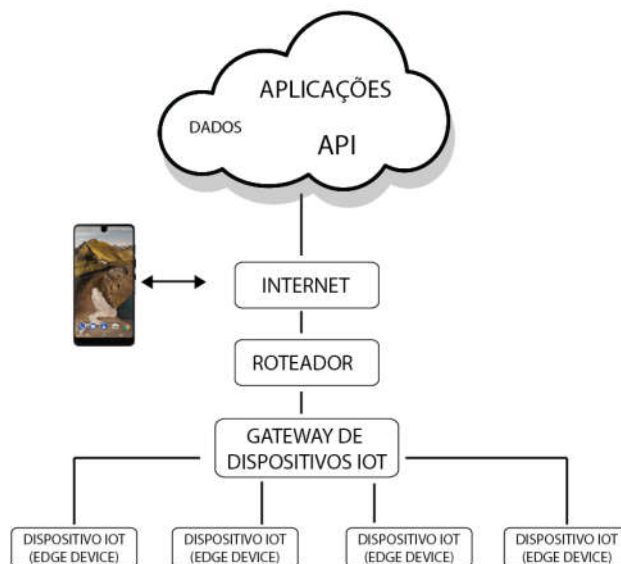


Figura: Infraestrutura típica para um sistema de automação residencial
FONTE: Adaptado de Rowland et al. (2015).

Na figura 2, tem-se a visão de infraestrutura para um sistema de automação residencial simplificado (ROWLAND *et al.*, 2015). Nele são mostrados os dispositivos na ponta do sistema (“*edge devices*”) que consistem nos dispositivos eletrônicos como sensores e atuadores que são conectados à um dispositivo de roteamento (*Gateway*) por meios físicos. Ou seja, através de cabos ou sem fio. O *Gateway* é responsável por traduzir os protocolos utilizados para a comunicação entre os dispositivos, em protocolos da internet, como o TCP/IP, provendo uma interface de segurança de informação à rede interna constituída pelos atuadores e sensores. O roteador de banda larga (*Broadband Router*), por sua vez fornece o link de comunicação com a internet. Acima dele são encontradas as outras camadas que compreendem: API (*Application Programming Interfaces*), camada de aplicação e a de dados. A especificação de uma arquitetura determina o desempenho de um sistema de IoT, e é necessário que a equipe de desenvolvimento de produto esteja

atenta a cada um dos aspectos para que seja possível criar um produto de IoT confiável e seguro, conforme será abordado no decorrer deste trabalho.

Um exemplo de produto de IoT para uso doméstico é o termostato inteligente “Nest” utilizado para controlar ar condicionado e aquecimento residencial. O dispositivo é conectado à internet, aprende a se programar automaticamente baseado nas atividades diárias dos usuários, condições meteorológicas e outros fatores (ROWLAND *et al.*, 2015).



Figura 2: Termostato inteligente Nest
Fonte: Rowland *et al.* (2015).

Outro exemplo de produto conectado é o “*GlowCaps*” da empresa Nant Health. O dispositivo consiste em uma garrafa para remédios conectada à internet que, com o auxílio de um *smartphone* permite programar horários e dosagens de remédios a serem tomadas por um paciente, visando que ele mantenha a rotina de medicamentos de maneira mais eficaz. O dispositivo emite alertas sonoros e visuais no aparelho e envia mensagens para o e-mail e em aplicativo para avisar o usuário o horário de tomar a medicação. Caso o usuário tenha esquecido de tomar a medicação o dispositivo permanece em alerta por um período de duas horas, avisando que algum medicamento não foi tomado no horário programado pelo usuário.



Figura 3: Garrafa de remédios conectada à internet
Fonte: Rowland *et al.* (2015).

2.1.1 TIPOS DE DISPOSITIVOS DE IOT

É necessário identificar os principais tipos de dispositivos de IoT que são utilizados em um ambiente conectado. De acordo com Rowland *et al.* (2015), são eles:

- a. Computadores de propósito geral: são dispositivos com capacidade de processamento elevados e utilizados como interface de usuário para captura de gestos, movimento, áudio, interface *touchscreen* ou teclados. Normalmente realizam também a função de gerenciar as interações do usuário com os dispositivos IoT;
- b. Dispositivos embarcados: são computadores de uso específico para realizar determinadas atividades e serem capazes de operar em condições de ambiente mais agressivas, além de necessitarem trabalhar com baixo consumo de energia;
- c. Sensores conectados: geralmente possuem um “sistema eletrônico mínimo” com o único propósito de coletar dados do ambiente e retransmiti-los através da internet;
- d. Objetos rastreáveis passivos: são objetos, geralmente, identificados por *tags* RFID ou NFC, com o propósito de rastreamento destes objetos, sendo

bastante utilizados na área logística para controle de estoque de materiais. Estes objetos não são diretamente conectados à internet, mas são capazes de transmitir dados para outros dispositivos através da energia capturada de ondas eletromagnéticas dos dispositivos ativos com os quais se comunicam.

O Quadro 1 resume algumas das funcionalidades encontradas nos dispositivos de IoT.

	Interação com o usuário	Funcionalidade	Processamento
Computador	Interação ocorre através de telas <i>touchscreen</i> e teclados	Uso geral: são capazes de executar diversas aplicações	Processador de alta capacidade
Dispositivo Embarcado	Possuem poucos recursos de interação. Geralmente, a interação ocorre por aplicativo ou página <i>web</i>	São especializados para executar funções bastante específicas	Pode possuir um processador ou outro dispositivo como microcontrolador para executar algumas funções e se conectar à internet
Sensor Conectado	Interação através de aplicativos para celular e páginas <i>web</i>	São utilizados em tarefas exclusivas para sensoriamento de ambientes	Possuem recursos bastante limitados e os dados coletados são enviados para a nuvem, onde ocorre o seu processamento.
Objeto Rastreável Passivo	Interação através de aplicativos para celular e páginas <i>web</i>	Possuem a única função de identificar objetos	Processamento de dados ocorre na nuvem

Quadro 1: Tipos de dispositivos conectados.

Fonte: Adaptado de Rowland et al. (2015).

2.1.2 TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDADE

Há diferentes padrões de comunicação em rede para a IoT e, também, diferenças significativas entre estes tipos de dispositivos conectados e entre infraestrutura de redes para comunicação de computadores pessoais. Outro elemento que afeta a usabilidade é o fato de que não é possível assumir que os dispositivos de IoT estarão constantemente conectados à rede (ROWLAND *et al.*, 2015).

Estes aspectos devem ser considerados em um projeto de produto de IoT de forma a avaliar o quanto uma falha de comunicação entre os dispositivos, intermitência, latência, responsividade e confiabilidade podem afetar a experiência do usuário (ROWLAND *et al.*, 2015).

Quando uma mensagem enviada por um dispositivo é encaminhada através da internet, não há como garantir o caminho que esta irá percorrer até chegar ao endereço de destino. Devido a este fator, não há como controlar a latência. Ou seja, o tempo de atraso entre o envio de uma mensagem e o seu recebimento no destino, o que afeta a responsividade do sistema (ROWLAND *et al.*, 2015). No contexto da IoT, espera-se que um dispositivo responda à determinado comando imediatamente, como por exemplo o caso de ligar ou desligar as luzes de uma casa que possui seu sistema de iluminação controlado através da internet.

A confiabilidade de um sistema de IoT pode ser afetada quando há uma falha na comunicação entre os dispositivos. Ou seja, uma mensagem encaminhada por um dispositivo não é enviada ou não chega ao seu destino por conta de alguma falha na rede. Isto pode ter consequências mais graves do que apenas a latência, pois por exemplo, um sistema de controle de fechamento de travas, pode não receber um comando para fechar e assim pode manter uma residência desprotegida quanto ao acesso por pessoas não autorizadas. Outro cenário poderia ser o caso de iluminação de ambientes. O usuário poderia acionar um botão através de um aplicativo em um *tablet* ou *smartphone* para que o dispositivo envie um comando para ligar uma lâmpada. Para evitar que o aplicativo exiba o estado “ligado” sem que de fato a lâmpada tenha sido ligada, por defeito ocorrido na comunicação, seria importante que o aplicativo mostrasse ao usuário um estado intermediário, exibindo na tela uma mensagem avisando que o comando foi enviado mas não houve a

confirmação por parte do dispositivo IoT que controla a lâmpada (ROWLAND *et al.*, 2015). Cabe ao projetista determinar os impactos que uma falha pode acarretar ao sistema e, assim, avaliar a melhor arquitetura a ser considerada em um projeto de IoT.

O tipo de redes sem fio a serem utilizadas na comunicação dos dispositivos deve ser escolhida de modo a equilibrar outros requisitos conflitantes como alcance máximo de transmissão de dados que a tecnologia permite, vida útil da bateria do dispositivo, largura de banda disponível pelas tecnologias e, também, o número de dispositivos conectados por área, o que pode afetar a disponibilidade dos dispositivos em alguns casos por conta da interferência causada por ruído eletromagnético gerado por outros dispositivos no ambiente.

Em se tratando de dispositivos conectados, é importante definir quais dados devem ser transmitidos, bem como a largura de banda necessária. Gubbi *et al.* (2013), traz um resumo das aplicações de IoT e alguns aspectos técnicos comumente constatados, conforme mostrado no Quadro 2.

Conforme abordado no Capítulo 1 e seção 2.1, o desenvolvimento de produtos de IoT apresenta-se como um novo paradigma de tecnologias e o seu desenvolvimento depende em uma boa parte, de um processo de desenvolvimento de produtos que consiga capturar de maneira eficaz as reais necessidades dos consumidores. De modo a buscar compreender os processos de desenvolvimento de produtos existentes, serão examinadas nas próximas seções as principais metodologias existentes, bem como buscar identificar as ferramentas e métodos que mais se adequem à produtos de IoT.

	Casas Inteligentes	Varejo Inteligente	Cidades Inteligentes	Agricultura Inteligente	Saneamento Inteligente	Transportes Inteligentes
Tamanho da Rede	Pequena	Pequena	Média	Média/Grande	Grande	Grande
Usuários	Muito poucos; apenas membros da família utilizam	Poucos; pequena comunidade	Muitos; gestores públicos	Poucos; gestores públicos e proprietários de terra	Poucos; governo	Muitos; população em geral
Tecnologias de Conexão à internet	Wifi, 3G, 4G LTE, Backbone	Wifi, 3G, 4G LTE, Backbone	Wifi, 3G, 4G LTE, Backbone	Wifi, Comunicação via Satellite	Comunicação via Satélite; Links de micro-ondas	Wifi, Comunicação via Satélite
Gerenciamento de dados	Servidor Local	Servidor Local	Servidor Compartilhado	Servidor local/compartilhado	Servidor local	Servidor compartilhado
Dispositivos de IoT	RFID, Sensores Conectados	RFID; Sensores Conectados	RFID, Sensores Conectados	Sensores Conectados	Sensores Simples	RFID, Sensores conectados
Largura de Banda	Baixa	Baixa	Alta	Média	Média	Média/Alta
Fonte de alimentação de energia dos dispositivos	Baterias recarregáveis	Baterias recarregáveis	Baterias recarregáveis; geração de energia própria (por exemplo, células fotovoltaicas)	Geração de energia própria (por exemplo, células fotovoltaicas)	Geração de energia própria (por exemplo, células fotovoltaicas)	Baterias recarregáveis; geração de energia própria (por exemplo, células fotovoltaicas)

Quadro 2: Domínios de aplicação de IoT em ambientes inteligentes.

Fonte: Adaptado de Gubbi *et al.* (2013).

2.2 ABORDAGEM TRADICIONAL PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Há diferentes abordagens criadas para sistematizar o processo de desenvolvimento de produtos. Uma definição do que representa o desenvolvimento de produtos é proposto por Rozenfeld *et al.* (2006):

O processo de desenvolvimento de produtos “consiste em um conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, chegarem às especificações do projeto do produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo” (ROZENFELD *et al.*, 2006).

A figura 4 representa o modelo de referência para as etapas do desenvolvimento de produto proposto por Rozenfeld *et al.* (2006). Este modelo, conforme o diz o autor, “é voltado para empresas de manufatura de bens de consumo duráveis e de capital”, pois a macrofase do desenvolvimento compreende as atividades relacionadas à pesquisa e definição de aspectos tecnológicos do produto e é melhor adaptado à este tipo de empresa. No entanto, as macrofases do pré-desenvolvimento e pós desenvolvimento podem ser utilizadas em outros tipos de empresa com algumas adaptações pois são menos específicas.

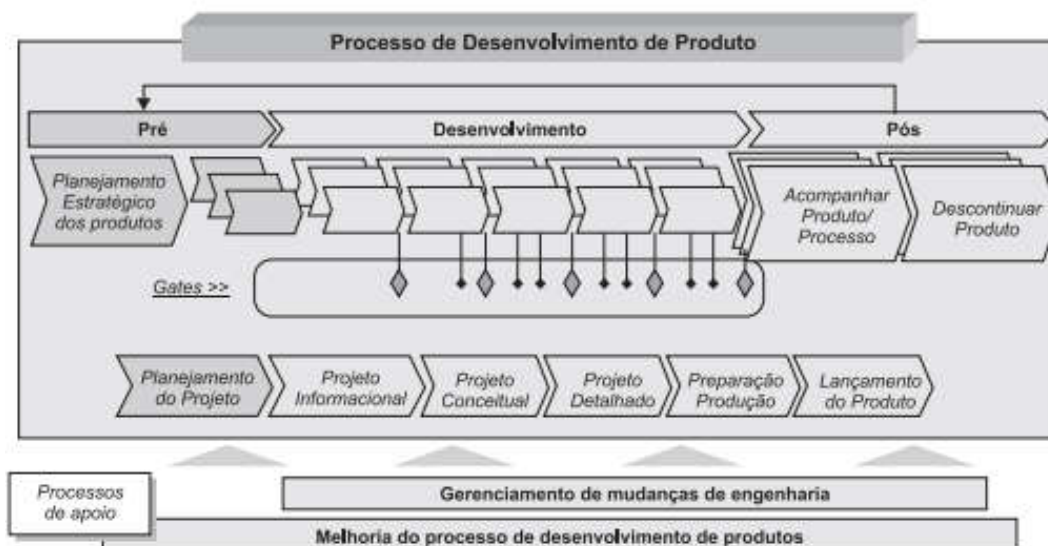


Figura 4: Modelo de referência para o PDP proposto por Rozenfeld *et al.*
 FONTE: Rozenfeld *et al.*, (2006).

