

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

**ADOÇÃO TECNOLÓGICA: FATORES DE DECISÃO DE ADOÇÃO DA
INTERNET DAS COISAS EM AMBIENTE EMPRESARIAL**

FLÁVIO DESTRI LOBO

ORIENTADOR: PROF. DR. EDUARDO VASCONCELLOS

São Paulo
Outubro/2015

Prof. Dr. Marco Antonio Zago
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Roberto Sbragia
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Moacir de Miranda Oliveira Junior
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração

FLÁVIO DESTRI LOBO

**ADOÇÃO TECNOLÓGICA: FATORES DE DECISÃO DE ADOÇÃO DA
INTERNET DAS COISAS EM AMBIENTE EMPRESARIAL**

Dissertação apresentada ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, como avaliação para obtenção do título de mestre em ciências.

ORIENTADOR: PROF. DR. EDUARDO VASCONCELLOS

Versão Corrigida

(versão original disponível na Faculdade de Economia e Administração da FEA-USP)

São Paulo
Outubro/2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Lobo, Flavio Destri

Adoção tecnológica: fatores de decisão de adoção da internet das coisas em ambiente empresarial / Flavio Destri Lobo. – São Paulo, 2015. 163 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2015.
Orientador: Eduardo Pinheiro Gondim de Vasconcellos.

1. Administração de inovações tecnológicas 2. Internet das coisas
3. Redes e comunicação de dados 4. Computação em nuvem I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

CDD – 658.514

FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME: Flávio Destri Lobo

TÍTULO: Adoção tecnológica: fatores de decisão de adoção da internet das coisas em ambiente empresarial

Dissertação apresentada ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, como avaliação para obtenção do título de mestre em ciências

Aprovado em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

O mestrado acadêmico foi uma experiência de grande aprendizado pessoal e profissional. Agradeço à minha esposa Fátima pelo seu amor e apoio incondicional durante esta caminhada, pela paciência diária, pela perseverança nas longas noites e fins de semana dedicados à cada etapa desta jornada. Obrigado por me motivar sempre, com amor, carinho e muita compreensão!

Minha eterna gratidão ao meu mentor, Professor Eduardo Vasconcellos, pela valiosa orientação, cujo o significado não poderia ser outro. Assim como o meu profundo reconhecimento pela oportunidade e o privilégio de realizar este trabalho em conjunto – sempre um constante aprendizado. Foi um enorme prazer trocar essa experiência com o Sr., Professor!

Aos amigos que tiveram a paciência de colaborar com essa aventura. Luis Guedes, pelo *coaching* recebido desde o processo seletivo até os pré-testes e validações nos roteiros de entrevistas; além de muitas outras dicas ao longo do caminho. Max Leite, por compartilhar seu entusiasmo e experiência, pela amizade e pelas longas conversas sobre o tema da pesquisa. Maicol Peixe, pela parceria e colaboração ao longo do curso, nas disciplinas e na validação do roteiro final.

E por fim, mas não menos importante, agradeço às pessoas das empresas, que generosamente aceitaram participar da pesquisa, pelo tempo dedicado antes, durante e depois das entrevistas. Esse trabalho não teria sido possível sem a valiosa participação de cada um de vocês.

Flávio Destri Lobo
Outubro, 2015

RESUMO

A Internet das Coisas, ou *Internet of Things* (IoT), representa um novo paradigma de integração de várias tecnologias e soluções de comunicação e encontra aplicações em muitos domínios diferentes, tais como ambientes inteligentes (residencial e comercial), automação industrial, saúde, agricultura de alta precisão, gerenciamento inteligente de energia (*smart grids*, conservação de energia em edifícios), transporte e logística, setor automotivo em geral, cidades inteligentes e muitas outras áreas. A realização da visão de IoT ainda necessita de mais investimentos em pesquisa e desenvolvimento devido à sua novidade e complexidade. Além das questões técnicas, a adoção em larga escala também é dificultada pela falta de clareza dos fatores determinantes na decisão de adoção destas tecnologias. A questão-problema que esse trabalho de pesquisa busca elucidar é o desafio da adoção de inovações baseadas na Internet das Coisas, mais especificamente fatores que afetam a decisão de adoção. O tema adoção de inovação é relevante para quem desenvolve a inovação e deseja que ela seja adotada e para quem tem que decidir se adota ou não uma inovação. Como a taxa de adoção é influenciada por fatores e decisões tanto do lado de quem fornece quanto do lado de quem adota uma determinada inovação tecnológica, o trabalho se baseia em estudos que buscam integrar as diversas variáveis afim de refletir a natureza sistêmica deste processo. O modelo proposto pode ser aplicado tanto para quem adota quanto para quem fornece a inovação, integrando questões externas e internas à empresa, bem como questões da tecnologia IoT em si e do fornecedor. A pesquisa utiliza o modelo proposto em três estudos de caso com o objetivo de identificar e analisar os fatores de decisão de adoção da Internet das Coisas nas respectivas empresas, e apresenta sugestões de como aplicar o modelo na avaliação e eventual seleção de inovações tecnológicas, tanto do ponto de vista de quem fornece quanto de quem adota a inovação.

ABSTRACT

The Internet of things (IoT) represents a new paradigm of integration of various technologies and communication solutions, and finds applications in many different domains, such as intelligent environments (residential and commercial), industrial automation, health, high precision agriculture, intelligent power management (smart grids, energy conservation in buildings), transport and logistics, the automotive industry in general, smart cities and many other areas. The realization of the vision of IoT still requires more investment in research and development because of its novelty and complexity. Beyond the technical issues, large-scale adoption is also hampered by the lack of clarity of the determining factors in the decision of adoption of these technologies. The problem this research seeks to elucidate is the challenge of adopting innovations based on the Internet of things, more specifically factors that affect the adoption decision. The theme adoption of innovation is relevant to those who develop an innovation and want it to be adopted as well as for those who have to decide whether to adopt an innovation or not. As the adoption rate is influenced by factors and decisions that lie both on the side of the supplier as well as the adopter of a particular technological innovation, this work is based on studies that seek to integrate variables from both sides in order to reflect the systemic nature of this process. The proposed model can be applied to both suppliers and adopters of the technological innovation, integrating factors that are external and internal to the company, as well as factors of the IoT technology and factors of the supplier. This research used the proposed model in three case studies in order to identify and analyze the factors of decision of adoption of the Internet of things in each company, and offers suggestions of how to apply the model in the evaluation and eventual selection of technological innovations, both from the point of view of suppliers as well as adopters of the innovation.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE TABELAS	6
1 INTRODUÇÃO	7
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 ADOÇÃO E DIFUSÃO DE INOVAÇÃO.....	12
2.2 INOVAÇÃO ABERTA.....	22
2.3 INTERNET DAS COISAS	27
2.3.1 Terminologia.....	30
2.3.2 Arquitetura de soluções baseadas em tecnologia IoT.....	31
2.3.3 Categorias de soluções e aplicações IoT.....	35
2.3.4 Redes elétricas inteligentes (Smart Grid).....	38
2.3.5 Cidades Inteligentes.....	43
2.3.6 Síntese do modelo de soluções IoT (Porter, 2014).....	49
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	53
3.1 MODELO DE ADOÇÃO DE TECNOLOGIA IOT	53
3.2 ABORDAGEM DA PESQUISA.....	61
3.2.1 Esquema de pesquisa	62
3.3 ESTUDO DE CASO.....	63
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	65
3.5 POPULAÇÃO E AMOSTRA	69
3.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	70
4 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO	72
4.1 ANÁLISE DO CASO EMPRESA A	73
4.1.1 Análise relativa ao objetivo específico.....	77
4.1.2 Fator Externo.....	81
4.1.3 Fator Interno.....	83

	2
4.1.4 Fator Tecnologia.....	86
4.1.5 Fator fornecedor.....	90
4.2 ANÁLISE DO CASO EMPRESA B.....	92
4.2.1 Análise relativa ao objetivo específico.....	95
4.2.2 Fator Externo.....	99
4.2.3 Fator Interno.....	101
4.2.4 Fator Tecnologia.....	104
4.2.5 Fator fornecedor.....	108
4.3 ANÁLISE DO CASO EMPRESA C.....	110
4.3.1 Análise relativa ao objetivo específico.....	114
4.3.2 Fator Externo.....	118
4.3.3 Fator Interno.....	120
4.3.4 Fator Tecnologia.....	124
4.3.5 Fator fornecedor.....	128
4.4 ANÁLISE COMPLEMENTAR.....	131
4.4.1 Análise comparativa dos casos estudados.....	132
4.4.1.1 Fator Externo.....	136
4.4.1.2 Fator Interno.....	136
4.4.1.3 Fator Tecnologia.....	137
4.4.1.4 Fator Fornecedor.....	138
4.4.2 Utilizando o modelo proposto em tomada de decisão.....	139
4.4.2.1 Aplicação 1: oferta tecnológica sem similar [ofertante].....	140
4.4.2.2 Aplicação 2: oferta tecnológica com similar [ofertante].....	141
4.4.2.3 Aplicação 3: oferta tecnológica sem similar [demandante].....	142
4.4.2.4 Aplicação 4: oferta tecnológica com similar [demandante].....	142
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146
5.1 CONTRIBUIÇÕES ACADÊMICAS E PARA A PRÁTICA.....	147
5.2 ESTUDOS FUTUROS.....	148
6 REFERÊNCIAS.....	150
APÊNDICE 1 – PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS.....	156
APÊNDICE 2 – ROTEIRO DE QUESTÕES PARA EMPRESA ADOTANDO A INOVAÇÃO.....	157

APÊNDICE 3 – ROTEIRO DE QUESTÕES PARA FORNECEDOR PRINCIPAL ..	160
APÊNDICE 4 – TABELA RESUMO DE GRAUS DE INFLUÊNCIA E IMPORTÂNCIA RELATIVA	162

LISTA DE ABREVIATURAS

IoT	Internet of Things
B2B	Business to Business
FITec	Fundação para Inovações Tecnológicas
PLC	Power Line Communication
NFC	Near Field Communications
RFID	Radio Frequency IDentification
SINIAV	Sistema de Identificação Automática de Veículos
SG	Smart Grid
Telco	abreviatura para operadora de telecomunicações
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
USP	Universidade de São Paulo
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Framework</i> integrado de adoção/difusão de inovações	15
Figura 2 - Variáveis para adoção/difusão organizacional	16
Figura 3 - Modelo de pesquisa de Frambach et al. (1998)	19
Figura 4 - Visão geral da interação entre quem fornece e quem adota a inovação...21	
Figura 5 - Modelo de adoção de tecnologia RFID em empresas.....22	
Figura 6 - Exemplo de relações inter-organizacionais da “empresa foco”	26
Figura 7 - A Internet das Coisas e a convergência de diferentes “visões”	28
Figura 8 - Domínios de soluções de Internet das Coisas.....37	
Figura 9 - Síntese das aplicações de Internet das Coisas	49
Figura 10 - Arquitetura tecnológica para soluções IoT.....52	
Figura 11 - Modelo de pesquisa – objetivo principal.....54	
Figura 12 - Esquema da pesquisa	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre os princípios da inovação aberta e fechada.....	24
Tabela 2 - Exemplos de aplicações utilizando tecnologia IoT.....	38
Tabela 3 - Aplicações IoT em cidades inteligentes	45
Tabela 6 - Táticas de estudo de caso para 4 testes de projetos.....	64
Tabela 7 - Aplicabilidade dos conceitos da tecnologia IoT (Empresa A)	78
Tabela 8 - Grau de influência dos subfatores/importância relativa (Empresa A)	79
Tabela 9 - Síntese dos fatores de decisão (Empresa A).....	80
Tabela 10 - Aplicabilidade dos conceitos da tecnologia IoT (Empresa B)	96
Tabela 11 - Grau de influência dos subfatores/importância relativa (Empresa B)	97
Tabela 12 - Síntese dos fatores de decisão (Empresa B).....	98
Tabela 13 - Aplicabilidade dos conceitos da tecnologia IoT (Empresa C).....	115
Tabela 14 - Grau de influência dos subfatores/importância relativa (Empresa C)...	116
Tabela 15 - Síntese dos fatores de decisão (Empresa C)	117
Tabela 16 - Síntese dos graus de influência e importância relativa-3 estudos de caso	133
Tabela 17 - Síntese dos achados para cada fator de adoção nos 3 estudos de caso	134
Tabela 18 - Aplicações do modelo proposto	140
Tabela 19 - Exemplo de aplicação do modelo modificado para decisão de adoção	145

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação está revolucionando novamente os produtos. Uma vez composta unicamente de partes mecânicas e elétricas, produtos tornaram-se complexos sistemas que combinam hardware, armazenamento de dados, sensores, microprocessadores, software e conectividade em inúmeros formatos. Porter (2014), assim nos apresenta a Internet das Coisas, ou *Internet of Things* (IoT). Ainda segundo o autor, estes “produtos inteligentes e conectados”, viáveis graças às vastas melhorias em poder de processamento, miniaturização dos dispositivos e conectividade sem fio, estão desencadeando uma “nova era de competição”. Alguns autores, como Pinto et al. (2013), consideram que há uma revolução acontecendo por conta dos dispositivos agora interconectados. Os autores indicam que há uma nova realidade sendo criada diante de nossos olhos, oferecendo oportunidades de negócios diversas e totalmente inéditas em diferentes setores da indústria.

Para Zanella et al. (2014), o conceito de IoT visa tornar a Internet ainda mais presente através do fácil acesso e interação com uma grande variedade de dispositivos como, por exemplo, eletrodomésticos, câmeras de vigilância, sensores de monitoramento em geral (temperatura, humidade, velocidade, localização, etc), veículos e assim por diante. A tecnologia IoT fomentará o desenvolvimento de um número de aplicações que fazem uso da potencialmente enorme quantidade e variedade de dados gerados por tais objetos para fornecer novos serviços aos cidadãos, às empresas e às administrações públicas. Este paradigma certamente encontra aplicação em muitos domínios diferentes, tais como automação residencial, automação industrial, assistência médica, gerenciamento inteligente de energia em *smart grids*, setor automotivo em geral, seja nos carros ou na gestão do tráfego, e muitas outras áreas de aplicação.

Apenas como referência de volume, Swan (2012) nos lembra que o número de dispositivos na Internet excedeu o número de pessoas na Internet em 2008, e estima-se chegar a 50 bilhões em 2020. Segundo o autor, um amplo ecossistema está emergindo para apoiar o processo de conexão de objetos do mundo real como edifícios, estradas, eletrodomésticos, e até mesmo corpos humanos à Internet através de sensores e microprocessadores que gravam e transmitem dados, tais

como som, temperatura, movimento, e outras variáveis. A explosão de sensores conectados à Internet implica na capacidade de um monitoramento muito mais granular, 24 horas por dia, 7 dias por semana, quantificando e levando a uma compreensão mais profunda do mundo em que vivemos.

Na tentativa de ajudar a definir a Internet das Coisas, o *U.S. National Intelligence Council* (2008), sugere a ideia de que coisas, principalmente do dia-a-dia como objetos, podem ser lidos, reconhecidos, endereçados, identificados e controlados através da Internet, via uma variedade de protocolos de identificação e comunicação. Não há uma única maneira de se definir o que é a Internet das Coisas, mas os autores parecem convergir em torno da ideia de que este conjunto de tecnologias tem o potencial para gerar um volume significativo de inovações tecnológicas nas mais diversas áreas de aplicação da tecnologia da informação. Esta ampla possibilidade de aplicações para a mesma tecnologia é, ao mesmo tempo, um incentivo e um obstáculo à sua adoção (ATZORI et al., 2010).

Para Zanella et al. (2014), um campo tão heterogêneo de aplicações faz a identificação de soluções capazes de satisfazer os requisitos de todos os cenários possíveis um desafio formidável. Esta dificuldade tem levado à proliferação de diferentes e, as vezes, incompatíveis propostas para a realização prática de muitas soluções. Portanto, numa perspectiva de sistemas (PORTER, 2014), a realização da visão de IoT ainda necessita de mais investimentos de pesquisa e desenvolvimento devido à sua novidade e complexidade. Além das dificuldades técnicas, a adoção em larga escala também é dificultada pela falta de um modelo de negócios claro e amplamente aceito que possa atrair investimentos para promover a implantação destas tecnologias. E como indica Swan (2012), os desafios de adoção são muitos dada a complexidade do ecossistema de Internet das Coisas, que necessariamente precisa cobrir quatro etapas funcionais críticas: criação de dados, geração de informações, construção de significado, e tomada de decisão/ação. A questão problema que este trabalho de pesquisa busca elucidar é o desafio da adoção de inovações baseadas na Internet das Coisas, mais especificamente fatores que afetam a decisão de adoção.

Segundo Vasconcellos (1999), a inovação tecnológica pode ser compreendida como

o processo realizado por uma empresa para introduzir produtos e processos que incorporam novas soluções técnicas, funcionais ou estéticas, com o objetivo de se alcançar resultados específicos. Um importante tema de pesquisa que serve como base para criação de um modelo de referência para este estudo é o de difusão e adoção de inovações tecnológicas. Como a taxa de adoção e difusão é influenciada por fatores e decisões tanto do lado de quem fornece quanto do lado de quem adota uma determinada inovação tecnológica (FRAMBACH et al., 1998), o trabalho se baseia em estudos que buscam integrar as diversas variáveis afim de refletir a natureza sistêmica deste processo.

1.1 Justificativa

Um problema de pesquisa pode ser delineado a partir da observação do pesquisador sobre dada situação, a partir da reflexão fundamentada na teoria, ou ainda pela análise dos resultados da aplicação de determinado método que se queira testar (ROESCH, 2007). Este trabalho se justifica pelas seguintes questões:

- Alta relevância social e econômica da Internet das Coisas. Segundo a empresa de inteligência de mercado IDC (International Data Corporation), o volume de negócios para tecnologia IoT gerará cerca de US\$ 1.7 trilhões em 2020. Para o McKinsey Global Institute, braço da empresa de consultoria McKinsey & Company, em pesquisa realizada em 2015 e publicada em junho, o impacto econômico da tecnologia IoT deverá ser de US\$ 11.1 trilhões por ano em 2025, sendo que cerca de 70% deste potencial deverá ser realizado no mercado empresarial, ou seja, nas transações realizadas entre empresas e não entre empresas e pessoas físicas
- Pouca quantidade de artigos na intersecção dos temas Internet das Coisas e Modelos de negócios, indicando que o estudo da Internet das Coisas nas ciências sociais é um tema ainda emergente, sendo este levantamento feito em análise bibliométrica realizada pelo autor
- Por ser não apenas uma, mas sim um conjunto de inovações tecnológicas a serem adotadas simultaneamente e com grande possibilidade de aplicações distintas, oferecendo uma excelente oportunidade para somar conhecimento

ao tema de adoção de inovações, em particular nas tecnologias de informação e comunicação

- O tema adoção de inovação é relevante para quem desenvolve a inovação e deseja que ela seja adotada e para quem tem que decidir se adota ou não uma inovação, sendo que o modelo proposto pode ser aplicado tanto para quem adota quanto para quem fornece a inovação

1.2 Objetivos da Pesquisa

O objetivo principal deste trabalho é propor um modelo para adoção da Internet das Coisas, com foco no mercado empresarial, sendo que esse contempla transações entre empresas, muitas vezes também chamado de *business-to-business* ou B2B.

O objetivo secundário do trabalho é identificar e analisar os fatores que influenciam a decisão de adoção da Internet das Coisas nas empresas.

A adoção de inovações é um processo complexo, especialmente quando a inovação ou tecnologia em questão é nascente, como é o caso da Internet das Coisas. Os autores citados na revisão teórica sobre Internet das Coisas falam sobre os benefícios das soluções que virão à medida que os desafios tecnológicos referentes ao tema vão sendo superados. Nenhum dos autores, no entanto, discorre sobre o desafio de adoção nos muitos ambientes e segmentos de mercado onde as soluções poderão ser aplicadas. Assim sendo, o presente estudo busca identificar e analisar os fatores considerados mais relevantes e capazes de influenciar a decisão de adoção, os quais posteriormente poderão servir para outros estudos.

É importante ressaltar que não é objetivo deste estudo analisar barreiras e facilitadores à implementação de soluções baseadas em Internet das Coisas, sendo a implementação um tema a parte.

Com base nos objetivos propostos, o restante do trabalho está estruturado conforme descrito a seguir. O capítulo 2 cobre a revisão bibliográfica sobre difusão e adoção de inovações, seguida por uma revisão dos temas inovação aberta e Internet das

Coisas, visando assim consolidar a fundamentação teórica do estudo. O foco principal deste estudo é a adoção tecnológica, sendo este tema intimamente relacionado com o estudo de difusão de inovações. Conseqüentemente, na revisão bibliográfica ambos os temas serão analisados buscando proporcionar uma visão integrada para a construção de um modelo de pesquisa. O capítulo 3 cobre a metodologia do trabalho de pesquisa e inclui o modelo de análise de adoção de Internet das Coisas, o esquema da pesquisa, a estratégia de estudo de caso e as técnicas e instrumentos utilizados para coleta dos dados. O capítulo 4 cobre a análise dos estudos de casos realizados como parte deste trabalho e inclui as análises dos casos individuais e comparativa, além de apresentar uma sugestão de aplicações possíveis para o modelo proposto na pesquisa. No capítulo 5 estão as considerações finais, limitações e sugestões de estudos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Será feita a seguir uma revisão dos principais conceitos utilizados no desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, mais especificamente a adoção e difusão de inovações, uma breve revisão do conceito de inovação aberta por ser relevante para os estudos de caso realizados e uma revisão mais detalhada sobre a Internet das Coisas.

2.1 Adoção e difusão de inovação

Adoção e difusão de inovações são conceitos inter-relacionados, assim como o estudo da inovação e seus processos. Rogers (2003) definiu o processo de decisão sobre a inovação como sendo o processo através do qual o indivíduo (ou unidade de adoção) passa do primeiro conhecimento sobre a inovação para em seguida formar uma atitude/opinião sobre a inovação, tomar uma decisão de adotar ou rejeitar, depois implementar e utilizar a nova ideia, e finalmente confirmar ou não esta decisão. Estes passos são conceitualmente chamados de (1) conhecimento, (2) persuasão, (3) decisão, (4) implementação e (5) confirmação. O resultado deste processo leva à adoção ou rejeição de uma inovação. Neste contexto, adoção significa optar por fazer uso completo da inovação como melhor alternativa naquele momento. O autor ressalta que tanto a decisão de adoção quanto a de rejeição podem ser revertidas em um momento posterior e não refletem uma condição permanente. Frambach (1993) utiliza a definição de Rogers (2003) enquanto para Hall e Kahn (2002), adoção de tecnologia refere-se à decisão de adquirir e usar uma nova invenção ou inovação. No contexto deste trabalho, será utilizada a definição de Hall e Kahn (2002).

Embora as definições de adoção sejam semelhantes entre diversos autores, a definição de difusão gera um pouco mais de confusão. Rogers (2003) define difusão como sendo o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais e durante um certo período de tempo aos membros de um determinado sistema social, ou seja, um foco maior na comunicação. Já Hall e Kahn (2002) definem difusão como sendo o processo pelo qual algo novo se espalha em toda

uma população. Para os autores, difusão tecnológica pode ser vista como o resultado cumulativo ou agregado de uma série de cálculos individuais que pesam os benefícios incrementais da adoção de uma nova tecnologia contra os custos da mudança, muitas vezes em um ambiente caracterizado pela incerteza (sobre a futura evolução da tecnologia e seus benefícios) e pela informação limitada (sobre os custos e benefícios e até sobre a existência da tecnologia). Embora a decisão final seja feita do lado da demanda, os custos e benefícios podem ser influenciados por decisões tomadas pelos fornecedores da nova tecnologia. A taxa de difusão resultante é determinada pela soma destas decisões individuais de adoção. No contexto deste trabalho, será utilizada a definição de difusão tecnológica indicada por Hall e Kahn (2002).

Em geral, a difusão de uma determinada tecnologia se encaixa em um padrão que o Rogers (2003) chamou de curva S. Hall e Kahn (2002) indicam que a adoção em massa ao longo do tempo tipicamente gera esta curva S para difusão, correlacionando assim os dois conceitos. A maneira como esta curva se comporta e como ela se estabelece para diferentes tecnologias não é sempre igual nem mesmo compreendida da mesma forma. Geroski (2000) analisa 4 modelos diferentes que tentam explicar a evolução da curva S, a saber: o modelo Epidêmico (o que limita a velocidade de uso de uma tecnologia é a falta de informação sobre a mesma, como utilizá-la e o que faz), o modelo Probit (trabalha com a premissa que diferentes empresas, com diferentes objetivos e capacidades escolherão adotar uma mesma tecnologia em momentos diferentes), os modelos dependentes em densidade (onde as forças de competição e legitimação ajudam a estabelecer o padrão de adoção de uma nova tecnologia) e os modelos onde as escolhas iniciais dentre diferentes variantes de uma oferta tecnológica definem em última análise seu padrão de adoção.

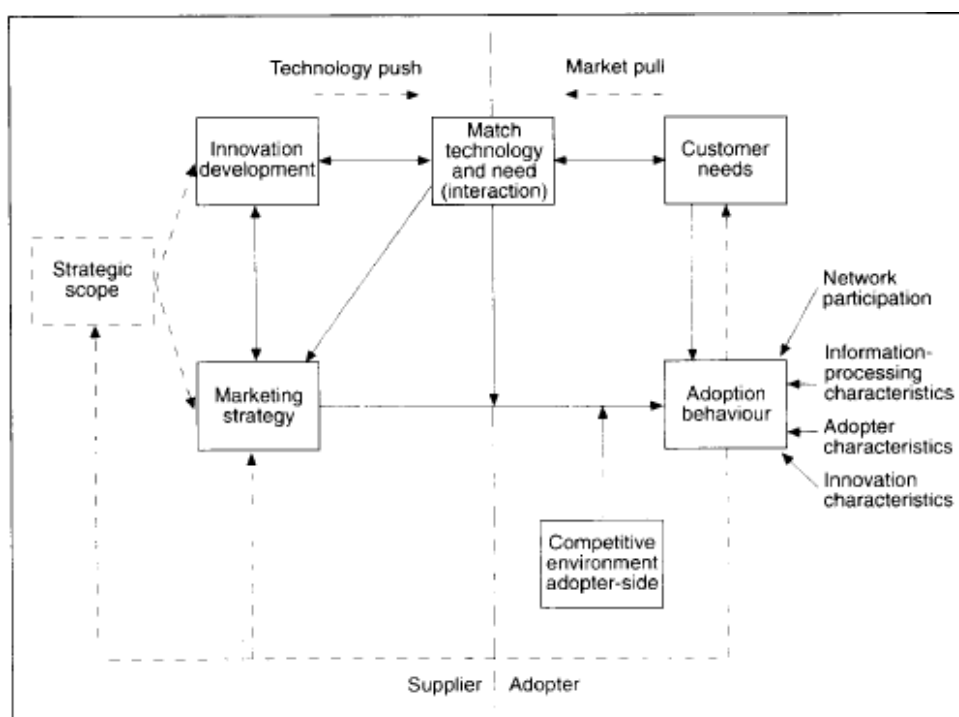
A literatura referente a difusão e adoção de inovações é rica em modelos. Alguns olham o processo do ponto de vista de quem desenvolve e deseja comercializar a inovação, outros o fazem do ponto de vista de quem está vivenciando o processo de adoção, sendo ambos inter-relacionados. Ou seja, independentemente do foco principal do modelo desenvolvido, o mesmo deve sempre levar em consideração questões referentes aos dois lados, criando assim conceitos como “*supplier-side*

variables”, como por exemplo o esforço de desenvolvimento de uma inovação e respectiva estratégia de marketing (FRAMBACH, 1993) e “*adopter-side variables*”, como por exemplo as características da inovação percebidas por quem adota (ROGERS, 2003), as características de quem adota, efeito rede, ambiente competitivo e informação (FRAMBACH, 1993; HALL & KAHN, 2002), permitindo desta forma uma análise mais detalhada de cada parte deste complexo sistema.

Segundo Rogers (2003), os quatro elementos principais na difusão de inovações são a (1) inovação propriamente dita, ou seja, uma ideia, uma prática ou um objeto percebido como novo por um indivíduo ou unidade de adoção; (2) os canais de comunicação, ou meio através do qual uma mensagem sai de um indivíduo e chega a outro (interpessoal, comunicação em massa, etc); (3) o intervalo de tempo analisado, sendo este relevante em 3 momentos/critérios distintos (i) no processo de decisão sobre a inovação, (ii) na “inovatividade” de quem adota, ou seja, o quão relativamente cedo ou tarde a adoção ocorre quando comparada a outros membros do mesmo sistema, (iii) e a taxa de adoção, tipicamente medida como o número de membros de um determinado sistema que adotam a inovação em um dado período de tempo; e (4) o sistema social no qual a inovação pretende se inserir, definido como o conjunto de unidades inter-relacionadas e engajadas para resolverem conjuntamente um determinado problema afim de atingir um objetivo em comum. Ainda segundo o autor, quem desenvolve uma inovação tem um papel fundamental na eventual adoção e difusão da mesma já que as decisões tomadas durante a criação/geração de inovações terão impacto fundamental no processo de difusão. O conjunto de atividades e decisões que devem acontecer *antes* do processo de difusão incluem (1) reconhecer um problema, (2) tomar a decisão de investir na pesquisa necessária para fundamentar a inovação, (3) desenvolver esta inovação para que possa ser (4) comercializada e eventualmente (5) adotada. Somente após a adoção inicial é que se pode pensar em difusão e suas (6) consequências. Quando estudamos o *processo de desenvolvimento* de uma inovação, há muitas questões críticas a serem levadas em consideração. Nas figuras 1 e 2, Frambach (1993) indica algumas destas questões na macro-variável *Innovation Development*. Estes fatores, segundo Lilien e Yoon (1989), podem ser sintetizados em quatro questões determinantes. Em primeiro lugar, o alinhamento estratégico com o negócio e outros fatores organizacionais podem influenciar o sucesso de um novo

produto, incluindo o apoio e envolvimento dos executivos, o alinhamento entre o projeto de desenvolvimento da inovação e outras atividades empresariais, e o grau de interação entre o P&D, manufatura e comercialização. Em segundo lugar, o alinhamento entre P&D e produção também influencia no sucesso do novo produto. Estes fatores incluem a superioridade ou singularidade da inovação, o nível de experiência e sinergia entre P&D e produção, o grau de benefício do usuário ou vantagem econômica da inovação, o papel do “líder do produto” e a utilização de patentes. Em terceiro lugar, fatores relacionados ao marketing também determinam o desempenho do produto. Estes incluem a experiência e eficiência em marketing e interação com potenciais clientes. Finalmente, fatores de mercado e ambientais também podem determinar o sucesso do novo produto. Isso envolve o grau de concorrência no mercado, o seu tamanho e sua taxa de crescimento.

Figura 1 - *Framework* integrado de adoção/difusão de inovações



Fonte: Frambach (1993)

Figura 2 - Variáveis para adoção/difusão organizacional

Variable	Relation to diffusion	Variable	Relation to diffusion
<i>Adopter characteristics:</i>		<i>Innovation development:</i>	
Size	+	Management support	+
Complexity	+	Incorporation in strategic posture	+
Specialization	+	Innovative organizational climate	+
Interpersonal relations	+	Superior product	+
Formalization	-	Experience and synergy effects	+
Centralization	-	Organization/execution of development	+
<i>Information:</i>		<i>Network participation:</i>	
Availability	+	Level of interaction	+
Quality	+	<i>Marketing strategy</i>	
Value	+	Co-operation with other suppliers	+
<i>Information processing characteristics</i>		Positioning innovation in the market	+
Absorption capacity	+	Reducing the risk of adoption	+
<i>Innovation characteristics:</i>		Winning market support	+
Relative advantage	+	<i>Competitive environment:</i>	
Compatibility	+	Competitiveness industry	+
Complexity	-		
Trialability	+		
Observability	+		
Uncertainty	-		
Expectations technology	-		

Fonte: Frambach (1993)

Resumindo, a probabilidade de adoção de uma inovação no mercado vai depender do grau em que o fornecedor conseguir desenvolver uma inovação que é única e satisfaz necessidades específicas (latentes) dos potenciais adotantes (ROGERS, 2003; FRAMBACH et al., 1998). Embora isso possa parecer óbvio, os autores indicam que a maioria das inovações falha devido à incapacidade de ser percebida pelos potenciais adotantes como realmente atendendo de maneira nova um problema conhecido. Um ponto importante levantado por Frambach (1993) é o de que a decisão de não adotar uma inovação por parte de uma organização vai contra um certo viés que parece existir de que toda inovação é boa, o que nem sempre é verdade. Isto reforça a necessidade de integrar a visão de quem fornece a inovação uma vez que a rejeição pode muito bem vir do fato de que o processo de gestão da inovação foi inadequado por parte do fornecedor, não compreendendo por exemplo as necessidades do seu cliente. Ou seja, a percepção de que a inovação foi desenvolvida para atender a uma questão importante para o adotante potencial, isto é, o quanto se percebe que a inovação se ajusta às necessidades específicas

da organização, pode ter um grande impacto no sucesso da inovação, influenciando sua probabilidade de adoção (FRAMBACH et al., 1998).

Para Fichman (1992), quando falamos em tecnologia da informação a taxa de difusão pode depender menos da forma como as instituições do lado da oferta sinalizam a inovação (por exemplo, através de uma comunicação em mídia), do que do desenvolvimento de instituições para reduzir as barreiras de conhecimento (por exemplo, empresas de serviços e consultores). Cabe salientar que a empresa que desenvolve a inovação tem papel fundamental na influência do ecossistema visando a redução de barreiras de adoção (MOORE, 1997). Ainda no tema adoção de tecnologia da informação em particular, Waarts et al. (2002) ressaltam o fato de que muitos dos estudos sobre difusão não levam em consideração a dinâmica dos fatores influenciando adoção e o fato de que esses mudam com o tempo, ou seja, os fatores que determinam a decisão de adoção mudarão à medida em que a difusão da inovação avança.

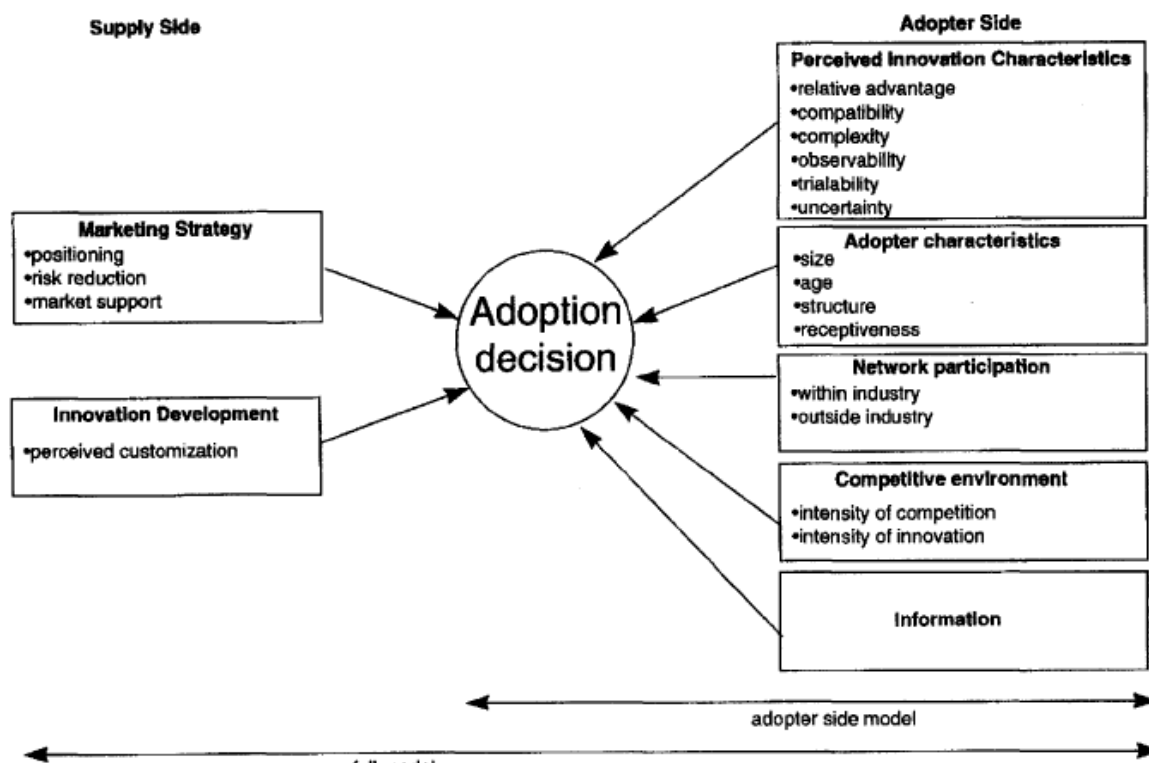
Uma outra questão importante em modelos de adoção e difusão de tecnologias são as redes de adoção/difusão, que tem um papel fundamental para transmitir informações referentes à avaliação da inovação com o objetivo de reduzir incerteza (ou percepção de risco) sobre a nova ideia ou tecnologia. Rogers (2003) define uma rede como a respectiva interação entre os membros em um ambiente social. A interação dos membros participantes de tal sistema de comunicação tem um papel ativo na melhoria da quantidade e velocidade de adoção da inovação e processo de difusão. A participação dos membros da organização nos sistemas de comunicação tem um efeito positivo sobre a probabilidade de adoção da inovação na organização, facilitando a disseminação da informação sobre a inovação (FRAMBACH, 1993). Segundo o autor, as organizações podem adotar as inovações por influência de outras organizações (concorrentes, fornecedores e agentes), que já adotaram a inovação. Neste contexto, a troca de informações a ser realizada com estas organizações sobre o novo produto, ideia ou tecnologia tem um efeito positivo sobre a adoção da inovação. Além disso, a comunicação informal entre pessoas de diferentes empresas pode ser mais eficaz se comparada com os canais oficiais de comunicação. Ou seja, o aumento da troca de informações torna a organização mais aberta às novas ideias e produtos (FRAMBACH & SCHILLEWAERT, 2002). Para

Zahman , Duncan, e Holbek (1973) *apud* Frambach et al.. (1998), a interação entre membros de um sistema social (participação em rede) também pode aumentar a velocidade e a taxa de adoção e processo de difusão. A participação dos membros da organização em redes informais facilita a disseminação de informações sobre uma inovação, o que pode influenciar positivamente a probabilidade de uma organização adotar a inovação. Tal rede informal pode conectar organizações dentro de uma mesma indústria ou organizações de diferentes setores.

Em um estudo mais amplo, Frambach (1993) define um *framework* visando entender o impacto que o fornecedor de uma determinada inovação tem sobre o processo de adoção e conseqüente difusão de um novo produto. A figura 1 mostra o *framework* e as variáveis que influenciam o processo de adoção e conseqüentemente a taxa de difusão de uma inovação em um mercado empresarial. Como as setas não implicam em uma relação causal, a figura 2 detalha a relação entre as variáveis identificadas e o comportamento de adoção (se tem relação positiva ou negativa com a adoção).

Como a taxa de difusão é influenciada por fatores e decisões em ambos os lados (*supplier+adopter*), há estudos que buscam integrar as diversas variáveis afim de refletir a natureza sistêmica deste processo. A questão das variáveis sobre as quais os fornecedores possuem controle é considerada um tema importante porém menos estudado do que das variáveis que impactam diretamente o processo de decisão de quem adota. Frambach et al. (1998) estudaram como algumas destas variáveis, em conjunto com as do lado de quem adota, podem influenciar o processo de adoção (Figura 3).

Figura 3 - Modelo de pesquisa de Frambach et al. (1998)



Fonte: Frambach et al. (1998)

Em ambos estudos, o autor indica que a macro-variável estratégia de marketing tem um impacto positivo na adoção, endereçando questões como ser pioneiro ou seguidor, ou seja, *quando* entrar no mercado, seguido por decisões de *como* entrar no mercado. Neste ponto, Easingwood e Beard (1996) identificam 4 tipos de estratégias que buscam o aceleração do processo de adoção: primeiro, trabalhar com outros fornecedores em parceria (trabalho em rede para aumentar fomento à demanda e melhorar o fluxo de informação/educação para o público-alvo, assim como estabelecer padrões que melhorem a percepção de suporte de mercado e reduzam problemas de incompatibilidade entre fornecedores); a segunda estratégia tem a ver com o posicionamento da inovação no mercado, focando inicialmente nos *early adopters* e influenciadores (inovações com maior grau de complexidade) ou buscando uma estratégia de preço competitivo; a terceira estratégia potencial seria focar na redução da percepção de risco de adotar cedo uma inovação tecnológica, ou seja, utilizar táticas para endereçar características da inovação já identificadas por Rogers (2003) como por exemplo a possibilidade de experimentação e observação do impacto/resultado através de programas de demonstração na própria

empresa cliente; por fim o sucesso ou não de uma inovação terá relação com a reputação que a empresa desenvolve no mercado e estratégias voltadas para o propósito de garantir a percepção de apoio/suporte de mercado. Esta última estratégia tem papel importante no mercado empresarial, como por exemplo o endosso de um ou mais formadores de opinião, ou a promoção das histórias de sucesso com alguns clientes de representatividade expressiva no mercado e que tenham adotado a inovação.

O modelo de Frambach et al. (1998) na figura 3, foca nas seguintes variáveis de marketing: posicionamento da inovação, mecanismos para redução da percepção de risco por quem adota e também o aumento do grau de confiança através da percepção de que há um amplo suporte à inovação no mercado. Outra macro-variável sob o controle do fornecedor é o desenvolvimento da inovação, e em particular a questão da customização/adequação de uma solução para atender ao cliente (FRAMBACH et al., 1998). Estas variáveis na verdade tem o papel de influenciar o processo de decisão sobre a inovação, definido por Rogers (2003) e apresentado anteriormente (conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação).

