

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS INTELIGENTES
E SUAS IMPLICAÇÕES NOS MODELOS DE
NEGÓCIOS: O CASO *SMARTKNIVES*

Wagner Huber

Porto Alegre, 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS INTELIGENTES
E SUAS IMPLICAÇÕES NOS MODELOS DE
NEGÓCIOS: O CASO *SMARTKNIVES*

Wagner Huber

Orientador: Professor Marcelo Nogueira Cortimiglia, PhD.

Banca Examinadora:

Néstor Fabián Ayala, Dr.

Universidade Grenoble / INP

Ângela de Moura Ferreira Danilevicz, Dr^a

PMPEP / UFRGS

Patrícia Flores Magnago, Dr^a

FENG / PUCRS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia
de Produção como requisito parcial à obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Área de concentração: Gestão de Tecnologia e Inovação

Porto Alegre, 31 de Janeiro de 2018

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Produção.

Prof. Marcelo Nogueira Cortimiglia, Dr.

PPGEP / UFRGS

Orientador

Prof. Ricardo Augusto Cassel, Dr.

Coordenador PMPEP / UFRGS

Banca Examinadora:

Néstor Fabián Ayala, Dr.

UNIVERSIDADE GRENOBLE / INP

Ângela de Moura Ferreira Danilevich, Dr^a

PMPEP / UFRGS

Patrícia Flores Magnago, Dr^a

FENG / PUCRS

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus filhos Eduardo e Isadora pelo entendimento quanto a minha dedicação maior nesse momento para a conclusão deste trabalho e em especial à minha esposa, Marta Aline N. Severo, pelo apoio incondicional.

Ao meu orientador, Prof. Marcelo Nogueira Cortimiglia, pela imensa atenção, dedicação e suporte, sem os quais não teria sido possível concluir esta dissertação.

Ao presidente da empresa Mundial S.A, Michael L. Ceitlin, pelo apoio, confiança e investimento financeiro necessário para conduzir esse estudo e desenvolver a inovação tecnológica apresentada.

Aos meus colegas de trabalho da Mundial S,A, que colocaram seu esforço, conhecimento e profissionalismo a disposição deste projeto e por sua atenção e contribuições a este trabalho.

RESUMO

O trabalho manual com facas nos frigoríficos geram altos índices de problemas ergonômicos, sendo um fator agravante o uso de facas com afiação deficitária que prejudica sua usabilidade. O objetivo deste trabalho é desenvolver uma inovação tecnológica aplicando o conceito de Internet das Coisas na criação de produtos inteligentes que permita aos frigoríficos atender requisitos informacionais de controle e registro de afiação das facas em uso e simultaneamente, propor alternativas de modelos de negócios que gerem vantagens econômicas para a empresa focal e seus clientes. Inicialmente é relatado o processo de desenvolvimento da inovação tecnológica batizada com o nome comercial SMARTKNIVES, a qual agrega à faca características de um produto inteligente que registra e compartilha dados e interage com outros sistemas. O valor adicional da informação gerada com os dados coletados permite para a empresa focal repensar seu formato de exploração comercial da inovação desenvolvida. São propostas três alternativas de modelo de negócio no conceito de Sistema Produto-Serviço após (i) revisão da literatura acerca de modelos de negócios com uso de Internet das Coisas e inovações tecnológicas, (ii) levantamento de dados sobre consumo e custo com facas tradicionais em dois frigoríficos brasileiros e (iii) comparação dos dados no modelo tradicional *versus* modelos propostos com o uso dos produtos SMARTKNIVES. Como resultado, foi possível atender os requisitos informacionais e normativos para o setor de frigoríficos brasileiros e observar a possibilidade de um aumento na vida útil dos produtos inteligentes. Tal aumento, aliado às novas possibilidades de monetização e modelos de negócios tipo PSS, permitem vantagens econômicas mais vantajosas que o cenário atual.

Palavras-chave: Produtos Inteligentes, Inovação Tecnológica, Modelos de Negócios, Internet das Coisas, Facas para frigoríficos, Facas Inteligentes.

ABSTRACT

The manual work with knives in the slaughterhouses generates high rates of ergonomic problems, being an aggravating factor, the use of knives with poor edging that hinders its usability requiring greater physical effort during the labor activity. The objective of this paper is to develop a technological innovation that helps in the solution of the problems related to the sharpening and use of knives in the slaughterhouses and that still makes possible the proposition of innovations in business models that allow economic advantages for the manufacturer and their customers. This study in a first moment (Chapter 2) reports the process of developing a technological innovation for using knives in slaughterhouses trade named SMARTKNIVES that aggregates the knife features a smart product designed to integrate the day to day problems of customers, recording and sharing data as well as interacting naturally with other systems using Internet of things. The additional value of the information resulting from this development allows the focal company to rethink its format of commercial exploitation of the developed innovation. In the second stage of this study (chapter 3) the researcher proposes three new business model possibilities in the concept of Product-Service System (PSS) after; (i) review of the literature on business models with use of Internet of Things and technological innovations, (ii) data collection on consumption and cost in two Brazilian slaughterhouses using traditional knives and (iii) comparison with the results predicted by the focal company if the slaughterers used SMARTKNIVES products. The paper concludes that the proposed objectives were achieved because the technological innovation developed helps in the problem of knife sharpening in slaughterhouses and also allows the proposition of new business models economically more advantageous than the current one.