Na fase de planejamento de produtos, contida na macrofase de pré-desenvolvimento, são avaliados todo o conjunto de produtos da empresa e a sua relação com o mercado, visando manter um portfólio de produtos capaz de atender todas as necessidades dos clientes, o que é evidenciado na figura 4. Na sequência do processo de desenvolvimento é configurado um conjunto de produtos através de projetos que poderão seguir adiante ou não nas etapas do desenvolvimento, sempre avaliando-se o seu desempenho. No estágio final do desenvolvimento tem-se apenas um conjunto de produtos, geralmente, menor do que os inicialmente planejados, dado o grau de incerteza sobre o produto nas fases iniciais do desenvolvimento. Este aspecto do processo de desenvolvimento é conhecido como “funil”, conforme mostrado na figura 4 (ROZENFELD *et al.*, 2006):

A macrofase do desenvolvimento é composta por diferentes fases, onde a entrega de cada uma destas é um conjunto de resultados que determinam a evolução do projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006):

- a. Projeto Informacional: fase em que é realizada a pesquisa sistemática para levantamento de informações de requisitos de clientes e conversão para requisitos de projeto;

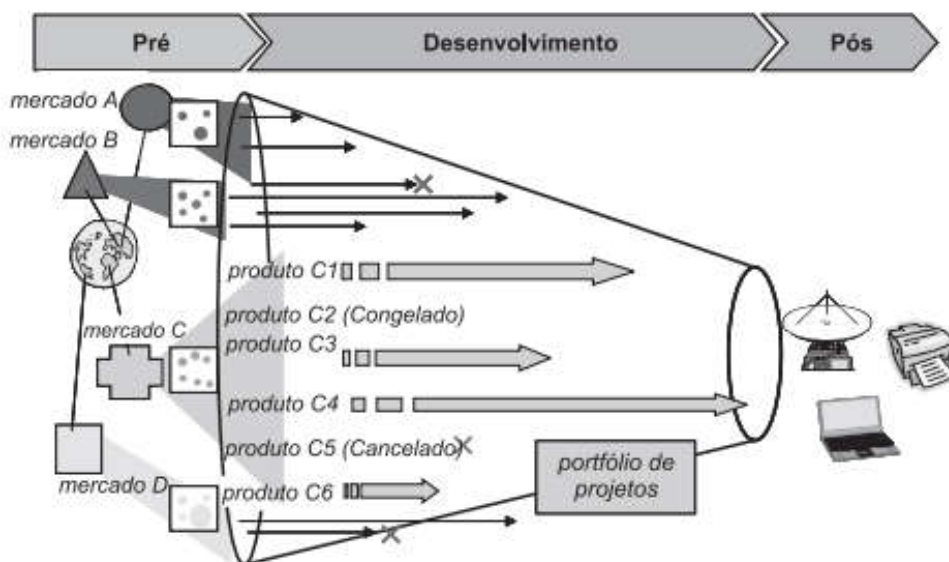


Figura 5: Relação das macrofases do modelo e a quantidade de produtos
FONTE: Rozenfeld *et al.*, (2006).

- b. Projeto Conceitual: fase onde são utilizadas diversas ferramentas metodológicas para a determinação de aspectos físicos do produto, gerando-se diversos modelos físicos conceituais para o produto e por fim a escolha de um dos modelos, que será finalmente detalhado na fase seguinte;
- c. Projeto Detalhado: fase onde o produto é detalhado em informações técnicas com a definição de sistemas, subsistemas e componentes do produto. São utilizadas ferramentas de projeto computacional, onde são especificadas tolerâncias mecânicas dos componentes e é gerada ao final a lista de materiais. Esta etapa é monitorada, sempre observando-se os recursos disponíveis em termos de máquinas e equipamentos. Os custos de produção são conferidos de maneira a satisfazer os objetivos do plano de projeto, e a equipe de projeto trabalha em conjunto com a equipe de produção para que se assegure que o produto será viabilizado através dos processos de fabricação disponíveis. Neste momento, são utilizadas ferramentas como o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Adjust*) visando a otimização do produto até que se atinja satisfatoriamente os requisitos do produto;
- d. Preparação para a produção: fase onde ocorre o *setup* da fábrica para adequar as máquinas, ferramentas e equipamentos para assegurar a produção do produto até a etapa de comercialização.

Neste modelo, uma vez que as entregas de cada etapa sejam consideradas satisfatórias e aprovadas através de um processo de avaliação de transição de fase chamado de “*gate*”, não há como voltar no estágio anterior para modificar qualquer aspecto. Qualquer alteração é realizada apenas de um plano de mudanças controlado, o qual garantirá que o impacto da mudança seja verificado e todos os participantes envolvidos no projeto sejam devidamente comunicados (ROZENFELD *et al.*, 2006). Esta característica rígida de estrutura do PDP é uma das dificuldades em aplicar os modelos tradicionais em ambientes de inovação como no caso da IoT, pois, em muitos dos casos é difícil obter informações concretas de como o novo produto ou tecnologia podem impactar os possíveis clientes, e até mesmo, se há de fato um público para o qual a solução proposta será aderente.

A última macrofase é a do pós-desenvolvimento, onde as atividades centrais são o acompanhamento sistemático e documentação das melhorias de produto

ocorridas durante o ciclo de vida (ROZENFELD *et al.*, 2006). As informações documentadas durante este período são utilizadas como aprendizado para reutilização em novos projetos de desenvolvimento. Também, é atribuído ao pós-desenvolvimento a retirada sistemática do produto do mercado, observando-se os requisitos de gestão do meio ambiente sejam considerados, fazendo o reuso, reciclagem, reutilização de partes ou material ou então o seu descarte (ROZENFELD *et al.*, 2006).

O Quadro 3, adaptado de Romano (2003), ilustra a comparação entre fases de desenvolvimento de produtos propostos por diferentes autores, em relação ao modelo de Rozenfeld *et al.* (2006). Pode-se observar que os modelos de desenvolvimento do tipo “*stage-gates*”, ou seja, em cascata, apresentam variações no particionamento das etapas do processo e outros aspectos que não serão discutidos nesta seção por não ser o objetivo deste trabalho. Observa-se ainda que o modelo de Rozenfeld *et al.* (2006) é o único dos modelos que apresenta a macrofase do pós desenvolvimento.

Para Rozenfeld *et al.* (2006), pode-se considerar que o processo de desenvolvimento de produto obteve sucesso quando o produto resultante foi bem aceito no mercado para o qual foi direcionado, quando trouxe a rentabilidade planejada e quando o produto contribuiu para o fortalecimento da marca, permitindo futuros lançamentos de produtos derivados.

Faria; Faria; Miarelli (2017) afirmam que os processos de desenvolvimento de produtos tradicionais mostram ineficazes para atender demandas de inovação disruptivas. Ou seja, onde há grau de inovação muito elevado, pois isto implica também em um elevado grau de incerteza sobre o que se conhece nos modelos tradicionais, como “voz do cliente”. As etapas iniciais encontradas nos modelos tradicionais de desenvolvimento de produtos geralmente consomem esforços bastante significativos no tempo de projeto e investimento financeiro em pesquisas de mercado para se obter as informações necessárias para o desenvolvimento de novos produtos. Sendo a IoT um novo paradigma de produtos e serviços, surge a necessidade de se buscar processos alternativos, que sejam mais flexíveis e dinâmicos para reduzir custos e riscos durante o processo, conforme veremos na seção 2.3.

2.3 ABORDAGEM LEAN STARTUP

Em geral, quando se trata de inovação disruptiva, são intrinsecamente relacionados modelos de negócios que são também baseados em incertezas e altos riscos. Denominadas de “*startups*”, estes empreendimentos servem como incubação de um modelo de negócios e podem eventualmente vir a assumir um formato de empresa com estruturas organizacionais e estratégias bem definidas.

De acordo com o relatório divulgado por ABstartups (2018), o perfil das *startups* brasileiras é basicamente constituído em cerca de 63% por equipes de até cinco pessoas, sendo que a grande parte, em torno de 76%, iniciou as suas atividades com fonte inicial de investimento a partir de reservas pessoais dos sócios. Entre as principais tecnologias utilizadas nas soluções das *startups* estão: *Analytics/Big Data* (36,89%), *Cloud* (23,09%), inteligência artificial (13,69%), Internet das Coisas (8,24%), seguidas por outras tecnologias.

A partir destes dados pode-se observar que parte significativa das tecnologias desenvolvidas por *startups* brasileiras estão centradas em torno do tema da internet das coisas e há, portanto, uma oportunidade de explorar o tema do desenvolvimento de produtos neste contexto. Nesta seção, será examinada a metodologia de desenvolvimento de produtos *Lean Startup*, ou ainda “*startup enxuta*”, que pode representar uma alternativa mais eficaz para a criação e validação de novos produtos e serviços dentro do contexto da internet das coisas.

O *Lean Startup* nasce como abordagem de desenvolvimento de produtos derivada da metodologia do “*Lean Manufacturing*”, ou também traduzido por “Produção Enxuta”, criada por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo na indústria automotiva da Toyota (RIES, 2011). Entre os principais elementos da filosofia Lean estão a redução de desperdícios no âmbito da produção, através de redução dos lotes de produção, o controle de estoque, reuso de conhecimento e criatividade dos funcionários e produção “*just in time*”. O *Lean Startup* é baseado no modelo do *customer development*, criado por Blank (2007). Porém, apresenta o acréscimo do conceito *Lean* no processo de desenvolvimento de clientes, através da validação das hipóteses de negócios por meio de protótipos, os quais são denominados de “Mínimo Produto Viável” (MVP: “*Minimum Viable Product*”) e são fornecidos aos

AUTORES	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS								
	PRÉ DESENVOLVIMENTO	DESENVOLVIMENTO					PÓS DESENVOLVIMENTO		
Rozenfeld (2006)	Planejamento estratégico de produtos e planejamento do projeto	Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto detalhado		Preparação para a produção	Lançamento do produto	Acompanhar produto/ processo	Descontinuar produto
Baxter (1998)	Especificação do projeto		Projeto Conceitual	Projeto de Configuração	Projeto Detalhado	Projeto para a fabricação			
Pahl & Beitz (1996)	Clarificação da Tarefa		Projeto Conceitual	Projeto Preliminar	Projeto Detalhado				
Ulrich & Eppinger (1995)	Desenvolvimento do Conceito			Projeto de Nível de Sistema	Projeto Detalhado	Teste e Melhorias	Produção e Lançamento		
Ullman (1992)	Planejamento (desenvolvimento da especificação)		Projeto Conceitual	Planejamento do produto (documentação)		Produção			
Back (1983)	Estudo de viabilidade			Projeto Preliminar	Projeto Detalhado, revisão e testes	Planejamento da produção	Planejamento de Marketing		

Quadro 3: Fases do desenvolvimento de produto segundo diversos autores, com relação às fases do modelo de Rozenfeld (2006)

FONTE: Adaptado de Romano (2003).

clientes. Os clientes por sua vez fornecem o *feedback* necessário para validar ou não a hipótese da solução desenvolvida pela startup (PINTO, 2015).

De acordo com Blank (2007), em qualquer empresa há a necessidade do desenvolvimento do cliente. Ou seja, a criação de clientes através da identificação de suas necessidades e buscar satisfazê-las através do teste de hipóteses. Em termos gerais, Blank (2007) propõe um modelo iterativo que visa o aprendizado e descoberta de clientes (ver figura 7).

O modelo de Blank (2007) é dividido em pesquisa (descoberta de clientes e validação de clientes) e execução (criação de clientes e construção da empresa):

- a. Descoberta de Clientes: encontrar onde estão os potenciais clientes para o seu produto e se o problema que se busca resolver é importante para eles. É importante destacar que a definição inicial do produto parte da empresa e não

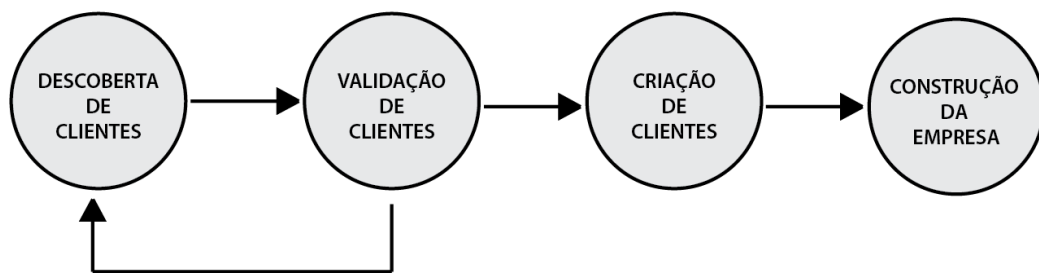


Figura 6: Modelo “Customer Development” proposto por Blank (2007)
 Fonte: Adaptado de Blank (2007).

do cliente. Cabe ao time de projeto identificar se há mercado e clientes para a visão do produto ou solução a ser desenvolvido;

- b. Validação de Clientes: o objetivo é construir um roteiro para um processo de vendas repetível, para que o time de vendas possa segui-lo mais tarde;
- c. Criação do Consumidor: o processo de criação de consumidores pode variar de acordo com a *startup*. Porém, o objetivo central desta etapa é criar demanda ao usuário final e direcioná-lo ao canal de vendas da empresa;
- d. Construção da Empresa: é a fase de transição da empresa *startup* na sua forma informal, e voltada ao aprendizado em uma empresa com uma

estrutura organizacional bem definida, com departamentos de vendas, marketing e desenvolvimento do negócio.