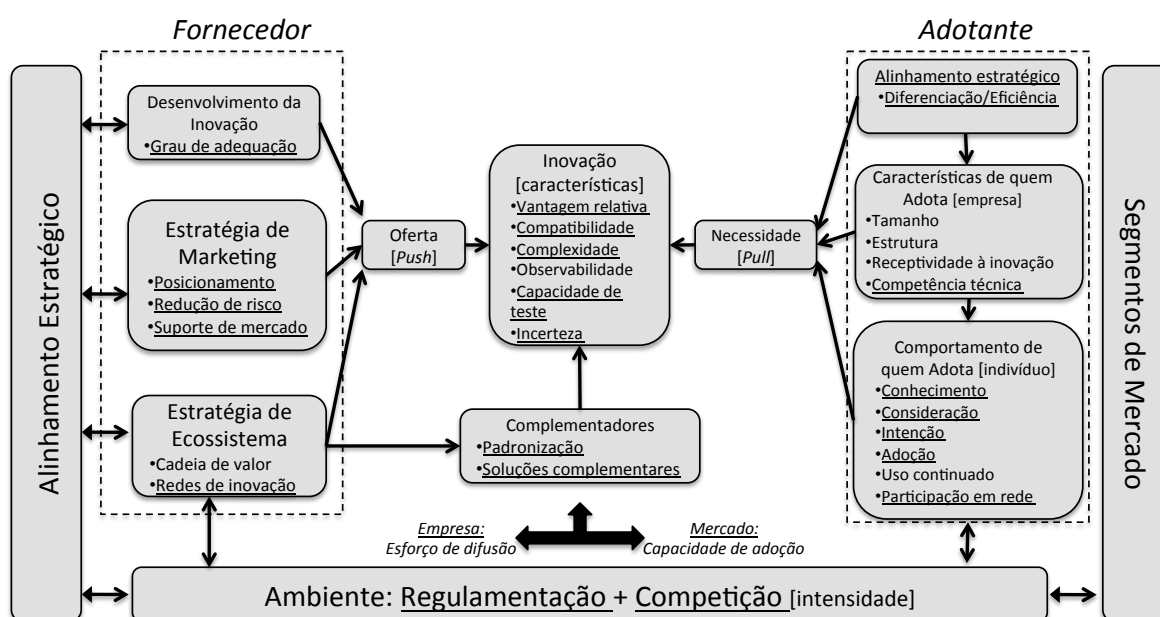
Hall e Kahn (2002) indicam que na adoção de novas tecnologias há importantes fatores do lado da demanda e da oferta que devem ser observados. Do lado da demanda eles mencionam o nível de conhecimento/formação dos trabalhadores e a infraestrutura da empresa adotando a inovação, a existência de relacionamento estável com a base instalada (para minimizar o risco de investimento em nova tecnologia), e o efeito rede (o valor/impacto de uma inovação cresce à medida que novos usuários adotam a tecnologia). Do lado da oferta eles indicam as melhorias feitas na tecnologia após a sua introdução, a invenção de novos usos para a tecnologia (por exemplo, tecnologia laser), e o desenvolvimento de necessidades complementares, tais como desenvolver as habilidades dos usuário e criar soluções que complementem a inovação.

Os atributos ou características das inovações (conforme percebidos pelos que adotam) também ajudam a determinar/explicar a taxa de adoção. Rogers (2003) assim as definiu: vantagem relativa, ou o quanto uma inovação é percebida como

melhor do que a ideia que ela substitui; compatibilidade, ou o grau no qual a inovação é percebida como sendo consistente com valores existentes, experiências passadas e necessidades dos adotantes em potencial; complexidade, ou o grau no qual a inovação é percebida como difícil de usar ou compreender; capacidade de experimentação, ou o grau no qual a inovação pode ser experimentada/testada; e capacidade de observação, ou o grau no qual os resultados da inovação são visíveis aos outros.

A figura 4 sintetiza diversos elementos presentes no processo de adoção de inovações, discutidos nesta revisão bibliográfica.

Figura 4 - Visão geral da interação entre quem fornece e quem adota a inovação

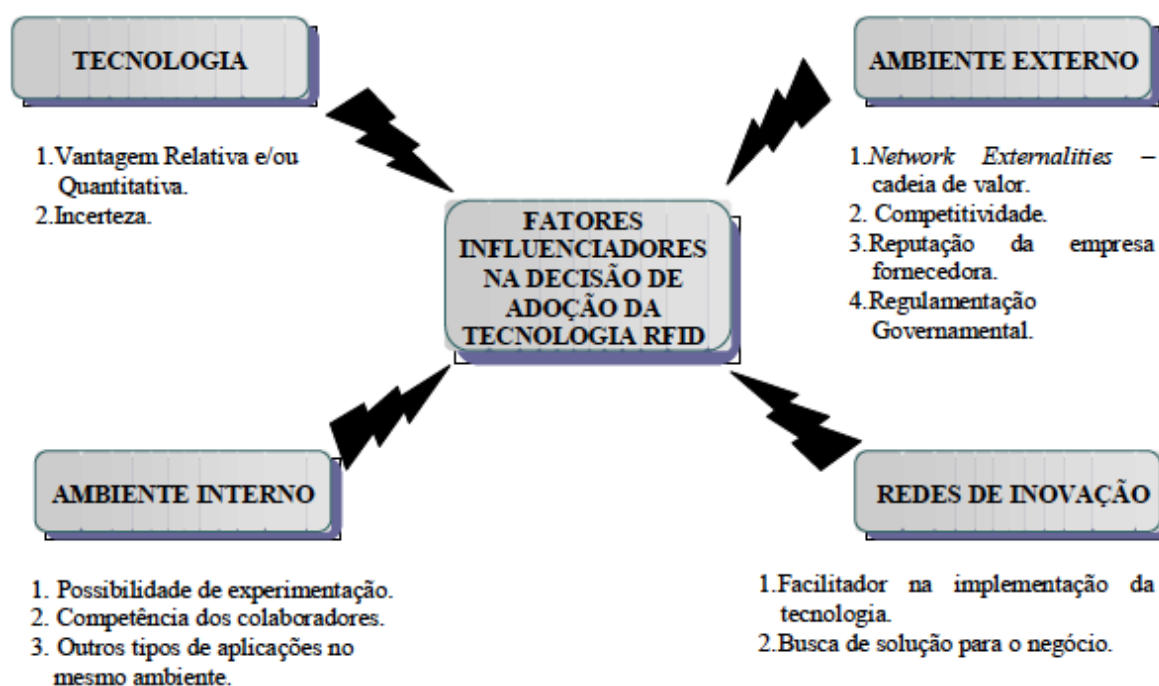


Fonte: adaptado pelo autor a partir de Rogers (2003), Frambach (1993), Frambach et al. (1998), Frambach & Schillewaert (2002) e Hall & Kahn (2002)

O tema adoção é importante para quem produz a inovação porque a empresa fornecedora precisa entender como os potenciais clientes vão reagir à inovação, se vão adotar ou não e porque. O tema também é importante para quem toma conhecimento de uma inovação e precisa decidir se adota ou não. O modelo apresentado neste estudo será útil para ambos e alguns dos seus elementos chave aparecem sublinhados na figura 4. O modelo está detalhado na seção 3.1 e utiliza

como base as referências aqui citadas e também o modelo proposto por Nemoto (2009), que buscou identificar fatores que devem ser levados em consideração na decisão de adoção da tecnologia RFID nas empresas (figura 5).

Figura 5 - Modelo de adoção de tecnologia RFID em empresas



Fonte: Nemoto (2009)

2.2 Inovação aberta

O processo de desenvolvimento de uma inovação é também um tema amplamente estudado. Um modelo que se aplica bem à natureza do objeto deste estudo foi proposto por Chesbrough (2003) com o nome de inovação aberta. O conceito de inovação aberta tem sido também objeto de estudo intenso nos últimos 10 anos e nesta revisão bibliográfica são identificados apenas alguns dos principais elementos que se aplicam ao modelo de pesquisa e aos estudos de caso realizados.

O modelo de inovação aberta preconizado por Chesbrough (2003) nasce como uma evolução natural do impacto dos fatores de erosão do chamado modelo fechado, onde as empresas eram responsáveis pela busca por novas ideias, e em seguida pelo desenvolvimento, manufatura, venda/distribuição, prestação de serviços e

custeio (estrutura financeira) para arcar com todo o ciclo. Para Chesbrough (2003), o modelo de inovação aberta assume que o conhecimento útil é abundante e está presente fora das fronteiras da empresa. Assume também que as empresas devem utilizar ideias internas e também externas além de todos os caminhos possíveis para fazê-las chegar ao mercado. Mostra que não é mais necessário inventar o melhor conhecimento para vencer. Ao contrário, a vitória virá pelo melhor uso do conhecimento interno e externo aplicado na hora certa, combinando criativamente o conhecimento em novas e diferentes maneiras de criar novos produtos e serviços.

Para o autor, nesse novo modelo combinam-se ideias internas e externas em arquiteturas e sistemas cujos requerimentos são definidos por um modelo de negócios. O modelo de negócios define qual problema de qual cliente estará sendo resolvido e utiliza ideias internas e externas para criar valor, enquanto define mecanismos internos para captura de parte deste valor (em última análise, o valor de uma ideia ou tecnologia esta diretamente associada ao modelo de negócio que a levará ao mercado).

Ideias não utilizadas provavelmente serão perdidas, juntamente com as pessoas que as desenvolveram e, por este motivo, o modelo de inovação aberta assume também que ideias internas devam ir ao mercado através de canais externos, fora do negócio atual da empresa, gerando assim valor adicional e também lucro quando uma ideia é vendida ou licenciada para outra empresa (por exemplo na forma de patentes).

O contraste dos princípios da inovação aberta com a inovação fechada estão indicados na tabela 1.

Tabela 1 - Comparação entre os princípios da inovação aberta e fechada

Princípios da inovação fechada	Princípios da inovação aberta
As pessoas inteligentes em nossa área trabalham para a nossa empresa	Nem todas as pessoas brilhantes trabalham para nós. Precisamos trabalhar com as pessoas inteligentes que estão dentro E fora de nossa empresa
Para lucrarmos com P&D nós precisamos descobrir, desenvolver e vender, tudo por conta própria.	P&D externo pode criar um valor significativo e o P&D interno é necessário para se possa capturar parte deste valor
Se descobrirmos por conta própria, faremos a inovação chegar ao mercado primeiro.	Não temos que ser a origem da pesquisa para que possamos lucrar com a inovação por ela produzida
A empresa que leva uma inovação ao mercado primeiro sempre vence	Se fizermos o melhor uso de ideias internas e externas, venceremos.
Se criarmos as melhores ideias e em maior quantidade, nós venceremos.	Se fizermos o melhor uso de ideias internas e externas, nós venceremos.
Devemos controlar nossa propriedade intelectual para que nossos concorrentes não se beneficiem/lucrem com ela	Devemos lucrar com outras empresas usando nossa propriedade intelectual (PI) e devemos usar a PI de outros quando isto fizer sentido para nosso modelo de negócios

Fonte: Chesbrough (2003), adaptado pelo autor

Para alguns autores, a dicotomia entre aberto e fechado não é totalmente verdadeira; estamos falando na verdade de um contínuo entre os dois modelos (DAHLANDER & GANN, 2010). Para Huizingh (2011), precisamos pensar em 3 questões importantes: conteúdo (ou fluxo), contexto, e processo de inovação aberta. A questão do conteúdo lida principalmente com a direção dos fluxos de conhecimento nos processos de inovação aberta, sendo estes de entrada (*Inbound*), quando se refere ao uso interno do conhecimento externo, ou saída (*outbound*) quando se refere a exploração externa de conhecimento interno. Ou seja, estamos lidando com questões referentes a três processos distintos, o de exploração do conhecimento, de retenção do conhecimento e de exploração comercial do

conhecimento, podendo estes serem realizados dentro ou fora das fronteiras da empresa (LICHTENTHALER & LICHTENTHALER, 2009).

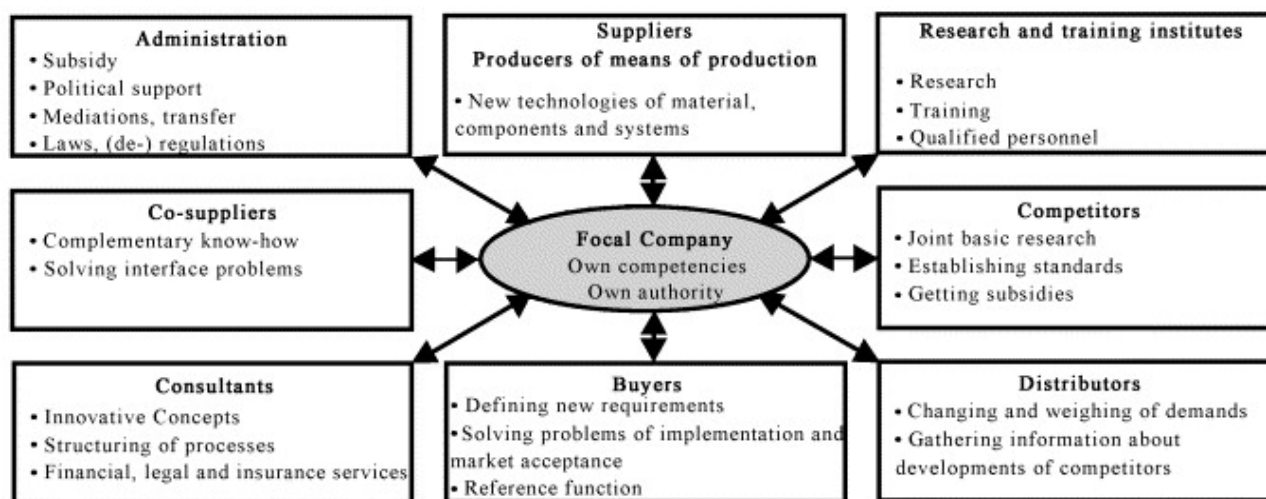
O contexto diz respeito a eficácia da inovação aberta, podendo esse ser interno ou externo. No contexto interno, temos a demografia (número de empregados, vendas, lucros, idade da empresa, localização, participação no mercado, e tipo de capital), as características de estratégia (orientação estratégica, aspectos ou objetivos da estratégia de inovação, novos entrantes versus estabelecidos [concorrência], cultura organizacional), e até mesmo as características dos funcionários, como exemplificam Harison e Koski (2010) ao constatarem que a adoção de software de código aberto em empresas desenvolvedoras de software está diretamente relacionada com o nível educacional dos colaboradores (quanto maior o grau de educação, maior a adoção). No contexto externo entram questões como indústria (eletrônica, alimentícia, financeira, automotiva, biotecnológica, nuclear e militar), sendo algumas mais propensas à utilização de inovação aberta do que outras, além de questões amplas como globalização, intensidade tecnológica, fusão tecnológica, novos modelos de negócios e gestão do conhecimento (GASSMAN, 2006).

Com relação ao processo de inovação aberta, este lida com duas questões fundamentais: primeiramente o processo de transição para o modelo de inovação aberta, levando em consideração, como por exemplo, dimensões como redes inter-organizacionais, estruturas organizacionais, processos de avaliação e sistemas de gestão do conhecimento (CHIARONI et al., 2010); e posteriormente a aplicação de melhores práticas, ou seja, como *fazer* inovação aberta. Segundo os autores, uma questão importante na prática da inovação aberta é a tomada de decisão sobre o desenvolvimento e/ou exploração de atividades de inovação, identificando e selecionando quando, como, com quem, com qual propósito e de que maneira deve-se buscar a cooperação com outros membros do ecossistema ou cadeia de valor.

Segundo Ritter e Gemunden (2003), empresas que mantêm relacionamentos com clientes, fornecedores, institutos de pesquisa e até competidores tem maiores chances de sucesso nas suas iniciativas de inovação em produtos e processos. Ainda segundo os autores, esta capacidade que algumas empresas possuem de gerenciar de forma eficiente e eficaz as relações inter-organizacionais é o que eles

chamaram de “competência de rede”. A “competência” neste sentido segue a estrutura proposta por Prahalad e Hamel (1990) que focavam em capacidades gerenciais e tecnológicas como base para criação de diferenças competitivas, sendo que essas “competências essenciais” davam acesso a uma grande oportunidade em novos mercados, contribuindo de forma significativa para a criação de benefícios percebidos pelos clientes, além de serem de difícil cópia/imitação por parte dos concorrentes. Para Ritter e Gemunden (2003), a competência de rede é essencialmente uma competência gerencial e não tecnológica; e tem a ver com saber *gerenciar as tarefas* associadas à gestão de uma rede de relacionamentos (iniciar o relacionamento, realizar trocas, coordenar atividades, planejar/organizar/estruturar/controlar as atividades que cruzam várias empresas) bem como ter as qualificações necessárias para tal (de ordem técnica, da empresa, e de ordem social, do indivíduo). Os autores resumem na figura 6 algumas das principais contribuições que diferentes empresas em uma rede de relacionamentos podem trazer para o processo de inovação de uma “empresa foco”.

Figura 6 - Exemplo de relações inter-organizacionais da “empresa foco”



Fonte: Ritter e Gemunden (2003)

Algumas conclusões do modelo de inovação aberta, de acordo com Chesbrough (2003), são:

- Conhecimento útil para a empresa se encontra hoje disponível e amplamente difundido em toda a indústria e em todo o mundo. Jornais on-line, publicações

científicas, acesso à Internet com a alta velocidade de transmissão de dados proporcionam acesso ao conhecimento de maneira rápida e com baixo custo.

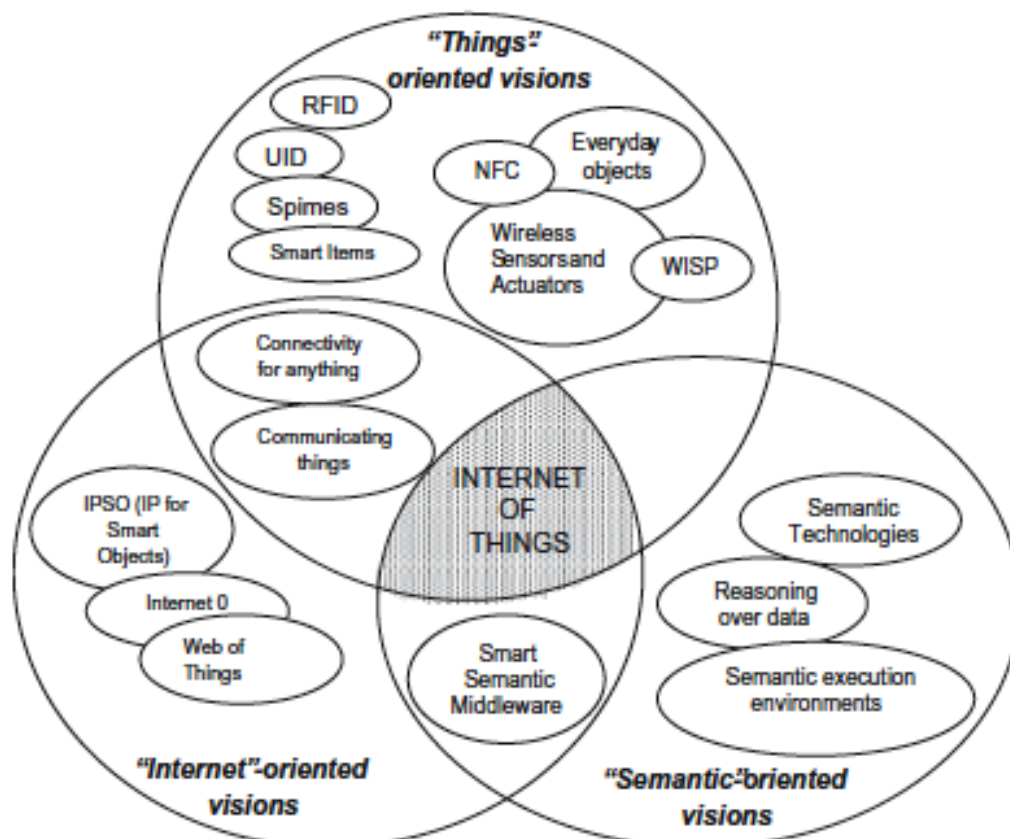
- As Universidades estão repletas de professores com conhecimento profundo em suas especialidades, e, junto a eles, fazendo pesquisa e absorvendo o seu conhecimento, diversos alunos de graduação.
- A difusão do conhecimento marcou o fim do seu monopólio, construído dentro das organizações com o setor de P&D altamente centralizado.
- Ideias que não sejam prontamente utilizadas serão perdidas (talvez juntamente com as pessoas que as originaram).

Ainda segundo o autor, a tecnologia em si não possui nenhum valor inerente. O valor de uma ideia ou tecnologia depende do modelo de negócios utilizado para levá-la ao mercado.

2.3 Internet das Coisas

A Internet das Coisas, ou *Internet of Things* (IoT), representa um novo paradigma de integração de várias tecnologias e soluções de comunicação. Assim nos apresentam o tema Atzori et al. (2010). Tecnologias de identificação e rastreamento, redes de sensores e atuadores, novos protocolos de comunicação (Internet de próxima geração), e inteligência distribuída para objetos inteligentes são apenas alguns dos exemplos segundo os autores. Dada a amplitude do tema no que diz respeito à quantidade de tecnologias adjacentes necessárias para fazer qualquer uma destas soluções funcionar de forma prática, o que se observa é que o conceito é sem dúvida muito interessante, porém de difícil exequibilidade. Como nos apontam os autores, esse conceito requer, necessariamente, muita sinergia entre diferentes áreas do conhecimento, incluindo telecomunicações, informática, eletrônica e ciências sociais, uma vez que representa a convergência de 3 “visões”: uma orientada à Internet (*middleware*), uma orientada a objetos (sensores) e uma orientada à semântica (conhecimento), como ilustrado na Figura 7. O que os estudos mais recentes apontam é que, por motivos diversos, a viabilidade da Internet das Coisas parece atingir um ponto de inflexão, gerando demanda, e conseqüentemente oferta, de soluções nas mais diversas áreas.

Figura 7 - A Internet das Coisas e a convergência de diferentes “visões”



Fonte: Atzori et al. (2010)

A expressão “*Internet of Things*” foi primeiramente utilizada pelos fundadores do MIT Auto-ID Center em 1999 (SUNDMAEKER et al., 2010). O termo “Auto-ID” refere-se a uma ampla classe de tecnologias de identificação utilizadas para automatizar, reduzir erros e aumentar eficiência, como por exemplo código de barras, cartões inteligentes, sensores, reconhecimento de voz e biometria. Desde a criação da EPC Network em 2003, o RFID tornou-se a principal tecnologia para identificação passiva de objetos, e as soluções baseadas nessa tecnologia são as precursoras da visão de Internet das Coisas. Em 2008, o número de dispositivos conectados à Internet superou o número de pessoas conectadas à rede e estima-se que este número ultrapasse 50 bilhões em 2020 (SWAN, 2012).

Alguns autores, como Pinto et al. (2013), consideram que há uma revolução acontecendo por conta dos dispositivos agora interconectados. Os autores indicam

que há uma nova realidade sendo criada diante de nossos olhos, oferecendo oportunidades de negócios diversas e totalmente inéditas em diferentes setores da indústria. Eles indicam que os provedores de telecomunicações são um dos elementos do ecossistema capazes de tomar a liderança e oferecer soluções para viabilizar as transformações que estão por vir.

Para Kortuem et al. (2010), a combinação da Internet com tecnologias como *near field communication* (NFC), localização em tempo real e *embedded sensors* nos permite transformar objetos do dia-a-dia em objetos inteligentes que podem entender o contexto a sua volta e reagir ao ambiente. Estes objetos são os *building blocks* da Internet das Coisas, a partir dos quais as novas aplicações tornam-se viáveis. Porter (2014) complementa essa visão indicando que a mudança na natureza dos produtos está forçando as empresas a repensarem todo o ciclo de desenvolvimento, manufatura, operação e serviços, com alto potencial de romper/reinventar cadeias de valor existentes e abrindo novas e importantes opções estratégicas.

Este é um tema que gera muito interesse da comunidade científica em geral, com novos conceitos e ideias surgindo constantemente. Um desses conceitos é o *Wisdom Web of Things* (W2T), que oferece um conceito amplo e visa estudar a simbiose harmoniosa entre seres humanos, computadores e dispositivos conectados, que juntos representariam o *hyper-world*, consistindo do mundo social, do mundo físico, e do mundo virtual (NING ZHONG, 2010).

Do ponto de vista gerencial, Porter (2014) identifica 4 questões básicas impactando a competição e a criação de vantagens competitivas: (1) como a introdução de produtos inteligentes e conectados afeta a estrutura da indústria a qual a empresa pertence, incluindo a definição das fronteiras desta indústria; (2) como estes novos produtos impactam a configuração da cadeia de valor e o conjunto de atividades necessárias para competir nos mercados selecionados; (3) quais os novos tipos de escolhas estratégicas que devem ser feitas para garantir/gerar novas vantagens competitivas; e (4) quais as implicações organizacionais de se abraçar estas novas tecnologias e quais os principais desafios relacionados à implantação dessas com sucesso.

Como a Internet das Coisas é um conceito amplo, tanto do ponto de vista das tecnologias envolvidas quanto das aplicações possíveis, será feito nas próximas seções um breve resumo com o objetivo de definir o escopo de entendimento deste tema para o presente trabalho. As seções estão assim organizadas:

- Terminologia
- Arquitetura de soluções baseadas em tecnologia IoT
- Categorias de soluções e aplicações típicas
- Redes elétricas inteligentes (*Smart Grid*)
- Cidades inteligentes
- Síntese do modelo de soluções IoT

2.3.1 Terminologia

O objetivo desta seção é o de definir a nomenclatura a ser utilizada quando forem feitas referências às tecnologias chave que fazem parte do tema aqui discutido.

- *Internet das Coisas / Internet of Things (IoT)*: refere-se à aplicação dos conceitos, arquiteturas e conjunto de tecnologias necessárias para oferta de soluções que se encaixem dentro do conceito de Internet das Coisas, conforme definido por Atzori (2010), Porter (2014) e Miorandi et al. (2012), e que está detalhado na seção 2.3.2. No decorrer deste trabalho, as expressões “IoT”, “solução IoT”, e “tecnologia IoT” referem-se à este conceito.
- *Computação em nuvem / Cloud Computing*: refere-se à infraestrutura de comunicação e computação (hardware e software) para criação de serviços de alto valor agregado. No decorrer deste trabalho, as expressões “nuvem”, “solução em nuvem”, e “tecnologia de nuvem” referem-se à este conceito. Ver seção 2.3.2 para maiores detalhes.
- *Big Data*: refere-se à capacidade de armazenar, organizar e analisar os dados, gerando conhecimento útil para definição de contexto e tomada de decisões. No decorrer deste trabalho, a expressão “solução *Big Data*” é utilizada para fazer referência a esta tecnologia. Ver seção 2.3.2 para maiores detalhes.

2.3.2 Arquitetura de soluções baseadas em tecnologia IoT

Para auxiliar na definição de um modelo de referência para a tecnologia IoT, será utilizada como base a organização proposta por Porter (2014) e alguns conceitos serão complementados com visões de outros autores.

O autor defende que a tecnologia IoT é a base para criação de produtos conectados e inteligentes, e assim classifica os componentes de uma solução IoT:

- Componentes físicos: compreendem as partes mecânicas e elétricas do produto;
- Componentes inteligentes: compreendem os sensores, microprocessadores, armazenamento de dados, controladores, software (aplicação específica) e, normalmente, um sistema operacional, podendo ou não haver algum tipo de interface para o usuário. A capacidade de detectar o estado físico das coisas através de sensores, juntamente com a coleta e processamento de dados é, segundo Uckelmann et al. (2011), o que permite que esses dispositivos respondam imediatamente às mudanças no mundo real;
- Componentes de conectividade: incluem as portas de conexão, antenas e protocolos para comunicação com ou sem fios. A conectividade pode ser de três naturezas, que podem estar presentes simultaneamente: (1) um-para-um: por exemplo quando um determinado produto se conecta com o usuário, o fabricante ou a outro “produto inteligente”; (2) Um-para-muitos: por exemplo quando um sistema central conecta-se continuamente ou intermitentemente a muitos “produtos inteligentes” simultaneamente; (3) muitos-para-muitos: vários “produtos inteligentes” conectando-se entre si e a sistemas externos, simultaneamente. Para Wu et al. (2011), esta conectividade deve ser ultra escalável uma vez que todos os dispositivos precisam ser de alguma forma acessáveis/endereçáveis, caso contrário não podem se comunicar nem serem gerenciados.

Ainda segundo Porter (2014), a comunicação serve a dois propósitos chave em soluções IoT: primeiro, ela permite que informações sejam trocadas entre o produto e seu ambiente operacional, seu fabricante, seus usuários e outros produtos e sistemas; em segundo lugar, permite que algumas funções do produto sejam

executadas fora do dispositivo físico, no que seria a “nuvem do produto”, no caso uma referência a uma solução em nuvem. Para Wu et al. (2011), soluções IoT sempre necessitarão de uma gestão intensa (em processamento e comunicação) dos dispositivos conectados e dos serviços ofertados. Para os autores, apesar do processamento em soluções IoT ocorrer de forma altamente distribuída, o gerenciamento e capacidade analítica serão normalmente centralizados e isto se realizará através de soluções em nuvem.

Computação em nuvem

Kai-Di et al. (2011) consideram a Internet das Coisas e a computação em nuvem, ou *cloud computing*, dois dos temas mais importantes no que diz respeito ao futuro da Internet. Segundo os autores, a conjunção destas tecnologias oferece uma plataforma única e transparente para integração de redes e objetos conectados. A computação em nuvem oferece a solução ideal para processamento de enormes quantidades de dados gerados pelos dispositivos, mas ainda há muitos desafios a serem vencidos, tanto na esfera tecnológica quando na de negócios através de novos e criativos modelos de negócios.

Não há uma origem exata para o termo computação em nuvem nem alguém que sabidamente o tenha utilizado antes de todos. O conceito da nuvem para representar redes de comunicação de dados é antigo, mas a computação em nuvem abrange questões mais amplas do que apenas a comunicação. Termos como *High Performance Computing* (HPC) e *Grid Computing* são amplamente utilizados na comunidade científica desde a década de 90, porém sua aplicabilidade difere do conceito de computação em nuvem (em termos de tipo de “carga de trabalho”, segundo RAJKUMAR, 2009). Artigos que utilizam a terminologia *cloud computing* aparecem em diferentes áreas, desde sequenciamento de DNA até sistemas óticos de transmissão de dados em alta velocidade.

Segundo Rajkumar (2009), a ideia da computação em nuvem está associada a conceitos amplos como “serviço público de computação e comunicação” ou o quinto serviço público (depois de gás, luz, água e telefonia). De acordo com Chorafas (2011), em termos práticos, o conceito hoje amplamente aceito pela comunidade de TIC é que a computação em nuvem trabalha com o conceito “sob-demanda” (*on*

demand), abrangendo 4 pilares: aplicações (AaaS – *Application as a Service*), plataformas (PaaS – *Platform as a Service*), infraestrutura (IaaS – *Infrastructure as a Service*) e serviços de habilitação/implantação de soluções. Uma das tecnologias chave por trás da viabilidade das soluções em nuvem é o conceito de virtualização e as soluções envolvem redes (ou nuvens) públicas, privadas ou híbridas (mistura de pública e privada). Ainda segundo o autor, os desafios em torno da computação em nuvem são muitos, incluindo questões de sustentabilidade (requerimentos de infraestrutura das “fazendas de servidores”) e privacidade (garantia dos dados pessoais armazenados na nuvem), para citar alguns dos mais comuns hoje em dia.

Os principais fornecedores de tecnologia da informação e comunicação hoje em dia têm o conceito de computação em nuvem como uma de suas estratégias chave, tanto para oferta de soluções corporativas quanto para de serviços às pessoas físicas (para empresas que servem a este mercado). A Amazon, por exemplo, cujo modelo de negócios depende da nuvem desde sua criação, foi uma das pioneiras na utilização da computação em nuvem e da oferta de serviços corporativos utilizando sua própria infraestrutura (*Amazon Web Services - AWS*). A IBM também foi uma das líderes com o conceito de *onDemand*. A Microsoft oferece o Windows Azure e a Apple o iCloud, o iTunes e a AppStore, todos baseados na nuvem. A lista de empresas que hoje investem pesadamente no desenvolvimento da computação em nuvem é grande e não é objetivo deste estudo, mas inclui nomes como Google, Intel, HP, Cisco, VMware, Yahoo!, e muitos outros.

De acordo com Marston (2010), a evolução da computação em nuvem nos últimos anos representa, potencialmente, um dos maiores avanços na história da computação. Segundo o autor, enquanto muita pesquisa tem sido feita com foco na tecnologia em si, há uma necessidade igualmente urgente de se entender o impacto relacionado aos negócios quando falamos de computação em nuvem, incluindo alterações nos modelos de negócios existentes e futuros. Não parece haver dúvidas de que novidades para melhorar a implementação de soluções de computação em nuvem são grande foco de pesquisa e este é um tema que continuará em franco desenvolvimento nos próximos anos.

Big Data

Big data é uma expressão que se mistura com computação em nuvem. Apesar de muitos entenderem a importância dessa tecnologia para geração de valor nas empresas, ainda há muitas incertezas sobre o que realmente ela quer dizer ou sobre “quando” se está fazendo *big data* versus apenas uma boa gestão de dados (Chorafas, 2011). A base aqui é a capacidade de armazenar, organizar e analisar os dados. À medida que os sistemas se tornam mais automatizados, em especial nos cenários de aplicação da tecnologia IoT, a quantidade de dados sendo gerados cresce exponencialmente, sendo o desafio maior não apenas a coleta e armazenagem dos dados (desafios críticos e também importantes), mas sim a capacidade de organizar e analisar os dados afim de produzir conhecimento que possa gerar valor para as empresas e seus respectivos clientes (Atzori et al., 2010). Para Fisher et al. (2012), o “contexto” necessário para que as pessoas tomem decisões vem de uma estratégia adequada de *big data*. De acordo com os autores, deixamos hoje um “rastros” digital em tudo que fazemos, desde hábitos de compras, *tweets*, nossas opiniões registradas em redes sociais, nossos interesses (através das buscas), nossas fotos, até mesmo nossos hábitos e movimentos através de GPS (carro, celular, etc). Tudo isso gera dados a serem analisados, e juntamente com eles vem uma série de preocupações, principalmente questões ligadas a segurança e privacidade (SCHADT, 2010). O tema *big data* tem participação especial na chamada bioinformática, onde o sequenciamento de DNA por US\$5,000 gera não apenas uma enorme quantidade de dados a serem analisados para uma quantidade cada vez maior de pessoas, mas abre também uma nova e significativa fronteira para os serviços de saúde através de novas rotinas de diagnóstico e tratamento preventivo, com um enorme potencial de redução de custos futuros (BOYD, 2012). Mas é em publicações como *Harvard Business Review* e *MIT Sloan Management Review* que os principais artigos sobre o impacto da evolução dessa tecnologia no mundo dos negócios têm surgido, indicando a importância dela na geração de *insights* e consequente criação de valor (MCAFEE & BRYNJOLFSSON, 2012; LAVALLE et al., 2012).

Para Porter (2014), uma das aplicações importantes de *Big Data* em soluções IoT é a coleta, análise e compartilhamento de imensas quantidades de dados longitudinais dentro e fora (no ambiente de operação) dos “produtos inteligentes” utilizando a

tecnologia IoT, o que na grande maioria dos casos representa um universo totalmente novo de dados que podem viabilizar *insights* e potencializar a geração de conhecimento a um grau nunca antes possível.

2.3.3 Categorias de soluções e aplicações IoT

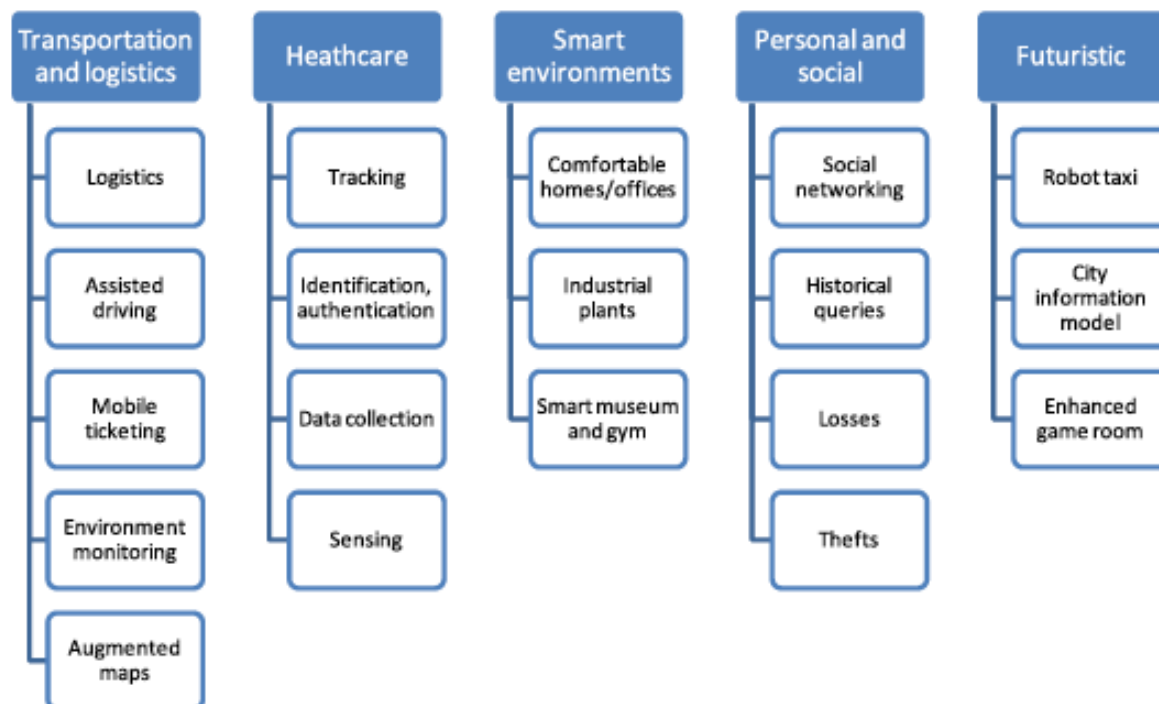
O universo de aplicações possíveis para a tecnologia IoT é bastante rico e isto pode ser facilmente identificado a partir da visão dos diferentes autores. Porter (2014) organiza as áreas potenciais agrupando as funções dos novos objetos/coisas em 4 blocos principais: monitoramento (sensores monitorando a condição do produto, o ambiente externo a ele e sua operação/uso, gerando alertas e notificações de mudança); controle (software rodando no objeto e/ou na nuvem e que possibilita o controle de funções ou a personalização da experiência de uso); otimização (através do monitoramento e controle, algoritmos são utilizados para melhorar a performance e permitir diagnóstico e correção de erros/conserto); autonomia (a combinação das 3 áreas anteriores viabiliza a operação autônoma, auto-coordenação com demais produtos ou sistemas, personalização automática, e autodiagnóstico e serviço). Ainda segundo o autor, há um mercado para informações de contexto que está apenas emergindo e que tem o potencial para mudar as cadeias de valor existentes (por exemplo, localização, tempo, relações sociais e informação dos sensores sobre o ambiente de usuário). No entanto, para que este mercado se viabilize, há a necessidade de se garantir acesso às informações de contexto e também o desenvolvimento de potencialmente novos modelos de negócio para que todas as partes deste novo ecossistema sejam capazes de capturar o retorno pelo valor gerado. Naturalmente, o crescimento de serviços com reconhecimento de contexto vai depender da disponibilidade ampla e eficiente de acesso a esse tipo de informação.

De acordo com Dey et al. (2001), contexto é "qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade (pessoa, lugar, objeto físico ou computacional) que é considerada relevante para a interação entre a entidade e a aplicação". Dependendo da situação específica de um usuário (entidade) e o aplicativo, as informações de contexto necessário variam. Para Stanoevska-Slabeva et al. (2010), o espectro potencial de informações de contexto varia podendo incluir

temas como localização, clima, tráfego, entre outros. Não há lista exaustiva ou classificação que contenha uma visão geral de todos os tipos possíveis de informações de contexto. No entanto, uma classificação baseada na maneira como e por quem a informação de contexto é criada ajuda a definir uma estrutura. Uma possível classificação baseada nesse critério distingue três tipos de informações de contexto: informações online criadas por plataformas e serviços online; informações fornecidas pelos operadores de rede de telecomunicações, tipicamente de localização via GPS; informações resultantes da medição de sensores direto do ambiente sendo monitorado. Os autores sugerem que as operadoras de telecomunicações, por já proverem uma informação de contexto crítica (localização geográfica) e por oferecerem uma infraestrutura fundamental para este tipo de serviço (a rede de comunicação) ocupem uma posição estratégica neste novo mercado. Para Miorandi et al. (2012), o desenvolvimento da tecnologia IoT proporcionará uma mudança na configuração dos serviços, movendo-se da visão atual do serviços *always-on*, típicos da era da Web, para serviços onde a resposta é criada em tempo real para atender a uma necessidade específica e relevante para o contexto em que o usuário se encontra.

A questão contextual, apesar de altamente relevante, não define segmentos de mercado nem oportunidades específicas de aplicação. Uma outra maneira de organizar as potenciais áreas de aplicação é apresentada por Atzori et al. (2010), que identificam e classificam as aplicações de Internet das Coisas de acordo com 5 domínios (figura 7): transporte e logística, saúde, ambientes inteligentes, pessoal/social, futurística.

Figura 8 - Domínios de soluções de Internet das Coisas



Fonte: Atzori et al. (2010)

Han et al. (2010) incluem neste universo monitoramento ambiental, a casa inteligente, conservação de energia em edifícios, o futuro da educação, uma nova experiência de compras, agricultura de alta precisão, qualidade da água (incluindo medição de nutrientes), estacionamentos inteligentes e segurança (doméstica, monitoramento na cidade, militar, etc). Ou seja, muitas das áreas onde as tecnologias de informação e comunicação hoje já atuam e oferecem valor poderão se beneficiar da tecnologia IoT.

Para Wu et al. (2011) não é possível representar de maneira exaustiva todas as possibilidades de soluções utilizando os conceitos e as tecnologias IoT. Segundo os autores, estamos apenas começando a compreender o potencial de aplicação desta tecnologia, haja vista a variedade de problemas que podem ser endereçados em diversos segmentos de mercado, como indicado na tabela 2.

Tabela 2 - Exemplos de aplicações utilizando tecnologia IoT

Security and public safety	Surveillance systems, control of physical access (e.g., buildings), environmental monitoring (e.g., for natural disasters), backup for landlines
Smart grid	Electricity, gas, water, heating, grid control, industrial metering, demand response
Tracking and tracing	Order management, asset tracking, human monitoring
Vehicular telematics	Fleet management, car/driver security, enhanced navigation, traffic info, tolls, pay as you drive, remote vehicle diagnostics
Payment	Point of sale, ATM, vending machines, gaming machines
Healthcare	Monitoring vital signs, supporting the aged or handicapped, web access telemedicine points, remote diagnostics
Remote maintenance and control	Industrial automation, sensors, lighting, pumps, vending machine control
Consumer devices	Digital photo frame, digital camera, ebook, home management hubs.