Keywords: Smart Products, Technologic Innovation, Business Models, Internet of Things, Knives for Slaughterhouses, Smart Knives

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Contextualização.....	10
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Método.....	14
1.4 Delimitações.....	16
1.5 Estrutura do Trabalho.....	17
2 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS INTELIGENTES: O CASO SMARTKNIVES	19
Resumo	19
Abstract.....	20
2.1 Introdução	21
2.2 Referencial Teórico.....	23
2.2.1 Ergonomia e usabilidade de produto	23
2.2.2 Usabilidade de facas em frigoríficos	24
2.2.2.1 Cabo das facas	25
2.2.2.2 Lâmina das facas.....	26
2.2.2.3 Afiação das facas e retenção de corte	27
2.3 Método	32
2.4 Resultados e Discussão	37
2.4.1 Resultados em T1 – Identificação de Requisitos.....	37
2.4.2 Resultados em T2 e T3 – Uso de IoT na coleta de dados.....	39
2.4.3 Resultados em T4 – Análise internacional de patentes	41
2.4.4 Resultados em T5 e T6 – Criação da ideia e produtos inteligentes.....	42
2.4.5 Resultados em T7 e T8 – Transmissão, registro e informações	48
2.4.6 Resultados em T9 – Teste de todo o sistema.....	51
2.5 Considerações finais	55
2.6 Referências.....	57

3 CENÁRIO PÓS-DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA SMARTKNIVES: REVISÃO DO MODELO DE NEGÓCIO.....	59
Resumo	59
Abstract.....	60
3.1 Introdução	61
3.2 Referencial Teórico.....	63
3.3 Método	66
3.3.1 Metodologia do Estudo Experimental	67
3.3.2 Metodologia do Estudo de campo	69
3.3.3 Metodologia para formulação das propostas	70
3.4 Resultados e Discussão	71
3.4.1 Resultados do estudo experimental	72
3.4.2 Resultados do estudo de campo.....	74
3.4.3 Proposição de novos modelos de negócio	78
3.4.3.1 Proposta de modelo de negócio PSS orientado ao produto	79
3.4.3.2 Proposta de modelo de negócio PSS orientado ao uso	82
3.4.3.3 Proposta de modelo de negócio PSS orientado ao resultado	86
3.5 Considerações finais	91
3.5.1 Conclusões acerca da proposta PSS orientado ao produto	92
3.5.2 Conclusões acerca da proposta PSS orientado ao uso.....	93
3.5.3 Conclusões acerca da proposta PSS orientado ao resultado.....	95
3.6 Referências.....	97
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
4.1.1 Proporcionar aos frigoríficos o cumprimento da NR36 nos aspectos relacionados às facas.	100
4.1.2 Disponibilizar informações quanto à utilização das facas que permita aos frigoríficos a melhoria constante da usabilidade	101
4.1.3 Coletar, transmitir e armazenar dados confiáveis referentes ao histórico de uso das facas dentro da rotina dos frigoríficos.....	102
4.1.4 Coletar dados utilizando os produtos inteligentes desenvolvidos	102
4.1.5 Comparar dados coletados quanto a vida útil média de uma ‘faca inteligente’ versus uma ‘faca normal’	103
4.1.6 Revisar a literatura acerca de inovação em modelos de negócios para a proposição de novos caminhos comerciais.....	104
4.1.7 Objetivos gerais dos capítulos 2 e 3 e da dissertação	105
4.2 Contribuições para a Teoria e Prática:	106
4.2.1 Contribuições diretamente relacionadas ao estudo.....	106
4.2.2 Contribuições vivenciadas pelo pesquisador	107
4.3 Referencias.....	110
ANEXO A - INTEGRA DO CAPITULO OITO DA NR36	112
ANEXO B - PEDIDO DE PATENTE DE INVENÇÃO	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linha do tempo do trabalho	18
Figura 2 – Fatores de interação que afetam a usabilidade	24
Figura 3 – Esforço de corte por ângulo de afiação	28
Figura 4 – Força de corte com ângulo inapropriado à tarefa.....	29
Figura 5 – Tombamento de fio na largura da aresta de corte	30
Figura 6 – Aresta de corte de faca após 40 minutos de uso.....	30
Figura 7 – Interação entre as pesquisas	34
Figura 8 – Ideia conceitual da solução	42
Figura 9 – Faca com RFID	44
Figura 10 – Máquina de afiação com leitores RFID	45
Figura 11 – Projeto conceitual do totem.....	46
Figura 12 – Sensores de segurança do totem.....	47
Figura 13 – Utilização do totem	47
Figura 14 – Iniciando o uso do totem	48
Figura 15 – Estrutura de telas no totem.....	49
Figura 16 – Mapa interativo de facas em uso.....	52
Figura 17 – Dados específicos de uma planta industrial em tempo definido	53
Figura 18 – Dados específicos de um usuário de faca inteligente.....	54
Figura 19 – Dados das ações realizadas com a faca de um usuário	54
Figura 20 – Ponto de descarte das facas testadas	72
Figura 21 – Arquitetura alternativa de facas indicando o ponto de descarte.....	80
Figura 22 – <i>Business Model Canvas</i> para PSS orientado ao resultado	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Objetivo principal das pesquisas	15
Tabela 2 – Características gerais das facas utilizadas em frigoríficos	27
Tabela 3 – Avaliação de desempenho de corte das facas	31
Tabela 4 – Lista de atividades executadas	35
Tabela 5 – Definição das informações a serem coletadas	38
Tabela 6 – Classificação dos modelos de negócios PSS.	66
Tabela 7 – Levantamento de dados em estudo de campo.....	70
Tabela 8 – Desgaste médio das facas até o momento de descarte.....	73
Tabela 9 – Desgaste médio das facas por afiação.	73
Tabela 10 – Dados coletados na pesquisa em campo.....	75
Tabela 11 – Dimensão financeira hipotética para PSS orientado ao produto.	81
Tabela 12 – Análise de custos do cenário tradicional para o frigorífico A	83
Tabela 13 – Análise de custos do cenário PSS orientado ao uso em 6 meses.....	84
Tabela 14 – Análise de custos do cenário PSS orientado ao uso em 12 meses.....	85
Tabela 15 – Análise de custos do cenário PSS orientado ao uso em 24 meses.....	86

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o tema geral dessa dissertação, contextualiza e delimita o problema de pesquisa, expõe os objetivos e discorre brevemente sobre o método utilizado na pesquisa e as limitações da mesma.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de carne, sendo esse mercado promissor e durável. De acordo com Roppa (2013), é previsto um crescimento do consumo global de carnes de 19% até 2020. Para a OCDE/FAO (2015) esse incremento da demanda ocorrerá principalmente nas grandes economias em desenvolvimento da Ásia, América Latina e Oriente Médio, em função do aumento da população e renda, enquanto a produção concentrar-se-á nos países em desenvolvimento, com especial destaque para o Brasil. Dados da pesquisa trimestral do abate realizada, referentes à produção de 2013, indicaram mais de 2.500 frigoríficos no Brasil, sendo que 95% da produção de aves, 90% da produção de suínos e 75% da produção de bovinos ocorrem em empresas com Sistema de Inspeção Federal (SIF) sendo a maior parte desta produção realizada por grandes multinacionais exportadoras (IBGE, 2014) Diferentemente de outros países produtores como China e Índia, o Brasil possui produção excedente e tende a absorver na próxima década 26% do incremento de produção para atender a necessidade global de carnes (OCDE/FAO, 2015). Dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) apontam que as exportações de carnes brasileiras cresceram 737% em 14 anos, passando de US\$ 779 milhões em 2000 para US\$ 6,4 bilhões em 2014. Desta forma o cenário futuro da produção de carnes realizada por frigoríficos no Brasil segue promissor e possui relevante importância social e econômica ao país devido a grande geração de emprego e renda.