A ideia principal no modelo de desenvolvimento de clientes é evidenciar a necessidade de se iterar cada etapa em um processo de falhas, aprendizado e descobertas, permitindo testar as hipóteses e refinar o produto em cada uma delas, visando criar soluções mais coerentes com as necessidades reais dos clientes.

A definição de *Startup* trazida por Ries (2011), define que “uma *startup* é uma instituição humana projetada para desenvolver novos produtos e serviços sob condições de extrema incerteza”. O autor afirma ainda que “qualquer pessoa que esteja criando um produto ou negócio sob condições de extrema incerteza”, seja trabalhando em uma empresa, organização sem fins lucrativos ou organização governamental, é um empreendedor e, portanto, pode ser beneficiado pelas práticas do *Lean Startup* dentro do seu ambiente de negócios.

Segundo Ries (2011), as *startups* utilizam muitos tipos de inovação: descobertas científicas originais; criação de um novo modelo de negócios que libera um valor que não estava descoberto até então; novo uso para uma tecnologia existente ou então um incremento na qualidade dos serviços oferecidos ou produtos a um mercado que antes não eram plenamente atendidos.

O “pensamento enxuto”, define que o valor é o que de fato é percebido como tal pelo cliente, sendo o restante desperdício (RIES, 2011). No âmbito de produtos manufaturados, o valor percebido pelo cliente está relacionado com a qualidade com que este produto satisfaz às necessidades do cliente, não importando ao cliente a forma como ele é produzido ou montado. No contexto das *startups*, onde o modelo de negócios explora produtos ou serviços em que não se tem muito conhecimento sobre quem são os clientes e o que ele pode considerar como valor, há a necessidade de se ajustar a maneira como desenvolver a solução.

Um dos aspectos essenciais da metodologia *Lean Startup* é a priorização de “hipóteses de produtos” ao invés de “requisitos de produtos” (PINTO, 2015). Para aplicar este conceito, o modelo da *startup* enxuta estabelece o ciclo “Construir – Medir- Aprender”. O que diferencia o modelo de Ries (2011) para o modelo de Blank (2007), é que o processo iterativo envolve a construção do produto, no formato de

MVP, ao mesmo tempo em que ele é testado e validado com os clientes. O modelo é ilustrado na figura 7.

Conforme mostrado na figura 7, o modelo proposto por Ries (2011) é constituído pelos seguintes passos:

- a. Construir: a partir de uma hipótese levantada pela equipe de empreendedores, desenvolve-se um “Produto Mínimo Viável”, para que possam iniciar o ciclo de aprendizagem através do teste de hipóteses;
- b. Medir: os resultados são testados e avaliados junto aos clientes e o *feedback* é utilizado para melhoria do produto;

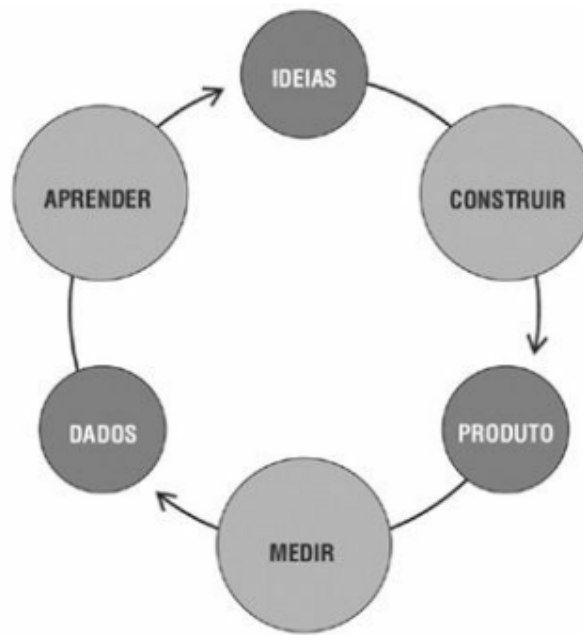


Figura 7: Modelo Lean Startup
FONTE: Ries (2011).

- c. Aprender: caso o *feedback* seja positivo, trabalha-se para seguir no processo de desenvolvimento com o conceito atual de produto. Caso o resultado avaliado pela equipe não seja satisfatório, pode-se utilizar as informações fornecidas pelos potenciais clientes para melhoria do produto e reiniciar o ciclo de “construir-medir-aprender”. Caso a equipe verifique que o produto ou solução pensada inicialmente não seja viável, pode-se realizar o que Ries

(2011) chama de “pivotar”. Ou seja, abandonar a “hipótese” original para fazer um novo planejamento de produto/hipótese e alterar a sua estratégia empresarial. De qualquer forma, os resultados do processo devem ser utilizados como aprendizado no processo de desenvolvimento de novos produtos pela *startup*. As investigações do eventual insucesso produzem novas ideias e assim surgem novas oportunidades para experimentações.

A descoberta e validação das reais necessidades dos clientes é esperada através do rápido *feedback* proporcionado pela interação dos consumidores com o produto ao longo do processo. Muitas vezes, construir o produto por completo pode envolver altos custos e, também, há o risco de se desenvolver produtos que não atendem de fato as necessidades dos clientes. É neste cenário que Ries (2011) traz o conceito do MVP, que tem a função de auxiliar o empreendedor a começar o processo de aprendizado do produto em relação a questões como padrões e requisitos técnicos de design, não tendo o enfoque apenas de um protótipo para validar um conceito (PINTO, 2015).

Os primeiros MVP's não devem ser muito elaborados. Deve-se buscar aprimorar a ideia ao longo do processo de iterações e testes com clientes. Ries (2011) apresenta que, qualquer trabalho adicional além do que foi requerido para iniciar a aprendizagem é desperdício, não importa a relevância que pareça ter inicialmente. Portanto, quando houver dúvida, deve-se sempre buscar manter o MVP o mais simples possível.

Apesar de haver muitas vezes o receio por parte dos empreendedores em relação aos problemas legais como a questão de propriedade intelectual sobre o registro de patentes e risco de ter a ideia do produto copiada por outra empresa com o usada estratégia do teste de hipóteses através do MVP, segundo Ries (2011), a metodologia de rápido aprendizado proporcionado pelo *Lean Startup* representa a única maneira de uma *startup* evoluir para um modelo de negócio consolidado. O que torna este modelo mais adequado à *startups* é justamente o seu número reduzido de clientes e sem muita exposição da marca no mercado, permitindo que estas consigam maior flexibilidade e agilidade do que empresas tradicionais com modelos de negócios já consolidados.

2.4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PDP TRADICIONAL E O *LEAN STARTUP*

Os modelos de desenvolvimento de produtos tradicionais representam um conjunto de ferramentas e etapas sistematizadas, que permitem às empresas desenvolverem produtos segundo padrões estipulados. Os padrões podem ser ajustados aos setores industriais ou organizações, podendo apresentar diferentes números de atividades e de pontos de tomada de decisão em seu PDP (PINTO, 2015).

O processo de desenvolvimento de produtos na visão *Lean Startup* consiste em desenvolver um negócio viável cujos produtos criados são resultados de das estratégias adotadas (FAGUNDES; RODRIGUES; 2012). O objetivo a ser buscado é “descobrir a coisa certa a ser criada”, a qual os clientes tem interesse e pela qual estão dispostos a pagar, o mais rápido possível. Baseando-se no conceito de aprendizagem validada, o modelo *Lean Startup* prioriza a demonstração empírica sobre hipóteses e perspectivas de negócios presentes e futuras. Na concepção de Ries (2011), o principal foco dos empreendedores deve ser o de minimizar o tempo total gasto no desenvolvimento de um produto e obter uma “aprendizagem validada” através da utilização do *framework* “construir-medir-aprender”.

Conforme é possível notar, a primeira forma de desenvolver produtos é aderente à empresas com modelos de negócio consolidados e com menor grau de novidade em relação aos produtos ofertados. Já, no caso de *startups* o modelo de negócios é inserido em um contexto de inovação e constantes mudanças tecnológicas e a adoção de um modelo de referência para o desenvolvimento de produtos é ainda mais crítico (PINTO, 2015).

O ambiente de IoT pode se constituir em enormes desafios para o modelo de negócios à medida em que as tecnologias envolvidas permitem o desenvolvimento de soluções que podem afetar enormemente a maneira com que os clientes percebem e utilizam os produtos. Desta maneira, não somente *startups* mas também qualquer empresa que esteja buscando implantar soluções de IoT, deve buscar adotar um modelo que seja mais aderente à este contexto, pois segundo Pinto (2015), a correta estruturação de um PDP afeta diretamente a estratégia da empresa

e o modelo de negócio afeta o desenvolvimento do produto, contribuindo para a sobrevivência de uma empresa. Dadas estas considerações, será abordada na seção 2.5 uma abordagem para buscar priorizar as interfaces e experiência de usuário ao utilizar produtos e serviços conectados à internet.

2.5 UX DESIGN NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE IOT

A definição mais ampla de “*User Experience Design*” (*UX Design*) ou “Design Para a Experiência de Usuário” consiste na criação e sincronização de elementos que afetam a experiência dos usuários de um produto, com a intenção de influenciar nas suas percepções e comportamentos (UNGER; CHANDLER, 2009). Os elementos podem ser tácteis, audíveis ou até mesmo olfativos. Isto pode incluir tanto interações em que o usuário precisa ter através do manuseio físico de um produto, como também por exemplo, interfaces gráficas digitais (*websites* e aplicativos para *smartphone*).

Atualmente, o termo *UX Design* vem ganhando grande importância no projeto de concepção de produtos pois as empresas necessitam atender cada vez mais exigências em relação à qualidade e satisfação que os produtos devem proporcionar aos seus compradores nas diversas etapas de experiência de consumo (SOUZA; BERTOMEU, 2015). Diante disto, é interessante trazer esta abordagem de maneira a contribuir como ferramenta à metodologia de desenvolvimento de produtos *Lean Startup*, principalmente, na estruturação de sistemas de produtos e serviços baseados na internet das coisas.

Com o aumento da computação pessoal na década de 80 e mais tarde, com o advento da internet, as interfaces gráficas, ciência cognitiva e os projetos focados nos usuários tornaram-se a base para o estudo do que ficou conhecido como “interação humano-computador”. Estes avanços possibilitaram tornar os computadores mais acessíveis à uma enorme massa da população, e como consequência houve necessidade de se buscar otimizar o seu uso no desenvolvimento de produtos (SOUZA; BERTOMEU, 2015).

O projeto de experiência de usuário é constituído por um conjunto de fatores que proporcionam experiência do usuário. Entre elas tem-se: arquitetura de

informação; design de interação; design de comunicação; design industrial e fatores humanos.

Conforme abordado na seção 2.1, a internet das coisas refere-se a um conjunto de objetos conectados, com capacidades de sensoriamento e de processamento cada vez maiores. O desafio de projetar produtos para IoT consiste em atender todos os requisitos de multi-plataforma, trabalhar com as limitações das tecnologias existentes e compreender a complexidade do serviço que o produto deve atender (ROWLAND *et al.*, 2015). Quando se trata de IoT, deve-se preocupar não apenas com o dispositivo eletrônico que deve ser projetado, mas também com a criticidade dos serviços oferecidos através deles.

Para Rowland *et al.* (2015), os pontos de maior destaque em um projeto de produto para IoT, devem considerar a forma assíncrona com que ocorre a comunicação entre os dispositivos, devido à existência multiplataforma de software de controle dos dispositivos e a forma com que os dispositivos estão conectados à internet. Deve-se considerar a latência na comunicação como critérios para determinar a arquitetura dos serviços oferecidos e também assegurar a interoperabilidade do sistema. Outro ponto levantado pelos autores é a questão da eficiência energética dos dispositivos, pois devem ser otimizados para superar as limitações tecnológicas das baterias dos dispositivos. A IoT abre possibilidades para um novo mundo de interações pois permite aos usuários programar os dispositivos para agir no futuro e remotamente, o que acaba provocando questões como a segurança do fluxo de informações através da internet (ROWLAND *et al.*, 2015).

Rowland *et al.* (2015), destacam dois aspectos mais tangíveis aos usuários no projeto de design de produtos de IoT:

- a. Design de Interface de Usuário: design do *layout* da forma com que o usuário interage com o dispositivo, seja através de telas, por meio de áudio ou por meios hápticos;
- b. Design industrial do hardware físico: o conceito do produto físico do dispositivo propriamente dito.

A proposta de Rowland *et al.* (2015), é a de que um produto de IoT deve maximizar a experiência do usuário, de maneira consistente em vários níveis do

projeto. A figura 8 representa o modelo conceitual de Rowland *et al.* (2015), mostrando os elementos de projeto, do mais visível ao menos invisível aos usuários. Um produto de IoT deve considerar um projeto integrado em todas as camadas apresentadas, para que ele de fato seja consistente na entrega experiência de usuário. Dependendo do tipo de produto, algumas das camadas podem demandar mais tempo de projeto do que outras (ROWLAND *et al.*, 2015).