Fonte: Wu et al. (2011)

Para Miorandi et al. (2012), a Internet das Coisas não deve emergir como uma nova categoria de sistemas ou soluções, mas sim como uma evolução incremental à medida que tecnologias relacionadas com este conceito sejam progressivamente implantadas, viabilizando novas funcionalidades relacionadas com a capacidade de objetos interagirem entre si e com o mundo a sua volta. Para os autores, dois exemplos desta evolução acontecem hoje nas redes elétricas inteligentes, ou *smart grids*, e na infraestrutura urbana das chamadas cidades inteligentes. A seguir, esses dois exemplos serão discutidos em maiores detalhes por serem relevantes aos estudos de caso realizados como parte desta pesquisa.

2.3.4 Redes elétricas inteligentes (*Smart Grid*)

O *Electric Power Research Institute* (EPRI) realiza pesquisas sobre questões relacionadas com a indústria de energia elétrica nos EUA. EPRI é uma organização sem fins lucrativos financiada pela indústria de energia elétrica, fundada e sediada em Palo Alto, Califórnia. De acordo com o instituto, o *smart grid* (SG) é uma modernização do sistema de entrega de eletricidade que monitora, protege e otimiza automaticamente a operação dos seus elementos interligados; esses incluem a geração central de energia, a rede e a distribuição de alta, média e baixa tensão para os clientes industriais e consumidores em geral, incluindo seus termostatos, veículos elétricos, eletrodomésticos e outros dispositivos domésticos. Esta

modernização passa pela integração cada vez maior de sensores e atuadores nas diferentes partes do sistema e a utilização de uma rede de comunicação de dados bidirecional altamente eficiente, flexível, confiável e baseada em padrões abertos disponíveis nas tecnologias de informação e comunicação (RUBAN, 2010).

Para Yu et al. (2011), um tema recorrente hoje em dia é a necessidade de equilibrar ou minimizar o impacto ambiental trazido pelas diferentes atividades que fazem parte de manter o estilo de vida do século 21. Olhando especificamente a questão do fornecimento de energia, ingrediente fundamental nesse estilo de vida, é preciso buscar uma “energia inteligente”. Isto passa por alternativas mais inteligentes e de menor impacto ambiental nas diferentes etapas do processo de geração e distribuição de energia elétrica. O conceito de *smart grid* (SG) aparece como um habilitador ou facilitador dessa demanda por “energia inteligente” e por este motivo tem atraído a atenção de muitas empresas, órgãos reguladores e legisladores em todo o mundo. Para fazer um uso mais eficiente de energia, é necessário integrar novas tecnologias como por exemplo as de comunicação e informação (TIC), sendo a tecnologia IoT de alta aplicabilidade neste ambiente (Wu et al., 2011).

Para Bui et al. (2012), a busca por modelos que integrem energia sustentável é o principal impulsionador das pesquisas em torno de SG, buscando redefinir o conceito de eficiência na produção, transporte/distribuição e consumo de energia em toda a cadeia, desde a origem/produção até o usuário/consumidor. Os autores ressaltam que, apesar da expectativa de retorno dessas pesquisas serem altas, os benefícios práticos estão apenas começando a aparecer. Eles indicam que uma das transformações importantes que acontece no setor de energia é que a visão centralizada e, em muitos casos quase monopolística, onde grandes empresas dominam e gerenciam toda a cadeia de fornecimento começa a se alterar. Cada vez mais consumidores tornam-se produtores de energia graças à crescente disponibilidade de alternativas de microgeração de energia renovável, como por exemplo painéis de energia solar.

Ainda segundo Yu et al. (2011), não há uma única definição de SG. Nos Estados Unidos, o conceito é bastante abrangente e refere-se à maneira como a indústria de geração e distribuição de eletricidade está se transformando, deixando de ser

altamente centralizada e focando em quem produz energia, para tornar-se mais descentralizada e voltada para quem consome energia. Já na China, o conceito está mais relacionado com a rede física em si e a busca por soluções para tornar a distribuição mais segura, confiável, ágil, econômica e ambientalmente viável. Independentemente do nível de abrangência da expressão, todas envolvem a integração das tecnologias TIC no sistema atual e futuro de energia elétrica para melhor distribuição e controle.

Para Sauter e Lobashov (2011), em um SG o consumo de energia deve ser medido, o provisionamento de energia precisa ser controlado e a rede de distribuição precisa ser constantemente monitorada e ajustada para correto fluxo de força. Yu et al. (2011) reforçam que uma das funções chave no sistema de distribuição de energia é a medição do consumo, incluindo a capacidade de medir o consumo a qualquer momento e também a capacidade de disponibilizar essa informação para quem consome, no caso, o cliente. Nas soluções atuais, este processo acontece periodicamente e com um certo atraso, ou seja, o cliente fica sabendo quanto consumiu de energia sempre com uma defasagem de vários dias ou até semanas. A ideia do medidor inteligente é justamente ser capaz de informar ao cliente, em tempo real, qual o consumo de energia no período de tempo que o cliente desejar saber (no último mês, na última semana, na última hora, ou neste exato momento).

A medição inteligente é apenas um ponto onde TIC e a rede elétrica estão convergindo. Os eletrodomésticos inteligentes também passam a poder interagir com a rede elétrica para informar aos clientes as melhores opções de configuração/ajuste para otimizar o consumo de energia. Para Bui et al. (2012), um exemplo de utilização inteligente de energia seria a própria operadora do sistema oferecer sugestões aos clientes com base na análise do padrão de consumo. Por exemplo, sugestões como “não utilizar os aparelhos A e B ao mesmo tempo”, “usar o aparelho C apenas nos horários de custo mais baixo”, “para aquecer um determinado cômodo é melhor utilizar o aquecedor elétrico do que a gás”, etc. Essas informações para análise viriam dos próprios aparelhos e do medidor inteligente, seriam tratadas/processadas na nuvem e gerariam relatórios de volta para os clientes na maneira mais conveniente para eles (através da Internet, email, etc). Esse tipo de economia, quando analisada em larga escala, deve gerar impactos

significativos para o sistema elétrico como um todo, reduzindo também o potencial impacto ambiental.

Para Yu et al. (2011), uma boa infraestrutura de TIC é essencial para o correto funcionamento de um SG dada a alta dependência em informações que viabilizam o alto grau de eficiência, com custos reduzidos/otimizados e menor impacto ambiental. Para os autores, a tecnologia IoT é fundamental para tornar o conceito de SG uma realidade em larga escala e a custo acessível; e para viabilizar uma série de serviços inovadores, revitalizando o segmento de distribuição de energia elétrica.

Especificamente sobre a rede de comunicação, parte crítica de uma solução IoT em SGs, Sauter e Lobashov (2011) indicam que uma rede de comunicação que seja adequada ao propósito de servir aplicações relacionadas com a gestão de distribuição de energia deve observar os seguintes requerimentos: alta confiabilidade e alta disponibilidade; gerenciamento automático de redundância; amplitude de cobertura, ou seja, deve cobrir áreas geográficas extensas; suportar um alto número de dispositivos ou nós (cada medidor residencial, por exemplo, é um nó de rede); velocidade e categorização da transmissão de dados adequada à qualidade de serviço esperada, como por exemplo diferenciar entre tráfego de dados de controle, alarmes ou simples medição; segurança, sendo aqui importante notar que tráfego de dados de medição para faturamento (dados de clientes) e controle da rede são considerados particularmente sensíveis; facilidade de implantação e manutenção da rede como um todo. Os autores reforçam que a rede de comunicação não precisa ser da empresa de energia, mas nem sempre a operadora de telecomunicações oferece a qualidade de serviço e cobertura necessária a um custo razoável. O que se tem observado é que o controle sobre a infraestrutura de comunicação tem se mostrado uma questão estratégica dada a importância cada vez maior que essa passa a ter dentro da operação da rede elétrica como um todo. Ainda segundo os autores, as alternativas tipicamente utilizadas são redes sem fio de longa distância como rede celular de dados ou Wimax, sendo a alternativa de melhor relação custo benefício a PLC (*Power Line Communication*) que utiliza a própria rede elétrica e fiação já existente para transmissão de dados. Apesar da qualidade da transmissão não ser ideal, a tecnologia evoluiu bastante nos últimos anos para melhorar a performance e qualidade dessa alternativa, que tem se

mostrado de interessante relação custo benefício dada a infraestrutura existente nas operações de distribuição de energia elétrica.

Han et al. (2010) reforçam a importância da rede de comunicação bem dimensionada para lidar com o grande tráfego de dados vindo não apenas da infraestrutura de distribuição de energia e do controle da rede, mas sim da grande quantidade de sensores instalados nos medidores inteligentes. Ou seja, a capacidade de agregar e tratar estes dados é chave em qualquer sistema de SG. Esta visão é compartilhada por Yu et al. (2011), notando que a implantação de uma grande quantidade de medidores inteligentes disponibilizando informação em tempo real para os clientes requer a capacidade de transmissão de altos volumes de dados e a capacidade de tratar esses dados para devolver as informações necessárias para os usuários/clientes, sendo isso um exemplo claro de *Big Data* em ação.

Para Bui et al. (2012), a integração da tecnologia IoT em SG oferece uma série de benefícios, como por exemplo a utilização de arquiteturas de segurança e privacidade, múltiplas alternativas de conectividade, interoperabilidade entre fornecedores na parte de comunicação, além da possibilidade de utilização de uma solução em nuvem para disponibilização de novos serviços para os clientes. Em particular, do ponto de vista de comunicação, os autores ressaltam a importância de utilização de uma rede com alta escalabilidade e interoperabilidade. A escalabilidade, já mencionada por outros autores, é necessária devido ao grande número de sensores gerando informações/medições, ao passo que a interoperabilidade diz respeito à necessidade de utilização de equipamentos de diferentes fornecedores, como por exemplo medidores inteligentes, reguladores de corrente, fontes de energia renovável (ex: painéis solares), eletrodomésticos, todos gerando dados e podendo ser monitorados e/ou controlados através da tecnologia IoT. Um exemplo do desafio aqui encontrado é dado por Sauter e Lobashov (2011), onde em muitos casos o software que acessa os dados do medidor para leitura funciona com equipamentos de vários fornecedores, mas para ações como diagnóstico e configuração, funcionam apenas em soluções fechadas (software do próprio fornecedor do medidor).

O esforço de padronização existente hoje em dia em IoT é fundamental para acelerar a adoção nos sistemas de SG uma vez que facilita integração de soluções de múltiplos fornecedores, simplifica a arquitetura de comunicação e desenvolvimento de soluções em nuvem e viabiliza a visão de SG em larga escala, gerando o impacto de eficiência desejado com consequências positivas nas esferas econômica e ambiental.

2.3.5 Cidades Inteligentes

Zanella et al.. (2014) indicam que embora não haja ainda uma definição formal e amplamente aceita de "Cidade inteligente" (*Smart Cities*), o objetivo final é fazer um melhor uso dos recursos públicos, aumentando a qualidade dos serviços oferecidos aos cidadãos, enquanto reduz os custos operacionais das administrações públicas. A tecnologia IoT pode trazer vários benefícios na gestão e otimização dos serviços públicos tradicionais, como transporte e estacionamento, iluminação, vigilância e manutenção das áreas públicas, preservação do patrimônio cultural, coleta de lixo, salubridade de hospitais e administração das escolas publicas.

Para os autores, os desafios para criação de cidades inteligentes são políticos (poder e esfera de decisão), técnicos (integração com as tecnologias já existentes nas diferentes áreas da administração pública) e financeiros (não há um modelo de negócios claro e bem definido para viabilizar os investimentos e parcerias necessárias).

Para Cianci et al. (2012), a infraestrutura de TIC está na base da cidade inteligente e as operadoras de telecomunicações devem desempenhar um papel fundamental pela cobertura física de toda a cidade e também por estarem presentes em tudo que diz respeito à serviços de comunicação hoje utilizados na cidade, seja pela administração pública ou pelos cidadãos. A visão dos autores é que essas empresas estão estrategicamente posicionadas para fornecer serviços avançados de transporte inteligente, sistemas de monitoramento ambiental e de consumo de energia, saúde, segurança pública e e-commerce. Em outras palavras, eles podem desempenhar um papel chave na integração de todos os serviços de uma cidade inteligente e também na disponibilização de acesso aos serviços de múltiplas

maneiras (principalmente através de serviços móveis), estendendo assim seu leque de serviços e melhorando sua competitividade.

Na tabela 3, temos um breve resumo das áreas e aplicação da tecnologia IoT em soluções que fazem parte da conceito de uma cidade inteligente.

Tabela 3 - Aplicações IoT em cidades inteligentes

Área de aplicação	Descrição
Preservação do patrimônio cultural	Manutenção adequada dos edifícios históricos de uma cidade através do monitoramento contínuo das condições reais de cada edifício e identificação das áreas que estão mais sujeitas ao impacto de agentes externos. Os dados são gerados pelo uso adequado de sensores localizados nos edifícios, tais como sensores de vibração e deformação para monitorar o estresse de prédio, sensores de agentes atmosféricos nas áreas próximas para monitorar os níveis de poluição e sensores de temperatura e umidade para ter uma completa caracterização das condições ambientais dentro e fora dos prédios (LYNCH e KENNETH, 2006). Este é um exemplo de uma aplicação de monitoramento.
Gestão de resíduos (Coleta de lixo)	Este é um grande desafio em muitas cidades modernas devido ao custo do serviço e o problema do armazenamento de lixo nos aterros sanitários. A aplicação da tecnologia IoT pode ser, por exemplo, o uso de um container de lixo inteligente, que detecta o nível de carga, atualizando automaticamente o sistema de rotas de coleta otimizando o fluxo dos caminhos, reduzindo assim o custo da coleta de resíduos e melhorando a qualidade da reciclagem (NUORTIO et al., 2006)
Qualidade do ar	A tecnologia IoT pode fornecer meios para monitorar a qualidade do ar em áreas de alta ocupação/densidade populacional, parques e áreas de lazer. Um exemplo seria viabilizar para os aplicativos de monitoramento de atividade física das pessoas praticando corrida a rota mais saudável a ser utilizada ao ar livre. A operacionalização de tal serviço requer que os sensores de qualidade e poluição do ar sejam implantados em toda a cidade e que os dados do sensores sejam disponibilizados publicamente aos cidadãos. (AL-ALI et al., 2010)

Fonte: adaptado pelo autor a partir de Zanella et al. (2014)

Tabela 3 - Aplicações IoT em cidades inteligentes (continuação)

Monitoramento de ruídos	<p>Ruído pode ser visto como uma forma de poluição acústica e nesse sentido há leis específicas para reduzir a quantidade de ruído em locais e horas específicas. A tecnologia IoT pode viabilizar um serviço para medir a quantidade de ruído produzido a qualquer hora nos lugares que adotam o serviço de monitorização de ruídos. Além de construir um mapa do espaço-tempo da poluição sonora na área, esse serviço também pode ser usado para reforçar a segurança pública, por meio de algoritmos de detecção de som que podem reconhecer, por exemplo, o ruído de vidro quebrando ou brigas. Este serviço, portanto, pode melhorar tanto a tranquilidade das noites na cidade quanto a confiança dos proprietários de estabelecimentos públicos, embora a instalação de detectores de som ou microfones ambientais seja bastante controversa devido às questões de privacidade (MAISONNUEVE et al., 2009)</p>
Controle de tráfego	<p>Na mesma linha de qualidade do ar e monitoramento de ruído, um serviço viabilizado pela tecnologia IoT é o acompanhamento dos congestionamentos de tráfego na cidade. Apesar de sistemas de monitoramento de tráfego baseados em câmeras já estarem disponíveis e implementados em muitas cidades, é possível melhorar a qualidade da informação disponibilizada. O monitoramento de tráfego pode ser realizado usando o GPS instalado nos veículos, <i>tags</i> específicos (ver exemplo do SINIAV no estudo de caso da empresa A) e também adotando uma combinação de sensores de qualidade do ar e sensores acústicos. Esta informação é de grande valia para as autoridades (disciplina no trânsito e situações de emergência) e para os cidadãos (planejar a melhor rota para chegar a um destino) (LI et al., 2009)</p>

Fonte: adaptado pelo autor a partir de Zanella et al. (2014)

Tabela 3 - Aplicações IoT em cidades inteligentes (continuação)

Consumo geral energia da cidade	<p>Juntamente com a serviço de monitoramento da qualidade do ar, a tecnologia IoT pode viabilizar também o monitoramento do consumo de energia de toda a cidade, oferecendo às autoridades e cidadãos uma visão clara e detalhada da quantidade de energia requerida pelos diferentes serviços (iluminação pública, transporte, tráfego, luzes, câmeras, aquecimento / resfriamento de edifícios públicos, etc). Isto tornará possível identificar as principais fontes de consumo de energia e definir prioridades a fim de otimizar o seu comportamento. Esse serviço se encaixa no conceito de <i>smart grid</i> já discutido.</p>
Estacionamento	<p>O serviço de estacionamento inteligente baseia-se em sensores nas ruas/estradas e monitores (displays) inteligentes que orientam os motoristas para encontrarem estacionamento na cidade. Os benefícios decorrentes deste serviço são múltiplos: tempo mais rápido para localizar uma vaga de estacionamento significa menos emissões de CO do carro, menor congestionamento do tráfego e cidadãos mais felizes. O serviço de estacionamento inteligente pode ser integrado diretamente na infraestrutura da cidade. E utilizando-se de tecnologias de comunicação de curto alcance, como RFID ou NFC é possível executar a verificação eletrônica de regras de estacionamento, como por exemplo vagas reservadas para residentes ou pessoas com deficiência, oferecendo assim um melhor serviço aos cidadãos que legitimamente podem usar esses espaços ao detectar de forma rápida e eficiente eventuais violações (LEE et al., 2008)</p>

Fonte: adaptado pelo autor a partir de Zanella et al. (2014)

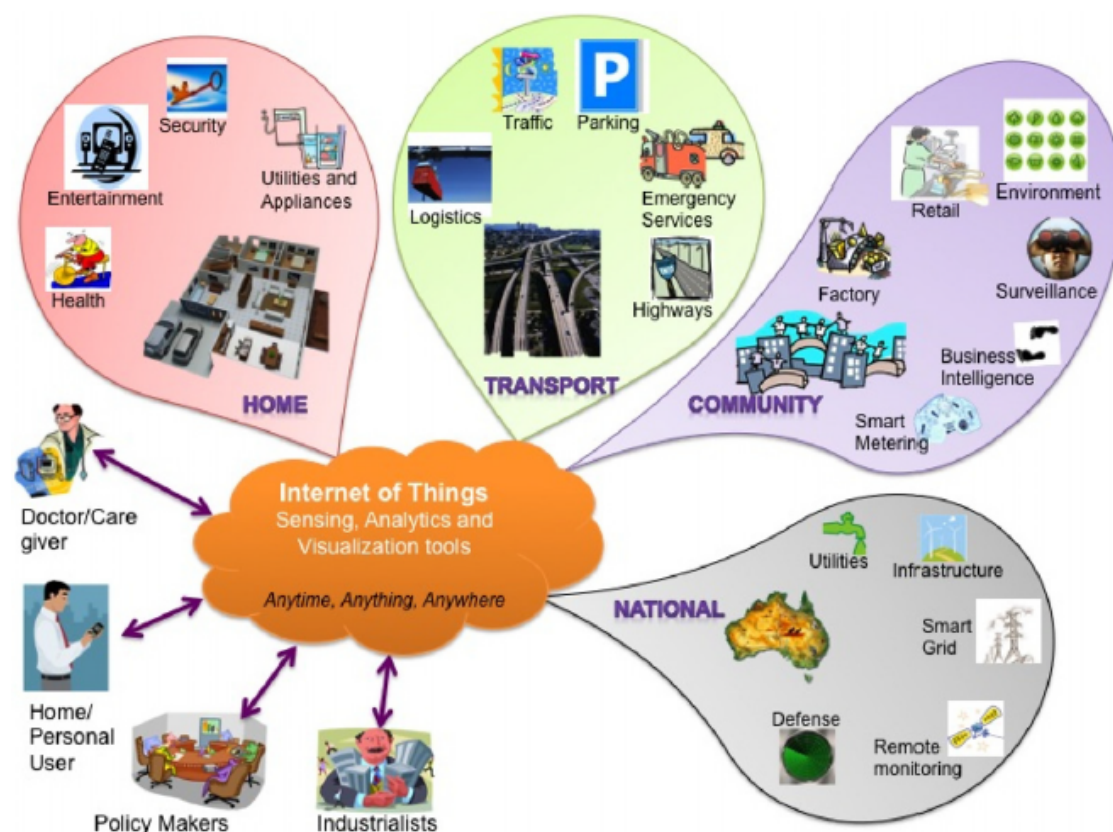
Tabela 3 - Aplicações IoT em cidades inteligentes (conclusão)

Iluminação	A otimização da eficiência da iluminação pública é uma importante aplicação da tecnologia IoT em <i>smart cities</i> . Em particular, esse serviço pode variar a intensidade de luz da rua, de acordo com a hora do dia, a condição de tempo e a presença de pessoas. Um benefício potencial dessa solução é a criação de uma rede WiFi pública utilizando os pontos de acesso já presentes nos postes de iluminação
Automação e salubridade de prédios públicos	Outra aplicação importante da tecnologia IoT é o monitoramento do consumo de energia e salubridade do ambiente em edifícios públicos (escolas, escritórios de administração e museus), por meio de diferentes tipos de sensores e atuadores que controlam luzes, temperatura e umidade. Ao controlar estes parâmetros, é possível aumentar o nível de conforto das pessoas que vivem nesses ambientes, o que também pode ter um retorno positivo em termos de produtividade, além de reduzir os custos de aquecimento e resfriamento (KASTNER et al., 2005)

Fonte: adaptado pelo autor a partir de Zanella et al. (2014)

A figura 9 sintetiza as diversas áreas de aplicações potenciais de soluções baseadas na tecnologia IoT.

Figura 9 - Síntese das aplicações de Internet das Coisas



Fonte: Gubbi et al. (2013)

2.3.6 Síntese do modelo de soluções IoT (Porter, 2014)

O caminho para se realizar a visão da Internet das Coisas é repleto de desafios, na sua maioria tecnológicos. Segundo Atzori et al. (2010), alguns dos principais desafios incluem padronização dos protocolos de comunicação, identificação e endereçabilidade de objetos, e segurança e privacidade. Miorandi et al. (2012) definem a questão da segurança em 3 partes: confidencialidade dos dados (apenas entidades devidamente autorizadas podem acessar e modificar dados), privacidade (regras definindo quais dados individuais podem ser acessados) e confiança (processo para troca de credenciais que garantem acesso a serviços e recursos).

Na definição de produtos e soluções IoT, um dos desafios claros das empresas é determinar o quanto de processamento se faz no dispositivo versus na nuvem (PORTER, 2014). Isto obviamente depende de um grande número de variáveis, mas um exemplo prático é o que acontece com as câmeras de monitoramento. Sendo vídeo um tipo de tráfego intenso e que consome muitos recursos da rede de comunicação, é importante haver algum nível de processamento nas próprias câmeras afim de viabilizar um certo grau de autonomia na operação. Hoje temos muitas soluções onde a própria câmera reconhece padrões específicos, otimizando consideravelmente o tráfego de comunicação com as aplicações em nuvem. No estudo de caso da Empresa A, temos o exemplo de uma câmera que reconhece placas de carro e outra capaz de distinguir sexo, idade e até mesmo humor de uma pessoa. Para Wu et al. (2011), esta maior capacidade de processamento nos dispositivos é uma tendência e evolução natural que continuará a viabilizar soluções inovadoras baseadas em tecnologia IoT.

Porter (2014) nos lembra que vantagens competitivas dependem fundamentalmente das escolhas estratégicas, e indica algumas das perguntas chave relacionadas ao tema, a saber: (1) quais conjuntos de funcionalidades e capacidades (nos novos produtos) devemos perseguir como empresa; (2) quanto destas novas funcionalidades devemos desenvolver internamente versus terceirizar; (3) que tipos de funcionalidades rodam nos produtos e quais rodam na nuvem (produtos desenvolvidos pela empresa e soluções adotadas pela empresa); (4) ao escolhermos uma solução IoT, devemos escolher entre uma solução verticalmente integrada (fechada) ou uma solução aberta baseada em padrões e de múltiplos fornecedores; (5) quais informações devemos capturar e analisar para maximizar o valor de nossa oferta; (6) conseqüentemente, como podemos garantir a questão da segurança das informações; (7) devemos des-intermediar (totalmente ou parcialmente) nossa cadeia de valor (distribuição e serviço); (8) devemos repensar nosso modelo de negócios; (9) há novas oportunidades de negócios gerados pela monetização dos dados/informações gerados pela solução IoT adotada ou pelas informações geradas a partir das soluções oferecidas a clientes; e por fim (10) será que a empresa deve expandir seu escopo de atuação.

A figura 10 resume a arquitetura tecnológica proposta por Porter (2014) e aqui discutida. Os elementos chave de uma solução IoT estão descritos abaixo:

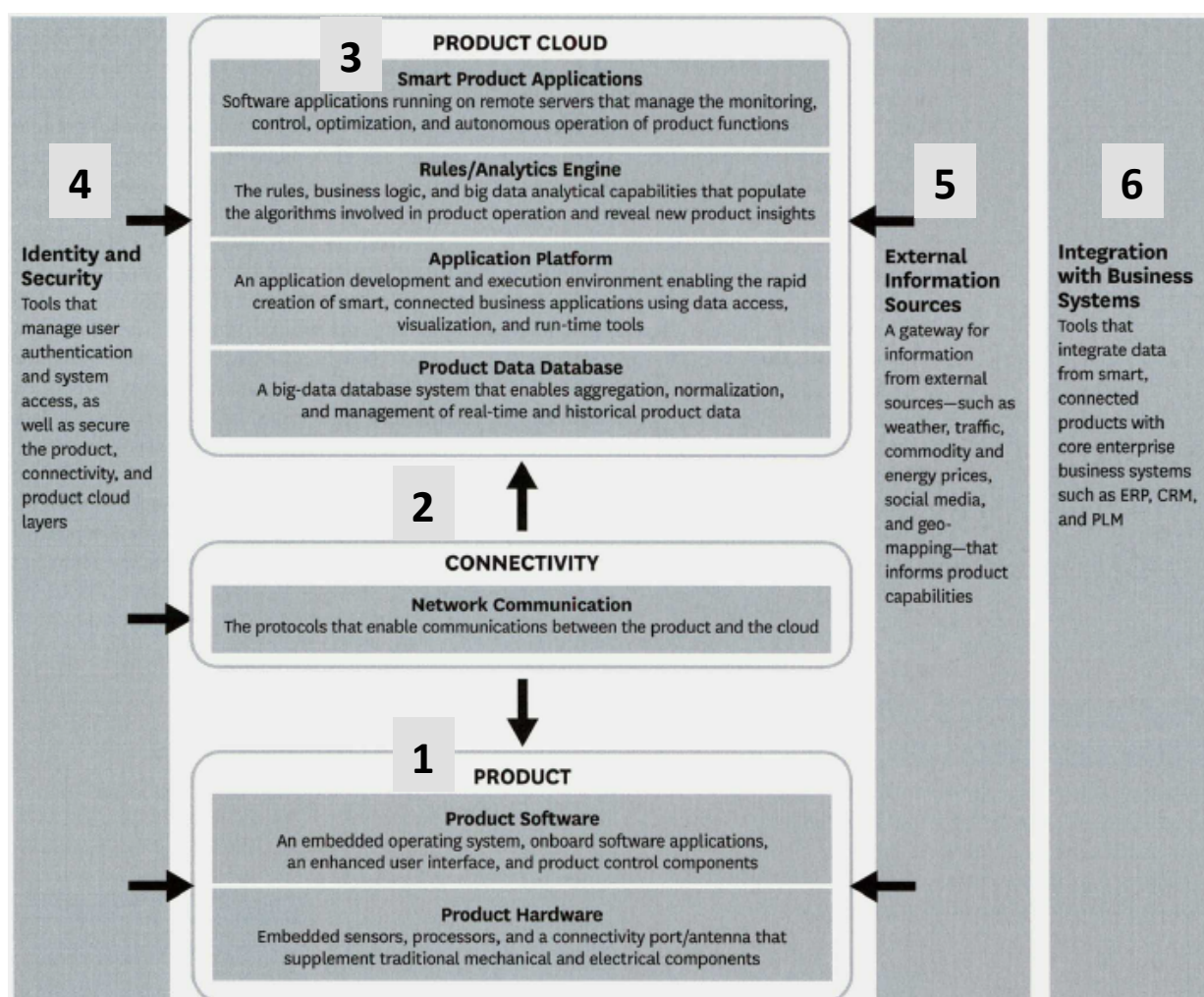
1. Produto: inclui os componentes físicos e inteligentes e lida com os desafios associados à integração de sensores e atuadores para as funções de monitoramento, controle, otimização e autonomia operacional;
2. Conectividade: inclui os componentes de conectividade e busca atender todas as especificidades de aplicações e mercados específicos como *smart grid* e cidades inteligentes;
3. A solução em nuvem, incluindo a componente analítica de *Big Data*, é fundamental para geração de valor de qualquer solução IoT por dois motivos principais: (1) as aplicações específicas de cada solução são desenvolvidas, testadas e viabilizadas para uso neste ambiente; (2) o tratamento e análise massiva dos dados para geração de conhecimento, contexto e *insights* depende de um sistema adequado de *Big Data*, normalmente integrado à solução em nuvem;
4. Tecnologia de segurança: independentemente da definição, segurança é visto por diversos autores como uma das questões mais críticas para o sucesso da tecnologia IoT no mercado;
5. Integração com fontes de dados externos para criação adicional de valor, tipicamente associado à integração de informações relevantes para contextualização (ex: clima, trânsito, localização, etc);
6. A integração com sistemas corporativos é fundamental para geração de valor adequada às necessidades do negócio (ex: acesso ao cadastro de clientes, inventário no sistema de manufatura, etc).

Conforme visto na revisão bibliográfica, não há uma definição única para o conceito de IoT. Assim sendo, para este trabalho em particular, será utilizada a seguinte definição de uma solução IoT:

- Utiliza produtos inteligentes, dotados de sensores e/ou atuadores, capazes de capturar informações diversas sobre o ambiente a sua volta ou sistema no qual estejam inseridos
- Os produtos inteligentes possuem capacidade de comunicação (com ou sem fio) e conectam-se a uma solução em nuvem através da Internet para envio e recebimento de informações

- Os dados capturados pelos sensores são tratados na nuvem e geram algum tipo de resposta para o dispositivo/produto inteligente (instrução para o produto executar alguma tarefa) ou para o usuário da solução IoT discutida (informação apresentada de volta para o usuário através de algum mecanismo relevante para o contexto dele)

Figura 10 - Arquitetura tecnológica para soluções IoT



Fonte: Porter (2014)

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo, é apresentada a metodologia deste estudo, incluindo: o modelo de análise de adoção de Internet das Coisas utilizado; o esquema da pesquisa; a estratégia de estudo de caso; e as técnicas e instrumentos utilizados para coleta dos dados.

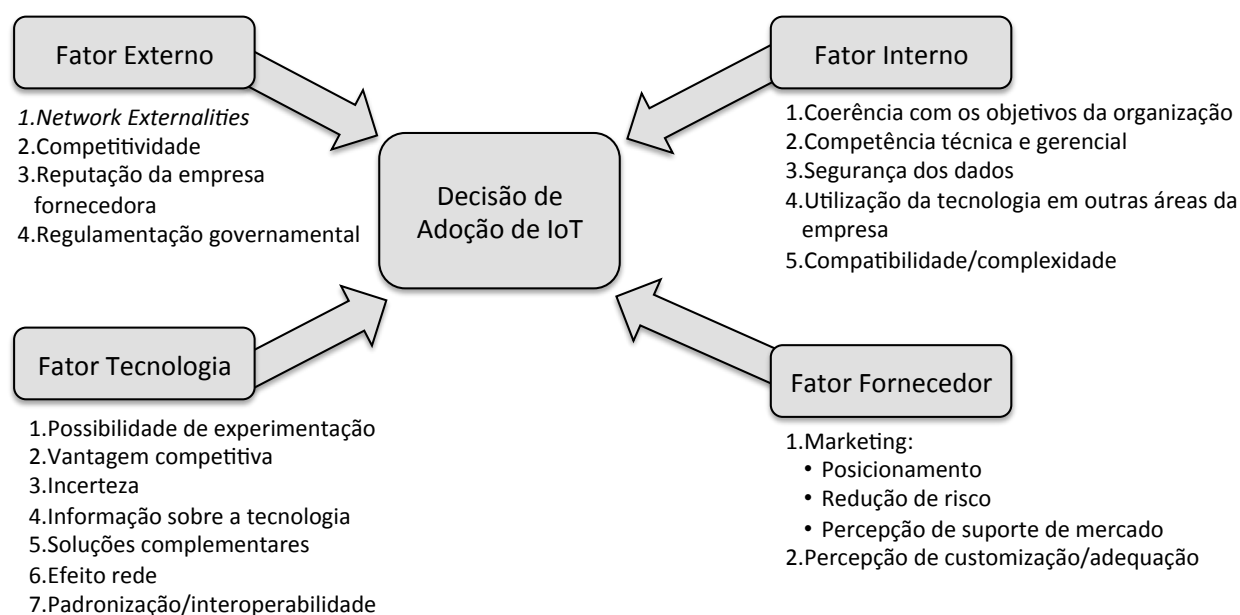
3.1 Modelo de adoção de tecnologia IoT

O modelo de pesquisa utilizado neste trabalho para decisão de adoção de inovação (figura 11) foi inicialmente baseado no trabalho de Nemoto (2009) sobre adoção da tecnologia RFID e leva em consideração os fatores considerados importantes segundo os autores: Rogers (2003), Tornatzky e Fleischer (1990), Frambach (1993), Frambach et al. (1998), Frambach e Schillewaert (2002), Porter (2014), Vasconcellos (1999), Atzori et al. (2010) e Hall e Kahn (2002), além dos demais autores indicados na tabela 4. Esse modelo busca atender ao objetivo específico deste trabalho e encontra-se ilustrado na figura 11 e nas tabelas 4 e 5, sendo descrito a seguir.

O modelo utiliza os fatores “Externo”, “Interno”, “Tecnologia” e “Fornecedor”. Os subfatores categorizados no fator “Externo” compreendem aqueles que, embora externos à empresa, são capazes de influenciar a adoção da inovação, como a exigência dos fornecedores ou clientes, a influência de outras empresas do mercado que já adotaram a tecnologia (do mesmo segmento ou não), a existência de leis governamentais regulando o uso da tecnologia e a reputação das empresas fornecedoras. Todos esses podem elevar o grau de confiança na tecnologia por parte da empresa eventualmente interessada em adotá-la. Já os subfatores agrupados no fator “Interno” compreendem aqueles relacionados às questões internas da empresa e que podem influenciar positivamente ou negativamente a adoção da tecnologia. Eles incluem a coerência com os objetivos da organização e consequente apoio executivo bem como alinhamento com demais áreas de negócios, a existência ou não de competência técnica e gerencial, o papel da segurança dos dados para a empresa, a capacidade de utilização da mesma tecnologia em outras áreas da empresa e o impacto da compatibilidade com os

sistemas existentes e a eventual complexidade associada à integração desses com a nova tecnologia. Os subfatores referentes ao fator “Tecnologia” incluem questões relacionadas à análise da tecnologia IoT bem como seu potencial de impacto, como por exemplo a possibilidade de testar a tecnologia, se ela gera ou possibilita vantagens competitivas, se há incerteza causada pela dificuldade em visualizar resultados, se há informação disponível sobre a tecnologia e respectiva qualidade da informação, a importância da existência de soluções que complementam a inovação adotada, o papel do efeito rede (valor da inovação cresce à medida em que o número de usuários da tecnologia cresce), a importância da existência de padrões de mercado e da capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável. Já os subfatores referentes ao fator “Fornecedor” analisam itens sob controle do fornecedor, como as variáveis de marketing (posicionamento: foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral; redução de risco: ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia; e percepção de suporte de mercado: ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação avaliada) e o desenvolvimento da inovação (percepção de customização/adequação: se a solução avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada).

Figura 11 - Modelo de pesquisa – objetivo principal



Fonte: elaborado pelo autor com base na revisão bibliográfica detalhada na tabela 4

As seguintes adaptações foram feitas ao modelo proposto por Nemoto (2009):

- O fator externo manteve-se inalterado e corresponde ao fator “Ambiente externo” do modelo proposto pela autora
- O fator interno corresponde ao fator “Ambiente interno” do modelo proposto pela autora e a esse foram acrescentados os subfatores 1, 3 e 5. O subfator “possibilidade de experimentação” foi movido para o fator tecnologia
- O fator tecnologia corresponde ao fator de mesmo nome proposto pela autora e teve os subfatores substituídos, exceto pelo subfator “incerteza”, presente também no modelo de Nemoto (2009)
- O fator fornecedor é novo
- O fator “redes de inovação” presente no trabalho da autora não foi utilizado, sendo as questões ali definidas abordadas de maneira diferente no fator tecnologia

As tabelas 4 e 5 oferecem uma visão mais detalhada do modelo e serão descritas a seguir.

A tabela 4 na primeira coluna traz os fatores e respectivos subfatores; na segunda coluna traz uma breve descrição do subfator de acordo com a literatura; na terceira coluna traz o resultado esperado na pesquisa para o papel do subfator (grau de influência e se a relação pode ser positiva ou negativa); na quarta coluna traz os autores do referencial teórico relativo aos temas. A lógica para utilização do modelo é descrita abaixo:

- A existência de uma relação positiva com a adoção pode contribuir na decisão favorável a adoção de uma inovação com influência forte ou muito forte. Esta situação está indicada por (+);
- No entanto, quando o subfator não se aplica por algum motivo ao caso sendo analisado, a influência deve ser fraca ou inexistente. Nesses casos, não deve-se observar uma influência negativa contra a decisão de adoção e conseqüentemente não há indicação nesse sentido, ou seja, não há relação negativa e a mesma não é indicada;
- Há situações onde atender ou cumprir a condição indicada pelo subfator tem uma relação positiva direta com a decisão de adoção, sendo a influência

fraca, forte ou muito forte, mas sempre positiva (+). O não atendimento ou cumprimento da condição indicada pelo subfator tem uma relação negativa com a decisão de adoção, e conseqüente influência fraca, forte ou muito forte, porém negativa (-).

A tabela 5 oferece uma visão mais detalhada do modelo e está assim estruturada: na primeira coluna encontram-se os fatores e os respectivos subfatores; na segunda os indicadores utilizados para mensurar ou identificar o subfator a ser investigado; na terceira as questões que servirão para o levantamento de dados e informações para pesquisa.