Porém, trabalhar na operação de um frigorífico é uma atividade de risco. As atividades laborais deste segmento são apontadas como geradores de uma legião de trabalhadores afastados devido a Doenças Osteoarticulares Relacionadas ao Trabalho (DORT) e Lesões por Esforços Repetitivos (LER). Quando comparado a outros segmentos, os trabalhadores de frigoríficos possuem três vezes mais traumatismo (inclui cortes com serras e

facas) de abdômen, ombro e braço, quatro vezes mais inflamações de músculos e tendões e até sete vezes mais lesões de punho em função de problemas ergonômicos (CARNE & OSSO, 2013).

Visando mudar esse cenário, em 2013 foi publicado a Norma Reguladora 36 (NR36), regula as atividades executadas dentro dos frigoríficos. Em particular, o capítulo oito da NR36 aborda aspectos de usabilidade de equipamentos e ferramentas com destaque para as facas, considerando aspectos ergonômicos tais como pega, conforto, peso, facilidade de uso, análise de movimentos e de atividades, bem como afiação constante e sistemas de controle e reposição de facas afiadas. Tal enfoque no que tange a afiação das facas visa eliminar uma praxe comum nos frigoríficos: a disponibilização de facas com afiação deficitária para aumentar a vida útil destes produtos, porém com consequências negativas em termos de problemas ergonômicos em longo prazo. A fim de conformar o processo de afiação de facas às novas normativas, os frigoríficos brasileiros necessitam de inovações em seus sistemas de registro e controle de afiação de facas.

Neste sentido, surge a possibilidade de inovações tecnológicas importantes. Dentre as diversas tendências tecnológicas passíveis de aplicação neste cenário, se destaca a Internet das Coisas (no inglês, *Internet of Things*, IoT), termo que se refere a um novo paradigma tecnológico em que a conexão e o compartilhamento de informações ocorre inclusive entre objetos e máquinas através da integração entre computação ubíqua, protocolo de Internet, tecnologias de sensores, computação incorporada em objetos e tecnologias de comunicações (WHITMORE et al., 2015; BORGIA, 2014). Para Weiser (1991), a computação incorporada às coisas permite que dispositivos se comuniquem entre si, adaptando-se automaticamente, inclusive considerando as preferências e necessidades dos usuários. Meira (2013) relata que a próxima revolução industrial diz respeito à chamada Indústria 4.0, a qual integrará a IoT nos processos produtivos. De acordo com O'Donovan (2015), a Indústria 4.0 é mais uma visão do que uma realidade, mas tem grande potencial, pois o conceito continua a envolver pessoas com novas ideias e meios inovadores para serem implantadas; além disso, muitas das técnicas e tecnologias necessárias existem atualmente, porém em outras aplicações. Gubbi et al. (2013) afirmam que a Internet das Coisas tem potencial de melhorar a vida das pessoas, com capacidade de economizar tempo e dinheiro para pessoas e organizações, além de auxiliar na tomada de decisões e resultados em uma ampla gama de aplicações. Para os autores, a introdução de tecnologias como identificação por radiofrequência e computação inteligente

possibilitou inovações nos modelos de negócios principalmente em função do domínio da informação disponibilizada por dispositivos inteligentes conectados entre si e em rede. Lee e Lee (2015), estudando sobre a aplicação de IoT, concluiu a existência de três categorias de aplicações para IoT; (i) monitoramento e controle, (ii) análise de dados e negócios e (iii) compartilhamento de informações e controle.

Inovações que integram tecnologias de Internet das Coisas sob a ótica de produtos inteligentes possuem o potencial de mudar de maneira significativa a forma como esses produtos são comercializados e distribuídos (BORGIA, 2014), afetando os modelos de negócios tradicionais, criando novos modelos até então inexistentes (DIJKMAN et al., 2015). Neste sentido, conforme apontam Lee e Lee (2015), a própria informação pode se tornar uma fonte importante de criação e captação de valor. Porém, pode-se argumentar que, embora o fluxo tradicional de monetização do valor entregue ao cliente, sob a ótica de preços, inclua o custo de produção e distribuição do produto físico, tipicamente há uma expectativa, por parte dos clientes, de gratuidade com relação à informação, essa relutância por parte dos clientes em pagar pelas informações pode mudar ao longo do tempo, todavia pode ser uma importante barreira para modelos de negócio baseados em Internet das Coisas.

. Para Teece (2010), um modelo de negócio define como a empresa cria e entrega valor aos clientes, convertendo os pagamentos recebidos em lucro. O autor destaca ainda que, no caso de inovações, as empresas pioneiras precisam se destacar não apenas na inovação de seus produtos, mas também no desenho de seu modelo de negócio, entendendo as opções existentes, bem como a necessidade dos clientes e suas trajetórias tecnológicas. A inovação de um modelo de negócio pode ser uma fonte de vantagem competitiva, mas apenas se o modelo for suficientemente diferenciado e difícil de replicar pelos concorrentes e novos entrantes. Em outras palavras, sem um modelo de negócio bem definido, os inovadores encontram dificuldades para entregar e capturar valor com suas inovações. É relativamente comum que inovadores falhem no mercado com inovações tecnicamente meritórias porque se mantiveram fieis a modelos de negócio que, embora tenham se mostrado adequados no passado, com inovações prévias, não sejam os melhores para inovações posteriores (CHESBROUGH, ROSENBLOOM, 2002).