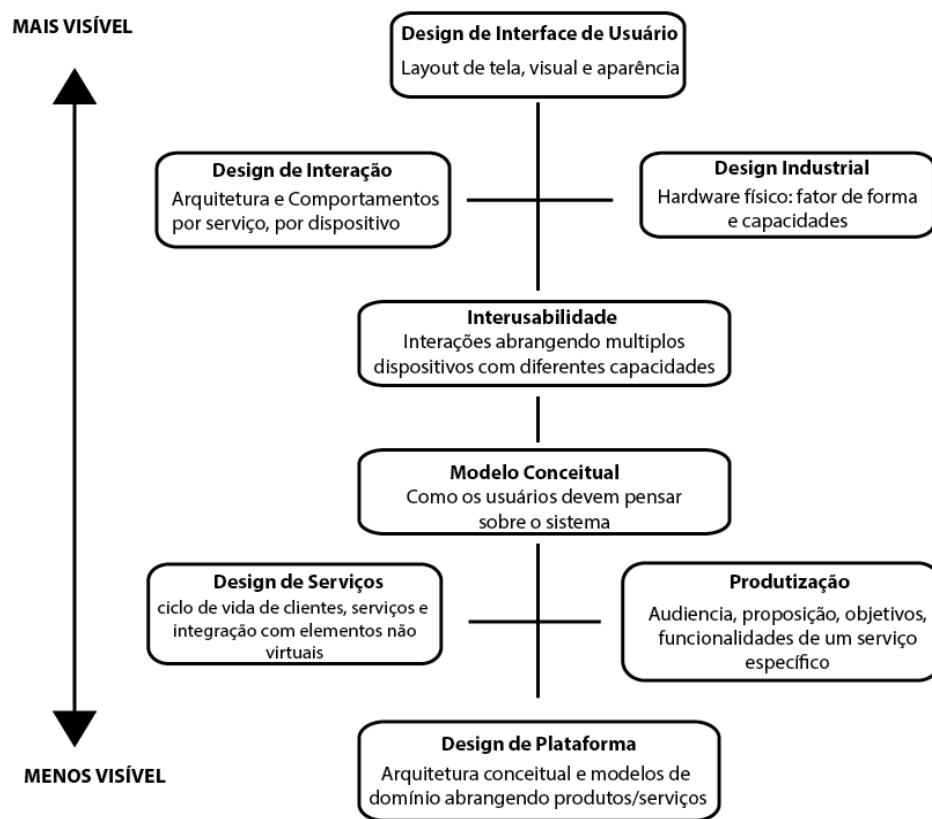


Figura 8: Aspectos de design de um produto de IoT
Fonte: Adaptado de Rowland *et al.* (2015).

No contexto da IoT, há a necessidade de comunicar claramente a “proposição de valor” do produto ao cliente. Ou seja, o valor que o produto entrega ao usuário, não apenas pelo fato de o produto estar conectado à internet, mas pela capacidade de ampliar a maneira com que o usuário interage e controla o ambiente ao seu redor. ROWLAND *et al.* (2015), destacam que quanto mais funcionalidades um dispositivo oferecer ao usuário, maior será o esforço necessário pela empresa em

ajudar os usuários a entenderem o valor do produto, e também, dificultará o acesso aos recursos que de fato demandam. Desta maneira, um bom produto de IoT deve equilibrar o custo e esforço que o usuário empreende ao utilizar o produto e acessar as suas funcionalidades em contrapartida ao valor que ele o entrega.

De forma a sistematizar o processo de criação de produtos e maximizar a qualidade da experiência dos usuários, existem diversos modelos de referência. Um dos modelos é o de Garret (2011), que divide o projeto de experiência de usuário em cinco camadas, nas quais as decisões a serem tomadas tornam-se mais concretas nas etapas mais superiores (SOUZA; BERTOMEU, 2015):

- a. Plano de Estratégia: nesta fase são definidas as necessidades dos usuários e os objetivos a serem alcançados nas etapas superiores. Os objetivos necessitam estar em concordância com as iniciativas estratégicas da empresa. Uma vez definidos os objetivos, é necessário realizar a coleta dos requisitos de usuários. Uma das ferramentas que podem ser utilizadas para implementar a coleta de informações é realizar pesquisa baseada em grupos de usuários, que, posteriormente são agregados em diferentes “personas”. As “personas” descrevem personagens fictícios construídos a partir da síntese de comportamentos observados. A descrição das “*personas*” contém um conjunto de informações do perfil de um grupo de usuários que apresenta características comuns de expectativas, necessidades, desejos e motivações. Estas informações servem para guiar a tomada de decisões importantes durante o processo de projeto e auxiliam a manter o foco dos usuários reais do produto devido ao grande volume de informações coletadas ao longo das pesquisas;
- b. Plano de Escopo: nesta etapa, as necessidades dos usuários e os objetivos do produto devem ser traduzidos em requisitos específicos de conteúdo e funcionalidades que o mesmo deverá apresentar. Os requisitos de usuários correspondem às suas necessidades. Já os requisitos funcionais dizem respeito às características que o produto deve apresentar para atender as demandas dos usuários;
- c. Plano de Estrutura: esta fase corresponde à implementação de uma estrutura conceitual de como os requisitos irão relacionar-se, dividindo-se em duas

partes: arquitetura da informação e *design* de interação. A arquitetura da informação é uma forma de estruturar, ordenar e agrupar informação. O *design* de interação implementa a maneira com que o sistema responde às ações do usuário;

d. Plano do Esqueleto: nesta fase o plano de estrutura é aperfeiçoado, focando-se em aspectos mais específicos de interface, design de navegação e design de informação. Garrett (2011) destaca nesta etapa a importância de utilização de metáforas que representam a experiência das pessoas com o mundo real e convenções já amplamente utilizadas visando obter melhor interação do usuário com a interface;

e. Superfície: neste estágio é projetado o design sensorial, ou seja, as características com as quais os usuários irão interagir em primeiro plano com o produto. O conjunto de conteúdo, funcionalidade e estética conclui o projeto que agrada os sentidos e, simultaneamente, cumpre as metas estipuladas nos estágios anteriores.

Garrett (2011) aponta que ferramentas de pesquisa como “*surveys*”, entrevistas e grupos focais são mais adequados para capturar informações sobre atitudes gerais e percepções dos usuários. Outra forma de se obter informações, é aplicar testes de campo, pois são mais adequados para entender aspectos específicos do comportamento e interação dos usuários com o produto.

Após a realização de pesquisa de usuários, Garrett (2011) sugere a criação de *personas*, para auxiliar a segmentar o público em grupos menores para agregá-los em necessidades comuns. Muitas vezes esta segmentação é criada baseada em critérios demográficos, como faixa etária, nível de educação, gênero, entre outros aspectos. As *personas* podem também serem segmentadas de acordo com critérios psicográficos, descrevendo comportamentos e percepções comuns. Garrett (2011) argumenta que traduzir os usuários em grupos de “*personas*”, dando uma identidade fictícia para cada uma, de acordo com características e necessidades semelhantes, auxilia a equipe de projeto a manter os usuários em mente ao longo de todo o processo de desenvolvimento do produto.

Dentro do contexto de projeto de produtos, há também a necessidade de se prototipar partes mais críticas do projeto como artefato para validar a solução proposta. De acordo com a definição de Rowland *et al.* (2015), protótipos são modelos experimentais fabricados para responder perguntas à respeito do projeto, ajudando a concentrar esforços em aspectos que agregam valor ao produto.

Rowland *et al.* (2015) argumentam que prototipar produtos e serviços conectados, como é o caso da internet das coisas, pode demandar bastante tempo e mais habilidades técnicas do que outros tipos de dispositivos eletrônicos. O desafio no projeto de produtos para IoT é conseguir desenvolver protótipos simples porém eficientes o suficiente para realizar a prova de conceito do produto. Diante destes fatos, Rowland *et al.* (2015) propõem as seguintes maneiras de se prototipar produtos e serviços baseados em IoT:

- a. Colagens: representação por meio de desenhos e esboços do produto, bem como o mapeamento do inter-relacionamento dos sistemas envolvidos, plataformas e infraestruturas. A intenção do uso desta ferramenta é apresentar um conceito aberto a mudanças e servir como ponte para discussões sobre quais elementos manter, quais retirar do projeto, gerar novas ideias e explorar quais tipos de produtos fariam sentido para o usuário, sem, no entanto, gastar muito tempo nesta etapa se preocupando com detalhes;
- b. Protótipos, ou “*mockups*”, elaborados a partir de recortes de imagens e pôsteres: permitem a visualizar o relacionamento entre produtos, serviços, ambientes e sistemas, condensando interações complexas e sistemas em uma única imagem que representa ambos os problemas e possibilidades;
- c. Histórias em quadrinhos: apresenta a vantagem de comunicar conceitos ainda em estágio inicial de desenvolvimento, permitindo mesclar múltiplas formas de comunicação gráfica de maneira eficaz;
- d. Prototipagem em vídeo: este tipo de ferramenta permite demonstrar com maior fidelidade, um conceito “em ação”. Diferentemente de vídeos de conceito de produto, objetivo da prototipagem através de vídeo é apresentar um conceito de maneira rápida, sem necessidade de elementos gráficos muito

sofisticados. Para os autores, a prototipagem em vídeo consiste em uma das principais ferramentas de prototipagem quando considera-se o desenvolvimento de produtos e serviços de IoT em especial, pois representa mais fielmente as interações sensoriais envolvidas, uma vez que atividades envolvendo interfaces gestuais e movimentos são complexos de expressar apenas através de imagens estáticas.

Além dos fatores de projeto relatados nesta seção, há outro elemento importante que pode afetar a experiência do usuário, que diz respeito à segurança e proteção dos usuários ao utilizarem produtos de IoT, uma vez que toda a conectividade presente nestes dispositivos pode introduzir ameaças reais à integridade e roubo de dados. Este assunto, por ser de complexidade e extensão bastante vasta, não será aprofundado neste trabalho. Porém, há algumas técnicas de projeto que podem ser agregadas para reduzir estes riscos, conforme será abordado na seção 2.5.

2.5 SEGURANÇA EM DISPOSITIVOS DE IOT

Todo dispositivo de IoT consiste essencialmente em *hardware* e *software* que são projetados para executar tarefas específicas e são denominados de sistemas embarcados. Estes, variam de acordo com cada tipo de produto, que podem ir desde a pequenos sistemas de único microprocessador a sistemas com múltiplos processadores (IPA, 2010). Na parte de *hardware* pode-se encontrar diversos dispositivos físicos tais como circuitos integrados, microcontroladores, sensores, displays, entre outros. Na camada de *software* tem-se a programação que é gravada nestes dispositivos para executar as tarefas para as quais sistema é projetado.

Por conta do crescente uso de dispositivos conectados à internet, o número de ataques cibernéticos a estes dispositivos aumentou consideravelmente e, portanto, surge a necessidade de que os projetistas adotem medidas para aumentar segurança destes dispositivos, sistemas e usuários durante as etapas de desenvolvimento do projeto (IPA, 2010).

De modo propor formas de tornar dispositivos eletrônicos de IoT mais seguros, IPA (2010) sugere uma arquitetura de segurança para sistemas embarcados baseada três pilares:

- a. Confidencialidade: prevenir que informações confidenciais de usuários sejam acessíveis à indivíduos não autorizados;
- b. Integridade: prevenir que dados sejam modificados sem serem detectados enquanto dados são processados, armazenados ou transmitidos;
- c. Disponibilidade: assegurar que a informação dos usuários fique disponível aos indivíduos quando for solicitado.

De acordo com IPA (2010), ataques contra sistemas embarcados podem ser por meio de interfaces físicas, interfaces lógicas ou aplicando engenharia reversa em placas eletrônicas. Alguns tipos principais de ataques são identificados no Quadro 4. IPA (2010) apresenta no Quadro 5 e 6 uma análise dos principais tipos de ataques em sistemas embarcados e propõe medidas protetivas baseadas de acordo com os três pilares de segurança.

ITEM	CARACTERÍSTICAS
Spoofting	O ataque ocorre através de falsificação de identidade de usuários acessando outros computadores.
Adulteração de Dados	Falsificar dados para alterar a integridade dos dados.
Negação	Ocorre quando não há controle de rastreamento de usuários, permitindo que usuários mal-intencionados ganhem controle sobre um sistema com escalação de privilégios ou pratiquem ataques DoS.
Divulgação de Informações	Divulgar informações de indivíduos à pessoas que não deveriam ter acesso à elas.
DoS	“ <i>Denial of Service</i> ”: negação acesso de usuários a servidores e serviços.
Escalação de Privilégios	Usuários sem privilégio de acesso à informação ganhando acesso a privilégios para obter informações restritas ou outro tipo de ações que possam comprometer pessoas ou sistemas.

Quadro 4: Principais tipos de ataques cibernéticos

Fonte: Adaptado de Matsumoto (2016).

IPA (2010) destaca também que é importante que a equipe de projeto tenha cuidado na escolha da estratégia de desenvolvimento de *hardware*. Muitas vezes, utiliza-se em um projeto de dispositivo eletrônico a prática de se desenvolver placas eletrônicas a partir do zero e construir plataformas de desenvolvimento customizadas para cada tipo de projeto. Em outros casos, são utilizadas placas de desenvolvimento criadas pelos fabricantes dos componentes eletrônicos como base para que possam desenvolver a sua própria customização. Esta estratégia auxilia na redução do tempo de desenvolvimento e tornam alguns procedimentos de testes mais fáceis. Entretanto, isto nem sempre é adequado em termos de favorecer robustez da segurança dos dispositivos pois a utilização de placas fornecidas por fabricantes em um produto final pode abrir espaço por exemplo, para vulnerabilidades de ataques por sondagem (“*probing attack*”).