Tabela 4 - Detalhamento dos fatores/subfatores do modelo de decisão de adoção (figura 11)

FATOR / SUBFATOR	Descrição	Expectativa de Resultado	AUTORES
FATOR EXTERNO			
Network externalities	A existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]	Apesar de mais comum para tecnologias com processo de difusão mais avançado do que IoT, tipicamente tem relação positiva com a adoção (+)	Frambach et al (1998); Hall e Kahn (2002); Frambach e Schillewaert (2002)
Competitividade	A adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.	Pode ser uma necessidade (requerimento de um cliente ou fornecedor-chave) ou apenas competitividade e tipicamente tem relação positiva com a adoção (+)	Porter (2014); Frambach (1993); Frambach et al (1998); Frambach e Schillewaert (2002); Lilien e Yoon (1989)
Reputação das empresas fornecedoras	Uma empresa estabelecida no mercado e de boa reputação trará maior segurança e confiança àquela que procura adotar a inovação.	Caso a empresa fornecedora goze de boa reputação, isto tipicamente tem relação positiva com a adoção (+)	Easingwood e Beard (1996)
Regulamentação governamental	A existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional	Podem criar condições de mercado favoráveis a adoção da tecnologia (ex: obrigatoriedade de sensores em carros) e nestes casos tem relação positiva com a adoção (+)	Hall e Kahn (2002)
FATOR INTERNO			
FATOR / SUBFATOR			
Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)	Quando o projeto em questão tem alinhamento estratégico recebe apoio executivo e tem sinergia com demais áreas de negócios	Expectativa de Resultado Quando a tecnologia viabiliza projeto com alinhamento estratégico, costuma haver relação positiva com a adoção (+) .A ausência de alinhamento estratégico pode ter relação negativa com a adoção (-)	AUTORES Porter (2014), Lilien e Yoon (1989)
Competência técnica e gerencial	Competência técnica refere-se ao conhecimento da tecnologia, capacidade de implantação do projeto e capacidade de operação da tecnologia; competência gerencial representa os processos administrativos associados a aquisição, desenvolvimento e manutenção das competências técnicas	.A existência de competências técnicas e gerências pode ter relação positiva com a adoção (+) .A ausência de competência pode ter relação negativa com a adoção (-)	Hall e Kahn (2002)
Política de segurança dos dados	Se a empresa possui política específica de segurança de dados e impacto da nova tecnologia	.Existência de política de segurança e recursos técnicos/financeiros para execução pode ter relação positiva com a adoção (+) .Inexistência de política de segurança e/ou recursos técnicos/financeiros para execução pode ter relação negativa com a adoção (-)	Atzori (2010); Miorandi et al (2012); Swan (2012); Sundmaeker et al (2010)
Utilização em outras áreas	Haver a possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.	A possibilidade de utilização da tecnologia em diversas áreas da empresa pode ter relação positiva com a adoção (+)	Nemoto (2009); Porter (2014); Lilien e Yoon (1989)
Compatibilidade / complexidade	Compatibilidade [alta(+)/baixa(-)] e Complexidade [alta(-)/baixa(+)] nas adaptações e modificações no sistema de informação e infraestrutura da empresa	.Haver necessidade de adaptações ou mudanças complexas na infraestrutura e sistemas para integração da nova tecnologia pode ter relação negativa com a adoção (-) .Alta compatibilidade e baixa complexidade pode ter relação positiva com a adoção (+)	Rogers (2003) para características da inovação; Atzori (2010) para os desafios

Fonte: autor

Tabela 4 - Detalhamento dos fatores/subfatores do modelo de decisão de adoção – continuação (figura 11)

FATOR / SUBFATOR FATOR TECNOLÓGICA	Descrição	Expectativa de Resultado	AUTORES
Possibilidade de experimentação	A possibilidade de testar ou experimentar a tecnologia no ambiente da empresa	.A possibilidade de experimentação pode ter uma relação positiva com a adoção (+) .A impossibilidade de experimentação pode ter uma relação negativa com a adoção (-)	Rogers (2003)
Vantagens competitivas	A adoção da tecnologia pode trazer vantagens competitivas de naturezas diferentes: diferenciação (produtos, serviços, marca) e/ou eficiência (redução de custos, melhoria de processos)	.Trazer vantagem competitiva pode ter uma relação positiva com a adoção (+) .Não trazer vantagem competitiva pode ter uma relação negativa com a adoção (-)	Rogers (2003) para características da inovação; Porter (2014) para impacto estratégico de IoT; Frambach e Schillewaert (2002)
Incerteza	A dificuldade em visualizar resultados trazidos pela adoção da tecnologia	Caso haja a dificuldade de visualizar ou compreender os resultados, esta incerteza pode ter relação negativa com a adoção (-)	Rogers (2003); Frambach e Schillewaert (2002)
Informação sobre a tecnologia	Se há informação disponível sobre a tecnologia e respectiva qualidade da informação, incluindo as principais fontes	.A disponibilidade de informação de boa qualidade pode ter uma relação positiva com a adoção (+) .A indisponibilidade de informação de boa qualidade pode ter uma relação negativa com a adoção (-)	Rogers (2003); Fichman (1992); Frambach e Schillewaert (2002); Frambach et al (1998); Easingwood e Beard (1989); Huizingh (2011); Ritter e Genunden (2003)
Soluções complementares	A existência de soluções que complementam a inovação sendo adotada	.A existência de soluções complementares pode ter uma relação positiva com a adoção (+) .A inexistência de soluções complementares pode ter uma relação negativa com a adoção (-)	Frambach et. al (1998); Chesbrough (2003); Hall e Kahn (2002); Moore (1997); Ritter e Genunden (2003)
Efeito Rede	O valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)	.A existência de efeito rede pode ter uma relação positiva com a adoção (+) .A inexistência de efeito rede pode ter uma relação negativa com a adoção (-)	Hall e Kahn (2002); Frambach e Schillewaert (2002)
Padronização/interoperabilidade	O estágio de padronização e interoperabilidade entre fornecedores/partes/componentes	.A alta padronização e interoperabilidade pode ter uma relação positiva com a adoção (+) .A baixa padronização e interoperabilidade pode ter uma relação negativa com a adoção (-)	Chesbrough (2003); Easingwood e Beard (1996); Ritter e Genunden (2003); Porter (2014)
FATOR / SUBFATOR FATOR FORNECEDOR	Descrição	Expectativa de Resultado	AUTORES
Estratégia de marketing 1: Posicionamento	Como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]	Pode ter relação positiva com a decisão de adoção quando o posicionamento é de tecnologia de ponta e a empresa se percebe como sendo pioneira (+)	Frambach et al (1998); Frambach (1993); Frambach e Schillewaert (2002); Easingwood e Beard (1996)
Estratégia de marketing 2: Redução de risco	Ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia	Pode ter relação positiva com a decisão de adoção se ajudar a reduzir percepção de risco (+)	Frambach et al (1998); Frambach e Schillewaert (2002); Easingwood e Beard (1996)
Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado	Ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada	Pode ter relação positiva com a decisão de adoção por gerar influência indireta ratificando o potencial de benefícios da solução em questão (+)	Frambach et al (1998); Easingwood e Beard (1996)
Percepção de adequação	Se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada	.Pode ter relação positiva com a decisão de adoção caso haja percepção de atender à expectativa (+) .Pode ter relação negativa com a decisão de adoção caso não haja percepção de atender à expectativa (-)	Frambach et al (1998); Frambach (1993); Rogers (2003)

Fonte: autor

Tabela 5 - Detalhamento dos fatores/subfatores do modelo de decisão de adoção: indicadores e questões (figura 11)

FATOR / SUBFATOR		INDICADOR	QUESTÕES PARA QUEM ADOTA
FATOR EXTERNO			
Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] exercido pela adoção da tecnologia por outras empresas [fora da cadeia de valor]		1. As empresas que já adotaram a tecnologia IoT influenciaram na adoção em sua empresa? De que forma?
Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] dos fornecedores, clientes ou concorrentes na adoção da tecnologia.		2. Em caso afirmativo, esta influência foi por parte dos clientes, concorrentes ou fornecedores (cadeia de valor)? [já houverem adotado, estejam investigando, ou transformar em exigência] De que forma?
Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia: uma empresa estabelecida no mercado e de boa reputação trará maior segurança e confiança àquela que procura adotar a inovação.	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] da reputação das empresas fornecedoras.		3. A reputação das empresas fornecedoras da tecnologia IoT favoreceu a adoção? Quais atributos/características influenciaram? Qual você diria ter sido o grau de influência exercido?
Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão		4. A existência ou não de leis governamentais que regulamentam o uso da tecnologia (ex: padrões mínimos de qualidade de serviço) influenciou a adoção em sua empresa? Como?
FATOR INTERNO		INDICADOR	QUESTÕES PARA QUEM ADOTA
Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)	Grau de influência [1-4] da estratégia corporativa na decisão de avaliar a solução IoT; métrica de impacto/retorno esperado da adoção da tecnologia (proxy para coerência com objetivos)		5. A decisão de avaliação e posterior adoção da solução de IoT foi influenciada pela estratégia corporativa? Ou seja, há algum critério de alinhamento com os objetivos da empresa e/ou fatores externos (perguntas 1 e 2)? 7. Quais métricas são utilizadas para medir o retorno/impacto da adoção?
Competência técnica e gerencial dos colaboradores	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão e o impacto no desenvolvimento de competências técnicas/gerenciais		8. A empresa dispunha, inicialmente, de competência humana técnica para operar a tecnologia? 9. A necessidade atual/futura de desenvolvimento de competências técnicas e gerenciais para tirar benefício da tecnologia influenciou na decisão de adoção? Em caso afirmativo, como (+/-)?
Política de segurança dos dados	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] da questão segurança na decisão de adoção.		10. Sua empresa preocupa-se com a segurança dos dados ao empregar a tecnologia IoT? 11. Quais as ações tomadas para lidar com confidencialidade, privacidade e confiança no tratamento dos dados?
Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão e tipos de aplicações existentes para adoção em outras áreas da empresa;		12. Há outras áreas da empresa que poderiam beneficiar-se da adoção da tecnologia IoT? Em caso afirmativo, você poderia citar um exemplo? Isto influenciou na decisão de adoção? (+/-)
Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão e se houve modificações necessárias no sistema de informação e infraestrutura da empresa.		13. Foram necessárias mudanças no sistema de informação e na infraestrutura da empresa para utilização da solução IoT? Isto influenciou a decisão de adoção? (+/-)

Fonte: adaptado pelo autor a partir de Nemoto (2009) e com base na revisão bibliográfica detalhada na tabela 4

Tabela 5 - Detalhamento dos fatores/subfatores do modelo de decisão de adoção: indicadores e questões – continuação (fig. 11)

FATOR / SUBFATOR	INDICADOR	QUESTÕES PARA QUEM ADOTA
FATOR TECNOLOGIA		
Possibilidade de experimentação: a Possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão e se foi possível observar a tecnologia em operação.	14. A possibilidade de experimentar ou o contato direto com a tecnologia IoT em operação influenciou a decisão de adoção? Em caso afirmativo, como (+/-)?
Vantagens competitiva que a adoção da Internet das Coisas pode trazer	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão e se houve ganho/busca por diferenciação (oferta de novo produto/serviço; impacto na percepção da marca) ou eficiência (redução de custo; redesenho de processos de negócios)	6. As vantagens da adoção da tecnologia IoT estão mais associadas a questões de diferenciação ou eficiência? Você poderia citar exemplos para os fatores abaixo: a. Diferenciação: novos produtos/serviços b. Diferenciação: impacto na percepção da marca c. Eficiência: redução de custos d. Eficiência: redesenho de processos de negócios
Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão	15. Quais foram os parâmetros usados para mensurar os riscos da adoção? Qual o grau de influência que isto teve na decisão?
Informação sobre a tecnologia	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão	17. Houve disponibilidade adequada de informação sobre a tecnologia para tomada de decisão? Quais os principais canais de informação? (fornecedor, rede)
Soluções complementares: existência de soluções que complementam a inovação sendo adotada	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão e se houve soluções complementares que estendem a proposta de valor da solução sendo avaliada	18. A decisão de adoção foi influenciada pela disponibilidade ou não de tecnologias/soluções complementares à escolhida (+/-)? Você poderia citar um exemplo?
Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão	19. No caso da sua empresa, houve uma percepção de valor da solução associada à escala de adoção da tecnologia no mercado? Em outras palavras, a percepção de que o valor da solução para a empresa aumentaria à medida em que mais usuários (clientes, funcionários, fornecedores) a utilizassem? Isto influenciou na decisão de adoção (+/-)?
Padronização/interoperabilidade: existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável	Se houve influência [sim/não]; Grau de influência [1-4] na decisão e se a escolha foi por solução verticalmente integrada ou aberta, baseada em padrões e de múltiplos fornecedores	20. A solução adotada foi ofertada por um único fornecedor ou houve dependência de múltiplos fornecedores? O estágio de padronização e interoperabilidade entre fornecedores/partes/componentes influenciou a decisão?(+/-)
FATOR FORNECEDOR	INDICADOR	QUESTÕES PARA QUEM ADOTA
Estratégia de marketing 1: Posicionamento - como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]	grau de influência [1-4] de como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]	23. A maneira como o fornecedor posicionou a solução IoT em termos de perfil de quem adota (inovador vs mercado em geral) influenciou na decisão de adoção? Como? (+/-)
Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia	grau de influência [1-4] de ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia (citar exemplos nas entrevistas)	16. Os parâmetros utilizados para mensurar os riscos de adoção foram de alguma forma influenciados por ações dos fornecedores (ex: casos de sucesso, visita a laboratório, etc)?
Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada	grau de influência [1-4] das ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada	22. Houve ações por parte do fornecedor com o objetivo de demonstrar suporte de mercado à inovação sendo adotada? Em caso afirmativo, estas ações tiveram algum tipo de influência na decisão de adoção?
Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada	Existir ou não esta percepção; grau de influência [1-4]	21. A solução adotada era totalmente ou parcialmente adequada às necessidades da empresa? Esta percepção de adequação influenciou na decisão de adoção?

Fonte: adaptado pelo autor a partir de Nemoto (2009) e com base na revisão bibliográfica detalhada na tabela 4

3.2 Abordagem da Pesquisa

Esta pesquisa utilizou o método de estudos de casos múltiplos, sendo uma pesquisa qualitativa. Martins e Theophilo (2007, p. 135) indicam que a pesquisa qualitativa se dá em situações onde os tipos de informações, dados e evidências não podem ser quantificados; pedem descrições, compreensões, interpretações e análises de informações, fatos, ocorrências e evidências que não podem ser interpretados por números e requerem técnicas de coleta de dados como entrevistas, observações, análises de conteúdo, etc.

Segundo Yin (2010), há quatro tipos de estudos de casos, classificados em função das dimensões da análise, que podem basear-se no número de casos (único ou múltiplo) ou na quantidade de unidades de análise (única ou múltipla). Dada a natureza da tecnologia cuja adoção é objeto de estudo neste trabalho, optou-se por um estudo de múltiplos casos, de caráter exploratório e qualitativo, com múltipla unidade de análise (fatores de adoção).

Um dos principais motivos pela opção da abordagem de estudo de caso é o fato do tema em questão ter sido pouco explorado (adoção de IoT), o que justifica a realização de um estudo profundo e exaustivo de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado. Os propósitos do estudo de caso compreendem explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos, descrever a situação do contexto no qual está sendo conduzida uma determinada investigação e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas, que impossibilitam a utilização de levantamentos e experimentos (GIL, 2006, p. 73)

A confiabilidade de um estudo de caso poderá ser garantida pela utilização de várias fontes de evidências, sendo que a convergência de resultados advindos de fontes distintas oferece um excelente grau de confiabilidade ao estudo (MARTINS & THEOPHILO, 2007, p.68). Para os estudos de caso, a entrevista foi a principal técnica utilizada para coleta de dados, sendo o instrumento escolhido o roteiro de entrevista utilizado junto às pessoas envolvidas no processo de adoção da

tecnologia IoT. Estas informações foram complementadas por documentação indireta para informações adicionais (compreendendo a pesquisa documental e bibliográfica). A utilização de múltiplas fontes de dados e entrevistas dentro e fora das empresas estudadas tiveram como objetivo auxiliar na compreensão dos casos, oferecendo na análise descritiva uma visão mais ampla e completa do tema estudado.

Outro ponto importante de se notar é que esta pesquisa foi também de natureza exploratória. As pesquisas exploratórias são investigações de pesquisa empírica. Seu objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno para realização de uma pesquisa futura mais precisa, ou modificar e clarificar conceitos (MARCONI & LAKATOS, 1985, p. 171). Segundo Gil (2006, p. 43), pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Ainda segundo o autor, de todos os tipos de pesquisa, essas são as que apresentam menor rigidez no planejamento, envolvendo tipicamente levantamentos bibliográficos e documentais, entrevistas não padronizadas (ou semiestruturadas) e estudos de caso, que se aplicam bem à primeira etapa de uma investigação mais ampla.

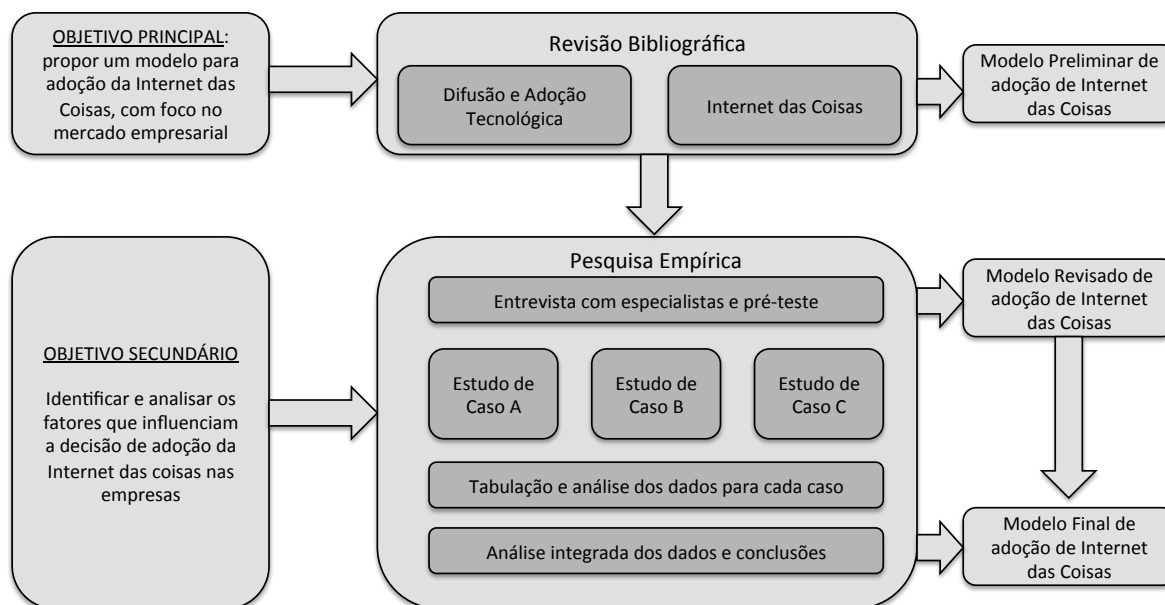
A opção pelo estudo de caso exploratório como estratégia principal decorreu da contemporaneidade do tema em questão, bem como dos fatores que influenciam a adoção da tecnologia IoT, os quais ainda não são claramente identificáveis. O intuito da pesquisa é identificar quais fatores influenciam a adoção da tecnologia e analisar como isto se processa.

3.2.1 Esquema de pesquisa

Levando-se em consideração os problemas que devem ser abordados em um projeto de pesquisa, foi elaborado um esquema de pesquisa para auxiliar no direcionamento do estudo (figura 12). Os problemas a serem estudados foram tratados da seguinte forma: (a) o objetivo principal da pesquisa foi considerado como a questão base a ser estudada; (b) os fatores influenciadores estabelecidos no modelo de adoção da tecnologia IoT (figura 11) foram considerados como os dados

relevantes para a pesquisa; (c) os indicadores/questões foram considerados como os dados a serem coletados (tabela 5).

Figura 12 - Esquema da pesquisa



Fonte: autor

3.3 Estudo de Caso

O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado (GIL, 2006, p. 72). Para Yin (2010, p. 39) devemos dividir a definição de estudo de caso em duas partes: a primeira define o escopo do estudo de caso, uma investigação empírica que examina um fenômeno contemporâneo em profundidade e seu contexto de vida real, sendo especialmente aplicado quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes. A segunda parte tem a ver com a coleta de dados e estratégias de análise de dados, uma vez que a investigação do estudo de caso enfrenta a situação tecnicamente diferenciada onde existirão mais variáveis de interesse do que pontos de dados, fazendo com que sejam necessárias múltiplas fontes de evidência, onde os dados precisarão convergir de forma triangular. Ainda segundo o autor, outro ponto importante nesta segunda parte da definição é a necessidade do desenvolvimento anterior de proposições teóricas afim de orientar a coleta e análise dos dados.

A estratégia de pesquisa “Estudo de Caso” pede avaliação qualitativa, pois seu objetivo é o estudo de uma unidade social que se analisa profunda e intensamente, fazendo-se uma investigação empírica de fenômenos dentro do seu contexto real, onde o pesquisador não tem controle sobre eventos e variáveis (MARTINS & THEOPHILO, 2007, p.64).

Para Gil (1987, p. 59), a maior utilidade do estudo de caso é verificada nas pesquisas exploratórias e por sua flexibilidade, é recomendável nas fases iniciais de uma investigação sobre temas complexos.

A qualidade do estudo de caso é uma questão importante a ser considerada. Atendendo a essa preocupação, YIN (2010, p.64) apresenta os quatro testes mais utilizados em projetos de pesquisas sociais empíricas (tabela 6), recomenda táticas do método de estudo de caso e detalha a fase da pesquisa em que cada tática deve ser usada.

Tabela 6 - Táticas de estudo de caso para 4 testes de projetos

Teste	Tática do estudo de caso	Fase da pesquisa na qual a tática deve ser aplicada
Validade do constructo	Utiliza fontes múltiplas de evidências	Coleta de dados
	Estabelece encadeamento de evidências	Coleta de dados
	O rascunho do relatório estudo de caso é revisado por informantes-chave	Composição
Validade interna	Faz adequação ao padrão	Análise de dados
	Faz construção da explanação	Análise de dados
	Faz análise de séries temporais	Análise de dados
Validade externa	Utiliza lógica de replicação em estudos de casos múltiplos	Projeto de pesquisa
Confiabilidade	Utiliza protocolo de estudo de caso	Coleta de dados
	Desenvolve banco de dados para o estudo de caso	Coleta de dados

Fonte: Yin (2010, p.64)

Para esta pesquisa, as táticas utilizadas foram:

- Validade do constructo: utilização de fontes múltiplas de evidências e revisão do relatório por informantes-chave
- Validade interna: não se aplicou por ser um estudo de natureza exploratória e não explanatória

- Validade externa: na análise utilizou-se a lógica de replicação literal de acordo com a teoria e nas situações contraditórias fez-se um aprofundamento durante o levantamento de dados (entrevistas) para uma melhor compreensão do contexto que levou ao resultado exposto pelo(s) entrevistado(s)
- Confiabilidade: foi criada uma base de dados para os 3 estudos de caso, contendo o resultado da coleta de dados. Essa base de dados foi utilizada durante a etapa de análise dos estudos de caso. Para a coleta de dados foi também desenvolvido e utilizado um protocolo de estudo de caso, disponível no apêndice 1.

3.4 Técnicas e instrumentos de coleta de dados

Para levantamento dos dados secundários, foi realizada uma pesquisa bibliográfica preliminar e foi utilizada a análise de documentação complementar nos estudos de caso. Segundo Martins e Theophilo (2007, p.54), a pesquisa bibliográfica é uma estratégia necessária para qualquer pesquisa científica. Para os autores, esta estratégia de pesquisa procura explicar e discutir um assunto, tema ou problema com base em referências publicadas em livros, periódicos, revistas, enciclopédias, dicionários, jornais, sites, CDs, anais de congresso, etc, sendo parte indispensável de qualquer trabalho científico quando se busca construir uma base teórica para o estudo. Para Marconi e Lakatos (1985, p. 166) seu objetivo é colocar o pesquisador em contato com tudo o que foi escrito, dito, ou filmado sobre determinado assunto. A pesquisa documental poderá ser utilizada oportunamente. Ela é baseada na utilização de documentos, escritos ou não (diários, documentos arquivados em entidades públicas e/ou privadas, gravações, correspondências, fotografias, filmes, mapas), sendo tipicamente combinada com outras fontes de informação como entrevistas e observação (MARTINS & THEOPHILO, 2007, p.55; MARCONI & LAKATOS, 1985, p.157).

Para a coleta de dados primários, a principal técnica foi a entrevista. Para Martins e Theophilo (2007, p.86), trata-se de uma técnica de pesquisa para coleta de informações, dados e evidências. Diz-se que a entrevista é estruturada quando orientada por um roteiro previamente definido e aplicado para todos os

entrevistados. Caso a entrevista seja conduzida por meio de uma conversação livre, com pouca atenção a roteiro prévio de perguntas, essa é chamada de não estruturada. A entrevista semiestruturada é conduzida com uso de um roteiro, mas com liberdade de serem acrescentadas novas questões pelo entrevistador

Para Marconi e Lakatos (1985, p. 181), a entrevista como técnica de coleta de dados oferece distintas vantagens e limitações, conforme indicado abaixo.

Vantagens

- Pode ser utilizada com todos os segmentos da população: analfabetos ou alfabetizados
- Fornece uma amostragem muito melhor da população geral: o entrevistador não precisa saber ler ou escrever
- Há maior flexibilidade, podendo o entrevistador repetir ou esclarecer perguntas
- Oferece maior oportunidade para avaliar atitudes, condutas, podendo o entrevistado ser observado naquilo que diz e como diz
- Dá oportunidade para obtenção de dados que não se encontram em fontes documentais e que sejam relevantes e significativos
- Há possibilidade de conseguir informações mais precisas, podendo as discordâncias serem comprovadas de imediato
- Permite que os dados sejam quantificados e submetidos a tratamento estatístico

Limitações

- Dificuldade de expressão e comunicação de ambas as partes
- Incompreensão, por parte do informante, do significado das perguntas da pesquisa, que pode levar a uma falsa interpretação
- Possibilidade do entrevistado ser influenciado, consciente ou inconscientemente, pelo questionador, pelo seu aspecto físico, suas atitudes, ideias e opiniões
- Disposição do entrevistado em dar as informações necessárias
- Retenção de alguns dados importantes, receando que sua identidade seja revelada

- Pequeno grau de controle sobre uma situação de coleta de dados
- Ocupa muito tempo e é difícil de ser efetuada

O instrumento de coleta de dados selecionado para os estudos de caso foi o roteiro para entrevista semiestruturada por permitir ao entrevistador abordar temas específicos, com diversos subtemas. Juntamente com o roteiro de entrevista, foi utilizada uma tabela para facilitar a compreensão do tema e melhorar a produtividade das entrevistas.

Para teste e validação do protocolo de pesquisa, dos roteiros e da tabela de graus de influência foram realizados 3 pré-testes e os aprimoramentos foram devidamente incorporados à ferramenta final de coleta de dados. Os pré-testes foram realizados com 2 executivos de mercado (empresas fornecedoras de soluções de tecnologia da informação) e um acadêmico da FIA. Os pré-testes foram todos presenciais e com duração média de 1 hora e meia. Para um melhor entendimento dos ajustes feitos na ferramenta de coleta de dados, segue abaixo um breve resumo do feedback de cada pré-teste.

Feedback do primeiro pré-teste (executivo de mercado)

- Revisar indicadores e alinhamento entre as perguntas para que reflitam o objetivo de aferir o “grau de influência”
- Incluir o questionamento da importância relativa entre os subfatores
- Criar uma ferramenta visual para consolidar os graus de influência e importância relativa

Feedback do segundo pré-teste (acadêmico):

- Na introdução da entrevistas, ser claro e simples na explanação dos objetivos da pesquisa
- Posicionar que a conversa busca opinião dos participantes como especialistas no tema e não apenas funcionários da organização
- Ajustes na tabela criada para consolidar graus de influência e importância relativa: referenciar/identificar cada subfator (A1, A2, etc), reorganizar distribuição das colunas, adicionar [+/-] para indicar se contribuição foi

positiva ou negativa (a ser explorado caso houvesse contexto/oportunidade, não sendo mandatório)

- Abrir um espaço para feedback de fatores adicionais que tenham sido relevantes do ponto de vista do entrevistado, mas que não estivessem contemplados
- Avaliar a opção de adicionar a questão custo a um dos subfatores (não incluída no modelo final; ficou como uma pergunta em aberto no final das entrevistas para alguns dos entrevistados)

Feedback do terceiro pré-teste (executivo de mercado):

- Considerar algumas questões específicas de IoT no fator tecnologia (de acordo com a revisão bibliográfica de IoT, determinou-se utilizar segurança, padronização/interoperabilidade e compatibilidade/complexidade como itens específicos)
- Possibilidade de, ao final, “ordenar” os fatores por importância relativa (não utilizado no modelo)
- Reordenar e consolidar algumas perguntas para melhorar o fluxo da entrevista, desassociando a pergunta de um fator específico, mais especificamente (ver Apêndice 4 para tabela final): as perguntas A1 e A2 tornam-se interligadas e interdependentes (caso a resposta à A1 seja negativa, pular A2); ao fazer a pergunta 5 (B1 - alinhamento estratégico), fazer uma conexão com as perguntas 1 e 2 (ambiente externo); perguntar sobre vantagens da adoção no contexto da estratégia da empresa, ou seja, a pergunta C2 na sequência após B1; as perguntas 8 e 9 são na verdade duas partes de uma única pergunta, mas foram mantidas separadas para organização visual do roteiro e anotações do entrevistador; na pergunta 14 (C1), a expressão “possibilidade de testar” gerou confusão e foi substituída por “possibilidade de experimentar”; as perguntas 15 (C3) e 16 (D2) compõem na verdade uma única pergunta e foram mantidas separadas para análise apenas, pois se referem a dois fatores distintos; reescrever a pergunta 18 (C5) pois não estava clara a relação com a influência na decisão de adoção; ao fazer a pergunta 19 (C6), utilizar exemplos para facilitar a compreensão; combinar as perguntas 23 e 24 (subfator D4) e colocá-las na sequência após

a pergunta 20 (C7); colocar a pergunta D3 após as perguntas 20 e 21 (C7, D4).

A documentação referente às ferramentas de coleta de dados encontram-se nos seguintes apêndices:

- Apêndice 1: protocolo de coleta de dados
- Apêndice 2: roteiro de questões para o adotante da inovação tecnológica
- Apêndice 3: roteiro de questões para o fornecedor principal da tecnologia IoT
- Apêndice 4: tabela resumo dos graus de influência e importância relativa

3.5 População e amostra

De acordo com Eisenhardt, “a população define um conjunto de entidades da qual a amostra será retirada. [...] a seleção de uma população apropriada controla variações externas e auxilia na definição dos limites para generalização dos resultados.” (1989, p. 537).

A tecnologia da Internet das Coisas, assim como a maioria das tecnologias de TIC, não se restringe a um único tipo de aplicação ou segmento de mercado que possa ser utilizado para direcionar a população alvo. Apesar de haver segmentos de mercado com maior potencial de adoção mais cedo (energia, logística, saúde, etc), a população é demasiadamente ampla. Para direcionar a escolha, a identificação e seleção dos casos foi feita a partir de 3 critérios principais: (1) o contato inicial para identificação dos casos foi através de fornecedores de tecnologia IoT capazes de entregar ou articular via o seu ecossistema uma solução completa para um problema específico (e não apenas componentes da solução); (2) os casos deveriam ser referentes a adoção no mercado empresarial, e não pessoa física, independentemente do segmento; (3) o pesquisador deveria ter acesso a pelo menos 2 pessoas que tivessem participado da decisão sobre a adoção, em cada caso.

A identificação dos fornecedores de IoT para a busca inicial de casos candidatos foi a partir da rede de relacionamentos do pesquisador, sendo assim por conveniência. As entrevistas foram assim executadas:

- Empresa A: foram entrevistadas 2 pessoas, o líder técnico do projeto “Posto do Futuro” e a gerente de TI responsável pela implantação das tecnologias utilizadas no projeto. Foi também entrevistado o diretor responsável por projetos IoT no Brasil do fornecedor principal do projeto (Intel Corporation). As entrevistas com a empresa adotante foram telefônicas, sendo de 2 horas com o líder técnico e 1 hora com a gerente de TI. A entrevista com o fornecedor principal foi presencial e durou 2 horas.
- Empresa B: para o levantamento de dados foram entrevistadas 4 pessoas de 2 blocos diferentes, conforme detalhado no resumo do projeto. Os entrevistados do bloco medição foram o coordenador do bloco que também é responsável pelo projeto *Redes Inteligentes* e um dos engenheiros que participa do projeto. No bloco de governança, foram entrevistados o coordenador do bloco e um dos engenheiros responsáveis pelo projeto naquela equipe. Além dos membros da equipe na Empresa B, foi entrevistado também o gerente de soluções IoT do fornecedor principal deste componente tecnológico do projeto (Cisco Systems). As entrevistas com a empresa foram todas presenciais e com duração média de 1 hora e meia cada. A entrevista com o fornecedor foi telefônica e durou 1 hora e meia.
- Empresa C: para o levantamento de dados foram entrevistadas 3 pessoas, o gerente do centro de inovações, o líder técnico do centro de inovações e o líder para soluções de Internet das Coisas, cidades inteligentes (*smart cities*) e eficiência energética, sendo as duas últimas na verdade áreas de aplicação das soluções IoT. As entrevistas foram todas presenciais com duração média de 1 hora e meia cada.

3.6 Limitações da Pesquisa

Algumas das principais limitações desta pesquisa estão indicadas abaixo:

- A impossibilidade de garantir o controle de todas as variáveis, de forma que caso a pesquisa seja repetida os resultados provavelmente seriam diferentes;
- Estudo de apenas três casos;
- Amostra não probabilística;
- Dado o caráter altamente inovador e de ampla aplicabilidade da tecnologia em questão, não há um grande universo de casos já implantados/adotados, o

que dificultou a busca por uma segmentação específica para todos os casos estudados; desta forma, foi necessário fazer a aplicação do modelo teórico sem o benefício de comparação de fatores afetando empresas em um mesmo segmento

- A subjetividade de todo o processo por conta das entrevistas
- Os resultados são válidos para os casos estudados, não podendo ser generalizados
- A impossibilidade de realizar triangulação de métodos por não ter sido executada uma pesquisa quantitativa adicional, o que aumentaria a confiabilidade da pesquisa

Por fim, a limitação decorrente do viés do pesquisador, que influenciou o estudo através da escolha da metodologia, da análise dos resultados e da participação ativa no caso estudado.

Desta forma, esta pesquisa não tem intenção de generalizar os resultados obtidos através dos casos pesquisados.

4 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO

Para esta pesquisa foram selecionadas 3 empresas para o estudo de casos múltiplos. As empresas e respectivos perfis estão indicadas a seguir:

- Empresa A: a empresa pertence ao segmento de distribuição de combustível (postos de gasolina) e foi pioneira na concepção de um projeto utilizando conceitos de Internet das Coisas em 2011. Este projeto foi executado em parceria com a Intel Corporation em uma época onde os conceitos e tecnologias associadas à Internet das Coisas ainda tinham grande exposição na mídia em geral. Foram entrevistadas 3 pessoas.
- Empresa B: a empresa pertencente ao segmento de fornecimento de energia elétrica e que está implantando um projeto piloto de rede elétrica inteligente (*smart grid*), sendo este um dos segmentos onde as soluções de Internet das Coisas podem oferecer benefícios significativos tanto para a empresa quanto para seus clientes. Um dos fornecedores chave do projeto foi a Cisco Systems. Foram entrevistadas 5 pessoas.
- Empresa C: a empresa pertence ao segmento de telecomunicações e foi selecionada por ter um papel importante no desenvolvimento do ecossistema de Internet das Coisas para o mercado empresarial, além de uma estratégia clara de como esta iniciativa complementa e alavanca o seu negócio principal, na área de telecomunicações. Foram entrevistadas 3 pessoas e não foram entrevistados fornecedores específicos nesse caso.

Este capítulo de análise dos estudos de caso está assim organizado:

- Há uma seção para cada estudo de caso. Dentro da análise de cada caso é apresentada uma tabela resumo de como o modelo proposto se aplicou ao caso específico, juntamente com a tabela de graus de influência e importância relativa dos subfatores para o caso em questão. Na sequência é feita uma análise detalhada de cada fator e subfatores, incluindo o cruzamento com as referências bibliográficas.
- Ao final do capítulo há uma seção de análise complementar que aborda as semelhanças e divergências entre os casos estudados, e detalha como o modelo proposto pode ser utilizado na análise de casos futuros.

Para análise da tabela de grau de influência e grau de importância relativa dos fatores e subfatores, o seguinte critério foi aplicado para determinar o tipo de influência:

- Forte: para os fatores externo e fornecedor, ambos com 4 subfatores, considerou-se forte a influência do fator sobre a decisão de adoção quando pelo menos 3 subfatores foram indicados como tendo influência forte ou muito forte. Para os fatores interno e tecnologia, ambos com número ímpar de subfatores, considerou-se forte a influência do fator sobre a decisão de adoção quando pelo menos 4 subfatores (fator interno) ou 5 subfatores (fator tecnologia) foram indicados como tendo influência forte ou muito forte.
- Equilibrada: para os fatores externo e fornecedor, ambos com 4 subfatores, considerou-se equilibrada a influência do fator sobre a decisão de adoção quando pelo menos 2 subfatores foram indicados como tendo influência forte ou muito forte e 2 foram indicados como tendo influência fraca ou nenhuma. Para os fatores interno e tecnologia, ambos com número ímpar de subfatores, considerou-se equilibrada a influência do fator sobre a decisão de adoção quando metade mais 1 dos subfatores foram indicados como tendo influência forte e muito forte ou, da mesma forma, indicados como tendo influência fraca ou nenhuma.
- Fraca: para os fatores externo e fornecedor, ambos com 4 subfatores, considerou-se fraca a influência do fator sobre a decisão de adoção quando pelo menos 3 subfatores foram indicados como tendo influência fraca ou nenhuma. Para os fatores interno e tecnologia, ambos com número ímpar de subfatores, considerou-se fraca a influência do fator sobre a decisão de adoção quando pelo menos 4 subfatores (fator interno) ou 5 subfatores (fator tecnologia) foram indicados como tendo influência fraca ou nenhuma.

4.1 Análise do caso Empresa A

Para o levantamento de dados foram entrevistadas 3 pessoas: o líder técnico do projeto “Posto do Futuro”, a gerente de TI responsável pela implantação das tecnologias utilizadas no projeto e o diretor responsável por soluções IoT do fornecedor principal do projeto (Intel Corporation).

Apresentação da empresa

A Empresa A atua na comercialização e distribuição de derivados do petróleo para todo o Brasil, sendo líder no setor, com cerca de 7.500 postos de serviços, constituindo a maior e única rede de postos presente em todo o território nacional. A empresa possui mais de 10 mil grandes clientes entre indústrias, termoelétricas, companhias de aviação e frota de veículos leves e pesados.

Os focos de desempenho da empresa devem garantir a sua sustentabilidade no longo prazo. A empresa orienta-se pela busca do crescimento (aumento de vendas, ampliação da capacidade logística), da rentabilidade (agregação de valor ao negócio) e da consolidação das práticas de responsabilidade social e ambiental.

O plano de negócios e gestão 2014-2018 da Empresa A prevê, em cinco anos, uma demanda por combustível quase 20% maior que o mercado de 2013. Nesse cenário, a companhia quer sustentar o seu *market-share* no patamar de 37%, acompanhando o crescimento do mercado e buscando ampliar a rentabilidade dos seus negócios. Por ser uma subsidiária, a empresa não divulga dados isolados de faturamento, tendo obtido um lucro líquido de R\$1.185 milhões em 2014.

O projeto aqui discutido se alinha com os objetivos estratégicos da empresa e representa hoje uma importante iniciativa dentro do plano de negócios mencionado acima.

O projeto “Posto do Futuro”

Fruto de uma parceria entre a Empresa A e a Intel Corporation, o Posto do Futuro foi baseado em duas vertentes principais: a demanda interna de uma visão do que seria um exemplo de um posto de abastecimento em 15-20 anos e a existência de um projeto governamental chamado SINIAV (Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos).

O SINIAV (Sistema de Identificação Automática de Veículos) foi criado pelo DENATRAN com o objetivo de tornar o trânsito mais organizado e seguro. A ideia do SINIAV é que todos os veículos leves, comerciais leves, caminhões, ônibus, ciclomotores, motocicletas, triciclos, quadriciclos, tratores, reboques e semi-

reboques, além dos modelos importados, instalem um *tag* de radio frequência com o intuito de permitir uma melhor fiscalização sobre os veículos, tanto no que se refere ao recolhimento de impostos e taxas, como sobre sua localização, respeito às regras de trânsito, entre outros benefícios decorrentes do melhor monitoramento da frota de veículos no Brasil (ex: controle de fluxo de trânsito). O prazo de início do SINIAV vem sendo sucessivamente adiado. Quando o projeto Posto do Futuro foi concebido em 2010, a ideia era que o SINIAV deveria iniciar implantação em 2011/2012, o que não se confirmou. Atualmente, o prazo previsto é janeiro de 2016.

Um outro objetivo interno da empresa era utilizar este projeto na comemoração dos seus 40 anos em 2011, simbolizando a constante inovação presente nas iniciativas da empresa e dando apoio ao desenvolvimento de estratégias de crescimento e rentabilidade. Assim sendo, a Empresa A resolveu reunir no Posto do Futuro as mais novas tecnologias de interatividade com o consumidor, com base na identificação por radiofrequência e câmeras inteligentes, capazes de prover uma experiência customizada nas atividades de abastecimento, conveniência e outros serviços agregados ao varejo em postos de serviços. O Posto do Futuro também se destaca por uma estrutura inédita no país em eficiência energética e sustentabilidade ambiental.

As *tags* em uso pelos usuários do posto da Empresa A obedecem ao padrão criado pelo SINIAV e estão associadas a um cadastro que contém a marca, modelo, ano de fabricação e informações sobre o principal condutor do veículo. A visão original do projeto era que a identificação do condutor ocorreria apenas se o mesmo se cadastrasse junto à empresa. Na época do projeto, este seria um cadastro isolado e existente apenas no posto de abastecimento selecionado para participar do projeto. Posteriormente, decidiu-se que este seria um cadastro mais amplo contemplando um programa de fidelização e cobrindo todos os postos da empresa no território nacional (programa este em implantação hoje em dia).

Dentre as inovações do projeto, há duas que se aplicam diretamente ao escopo deste estudo, ou seja, utilizam a tecnologia IoT. A primeira é na área de abastecimento. Cada posição ou bomba de abastecimento possui uma antena e uma tela de 50 polegadas de Alta Definição (HD). As antenas estão associadas a um Subsistema de Leitura de Placas (SLP). Os SLPs enviam as informações

coletadas do veículo para o sistema de gestão desenvolvido com a Intel e que, de acordo com as informações identificadas pelos SLPs e pelo concentrador de bombas do posto, exibe na tela HD conteúdos específicos associados ao veículo e o abastecimento em questão.

No processo de atendimento do Posto do Futuro, a etapa chamada de pré-abastecimento começa quando o sistema recebe as informações da *tag* e da bomba onde o veículo se encontra. De acordo com as informações cadastradas, o sistema exibe diversas informações, começando pelo combustível escolhido e o status do abastecimento (quantos litros foram colocados no tanque e o preço da transação) e também dicas, como o tipo de lubrificante adequado ao modelo de veículo, além de notícias sobre as condições meteorológicas e de tráfego nas proximidades do local ou na rota de costume do motorista. O conceito original do projeto previa também veicular vinhetas de marketing, com anúncios de parceiros do posto de abastecimento. Esta seria inclusive uma das maneiras de financiar a implantação do projeto em larga escala através da venda de mídia nos postos de abastecimento. Esta ideia depois mostrou-se inviável por questões jurídicas uma vez que o estabelecimento não poderia realizar este tipo de comércio. Hoje em dia a opção que se mostra como melhor alternativa para ajudar a financiar a implantação em larga escala deste projeto é a integração com os sistemas de pagamento automático/eletrônico, que geram uma renda adicional para o posto (exemplo: pagamento através do sistema “Sem Parar”).

A segunda inovação que também utiliza a tecnologia IoT está na loja de conveniência. Um grande totem com display sensível ao toque que tem acoplado uma câmera capaz de distinguir o sexo e faixa etária do cliente e que passa anúncios de produtos disponíveis na loja de acordo com o perfil da pessoa que estiver à sua frente. Outra aplicação disponível através deste mesmo display é informar como chegar a um determinado destino utilizando o Google maps. Uma vez escolhido o destino, pode-se enviar a rota para o e-mail e checar no smartphone.

O projeto inclui também outras inovações nos demais serviços do posto. O centro automotivo de serviços de manutenção (troca de óleo, freios, etc), também conta com o sistema de reconhecimento automático de veículos, acessando diretamente sua base de dados com informações fornecidas pelas principais montadoras sobre o

tipo adequado de lubrificante para o automóvel, a frequência da troca de óleo, entre outros itens de verificação. E, na loja de conveniência, os clientes tem acesso a serviços interativos como jogos eletrônicos, a possibilidade de “postar” fotos em sites de mídias sociais com base em seu perfil, já identificado pelo sistema do Posto do Futuro.

Além da tecnologia IoT, o projeto Posto do Futuro busca ser “ecoeficiente”. Nele estão reunidas todas as soluções sustentáveis que a empresa vem desenvolvendo visando, por exemplo, menor gasto de energia e consumo de água, com maior participação de uso das energias renováveis.

4.1.1 Análise relativa ao objetivo específico

O objetivo específico deste trabalho é Identificar e analisar os fatores de decisão de adoção da Internet das Coisas no mercado empresarial. As tabelas a seguir sintetizam como o modelo proposto se aplica ao caso aqui analisado. Na tabela 8 encontram-se os graus de influência de cada subfator e grau de importância relativa entre os subfatores. Esta tabela foi preenchida pelo pesquisador durante a entrevista com o líder técnico do projeto e revisada com a gerente de TI para gerar esta versão final aqui apresentada. Na tabela 9 apresenta-se um breve resumo da contribuição de cada fator para a tomada de decisão sobre usar ou não a nova tecnologia. Para contextualização da análise será feita uma síntese dos achados para cada um dos fatores e detalhamento dos subfatores associados, além do cruzamento destes com a teoria. A tabela 7 faz um breve resumo da aplicabilidade dos conceitos referentes à tecnologia IoT neste estudo de caso.