Uma das alternativas para modelos de negócio para Internet das Coisas envolvendo produtos inteligentes é o conceito de sistema de produto-serviço, do inglês, *Product-Service System* (PSS) de Tukker (2004). Reim (2015) estudou a implementação de modelos de

negócio baseados em PSS e argumenta que a integração de oferta de produtos e serviços tem potencial de melhorar a eficiência dos produtos, o que pode levar a efeitos econômicos e ambientais positivos para a indústria e sociedade. Com base em uma perspectiva de custos do ciclo de vida, as soluções de produtos e serviços criam incentivos para otimizar uso de recursos e prolongar a vida de um produto (TUKKER, 2004 apud REIM, 2015). As soluções integradas de produtos e serviços, porém, frequentemente requerem transformações radicais em produtos e empresas voltados para o serviço na cadeia de valor, inclusive na indústria.

Desta forma, a questão de pesquisa que norteia essa dissertação é: o desenvolvimento de produtos inteligentes permite a transformação radical necessária em termos de produtos e serviços para a exploração de novos modelos de negócios?

1.2 OBJETIVOS

Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma alternativa de inovação tecnológica aos frigoríficos brasileiros para o controle e registro das afiações de facas utilizando produtos inteligentes (facas, máquinas de afiar, entre outros) e o paradigma tecnológico da Internet das Coisas, e, simultaneamente, gerar vantagens econômicas para a empresa focal e seus clientes através da exploração comercial das informações coletadas.

Atingir esse objetivo exige o estudo de duas grandes áreas da engenharia de produção, sendo a primeira direcionada à Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos que engloba a inovação tecnológica com uso de Internet das Coisas e produtos inteligentes (capítulo 2 – Desenvolvimento da inovação tecnológica com produtos inteligentes) e a segunda voltada ao estudo dos modelos de negócios para a exploração comercial das informações (capítulo 3 – Proposta de novos modelos de negócios para explorar comercialmente a inovação tecnológica desenvolvida).

Para atingir o objetivo principal, uma série de premissas precisam ser atendidas, sendo que o desenvolvimento da inovação tecnológica deve: (i) proporcionar aos frigoríficos o cumprimento da NR36 nos aspectos relacionados às facas, (ii) disponibilizar informações quanto a utilização das facas que permita aos frigoríficos a melhoria constante da usabilidade, (iii) coletar, transmitir e armazenar dados confiáveis referentes ao histórico de uso e afiação das facas na rotina dos frigoríficos, possuindo como objetivo secundário identificar as

demandas que atendam as questões legais, técnicas e informacionais para o desenvolvimento de um produto inteligente . Por outro lado, propor novos modelos de negócios demanda os seguintes objetivos secundários: (iv) coletar dados utilizando os produtos inteligentes desenvolvidos, (v) comparar dados coletados quanto à vida útil média de uma ‘faca inteligente’ *versus* uma ‘faca normal’, (vi) revisar a literatura com relação a modelos de negócios para a propor de novos caminhos comerciais.

Todavia acredita-se que a intensificação do uso de produtos inteligentes na indústria da carne poderá proporcionar uma nova era na gestão da cadeia de suprimentos deste segmento, incrementar a produtividade do setor e melhorar a usabilidade das facas, reduzindo inclusive os danos à saúde dos trabalhadores no longo prazo.

1.3 MÉTODO

Dado o objetivo proposto, que surge a partir de um problema existente a um segmento de clientes da empresa focal, fica evidente a necessidade de uma pesquisa participativa e colaborativa, na qual o pesquisador exerça o papel de coordenador das atividades, engajando múltiplas áreas tanto da empresa focal quanto de seus clientes. Desta forma a estratégia de pesquisa adota foi a pesquisa-ação (MELLO et al., 2015; RIPAMONTI et al., 2016).

De acordo com Chiasson et al. (2008), na pesquisa-ação as práticas pluralistas oriundas das misturas de diversos tipos de atividades e métodos de pesquisa fornecem ao pesquisador um rico portfólio de abordagens para a construção do conhecimento, minimizando os riscos envolvidos de forma a garantir contribuição para a literatura científica e solução de problemas práticos. Mello et al. (2012) propuseram um processo para condução de estudos apresentando técnicas e ferramentas para pesquisadores operacionalizarem o uso da pesquisa-ação no processo de pesquisa no âmbito da Engenharia de Produção. De acordo com os autores, o ciclo principal de uma pesquisa-ação na Engenharia de Produção é composto por cinco fases, sendo; (i) Planejar a pesquisa-ação, (ii) Coletar dados; (iii) Analisar dados e planejar ações; (iv) Implementar ações e (v) Avaliar resultados e gerar relatório. A partir da segunda fase poderão existir ciclos secundários que seguem a mesma operacionalização do principal, porém com problemas específicos surgidos ao longo do principal. Esse estudo segue o processo de condução sugerido por Mello et al. (2012), que

ainda relata que é comum o uso da pesquisa-ação por mestrandos oriundos de empresas do setor público ou privado que, diante de uma dificuldade identificada em seu ambiente de trabalho, busque uma solução que contribua para melhoria das práticas organizacionais e para a base de conhecimento. Nestes casos nos quais a iniciação do estudo é dirigida por um problema prático e real, torna-se fundamental estabelecer uma hierarquia de autoridade final para execução de uma ação, bem como a importância do caráter consultivo de conhecimento do grupo de trabalho, envolvendo outros profissionais além do pesquisador acadêmico.

O estudo foi dividido em dez pesquisas, identificadas como P1, P2, P3,..., P9 e P10. Para cada pesquisa foram encontrados resultados, identificados como R1, R2, R3,..., R9 e R10. Das dez pesquisas realizadas, cinco são consideradas pesquisas principais (P1, P2, P3, P9 e P10), pois seus resultados estão diretamente relacionados ao atendimento das premissas e dos objetivos secundários deste estudo sendo aplicados diretamente na solução do problema de pesquisa principal desta dissertação. As demais pesquisas foram classificadas como pesquisas secundárias (P4, P5, P6, P7 e P8), pois seus resultados são base do desenvolvimento tecnológico para a condução e realização das pesquisas principais. A Tabela 1 apresenta os objetivos de cada uma das dez pesquisas de forma reduzida.