Como forma de reduzir a probabilidade de ataques físicos em placas eletrônicas, IPA (2010) sugere a adoção das seguintes práticas no projeto:

- a. Tornar o projeto da placa eletrônica complexo de ser sondada por meios físicos, de modo a dificultar a possibilidade de se interceptar dados;
- b. Para dispositivos que trabalham com dados altamente confidenciais, utilizar encapsulamento BGA (*Ball Grid Array*) ou outra estratégia do tipo, de maneira a dificultar os ataques físicos do tipo “*probing attack*”;
- c. Desenvolver mecanismos para deletar automaticamente informações confidenciais quando o sistema detectar a abertura forçada de um compartimento do equipamento eletrônico;
- d. Emitir alertas *online* quando o sistema detectar tentativas de abertura forçada de algum compartimento do equipamento ou quando identificar uma tentativa de remoção de memórias ou discos de armazenamento de dados;
- e. Após a montagem das placas eletrônicas, cobrir os circuitos integrados da placa com substâncias químicas ou com proteções.

Também, deve-se dar atenção ao desenvolvimento de *software*, uma vez que a arquitetura de *software* é selecionada a partir do *hardware*. Neste sentido IPA (2010) recomenda que, no caso de uso de *softwares* de sistemas operacionais, sejam

utilizados de fornecedores que apresentem períodos de suporte de atualizações longas, de maneira a tornar mais seguros contra ataques ao longo do ciclo de vida do produto. Também, é recomendado que sejam implementados mecanismos de detecção de falhas como por exemplo, as causadas por ataques “DoS” (*Denial of Service*), fazendo automaticamente recuperar o sistema e reiniciar quando necessário, além de alertar o usuário sobre uma falha, através de *display* e/ou através da internet.

		CONFIDENCIALIDADE		INTEGRIDADE		DISPONIBILIDADE	
		AMEAÇAS	MEDIDAS	AMEAÇAS	MEDIDAS	AMEAÇAS	MEDIDAS
HARWARE	MEMÓRIA	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Probing attack</i> • <i>Side channel attack</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Criptografia de dados • Aplicar medidas <i>anti-tamper</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Adulteração de dados • Destruição de dados 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar medidas <i>anti-tamper</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ataques DoS por conta de perda de integridade 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar medidas <i>anti-tamper</i>
	CPU						
	BARRAMENTOS						
	DISPOSITIVOS PERIFÉRICOS						
	INTERFACES FÍSICAS					<ul style="list-style-type: none"> • Ataques DoS por conta de monopolização de largura de banda e/ou processamento de energia 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar filtragem, <i>logging</i> e monopolização de recursos

Quadro 5: Pilares de segurança aplicados na prevenção de ataques em sistemas embarcados aplicados à nível de hardware

Fonte: Adaptado de IPA (2010).

		CONFIDENCIALIDADE		INTEGRIDADE		DISPONIBILIDADE	
		AMEAÇAS	MEDIDAS	AMEAÇAS	MEDIDAS	AMEAÇAS	MEDIDAS
SOFTWARE	INTERFACES LÓGICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Ataque por <i>spoofing</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Autenticação de acesso de usuários e servidores 	<ul style="list-style-type: none"> • Modificação de dados durante transmissão 	<ul style="list-style-type: none"> • Assinatura de dados 	<ul style="list-style-type: none"> • Ataque DoS 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtragem
		<ul style="list-style-type: none"> • Interceptação de dados durante transmissão 	<ul style="list-style-type: none"> • Criptografar comunicação 				
	APLICATIVOS ADD-ON	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de <i>softwares</i> maliciosos • Escalação de privilégios 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas contra vulnerabilidade • Verificação de certificados digitais 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso e alteração de software não autorizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas contra vulnerabilidade • Logging: Acumular/ analisar estatísticas do número de ataques para identificar a fonte do ataque em caso de invasão 	<ul style="list-style-type: none"> • Ataques DoS 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtragem • Medidas contra vulnerabilidade • <i>Logging</i>
	APLICAÇÕES E BIBLIOTECAS DE TERCEIROS	<ul style="list-style-type: none"> • Escalação de privilégio de acesso • Rastreamento do funcionamento das configurações do <i>software</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Criptografar comunicação 				
SISTEMAS OPERACIONAIS / DRIVERS	<ul style="list-style-type: none"> • Escalação de privilégios de acesso 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas contra vulnerabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Escalação de privilégio de acesso 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas contra vulnerabilidade • <i>Logging</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ataque DoS 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas contra vulnerabilidade • <i>Logging</i> 	

Quadro 6: Pilares de segurança aplicados na prevenção de ataques em sistemas embarcados aplicados à nível de *software*

Fonte: Adaptado de IPA (2010).

Há situações em que uma eventual vulnerabilidade em um dispositivo de IoT seja descoberta apenas quando estiver já nas mãos do usuário. Prevendo estas possíveis situações, IPA (2010) sugere que a empresa forneça um manual de consulta para auxiliar os usuários como proceder caso ocorram falhas e também os instrua a como proteger dados armazenados no equipamento, como por exemplo, criando senhas seguras. É, também, importante alertar o usuário quanto aos danos que podem ser causados caso não siga as instruções de segurança de uso do equipamento, tais como roubo e perda de dados.

2.6 CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE

O tema da internet das coisas é bastante atual, e apesar de o conceito existir há bastante tempo, ainda representa grandes desafios quando se trata de segurança dos usuários e de desenvolvimento de produtos, por conta das incertezas relacionadas à inovação e dos impactos no modelo de negócios das empresas. Diante destes fatos, é importante discutir e propor medidas para que o projeto de produtos com tecnologia de IoT atinjam níveis de segurança cibernética adequados, com redução de incertezas em relação às necessidades dos clientes, desperdícios de tempo e investimento financeiro no projeto. No capítulo 3 serão elencadas algumas proposições que podem ajudar a projetistas iniciantes no tema a desenvolverem uma visão mais clara em relação às práticas que podem beneficiar as empresas na configuração de novos produtos para o cenário da IoT.

3 PROPOSIÇÕES PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS VOLTADOS À INTERNET DAS COISAS

No desenvolvimento de produtos, geralmente, são utilizadas algumas técnicas para assegurar a qualidade de certos atributos específicos de um projeto. Como o desenvolvimento de produtos em IoT envolve uma integração entre dispositivos e usuários, há a necessidade de se desenvolver uma visão mais holística quanto a práticas que venham a maximizar a qualidade desses produtos. No desenvolvimento de produtos, tradicionalmente se utilizam algumas ferramentas do que é denominado DFX (“*Design for X*”). Ou seja, “design para algum aspecto X”, e consistem em bases de conhecimento com o objetivo de projetar produtos que maximizem características como qualidade, confiabilidade, serviços, segurança, meio ambiente, usuários por exemplo (ROZENFELD *et al.*, 2006). Estas abordagens podem ser apresentadas na forma de procedimentos ou um conjunto de regras e diretrizes.

No caso de produtos de IoT, Radziwill e Benton (2017) identificam que há lacunas na formatação de práticas de DFX em três áreas principais:

1. Usuários: proteger a privacidade de usuários; aumentar a aprendizagem, do ponto de vista de indivíduos; expandir a percepção dos projetistas a respeito das interações dos usuários com as interfaces dos produtos;
2. Custos: desenvolver produtos mais rapidamente, com mais qualidade e permitir tomada de decisões a partir de dados de IoT para implantar efetivamente em estratégias de gerenciamento de dados; permitir rastreamento de fonte dos dados e evolução computacional de produtos para reduzir custos de ciclo de vida dos produtos;
3. Eficiência: aumentar a vida útil das baterias; tornar os dispositivos autossuficientes na geração da própria energia elétrica; otimizar a transmissão dos dados através da internet; gerenciar o espectro de transmissão de radio-frequência; utilizar DFX no contexto de *Lean Design* para endereçar melhor restrições de recursos.

Com base nestes aspectos e o referencial teórico discutido nos Capítulos 1 e 2, pretende-se lançar luz sobre algumas possíveis ferramentas e práticas que podem ser aplicadas no contexto do desenvolvimento de produtos em IoT para melhorar a qualidade dos produtos e reduzir desperdícios. Não é o objetivo deste trabalho esgotar o tema de “boas práticas” de desenvolvimento de produto aplicadas à IoT. Espera-se, no entanto, elencar um conjunto de proposições que possam contribuir para minimizar algumas das lacunas apontadas por Radziwill e Benton (2017), relacionadas à redução de desperdícios no PDP e de proporcionar maior aproximação entre os potenciais clientes e as empresas.

3.1 PROPOSIÇÃO I: UTILIZAR MÉTODO ENXUTO DE PDP

A partir do que foi analisado nos Capítulos 1 e 2, torna-se possível identificar que, durante o processo de desenvolvimento de produtos tradicional, nas etapas que compreendem desde a fase de planejamento de produto até a fase de detalhamento envolvem custos elevados e não há flexibilidade quanto a alterações no projeto ao longo do ciclo de desenvolvimento. Adicionalmente, é mostrado que:

- a. Um projeto de IoT envolve fatores intangíveis no uso e propósito do produto e extrair estas informações é dificultado nas abordagens tradicionais de processos de desenvolvimento de produtos;
- b. O desenvolvimento de soluções em IoT envolve altos investimentos financeiros de pesquisa e desenvolvimento e requer equipes altamente especializadas;
- c. Dada a complexidade da arquitetura dos diferentes sistemas há o risco de se tomar decisões inadequadas na escolha da infraestrutura de IoT para o cenário de aplicação.

Desta maneira, **sugere-se que para o desenvolvimento de um produto em IoT, utilize-se como metodologia de desenvolvimento de produtos, o modelo *Lean Startup*** abordada na seção 2.3 como alternativa para capturar os elementos intangíveis ao uso do produto. Utilizando-se estes elementos espera-se:

- a. Detectar falhas nas concepções do modelo de negócios e da arquitetura de IoT já no início do desenvolvimento;

- b.Reduzir desperdício de recursos financeiros com a criação do mínimo produto viável como ferramenta para obter rápido *feedback* do mercado;
- c.Acelerar o processo de desenvolvimento e amadurecimento do produto para uma versão final mais consistente com as necessidades dos clientes.

3.2 PROPOSIÇÃO II: PROTOTIPAGEM RÁPIDA COMO FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO DE MÍNIMO PRODUTO VIÁVEL EM IOT

Conforme abordado no Capítulo 2, geralmente soluções em IoT podem demandar bastante tempo para serem desenvolvidas. Para se evitar de desenvolver soluções que não criam valor ao cliente, ou seja, que não irão resolver problemas reais dos usuários, seria interessante que fosse possível abstrair passos mais complexos do desenvolvimento e buscar antecipar o quanto antes a participação do usuário com o desenvolvimento do produto. Uma estratégia de desenvolvimento de produto que pode ser adotada no cenário da IoT implica em estabelecer interação entre usuários e o produto o quanto antes. Na metodologia *Lean Startup* é desenvolvido o conceito do Mínimo Produto Viável, que pode consistir inicialmente, em um artefato que retrate o contexto e utilização do produto a ser testado com uma gama reduzida de clientes. **Para criar o primeiro MVP, sugere-se que sejam utilizadas as seguintes ferramentas de *UX Design*:**

- a.Prototipagem digital através do desenho dos dispositivos em software CAD;
- b.Prototipagem através da criação de recortes de imagens: podem ser utilizados como recursos para ilustrar a interação entre usuários e dispositivos, criando histórias que retratem um cenário hipotético onde o dispositivo é utilizado e quais são os resultados esperados destas interações;
- c.Prototipagem em vídeo: em casos em que cenário de aplicação do produto apresente interações complexas, é mais adequado criar vídeos que podem ser produzidos a partir de filmagens reais de ambientes ou obtidos através de simulação virtual. Porém, mantendo-se em mente que o objetivo é sempre acelerar o processo de desenvolvimento.

A partir do momento em que se pode obter os primeiros *feedbacks* dos protótipos genéricos desenvolvidos pelas técnicas descritas, pode-se iniciar a prototipagem do *hardware* dos dispositivos utilizando placas de desenvolvimento como *Arduino*, *Raspberry pi*, *Beagle Bone Black*, entre outras ferramentas de prototipagem de *hardware*. Estas ferramentas são configuradas para prototipagem rápida de *hardware* e podem ser utilizadas para realizar a prova de conceito, como um segundo passo em direção à versão final do produto. Uma vez que o produto esteja bem definido, pode-se buscar outras alternativas mais sofisticadas como desenvolver *hardware* próprio e buscar parceiros para desenvolvimento de bibliotecas de *software* que assegurem maior confiabilidade ao projeto, caso isto se faça necessário. Com esta prática, espera-se reduzir custos com protótipos e otimizar o tempo de desenvolvimento do projeto de IoT, levando-se em conta um longo ciclo de vida de produto esperado para este tipo de produtos.