Tabela 7 - Aplicabilidade dos conceitos da tecnologia IoT (Empresa A)

Arquitetura IoT	Componentes inteligentes: utilização de câmeras inteligentes com capacidade de reconhecimento de placas (abastecimento) e pessoas (loja de conveniência)
	Conectividade e nuvem: conexão wireless preparada para padrão SINIAV e também utilizando RFID para clientes com sistema de pagamento eletrônico. Acesso à nuvem para cadastro de fabricantes (informações de manutenção dos veículos) e acesso local para base de dados de clientes cadastrados
Aplicação IoT	As câmeras inteligentes representam os sensores que coletam as informações (placa, sexo, idade, humor) e enviam através da rede de comunicação para os dados serem tratados na nuvem e devolvidos para os clientes na forma de informações personalizadas nas áreas de abastecimento e na loja de conveniência. A evolução atual do projeto inclui a integração com sistema de pagamento eletrônico, sendo este externo ao ambiente da empresa

Fonte: autor

Tendo este projeto sido realizado a alguns anos (desenhado em 2010 e implantando em 2011/12), há por parte da empresa uma variação na percepção de influência de alguns subfatores na decisão de adoção quando analisados na linha do tempo. Ou seja, alguns subfatores que tiveram influência fraca ou nenhuma na época do projeto hoje poderiam ter uma influência forte ou muito forte. Esta diferença é comentada na análise dos subfatores e está indicada na tabela 8 através da legenda (X – época do projeto / P – presente, utilizada apenas quando há uma mudança na percepção de influência).

Tabela 8 - Grau de influência dos subfatores/importância relativa (Empresa A)

FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR EXTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]	X		P		4
Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.	X			P	3
Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia				X	2
Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.				X	1
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR INTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)			X		1
Competência técnica e gerencial dos colaboradores		X			3
Política de segurança dos dados		X	P		2
Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.	X			P	4
Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.	X			P	5
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR TECNOLOGIA	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Possibilidade de experimentação: a Possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção	X				6
Vantagens competitiva que a adoção da Internet das Coisas pode trazer		X	P		5
Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.	X				6
Informação sobre a tecnologia			X		3
Soluções complementares: existência de soluções que complementam a inovação sendo adotada				X	1
Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)		X	P		4
Padronização/interoperabilidade: existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável			X		2
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR FORNECEDOR	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Estratégia de marketing 1: Posicionamento como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]				X	2
Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia	X				4
Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada				X	1
Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada		X	P		3

X - Grau percebido na época do projeto

P - Grau percebido atualmente

Fonte: autor

Tabela 9 - Síntese dos fatores de decisão (Empresa A)

FATOR / SUBFATOR	Síntese
FATOR EXTERNO	
Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]	O fator externo teve uma influência equilibrada na decisão de adoção. A regulamentação governamental, teve um papel importante pois havia a expectativa de implantação do SINIAV. Juntamente com a reputação do fornecedor, este foi o subfator de maior influência positiva na decisão de adoção. A questão competitiva, no entanto, que na época não teve influência, hoje seria um subfator de papel importante, dando ao fator externo uma influência forte na decisão de adoção.
Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.	
Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia: uma empresa estabelecida no mercado e de boa reputação trará maior segurança e confiança àquela que procura adotar a inovação.	
Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.	
FATOR / SUBFATOR	
FATOR INTERNO	
Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)	O fator interno teve uma influência fraca na decisão de adoção. Apesar de haver apoio executivo ao projeto por conta do exercício estratégico para a comemoração dos 40 anos da empresa, esta iniciativa, na época, não foi integrada ao plano de médio prazo para as áreas comercial e de marketing. Por consequência, alguns critérios importantes para a correta avaliação da tecnologia IoT não foram analisados naquele momento (subfatores "utilização em outras áreas" e "compatibilidade/complexidade"). Este é um dos motivos pelos quais o fator interno foi o que apresentou maior variação com relação ao potencial de influência dos subfatores (época do projeto vs. momento presente). Observa-se que, caso a decisão fosse tomada hoje, haveria uma inversão e este seria um fator de forte influência na decisão de adoção.
Competência técnica e gerencial dos colaboradores	
Política de segurança dos dados	
Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.	
Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.	
FATOR / SUBFATOR	
FATOR TECNOLOGIA	
Possibilidade de experimentação: a possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção.	O fator tecnologia teve influência equilibrada na decisão de adoção. Como um dos objetivos principais do projeto era aprender com o piloto de várias tecnologias no posto, questões como risco e experimentação foram de baixa relevância. Já a expectativa do SINIAV fez com o que o subfator "soluções complementares" tivesse o maior grau de relevância na época do projeto, juntamente com a expectativa de integração com outras soluções, o que veio a se confirmar mais tarde para o pagamento automático/eletrônico. Neste caso, também houve uma variação com relação ao potencial de influência dos subfatores com o passar do tempo. Caso a decisão fosse tomada hoje, este fator teria uma influência forte.
Vantagens competitiva que a adoção da Internet das Coisas pode trazer	
Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.	
Informação sobre a tecnologia	
Soluções complementares: existência de soluções que complementam a inovação sendo adotada	
Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)	
Padronização/interoperabilidade: existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável	
FATOR / SUBFATOR	
FATOR FORNECEDOR	
Estratégia de marketing 1: Posicionamento como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]	O fator fornecedor teve influência equilibrada na decisão de adoção. O fornecedor principal na parte IoT do projeto também participava do projeto SINIAV, um dos pontos fortes de influência na decisão de adoção. Além disso, o fornecedor posicionou a solução na época como sendo altamente inovadora e alinhada com o objetivo estratégico da empresa. Este fator, assim como os demais, teria uma avaliação diferente caso a decisão de adoção fosse hoje, tendo uma influência forte.
Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia	
Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada	
Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada	

Fonte: autor

As duas tabelas anteriores serão agora explicadas com maior profundidade.

4.1.2 Fator Externo

O fator externo teve uma influência equilibrada na decisão de adoção (ver tabela 8 para os graus de influência). A regulamentação governamental teve um papel importante pois havia a expectativa de implantação do SINIAV. Juntamente com a reputação do fornecedor, este foram os subfatores de maior influência positiva na decisão de adoção. A questão competitiva, no entanto, que na época não teve influência, hoje seria um subfator de papel importante, dando ao fator externo uma influência forte na decisão de adoção. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Network externalities: *existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor].* Este subfator não teve influência na decisão de adoção na época do projeto. O próprio tema IoT não era comum naquele momento e a iniciativa do projeto foi interna, com o objetivo de criar uma visão de futuro. Hoje em dia muitas das tecnologias testadas no projeto estão disponíveis de maneira mais ampla e por consequência este subfator teria uma influência forte na decisão. Nesse caso em particular, a empresa tem uma postura de liderança tecnológica com o potencial de exercer influência em sua cadeia de valor, sendo este um dos papéis possíveis conforme Frambach e Schillewaert (2002). Esta influência no entanto foi limitada porque o projeto não evoluiu para uma adoção em escala dentro da empresa, ficando restrito ao escopo de “piloto” até 2014. Durante este período, os fornecedores da solução acabaram por gerar uma influência no mercado para disseminação da tecnologia, papel este indicado por Frambach et al. (1998), Easingwood e Beard (1996) e Porter (2014), o que acabou gerando uma pressão competitiva de volta para a empresa. Ou seja, ela passou de uma posição de liderança tecnológica para uma de seguidora.

Competitividade: *adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciando a empresa a adotar a inovação.* Este subfator não teve influência na decisão de adoção na época do projeto. Assim como o subfator “Network externalities”, este subfator teria um outro peso caso o projeto fosse

realizado hoje, uma vez que o ambiente competitivo evoluiu e há uma significativa pressão para oferecer serviços de maior conveniência para os clientes, como é o caso do pagamento automático. Um outro ponto importante e também ressaltado por Frambach et al. (1998), Hall e Kahn (2002) e Porter (2014) é a questão do grau de competitividade em um determinado mercado; quanto mais intenso, maior a probabilidade de adoção (ou predisposição à adoção) de inovações. Como visto no subfator anterior, o projeto foi inovador porém não foi implementado em escala, limitando assim o impacto competitivo e consequente oportunidade de diferenciação.

Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia: *uma empresa estabelecida no mercado e de boa reputação trará maior segurança e confiança àquela que procura adotar a inovação.* A reputação das empresas fornecedoras influenciou fortemente de maneira positiva na decisão de adoção, sendo o segundo subfator de maior importância relativa. O fornecedor principal, no caso a Intel Corporation, tem forte reputação como líder tecnológico e isto influenciou na decisão de adoção por se tratar de uma iniciativa inovadora. Easingwood e Beard (1996) discorrem sobre as diferentes táticas para lançamento ou introdução de tecnologias, sejam elas novas ou avançadas e em mercados novos ou existentes. Segundo os autores, construir uma reputação sólida e que gere confiança nos potenciais clientes buscando adotar uma inovação de cunho revolucionário (alto grau de inovação em um mercado novo) não é uma tática em si, mas sim uma característica associada à percepção de superioridade tecnológica por parte de quem fornece uma determinada solução. Alinhada com esta visão dos autores, a Intel investe para criar e manter uma marca que traz como um de seus atributos a liderança tecnológica. A empresa também investe na criação de um ecossistema IoT onde ela lidera os esforços de padronização de vários componentes da tecnologia e se posiciona como sendo agnóstica a soluções verticais fechadas, o que foi um dos fatores que influenciou a Empresa A na decisão por implantar o projeto piloto.

Regulamentação governamental: *existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.* Este subfator não só teve influência positiva e forte na decisão de adoção, como foi também o de maior importância relativa. A perspectiva do SINIAV como um projeto de cobertura nacional foi um dos principais catalisadores dos conceitos aplicados no posto, tanto na parte de

abastecimento quanto na loja de serviços. Apesar de independente do subfator anterior, o fato do mesmo fornecedor (Intel) estar envolvido no projeto do SINIAV e ter grande conhecimento da arquitetura do mesmo, também influenciou na decisão de ir em frente com o projeto. Isto de uma certa forma valida uma das opções possíveis de acordo com Hall e Kahn (2002), onde o agente regulador ou governo pode ter influência positiva ao gerar demanda por um determinado tipo de tecnologia. Ao fazê-lo, o agente governamental movimenta a indústria como um todo, alterando inclusive a base de referência competitiva. Para Porter (2014), esta mudança no referencial competitivo pode vir de dentro de uma indústria ou de fora, no caso pela ação do governo. Segundo o autor, mudanças no cenário competitivo causadas pela conjunção de forças de mercado, mudanças tecnológicas e questões regulatórias são as que tem maior potencial de impacto no curto prazo, médio e longo prazos uma vez que ajudam a resolver (ou forçam a solução) de algumas questões, como por exemplo a definição de padrões de comunicação nas soluções IoT.

4.1.3 Fator Interno

O fator interno teve uma influência fraca na decisão de adoção (ver tabela 8). Apesar de haver apoio executivo ao projeto por conta do exercício estratégico para a comemoração dos 40 anos da empresa, esta iniciativa, na época, não foi integrada ao plano de médio prazo para as áreas comercial e de marketing. Por consequência, alguns critérios importantes para a correta avaliação da tecnologia IoT não foram analisados naquele momento (subfatores "utilização em outras áreas" e "compatibilidade/complexidade"). Este é um dos motivos pelos quais o fator interno foi o que apresentou maior variação com relação ao potencial de influência dos subfatores (época do projeto vs. momento presente). Observa-se que, caso a decisão fosse tomada hoje, haveria uma inversão e este seria um fator de forte influência na decisão de adoção. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Coerência com os objetivos da empresa: *haver ou não alinhamento estratégico do projeto em questão, sendo ele um viabilizador das estratégias e objetivos da organização.* Este subfator teve influência positiva forte na decisão de adoção. A

visão que gerou o projeto nasceu como exercício estratégico para comemorar os 40 anos da empresa, promovendo a visão do que seria o posto do futuro. No entanto, apesar de haver apoio executivo ao projeto, esse nunca se integrou aos planos de vendas/comercial e marketing, limitando assim o aproveitamento da iniciativa em outras áreas da empresa. Não criou-se, por exemplo, uma métrica de coleta de dados/padrão de consumo dos clientes do posto. Independentemente, a métrica principal de sucesso era volume de vendas no posto, onde foi comprovado um aumento em 20% durante os primeiros 6 meses após a implantação do projeto. Porter (2014) indica que as soluções baseadas em Internet das Coisas trarão mudanças significativas em indústrias já estabelecidas. Nesse caso em particular, o modelo de atendimento ao cliente aparece com um grande potencial de mudança gerando significativas vantagens competitivas quando comparado do modelo atual (que não muda há no mínimo 50 anos, segundo um dos entrevistados). Lilien e Yoon (1989) indicam que a gerência pode influenciar o sucesso de uma inovação de diversas maneiras, e nesse caso em particular através da determinação do foco de decisão (houve alinhamento estratégico mas não houve alinhamento organizacional com as demais áreas, em particular marketing e comercial) e decisões de controle (estratégia de entrada da inovação no mercado e escala – uma decisão estática; bem como investimentos em eficiência de marketing e expansão, que são dinâmicas pois recebem um retorno/*feedback* do mercado durante a execução).

Competência técnica e gerencial dos colaboradores: *a inexistência dessa competência pode muitas vezes limitar a capacidade da empresa de adotar uma nova tecnologia.* A inexistência de competência técnica e/ou gerencial teve influência fraca na decisão de adoção por dois motivos principais: como era um piloto, a empresa esperava aprender com a experiência; o segundo motivo foi poder contar com o expertise do fornecedor principal. Ou seja, a ideia era aprender com o piloto primeiro para depois determinar as necessidades de expertise a serem adquiridas. Hall e Kahn (2002) indicam que este conhecimento pode sim agilizar a adoção de uma determinada tecnologia em uma empresa, mas nesse caso a ausência de competência não foi o motivo principal pela demora na adoção em escala, e sim a não integração com as estratégias comercial e de marketing, que Lillien e Yoon (1989) chamaram de decisões de controle (estáticas e dinâmicas, conforme mencionado no subfator anterior).

Política segurança dos dados: *em projetos de IoT, a questão segurança é fundamental por conta da potencial vulnerabilidade adicional criada pela distribuição de equipamentos que podem oferecer brechas para invasão ou acesso não autorizado.* Este foi um subfator que teve influência fraca na época do projeto uma vez que os dados ficariam isolados no posto durante o piloto (sem integração entre os postos ou com uma base de dados central). Em particular, apenas dados de abastecimento e cadastrais das pessoas que voluntariamente escolheram fazer o cadastro eram armazenados localmente no posto. Nesse caso, a segurança foi feita localmente apenas e isto não influenciou na decisão de adoção. O cenário seria diferente caso já houvesse direcionamento para escala, como acontece hoje, e o grau de influência seria forte. Diversos autores, dentre eles, Atzori et al. (2010), Miorandi et al. (2012); Swan (2012), Sundmaeker et al. (2010) e Porter (2014) consideram as questões referentes a segurança e privacidade de dados como sendo chave para o crescimento da taxa de adoção (e eventual difusão) de soluções baseadas em IoT.

Utilização em outras áreas: *Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.* Este subfator não teve influência na decisão de adoção na época do projeto pois isto não foi considerado na definição do mesmo. Caso a decisão fosse hoje, este subfator teria um grau de influência muito forte e seria talvez o primeiro ou segundo mais importante. Em particular, há sinergia com programas de marketing criados para fidelização dos clientes e rateio de custo de implantação via parcerias de pagamento automático. Como dito anteriormente, na época do projeto, imaginava-se que o custeio poderia ser facilitado por venda de mídia nos postos, o que mostrou-se juridicamente inviável.

Compatibilidade / complexidade: *necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.* Este subfator não teve influência na decisão de adoção na época do projeto pois o posto rodava autonomamente. Hoje, no entanto, este subfator teria influência muito forte por conta da necessidade de integração com o programa de fidelidade. Atzori et al. (2010) indicam a importância do atual esforço de padronização dos diversos elementos que compõem uma solução IoT, justamente pelo importantíssimo papel que terão sobre a redução

da complexidade do processo de integração com sistemas existentes. Sem esta integração, a capacidade de geração de valor torna-se limitada, reduzindo significativamente o potencial para introdução de eficiências e criação de diferenciais competitivos (Porter, 2014). Rogers (2003) indica que esta limitação se traduz diretamente na taxa de adoção de uma inovação, no contexto do sistema social sendo estudado. Assim como Porter (2014), Rogers (2003) associa a capacidade de percepção de uma vantagem relativa a esta habilidade de integrar a inovação de forma relativamente rápida (menor complexidade) e eficaz (alta compatibilidade).

4.1.4 Fator Tecnologia

O fator tecnologia teve influência equilibrada na decisão de adoção. Como um dos objetivos principais do projeto era aprender com o piloto de várias tecnologias no posto, questões como risco e experimentação foram de baixa relevância. Já a expectativa do SINIAV fez com o que o subfator "soluções complementares" tivesse o maior grau de relevância na época do projeto, juntamente com a expectativa de integração com outras soluções, o que veio a se confirmar mais tarde para o pagamento automático/eletrônico. Nesse caso, também houve uma variação com relação ao potencial de influência dos subfatores com o passar do tempo. Caso a decisão fosse tomada hoje, este fator teria uma influência forte. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Possibilidade de experimentação: *a possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção, em vista dos riscos envolvidos em qualquer projeto.* Este subfator não teve influência na decisão de adoção. O objetivo do projeto era um piloto para testar o conceito, sem a necessidade de escala e sem clareza de qual modelo de negócios seria necessário para financiar o crescimento/escala da solução caso esta viesse a ser adotada na rede de postos como um todo. Para Rogers (2003), a capacidade de experimentação tem relação positiva com a decisão de adoção e apesar de não ter influenciado diretamente no momento da decisão, ajudou a criar uma percepção positiva sobre a tecnologia para a fase atual do projeto. Ainda segundo o autor, a inovação deve ser concebida para facilitar esta experimentação e no caso de uma solução multifornecedor isso torna-se mais complexo. A Intel teve aqui um papel importante de coordenação do

ecossistema para que a implantação fosse feita com o mínimo de impacto na operação do posto e reduzindo o esforço por parte da empresa. Esta ação também se aplica ao subfator “Estratégia de marketing 2: redução de risco” no fator fornecedor.

Vantagens competitivas: *quando a adoção viabiliza que a empresa atinja diferenciação de mercado em suas ofertas e melhore sua percepção de marca, e/ou ganhos de eficiência que se traduzam em melhoria da oferta de produto/serviço.* Este subfator aparece com influência positiva, porém fraca na época do projeto. Havia sim expectativa de potencial de diferenciação através de novos produtos e serviços bem como impacto positivo na marca por conta da percepção de inovação. Questões relativas à eficiência seriam menos relevantes. Com a evolução do cenário competitivo e outras redes de postos oferecendo serviços de pagamento automático/eletrônico, este subfator teria sim uma influência forte caso a decisão fosse tomada no contexto atual. Esta mudança no contexto se alinha com o que Porter (2014) indica como sendo a capacidade que as soluções baseadas em Internet das Coisas podem ter de afetar significativamente a estrutura competitiva de uma indústria ou segmento de mercado. A ideia de vantagem relativa de Rogers (2003) aplica-se nesse caso pela melhoria do serviço anteriormente disponibilizado no posto além de habilitar a criação de novos serviços, como por exemplo um programa de fidelidade mais completo e automatizado.

Incerteza e risco: *dificuldade em visualizar resultados.* O contexto de análise deste subfator é importante porque altera sua influência. Este subfator não teve influência na decisão de adoção na época do projeto. O objetivo do piloto era aprender com ele e era parte de um projeto maior com outras tecnologias (captação de água, otimização de energia, etc). No contexto atual, após a execução do piloto, esta percepção não seria alterada em parte porque o fornecedor acabou tendo um papel importante para mitigar a percepção de risco (ver subfator “estratégia de marketing 2: redução de risco” no fator fornecedor). Apesar de não haver discordância com a visão de Rogers (2003) onde toda inovação traz um grau de incerteza associada à novidade introduzida, não apresentou-se uma relação positiva nesse caso. Ou seja, sim havia incerteza, mas isto não teve influência negativa na decisão de adoção. A questão risco, bem identificada por Frambach e Schillewaert (2002) e caracterizada

como sendo tipicamente de implantação, financeiro ou de uso, foi mitigada pela ação do fornecedor principal, no caso a Intel, sendo isto coerente com o que afirmam os autores (táticas dos fornecedores).

Informações sobre a tecnologia: *a disponibilidade de informação sobre a tecnologia pode influenciar na capacidade de decisão de adoção.* Este subfator teve influência positiva forte pois auxiliou na avaliação prévia das tecnologias propostas e no correto entendimento de funcionamento das mesmas, além de ajudar a definir as expectativas de valor a ser gerado. O fornecedor principal (Intel) foi quem mais colaborou com a disponibilização de informações via múltiplos canais. Frambach (1993) indica que a probabilidade de adoção de uma inovação aumenta de acordo com a disponibilidade, qualidade e valor da informação disponível. O autor também reforça o papel do fornecedor e sua estratégia de marketing como um dos elementos chave na geração da informação necessária, devendo esta ser direcionada e selecionada de acordo com o estágio de adoção do cliente em potencial. Os estágios de adoção, no caso, referem-se aos já definidos por Rogers (2003), sendo que os mecanismos de disseminação da informação variam de acordo com o estágio no qual a organização se encontra. Por exemplo, na fase de conhecimento, a informação pode vir exclusivamente de fornecedores e centros de pesquisa; já no estágio de persuasão, é mais adequado buscar referências com outras empresas que já passaram pelo estágio de adoção. Em ambos os casos, o fornecedor pode desempenhar um papel chave com táticas diversas, como indicado por Easingwood e Beard (1996). Nesse caso em particular, cabe salientar a importância do que Frambach (1993) chamou de “capacidade de absorção” de informação por parte da empresa. Isto está diretamente relacionado com a existência ou não de competência técnica/gerencial para processar e conseqüentemente absorver as informações disponíveis a fim de gerar valor para a empresa durante o processo decisório. Ficou claro durante as entrevistas que esta capacidade seria baixa no caso da empresa sendo estudada, o que reforçou a importância do papel do fornecedor na formação de opinião referente ao papel da tecnologia IoT na empresa.

Soluções complementares: *a existência de soluções que complementam a inovação adotada pode influenciar na decisão.* A influência deste subfator foi muito forte, haja vista a expectativa de obrigatoriedade do SINIAV, o que implicaria na

presença de sensores em todos os veículos, viabilizando novas soluções futuras, como é o caso do pagamento automático/eletrônico hoje. Como visto no subfator “Regulamentação Governamental” (Fator externo), Hall e Kahn (2002) apontam para o poder que o governo tem de mover a indústria como um todo, sendo este um excelente exemplo de soluções criadas para tirar proveito de uma situação gerada por uma nova lei. Os conceitos de inovação aberta discutidos na revisão bibliográfica e comuns na avaliação deste subfator, não se aplicam nesse caso em particular (CHESBROUGH, 2003; RITTER & GENUNDEN, 2003).

Efeito Rede: *valor da inovação cresce à medida que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc).* A influência deste subfator foi fraca na época da decisão e seria considerada forte atualmente por conta da provável integração com outras áreas da empresa, como por exemplo o programa de milhagens/fidelidade. Hall e Kahn (2002) indicam que o efeito rede pode ser direto (quando o valor da inovação aumenta à medida que o número de usuários aumenta, como por exemplo o email) ou indireto (quando o crescimento da rede de usuários gera benefícios para todos, como por exemplo redução de custos por escala). Neste estudo de caso em particular o efeito rede potencial seria indireto, ao viabilizar novas iniciativas dentro da própria empresa.

Padronização e interoperabilidade: *a existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável pode facilitar a decisão de adoção.* Este subfator teve influência forte na decisão de adoção. Na época, a padronização relevante seria o SINIAV; hoje, a mesma questão existe entre empresas operadoras de pagamento automático/eletrônico (interoperabilidade entre elas). Nesse caso em particular, o fornecedor principal (Intel) era responsável por liderar outras empresas parceiras na execução do projeto criando assim uma solução multifornecedor, onde a interoperabilidade entre as partes é crítica para garantir o correto funcionamento da solução durante o seu ciclo de vida (eventual necessidade de troca entre fornecedores). Isto está em linha com as ideias de Porter (2014) que fala sobre a importância da padronização para que as soluções IoT ganhem escala (estejam presentes em mais lugares interagindo com mais dispositivos) e autonomia (gerem

mais valor ao se tornarem mais inteligentes, o que requer interoperabilidade entre componentes padrão para criação de soluções mais complexas).

4.1.5 Fator fornecedor

O fator fornecedor teve influência equilibrada na decisão de adoção. O fornecedor principal na parte IoT do projeto também participava do projeto SINIAV, um dos pontos fortes de influência na decisão de adoção. Além disso, o fornecedor posicionou a solução na época como altamente inovadora e alinhada com o objetivo estratégico da empresa. Este fator, assim como os demais, teria uma avaliação diferente caso a decisão de adoção fosse hoje, tendo uma influência forte. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Estratégia de marketing 1: Posicionamento - *como o fornecedor da tecnologia a ser adotada posicionou a solução avaliada [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral].* Este subfator teve influência positiva muito forte dado o espírito inovador e de vanguarda do projeto. A solução foi assim posicionada pelo fornecedor, influenciando positivamente a decisão de adoção. Este posicionamento por parte dos fornecedores é parte da estratégia de identificar e buscar os “*early adopters*” (EASINGWOOD & BEARD, 1996; ROGERS, 2003), aumentando assim as chances de sucesso de uma tecnologia no longo prazo. É interessante observar, no entanto, que do ponto de vista da empresa fornecedora, nesse caso a Intel, o posicionamento de soluções IoT hoje é mais voltado para o mercado em geral buscando oferecer eficiência em processos, o que contrasta com o posicionamento na época da decisão de adoção neste projeto em particular. Esta evolução é coerente com o observado por Waarts et al. (2002), ou seja, os fatores influenciando adoção são dinâmicos e mudam com o tempo à medida que a difusão da inovação avança.

Estratégia de marketing 2: Redução de risco - *ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia.* Este subfator não teve influência na decisão de adoção dado o caráter experimental do projeto. A empresa fornecedora possui uma estratégia de redução de percepção de risco através de diversas iniciativas, focando em performance, segurança e mecanismos de gerenciamento

remoto dos sensores e atuadores (checar status, atualizar versão de software/firmware, etc), mas estes não se aplicaram ao projeto em questão. Ao fazer a coordenação do ecossistema para que a implantação fosse feita com o mínimo de impacto na operação do posto e reduzindo o esforço por parte da empresa, a Intel buscou reduzir o risco de implantação (FRAMBACH & SCHILEWAERT, 2002).

Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - *ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação avaliada.* Este subfator teve influência muito forte na decisão de adoção de duas maneiras. A primeira foi a percepção de que o SINIAV seria uma solução implantada em escala nacional, criando assim uma base para desenvolvimento de novos serviços. Esta seria o que Easingwood e Beard (1996) chamaram de validação externa com relação ao potencial da tecnologia. A segunda foi o que Moore (1997) chamou de iniciativas de desenvolvimento do ecossistema, nesse caso de IoT, um papel desempenhado pelo fornecedor criando uma rede de desenvolvimento de padrões e soluções que suportam e complementam as soluções adotadas pela empresa neste projeto.

Percepção de adequação: *se a solução avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada por quem adota, ou seja, se o fornecedor faz algo para que a solução oferecida atenda à expectativa do cliente.* Este subfator teve influência fraca na decisão de adoção na época dado o contexto exploratório e aberto do projeto (poucas métricas para definir sucesso e objetivo de aprendizado). Se a decisão fosse tomada hoje, este subfator teria forte influência dada a necessidade de integração com outros sistemas/fornecedores, como é o caso do processo de pagamento automático/eletrônico. O fornecedor principal deste projeto busca sempre oferecer soluções verticais em parceria com outras empresas para atender a esta necessidade de "encaixe" da solução, validando assim a importância que este subfator teria aos olhos deste cliente em particular. Para Frambach et al. (1998), esta percepção de customização por parte do cliente aumenta significativamente a probabilidade de adoção. Rogers (2003) observa que este subfator, apesar de diferente do subfator "compatibilidade/complexidade" (fator interno), costuma também ter uma relação positiva com a probabilidade de adoção por parte de uma organização. Neste estudo de caso em particular, ambos subfatores foram, na época do projeto, percebidos como não tendo influência

relativa significativa. No entanto, caso a decisão de adoção fosse ser tomada hoje, ambos subfatores teriam um grau de influência forte e muito forte dadas as necessidades de integração com outros sistemas/fornecedores, validando assim a visão dos autores acima citados.

4.2 Análise do caso Empresa B

Para o levantamento de dados foram entrevistadas 4 pessoas de 2 blocos diferentes, conforme detalhado no resumo do projeto. Os entrevistados do bloco medição foram o coordenador do bloco que também é responsável pelo projeto *Redes Inteligentes* e um dos engenheiros que participam do projeto. No bloco de governança, foram entrevistados o coordenador do bloco e um dos engenheiros responsáveis pelo projeto naquela equipe. Além dos membros da equipe na Empresa B, foi entrevistado também o gerente de soluções IoT do fornecedor principal deste componente tecnológico do projeto (Cisco Systems).

Apresentação da empresa

A Empresa B é uma distribuidora de energia elétrica que atende a 24 municípios da região metropolitana de São Paulo – incluindo a capital paulista, o que corresponde a 34.1% do fornecimento total de energia no estado. Em consumo e faturamento, a empresa é a maior distribuidora de energia da América Latina, atendendo 6,7 milhões de unidades consumidoras e aproximadamente 20,1 milhões de clientes em uma área de concessão com alta densidade demográfica. Cada quilômetro quadrado concentra mais de 1,5 mil unidades consumidoras, o dobro da distribuidora com segunda maior densidade em área de concessão do País, o que caracteriza um ambiente de operação com desafios diários de grande escala. A empresa teve receita operacional líquida de R\$10,56 bilhões em 2014 e conta com 6.152 colaboradores e 8.798 contratados.

Projeto Redes Inteligentes da Empresa B

O Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na Empresa B é uma importante ferramenta para a companhia promover melhorias contínuas na prestação do

serviço, com a qualidade e a confiabilidade esperada por seus consumidores, parceiros, colaboradores e acionistas.

Anualmente, a empresa destina 0,20% de sua receita operacional líquida em projetos de processos técnicos, comerciais e operacionais; no desenvolvimento de tecnologias mais eficazes; na redução de impactos ambientais; na segurança de colaboradores e empregados terceirizados e na promoção de iniciativas sustentáveis para as comunidades.

Em novembro de 2014 a empresa anunciou no município de Barueri, região metropolitana de São Paulo, um projeto de R\$ 75 milhões dentro do conceito de *smart grid*, ou redes inteligentes, que prevê a instalação de 62 mil medidores inteligentes. O projeto, financiado pela Finep, impactará diretamente 250 mil pessoas e envolve acordos com fornecedores como Cisco Systems, WEG, Siemens e Itron. A conclusão da implantação dos leitores inteligentes está prevista para o primeiro semestre de 2017, e posterior conclusão do projeto como um todo em 2018.

Para os medidores inteligentes em particular, dentre as inovações importantes estão a capacidade de comunicação utilizando as tecnologias de radiofrequência (transmissão de informações por meio de rede sem fio) e *Power Line Communication* (protocolo que utiliza o próprio cabo elétrico para transmissão de dados). Além disso, este é o primeiro projeto com padrão aberto de comunicação desenvolvido por uma empresa de energia no Brasil. A utilização de padrões abertos permite a interoperabilidade entre múltiplos fabricantes de medidores.

Barueri foi escolhida como cidade piloto, pois possui todas as características que refletem os grandes centros urbanos. Isso permitirá que no futuro o modelo de distribuição de energia utilizando o *Smart Grid* seja replicado em outras cidades.

Para estruturar o projeto Redes Inteligentes, foram criados blocos de tecnologia, a saber:

- Bloco alternativas de suprimento: responsável por estudar alternativas de suprimento de energia para regiões críticas, como por exemplo analisar o impacto da micro-geração distribuída (tecnologia solar com armazenamento)

para suprir períodos de pico em determinadas regiões (testes realizados na cidade de Vargem Grande, SP);

- Bloco medição: responsável pelos elementos que compõem a medição inteligente, incluindo a infraestrutura avançada de medição (medidores inteligentes, comunicação híbrida e gerenciamento dos medidores), integração destes com o sistema de medição, integração com os sistemas legados (sistemas de operações e sistemas comerciais).
- Bloco automação de rede: responsável pela automação de processos de gerenciamento e manutenção da rede elétrica, como detecção de falhas, recuperação/reconfiguração automática da rede (*self-healing*), controle automático de tensão e desenvolvimento do portal automação para uso interno (colaboradores) via web e dispositivos móveis;
- Bloco telecom: como as operadoras de telecomunicações não oferecem cobertura em todas as áreas/regiões necessárias nem oferecem o serviço com a redundância adequada, este bloco é responsável pela parte de comunicação entre todos os elementos da rede inteligente, incluindo a implantação da rede WiMax para acesso aos medidores e gestão dos mecanismos de redundância na comunicação;
- Bloco interação com o cliente: responsável por desenvolver o portal de serviços através do qual os clientes interagem com a empresa, coordenar e realizar pesquisas com os clientes e implantar o *show room* sobre o conceito de *smart home* (operação automatizada baseada em sensores, dimerização de luminárias, motorização de persianas, geração solar, etc);
- Bloco governança: responsável pela gestão do projeto como um todo, incluindo definição das métricas de avaliação do projeto, gestão de mudanças (adaptação de processos existentes e desenvolvimento de novos processos para a rede inteligente), comunicação interna e externa sobre o projeto, capacitação de pessoal, *benchmarking* contra outros projetos similares no mundo, e planejamento de *roll-out* para outras áreas de concessão no futuro.

Benefícios do projeto

O projeto redes inteligentes representa uma nova forma de gestão da rede elétrica com a automatização das operações, e planejamento de capacidade das redes de

energia da Empresa B, a partir de seu Centro de Operações da Distribuição. Para os clientes, a empresa destaca que será possível acompanhar o consumo diariamente, por meio da página da empresa na internet ou aplicativo em celular e *tablet* (melhor capacidade de administrar gastos) além de receber notificações automáticas quando houver problemas na rede. Para a operação da rede, o projeto viabilizará detecção automática de falhas e reparo remoto (menor custo, maior rapidez), melhorando também a prevenção de problemas na rede.

Numa segunda fase, o *Smart Grid* permitirá o pré-pagamento da fatura elétrica (como acontece com os celulares), micro-geração em larga escala de energia renovável e a aplicação de tarifa diferenciada de acordo com o horário de consumo.

4.2.1 Análise relativa ao objetivo específico

O objetivo específico deste trabalho é Identificar e analisar os fatores de decisão de adoção da Internet das Coisas no mercado empresarial. As tabelas a seguir sintetizam como o modelo proposto se aplica ao caso aqui analisado. Na tabela 11 encontram-se os graus de influência de cada subfator e grau de importância relativa entre os subfatores. Esta tabela foi preenchida pelo pesquisador durante as entrevistas e revisada com gerente do projeto redes inteligentes para gerar esta versão final aqui apresentada. Na tabela 12 apresenta-se um breve resumo da contribuição de cada fator para a tomada de decisão sobre usar ou não a nova tecnologia. Para contextualização da análise será feita uma síntese dos achados para cada um dos fatores e detalhamento dos subfatores associados, além do cruzamento destes com a teoria. A tabela 10 faz um breve resumo da aplicabilidade dos conceitos referentes à tecnologia IoT neste estudo de caso.

Tabela 10 - Aplicabilidade dos conceitos da tecnologia IoT (Empresa B)

Arquitetura IoT	Componentes inteligentes: medidores inteligentes capazes de gerar informações instantâneas sobre consumo de energia, sob demanda para os clientes; a mesma tecnologia permite o controle bidirecional de energia para soluções de microgeração a partir do cliente (ex: energia solar)
	Conectividade e nuvem: projeto envolveu a criação de uma rede de comunicação própria, iniciativa considerada estratégica, com níveis de redundância para garantir acesso ao medidor e geração de valor para os clientes através da aplicação em nuvem
Aplicação IoT	Projeto de <i>smart grid</i> completo, sendo foco do estudo a integração dos medidores inteligentes, desenvolvidos em parceria com fornecedores. A partir destes medidores e da rede de comunicação implantada, os usuários tem acesso aos dados de consumo em tempo real via Internet e são notificados automaticamente no caso de problemas na rede de fornecimento, sendo todo este processamento realizado na solução em nuvem desenvolvida para o projeto, que contempla também a capacidade de microgeração de energia por parte dos clientes. Para Sauter e Lobashov (2011), a ideia do <i>smart grid</i> depende pesadamente de uma rede de comunicação para coordenar a geração, distribuição e consumo de energia. Isto torna-se ainda mais crítico para redes distribuídas e que envolvam fontes de energia renovável.

Fonte: autor

Tabela 11 - Grau de influência dos subfatores/importância relativa (Empresa B)

FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR EXTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]		X			2
Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.		X			2
Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia				X	1
Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.	X				3
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR INTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)				X	2
Competência técnica e gerencial dos colaboradores			X		3
Política de segurança dos dados			X		3
Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.		X			4
Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.				X	1
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR TECNOLOGIA	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Possibilidade de experimentação: a possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção			X		3
Vantagens competitiva / qualitativas que a adoção da Internet das Coisas pode trazer				X	2
Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.			X		3
Informação sobre a tecnologia			X		3
Soluções complementares: existência de soluções que complementam a inovação sendo adotada		X			4
Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)			X		3
Padronização/interoperabilidade: existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável				X	1
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR FORNECEDOR	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Estratégia de marketing 1: Posicionamento - como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]			X		2
Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia		X			3
Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada	X				4
Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada				X	1

Fonte: autor

Tabela 12 - Síntese dos fatores de decisão (Empresa B)

FATOR / SUBFATOR	Síntese
FATOR EXTERNO	
Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]	O fator externo teve influência fraca sobre a decisão de adoção. Como a empresa adotou uma postura de liderança em um setor tipicamente conservador do ponto de vista de inovação tecnológica, ela influenciou mais do que foi influenciada por entidades dentro e fora da cadeia de valor. Dentre os subfatores aqui indicados, a reputação dos fornecedores escolhidos para participar da concepção do projeto e posteriormente da implantação foi o que teve maior importância relativa.
Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.	
Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia: uma empresa estabelecida no mercado e de boa reputação trará maior segurança e confiança àquela que procura adotar a inovação.	
Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.	
FATOR / SUBFATOR	Síntese
FATOR INTERNO	
Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)	O fator interno teve influência forte na decisão de adoção. O forte alinhamento estratégico foi fundamental para a correta alocação de recursos internos e busca de recursos externos de financiamento, permitindo assim a criação dos chamados "blocos de tecnologia". Dada a necessidade de se integrar os benefícios da nova solução à operação atual da empresa no curto e médio prazos, a necessidade de adequação da infraestrutura atual, tanto física para implantação dos novos medidores quanto lógica para integração com os sistemas gerenciais existentes, foi o subfator de maior importância relativa.
Competência técnica e gerencial dos colaboradores	
Política de segurança dos dados	
Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.	
Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.	
FATOR / SUBFATOR	Síntese
FATOR TECNOLOGIA	
Possibilidade de experimentação: a Possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção.	O fator tecnologia, assim como o fator interno, teve influência forte na decisão de adoção. A empresa tinha várias iniciativas espalhadas em diferentes áreas (da empresa e geográfica) e o projeto serviu também para integrar as diversas iniciativas e respectivos aprendizados em único local (nova instalação física da empresa e escolha da cidade onde seria feita a implantação do projeto, no caso Barueri, SP). O subfator de maior importância relativa foi a padronização, sendo esta uma das questões chave na adoção de soluções de IoT dada a alta fragmentação de iniciativas em andamento tentando criar padrões abertos de mercado. Como a arquitetura foi concebida para ser multi-fornecedor, esta questão foi fundamental na decisão de adoção.
Vantagens competitiva / qualitativas que a adoção da Internet das Coisas pode trazer	
Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.	
Informação sobre a tecnologia	
Soluções complementares: existência de soluções que complementam a inovação sendo adotada	
Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)	
Padronização/interoperabilidade: existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável	
FATOR / SUBFATOR	Síntese
FATOR FORNECEDOR	
Estratégia de marketing 1: Posicionamento como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]	O fator fornecedor teve uma influência equilibrada na decisão de adoção. Os subfatores aqui incluídos foram analisados apenas visando a escolha dos fornecedores viáveis para contribuírem com o projeto, uma vez que a definição/especificação do projeto e respectivos parâmetros foi feita pela empresa B em colaboração com múltiplas entidades, incluindo centros de pesquisa e fornecedores, e não apenas por influência de um único fornecedor. Na verdade, houve fornecedores de renome que preferiram não participar do projeto por conta da arquitetura baseada em padrões abertos e que viabilizassem a interoperabilidade/intercambiabilidade. O subfator de maior importância relativa foi o de percepção de adequação dadas as necessidades específicas do projeto
Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia	
Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada	
Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada	

Fonte: autor

As duas tabelas anteriores serão agora explicadas com maior profundidade.

4.2.2 Fator Externo

O fator externo teve influência fraca sobre a decisão de adoção (ver tabela 11 para os graus de influência). Como a empresa adotou uma postura de liderança em um setor tipicamente conservador do ponto de vista de inovação tecnológica, ela influenciou mais do que foi influenciada por entidades dentro e fora da cadeia de valor. Como o setor energético é mais avançado fora do Brasil, a empresa buscou inspiração e direção para a concepção do projeto tanto nos Estados Unidos quanto na Europa. Dentre os subfatores aqui indicados, a reputação dos fornecedores escolhidos para participar da concepção do projeto e posteriormente da implantação foi o que teve maior importância relativa. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Network externalities: *existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor].* Este subfator não teve influência na decisão de adoção. Na época da definição do projeto (2012), a influência veio do mercado e das necessidades da empresa. Foi montado um *business case* com a finalidade de reduzir perda de clientes, melhorar a qualidade do serviço, aumentar/melhorar a produtividade/eficiência e integrar várias iniciativas de inovação em um único projeto. Havia naquele momento várias iniciativas de projetos de inovação separadas e não coordenadas. O município de Barueri oferecia uma oportunidade/cenário para montar um projeto de *smart grid* completo; integrando vários projetos piloto que estavam dispersos, como por exemplo os projeto de comunicação RF/PLC integrado, e o desenho de postes especiais, sendo este último um exemplo onde a empresa possui uma requisição de patente. Nesse caso em particular, a postura de liderança da empresa fez com que ela exercesse influência em sua cadeia de valor, sendo este um dos papéis possíveis conforme Frambach e Schillewaert (2002).