Tabela 1 – Objetivo principal das pesquisas

Pesquisa	Objetivo Principal
P1	Obter informações para cumprir a NR36
P2	Obter informações para melhorar a usabilidade das facas
P3	Coletar dados, armazená-los e transformá-los em informações
P4	Analisar patentes existentes e buscar proteção da inovação
P5	Desenvolver facas inteligentes
P6	Desenvolver máquinas de afiação inteligentes
P7	Desenvolver sistema inteligente para coleta de dados dos usuários
P8	Desenvolver Software para gestão de dados e Business Intelligent
P9	Testar a solução desenvolvida e coletar dados para revisão do modelo de negócio
P10	Rever modelo de negócio e propor novas alternativas

Fonte: O autor

A pesquisa-ação conduzida nesta dissertação foi dividida, para fins de apresentação de resultados, em dois artigos independentes, mas complementares, os quais constituem os Capítulos 2 e 3 deste manuscrito. O Capítulo 2, portanto, também utilizou a metodologia de pesquisa-ação e apresenta o desenvolvimento e resultados de P1, P2, P3 (exceto etapa P3.5),

P4, P5, P6, P7 e P8. Cada uma das cinco etapas sugeridas por Mello et al. (2012) foram classificadas como passos intermediários em cada pesquisa, como por exemplo: P1.1 referenciando a etapa de planejamento da pesquisa P1 ou ainda P1.2 referenciando a etapa de coleta de dados da pesquisa P1 e assim sucessivamente. O Capítulo 3, por sua vez, apresenta um método exploratório de estudo de caso com o desenvolvimento e resultados de P9 e P10.

1.4 DELIMITAÇÕES

O sistema desenvolvido permite o controle e registro das afiações de facas utilizando IoT, registrando naturalmente a rotina de afiação e satisfação dos usuários com as facas, atendendo a NR36 de forma satisfatória. Porém, esta pesquisa não abordou e não descarta outras formas de atendimento dos mesmos requisitos legais no âmbito brasileiro no qual a norma tem vigência, sendo restrito ao cumprimento específico das exigências impostas no capítulo NR 36.8.4.1 alínea a, NR 36.8.10 alíneas b e c.

Quanto aos aspectos de usabilidade, os dados armazenados são fundamentais no processo de melhoria contínua de facas nos frigoríficos, pois quando há alterações no nível de satisfação momentânea dos usuários, torna-se possível identificar o cenário de uso da faca no qual as variações na satisfação foram geradas. Todavia é fundamental reforçar que o sistema por si só não melhora a usabilidade das facas, mas torna-se uma ferramenta importante no processo de melhoria em função da riqueza de informações coletadas e estatísticas geradas ao longo do tempo em relação ao nível de satisfação *versus* aspectos técnicos e de uso do produto que permitirão investigar as causas e agir de forma rápida e até mesmo preventiva na busca das melhorias contínuas.

Todas as três propostas de modelos de negócios para exploração comercial da tecnologia desenvolvida, apresentadas no Capítulo 3 representam de forma única e exclusiva a visão do pesquisador quando do cruzamento das informações disponíveis na literatura pesquisada e do levantamento de dados de um estudo de caso específico aqui relatado, não podendo ser considerado como uma realidade válida de forma genérica a todos os casos similares e não representando, desejo ou estratégia futura da empresa focal analisada. As hipóteses propostas não foram modeladas ou analisadas na forma de um plano de negócios, não representam as únicas opções e tampouco possuem viés de serem as melhores alternativas, mas possibilitam minimamente ao leitor visualizar possibilidades diferentes no

âmbito da inovação, seja essa tecnológica sob a ótica de produtos ou ainda em modelos de negócios.

Trata-se, portanto, exclusivamente do cumprimento das exigências acadêmicas de defesa de dissertação para conclusão do mestrado profissional em engenharia de produção por parte do pesquisador junto à instituição de ensino.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

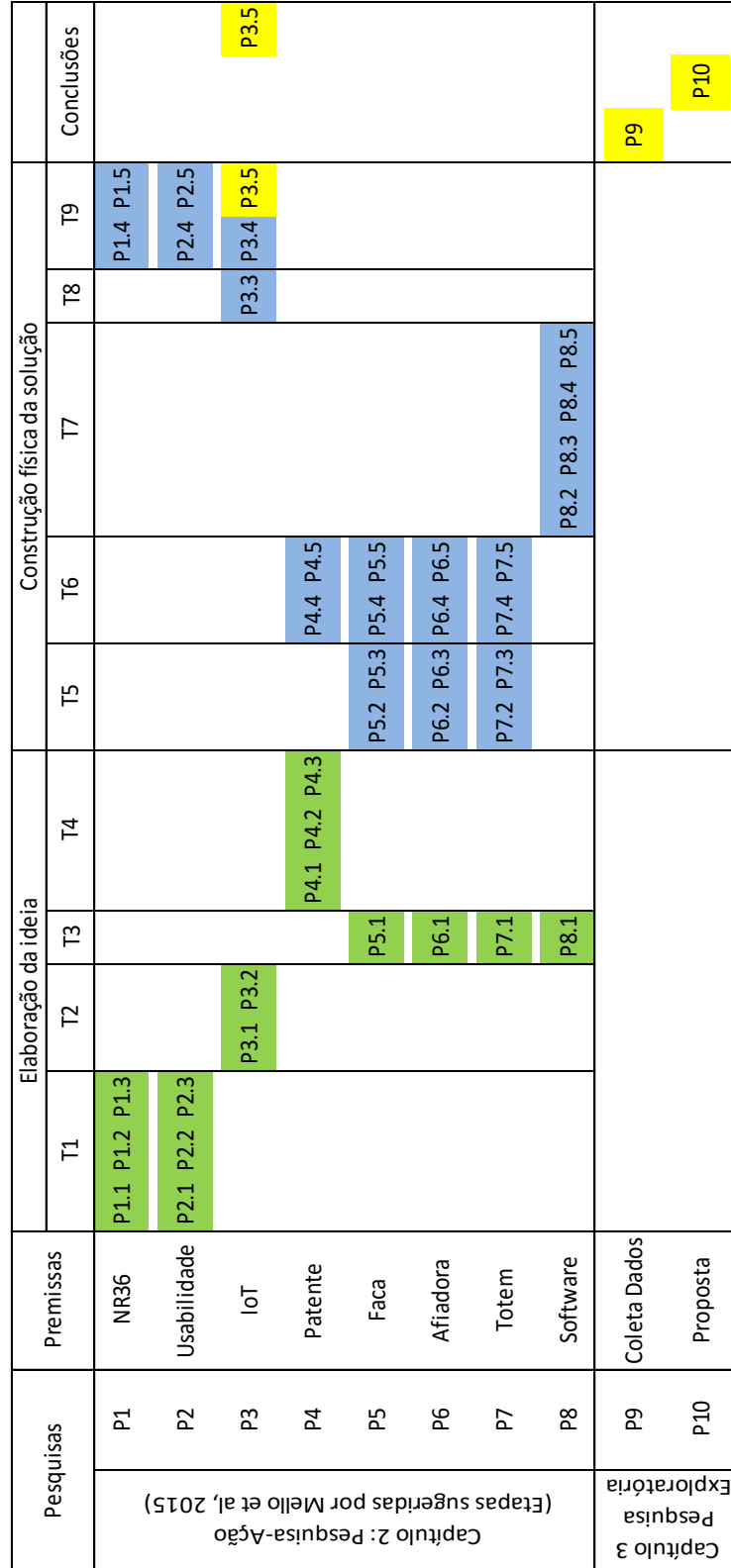
Esta dissertação está estruturada em quatro capítulos, sendo o primeiro a introdução, seguido de dois artigos (Capítulos 2 e 3) que apresentam dez pesquisas realizadas na condução do estudo e finaliza com as conclusões e considerações finais.