3.3 PROPOSIÇÃO III: UTILIZAR ELEMENTOS DE UX DESIGN COMO MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO DE FATORES HUMANOS NA USABILIDADE DE DISPOSITIVOS DE IOT

Conforme abordado na seção 2.2, os métodos tradicionais de desenvolvimento de produtos apresentam nas etapas iniciais, fases como a de planejamento de produto, planejamento de projeto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado. Foi abordado também a questão de que nos modelos tradicionais o usuário pouco participa ao longo de todo o processo de desenvolvimento do produto e isto pode ser um fator crítico para o sucesso de projetos inovadores que envolvam IoT. Desta maneira, como forma de priorizar fatores relacionados à experiência do usuário com os produtos e serviços de IoT, sugere-se agregar metodologias de *UX Design*. Há diversas abordagens que tratam deste tema e cada tipo de produto de IoT pode necessitar de um enfoque diferente. No entanto, observa-se que, de modo semelhante às ferramentas utilizadas nas etapas de projeto informacional nos modelos tradicionais de PDP, há na metodologia de *UX Design* de Garrett (2011), a sugestão de realização de pesquisa de mercado através de questionários, grupos focais e entrevistas. Garrett (2011) sugere adicionalmente que, após a coleta dos dados, os usuários sejam agrupados de acordo com critérios demográficos e

psicográficos, como forma de servirem como constantes lembretes para a validação de ideias e resolução de conflitos durante o processo de desenvolvimento do projeto. **Portanto, como forma de assegurar que o produto de IoT consiga proporcionar um conjunto de elementos que venham atender critérios intangíveis na utilização dos dispositivos, sugere-se a adoção/adaptação do método de criação de UX Design de Garrett (2011) como ferramenta dentro da metodologia *Lean Startup* para a criação e avaliação do MVP.**

Entre as medidas a serem consideradas em um produto de IoT que podem favorecer a usabilidade dos dispositivos, encontram-se:

- a. O projeto de dispositivos eletrônicos de IoT, sejam eles sensores, atuadores ou outros tipos, devem ser desenvolvidos de modo a exigir do usuário um menor esforço possível de atenção e de tempo gasto para configurar os dispositivos para a sua conexão à internet;
- b. As interfaces de usuário devem informar o *status* de conexão dos dispositivos à rede e possam comunicar de alguma maneira algum tipo de falha;
- c. Deve-se buscar projetar interfaces de aplicativos que sejam personalizáveis, visando proporcionar maior liberdade para que o usuário configure de acordo com as suas preferências e necessidades de acessibilidade;
- d. Deve-se analisar o ambiente em que o dispositivo irá operar para assim poder determinar quais alternativas de interface serão mais adequadas. Ambientes ruidosos por exemplo, não são adequados para utilizar interfaces por comando de voz ou *feedback* por áudio;
- e. Deve-se buscar manter a interface o mais simples possível buscando-se reduzir custos com *hardware* e, também, transferir ajustes e configurações mais complexas para aplicativos em outros dispositivos conectados à rede.

3.4 PROPOSIÇÃO IV: DESIGN PARA SEGURANÇA E PROTEÇÃO DE SISTEMAS

De acordo com o que foi abordado na seção 2.5 sobre segurança contra ataques à dispositivos de IoT, pode-se observar que quanto mais cedo forem implementadas no projeto medidas de segurança, mais seguros se tornam os

dispositivos. Por conta de diversos riscos à integridade da informação e de proteção dos usuários, **sugere-se que em um projeto de dispositivo de IoT sejam utilizados os pilares de segurança apresentados: confidencialidade, integridade e disponibilidade.** Com isto, espera-se que os usuários tenham maior segurança em relação à sua privacidade e proteção ao conectarem os dispositivos de IoT em uma rede de internet e desta forma, isto possa também favorecer a adoção destas tecnologias por empresas e usuários mais conservadores.

O desafio de se adotar e implementar medidas de segurança tem o contraponto de aumentar o tempo de desenvolvimento e, em muitos casos, o custo do projeto. Porém, conforme será tratado na seção 3.5, deve-se buscar introduzir o desenvolvimento de tais requisitos de maneira gradual, a partir do momento em que o projeto evolui de um protótipo conceitual para um MVP funcional que será utilizado no ambiente do usuário, onde há riscos reais à sua segurança.

3.5 ANÁLISE DAS PROPOSIÇÕES

A proposição 1 apresenta uma alternativa para aproximar a equipe de desenvolvimento ao cliente, buscando extrair informações que poderiam ser difíceis de se observar no modelo de desenvolvimento de produtos em cascata no caso de produtos de IoT. Um diagrama que ilustra a proposta de uso do Lean Startup em conjunto com as demais proposições é mostrado na figura 9.

O diagrama ilustrado na figura 9 apresenta três fases que consistem em iniciar o ciclo de desenvolvimento *Lean Startup* em conjunto com práticas de *UX Design* tratadas nas proposições 2 e 3. Na fase 1 ilustrada na figura 9, é sugerido utilizar prototipagem rápida para a criação de protótipos que ilustrem o modelo conceitual utilizando métodos como a criação de cenários de uso dos sistemas de IoT com a prototipagem de recortes de imagem e criação de histórias que simulem um contexto específico de ambiente e, também, o uso de vídeos que demonstrem a interação dos usuários com os dispositivos. A intenção é criar desde o início do desenvolvimento um Mínimo Produto Viável para realizar a validação com os clientes.

Em um segundo momento, deve-se medir o impacto da solução utilizando ferramentas de avaliação como entrevistas, questionários e, inclusive, através do

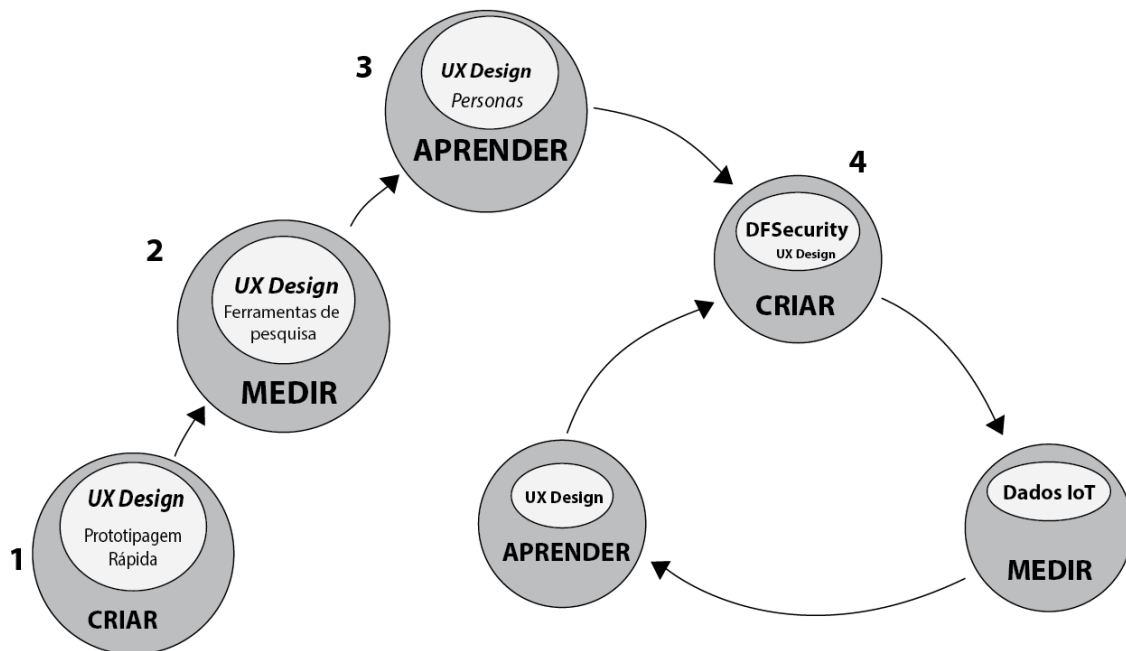


Figura 9: Fluxograma conceitual para adoção das proposições no segmento de IoT

Fonte: Autoria própria.

Feedback informal obtido pela observação das reações, críticas e impressões sobre o cenário criado.

Na terceira fase de interação, no passo 3, busca-se classificar os potenciais usuários de acordo com as suas características e o que é considerado como importante para cada grupo, utilizando o conceito da criação de “*personas*”. Desta forma tenta-se compreender os *feedbacks* obtidos e reprojeter algum aspecto do projeto em particular que se tenha observado necessário pela equipe.

Com estes passos, inicia-se um ciclo de desenvolvimento em que a equipe busca configurar MVPs mais elaborados e que apresentem algumas das funcionalidades importantes identificadas nas etapas anteriores. Para protótipos funcionais a equipe pode optar por utilizar plataformas de desenvolvimento de *hardware* e código aberto para acelerar o processo de validação novamente, focando nos perfis de clientes identificados e classificados nas etapas anteriores. A forma de *feedback* a partir deste momento pode ser obtida através de dados transmitidos pelos dispositivos de IoT, buscando-se entender melhor o comportamento dos usuários e fornecer informações concretas sobre o desempenho e rastrear possíveis falhas dos equipamentos remotamente. Por fim, busca-se

identificar pontos críticos à segurança e proteção dos usuários e adotar os pilares de segurança em sistemas embarcados abordados na seção 2.5.

As proposições apresentadas no Capítulo 3 são preliminares e não esgotam o tema de boas práticas em processo de desenvolvimento de produtos em IoT. Conforme tratado no Capítulo 1 e 2, há diversas dificuldades em relação à políticas de compartilhamento de dados através da internet, fragilidades na integração entre diferentes padrões de protocolos de comunicação, falta de cobertura de uma infraestrutura que consiga assegurar maior confiabilidade e robustez aos sistemas de telecomunicações e que consiga equilibrar os custos para implantá-los. É esperado, portanto, que existam outros aspectos a se discutir sobre o tema e que podem ter impacto no tema do desenvolvimento de produtos de IoT.

Como forma de demonstrar o emprego das proposições elencadas, será desenvolvida no Capítulo 4 uma aplicação descritiva em um estudo de caso.

4 APLICAÇÃO DESCRITIVA

Como forma de ilustrar uma potencial aplicação das proposições abordadas no capítulo 3, será utilizado o artigo “*Business Process Support for IoT Based Product-Service Systems (PSS)*” de Zancul *et al.* (2016) como base para criar os cenários de implementação de IoT e assim, ilustrar uma proposta de aplicação das proposições abordadas no capítulo 3. Neste caso, tem-se o desenvolvimento de uma solução de IoT para aplicação em uma *startup* de tecnologia brasileira cujos produtos são máquinas de reciclagem de solventes e diluentes. A proposta da *startup* consiste em oferecer equipamentos para a reciclagem de solventes utilizados nos processos industriais, bem como, permitir separar resíduos potencialmente danosos ao meio ambiente para serem apropriadamente descartados. O modelo de negócios criado pela empresa é baseado no formato de aluguel de máquinas e, também, da venda das máquinas e de peças de reposição. Com a introdução da IoT, Zancul *et al.* (2016) propõe que a *startup* passaria a oferecer às empresas a reciclagem dos solventes como um serviço e não apenas máquinas como produto final. O estudo propõe um *framework* para auxiliar a *startup* na adoção de um sistema de PSS (*Product Service System*), que consiste, em termos gerais, em definir um modelo de negócios baseado no fornecimento de produtos como serviços. Esta nova perspectiva traria maior *feedback* sobre a economia gerada para a empresa e também traria informações sobre a contribuição da empresa na redução de impacto ambiental alcançados com a reciclagem dos solventes. Do ponto de vista da *startup*, a introdução da IoT traria a capacidade de monitorar os modos de falha das máquinas e das condições ambientais para a sua ocorrência, além de fornecer informações sobre a eficiência energética, reduzir custos com manutenção corretiva dos equipamentos e prover uma visão sistêmica para a melhoria dos produtos.

Zancul *et al.* (2016) estruturaram um *framework* para identificar quais características da máquina e do ambiente podem ser monitorados de forma a extrair informações úteis para a melhoria de determinadas características dos serviços e produtos oferecidos aos clientes. Entre as ferramentas utilizadas no *framework* encontra-se o FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), para identificar os riscos e quais componentes do sistema são mais suscetíveis à falhas. Neste sistema, o produto se

torna o meio pelo qual os serviços (reciclagem de detergentes químicos) são fornecidos ao cliente. Ou seja, o enfoque deixa de ser apenas um produto físico (a máquina de reciclagem), e se torna a entrega de valor agregado ao cliente na medida em que a precificação do serviço é baseada em dados de quanto material foi reciclado pela empresa. Como efeitos adicionais, espera-se que as empresas clientes obtenham acesso à serviços de manutenção com maior rapidez e de forma mais assertiva, uma vez que o equipamento pode ser monitorado remotamente pela *startup*.

O artigo de Zancul *et al.* (2016) apresenta um enfoque sobre a redefinição do modelo de negócios da *startup*. As proposições apresentadas no capítulo 3 deste trabalho, são direcionadas ao processo de desenvolvimento de produtos de IoT e do processo de validação do modelo de negócios. Como forma de exemplificar a aplicação das proposições, serão apresentados alguns exemplos de como poderiam ser utilizadas para o caso do desenvolvimento das máquinas de reciclagem de diluentes com tecnologia de IoT.

A proposição I apresentada no capítulo 3 sugere a utilização de uma metodologia enxuta de desenvolvimento de produtos como forma de reduzir desperdícios no projeto de sistemas de IoT. No caso da *startup* em questão, o produto, mesmo sem a introdução da IoT, já foi testado e validado com os clientes e, por assim dizer, isto sugere que a empresa já possui algum *feedback* sobre as características do produto e da percepção de valor pelos clientes. Com a introdução da IoT, surgem novos desafios para a empresa em termos de modelo de negócios. Entre eles, a estruturação de um novo planejamento de suporte ao cliente, a maneira como a empresa vende os seus serviços, a infraestrutura de internet necessária para a conectividade dos dispositivos e também com relação à estabelecer processos de manutenção dos equipamentos.