Competitividade: *adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciando a empresa a adotar a inovação.* Este subfator não exerceu influência. Como será visto mais adiante, a empresa adotou uma postura de

liderança em inovação no setor, e por consequência acabou influenciando a cadeia de valor onde está inserida. Esta mesma característica organizacional (liderança em inovação), ainda segundo Frambach e Schillewaert (2002), exerce uma influência indireta sobre o ecossistema ao gerar uma reação por parte da concorrência. Um outro ponto importante e também ressaltado por Frambach et al. (1998), Hall e Kahn (2002) e Porter (2014) é a questão do grau de competitividade em um determinado mercado; quanto mais intenso, maior a probabilidade de adoção (ou predisposição à adoção) de inovações. Sendo este um mercado cuja dinâmica competitiva é limitado pelo próprio modelo de concessão, a pressão competitiva não existiu como elemento para potencialmente aumentar a relevância deste subfator.

Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia: *uma empresa estabelecida no mercado e de boa reputação trará maior segurança e confiança àquela que procura adotar a inovação.* A reputação das empresas fornecedoras teve sim um papel importante na busca por parceiros para colaborar na concepção da arquitetura da solução buscada, mas não necessariamente na decisão de adotar as tecnologias estipuladas nesta arquitetura. Para esta fase (definição da arquitetura), os critérios foram mais associados à capacidade da empresa fornecedora de entregar dentro do definido pela arquitetura e conseqüentemente esperado pela Empresa B. Houve inclusive empresas que optaram por não participar porque o método de trabalho não se adequava às suas expectativas (tipicamente oferecendo soluções fechadas, fim-a-fim). No entanto, a reputação das empresas selecionadas para fornecer as partes da solução foi muito importante como subfator na decisão de adoção. Easingwood e Beard (1996) discorrem sobre as diferentes táticas para lançamento ou introdução de tecnologias, sejam elas novas ou avançadas e em mercados novos ou existentes. Segundo os autores, construir uma reputação sólida e que gere confiança nos potenciais clientes buscando adotar uma inovação de cunho revolucionário (alto grau de inovação em um mercado novo) não é uma tática em si, mas sim uma característica associada à percepção de superioridade tecnológica por parte de quem fornece uma determinada solução. A Cisco Systems, um dos principais fornecedores que influenciou no desenho de toda a parte de comunicação do projeto, inclusive as placas de comunicação dos medidores inteligentes, teve esta oportunidade em grande parte por conta desta reputação percebida por parte dos líderes do projeto.

Regulamentação governamental: *existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.* Este subfator não teve influência na decisão de adoção. O projeto foi montado como um projeto de P&D para justificar o financiamento (FINEP) uma vez que a tarifação é regulamentada e não reconhece investimentos/melhorias diretas feita pela empresa, ou seja, os custos destes investimentos não podem ser transferidos para a tarifa. Não houve também nenhum tipo de estímulo/direcionamento vindo da parte do governo através de mudanças na regulamentação. Isto de uma certa forma valida uma das opções possíveis de acordo com Hall e Kahn (2002), onde o agente regulador ou governo pode ter influência positiva, negativa, ou no caso, nula.

4.2.3 Fator Interno

O fator interno teve influência forte na decisão de adoção (ver tabela 11). O forte alinhamento estratégico foi fundamental para a correta alocação de recursos internos e busca de recursos externos de financiamento, permitindo assim a criação dos chamados "blocos de tecnologia". Sendo este um projeto de médio prazo, com conclusão prevista para 2018, o desenvolvimento de competências internas e gestão de mudanças na empresa como um todo tomou uma proporção significativa (bloco de governança), tendo o mesmo peso na decisão de adoção que a questão segurança, sendo esta última uma das partes mais impactantes/complexas de serem gerenciadas em projetos de Internet das Coisas. Dada a necessidade de se integrar os benefícios da nova solução à operação atual da empresa no curto e médio prazos, a necessidade de adequação da infraestrutura atual, tanto física para implantação dos novos medidores quanto lógica para integração com os sistemas gerenciais existentes, foi o subfator de maior importância relativa. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Coerência com os objetivos da empresa: *haver ou não alinhamento estratégico do projeto em questão, sendo ele um viabilizador das estratégias e objetivos da organização.* A empresa busca constantemente reforçar/melhorar 3 alicerces: melhorar lucro e retorno (reduzir perdas, melhorar custos operacionais), crescer e melhorar a qualidade do atendimento ao cliente. Este projeto se alinha com estes

três objetivos macro estabelecidos no processo de planejamento estratégico da organização, uma vez que impacta o crescimento com melhor lucratividade e consequente remuneração para os acionistas e colaboradores. Este alinhamento, de acordo com Lilien e Yoon (1989) tem significativo impacto no eventual sucesso (ou fracasso) da adoção pela empresa uma vez que influenciará diversas áreas da organização, como por exemplo investimentos em P&D e marketing. A métrica principal escolhida para determinar se os objetivos do projeto estão sendo realizados ou não é a comparação dos indicadores da operação (inadimplência, tempo de interrupção do serviço, número de vezes que houve interrupção, etc) ANTES do projeto e DEPOIS do projeto. O objetivo é viabilizar um *roll-out* para outras áreas de concessão com os aprendizados do projeto em questão, direcionando os investimentos futuros de maneira mais adequada (confirmar retorno para o cliente e retorno para a empresa formam a base para replicar o modelo). A parte de rede de fornecimento foi implantada em 2015, com a implantação dos medidores iniciando em 2016. Consequentemente, a capacidade de medir os resultados se dará por volta de 2018 (medidores instalados e capacidade de avaliação do resultado), período previsto para a conclusão do projeto. Porter (2014) indica que as soluções baseadas em Internet das Coisas trarão mudanças significativas em indústrias já estabelecidas, como é o caso da geração e distribuição de energia. A fase 2 deste projeto ilustra este tipo de situação com conceitos do tipo micro-geração (eletricidade gerada a partir de fontes naturais como solar ou eólica) e tarifação diferenciada por horário de consumo.

Competência técnica e gerencial dos colaboradores: *a inexistência dessa competência pode muitas vezes limitar a capacidade da empresa de adotar uma nova tecnologia.* A inexistência de competência técnica e/ou gerencial não influenciou negativamente a decisão, pelo contrário, direcionou desde o início do projeto a criação de blocos (macroprocessos) a serem estudados e implantados concomitantemente. Estes blocos foram: alternativa de suprimento, medição, automação da rede, telecom, interação com o cliente, e governança. Toda a parte de capacitação e gestão de mudança ficou sob responsabilidade do bloco de governança e é considerado de fundamental importância para o sucesso do projeto. Isto valida o exposto por Hall e Kahn (2002) sobre reconhecer o impacto que o conhecimento técnico sobre uma determinada tecnologia pode ter sobre o sucesso

de adoção da mesma. Ao direcionar recursos para suprir esta necessidade, a empresa aumenta suas chances de sucesso durante o processo de adoção.

Política de segurança dos dados: *em projetos de IoT, a questão segurança é fundamental por conta da potencial vulnerabilidade adicional criada pela distribuição de equipamentos que podem oferecer brechas para invasão ou acesso não autorizado.* Este foi um subfator que teve forte influência na decisão de adoção e a equipe de TI é responsável pelo apoio com relação à segurança da informação, determinando os processos e métodos (ex: criptografia) para garantir segurança em todas as áreas e etapas do projeto, seja na comunicação com uma simples placa no medidor, até processos de automação. A segurança do acesso à rede e também dos dados gerados/trafegados na rede é um fator crítico no sucesso do projeto. Diversos autores, dentre eles, Atzori et al.. (2010), Miorandi et al.. (2012); Swan (2012), Sundmaeker et al.. (2010) e Porter (2014) consideram as questões referentes a segurança e privacidade de dados como chave para o crescimento da taxa de adoção (e eventual difusão) de soluções IoT.

Utilização em outras áreas: *Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.* Este subfator teve influência fraca na decisão de adoção uma vez que a expansão (*roll-out*) para outras áreas de concessão é esperada como uma evolução natural do projeto.

Compatibilidade / complexidade: *necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.* Este subfator influenciou de maneira muito forte na decisão de adoção e foi também o de maior importância relativa no fator ambiente interno. A equipe de apoio de TI ficou responsável pelas questões relativas às interfaces com os sistemas já existentes, assim como as questões referentes à segurança da informação como já visto anteriormente. A influência foi positiva apesar da alta complexidade de integração, ou seja, ajudou a determinar a priorização de recursos de TI para execução do projeto. Atzori et al. (2010) indicam a importância do atual esforço de padronização dos diversos elementos que compõem uma solução IoT, justamente pelo importantíssimo papel que terão sobre a redução da complexidade do processo de integração com sistemas existentes. Sem esta integração, a capacidade de geração de valor torna-

se limitada (PORTER, 2014), reduzindo significativamente o potencial para introdução de eficiências e criação de diferenciais competitivos. Rogers (2003) indica que esta limitação se traduz diretamente na taxa de adoção de uma inovação, no contexto do sistema social estudado. Assim como Porter (2014), Rogers (2003) associa a capacidade de percepção de uma vantagem relativa a esta habilidade de integrar a inovação de forma relativamente rápida (menor complexidade) e eficaz (alta compatibilidade).

4.2.4 Fator Tecnologia

O fator tecnologia, assim como o fator interno, teve influência forte na decisão de adoção. A empresa tinha várias iniciativas espalhadas em diferentes áreas (da empresa e geográfica) e o projeto serviu também para integrar as diversas iniciativas e respectivos aprendizados em único local (nova instalação física da empresa e escolha da cidade onde seria feita a implantação do projeto, no caso Barueri, SP). O subfator de maior importância relativa foi a padronização, sendo essa uma das questões chave na adoção de soluções de IoT dada a alta fragmentação de iniciativas em andamento tentando criar padrões abertos de mercado. Como a arquitetura foi concebida para ser multifornecedor, esta questão foi fundamental na decisão de adoção. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Possibilidade de experimentação: *a possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção, em vista dos riscos envolvidos em qualquer projeto.* A capacidade de integrar várias iniciativas de projetos em um único local e criar uma prova de conceito foi fundamental na decisão de ir em frente com o projeto e adoção das tecnologias em questão. Rogers (2003) ressalta que este subfator tem uma relação positiva com a decisão de adoção e que durante a experimentação é comum haver ajustes na inovação para que esta melhor se adeque às necessidades da empresa, tendo isto sido uma realidade nesse caso (concepção do projeto definindo os parâmetros de como as partes devem interagir em um ambiente multifornecedor). Outro ponto indicado pelo autor é que este subfator parece ser mais relevante para os “*early adopters*”, postura adotada pela empresa em questão.

Vantagens competitivas: *quando a adoção viabiliza que a empresa atinja diferenciação de mercado em suas ofertas e melhore sua percepção de marca, e/ou ganhos de eficiência que se traduzam em melhoria da oferta de produto/serviço.* Este subfator aparece com influência positiva muito forte em ambos tipos de vantagens. A motivação principal do projeto foi adequar a operação às necessidades do mercado brasileiro, alinhado com tendências globais, buscando melhorias do produto (fornecimento de energia) e viabilizando a conversa com o cliente. A ideia é que a tecnologia seja utilizada para melhorar a qualidade do fornecimento como um todo, reduzindo custos e melhorando a oferta global da empresa. Na parte de diferenciação, os clientes passam a ter acesso ao consumo do período em tempo real e são notificados automaticamente em caso de falhas no sistema/interrupção. Com relação à eficiência, os clientes passam a ter a possibilidade de gerar energia própria e devolver para a rede (capacidade de integrar micro-geração de energia), bem como a detecção automática de falhas e a possibilidade de conserto remoto, o que além de ser uma característica preventiva do sistema, reduz o custo de reparo e aumenta a rapidez na resposta ao cliente. Porter (2014) enfatiza que soluções baseadas em IoT podem afetar significativamente a estrutura competitiva de uma indústria ou segmento de mercado. O alto grau de inovação da solução definida no projeto Redes Inteligentes busca tanto eficiência (reduzir perdas e melhorar custos operacionais) quanto diferenciação (melhorar qualidade do atendimento ao cliente), conforme visto anteriormente no subfator “coerência com os objetivos da empresa”. Estes benefícios encaixam-se no que Rogers (2003) chama de fatores econômicos da vantagem relativa, sendo essa uma das maneiras como o valor da inovação pode ser percebido pela empresa adotante. Frambach e Schillewaert (2002) também identificam uma relação positiva entre este subfator e a decisão de adoção.

Incerteza e risco: *dificuldade em visualizar resultados.* A questão do risco de implantação do projeto teve influência forte e foi sempre visto por partes, desde o cliente até a rede. Algumas coisas já haviam sido testadas/experimentadas e conseqüentemente tinham baixo fator de risco, outras foram inovações. Mesmo assim, para mitigar os riscos de implantação, foram sempre criadas contingências. Por exemplo, para o medidor, a leitura seria feita de maneira automatizada (à distância) ou manual, como já é feito hoje. No caso da leitura à distância, esta seria via rádio frequência (RF) ou comunicação PLC (*power line communication* – através

da própria rede elétrica). Para a comunicação sem fio (RF) em particular, haveria também duas alternativas, via a tecnologia Wimax (método principal) ou tecnologia celular GSM/3G (método alternativo). Ou seja, o projeto contempla sempre mecanismos para minimizar os riscos de operação, facilitando assim a decisão de adoção. Para Rogers (2003), toda inovação traz um grau de incerteza associada à novidade introduzida e isto tem impacto sobre o processo de decisão de adoção. Relativo aos 5 estágios indicados pelo autor como fazendo parte do processo de decisão (conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação), o exemplo acima mostra como a empresa lidou com a questão de incerteza nos estágios de decisão e implementação. Frambach e Schillewaert (2002) identificam os riscos como sendo tipicamente de implantação, financeiro ou de uso, e que os fornecedores podem mitigar estes riscos utilizando táticas como descontos especiais (financeiro) ou a possibilidade de uso sem custo (aprendizado sobre desafios da implementação e uso). Estes não foram mecanismos presentes no projeto em questão e não afetaram a estratégia utilizada pela empresa para lidar com o subfator incerteza e risco.

Informações sobre a tecnologia: *a disponibilidade de informação sobre a tecnologia pode influenciar na capacidade de decisão de adoção.* Os projetos de P&D da empresa sempre estão ligados a algumas entidades, como por exemplo a USP (rede elétrica) ou FITEC (comunicação, medição). Todas as partes ajudam na prospecção e pesquisa, juntamente com as pessoas da organização que participam ativamente do processo de inovação na empresa. Assim foi-se formando o corpo do projeto, e à medida que elementos específicos do projeto são definidos, a empresa busca fornecedores para atender à estas necessidades. Os fornecedores, por sua vez, trazem também mais informações, sendo a participação dos fornecedores já em uma etapa mais avançada do projeto através das RFIs (*Request for Information*). Ou seja, a questão informação teve uma influência forte na decisão de adoção, e os mecanismos utilizados para obter as informações foram tanto internos (equipe de inovação) quanto externos (universidades, centros de pesquisa, fornecedores). Este alinhamento entre recursos internos e externos é condizente com os mecanismos de inovação aberta indicados por Ritter e Genunden (2003) e Chesbrough (2003) e é altamente dependente do que Frambach (1993) definiu como “capacidade de absorção”, ou seja a existência ou não de competência técnica/gerencial para

processar e conseqüentemente absorver as informações disponíveis a fim de gerar valor para a empresa durante o processo decisório.

Soluções complementares: *a existência de soluções que complementam a inovação adotada pode influenciar na decisão.* A influência deste subfator foi fraca, apesar de haver sim um benefício percebido, mesmo que indireto. Por exemplo, a criação da infraestrutura de comunicação pode ser compartilhada com outros serviços em uma cidade. Ou seja, não foi um fator crítico de sucesso na concepção do projeto em si, mas com certeza o potencial de existência/viabilização de soluções complementares tem hoje um impacto positivo.

Efeito Rede: *valor da inovação cresce à medida que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc).* Este subfator teve uma influência forte para adoção tendo em vista o médio prazo. Um exemplo é a perspectiva da redução de custo das partes/insumos à medida em que mais empresas no ecossistema adotam e buscam adotar a tecnologia. Conforme indicado anteriormente, a empresa adotou uma postura inovadora e de liderança em um mercado tradicionalmente reativo na geração de inovações, o que gerou uma movimentação no mercado e projetos semelhantes foram desenvolvidos por outras empresas, como por exemplo a Light e a CPFL. A percepção de valor por parte dos clientes também gera uma espiral positiva de demanda por benefícios que passam a fazer parte do serviço oferecido pela empresa.

Padronização e interoperabilidade: *a existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável pode facilitar a decisão de adoção.* Este foi o subfator de maior influência na decisão de adoção para o fator tecnologia. A definição do projeto teve como premissa básica a interoperabilidade/"intercambiabilidade" entre os fornecedores e para isso foi definida uma arquitetura e adotados padrões de mercado e estes são a base da especificação das partes a serem utilizadas no projeto. Como exemplo, a definição da arquitetura de comunicação tomou como base a arquitetura proposta pela Cisco Systems e implementada pelos 3 fornecedores de medidores, todos aderentes ao padrão aberto de comunicação (Siemens, Itron e WEG, selecionados entre 9 candidatos).

4.2.5 Fator fornecedor

O fator fornecedor teve uma influência equilibrada na decisão de adoção. Os subfatores aqui inclusos foram analisados apenas visando a escolha dos fornecedores viáveis para contribuir com o projeto, uma vez que a definição/especificação do projeto e respectivos parâmetros foi feita pela Empresa B em colaboração com múltiplas entidades, incluindo centros de pesquisa e fornecedores, e não apenas por influência de um único fornecedor. Na verdade, houve fornecedores de renome que preferiram não participar do projeto por conta da arquitetura baseada em padrões abertos e que viabilizassem a interoperabilidade/“intercambiabilidade”. Este é um mercado ainda marcado por soluções verticais, e muitos fornecedores preferem se envolver apenas em projetos com planejamento e entrega fim-a-fim. Em diversos aspectos, esta convergência de projetos verticalizados/integrados e projetos de TI aparece aqui. O mercado de energia trabalha tipicamente com soluções fim-a-fim, característica comum na indústria e em projetos de automação, mas a implantação e gerenciamento de uma solução IoT é feita utilizando-se a cultura e ferramental vindos de TI, onde a interoperabilidade e necessidade de integração de múltiplos fornecedores é visto como não apenas comum, mas sim necessário. O subfator de maior importância relativa foi o de percepção de adequação dadas as necessidades específicas do projeto. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Estratégia de marketing 1: Posicionamento - *como o fornecedor da tecnologia a ser adotada posicionou a solução avaliada [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]*. Este subfator teve influência forte para adotar uma vez que as empresas do sistema elétrico nacional são percebidas sempre como sendo muito conservadoras. A AES foi pioneira neste projeto, e teve um perfil de empresa inovadora. Isto foi percebido e transmitido para os fornecedores, que em contrapartida posicionaram as soluções sendo oferecidas como tal. Este posicionamento por parte dos fornecedores é parte da estratégia de identificar e buscar os “*early adopters*” (EASINGWOOD & BEARD, 1996; ROGERS, 2003), aumentando assim as chances de sucesso de uma tecnologia no longo prazo. Esta tática muitas vezes funciona em conjunto com o que os autores chamam de “referências”, ou seja empresas com o potencial de formar opiniões positivas no

mercado, como indicado também no subfator “Percepção de adequação”. Soluções baseadas em tecnologia IoT são tipicamente assim posicionadas pelo ineditismo das mesmas e isto acabou por influenciar de maneira forte a decisão de adoção por parte da empresa.

Estratégia de marketing 2: Redução de risco - *ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia*. Conforme indicado no subfator incerteza do fator tecnologia, o risco do projeto foi tratado por contingências definidas na arquitetura da solução, sem necessariamente o envolvimento de nenhum fornecedor específico. Consequentemente, este subfator teve uma influência fraca na decisão de adoção. Frambach et al. (1998) e Easingwood e Beard (1996) citam ações como visitas a clientes e demonstrações da solução em funcionamento como táticas para reduzir a percepção de risco. Apesar destas terem sido utilizadas por alguns fornecedores, do ponto de vista da empresa esta influência foi fraca uma vez que cada caso é único e a empresa sempre entendeu, desde o início do projeto, que deveria estipular e desenvolver seus próprios mecanismos de redução de risco.

Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - *ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação avaliada*. A maioria dos fornecedores veio com uma solução fim-a-fim, completa, que não era o que a empresa buscava uma vez que estava definindo a arquitetura para ser multifornecedor, baseada em padrões. Mas o posicionamento dos fornecedores era mais focado em soluções verticais completas do que em um amplo apoio de mercado, diferentemente do que sugerem Easingwood e Beard (1996) quando empresas concorrentes entram e acordos de cooperação para aumentar a percepção de apoio de mercado a uma determinada tecnologia. O trabalho com outros membros do ecossistema visando aumentar oportunidades de co-criação de soluções é um dos pilares da inovação aberta, presente no modelo de Ritter e Genunden (2003), e que também não se mostrou relevante nesse caso como vindo dos fornecedores. Este subfator não teve nenhuma influência na decisão de adoção.

Percepção de adequação: *se a solução avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada por quem adota, ou seja, se o fornecedor faz algo*

para que a solução oferecida atenda à expectativa do cliente. Como o projeto foi construído pela empresa, a expectativa do nível de adequação da solução/arquitetura era alto. Na concepção do projeto, muita coisa veio de fora do Brasil e por consequência houve um papel importante dos fornecedores no aporte de informações e soluções já testadas em outros mercados. Este é um ponto importante ressaltado por Easingwood e Beard (1996), onde os autores indicam o endosso de formadores de opinião (ou empresas percebidas como líderes em seus segmentos de mercado) como sendo uma tática importante para criar-se percepção de apoio e possibilidade de adequação. Frambach et al. (1998) vão mais além e ressaltam que a probabilidade de adoção cresce à medida em que a empresa percebe que há um esforço por parte dos fornecedores para adequar a solução às suas necessidades. Este foi o subfator de maior influência na decisão de adoção.

4.3 Análise do caso Empresa C

Para o levantamento de dados foram entrevistadas 3 pessoas: o gerente do centro de inovações, o líder técnico do centro de inovações e o líder para soluções de internet das coisas, cidades inteligentes (*smart cities*) e eficiência energética, sendo essas duas últimas áreas na verdade aplicações dos conceitos de IoT.

Apresentação da empresa

A Empresa C é um dos maiores conglomerados de comunicação, informação e entretenimento do mundo, com sede na Espanha, presença em 24 países e mais de 130 mil colaboradores. No Brasil, a empresa conta com cerca de 17,8 mil colaboradores e presença em mais de 3.700 cidades, totalizando mais de 91 milhões de clientes e uma receita operacional bruta de R\$ 52,6 bilhões. As atividades no país iniciaram-se em 1998, no contexto do processo de privatização das telecomunicações. O portfólio de produtos e serviços é amplo, passando por serviços como banda larga fixa e móvel, voz, ultra banda larga, TV e TI.

O ambiente competitivo de telecomunicações é complexo por possuir um parte regida pela legislação (serviços de comunicação) e outra aberta a competição com empresas prestadoras de serviços de alto valor agregado em diferentes segmentos

como saúde, finanças, governo, etc. A oferta de serviços regida pela legislação tipicamente refere-se ao negócio principal da empresa, ou seu *core business*. Este mercado, apesar de ser altamente competitivo e requerer investimentos significativos em infraestrutura e marketing/comunicação, representa uma parte altamente “comoditizada” do negócio da empresa, e inclui os serviços de voz e conectividade em banda larga, sendo a demanda potencial restrita ao território de atuação específico da licença. Para que a empresa possa crescer e oferecer novos serviços de maior valor percebido por seus clientes, ela deve buscar formas de tornar sua infraestrutura mais útil/valiosa para os clientes através de serviços e aplicações que atendam de maneira mais completa as necessidades destes clientes. A estratégia da Empresa C para atingir este objetivo macro é trabalhar para se tornar uma “Telco Digital”. Com isso, pretende consolidar todo o seu legado como operadora de telecomunicações, com uma longa experiência em serviço fixo e móvel, para se converter em uma companhia que, neste novo ecossistema digital, oferece serviços avançados, diferenciados e baseados nas necessidades dos clientes. Para dar apoio a essa missão, a empresa mantém em São Paulo um Centro de Inovação.

O centro de inovação da Empresa C no Brasil

Localizado na cidade de São Paulo, o centro de inovação foi criado para apoiar a empresa a tornar-se uma operadora de telecomunicações digital. O Centro de Inovação em São Paulo é o primeiro centro de pesquisa e desenvolvimento criado fora da Espanha. Há ainda centros em cidades como Londres, São Francisco, entre outras.

O centro de pesquisas é responsável pelo desenvolvimento de novas tecnologias, com foco nos estágios iniciais de novas soluções, além de atuar no desenvolvimento e prospecção de soluções digitais futuras. O Centro também fomenta e propaga conhecimento sobre tecnologia, por meio de parcerias e ações próprias, criando um ecossistema aberto e colaborativo. As seguintes áreas são foco de desenvolvimento de projetos:

- Vídeo: o centro é responsável pelo desenvolvimento de algumas das funcionalidades avançadas do serviço de vídeo da empresa, como por exemplo o aplicativo de controle remoto via celular (incluindo gravação de conteúdo no

celular), e os aplicativos para visualização de conteúdo em múltiplas telas (TV, computador, *Tablet* e *smartphone*).

- Firefox OS: o centro de pesquisa realiza ações para fomentar o ecossistema de empresas e desenvolvedores que criam aplicativos para o sistema operacional móvel Firefox OS (*smartphones* e *tablets*). O desenvolvimento do Firefox OS é fruto de uma parceria com a Mozilla Foundation
- Internet das Coisas [tema abordado neste estudo de caso]: esta é uma iniciativa global da empresa e começou na matriz (Espanha). Uma das principais estratégias é a criação de “Kits de desenvolvimento IoT”, que busca fomentar o desenvolvimento de soluções diversas. Para complementar os kits, a empresa oferece também uma solução em nuvem para armazenamento e análise de dados provenientes de sensores e dispositivos dos kits. Além do fornecimento dos kits IoT e a disponibilização da solução em nuvem, a empresa oferece também um conjunto de ferramentas para a comunidade de desenvolvedores (eventos específicos) e possui parcerias com universidades para disseminação do conhecimento relativo à tecnologia IoT.
- *Smart Cities*: a Empresa C está realizando um projeto-piloto para tornar Águas de São Pedro, em São Paulo, na primeira cidade digital do país. O projeto abrange a implantação de soluções digitais nas áreas de educação, turismo, saúde e gestão pública

O papel da Internet das Coisas na estratégia da empresa

Como já dito anteriormente, a empresa busca crescer oferecendo serviços que tornem sua infraestrutura de comunicação mais valiosa (ou de maior valor agregado) para seus clientes. A Internet das Coisas oferece o potencial de desenvolvimento de novas soluções para atender necessidades específicas de clientes e utiliza como base uma rede de telecomunicações. Assim sendo, a IoT se apresenta como uma tecnologia importante para que a empresa atinja seu objetivo de criação de novos produtos e serviços de maior valor agregado, diferenciando-se assim no mercado. Sendo essa uma tecnologia em desenvolvimento, a empresa optou por uma estratégia de criação de um ecossistema de desenvolvimento de novos produtos e serviços. Segue abaixo um breve descritivo dos principais componentes desta estratégia juntamente com alguns exemplos de como ela ajuda a empresa a atingir o objetivo acima mencionado:

- Fomento do ecossistema de desenvolvedores de soluções IoT através da criação e disponibilização de kits de desenvolvimento em eventos específicos (ex: *Campus Party*, evento direcionado para desenvolvedores de software). A empresa hoje disponibiliza 4 kits diferentes: kit básico (sensores de luminosidade, contato, temperatura e luz), kit 3G/4G (expande a funcionalidade do kit básico com comunicação 3G e 4G), kit *wearable*, ou vestível (pequeno e empacotado como um relógio, com sensores de temperatura, humidade, acelerômetro, um *buzzer* (som), e *leds* para mensagens, com conectividade *Bluetooth Low Energy*), e kit de conectividade (*gateway* de comunicação que permite a interação entre as diferentes arquiteturas de comunicação e os dispositivos);
- Parcerias com universidades, como bolsas de mestrado e doutorado na FEI e USP além de aulas sobre tecnologia IoT na Universidade Mauá;
- Iniciativas de desenvolvimento de soluções para problemas em empresas-cliente utilizando conceitos de inovação aberta, onde a empresa-cliente traz um problema real para o qual busca uma solução e a EmpresaC articula recursos internos juntamente com as universidades e outros fornecedores do mercado para criação de uma “prova de conceito” que venha a atender às necessidades específicas indicadas pela empresa-cliente. Um exemplo disto é o caso do monitoramento remoto (humidade e temperatura) de esteiras de secagem de frutos para a Natura em plena Amazônia.
- A prototipagem de soluções voltadas para cidades inteligentes, onde várias soluções tipicamente verticalizadas podem interagir dentro de uma única plataforma. A empresa vem desenvolvendo este conceito em Águas de São Pedro, no interior do estado de São Paulo, implantando um conjunto soluções baseadas no conceito de IoT nas áreas de educação, turismo, saúde e gestão pública.

Todas estas iniciativas geram soluções que se utilizam da infraestrutura de comunicação da empresa e convergem na solução de armazenamento e processamento de dados na nuvem, sendo essa a “solução em nuvem da Empresa C”. Esta solução em nuvem é onde a empresa pretende viabilizar valor adicional para seus clientes através não só do armazenamento mas também do tratamento destes dados para que possam gerar valor através do conhecimento/*insights* produzido. Esta solução em nuvem é baseada no Fiware, uma iniciativa

desenvolvida pela própria empresa na Europa visando acelerar o desenvolvimento de soluções para diferentes mercados verticais a partir de interfaces padrão de programação. O Fiware conta também com a disponibilização de ferramentas para auxiliar na implantação das soluções criadas nesta plataforma, além de um ambiente de testes virtual para auxiliar os desenvolvedores ao longo do ciclo de desenvolvimento de uma aplicação, e um programa de incentivo à criação de soluções inovadoras com prêmios para as empresas que se destacam (foco específico na Europa).

4.3.1 Análise relativa ao objetivo específico

O objetivo específico deste trabalho é Identificar e analisar os fatores de decisão de adoção da Internet das Coisas no mercado empresarial. As tabelas a seguir sintetizam como o modelo proposto se aplica ao caso aqui analisado. Na tabela 14 encontram-se os graus de influência de cada subfator e grau de importância relativa entre os subfatores. Esta tabela foi preenchida pelo pesquisador durante as entrevistas e revisada com gerente do centro de inovação para gerar esta versão final aqui apresentada. Na tabela 15 apresenta-se um breve resumo da contribuição de cada fator para a tomada de decisão sobre usar ou não a nova tecnologia. Para contextualização da análise será feita uma síntese dos achados para cada um dos fatores e detalhamento dos subfatores associados, além do cruzamento destes com a teoria. A tabela 13 faz um breve resumo da aplicabilidade dos conceitos referentes à tecnologia IoT neste estudo de caso.

Tabela 13 - Aplicabilidade dos conceitos da tecnologia IoT (Empresa C)

Arquitetura IoT	Componentes inteligentes: Kits IoT e Gateway IoT desenvolvidos para fomento de novas aplicações
	Conectividade e nuvem: os kits IoT possuem a capacidade de comunicação utilizando uma variedade de protocolos definidos nas soluções IoT e utilizam a rede de comunicação da operadora para acesso à solução em nuvem Fiware
Aplicação IoT	A iniciativa IoT abrange projetos diversos, desde a criação de soluções IoT através do fomento dos kits IoT, passando pela iniciativa de cidade inteligente em Águas de São Pedro, até os projetos com clientes (ver exemplo Natura). Em comum na estratégia da empresa está a utilização de usa infraestrutura de comunicação e da solução em nuvem (Fiware) para tratamento dos dados gerados pelos clientes afim de viabilizar a contínua e diferenciada criação de valor. Pinto et al. (2013) indicam que os provedores de telecomunicações são um dos elementos do ecossistema capazes de tomar a liderança e oferecer soluções para viabilizar as transformações baseadas em tecnologia IoT que estão por vir.

Fonte: autor

Para este estudo de caso, o modelo foi utilizado de maneira diferente dos 2 outros casos. Como a Empresa C tanto adota quanto desenvolve parte da tecnologia IoT aqui discutida por conta de sua posição na cadeia de valor a qual pertence, os fatores de decisão de adoção foram assim aplicados: para os fatores externo, interno e tecnologia, a Empresa C foi analisada como uma quem que busca adotar a tecnologia IoT; para o fator fornecedor, ela foi analisada como uma empresa que oferece a tecnologia no mercado.

Tabela 14 - Grau de influência dos subfatores/importância relativa (Empresa C)

FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR EXTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]	X				4
Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.		X			3
Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia				X	1
Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.				X	2
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR INTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)				X	2
Competência técnica e gerencial dos colaboradores		X			5
Política de segurança dos dados			X		4
Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.				X	1
Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.	X (ESP)		X (BR)		3
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR TECNOLOGIA	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Possibilidade de experimentação: a Possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção				X	3
Vantagens competitiva / qualitativas que a adoção da Internet das Coisas pode trazer				X	2
Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.		X (BR)		X (ESP)	3
Informação sobre a tecnologia			X		4
Soluções complementares: existência de soluções que complementam a inovação sendo adotada				X	2
Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)				X	1
Padronização/interoperabilidade: existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável	X				5
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF
FATOR FORNECEDOR	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
Estratégia de marketing 1: Posicionamento - como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]		X			3
Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia			X (BR)	X (ESP)	2
Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada				X	1
Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada		X			4

Fonte: autor

Tabela 15 - Síntese dos fatores de decisão (Empresa C)

FATOR / SUBFATOR	Síntese
FATOR EXTERNO	
Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]	O fator externo teve uma influência equilibrada na decisão de adoção. Apesar da influência maior ter vindo do fator interno, dois subfatores aqui tiveram forte influência positiva para a decisão de adoção: a "regulamentação governamental", que possui um papel importante tanto para o negócio principal (telecomunicações) quanto para uma das principais áreas de expansão futura (cidades inteligentes); e a "reputação dos fornecedores" que teve peso importante por questões políticas e técnicas, como pode ser visto na análise do caso.
Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.	
Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia: uma empresa estabelecida no mercado e de boa reputação trará maior segurança e confiança àquela que procura adotar a inovação.	
Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.	
FATOR / SUBFATOR	
FATOR INTERNO	
Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)	O fator interno teve influência forte na decisão de adoção, a começar pelo direcionamento estratégico de tornar a empresa uma "Telco digital". Uma vez que a demanda e consequente tamanho de mercado para uma operadora de telecomunicações é determinada e limitada pela licença e território de operação, a única maneira de expandir este mercado é através de novos serviços que aumentem o valor agregado da rede/infraestrutura de comunicação para os clientes da empresa. A tecnologia IoT tem um papel chave na criação destas oportunidades de geração de valor adicional para atuais e novos clientes, o que ajuda a explicar porque o subfator "utilização em outras áreas" foi considerado o de maior importância relativa uma vez que a tecnologia ajuda a alavancar oportunidades em mercados verticais (saúde, segurança, etc) onde apenas a oferta isolada de serviço de comunicação torna a empresa menos competitiva.
Competência técnica e gerencial dos colaboradores	
Política de segurança dos dados	
Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.	
Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.	
FATOR / SUBFATOR	
FATOR TECNOLOGIA	
Possibilidade de experimentação: a Possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção.	O fator tecnologia teve uma influência forte na decisão de adoção. Como o objetivo principal é a geração de novas oportunidades para agregar valor à infraestrutura de comunicação para atuais e novos clientes, o "efeito rede" foi considerado o subfator de maior importância relativa já que mais clientes e dispositivos transmitindo mais dados sobre a rede aumentam a possibilidade de geração de valor. O subfator "soluções complementares" também teve forte influência na adoção por alinhar-se com a constante busca de oportunidades de sinergia entre a plataforma IoT da empresa e as soluções para as necessidades específicas dos problemas dos clientes. O único subfator que não teve influência na decisão de adoção foi "padronização/interoperabilidade" uma vez que a empresa desenvolveu uma plataforma de referência baseada em padrões de mercado e toma isto como premissa básica para eventual integração de produtos/soluções de outras empresas em projetos multifornecedor.
Vantagens competitiva / qualitativas que a adoção da Internet das Coisas pode trazer	
Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.	
Informação sobre a tecnologia	
Soluções complementares: existência de soluções que complementam a inovação sendo adotada	
Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)	
Padronização/interoperabilidade: existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável	
FATOR / SUBFATOR	
FATOR FORNECEDOR	
Estratégia de marketing 1: Posicionamento - como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]	Para este estudo de caso em particular, o fator fornecedor foi analisado levando-se em consideração a empresa no papel de fornecedor da tecnologia IoT. Os dois subfatores que a empresa percebe serem de maior influência na adoção por parte dos clientes são "suporte de mercado" e "redução de risco". Os subfatores "posicionamento" e "percepção de adequação" são percebidos como tendo influência fraca por conta da estratégia de como a empresa oferece as soluções, conforme detalhado no estudo de caso
Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia	
Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada	
Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada	

Fonte: autor

As duas tabelas anteriores serão agora explicadas com maior profundidade.

4.3.2 Fator Externo

O fator externo teve uma influência equilibrada na decisão de adoção (ver tabela 14 para os graus de influência). Apesar da influência maior ter vindo do fator interno, dois subfatores aqui tiveram forte influência positiva para a decisão de adoção: a "regulamentação governamental", que possui um papel importante tanto para o negócio principal (telecomunicações) quanto para uma das principais áreas de expansão futura (cidades inteligentes); e a "reputação dos fornecedores" que teve peso importante por questões políticas e técnicas, como pode ser visto abaixo. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Network externalities: *existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor].* Este subfator não teve influência na decisão de adoção. O principal direcionador foi a evolução do mercado e necessidade de buscar oportunidades de negócios/vendas através de "serviços digitais" sobre a rede da empresa, como por exemplo pagamento digital, vídeo, IoT, etc, ou seja, gerar dados para análise e eventual potencial de criação de valor. Questões como massa crítica de adoção de uma tecnologia (ROGERS, 2003) não se aplicam nesse caso pelo fato da tecnologia ser relativamente recente. Outras questões levantadas por Frambach e Schillewaert (2002) também não se aplicam, como por exemplo a teoria de que o valor de uma inovação e conseqüente probabilidade de adoção seja determinado pelo número outras empresas usuárias da mesma inovação.

Competitividade: *adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciando a empresa a adotar a inovação.* Este subfator exerceu influência fraca na decisão de adoção. A ideia, conforme descrito no subfator "alinhamento estratégico", foi buscar oportunidades dentro da cadeia já existente no negócio principal da empresa, ou seja, telecomunicações. Diversos autores falam sobre a relação direta entre a probabilidade de adoção de uma inovação e o grau de competitividade no mercado em questão (ROGERS, 2003; FRAMBACH et al., 1998; PORTER, 2001). O mercado de telecomunicações, possui em sua estrutura de licenças e regulamentação a questão da competitividade ao permitir que mais de

uma empresa preste serviço em um mesmo território, sendo este um segmento de mercado de notória e acentuada competitividade, forçando as empresas a buscarem sempre alternativas/ inovações para melhorar serviços e diferenciarem-se aos olhos dos potenciais clientes (ver mais no subfator “vantagem competitiva”).

Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia: *uma empresa estabelecida no mercado e de boa reputação trará maior segurança e confiança àquela que procura adotar a inovação.* A reputação das empresas fornecedoras influencia fortemente de maneira positiva em duas frentes: aspectos técnicos e políticos. As questões técnicas se referem ao nível de confiança que a Empresa C busca nas soluções que adota em geral, o que não foi diferente para o hardware (servidores e armazenamento) e software (sistema operacional, bancos de dados, virtualização) de sua solução em nuvem de IoT (Fiware). O aspecto político refere-se a uma questão cultural da empresa de buscar parceiros considerados estratégicos por já trabalharem com ela em outros projetos considerados críticos para o negócio. Frambach et al. (1998) propõe a hipótese de que a probabilidade de adoção de uma inovação é maior caso haja da parte de quem adota uma percepção positiva da reputação da empresa fornecedora, o que se aplicaria bem a este caso (cabe notar que os autores não encontram em sua pesquisa evidência de que esta hipótese seja totalmente válida). A postura da empresa com relação a este subfator é coerente com o observado por Easingwood e Beard (1996). Para os autores, a questão dos fornecedores desenvolverem uma reputação sólida e que gere confiança nos potenciais clientes buscando adotar uma inovação de cunho revolucionário (alto grau de inovação em um mercado novo) tem um papel importante e que pode influenciar positivamente a decisão de adoção.

Regulamentação governamental: *existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.* Este subfator teve influência positiva e forte na decisão de adoção, em particular no segmento de “cidades inteligentes”. Padrões em geral são críticos para tecnologias emergentes, conforme indicado por Porter (2014) para o estágio atual as tecnologias IoT e reforçado por Atzori (2010) ao listar os diferentes padrões concorrentes e em desenvolvimento. A empresa teve um certo sucesso influenciando padrões na Europa através do “Fiware”, uma plataforma aberta e de referência em hardware e software descrita anteriormente.

Este tipo de iniciativa gera uma influência sobre o que os governos especificam. E no caso do segmento de "cidades inteligentes", as regras governamentais vem no formato de portarias sobre o que deve ser fornecido e padrões a serem utilizados nas soluções entregues, sendo este exatamente o papel que Hall e Kahn (2002) identificam como sendo de grande importância por ter o potencial de alavancar determinadas tecnologias. Os autores enfatizam que a regulamentação exerce também o papel de fechar mercados e limitar concorrência, garantindo assim o retorno sobre investimentos feitos pelas empresas incumbentes, mas que nesse caso o papel é outro, o de direcionar investimentos. E o objetivo da empresa em questão, através de sua estratégia de "cidades inteligentes", é justamente ser capaz de influenciar as especificações que virão no futuro.