O primeiro capítulo apresenta o tema e o contexto em estudo, explica os objetivos e delimita o problema de pesquisa. Além disso, são apresentados brevemente os procedimentos metodológicos e discutidas algumas delimitações do trabalho.

O segundo capítulo relata o processo de desenvolvimento da solução tecnológica comercialmente batizada por SMARTKNIVES que culminou em um pedido de patente de invenção depositado no INPI no Brasil e, posteriormente, via tratado de cooperação em matéria de patentes PCT, ampliado para Estados Unidos da América, Austrália e Nova Zelândia.

O terceiro capítulo aborda o ambiente pós-desenvolvimento da tecnologia desenvolvida e as dificuldades de introdução de uma tecnologia inovadora no mercado via modelo tradicional de comercialização. Nesse capítulo é apresentado o levantamento de dados sobre uso das facas em dois frigoríficos brasileiros, análise dos dados coletados e revisão da literatura acerca de modelos de negócios e inovação tecnológica culminando na proposição de três novos modelos de negócio embasados em PSS, do inglês *Product Service System*, para exploração comercial da inovação tecnológica apresentada no Capítulo 2. Por fim o quarto capítulo traz as conclusões e considerações finais, bem como as contribuições para a prática e para a teoria. A Figura 1 traz uma representação visual da estrutura do trabalho e seu desenvolvimento em etapas ao longo do tempo.

Figura 1 – Linha do tempo do trabalho



Fonte: O autor

2 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS INTELIGENTES: O CASO SMARTKNIVES

RESUMO

A produção de carnes no Brasil possui relevante importância social e econômica para o país devido a grande geração de emprego e renda. Todavia o trabalho nessas indústrias gera altos índices de LER e DORT sendo um fator agravante, o uso de facas com afiação deficitária que prejudica sua usabilidade exigindo maior esforço físico. Visando atuar na redução deste problema, em 2013 foi publicada a NR36 que regulamenta a atividade laboral com ênfase nos aspectos ergonômicos obrigando aos frigoríficos adequarem seus processos produtivos. Neste cenário, surge a dificuldade prática da rastreabilidade das facas utilizadas com controle e registro das afiações que permitam melhorias de usabilidade considerando inclusive as variáveis instantâneas de ambiente, atividade, usuários e produtos, nesse caso as facas, de forma a garantir a satisfação do usuário. Esse estudo abordou a problemática sobre a ótica de que a eficiência das facas (esforço necessário para sua eficácia) transcende a fronteira física das indústrias fabricantes e adentra no uso diário e momentâneo destas pelos usuários dentro dos frigoríficos, necessitando o desenvolvimento de um sistema inovador que permita a coleta de dados contínuos e confiáveis sobre o uso, relacionando-os com a satisfação do usuário, os aspectos construtivos e da manutenção das condições corretas de afiação das facas. Através de uma metodologia de pesquisa-ação foram executadas três investigações principais acerca do problema e cinco pesquisas secundárias que permitiram construir a solução, culminando no desenvolvimento e depósito de patente de um sistema inovador de gestão de facas em frigoríficos composto por (i) facas com identificadores de RFID nos cabos, (ii) máquinas de afiação que utilizam a tecnologia de Internet das Coisas, compartilhando dados em tempo real sobre os aspectos técnicos do produto e sua correta afiação, (iii) totem informatizado que relaciona produto, atividade executada e usuário, registrando a satisfação com o produto e ligados a (iv) software para armazenar dados, prover inteligência e alertar necessidades de ações corretivas imediatas e/ou preventivas de médio prazo que permitam a melhoria da usabilidade de facas, atendendo a NR36 e possibilitando novas oportunidades de modelos de negócios.

Palavras-chave: Produtos Inteligentes. Inovação Tecnológica. Internet das Coisas. Facas para frigoríficos. Faca Inteligente.

ABSTRACT

The production of meat made by slaughterhouses in Brazil has important social and economic to the country because it generates employment and income, however, at the same time, it generates high rates of ergonomic injuries, being an aggravating factor, the use of knives with bad edging that damages their usability requiring greater physical effort. To reduce this problem, in 2013 the NR36 was published, which regulates the work activity with emphasis on the ergonomic aspects, obliging the slaughterers to adapt their production processes. In this scenario there is the practical difficulty of the traceability of the knives used with control and registry of knife sharpening that allow usability improvements considering also the instantaneous variables of work environment, activity, users and products, in this case the knives, in order to guarantee user satisfaction. This paper tackled the problem of the efficiency of knives (the effort necessary for their effectiveness) to transcend the physical frontier of the manufacturing industries and enter into the daily and momentary use of these knives by the users inside the slaughterhouses, requiring the development of an innovative system to capture continuous and reliable data on use, relating them to user satisfaction, the knives' constructive aspects and the maintenance of the correct knife sharpening conditions. Through an action-research methodology, three main investigations were carried out on the problem and five secondary investigations were carried out to build the solution culminating in the development and patenting of an innovative knife management system in slaughterhouses. This system consists of knives with a chip in the handle, edging machines that use the Internet of Things, sharing data in real time about the technical aspects of the product and its correct edging, besides a totem relating product, performed activity, and user satisfaction log attached to software that stores and alerts the needs for immediate and / or preventive corrective actions to improve the usability of the knives, meeting the legal requirements of NR36 and allowing new opportunities for business models.