A metodologia *Lean Startup* conforme abordado na seção 2.3, propõe a adoção de um ciclo de desenvolvimento repetitivo de passos “criar-medir-aprender”. Busca-se definir as hipóteses a serem testadas, definir requisitos iniciais para testar as hipóteses e definir métricas de avaliação das hipóteses. Apenas a título de ilustração, poderíamos identificar quatro possíveis hipóteses a serem testadas sobre o produto de IoT em questão:

1. De modo geral, a reciclagem dos reagentes é um processo vantajoso economicamente e é de grande importância na cadeia produtiva das indústrias, o que gera a necessidade de acompanhamento técnico constante para assegurar a disponibilidade das máquinas;
2. Há interesse por parte das indústrias em buscar alternativas sustentáveis para reduzir impacto ambiental e apelo de marketing a práticas ecologicamente corretas, que possam ser exploradas de forma mais eficaz com o novo modelo de serviços;
3. A percepção de valor do produto/serviço pelo cliente é maximizada com a introdução da tecnologia de IoT;
4. A empresa fornecedora do produto/serviço conseguirá aumentar significativamente o faturamento e irá conseguir ampliar o número de clientes com a adoção do novo modelo de negócios.

O passo seguinte, é estabelecer um conjunto de requisitos iniciais para se testar as hipóteses. A hipótese número 1 pode ser validada com entrevistas, verificando-se se possível, o volume de diluentes consumidos por uma indústria e o total de despesas geradas por este insumo em um dado período. A hipótese 2 pode ser avaliada por exemplo, com base em informações levantadas na internet a respeito de estratégias de marketing adotadas pelos potenciais clientes, verificando o seu posicionamento com relação à aplicação de medidas de preservação do meio ambiente e também por meio de entrevistas pessoais. A hipótese 3 e 4 podem ser avaliadas através de entrevistas e questionários, verificando-se o grau de interesse dos entrevistados em testar e implantar a solução de IoT na indústria, por exemplo. A medição realizada através da aplicação de questionários e entrevistas fornece os primeiros feedbacks para que a equipe de projeto possa identificar a aderência das soluções ao problema identificado em um primeiro momento e até mesmo se há real possibilidade de mercado para o tipo de produto/serviço proposto. Caso seja verificado que não há interesse dos entrevistados em se testar uma solução tecnológica que envolva hipóteses levantadas, o método *Lean Startup* propõe que seja feito o “*pivot*”. Isto implica no caso em questão, que a equipe investigue com base nos *feedbacks* obtidos, se há outras possibilidades de produto/serviço que possam ser atendidas com a IoT por exemplo. Desta maneira, o ciclo “construir-

medir-aprender” inicia um novo ciclo. Se porém, seja verificado um interesse da maioria dos entrevistados em conhecer e testar uma solução de IoT, um novo ciclo “construir-medir-aprender” é iniciado e busca-se então desenvolver uma solução minimamente viável, buscando-se obter *feedback* dos clientes o mais rápido possível. Para alcançar este objetivo e viabilizar os “produtos minimamente viáveis” até a versão final, pode-se utilizar a prototipagem rápida, sugerida na proposição II.

A Proposição II (prototipagem rápida), conforme mostrado na figura 10, é introduzida nos primeiros ciclos de validação do MVP, como ferramenta para se buscar eliminar rapidamente ideias que possam não se mostrar úteis e não gerar valor ao cliente. Como protótipo inicial, poderiam ser utilizadas as ferramentas de prototipagem por vídeo, mostrando como é o contexto atual de utilização das máquinas e como ficaria o cenário com a introdução da tecnologia de IoT em termos de recursos e de suporte para a empresa. Outra forma de prototipagem que poderia ser interessante no processo de validação, seria através do esboço de telas de aplicativo e páginas web que representem as interfaces por onde o usuário irá interagir, monitorar e eventualmente obter suporte da empresa. Neste último caso, existem diversos softwares especializados em design de interface de usuário que podem ser utilizados como ferramentas para avaliar a usabilidade, através do esboço de painéis de controle e monitoramento da máquina. Um exemplo de painel de controle de um dispositivo de IoT é mostrado na figura 10 (THINGER, 2018). O site permite conectar diversos tipos de dispositivos de IoT à plataforma e prototipar de interfaces de monitoramento.

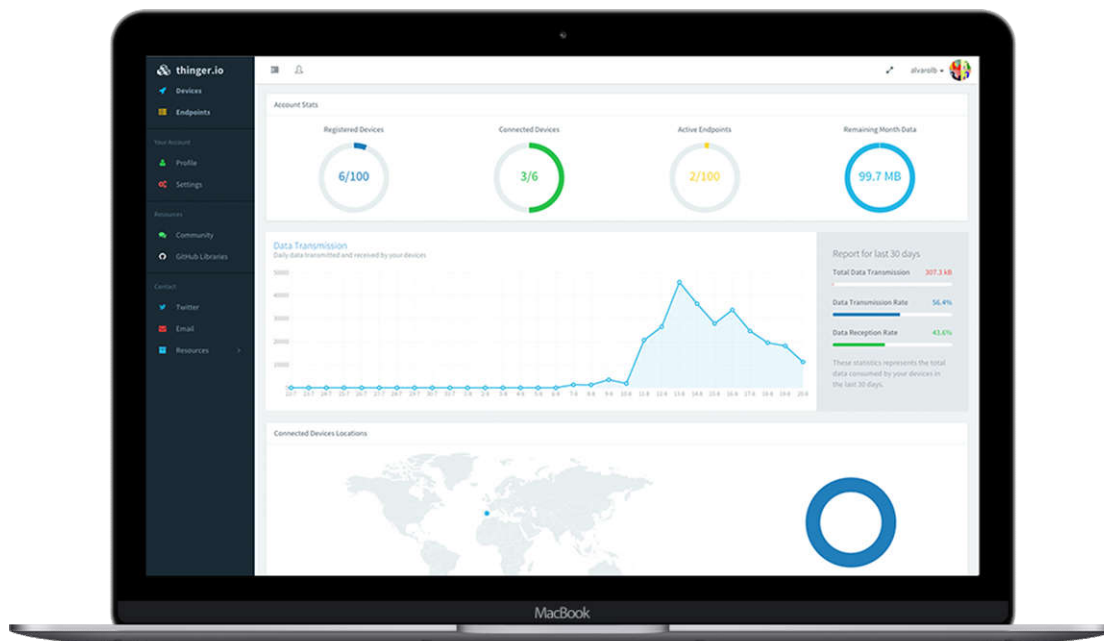


Figura 10: Exemplo de interface de monitoramento de um dispositivo de IoT
Fonte: Thinger (2018).

Com os *insights* obtidos através da prototipagem rápida é possível obter valiosas informações sobre a usabilidade dos dispositivos e, também, compreender quais aspectos de design e de informação são mais importantes a serem disponibilizadas para os usuários, possibilitando assim reduzir o tempo de desenvolvimento e evitar retrabalho no projeto de *software* e *hardware*. Como exemplo de informações que podem ser úteis aos usuários pode-se citar: dados de volume de resíduos reciclados em um período (pode ser útil ao cliente ter estas informações em tempo real); quantidade de paradas por mal funcionamento da máquina; consumo de energia da máquina para realizar o processamento dos resíduos (pode ser útil saber a quantidade de energia consumida por volume reciclado, para direcionar o uso da máquina para horários do dia em que não há tanta demanda de energia elétrica e fazendo uma gestão mais eficiente da conta de energia elétrica. Também pode-se evitar desta maneira, problemas com sobrecarga da rede elétrica da indústria); quais falhas foram detectadas durante o uso (útil para a empresa prestadora de serviços identificar quais componentes ou eventos podem estar desencadeando mal funcionamento da máquina e assim poder criar componentes mais duráveis e robustos nas próximas gerações lançadas do produto).

O uso de UX Design, na proposição III, é sugerido que seja introduzido em cada um dos blocos que compõe o ciclo *Lean Startup*. Entre as práticas de UX Design que se apresenta é a criação de “personas” para alocar atributos comuns a diferentes perfis de usuários e dessa forma, auxiliar a priorizar requisitos. No caso das máquinas de reciclagem de diluentes, os *stakeholders* podem fazer parte dos diferentes níveis gerenciais de uma indústria. Utilizar o conceito de “*personas*” permite categorizar estes *stakeholders* durante o desenvolvimento e traçar diferentes perfis, de maneira que os produtos possam ser desenvolvidos pensando em termos destes perfis e não exclusivamente de apenas de um tipo específico de cliente/usuário. De outra forma, a criação de *personas* possibilitaria que a equipe de projeto se mantenha focada em entender como ocorrem as experiências de cada perfil de usuário em relação à um determinado recurso, dentro de um dado contexto de uso do produto e também identificar quais das *personas* tem maior representatividade dentro do cenário criado.

Os quadros 7, 8 e 9 retratam três diferentes perfis hipotéticos criados para ilustrar a identificação de personas após uma etapa de validação de MVP. O quadro 6 retrata o perfil geral do ponto de vista de nível gerencial de um diretor de uma indústria que contrata/compra máquinas de reciclagem de diluentes. O quadro 7, retrata o perfil potencial de usuário de nível técnico que é encarregado por parte do processo de reciclagem de diluentes em uma indústria. O quadro 8 seria a representação do ponto de vista de gerenciamento da empresa *startup* fornecedora dos serviços de reciclagem. Cada quadro apresenta um conjunto de atributos que consiste em identificar a *persona*, retratar o perfil demográfico e comportamental e apresentar o conjunto de “dores e necessidades” identificadas após um processo de validação do MVP.


A criação das *personas* representa um passo em direção ao desdobramento de requisitos técnicos do produto/serviço e no conceito de *UX Design*, tem a função de auxiliar na tomada de decisões entre requisitos técnicos conflitantes que possam eventualmente surgir, e principalmente, de fazer a equipe de projeto se colocar no lugar do usuário e avaliar como as decisões podem impactar na experiência de uso do produto em cada contexto.

IDENTIFICAÇÃO DA PERSONA	DEMOGRAFIA E COMPORTAMENTOS
 <ul style="list-style-type: none"> • Alberto 	<ul style="list-style-type: none"> • Engenheiro químico e diretor executivo de empresa de grande porte do ramo de revestimentos para peças automotivas; • 56 anos; • Mora em São Paulo; • Utiliza produtos de informática da Apple.
<ul style="list-style-type: none"> • Precisa de suporte contínuo para manutenção das máquinas; • Gostaria de aumentar rastreabilidade de custo operacional da planta; • Precisa reduzir perdas de material causadas por máquinas paradas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Terceirizar serviços de manutenção preventiva/corretiva; • Estabelecer parcerias com empresas de software ERP para integrar informações de estoque para compra de insumos de diluentes. • Gerar estatísticas de volume de resíduo reciclado.
DORES E NECESSIDADES	POTENCIAIS SOLUÇÕES

Quadro 7: Representação de *persona*: diretor de empresa cliente.

IDENTIFICAÇÃO DA PERSONA	DEMOGRAFIA E COMPORTAMENTOS
 <ul style="list-style-type: none"> • Mateus 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico em eletromecânica; • 23 anos.
<ul style="list-style-type: none"> • Precisa de segurança na utilização da máquina devido a potenciais riscos de inalação de materiais tóxicos ou contato com vapores de temperaturas elevadas; • Precisa de informações técnicas para operar a máquina com diferentes tipos de diluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecer diagnóstico de problemas técnicos; • Identificar rapidamente componentes para reposição; • Desenvolver sistema eletrônico de segurança e proteção no uso da máquina.
DORES E NECESSIDADES	POTENCIAIS SOLUÇÕES

Quadro 8: Representação de *persona*: técnico de manutenção da *startup*.

IDENTIFICAÇÃO DA PERSONA	DEMOGRAFIA E COMPORTAMENTOS
 <ul style="list-style-type: none"> • Empresa fornecedora (Rochman) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestor de negócios • 40 anos
<ul style="list-style-type: none"> • Necessita aumentar a receita da empresa e reduzir custos operacionais; • Necessita de consultoria para implantação de call center e gestão de contratos. • Necessita implantar um sistema informatizado mais moderno de gestão de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir deslocamentos periódicos de um técnico para realizar manutenção corretiva; • Implantar modelo de manutenção preventiva e realizar o acompanhamento dos modos de falha das máquinas.
DORES E NECESSIDADES	POTENCIAIS SOLUÇÕES

Quadro 9: Representação de *persona*: gestores da *startup*.

Por fim, a proposição IV sugere que seja utilizado os conceitos de segurança para sistemas embarcados proposto por IPA (2010), baseado nos princípios de confidencialidade, integridade e disponibilidade. Conforme descrito na seção 2.4.1, em sistemas embarcados podem haver diversos níveis de segurança e podem ser implementadas em nível de *software* e também de *hardware*. Os custos para se implementar níveis de segurança podem ser altos dependendo da estratégia adotada e isto requer uma avaliação criteriosa a respeito de como implementar.

Considerando a característica de constante evolução do MVP até se chegar a uma versão comercialmente consistente, sugere-se introduzir o conceito de segurança em IoT de maneira gradual no desenvolvimento do produto de IoT, partindo-se para utilização de técnicas complexas de segurança da informação a partir do momento em que a equipe de projeto consiga ter consolidado o modelo de negócios e os requisitos de cliente tenham sido validados ao longo do processo.