4.3.3 Fator Interno

O fator interno teve influência forte na decisão de adoção (ver tabela 14), a começar pelo direcionamento estratégico de tornar a empresa uma "Telco digital". Uma vez que a demanda e conseqüente tamanho de mercado para uma operadora de telecomunicações é determinada e limitada pela licença e território de operação, a única maneira de expandir este mercado é através de novos serviços que aumentem o valor agregado da rede/infraestrutura de comunicação para os clientes da empresa. A tecnologia IoT tem um papel chave na criação destas oportunidades de geração de valor adicional para atuais e novos clientes, o que ajuda a explicar porque o subfator "utilização em outras áreas" foi considerado o de maior importância relativa uma vez que a tecnologia ajuda a alavancar oportunidades em mercados verticais (saúde, segurança, etc) onde apenas a oferta isolada de serviço de comunicação torna a empresa menos competitiva. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Coerência com os objetivos da empresa: *haver ou não alinhamento estratégico do projeto em questão, sendo ele um viabilizador das estratégias e objetivos da organização.* Este subfator teve influência positiva muito forte na decisão de adoção, conforme explicado anteriormente. Adotar a tecnologia IoT é considerada uma das importantes iniciativas globais da organização na trajetória de tornar-se uma "Telco digital" e por conseqüência esta coerência com os objetivos torna-se evidente. Este

alinhamento estratégico é importante também por conta da necessidade de investimento com um horizonte de retorno de médio prazo. Schumpeter *apud* Hall e Kahn (2002) destaca o fato de grandes empresas terem um maior nível de interesse para investir em inovações, em primeiro lugar pela “apropriabilidade” da inovação, ou seja, a capacidade de beneficiar-se dela em uma ou mais áreas/segmentos de atuação e em segundo lugar pela capacidade de investimento, ou seja, recursos financeiros para investir e menor necessidade de tempo de retorno, permitindo assim um prazo maior. Estas duas questões se aplicam bem a este estudo de caso, primeiramente pelo fato da tecnologia IoT ser aplicada a várias áreas incluindo cidades inteligentes e em segundo lugar o exemplo dos investimentos na plataforma Fiware (disponível a alguns anos), além da distribuição dos kits IoT sem custo para desenvolvedores em eventos criados ou patrocinados pela empresa. Lilien e Yoon (1989) também destacam a importância deste alinhamento estratégico no eventual sucesso (ou fracasso) da adoção pela empresa, incluindo a influência em diversas áreas da organização, como por exemplo investimentos em P&D e marketing, ambos bastante evidentes neste estudo de caso através da criação do centro de P&D no Brasil e todas as ações de marketing detalhadas no “fator fornecedor”.

Competência técnica e gerencial dos colaboradores: *a inexistência dessa competência pode muitas vezes limitar a capacidade da empresa de adotar uma nova tecnologia.* A inexistência de competência técnica e/ou gerencial teve influência fraca na decisão de adoção. É importante lembrar que esta iniciativa é global e começou na matriz, onde sim a empresa tinha a competência técnica; esta mesma competência técnica teve que ser criada no Brasil, dentro e fora da empresa. Ou seja, há um contexto de tempo e também de alinhamento estratégico uma vez que terceirizar era uma opção, mas o alinhamento estratégico direcionava para a criação de competência interna. Uma forma de criar ou co-criar essa competência interna foi através de iniciativas de inovação aberta no ambiente empresarial com empresas procurando soluções para problemas bem definidos (do ponto de vista da empresa com o problema). Reconhecer a necessidade de desenvolver estas competências e que elas inevitavelmente acabam por ter um impacto no quão rápido a empresa consegue adotar uma determinada tecnologia é um dos pontos levantados por Hall e Kahn (2002). Para os autores, a empresa aumenta suas chances de sucesso

durante o processo de adoção se direcionar recursos para suprir esta necessidade, como acontece nesse caso em particular.

Política de segurança dos dados: *em projetos de IoT, a questão segurança é fundamental por conta da potencial vulnerabilidade adicional criada pela distribuição de equipamentos que podem oferecer brechas para invasão ou acesso não autorizado.* Este foi um subfator que teve influência forte na decisão de adoção. Do ponto de vista regulamentar, a operadora de telecomunicações tem na própria concessão do serviço a necessidade de garantir a segurança dos dados dos clientes. Dentro da estratégia IoT da empresa, o solução em nuvem Fiware trata a questão segurança dos sensores/atuadores utilizando e propondo padrões específicos. Para o centro de inovações e suas iniciativas IoT, a questão segurança tem algumas nuances. No fomento do ecossistema onde o foco maior é a criação de aplicações em múltiplas áreas através da distribuição dos kits IoT, a ideia é que a segurança seja tratada utilizando o solução em nuvem Fiware. Nas provas de conceito onde há a necessidade de coordenar diferentes entidades do ecossistema, busca-se por tratar a questão segurança em uma segunda etapa, após a prova de conceito, reduzindo assim barreiras ao desenvolvimento da solução e dos conceitos. Uma vez que se pense na implementação dos conceitos, segurança passa a ser fundamental e isto está bem definido no solução em nuvem Fiware. No segmento de cidades inteligentes, esta questão é fundamental e é uma das metas de influencia nos editais (especificação de padrões contemplados na solução em nuvem Fiware). Como já visto anteriormente, diversos autores consideram esta questão chave para adoção de soluções IoT. Porter (2014) em particular ressalta que esta questão cruza todas as “camadas” ou partes de uma solução IoT, garantindo assim uma cobertura completa deste tema durante o desenvolvimento de uma solução em particular. O autor ressalta o alto grau de complexidade que cresce à medida que as soluções passam a ser parte de um conjunto de sistemas, interagindo com outras empresas e entidades dentro da cadeia de valor, reforçando assim a necessidade de atenção à questão segurança. Para Atzori (2010), não se pode falar em segurança sem falar em privacidade, sendo essa uma das principais preocupações da solução em nuvem Fiware para as soluções de cidades inteligentes.

Utilização em outras áreas: *Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.* Este subfator teve influência positiva muito forte na decisão de adoção sendo também considerado o mais relevante. Isto se dá por conta do alinhamento estratégico onde a tecnologia deve ser um dos pilares da geração de valor adicional sobre a infraestrutura de comunicação da empresa. As áreas em questão são aquelas que buscam expandir o potencial de crescimento em mercados verticais, como por exemplo segurança pública/privada, saúde, iluminação pública, e outras áreas dentro do conceito de cidades inteligentes (ZANELLA et al., 2014; CIANCI et al., 2012). A ideia de que esta tecnologia pode ter grande abrangência em termos de aplicações internas (operacionais) e externas (segmentos de mercado) é defendida por Porter (2014), impactando não só a cadeia de valor atual da empresa mas também as demais onde ela possa estender sua participação. Ou seja, uma vez que a empresa torne a tecnologia IoT presente em sua estratégia de negócios, ela passa a ter o potencial de influenciar e redefinir questões fundamentais na indústria/segmento onde está inserida. Lilien e Yoon (1989) consideram esta questão como uma extensão natural do alinhamento estratégico discutido anteriormente, ou seja, a empresa deve buscar por esta aplicabilidade estendida afim de justificar os investimentos necessários. Ainda segundo os autores, apesar desta capacidade de utilizar em outras áreas ser desejável, isto implica em um esforço adicional de alinhamento entre as diversas áreas, o que nem sempre é viável para novas tecnologias onde a empresa precisa adquirir novas competências.

Compatibilidade / complexidade: *necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.* Este subfator teve influencia forte na decisão de adoção. A rede de comunicação da Empresa C é fechada por questão de segurança relativas aos dados dos clientes/assinantes. A solução de IoT precisa ser integrada com os sistemas legados da empresa, seja para criação de soluções verticais ou simples integração com a base de dados de clientes. Esta complexidade é alta e foi levada em consideração na hora de decidir por questões relacionadas à solução em nuvem (Fiware). Ou seja, apesar da integração ser complexa, ela é fundamental para que as soluções possam gerar o valor esperado e respectivo impacto no negócio (novas oportunidades). Esta integração com o legado existente na empresa e em sua cadeia de valor é um passo fundamental segundo

Porter (2014), caso contrário haverá grande resistência interna e externa à empresa, retardando assim o processo de adoção. Esta mesma questão é observada por Rogers (2003) indicando que a percepção interna de compatibilidade (capacidade de integração com o que já existe) e complexidade (esforço necessário para realizar esta integração) possuem um impacto na taxa de adoção de uma tecnologia. Muitos dos aspectos técnicos das soluções IoT hoje em dia dependem do aprimoramento dos padrões em torno das soluções e segundo Atzori (2010) esta é uma das questões chave para uma eventual adoção em massa do IoT.

4.3.4 Fator Tecnologia

O fator tecnologia teve uma influência forte na decisão de adoção. Como o objetivo principal é a geração de novas oportunidades para agregar valor à infraestrutura de comunicação para atuais e novos clientes, o “efeito rede” foi considerado o subfator de maior importância relativa já que mais clientes e dispositivos transmitindo mais dados sobre a rede aumentam a possibilidade de geração de valor. O subfator “soluções complementares” também teve influência forte na adoção por alinhar-se com a constante busca de oportunidades de sinergia entre a plataforma IoT da empresa e as soluções para as necessidades específicas dos problemas dos clientes. O único subfator do fator tecnologia que não teve influência na decisão de adoção foi “padronização/interoperabilidade” uma vez que a empresa desenvolveu uma plataforma de referência baseada em padrões de mercado e toma isto como premissa básica para eventual integração de produtos/soluções de outras empresas em projetos multifornecedor. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Possibilidade de experimentação: *a possibilidade de testar a tecnologia pode ser um fator motivador para sua adoção, em vista dos riscos envolvidos em qualquer projeto.* Este subfator teve influência muito forte na decisão de adoção desde o início dos estudos da tecnologia IoT na própria matriz da empresa, na Espanha. A experimentação foi parte do processo de aprendizado para o desenvolvimento da solução em nuvem Fiware e também dos kits IoT desenvolvidos no Brasil. Rogers (2003) destaca a relação positiva que existe em experimentação e adoção de uma nova tecnologia. O autor também faz referência ao conceito de criar uma inovação que seja fácil de ser experimentada, e isto pode ser claramente observado na

criação dos kits de desenvolvimento cujo objetivo é justamente viabilizar a experimentação por parte dos desenvolvedores de soluções.

Vantagens competitivas: *quando a adoção viabiliza que a empresa atinja diferenciação de mercado em suas ofertas e melhore sua percepção de marca, e/ou ganhos de eficiência que se traduzam em melhoria da oferta de produto/serviço.* Este subfator aparece com influência positiva muito forte, principalmente na diferenciação, uma vez que a tecnologia é um dos pilares da estratégia da empresa para tornar-se uma operadora de telecomunicações que agrega mais valor às suas soluções, destacando-se assim dos concorrentes que oferecem apenas a infraestrutura de comunicação. Esta relação positiva com a decisão de adoção é indicada por Frambach e Schillewaert (2002) como sendo verdadeira e a diferenciação no mercado é um dos principais motivadores na decisão de adoção de IoT segundo Porter (2014). Observa-se claramente no caso da Empresa C o que o autor chamou de capacidade que as soluções baseadas em Internet das Coisas podem ter de afetar significativamente a estrutura competitiva de uma indústria ou segmento de mercado, uma vez que esta solução é a base para que a empresa possa competir com provedores de serviços de maior valor agregado. O conceito de vantagem relativa indicado por Rogers (2003) também se aplica a este caso uma vez que as inovações associadas à tecnologia IoT na verdade habilitam os clientes da empresa a criarem soluções até então indisponíveis, como é o caso das cidades inteligentes.

Incerteza e risco: *dificuldade em visualizar resultados.* O contexto de análise deste subfator é importante porque altera sua influência. A Empresa C é vista no mercado como sendo muito conservadora na questão risco e busca sempre minimizar ou eliminar riscos em novos projetos. Para atingir este objetivo, todo projeto passa por um processo minucioso e intenso de ratificação do plano de negócios. Quando a tecnologia foi avaliada na matriz, este subfator teve influência muito forte e positiva pela abrangência que a tecnologia teria em outras áreas de negócios, contribuindo significativamente para o objetivo de tornar a empresa uma “telco digital”. Como a decisão tomada na Espanha já havia passado por esta rigorosa análise, o mesmo não foi necessário no Brasil. Do ponto de vista local no centro de inovações, este subfator teve fraca influência. Esta variação de percepção de risco é coerente com a

visão de Rogers (2003), onde toda inovação traz um grau de incerteza associada à novidade introduzida e isto tem impacto sobre o processo de decisão de adoção. Relativo aos 5 estágios indicados pelo autor como fazendo parte do processo de decisão (conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação), o exemplo acima mostra como a empresa lidou com a questão de incerteza nos estágios de conhecimento, persuasão e decisão.

Informações sobre a tecnologia: *a disponibilidade de informação sobre a tecnologia pode influenciar na capacidade de decisão de adoção.* Este subfator teve influência positiva forte uma vez que na estrutura global da Empresa C houve bastante disponibilidade de informações e troca de experiências entre a matriz e o centro de inovações no Brasil e isso foi um elemento facilitador na tomada de decisão. Em geral, uma das principais fontes de informação foram as comunidades de desenvolvedores utilizando a solução em nuvem Fiware e as respectivas ferramentas para auxiliar na implantação das soluções criadas nesta plataforma. Outros fornecedores também tiveram um papel importante na disponibilização de informações sobre a tecnologia, contribuindo assim de forma também positiva na tomada de decisão. Como já visto nos casos anteriores, a disponibilidade de informação teve um papel importante e influência forte na decisão de adoção, ponto este reforçado por Frambach (1993) com relação à probabilidade de adoção de uma inovação (aumenta de acordo com a disponibilidade, qualidade e valor da informação disponível). O autor também reforça o papel do fornecedor e sua estratégia de marketing, o que aparece de maneira clara nesse caso. É interessante observar que neste estudo de caso a “capacidade de absorção” de informação por parte da empresa (FRAMBACH, 1993) era bastante alta por já haver a devida competência desenvolvida na matriz. Um outro ponto que se aplica nesse caso é a troca de conhecimento na rede de desenvolvedores (usuários dos kits IoT e da solução em nuvem Fiware). Uma das áreas onde a empresa busca aplicar conceitos de inovação aberta é justamente na troca de informações com a comunidade de desenvolvedores, o que Huizingh (2011) denominou de fluxos de informação (*inbound* e *outbound*), onde a empresa tanto educa o mercado (*outbound*) quanto aprende com esforço de desenvolvimento e criação de soluções (*inbound*).

Soluções complementares: *a existência de soluções que complementam a inovação adotada pode influenciar na decisão.* A influência deste subfator foi muito forte dada a necessidade de tornar a solução em nuvem da Empresa C o mais atraente possível aos olhos dos potenciais clientes. Ou seja, a ideia é que desenvolvedores independentes utilizem os kits IoT para criarem soluções que enderecem problemas específicos de mercado, aumentando assim as oportunidades de mercado tanto para a empresa desenvolvedora que necessita apenas focar/investir no desenvolvimento da solução específica sem se preocupar com a solução em nuvem, quanto para a Empresa C que não precisa tentar atender o mercado inteiro, e conseqüentemente pode focar apenas nas suas competências principais (telecomunicações e, no caso IoT, disponibilizar a solução em nuvem para todas as empresas, sejam elas desenvolvedores ou clientes finais). Uma outra maneira de criar soluções complementares é através de projetos de inovação aberta com clientes buscando soluções para problemas específicos, como aconteceu com a Natura e o projeto de monitoramento remoto de temperatura e humidade nas esteiras de secagem de frutos na Amazônia. Esta complementariedade de soluções utilizando conhecimento interno e externo está no essência do que Chesbrough (2003) chamou de inovação aberta. Para o autor, o desafio das empresas é justamente selecionar no que elas devem focar seus recursos enquanto desenvolvem parcerias que possam estender sua capacidade de ir ao mercado, oferecendo soluções mais completas para uma gama maior de clientes. Uma área onde a Empresa C tem investido muito tempo e recurso é no desenvolvimento do que Huizingh (2011) chama de processos de inovação aberta. Ou seja, buscando maneiras de sistematizar as interações com as empresas desenvolvedoras para que este trabalho se torne algo que cresça em escala de forma organizada e constante, não sendo feito apenas reativamente para oportunidades isoladas.

Efeito Rede: *valor da inovação cresce à medida que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc).* A influência deste subfator foi muito forte e está diretamente relacionada com o subfator anterior. De uma certa maneira, viabilizar o efeito rede é parte da estratégia IoT da empresa, e conseqüentemente este foi o subfator de maior importância relativa. Quanto mais dispositivos gerando dados na rede da Empresa C, e conectando-se à solução em nuvem (Fiware), maior a possibilidade de gerar valor para os clientes, diferenciando-se assim no mercado.

Este é um caso onde o efeito rede pode ser tanto direto quanto indireto (HALL & KAHN, 2002). O efeito é direto quando o valor da inovação aumenta à medida que o número de usuários aumenta, nesse caso como por exemplo uma solução baseada no kit IoT “vestível”; ou indireto, quando o crescimento da rede de usuários gera benefícios para todos, nesse caso tendo como exemplo o potencial de *insights* vindos da solução em nuvem (Fiware) à medida que a quantidade de informações dos clientes cresce, podendo haver inclusive uma polinização cruzada entre clientes (quando devidamente autorizado pelos clientes).

Padronização e interoperabilidade: *a existência de padrões de mercado e capacidade de soluções de múltiplos fornecedores funcionarem de forma intercambiável pode facilitar a decisão de adoção.* Este subfator não teve influência na decisão de adoção. Como o esforço de criação de padrões de mercado para a parte de comunicação dos sensores já está bastante avançada, a empresa criou os kits IoT utilizando-se dos principais padrões e inclui no seu portfolio o *gateway* como um dos kits. Este *gateway* faz a tradução dos diferentes protocolos de comunicação que uma determinada solução venha a necessitar e aumenta assim a flexibilidade por parte dos desenvolvedores. Com relação à interação com a solução em nuvem, a empresa também utilizou uma estratégia de basear-se nos principais padrões em desenvolvimento quando especificou o Fiware (ex: protocolos de segurança). Na verdade, a maioria das soluções IoT que venha a se conectar na solução em nuvem da empresa será de fato multifornecedor, mas a empresa não entende que este seja um fator limitante hoje na sua capacidade de desenvolvimento de mercado e consequente potencial de diferenciação. Esta estratégia esta em conformidade com o apontado por Easingwood e Beard (1996) para o lançamento de soluções de alta tecnologia, onde viabilizar o acesso à tecnologia, seja via licenciamento ou programas de co-desenvolvimento, tem o potencial de acelerar o processo de desenvolvimento e ratificação de padrões, aumentando assim as chances de sucesso e adoção da inovação no mercado.

4.3.5 Fator fornecedor

Para este estudo de caso em particular, o fator fornecedor foi analisado levando-se em consideração a empresa no papel de fornecedor da tecnologia IoT. Os dois

subfatores que a empresa percebe serem de maior influência na adoção por parte dos clientes são “suporte de mercado” e “redução de risco”. Os subfatores “posicionamento” e “percepção de adequação” são vistos como tendo influência fraca por conta da estratégia de como a empresa oferece as soluções, conforme detalhado abaixo. A seguir, será feita uma breve análise de cada subfator.

Estratégia de marketing 1: Posicionamento - *como o fornecedor da tecnologia a ser adotada posicionou a solução avaliada [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]*. A Empresa C tem um perfil conservador e os fornecedores que vendem para a empresa reconhecem esta característica (e assim posicionam as soluções). Isto quase que automaticamente gera uma expectativa nos potenciais clientes empresariais de que a solução ofertada pela empresa tenha uma certa maturidade em termos de tempo de mercado. O centro de inovação executa uma estratégia que foca em tecnologias inovadoras e assim as posiciona quando vai ao mercado, seja em eventos de fomento (desenvolvedores trabalhando com os kits IoT) ou na criação de provas de conceito com empresas que buscam soluções inovadoras para problemas atuais. Frambach e Schilewaert (2002) apontam que ao buscar empresas inovadoras, deve-se tentar focar em empresas que façam uso intenso da categoria onde o produto/ inovação se encaixa ou que faça uso intenso da tecnologia anterior (sendo substituída). Do ponto de vista da Empresa C, no entanto, apesar de posicionar a tecnologia como inovadora, a empresa não acredita que este posicionamento influencie de maneira significativa a adoção por parte das empresas em parte porque a categoria das soluções baseadas em tecnologia IoT é nova e não há usuários de uma versão anterior que esteja sendo substituída. O motivo pelo qual a empresa adota esta estratégia de posicionamento é outra: ela acredita que empresas com perfil inovador tem o poder de influenciar significativamente o mercado no que diz respeito a percepção de valor de uma nova tecnologia, conforme indicado por Easingwood e Beard (1996).

Estratégia de marketing 2: Redução de risco - *ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia*. Este subfator tem influência forte na decisão de adoção por parte dos clientes. A empresa trata a questão risco de duas formas principais: a primeira tem a ver com o subfator seguinte (percepção de suporte de mercado) e a segunda é a redução do custo inicial de adoção. No caso

dos desenvolvedores, os kits são fornecidos de graça, juntamente com o apoio técnico e acesso a plataforma *cloud*. Nas provas de conceito, busca-se minimizar o custo da empresa cliente e em soluções multifornecedor as diferentes partes acabam investindo no projeto. Para o projeto piloto em Águas de São Pedro, a empresa investiu na modernização da infraestrutura de comunicação e disponibilização dos sensores bem como desenvolvimento específico de sistemas na solução em nuvem para apoiar as áreas tema do projeto (educação, turismo, saúde, gestão pública). Com esta estratégia a empresa busca agir sobre os 3 tipos de riscos identificados por Frambach e Schilewaert (2002): risco de implementação, risco de operação e risco financeiro. Outras táticas também aplicadas incluem a utilização por um período de testes e sem custo (FISHER & PRICE, 1992, *apud* FRAMBACH & SCHILEWAERT, 2002), como no exemplo da projeto da Natura.

Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - *ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação avaliada*. Este subfator tem influência muito forte na decisão de adoção por parte dos clientes. O posicionamento da empresa é promover a capacidade/necessidade de conectar o “próximo bilhão de dispositivos [além dos celulares]”, sendo essa uma alusão ao grande volume de sensores e atuadores a serem conectados via Internet O desenvolvimento do Fiware como uma plataforma aberta para criação de aplicações foi um dos primeiros passos para criar a percepção de apoio de mercado à solução em nuvem da Empresa C. Na Europa, em particular, houve um investimento significativo na promoção desta iniciativa afim de criar uma “imagem vencedora”, sendo essa uma das táticas identificadas por Easingwood e Beard (1996). Esta mesma iniciativa também se encaixa no que Frambach (1993) identificou como “co-operação entre fornecedores” uma vez que serviu para acelerar iniciativas de padronização e conseqüentemente aumentar a possibilidade de adoção pelo mercado. Todas as ações para o desenvolvimento das soluções IoT do centro de inovações também buscam gerar esta percepção de suporte de mercado para a solução em nuvem da empresa. Outras táticas utilizadas pela empresa e que se alinham com as observadas por Easingwood e Beard (1996) incluem: o fomento via kits para desenvolvedores gera um grande número de soluções que, mesmo em estágio inicial, abrangem diversos segmentos e oportunidades de mercado, criando assim a percepção de ampla cobertura em termos de soluções; as provas de conceito com empresas ajudam a criar uma

massa crítica de soluções empresariais utilizando a solução em nuvem e viabilizando os casos de sucesso; soluções para cidades inteligentes representam mais uma forma de validação externa da solução em nuvem da empresa.

Percepção de adequação: *se a solução avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada por quem adota, ou seja, se o fornecedor faz algo para que a solução oferecida atenda à expectativa do cliente.* Este subfator tem baixa influência na decisão de adoção por clientes no estágio atual da oferta da empresa. Para os clientes empresariais, a ideia é identificar juntamente com o cliente um problema a ser resolvido e trabalhar para a criação de uma prova de conceito que se adeque à necessidade do cliente. Frambach (1993) ressalta a importância desta "interação fornecedor-cliente" na adoção de inovações em ambiente empresarial. Como a solução acaba sendo construída juntamente com o ecossistema, não há a necessidade de posicionar-se a solução como tendo "encaixe" perfeito na expectativa do cliente até mesmo porque esta expectativa muda ao longo do desenvolvimento do projeto. Esta evolução acaba por melhorar a percepção de adequação da solução, sendo que para Frambach (1993) e Rogers (2003) esta percepção tem uma relação positiva com a adoção, principalmente quando resolve um problema latente ou de alta relevância para o cliente. Em mercados como cidades inteligentes, a definição das soluções será estabelecida na forma de portarias e devidamente especificadas, eliminando assim a necessidade de se criar esta percepção (a solução proposta atende ou não atende a especificação). Apesar deste subfator ter baixa influência no estágio atual da oferta de soluções IoT da empresa, entende-se que isto deverá mudar no futuro uma vez que a necessidade de integração entre a solução em nuvem da Empresa C e os sistemas dos clientes será sempre necessária.

4.4 Análise complementar

Nesta seção é feita uma análise complementar abrangendo os seguintes tópicos:

- Análise comparativa dos casos estudados

- Uma sugestão de como o modelo conceitual aqui proposto poderia ser aplicado a um caso para auxiliar no processo de tomada de decisão sobre adoção da tecnologia IoT

4.4.1 Análise comparativa dos casos estudados

A tabela 16 abaixo apresenta a síntese dos graus de influência e importância relativa dos subfatores nos 3 casos estudados, enquanto a tabela 17 apresenta a síntese dos achados para cada fator de adoção, sendo este conteúdo similar ao já apresentado nos casos individuais, agregados aqui para facilitar a leitura comparativa. Na sequência, será feito o detalhamento da análise para cada fator nos 3 casos.

Tabela 16 - Síntese dos graus de influência e importância relativa-3 estudos de caso

Pergunta	FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF		
	FATOR EXTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	A	B	C
1	Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]	A/C	B	P		4	2	4
2	Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.	A	B/C		P	3	2	3
3	Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia				A/B/C	2	1	1
4	Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.	B			A/C	1	3	2
Pergunta	FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF		
	FATOR INTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	A	B	C
5, 7	Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)			A	B/C	1	2	2
8, 9	Competência técnica e gerencial dos colaboradores		A/C	B		3	3	5
10, 11	Política de segurança dos dados		A	B/C/P		2	3	4
12	Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.	A	B		C/P	4	4	1
13	Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.	A		C	B/P	5	1	3
Pergunta	FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF		
	FATOR TECNOLOGIA	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	A	B	C
14	Possibilidade de experimentação	A		B	C	6	3	3
6	Vantagens competitiva que a adoção da Internet das Coisas pode trazer		A	P	B/C	5	2	2
15	Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.	A	C	B		6	3	3
17	Informação sobre a tecnologia			A/B/C		3	3	4
18	Soluções complementares		B		A/C	1	4	2
19	Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)		A	B/P	C	4	3	1
20	Padronização/interoperabilidade	C		A	B	2	1	5
Pergunta	FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator				Grau de Importância Relativa entre SF		
	FATOR FORNECEDOR	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	A	B	C
23	Estratégia de marketing 1: Posicionamento como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]		C	B	A	2	2	3
16	Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia	A	B	C		4	3	2
22	Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada	B			A/C	1	4	1
21	Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada		A/C	P	B	3	1	4

A - Empresa A
 B - Empresa B
 C - Empresa C
 P - Momento presente para empresa A

Fonte: autor

Tabela 17 - Síntese dos achados para cada fator de adoção nos 3 estudos de caso

	Síntese - Empresa A	Síntese - Empresa B	Síntese - Empresa C
FATOR EXTERNO	<p>O fator externo teve uma influência equilibrada na decisão de adoção uma vez que a direção ou impulso principal veio das questões internas (visão estratégica e aniversário da empresa). A "regulamentação governamental", no entanto, teve um papel importante pois havia a expectativa de implantação do SINIAV. Juntamente com a "reputação do fornecedor", estes foram os subfatores de maior influência positiva na decisão de adoção. A questão competitiva, no entanto, que na época não teve influência, hoje seria um fator de forte peso na decisão de adoção.</p>	<p>O fator externo teve influência fraca sobre a decisão de adoção. Como a empresa adotou uma postura de liderança em um setor tipicamente conservador do ponto de vista de inovação tecnológica, ela influenciou mais do que foi influenciada por entidades dentro e fora da cadeia de valor. Dentre os subfatores aqui indicados, a reputação dos fornecedores escolhidos para participar da concepção do projeto e posteriormente da implantação foi o que teve maior importância relativa.</p>	<p>O fator externo teve uma influência equilibrada na decisão de adoção uma vez que a direção ou impulso principal veio do fator interno através da necessidade de buscar novas oportunidades de crescimento para a empresa. A regulamentação governamental, no entanto, tem um papel importante tanto para o negócio principal (telecomunicações) quanto para uma das principais áreas de expansão futura (cidades inteligentes). Este foi, juntamente com a reputação dos fornecedores, um dos principais subfatores que influenciaram positivamente a adoção da tecnologia IoT.</p>
FATOR INTERNO	<p>O fator interno teve uma influência equilibrada na decisão de adoção, a começar pelo exercício estratégico para a comemoração dos 40 anos da empresa. Apesar de haver apoio executivo ao projeto, este na época não foi integrado ao plano de médio prazo da empresa nas áreas comercial e de marketing, fazendo com o que a tecnologia IoT em particular só tenha sido percebida como capaz de gerar valor significativo um pouco mais tarde. Este é um dos motivos pelos quais o fator interno foi o que apresentou maior variação com relação ao potencial de influência dos subfatores (época do projeto vs. momento presente).</p>	<p>O fator interno teve forte relevância na decisão de adoção. O forte alinhamento estratégico foi fundamental para a correta alocação de recursos internos e busca de recursos externos de financiamento, permitindo assim a criação dos chamados "blocos de tecnologia". Dada a necessidade de se integrar os benefícios da nova solução à operação atual da empresa no curto e médio prazos, a necessidade de adequação da infraestrutura atual, tanto física para implantação dos novos medidores quanto lógica para integração com os sistemas gerenciais existentes, foi o subfator de maior importância relativa.</p>	<p>O fator interno foi de grande importância na decisão de adoção, a começar pelo direcionamento estratégico de tornar a empresa uma "telco digital". Uma vez que a demanda e consequente tamanho de mercado para uma operadora de telecomunicações é determinada e limitada pela licença e território de operação, a única maneira de expandir este mercado é através de novos serviços que aumentem o valor agregado da rede/infraestrutura de comunicação para os clientes da empresa. A tecnologia IoT tem um papel chave na criação destas oportunidades de geração de valor adicional para atuais e novos clientes, o que ajuda a explicar porque o subfator "utilização em outras áreas" foi considerado o de maior importância relativa uma vez que a tecnologia ajuda a alavancar oportunidades em mercados verticais (saúde, segurança, etc) onde apenas a oferta isolada de serviço de comunicação torna a empresa menos competitiva.</p>

Fonte: autor

Tabela 17 - Síntese dos achados para cada fator de adoção nos 3 estudos de caso (continuação)

	Síntese - Empresa A	Síntese - Empresa B	Síntese - Empresa C
FATOR TECNOLOGIA	<p>O fator tecnologia teve influência equilibrada na decisão de adoção. Como um dos objetivos principais do projeto era aprender com o piloto de várias tecnologias no posto, questões como risco e experimentação foram de baixa relevância. Já a expectativa do SINIAV fez com o que o subfator soluções complementares tivesse o maior grau de relevância na época do projeto, juntamente com a expectativa de integração com outras soluções, o que veio a se confirmar mais tarde para o pagamento eletrônico.</p>	<p>O fator tecnologia, assim como o fator interno, teve forte relevância na decisão de adoção. A empresa tinha várias iniciativas espalhadas em diferentes áreas (da empresa e geográfica) e o projeto serviu também para integrar as diversas iniciativas e respectivos aprendizados em único local (instalação física da empresa e escolha da cidade onde seria feita a implantação do projeto, no caso Barueri, SP). O subfator de maior importância relativa foi a padronização, sendo esta uma das questões chave na adoção de soluções de IoT dada a alta fragmentação de iniciativas em andamento tentando criar padrões abertos de mercado. Como a arquitetura foi concebida para ser multi-fornecedor, esta questão foi fundamental na decisão de adoção.</p>	<p>O fator tecnologia teve uma forte relevância na decisão de adoção. Como o objetivo principal é a geração de novas oportunidades para agregar valor à infraestrutura de comunicação para atuais e novos clientes, o efeito rede foi considerado o subfator de maior importância relativa já que mais clientes e dispositivos transmitindo mais dados sobre a rede aumentam a possibilidade de geração de valor. O subfator "soluções complementares" também teve forte relevância na adoção por alinhar-se com a constante busca de oportunidades de sinergia entre a plataforma IoT da empresa e as soluções para as necessidades específicas dos problemas dos clientes. O único subfator dentre os fatores de tecnologia que não teve influência na decisão de adoção foi "padronização/interoperabilidade" uma vez que a empresa desenvolveu uma plataforma de referência baseada em padrões de mercado e toma isto como premissa básica para eventual integração de produtos/soluções de outras empresas em projetos multi-fornecedor.</p>
FATOR FORNECEDOR	<p>O fator fornecedor teve forte influência na decisão de adoção. O fornecedor principal na parte IoT do projeto também participava do projeto SINIAV, um dos pontos fortes de influência na decisão de adoção. Além disso, o fornecedor posicionou a solução na época como sendo altamente inovadora e alinhada com o objetivo estratégico da empresa.</p>	<p>O fator fornecedor teve sim um papel para identificar as alternativas viáveis de empresas fornecedoras, mas a definição/especificação do projeto e respectivos parâmetros foi feita pela própria empresa com colaboração de múltiplas entidades, incluindo centros de pesquisa e fornecedores, e não apenas por influência de um único fornecedor. Na verdade, houve fornecedores de renome que preferiram não participar do projeto por conta da arquitetura baseada em padrões abertos e que viabilizassem a interoperabilidade/intercambiabilidade. O subfator de maior importância relativa foi o de percepção de adequação dadas as necessidades específicas de um projeto multi-fornecedor.</p>	<p>Para este estudo de caso em particular, o fator fornecedor foi analisado levando-se em consideração a empresa no papel de fornecedor da tecnologia IoT. Os dois subfatores que a empresa percebe serem de maior influência na adoção por parte dos clientes são suporte de mercado e redução de risco. Os subfatores posicionamento e percepção de adequação são percebidos como tendo influência fraca por conta da estratégia de como a empresa oferece as soluções, conforme detalhado no estudo de caso</p>

Fonte: autor

4.4.1.1 Fator Externo

Em geral o fator externo teve influência limitada, principalmente os subfatores "*network externalities*" e competitividade. Sendo essa tecnologia relativamente nova, a pressão externa causada pela já adoção por outras empresas tende a ser menor e observa-se que iniciativas internas associadas a uma postura de liderança tecnológica acabaram por ter forte influência. No entanto, a questão governamental observada por Hall e Kahn (2002) teve influência muito forte para dois dos estudos de caso (empresas A e C), sendo o subfator "reputação do fornecedor" o único de influência muito forte para as 3 empresas analisadas. Esse subfator é notado por Easingwood e Beard (1996) como sendo parte de um complexo conjunto de ações e questões relacionadas à introdução de novos produtos em mercados de alta tecnologia. Como já dito anteriormente, a construção de uma reputação sólida e que gere confiança nos potenciais clientes buscando adotar uma inovação de cunho revolucionário não é uma tática em si, mas sim uma característica associada à percepção de superioridade tecnológica por parte de quem fornece uma determinada solução, o que termina por influenciar também outros subfatores como incerteza (fator tecnologia) e redução de risco (fator fornecedor).

4.4.1.2 Fator Interno

Para os casos estudados, o fator interno teve uma influência relativa maior do que o fator externo. Para as 3 empresas o alinhamento estratégico foi um subfator de forte influência, incluindo o suporte executivo; esse suporte, segundo Lilien e Yoon (1989) é crítico não só pelo apoio diante de risco, mas também por facilitar questões organizacionais referentes à alocação de recursos tanto humanos quanto financeiros. A competência técnica e gerencial foi considerada de influência positiva forte pela empresa B pelo motivo indicado por Hall e Kahn (aumentar eficiência e probabilidade de sucesso da adoção), não tendo o mesmo se observado nas empresas A e C que consideraram o desenvolvimento de competências como uma atividade concomitante com a experimentação e adoção da nova tecnologia. É interessante notar que nesses dois casos a ausência de competência não gerou necessariamente uma influência negativa, sendo essa uma questão subjetiva e que depende do ponto de vista das pessoas envolvidas na decisão de adoção. Duas

questões levantadas como críticas por Atzori et al. (2010) e que aparecem com forte influência nos 3 casos são a segurança dos dados e a capacidade de integração com os sistemas atuais das empresas. Como essa integração afeta diretamente a capacidade de geração de valor para a empresa e depende em grande parte do trabalho junto aos fornecedores das soluções, isto ajuda a validar o grau de influência e importância relativa do subfator "reputação dos fornecedores" no fator externo para os 3 casos. É interessante observar também que a questão segurança teve relação positiva com a adoção porque as empresas compreendem o desafio trazido pela nova tecnologia e possuem uma política para lidar com ele. Já a questão da compatibilidade e complexidade tem uma relação desafiadora com a adoção, não podendo ser dita como meramente negativa por dois motivos: a alta complexidade da integração com sistemas existentes e as questões de compatibilidade diante do caráter emergente da tecnologia. Nas entrevistas, notou-se uma certa aceitação referente ao fato de que isto é inevitável para tecnologias novas, e não necessariamente percebido como negativo.

4.4.1.3 Fator Tecnologia

O fator tecnologia teve forte influência nos 3 casos, porém por motivos distintos. Enquanto a empresa A tratou o projeto como um piloto e não se preocupou com os subfatores incerteza e possibilidade de experimentação (ambos de maior influência nos outros casos), a questão de maior influência para a empresa B não é percebido como tendo influência para a empresa C (padronização/interoperabilidade). Esta variabilidade é perfeitamente normal uma vez que os objetivos e capacidades de adoção das empresas são diferentes (FRAMBACH & SCHILLEWAERT, 2002). Mesmo com esta variação, observa-se que o subfator informação exerce forte influência para todas as empresas, conforme observado extensivamente na literatura (ROGERS (2003); FICHMAN (2002); FRAMBACH & SCHILLEWAERT (2002); FRAMBACH et al. (1998); EASINGWOOD & BEARD (1996); HUIZINGH (2011); RITTER & GENUNDEN (2003)). É interessante notar o que Frambach (1992) chamou de capacidade de absorção de informação, que se refere à capacidade das pessoas responsáveis por tomar decisões referentes à adoção de compreenderem (ou processarem) as informações. Quando essa capacidade é alta, a disponibilidade de informações relevantes afeta positivamente a decisão de adoção. Em casos onde essa capacidade é limitada, em particular para tecnologias emergentes, esse papel

pode ser delegado em parte aos fornecedores que gozem de forte reputação como líderes tecnológicos, reforçando o papel desse subfator (fator externo) e em concordância com o observado por Easingwood e Beard (1996). Os outros dois subfatores que consistentemente tiveram influência forte ou muito forte foram vantagens competitivas e efeito rede. Porter (2014) fala de vantagens competitivas trazidas pela tecnologia IoT em eficiência e/ou diferenciação, sendo diferenciação a de impacto maior nos 3 casos. Para o caso B em particular, há o que Rogers (2003) chama de vantagem relativa (medidores inteligentes acessados remotamente versus envio de alguém para efetuar a leitura), o que viabiliza tanto diferenciação através de novos serviços (acesso via Internet) quanto ganhos significativos de eficiência, validando assim a visão do autor. Já o efeito rede preconizado por Hall e Kahn (2002) mostra a expectativa de importância futura da tecnologia à medida que cresce sua adoção no mercado, validando assim a estratégia de pioneirismo na adoção por parte das empresas aqui estudadas.

4.4.1.4 Fator Fornecedor

Em geral, o fator fornecedor teve e têm (caso C) um papel importante na decisão de adoção. O subfator posicionamento teve influência muito forte e forte para as empresas A e B respectivamente. Apesar da empresa C não perceber este subfator como de forte influência, ela adota uma postura e tática condizentes com o quadrante de “inovação revolucionária” de Easingwood e Beard (1996), ao buscar empresas que sejam “*early adopters*” para execução de provas de conceito. O subfator redução de risco que é indicado como relevante na literatura e foi indicado como foco de ação de dois fornecedores chave nos projetos estudados (Intel e Cisco) não apresentou em nenhum dos casos estudados uma influência significativa. No caso da empresa A, isto se deu por conta do projeto ser tratado como um piloto; no caso da empresa B, apesar de ações típicas deste subfator terem sido adotadas em conformidade com o estipulado por Frambach et al. (1998) e Easingwood e Beard (1996), como por exemplo visita a clientes e demonstrações, o risco do projeto foi tratado por contingências definidas na arquitetura da solução; e no caso da empresa C, esta questão é vista como importante e a mesma investe para que os seus clientes em potencial tenham uma percepção de risco reduzida, focando inclusive na redução inicial do custo de adoção, tática indicada por Easingwood e Beard (1996), mas não tem observado que isto seja hoje um fator que esteja

influenciando significativamente. O subfator suporte de mercado não teve influência para a empresa B uma vez que muitos fornecedores ofereciam soluções fechadas fim-a-fim, enquanto a empresa montava uma solução aberta, multifornecedor. No entanto, para as empresas A e C, esse subfator teve influência muito forte por conta de táticas indicadas por Easingwood e Beard (1996) como sendo típicas de inovações revolucionárias, como por exemplo a articulação do ecossistema de desenvolvedores em torno da solução em nuvem Fiware (empresa C). Outro exemplo seria no caso da empresa A, ações feitas pela Intel, incluindo: a criação e participação em grupos/forums de desenvolvimento de padrões, ações de mercado como o “Intel IoT platform”, cuja iniciativa teve a participação de outros líderes de mercado como Accenture, Booz Allen Hamilton, Capgemini, Dell, HCL, NTT Data, SAP, Tata Consultancy, and Wipro. Esse último como um exemplo de inovação aberta que coordenava diversos agentes (RITTER & GEMUNDEN, 2003) e que tinha um foco claro no processo de como fazer inovação aberta (HUIZINGH, 2011). O subfator percepção de adequação refere-se principalmente à capacidade do fornecedor de desenvolver uma inovação que seja única e que atenda às necessidades latentes de quem busca adotar (FRAMBACH et al., 1998; Rogers, 2003). Isto foi de influência muito forte para a empresa B e seria hoje considerado de influência forte para empresa A, confirmando o que indicam Frambach et al. (1998) ao afirmarem que a probabilidade de adoção cresce à medida que a empresa percebe que há um esforço por parte dos fornecedores para adequar a solução às suas necessidades.

4.4.2 Utilizando o modelo proposto em tomada de decisão

Apesar do modelo conceitual ter sido desenvolvido para facilitar o entendimento e a análise dos fatores que influenciam a decisão de adoção nesta pesquisa em particular, o mesmo pode ser facilmente adaptado para auxiliar empresas em um processo decisório futuro envolvendo inovações em geral e, no caso da tecnologia IoT, com nuances importantes sobre este tema. A tabela 18 resume 4 aplicações possíveis do modelo, sendo 2 aplicações para quem oferece a tecnologia e 2 aplicações para quem demanda a tecnologia, detalhadas a seguir: avaliação de uma oferta tecnológica única e sem similar (inédita) no mercado ou na empresa, sendo essa avaliação feita tanto por parte de quem oferta quanto por parte de quem

demanda a tecnologia; comparação entre ofertas tecnológicas com similares dentro da empresa (aprimoramento de algo que já existe) ou no mercado (oferta concorrente), sendo essa avaliação feita tanto por parte de quem oferta quanto por parte de quem demanda a tecnologia.