Keywords: Smart products, technologic innovation, internet of things, knives for slaughterhouses, smart knives.

2.1 INTRODUÇÃO

O segmento frigorífico tem sido grande impulsionador da economia brasileira, gerando milhares de empregos e ampliando a renda em diversas regiões do país (FURLAN, CERIGUELI, 2015). A abertura da economia brasileira promovida na década de 1990 obrigou as empresas brasileiras a tornarem-se mais profissionais e competitivas com a implementação natural de grandes escalas de produção. Em especial nesse segmento, o baixo custo de produção aliado à qualidade reconhecida da carne brasileira no cenário internacional permitiu acesso a novos mercados e ampliação das exportações. Todavia, tais desenvolvimentos agravaram de forma significativa os problemas ergonômicos pertinentes às atividades laborais nos frigoríficos. Fato que comprova isso é um estudo realizado pelo Ministério Público do Trabalho (BRASIL, 2013 apud RAFAGNIN, 2017) que aponta que, no período entre 2003 a 2007, o dispêndio do estado com tratamento de doenças ocupacionais e acidentes do trabalho nesse segmento era 250% maior que o valor recolhido aos cofres públicos pelo mesmo. Nesse contexto, era necessário regulamentar as atividades laborais nos frigoríficos, exigindo dos empregadores diversas ações preventivas para reduzir impactos ergonômicos.

Diante disso, em 19/04/2013 foi publicada a NR36 – Norma Reguladora 36 – também conhecida com ‘NR dos Frigoríficos’, que busca prevenir e reduzir acidentes de trabalho e doenças ocupacionais. No Capítulo 8 é destacada a importância do uso de facas adequadas e garantia de entrega de facas afiadas em periodicidade e quantidade adequada ao volume de produção, visando redução de esforço na execução das atividades de corte e permitindo melhor usabilidade, satisfação e redução de riscos ergonômicos. Apesar da NR36 estabelecer prazos para as adequações, algumas são de difícil implementação, seja em função da ausência momentânea de solução tecnológica, alto custo envolvido na aquisição da solução ou elevado custo de manutenção operacional da mesma. Especificamente em relação às facas em uso dentro dos frigoríficos diversos estudos (CLAUDON, MARSOT, 2006; MCGORRY et al., 2003; BISHU et al. 1996 ; SZABO, RADWIN, 2001 ; KARLTUN, 2016; VERHOVEN, 2006) confirmam um aumento significativo de esforço físico para execução de cortes quando a faca não está adequadamente afiada. Apesar de ser comum a existência de protocolo de afiação periódica para as facas, esses nem sempre são cumpridos de fato, ou seja, é comum as facas não serem afiadas para ampliar a vida útil em termos de dias de uso e reduzir as despesas de aquisição com novas facas.

Rafagnin (2017) fez um estudo em relação à implementação das exigências da NR36 em um frigorífico na cidade de Concordia/SC e identificou que as metas traçadas pela empresa apresentam decisões voltadas para o resultado econômico e financeiros imediatos, deixando de implementar completamente adequações que afetem esses resultados. Porém, quando da ocorrência de inspeção e auditorias programadas do Ministério Público do Trabalho, as adequações são programadas e implementadas integralmente mas de forma temporária, retornando à situação anterior pós-auditorias, reforçando que “as mudanças realizadas a partir da NR36 não foram por preocupação da empresa com a saúde do trabalhador, mas por uma obrigação imposta desde que a referida norma entrou em vigor” (RAFAGNIN, 2017, p.114).

Diante do exposto, este artigo aborda dois temas principais: a usabilidade de facas em frigoríficos brasileiros e a inovação tecnológica baseada em IoT como solução para a questão da afiação com fins de melhoria da usabilidade. O problema se refere à afiação deficitária das facas, que prejudica a usabilidade do produto e agrava os riscos ergonômicos. Em particular, ressalta-se o contexto de dificuldade dos frigoríficos em registrar e controlar tais afiações para cumprir exigências legais.

Para desenvolver uma alternativa de inovação tecnológica aos frigoríficos brasileiros para o controle e registro das afiações de facas utilizando produtos inteligentes e o paradigma tecnológico da Internet das Coisas é necessário atender as seguintes premissas: (i) proporcionar aos frigoríficos o cumprimento da NR36 nos aspectos relacionados às facas, (ii) disponibilizar informações quanto a utilização das facas que permita aos frigoríficos a melhoria constante da usabilidade, e (iii) coletar, transmitir e armazenar dados confiáveis referentes ao histórico de uso e afiação das facas na rotina dos frigoríficos. Essas premissas de forma desmembradas, são a base das pesquisas P1 a P8 apresentadas na figura 3.

Um dos principais desafios dessa pesquisa é o desenvolvimento de uma solução não apenas com viés técnico, mas também observando aspectos econômicos de modo que possa ser uma solução que permita rápida implantação no mercado na forma de inovação, portanto retornando benefícios a todos os atores envolvidos, tais como (i) frigoríficos, com uma solução viável economicamente, (ii) usuários, por melhorar a usabilidade das facas, (iii) Ministério Público do Trabalho, que pode conferir inclusive por plataformas digitais o cumprimento da NR 36 em tempo real, e (iv) empresa focal, que deverá capturar uma parcela dos benefícios gerados com a inovação na forma de lucro.

2.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentado o referencial teórico que embasa o artigo. Primeiramente, são abordados os aspectos ergonômicos e de usabilidade de produtos de forma geral, seguido de usabilidade de facas em frigoríficos analisando aspectos de cabo e pega, aspectos de lâmina e seus distintos formatos e uso e, por fim, a afiação e sua importância na usabilidade dos produtos e no esforço de corte. O embasamento teórico é parte fundamental do desenvolvimento da solução, pois permite identificar os parâmetros técnicos importantes e quais informações são de fato relevantes para serem coletadas e registradas de forma a permitir atingir os objetivos desse estudo.