Um exemplo de aplicação em nível de *software*, para tornar mais seguro o sistema de IoT para máquinas industriais de reciclagem, é considerar as *personas* identificadas ao longo do ciclo *Lean Startup* e então criar diferentes níveis de

permissão de acesso à recursos do equipamento/sistema. Utilizando o pilar “confidencialidade” proposto por IPA (2010) a nível de *software*, os usuários a nível operacional teriam acesso para visualizar informações de temperatura e pressão internas da máquina por exemplo, mas não podem alterar parâmetros de configuração do dispositivo. O acesso à configurações pode ser transferida a outro usuário com maior privilégio de acesso, a nível de supervisão, gerência ou até mesmo, podendo ser executado remotamente pela empresa prestadora do serviço. Este poderia ser um dos casos em que entender a dinâmica dos processos e ter uma visão das *personas* pode beneficiar a escolha de qual tipo de permissão conceder a cada um dos *stakeholders*. O segundo pilar, “integridade”, poderia prever uma utilização de assinatura de dados como forma de evitar que os dados transmitidos pela máquina possam sofrer alguma modificação durante a transmissão através da rede de internet. Caso as informações coletadas da máquina não sejam corretamente transmitidas à empresa fornecedora dos serviços, toda a operação da empresa pode ficar comprometida, uma vez que estatísticas dos dados coletados podem sofrer alterações e portanto, podem comprometer neste caso, o correto fornecimento dos serviços de manutenção preventiva das máquinas. O terceiro pilar, “disponibilidade”, pode focar em assegurar mecanismos de filtragem de mensagens para evitar que possíveis ataques do tipo “DoS” possam causar falha da comunicação ou até mesmo, comprometer o funcionamento seguro dos sistemas da máquina. Após a verificação de que o conjunto de requisitos de *hardware* tenha atendido às necessidades do produto, uma nova camada de segurança pode ser implementada via *hardware*, ficando à cargo dos projetistas determinar quais estratégias podem apresentar melhor relação custo/benefício ao projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONSIDERAÇÕES

A forte tendência de aquecimento no mercado de produtos focados em internet das coisas apresenta grandes possibilidades de ganhos às empresas, permitindo ter maior rastreabilidade sobre a qualidade dos produtos, flexibilização do modelo de negócios e novas oportunidades de prestação de serviços.

Diante disto, há a necessidade de que as empresas adotem um modelo de processo de desenvolvimento de produtos adequado ao tipo de produto que desenvolvem e o grau de inovação que perseguem. No caso da IoT, apesar de o termo “*internet of things*” (IoT) já existir há bastante tempo, somente recentemente o tema ganhou destaque por conta dos avanços desenvolvidos na área de tecnologia de sistemas eletrônicos embarcados e da redução de custos de componentes eletrônicos e dispositivos. Há um grande espaço para o desenvolvimento de soluções de IoT em inúmeras áreas de aplicação e, portanto, surge a demanda por estudos a serem explorados no que tange ao desenvolvimento de produtos dentro deste contexto.

O modelo de gestão *Lean Startup* apresentado neste trabalho representa um formato que busca valorizar as interações com os clientes através de testes do que é denominado de “Mínimo Produto Viável”. O objetivo deste modelo é validar hipóteses sobre requisitos de produto diretamente com os potenciais clientes e assim, desenvolver soluções que apresentem funcionalidades e recursos que de fato agreguem valor ao cliente. Já nos modelos de desenvolvimento de produtos mais tradicionais, apresentam a característica de buscarem um envolvimento inicial dos clientes no início do projeto, porém, muitas vezes, o *feedback* do produto criado pode ser obtido apenas quando o produto é lançado no mercado. Este modelo é caracterizado por apresentar etapas “em cascata” e não é, conforme identificado durante a discussão deste trabalho, adequado à produtos com características de alto grau de inovação como é o caso de muitos produtos que envolvem tecnologia de IoT. Isto se dá por conta das incertezas que estão relacionadas à fatores humanos

na utilização dos produtos/serviços e que como consequência, tem o potencial de afetar o modelo de negócios das empresas.

Foram elencadas um conjunto de quatro proposições para aplicação em desenvolvimento de soluções de IoT, visando reduzir desperdícios de tempo e recursos no processo de desenvolvimento de produtos e também, reforçar a importância de se considerar as diferentes perspectivas dos usuários ao utilizar soluções em IoT.

O Fluxograma contido na figura 9 estrutura como as quatro proposições elencadas podem ser desdobradas no contexto de desenvolvimento de produtos para IoT.

Por fim, pode-se inferir que o objetivo proposto no capítulo 1 foi plenamente atingido, com bom potencial de aplicação na prática.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como forma de validar a eficácia das proposições desenvolvidas no capítulo 3, sugere-se que, para trabalhos futuros, sejam avaliados outros cenários de aplicação da internet das coisas em que possam ser verificadas e discutidas lacunas e melhorias de práticas de projeto. Adicionalmente, sugere-se que sejam analisadas sistematicamente as informações geradas a partir de dados de campo, para identificar a eficácia da adoção da IoT no modelo de negócio, sob diferentes aspectos, em comparação ao modelo sem a adoção de IoT.

REFERÊNCIAS

ABSTARTUPS. **O Momento da Startup Brasileira e o Futuro do Ecossistema de Inovação**. Radiografia do Ecossistema Brasileiro de Startups. 2018. Disponível em <<https://abstartups.com.br/PDF/radiografia-startups-brasileiras.pdf>>. Acesso em 13 ago. 2018.

ASHTON, Kevin. RFID Journal. 2009. **That 'Internet of Things' Thing**. Disponível em: <<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

AIOTI. **Internet Of Things Applications**. 2015. Disponível em: < <https://aioti.eu/wp-content/uploads/2017/03/AIOTIWG01Report2015-Applications.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The Internet of Things: A Survey. Revista: **Redes de Computadores**, ed. 54. Editora: Elsevier, 2010. Disponível em <<https://www.cs.mun.ca/courses/cs6910/loT-Survey-Atzori-2010.pdf>>. Acesso em 19 ago. 2018.

BLANK, Steven G. **The Four Steps to the Epiphany: Successful Strategies for Products That Win**. K&S Ranch Publishing LLC, 2007.

BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico. **Cartilha das Cidades**. 2018. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-lanca-cartilha-sobre-uso-da-internet-das-coisas-na-criacao-de-cidades-inteligentes>>. Acesso em: 09 jul. 2018.

BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico. **Relatório do Plano de Ação : Iniciativas e Projetos Mobilizadores**. v1.1, novembro de 2017. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/269bc780-8cdb-4b9b-a297-53955103d4c5/relatorio-final-plano-de-acao-produto-8-alterado.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m0jDUok>>. Acesso em: 09 jul. 2018.

CATARINO, João. A Internet das Coisas e o Processo de Desenvolvimento de Produtos: Estudo de um Caso. **11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão do Desenvolvimento do Produto**. 2017. Disponível em: <[http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-](http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/cbgdp2017/102.pdf)

[1.amazonaws.com/designproceedings/cbgdp2017/102.pdf](http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/cbgdp2017/102.pdf)>. Acesso em 30 jul. 2018.

CAVALCANTE, Caroline G. S.; FETTERMAN, Diego de C. Aplicação das Tecnologias IoT no Desenvolvimento de Novos Produtos e Serviços. **11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão do Desenvolvimento do Produto**. 2017. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/cbgdp2017/093.pdf>>. Acesso em 30 jul. 2018.

CERN. **Página do primeiro Website da Internet**. 1989. Disponível em <<https://info.cern.ch>>. Acesso em 27 jul. 2018.

EMBARCADOS. **Introdução à Tecnologia de Identificação RFID**. 2015. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/introducao-a-rfid>>. Acesso em: 27 jul. 2018

FAGUNDES, Monique G. S; RODRIGUES, Arturo C. E. **Metodologias de Desenvolvimento de Modelos de Negócios Inovadores em Ambientes Effectuais: Um Estudo Comparativo**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004680.pdf>>. Acesso em 16 ago. 2018.

FARIA, Thaís C.; FARIA, Lucas C.; MIARELLI, Guilherme F. Lean Startup Aplicado à IIOT: Desenvolvimento do MVP Para Plataforma Modular. **11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão do Desenvolvimento do Produto**. 2017. Disponível em: <[http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/ cbgdp2017/021.pdf](http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/cbgdp2017/021.pdf)>. Acesso em 30 jul. 2018.

FERBER, Steven. How The Internet of Things Changes Everthing. **Harvard Business Review**. 2013. Disponível em <<https://hbr.org/2013/05/how-the-internet-of-things-cha>>. Acesso em 27 jul. 2018.

GARRETT, James J. **The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond**. Berkeley: Editora New Riders, 2011.

GARTNER Inc. **Planning Guide for the Internet of Things**. 2017. 13 out. 2016. Disponível em: < <https://www.gartner.com/doc/3477617/-planning-guide-internet-things>>. Acesso em 05 jul. 2018.

GUBBI, Jayavardhana; BUYYA, Rajkumar; MARUSIC, Slaven; PALANISWAMI, Marimuthu. **Internet of Things: A Vision, Architectural Elements, and Future Directions**. Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica. Universidade de Melbourne. Australia. 2013. Disponível em: <<http://www.buyya.com/papers/Internet-of-Things-Vision-Future2013.pdf>>. Acesso em 11 set. 2018.

HASSAN, Qusay F.; KHAN, Atta ur R.; MADANI, Sajjad A. **Internet Of Things: Challenges, Advances and Applications**. Nova York: Editora CRC Press, 2018.

IOT ANALYTICS. **IoT Platforms: The Central Backbone for Internet of Things**. 2015. Disponível em: <[https:// VERMESAN nalytics.com/product/iot-platforms-white-paper](https://vermesanalytics.com/product/iot-platforms-white-paper)>. Acesso em: 13 jul. 2018.

IPA. **Approaches for Embedded System Information Security**. IT Security center, Information-Technology Promotion Agency. Japão, 2010. Disponível em:<<https://www.ipa.go.jp/files/000014118.pdf>>. Acesso em 14 set. 2018.

MATSUMOTO, Takaaki. **IoT Safety/Security Design Tutorial**. Software Reliability Enhancement, Technology Headquarters, Information-Technology Promotion Agency (IPA). Japão, 2016. Disponível em <<https://www.ipa.go.jp/files/000053921.pdf>>. Acesso em 14 ago. 2018.

PINTO, Rochelly S. **Processo de Desenvolvimento de Produtos em Startups: Proposta de Modelo**. 2015. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em:

<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/23035/1/RochellySirremesPinto_DISSERT..pdf>. Acesso em: 17 ago. 2018.

RADZIWILL, Nicole M. BENTON, Morgan C. **Design for X (DfX) in The Internet of Things (IoT)**. Departamento de Ciência Integrada e Tecnologia. Harisonburg: James Madison University, 2017. Disponível em <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1707/1707.06208.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2018.

ROWLAND, Claire; GOODMAN, Elizabeth; CHARLIER, Martin; LIGHT, Ann; LUI, Alfred. **Designing Connected Products: UX For The Consumer Internet of Things**. Sebastopol: Editora O’Reilly, 2015.

ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando A.; AMARAL, Daniel C.; TOLEDO, José C.; SILVA, Sergio L.; ALLIPRANDINI, Dário H.; SCALICE, Régis K. **Gestão do Desenvolvimento de Produtos – Uma Referência Para a Melhoria do Processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

ROMANO, Leonardo N. **Modelo de Referência Para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas**. 2003. Tese de Doutorado Para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Mecânica Apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC. Disponível em <http://emc6605.ogliari.prof.ufsc.br/uploads/artigos/tese_romano.pdf>. Acesso em 02 out. 2018.

RIES, Eric. **A Startup Enxuta**. Tradução da 1 ed. Rio de Janeiro: LeYa, 2011.

SCHENFELD, Matheus C. **FOG e EDGE Computing: Uma Arquitetura Híbrida em um Ambiente de Internet das Coisas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Pontifícia Universidade Católica. Porto Alegre. Disponível em <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/7730/2/DIS_MATHEUS_CRESPI_SCHENFELD_COMPLETO.pdf>. Acesso 19 ago. 2018.

SILVA, Everton; BOTELHO, Larri. SANTOS, Iverton. SANCHEZ, Gustavo. Computação Ubíqua – Definição e Exemplos. **Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, 2015. P 1-2. Disponível em: <<https://seer.imed.edu.br/index.php/revistas/article/view/926>>. Acesso em 05 jul. 2018.

SOUZA, Milene R. BERTOMEU; João V. C. UX Design na Criação e Desenvolvimento de Aplicativos Digitais. **Informática na Educação: Teoria & Prática**. Porto Alegre, 2015. Disponível em <<https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/54897>>. Acesso em 2 de out. 2018.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. Tradução da 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

THINGER. **Creating Real-time IoT Dashboards for Sigfox Devices**. 2018. Disponível em <<https://thinger.io/creating-real-time-iot-dashboards-for-sigfox-devices/>>. Acesso em 10 set. 2018.

UNGER, Russ; CHANDLER, Carolyn. **A Project Guide To UX Design: For User Experience Designers in The Field or in The Making**. San Francisco: Editora New Riders, 2009.

WEIZER, Mark. The Computer for the 21st Century. **Revista Scientific American**, set. 1991, p. 94-104. Disponível em: <<https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Weiser-SciAm.pdf>>. Acesso em 11 set. 2018.

ZANCUL, Eduardo de S; TAKKEY, Silvia M; BARQUET, Ana P. B; KUWABARA, Leonardo H; MIGUEL, Paulo A. C; ROZENFELD, Henrique. Business Process Support for IoT Based Product-Service Systems (PSS). **Business Process Management Journal**. 2016. Vol 22, n. 2. Disponível em <<https://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/BPMJ-05-2015-0078>>. Acesso em 10 set. 2018.