Tabela 18 - Aplicações do modelo proposto

	Tecnologia sem Similar (Inédita)	Tecnologia com Similar (Aprimoramento/Concorrência)
Ofertante	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução de tecnologia inédita • Auxilia no posicionamento visando reduzir objeções e aumentando probabilidade de adoção • Ver item 4.4.2.1 	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento competitivo versus tecnologia já existente no cliente ou concorrente de mercado • Análise feita do ponto de vista do demandante (cliente) • Ver item 4.4.2.2
Demandante	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação de uma oferta tecnológica para qual a empresa não possui referencial interno (aprimoramento) ou externo • Modelo serve como guia para auxiliar na decisão de adoção • Ver item 4.4.2.3 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação comparativa entre oferta tecnológica nova versus tecnologia já existente na empresa ou no mercado, ou entre múltiplas ofertas de mercado • Modelo auxilia na definição de critérios e traz objetividade à análise para decisão de adoção • Ver item 4.4.2.4

Fonte: autor

4.4.2.1 Aplicação 1: oferta tecnológica sem similar [ofertante]

Segundo Moore (1997), a compreensão por parte da empresa fornecedora do ecossistema onde o eventual cliente de uma solução tecnológica se insere é fundamental na articulação do mesmo. Esta articulação é particularmente importante para influenciar determinados fatores que podem ser considerados críticos na decisão de adoção. Para soluções IoT, os desafios do lado do fornecedor são tecnológicos (desenvolvimento dos componentes da solução individualmente), sistêmicos (funcionamento do conjunto), com alto grau de interdependência com o ecossistema de TIC, e com alto fator de risco por ser um território de inovações tipicamente “radicais” (ATZORI et al., 2010). Sob esta ótica, o modelo proposto pode ser utilizado por uma empresa fornecedora de determinada tecnologia para melhor compreender o impacto que certas variáveis sob o seu controle podem ter.

Além dos subfatores já indicados no fator fornecedor e que estão sob controle de quem fornece a solução (FRAMBACH et al., 1998; FRAMBACH, 1993; FRAMBACH & SCHILLEWAERT, 2002; EASINGWOOD & BEARD, 1996; ROGERS, 2003), há também subfatores agrupados em outros fatores e que podem influenciar a estratégia de desenvolvimento de mercado de um determinado fornecedor, como por exemplo auxiliar na formação de competências (HALL & KAHN, 2002) ou criar mecanismos (tecnológicos ou financeiros) para reduzir o esforço por parte da empresa na hora de lidar com a questão complexidade/compatibilidade, além de exercer um papel importante em todos os subfatores do fator tecnologia e no desenvolvimento de sua própria reputação.

O papel do modelo aqui desenvolvido é justamente auxiliar a empresa fornecedora na compreensão de onde focar seus recursos, tomando como base a percepção de importância relativa dada pelos clientes potenciais para cada um dos subfatores que esse possa influenciar. O modelo nesse caso funciona como uma ferramenta de análise por parte do fornecedor no trabalho direto com os clientes, tipicamente de grande porte e em projetos complexos onde tanto a empresa fornecedora quanto a empresa que busca adotar trabalham conjuntamente no levantamento destas questões. Nesse caso não se aplicaria esse modelo visando a generalização da estratégia da empresa fornecedora.

4.4.2.2 Aplicação 2: oferta tecnológica com similar [ofertante]

Esta seria uma extensão natural da aplicação anterior, agora levando em consideração o fato de que a tecnologia sendo ofertada visa substituir algo já existente na empresa, ou será comparada pelo cliente potencial com alguma outra oferta tecnológica concorrente e disponível no mercado. Para a empresa que fornece a oferta tecnológica, o modelo serve novamente como um guia para entender como ela pode influenciar questões que estejam sob o seu controle e que afetem diretamente a avaliação/decisão por parte do cliente potencial, ou seja, a análise deve sempre ser feita do ponto de vista de quem busca adotar, antecipando eventuais objeções que este venha a ter contra a oferta tecnológica avaliada.

4.4.2.3 Aplicação 3: oferta tecnológica sem similar [demandante]

Nesse caso, a empresa usa o modelo para ajudá-la a decidir se aceita ou não uma oferta tecnológica. Esse seria o caso mais direto de aplicação onde o modelo na verdade serve como um guia para auxiliar na tomada de decisão. Os fatores servem como uma maneira de organizar as unidades de análise: questões externas que podem influenciar a decisão de adoção (fator externo), questões internas da empresa com impacto direto na decisão de adoção (fator interno), aspectos relacionados à tecnologia em si e ao projeto em questão (fator tecnologia), e o papel do fornecedor como colaborador e influenciador da decisão de adoção (fator fornecedor). A maneira mais direta de utilizar o modelo nesse caso é, tomando o Apêndice 4 como base, analisar como cada subfator se aplica ao projeto/tecnologia em questão. Este não seria um exercício necessariamente conclusivo, mas sim reflexivo uma vez que auxilia gestores e grupos de trabalho encarregados da tomada de decisão a fazerem uma análise detalhada das diversas questões que trazem uma relação positiva ou negativa com a decisão de adoção em si. Muitos dos subfatores na verdade servem como pontos de consolidação de uma análise mais detalhada e complexa a ser realizada pelos grupos/pessoas responsáveis pelos temas, como por exemplo a determinação de haver ou não competência técnica e gerencial (tema de recursos humanos), o status da política de segurança de dados (tema de governança e TI), ou uma análise do grau de compatibilidade e complexidade de integração da tecnologia sendo analisada (tema de TI e das áreas operacionais, como por exemplo os medidores inteligentes no caso da Empresa B).

4.4.2.4 Aplicação 4: oferta tecnológica com similar [demandante]

Esta talvez seja uma das aplicações mais objetivas deste modelo. Muitas vezes, os gestores quando comparam ofertas distintas precisam de resultados objetivos para facilitar a tomada de decisão. Uma maneira de adaptar o modelo proposto para servir a este propósito é descrita a seguir (ver tabela 19 para exemplo fictício de aplicação):

- Não há alterações no modelo em si, nem nos fatores e subfatores, e nem nos seus significados e interpretação no que diz respeito à relação potencial com a decisão de adoção (positiva ou negativa)

- Para o preenchimento dos graus de influência, deve-se observar a seguinte orientação: caso a influência do subfator tenha sido “Nenhuma”, marcar “X” na caixa correspondente; caso a influência do subfator tenha sido positiva, marcar um “+” na caixa correspondente ao grau de influência percebido (fraca, forte, muito forte); caso a influência do subfator tenha sido negativa, marcar “-” na caixa correspondente ao grau de influência percebido (fraca, forte, muito forte). Por exemplo, no fator externo do exemplo na tabela 19, o subfator “*Network externalities*” teve relação positiva porém fraca, e foi assim indicado; já o subfator “Competitividade” não teve nenhuma influência na decisão de adoção; o subfator “Política de segurança de dados” no fator interno teve relação negativa e muito forte com a decisão de adoção, sendo assim indicado. A decisão sobre relação positiva ou negativa é fruto de uma percepção da empresa com relação àquele subfator no contexto do projeto sendo analisado. Esta definição deve ser documentada para que o mesmo critério seja aplicado a todas as ofertas tecnológicas avaliadas, inclusive a que já esteja sendo utilizada pela empresa (caso haja) e que pode vir a ser substituída/aprimorada. Estes graus possuem valores numéricos associados, a saber: 0 para nenhuma, 1 para fraca, 2 para forte e 3 para muito forte;
- Na coluna “Importância Relativa”, dar pesos aos subfatores de acordo com o que a empresa considera como sendo mais crítico/importante dentre os itens sendo discutidos para um determinado fator, levando em conta sua estratégia e a natureza do seu negócio e a potencial contribuição de cada tecnologia analisada. Os subfatores de maior importância devem receber maior peso, dentro de uma escala que varia para cada fator. Por exemplo, no fator externo a escala varia de 4 (mais importante) a 1 (menos importante); já para o fator tecnologia, a escala varia de 7 (mais importante) a 1 (menos importante), sendo essa variação uma função do número de subfatores para cada fator. No exemplo apresentado, fez-se a opção de dar pesos iguais a alguns subfatores do fator tecnologia, como uma decisão de aplicação do modelo (a empresa poderia optar por não permitir a repetição de valores, forçando assim a utilização de valores únicos);
- A coluna “Score” representa o valor que seria a contribuição geral de cada subfator, cujo cálculo utiliza a seguinte fórmula: “+/-” “grau de influência [0-3]” * “importância relativa [x – 1]”, onde “x” varia de acordo com o fator sendo

analisado. Por exemplo, para o subfator “coerência com objetivos estratégicos”, o cálculo foi: $+ 2 * 5 = 10$, ou seja percepção de influência positiva (+) forte (2) sendo o subfator de maior importância relativa (5). Outro exemplo seria o subfator “competência técnica e gerencial”, assim calculado: $- 2 * 2 = -4$, ou seja, percepção de influência negativa (-) forte (2) porém de importância relativa baixa (2);

- A coluna “Resultado” representa a contribuição do fator como um todo, e é o somatório direto do valor de cada subfator individual. Não é objetivo do modelo propor que haja nenhum tipo de peso ou importância maior ou menor entre os fatores com base nos resultados calculados;
- Por fim, pode-se chegar a um “Resultado Final” somando-se os valores individuais de cada fator.

Ao aplicar-se o mesmo raciocínio para diferentes ofertas tecnológicas analisadas, pode-se então ter uma métrica objetiva de performance relativa dentro da avaliação feita pela(s) equipe(s) envolvida(s). Ofertas com “Resultados Finais” maiores estariam melhor posicionadas para escolha na decisão de adoção, dando aos gestores uma maneira rápida, objetiva e clara de identificar quais questões (ou subfatores) estão influenciando os resultados de cada oferta em particular.

Mais importante do que o resultado numérico em si é a análise feita para identificar (i) os pesos (importância relativa) a serem atribuídos para cada subfator, o entendimento do que significam (ii) o grau de influência no contexto do projeto em questão e (iii) as definições de relação positiva ou negativa. Os três parâmetros são absolutamente situacionais, ou seja, em uma mesma empresa, mas para dois projetos distintos, a tabela pode assumir configurações e consequentes resultados totalmente diferentes.

Tabela 19 - Exemplo de aplicação do modelo modificado para decisão de adoção

FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator [0-3]				Importância Relativa [4-1]	Score	Resultado
FATOR EXTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte			
Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]		+			4	1	9
Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.	X				1	0	
Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia			+		3	6	
Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.		+			2	2	
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator [0-3]				Importância Relativa [5-1]	Score	Resultado
FATOR INTERNO	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte			
Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)			+		5	10	10
Competência técnica e gerencial dos colaboradores			-		2	-4	
Política de segurança dos dados				-	3	-9	
Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.		+			1	1	
Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.				+	4	12	
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator [0-3]				Importância Relativa [7-1]	Score	Resultado
FATOR TECNOLOGIA	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte			
Possibilidade de experimentação			+		3	6	25
Vantagens competitiva / qualitativas que a adoção da Internet das Coisas pode trazer				+	4	12	
Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.		-			2	-2	
Informação sobre a tecnologia			-		3	-6	
Soluções complementares		-			2	-2	
Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)		+			5	5	
Padronização/interoperabilidade			+		6	12	
FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Subfator [0-3]				Importância Relativa [4-1]	Score	Resultado
FATOR FORNECEDOR	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte			
Estratégia de marketing 1: Posicionamento como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]	X				1	0	20
Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia			+		3	6	
Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada		+			2	2	
Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada				+	4	12	
Resultado Final							64

Fonte: autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo proposto para decisão de adoção da tecnologia IoT atendeu aos objetivos genérico e específico deste trabalho, ou seja: propor um modelo para adoção da Internet das Coisas, com foco no mercado empresarial; e identificar e analisar os fatores de decisão de adoção da Internet das Coisas nas empresas. Ao definir-se um conjunto de fatores e subfatores para análise, não se teve a intenção de abranger todas as possíveis questões envolvidas na decisão de adoção de inovações tecnológicas, mas sim de focar nas questões que poderiam ser mais relevantes para a adoção da tecnologia IoT em particular. E mesmo nesse caso, dada a complexidade das várias tecnologias que precisam coexistir bem como a ampla gama de aplicações possíveis, o modelo não tem a pretensão de ser exaustivo na capacidade de analisar as questões que influenciam a decisão de adoção de soluções IoT.

O que a pesquisa demonstrou é que o modelo e seus fatores auxiliaram na organização das questões chave para análise, sendo este *feedback* consistente por parte de todos os entrevistados. Em seguida é feita uma breve reflexão sobre o modelo e seus fatores:

- O fator externo pode ter uma relação positiva com a decisão de adoção, mas mesmo quando um determinado subfator não se mostra relevante na análise, seu impacto não aparece como negativo e sim como indiferente
- O fator interno já requer uma análise mais complexa porque todos os subfatores podem ter uma relação positiva ou negativa com a decisão de adoção, dependendo obviamente do contexto do caso analisado. Essa questão contextual se aplica também ao fator tecnologia e ao subfator “percepção de adequação” no fator fornecedor, tornando a escolha/definição do tipo de relação (se positiva ou negativa) altamente subjetiva. Independentemente da influência sobre a decisão, os subfatores mostraram-se relevantes no processo de análise
- A subjetividade indicada acima existe no fator tecnologia, mas torna-se amenizada pelo fato de que os subfatores buscam focar em aspectos mais práticos da tecnologia adotada. Ainda assim, essa subjetividade está sempre presente e necessita ser gerenciada por outros métodos contemplados no

processo decisório de uma empresa, o que não faz parte do escopo desta pesquisa. Os subfatores selecionados para o fator tecnologia estão alinhados com as questões percebidas como chave para a decisão de adoção da tecnologia IoT no seu presente estágio de desenvolvimento

- O fator fornecedor serve a um propósito duplo, gerando um questionamento por parte da empresa que adota a tecnologia sobre sua percepção se os subfatores a afetam e de como isso acontece. Já para o fornecedor, os subfatores servem como uma validação de haver ou não facilitado a decisão de adoção ao remover alguns potenciais obstáculos na análise da tecnologia

5.1 Contribuições acadêmicas e para a prática

Do ponto de vista acadêmico, esta pesquisa contribui com o conhecimento no tema adoção de inovações tecnológicas validando conceitos já estabelecidos e ilustrando como alguns desses conceitos se aplicam a um conjunto de tecnologias que se encontra em pleno início de adoção. Dentre as contribuições destacam-se:

- A proposta de um modelo para auxiliar na análise da adoção da Internet das Coisas, com foco no mercado empresarial. Trata-se de um segmento muito pouco explorado em termos de adoção de inovações tecnológicas.
- Identificação e análise de fatores considerados mais relevantes e capazes de contribuir no processo de decisão de adoção no tema escolhido, os quais, posteriormente, poderão servir para outros estudos
- Descrição da adoção da tecnologia IoT nas empresas estudadas
- Identificação de temas de estudo relacionados à adoção de Internet das Coisas para direcionamento de estudos futuros a serem apresentados no próximo tópico
- Análise em profundidade das variáveis do modelo, permitindo uma detalhada compreensão do tema estudado

Para a prática, a pesquisa traz as seguintes contribuições:

- Melhor entendimento dos fatores que contribuem positivamente ou negativamente na decisão de adoção de uma inovação tecnológica, em

particular *insights* sobre questões referentes à decisão de adoção da tecnologia IoT

- Aplicação do modelo proposto em cenários reais de decisão de adoção de uma ou mais tecnologias (análise comparativa)
- Aplicação do modelo proposto também para um fornecedor de tecnologia IoT, oferecendo melhor entendimento dos desafios do ponto de vista da empresa que busca adotar a solução

5.2 Estudos futuros

Há duas áreas de grande sinergia com o tema aqui explorado e que oferecem um vasto universo de pesquisas potencias a serem realizadas: inovação aberta e modelos de negócios.

Inovação aberta

É interessante observar que a tecnologia IoT, por ser composta de múltiplos elementos tecnológicos e por requerer uma complexa infraestrutura (comunicação e processamento de dados em nuvem), beneficia-se dos conceitos de inovação aberta uma vez que depende da participação de múltiplas entidades para a sua evolução. Conforme visto na revisão teórica, a capacidade que algumas empresas possuem de gerenciar de forma eficiente e eficaz as relações inter-organizacionais é o que Ritter e Gemunden (2003) chamaram de “competência de rede”, sendo essa essencialmente uma competência gerencial e não tecnológica. Todas as empresas aqui analisadas demonstraram possuir um certo nível dessa competência, não sendo objetivo desse trabalho medir o grau dessa competência, buscando apenas indicar sua importância como parte de uma estratégia de adoção e oferta de soluções IoT.

Modelo de negócios

O modelo de negócios define como a empresa captura o retorno pelo valor que ela gera em seu mercado (TEECE, 2010). Ideias, produtos e serviços altamente inovadores muitas vezes necessitam de modelos de negócios tão inovadores quanto para que possam chegar ao mercado e ter sucesso (CHESBROUGH, 2003). Para

Zott, Amit e Massa (2011), o conceito de modelo de negócios vem sendo endereçado nos domínios da inovação e gestão da tecnologia. Segundo os autores, há duas ideias importantes se formando hoje em dia: a primeira é que as empresas comercializam ideias e tecnologias inovadoras através de seus modelos de negócios; a segunda é que o modelo de negócios representa uma nova área dentro do estudo da inovação, complementando as já tradicionais áreas de inovação em processo, produto e organização, endereçando novas formas de cooperação e colaboração. Em análise bibliométrica realizada pelo autor como parte do trabalho inicial desta pesquisa, identificou-se uma baixa quantidade de artigos na intersecção dos temas Internet das Coisas e Modelos de negócios. Ou seja, essa intersecção, além de crítica para o sucesso da tecnologia IoT, ainda é pouco explorada em pesquisas nas ciências sociais.

Além destas duas importantes áreas de pesquisa, sugere-se também as seguintes opções de estudos futuros:

- Realizar uma pesquisa quantitativa complementar com foco no fator tecnologia, potencializando a triangulação de métodos e aumentando a confiabilidade da pesquisa
- Identificar novos casos em outros segmentos de mercado, com a possibilidade de comparar a adoção em empresas de um mesmo segmento
- Incluir no modelo, dentro do fator interno, a questão de análise de retorno de investimento de uma solução IoT, de acordo com os objetivos da organização

6 REFERÊNCIAS

- AL-ALI, A.; ZUALKERNAN, I.; ALOUL, F. *A mobile GPRS-sensors array for air pollution monitoring*. IEEE Sensors Journal, vol. 10, no. 10, pp. 1666–1671, October 2010.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. *The Internet of Things: A survey*. COMPUTER NETWORKS Volume: 54 Issue: 15, 2010
- BOYD, D.; CRAWFORD, K., *Critical questions for Big data, Information, Communication & Society*. vol. 15, June 2012
- BUI, N.; CASTELLANI, A.; CASARI, P.; ZORZI, M. *The Internet of Energy: A Web-Enabled Smart Grid System*. IEEE Network, July/August 2012
- CIANCI, I.; PIRO, G.; GRIECO, L.; BOGGIA, G.; CAMARDA, P. *Content Centric Services in Smart Cities*. 2012 Sixth International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, IEEE, 2012
- CHESBROUGH, H. *Open Innovation*. Harvard Business Press, 2003
- CHIARONI, D.; CHIESA, V.; FRATTINI, F. *Unravelling the process from closed to open innovation: evidence from mature, asset-intensive industries*. R&D Management 40(3), 2010, 222–245.
- CHORAFAS, D. *Cloud Computing Strategies*. CRC press, 2011
- CRESWELL, John W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 2nd Ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003.
- DAHLANDER, L., GANN, D.M. *How open is innovation?*. Research Policy 39 699–709, 2010
- DEY, A.; ABOWD, G.; BROWN, P.; DAVIES, N.; SMITH, M. STEGGLES, P., *Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness*, Handheld and Ubiquitous Computing. Volume 1707 of the series Lecture Notes in Computer Science pp 304-307, November 2001
- EASINGWOOD, C.; BEARD, C. *High Technology Launch Strategies in the U.K.* Industrial Marketing Management 18(2), 1996, p.87-103
- EISENHARDT, K. *Building Theories from Case Study Research*. Academy of Management Review, v. 14, n. 4, 1989, p. 532-550.
- FICHMAN, R. *Information Technology Diffusion: A Review of Empirical Research*. MIT Sloan School of Management, June 1992
- FISHER, D.; DELINE, R.; CZERWINSKI, M.; DRUCKER, S. *Interactions with big data analytics*. ACM, may-june 2012

FISHER R.; PRICE L. *An investigation into the social context of early adoption behavior*. Journal of Consumer Resesarch, December 1992; 19:477–87

FRAMBACH, R.; SCHILLEWAERT, N. *Organizational innovation adoption A multi-level framework of determinants and opportunities for future research*. Journal of Business Research, 55, 2002, p. 163-176

FRAMBACH, R.; AGARWAL, M.; NIJSSEN, E. *Beyond the adoption/non-adoption dichotomy: the impact of innovation characteristics on potential adopters' transition through adoption process stages*. Research Memorandum, 6, February 2002

FRAMBACH, R. *An integrated model of organizational adoption and diffusion of innovations*. European Journal of Marketing, 27, 5, 1993, p. 22-41

FRAMBACH, R.; BARKEMA, H.; NOOTEBOOM, B.; WEDEL, M. *Adoption of a service innovation in the business market: an empirical test of supply-side variables*. Journal of Business Research, 41, 1998, p. 161-174

GASSMANN, O. *Opening up the innovation process: towards an agenda*. R&D Management 36(3), 2006, 223–228

GEROSKI, P. *Models of technology adoption*. Research Policy, 29, 2000, p. 603-625

GIL, Antonio C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

GIL, Antonio C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Editora Atlas, 1998.

HALL, B.; KAHN, B. *Adoption of new technology*. New Economy Handbook, National Bureau of Economic Research, November 2002

HAN, D.; ZHANG, J.; ZHANG, Y.; GU, W. *Convergence of Sensor Networks/Internet of Things and Power Grid Information Network at Aggregation Layer*. 2010 International Conference on Power System Technology, IEEE, 2010

HARISON, E.; KOSKI, H. *Applying open innovation in business strategies: Evidence from Finnish software firms*. Research Policy. 39, 3, Apr-2010 p. 351-359

HUIZINGH, E. *Open innovation: State of the art and future perspectives*. Technovation, 31, 2011, p. 2-9

INTERNATIONAL DATA CORPORATION (IDC), *Worldwide Internet of Things Forecast, 2015–2020*, June 2015

KAI-DI C.; CHI-YUAN C.; JIANN-LIANG C.; HAN-CHIEH C. *Internet of Things and Cloud Computing for Future Internet*. SUCoS 2011, CCIS 223, 2011, pp. 1–10

KASTNER, W.; NEUGSCHWANDTNER, G.; SOUCEK, S.; NEWMANN, H. *Communication systems for building automation and control*. proceedings of the IEEE, vol. 93, no. 6, pp. 1178–1203, Jun. 2005

KORTUEM, G.; KAWSAR, F; FITTON, D.; SUNDRAMOORTHY, V. *Smart Objects as Building Blocks for the Internet of Things*, IEEE INTERNET COMPUTING Volume: 14, 2010

LAVALLE, S.; LESSER, E.; SHOCKLEY, R.; HOPKINS, M.; KRISCHWITZ, N. *Big Data, Analytics and the Path From Insights to Value*. MIT Sloan Management Review, vol. 52, Winter 2012

LEE, S.; YOON, D.; GHOSH, A. *Intelligent parking lot application using wireless sensor networks*. proceedings of International Symposium on Collaborative Technologies and Systems, Chicago, May 19–23, 2008, pp. 48–57.

LI, X.; SHU, W.; LI, M.; HUANG, H.; LUO, P.; WU, M. *Performance evaluation of vehicle-based mobile sensor networks for traffic monitoring*. IEEE Transportation and Vehicle. Technology., vol. 58, no. 4, pp. 1647–1653, May 2009

LICHTENTHALER, U.; LICHTENTHALER, E. *A capability-based framework for open innovation: complementing absorptive capacity*. Journal of Management Studies 46(8),1315–1338, 2009

LILIEN, G.; YOON, E. *Determinants of New Industrial Product Performance: A Strategic Reexamination of the Empirical Literature*. IEEE Transactions on Engineering Management 36, February 1989, p. 3-10.

LYNCH, J.; KENNETH, J. *A summary review of wireless sensors and sensor networks for structural health monitoring*. Shock and Vibration Digest, vol. 38, no. 2, pp. 91–130, 2006

MAISONNEUVE, N.; STEVENS, M.; NIESSEN, M.; HANAPPE, P.; STEELS, L. *Citizen noise pollution monitoring*. Proceedings of the 10th Annual International Conference on Digital Government Research: Social Networks: Making Connections between Citizens, Data and Government, pp. 96–103, 2009

MARCONI, M.; LAKATOS, E. *Fundamentos da metodologia de pesquisa*. São Paulo: Editora Atlas, 1985.

MARSTON, S.; LI, Z.; BANDYOPADHYAY, S.; ZHANG, J.; GHALSASI, A. *Cloud computing — The business perspective*. Decision Support Systems 51, 2011, p.176–189

MARTINS, G.; THEOPHILO, C. *Metodologia da investigação científica para ciências sociais*. ed. Atlas, São Paulo, 2007

MCAFEE, A.; BRYNJOLFSSON, E. *Big data: the management revolution*. Harvard Busienss Review, october 2012

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, *The Internet Of Things: Mapping The Value Beyond The Hype*. June 2015

MIORANDI, D.; SICARI S.; De PELLEGRINI, F.; CHLAMTAC, I. *Internet of things: Vision, applications and research challenges*. Ad Hoc Networks, 10, 2012, p. 1497-1516

MOORE, J. *The Death of Competition*. San Francisco: John Wiley, 1997.

National Intelligence Council. *Disruptive Civil Technologies – Six Technologies with Potential Impacts on US Interests Out to 2025*. Conference Report CR 2008-07, April 2008, http://www.dni.gov/1665_nic/NIC_home.htm

NEMOTO, M. *Inovação tecnológica: um estudo exploratório de adoção do RFID (Identificação por Radiofrequência) e redes de inovação internacional*. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas, Departamento de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 2009.

NENONEM, S.; STORBACKA, K. *Business model design: conceptualizing networked value co-creation*. International Journal of Quality and Service Sciences, vol. 2, No. 1, 2010, pp 43-59.

NING ZHONG, N.; HUA MA, J.; HE HUANG, R.; MING L; YAO, Y.; ZHANG, CHEN, J. *Research challenges and perspectives on WisdomWeb of Things (W2T)*. Journal of Supercomputing 64:862–882, Published online: 26 November 2010

NUORTIO, T.; KYTÖJOKI, J.; NISKA, H.; BRÄYSY, O. *Improved route planning and scheduling of waste collection and transport*. Expert Syst. Appl., vol. 30, no. 2, pp. 223–232, Feb. 2006.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Hoboken. NJ: John Wiley & Sons, 2010

PINTO, F.; CHAINHO, P.; PASSARO, N.; SANTIAGO, F. CORUJO, D.; GOMES, D. *The business of things architecture*. TRANSACTIONS ON EMERGING TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES Volume: 24, 2013

PORTER, M.; HEPPELMANN, J. *How smart, connected products are transforming competition*. Harvard Business Review, November 2014, p. 65-88

PORTER, M. *Strategy and the Internet*. Harvard Business Review, March 2001

PRAHALAD CK,.; HAMEL G. *The core competence of the corporation*. Harvard Business Review 1990;68(3):79 –91.

RAJKUMAR B.; CHEE S.; SRIKUMAR V.; JAMES B.; IVONA B. *Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the*

5th utility. Future Generation Computer Systems, Volume 25, Issue 6, June 2009, Pages 599–616

RITTER, T.; GENMUNDEN, H. *Network competence: impact on innovation success and its antecedents*. Journal of Business Research 56(9), 2003, p. 745–755.

ROESCH, S. *Projetos de estágio e de pesquisa em administração*. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

ROGERS, E. *Diffusion of Innovations*, 5th Edition. New York: The Free Press, 2003

RUBAN, J. *Review of Wireless Technologies for the Smart Grid*. 8th International Symposium “Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering”, Pärnu, Estonia, January 11-16, 2010

SAUTER, T.; LOBASHOV, M. *End-to-End Communication Architecture for Smart Grids*. IEEE Transactions On Industrial Electronics, VOL. 58, NO. 4, April 2011

SCHADT, E.; LINDERMAN, M.; SORENSON, J.; LEE, L.; NOLAN, G. *Computational solutions to large scale data management and analysis*. Nature Reviews, Vol. 11, September 2010

SCHAFFERS, H.; KOMNINOS, N.; PALLOT, M.; TROUSSE, B.; NILSSON, M.; OLIVEIRA, A., *Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation*. The Future Internet, Lecture Notes Computer Science, vol. 6656, pp. 431–446, 2011

STANOEVSKA-SLABEVA, K.; WOZNIAK, T.; HOFFEND, I. *The Emerging Ecosystem for Context Information and the Role of Telecom Operators*. 14th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks (ICIN), 2010

SUNDMAEKER, H.; GUILLEMIN, P.; FRIESS, P.; WOELFFLÉ, S. *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things*. CERO-IoT (Cluster of European Research Projects on the Internet of Things), March 2010

SWAN, M. *Sensor Mania! The Internet of Things, Wearable Computing, Objective Metrics, and the Quantified Self 2.0*. Journal of Sensor and Actuator Networks, 2012, 1, p. 217-253

TEECE, D.J. *Business models, business strategy and innovation*. Long Range Planning, 43(2-3), 2010, pp. 172-194

TORNATZKY, L., FLEISCHER, M. *The Processes of Technological Innovation*. Lexington: Lexington Books, 1990

UCKELMANN, D.; HARRISON, M.; MICHAHELLES, F. *Architecting the Internet of Things*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011

VASCONCELLOS, E. *Gerenciamento da tecnologia: um instrumento para a competitividade empresarial*. São Paulo: Blucher, 1999.

VASCONCELLOS, L., *Adoção de inovações : o uso do e-learning por colaboradores de uma empresa de telecomunicações*. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas, Departamento de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 2008

WAARTS, E.; EVERDINGEN, Y.; HILLEGERSBERG, J. *The dynamics of factors affecting the adoption of innovations*. The Journal of Product Innovation Management, 19, 2002, p. 412-423

WU, G.; TALWAR, S.; JOHNSON, K.; HIMAYAT, N.; JOHNSON, K. *M2M: From Mobile to Embedded Internet*. IEEE Communications Magazine, April 2011

YIN, R. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010

YU, X.; CECATI, C.; DILLON, T.; SIMÕES, M. *The New Frontiers of Smart Grids, an Industrial Perspective*. IEEE Industrial Electronics Magazine, September 2011

ZALTMAN, G.; DUNCAN R.; HOLBEK J. *Innovations and Organizations*. New York: John Wiley & Sons, 1973

ZANELLA, A.; BUI, N.; CASTELLANI, A.; VANGELISTA, L.; ZORZI, M. *Internet of Things for Smart Cities*. IEEE Internet of Things Journal, Vol.1 No.1, February 2014

ZOTT, C.; AMIT, R.; MASSA, L. *The Business Model: Recent Developments and Future Research*. Journal of Management 2011, 37: 1019 originally published online 2 May 2011

APÊNDICE 1 – PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

- 1) Agendamento da entrevista (local e data)
- 2) Contato inicial (nome, cargo, tempo de empresa)
- 3) Objetivos da pesquisa
 - a) Questões orientadoras gerais
- 4) Informações gerais sobre a empresa
- 5) Plano de coleta de dados
 - a) pesquisador irá adaptar seu plano de coleta de dados e informações à disponibilidade de agenda dos entrevistados.
 - b) resultado da entrevista será anotado pelo entrevistador podendo utilizar método de gravação quando autorizado.
 - c) Será garantida, sob todos os meios, a confidencialidade sobre o resultado da entrevista, sendo sua publicação para fins acadêmicos somente.
- 6) Roteiros semiestruturados para entrevista em campo
 - a) Roteiro específico para utilização com empresa adotante da inovação, aplicável às pessoas envolvidas no projeto e que contribuíram para ou influenciaram na decisão sobre a adoção da tecnologia em questão
 - b) Roteiro específico para o fornecedor principal da tecnologia IoT para o projeto estudado (gerente de produto ou gerente comercial)
- 7) Fontes de evidência
 - a) Entrevistas semiestruturadas potencialmente com profissionais de diversas áreas (gerencia de produto, comercial, TI, Planejamento Estratégico, áreas de apoio)
 - b) Visitas às instalações da companhia (locais onde a solução esteja implantada)
 - c) Relatório anual aos acionistas
 - d) Balanço anual
 - e) Análise de documentos

APÊNDICE 2 – ROTEIRO DE QUESTÕES PARA EMPRESA ADOTANDO A INOVAÇÃO

Roteiro Geral
Local e data da entrevista:
Nome e Cargo do respondente:
Tempo de empresa:
Formação:

- 1) As empresas que já adotaram a tecnologia IoT influenciaram na adoção em sua empresa? em caso afirmativo, de que forma?
- 2) Em caso afirmativo, esta influência foi por parte dos clientes, concorrentes ou fornecedores (cadeia de valor)? [já haverem adotado, estarem investigando, ou transformar em exigência] De que forma?
- 3) A reputação das empresas fornecedoras da tecnologia IoT favoreceu a adoção? Quais atributos/características influenciaram e qual foi o grau de influência?
- 4) A existência ou não de leis governamentais que regulamentam o uso da tecnologia (ex: padrões mínimos de qualidade de serviço) influenciou a adoção em sua empresa? Como (+/-)?
- 5) A decisão de avaliação e posterior adoção da solução de IoT foi influenciada pela estratégia corporativa? Ou seja, há algum critério de alinhamento com os objetivos da empresa e/ou fatores externos (perguntas 1 e 2)?
- 6) As vantagens da adoção da tecnologia IoT estão mais associadas a questões de diferenciação ou eficiência? Você poderia citar exemplos para os fatores abaixo:
 - a) Diferenciação: novos produtos/serviços; melhorias nos produtos/serviços existentes
 - b) Diferenciação: impacto na percepção da marca
 - c) Eficiência: redução de custos
 - d) Eficiência: redesenho de processos de negócios
- 7) Quais métricas são utilizadas para medir o retorno/impacto da adoção?
- 8) A empresa dispunha, inicialmente, de competência humana técnica para operar a tecnologia?
- 9) A necessidade atual/futura de desenvolvimento de competências técnicas e gerenciais para tirar benefício da tecnologia influenciou na decisão de adoção? Em caso afirmativo, como (+/-)?

- 10) Sua empresa preocupa-se com a segurança dos dados ao empregar a tecnologia IoT?
- 11) Quais as ações tomadas para lidar com confidencialidade, privacidade e confiança no tratamento dos dados?
- 12) Há outras áreas da empresa que poderiam beneficiar-se da adoção da tecnologia IoT? Em caso afirmativo, você poderia citar um exemplo? Isto influenciou na decisão de adoção (+/-)?
- 13) Foram necessárias mudanças no sistema de informação e na infraestrutura da empresa para utilização da solução IoT? Em caso afirmativo, você poderia citar um exemplo? Isto influenciou na decisão de adoção (+/-)?
- 14) A possibilidade de experimentar ou o contato direto com a tecnologia IoT em operação influenciou a decisão de adoção? Em caso afirmativo, como (+/-)?
- 15) Quais foram os parâmetros usados para mensurar os riscos da adoção?
- 16) Os parâmetros utilizados para mensurar os riscos de adoção foram de alguma forma influenciados por ações dos fornecedores (ex: casos de sucesso, visita a laboratório, etc)?
- 17) Houve disponibilidade adequada de informação sobre a tecnologia para tomada de decisão? Quais os principais canais de informação? (fornecedor, rede, etc)
- 18) A decisão de adoção foi influenciada pela disponibilidade ou não de tecnologias/soluções complementares à escolhida (+/-)? Em caso afirmativo, você poderia citar um exemplo?
- 19) No caso da sua empresa, houve uma percepção de valor da solução associada à escala de adoção da tecnologia no mercado? Em outras palavras, a percepção de que o valor da solução para a empresa aumentaria à medida em que mais usuários (clientes, funcionários, fornecedores) a utilizassem? Isto influenciou na decisão de adoção (+/-)?
- 20) A solução adotada foi ofertada por um único fornecedor ou houve dependência de múltiplos fornecedores? O estágio de padronização e interoperabilidade entre fornecedores/partes/componentes influenciou a decisão?(+/-)
- 21) A solução adotada era totalmente ou parcialmente adequada às necessidades da empresa? Esta percepção de adequação influenciou na decisão de adoção (+/-)?
- 22) Houve ações por parte do fornecedor com o objetivo de demonstrar suporte de mercado à inovação adotada?

23)A maneira como o fornecedor posicionou a solução IoT em termos de perfil de quem adota (inovador vs mercado em geral) influenciou na decisão de adoção? Como? (+/-)

Como parte das respostas às perguntas selecionadas para cada audiência, será solicitado ao respondente:

- Para cada subfator: Em uma escala de 1 a 4 (onde 1 representa nenhuma influência e 4 representa influência muito forte), qual você diria ter sido o grau de influência exercido (pelo subfator)?
- Para cada fator, a importância relativa entre os subfatores: Como você ordenaria os subfatores aqui indicados por ordem relativa de importância, começando pelo mais importante? Por favor comente brevemente sobre o porque desta ordenação

Ao final da entrevista, revisar o quadro resumo, abrir para inclusão de fatores/subfatores adicionais indicados pelo entrevistado e ordenar os 4 fatores por ordem de importância (caso haja esta percepção)

APÊNDICE 3 – ROTEIRO DE QUESTÕES PARA FORNECEDOR PRINCIPAL

Roteiro Geral
Local e data da entrevista:
Nome e Cargo do respondente:
Tempo de empresa:
Formação:

- 1) Você acredita que a reputação da sua empresa teve papel importante na decisão de adoção do cliente?
- 2) Em caso afirmativo, quais atributos ou características de sua empresa influenciaram positivamente a decisão de adoção por parte do cliente?
- 3) Como a sua empresa lida com a questão da segurança da solução IoT para auxiliar na decisão de adoção por parte dos seus clientes?
- 4) A empresa tem algum tipo de iniciativa para facilitar a experimentação da solução por parte dos potenciais clientes? Isto tem influenciado positivamente a intenção de adoção por parte dos clientes?
- 5) A empresa posiciona as vantagens da adoção da tecnologia IoT como sendo mais associadas a questões de diferenciação ou eficiência? Você poderia citar exemplos para os fatores abaixo:
 1. Diferenciação: novos produtos/serviços
 2. Diferenciação: impacto na percepção da marca
 3. Eficiência: redução de custos
 4. Eficiência: redesenho de processos de negócios
- 6) A empresa tem feito ações específicas para reduzir a percepção de redução de risco de adoção da tecnologia?
- 7) A empresa criou algum mecanismo específico para disponibilizar informação referente a tecnologia e sua adoção para clientes potenciais?
- 8) A empresa criou algum mecanismo específico para influenciar positivamente o efeito rede desta solução?
- 9) Como a empresa trabalha a questão padronização e interoperabilidade dos vários componentes da solução? A prioridade é ter uma solução fechada, integrada verticalmente ou participar em um ambiente multifornecedor? Como você acredita que isto influencia a decisão de adoção por parte do cliente?

- 10)A empresa busca posicionar explicitamente a solução IoT focando no mercado com perfil inovador ou posiciona para o mercado em geral? Isto tem afetado a adoção por parte das empresas?
- 11)A empresa tem feito ações específicas para criar percepção de apoio de mercado afim de influenciar a adoção da tecnologia?
- 12)A empresa tem feito ações específicas para criar percepção de adequação da tecnologia afim de influenciar a adoção da tecnologia? (ex: produtos diferentes para segmentos específicos)

APÊNDICE 4 – TABELA RESUMO DE GRAUS DE INFLUÊNCIA E IMPORTÂNCIA RELATIVA

Ref.	Pergunta	FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Sub-fator				Grau de Importância Relativa entre SF
		FATORES AMBIENTAIS	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
A1	1	Network externalities: existência de empresas no mercado que adotaram a inovação [fora da cadeia de valor]					
A2	2	Competitividade: adoção por fornecedores, clientes [cadeia de valor] ou concorrentes influenciam a empresa a adotar a inovação.					
A3	3	Reputação das empresas fornecedoras da tecnologia					
A4	4	Regulamentação governamental: existência de leis que regulamentam o uso da inovação no nível nacional ou internacional.					

Ref.	Pergunta	FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Sub-fator				Grau de Importância Relativa entre SF
		FATORES ORGANIZACIONAIS	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
B1	5, 7	Coerência com os objetivos da empresa (Alinhamento estratégico)					
B2	8, 9	Competência técnica e gerencial dos colaboradores					
B3	10, 11	Receio quanto à segurança dos dados.					
B4	12	Utilização em outras áreas: Possibilidade de utilização da tecnologia IoT em diferentes áreas ou aplicações na empresa.					
B5	13	Compatibilidade / complexidade: necessidade de adaptações e modificações no sistema de informação da empresa e infraestrutura.					

Ref.	Pergunta	FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Sub-fator				Grau de Importância Relativa entre SF
		TECNOLOGIA	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
C1	14	Possibilidade de experimentação					
C2	6	Vantagens competitiva / qualitativas que a adoção da Internet das Coisas pode trazer					
C3	15	Incerteza: dificuldade em visualizar resultados.					
C4	17	Informação sobre a tecnologia					
C5	18	Soluções complementares					
C6	19	Efeito Rede: valor da inovação cresce a medida em que o número de usuários da tecnologia cresce (ex: telefone, email, etc)					
C7	20	Padronização/interoperabilidade					

Ref.	Pergunta	FATOR / SUBFATOR	Grau de influência do Sub-fator				Grau de Importância Relativa entre SF
		FATORES DO FORNECEDOR	Nenhuma	Fraca	Forte	Muito Forte	
D1	23	Estratégia de marketing 1: Posicionamento - como o fornecedor posicionou a solução [foco em empresas pioneiras em uso de tecnologia ou mercado em geral]					
D2	16	Estratégia de marketing 2: Redução de risco - ações do fornecedor para reduzir percepção de risco de adoção da tecnologia					
D3	22	Estratégia de marketing 3: Suporte de mercado - ações visando demonstrar amplo suporte de mercado à inovação sendo avaliada					
D4	21	Percepção de adequação: se a solução sendo avaliada se "encaixa" na expectativa de solução buscada ou vislumbrada					