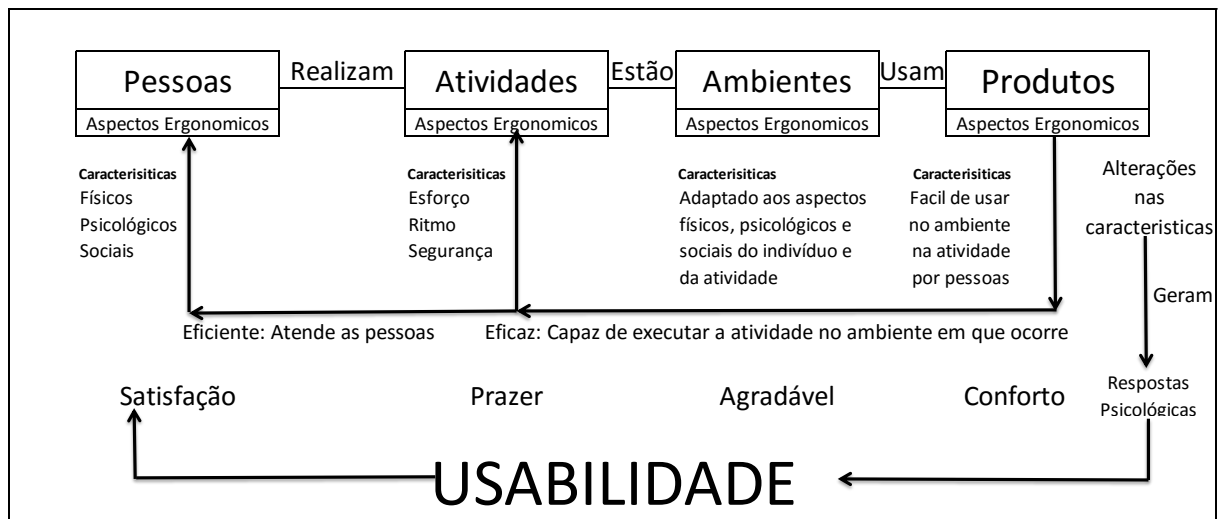
2.2.1 Ergonomia e usabilidade de produto

O design de um produto deve ser pensado e projetado visando a experiência que o usuário terá, associando dois aspectos essenciais: ergonomia e usabilidade. As propriedades que caracterizam a ergonomia e a usabilidade são, respectivamente, o conforto e a facilidade de uso. Para Iida (2005), a ergonomia está relacionada ao uso do produto para reduzir consequências nocivas aos usuários, com aplicação de conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na interação do usuário, com o produto e o ambiente. Por sua vez, a usabilidade, termo surgido a partir do estudo de *interface de softwares*, se relaciona com os níveis de eficácia, eficiência e satisfação. A eficácia corresponde à capacidade de realizar a função ao qual o produto é destinado (PREECE, 2002). A eficiência corresponde ao esforço requerido para ser eficaz, quanto menor o esforço, maior a eficiência (SILVEIRA et al., 2008). Por fim, a satisfação é o aspecto mais subjetivo e difícil de mensurar, pois é considerado pelos usuários como a média dos alcances dos objetivos envolvendo o conforto e a facilidade de uso, ou seja, tanto aspectos ergonômicos quanto de usabilidade mesclados.

Desta forma, a usabilidade depende da interação entre o produto, o usuário, a tarefa que se deseja executar e o ambiente, sendo medida tanto por características físicas quanto mentais (JORDAN, 1998). Portanto, conforme Iida (2005), não depende unicamente das características; logo, um produto não possui usabilidade intrínseca, mas um potencial dentro de um contexto. Para Silveira et al. (2008), é necessário investigar a interação tarefa, usuário, produto e ambiente, ou seja, a usabilidade depende de quem está usando o produto, do objetivo da tarefa e do ambiente no qual o produto é utilizado.

A Figura 2 esquematiza as interações entre pessoas, atividades, ambientes e produtos. As pessoas devem ser o ponto de partida, suas características e aspectos ergonômicos devem ser considerados prioritariamente enquanto os demais fatores de interação (atividade, ambiente e produtos) adaptados de forma a gerar percepções agradáveis, confortáveis, prazerosas e que gerem satisfação a quem utiliza.

Figura 2 – Fatores de interação que afetam a usabilidade



Fonte: Adaptado pelo autor

Observa-se, portanto, que o resultado de usabilidade de um produto é subjetivo e momentâneo, pois pode variar se alterado qualquer aspecto, como por exemplo, o desgaste físico acumulado pelas pessoas, proveniente de um período de trabalho no dia ou ao longo da semana, variações de ritmo de trabalho, temperatura do ambiente ou a própria condição de uso do produto desgastado após algum tempo como, por exemplo, uma faca que vai perdendo a capacidade de corte após o uso contínuo na realização de uma determinada atividade.

2.2.2 Usabilidade de facas em frigoríficos

Uma faca é composta basicamente por três subsistemas: (i) cabo, ou local de pega do usuário para o manuseio; (ii) lâmina, responsável pela execução da atividade; e (iii) afiação. Para que uma faca seja eficaz (execute a atividade de cortar) a lâmina necessita ser afiada. Sem afiação, não há usabilidade deste produto. Desta forma, foram avaliados os aspectos de

usabilidade de cabo, lamina e afiação para identificar a importância relativa de cada um deles nas facas usadas nos frigoríficos.

2.2.2.1 Cabo das facas

O cabo das facas usadas em frigoríficos é tema de amplo debate em estudos de casos, geralmente com sugestões de melhorias para execução das distintas atividades e pessoas envolvidas. Trata-se de um desafio para designers, ergonomistas, fabricantes de facas e frigoríficos. Alguns estudos identificaram características e melhorias que devem ser observadas no momento do desenvolvimento dos produtos.

Tomazzoni (2004), por exemplo, quantificou a variação de tensão muscular no início e fim do turno de trabalho com facas em um frigorífico utilizando eletromiografia sensitiva ao comparar o uso de dois modelos de facas cujo único diferencial consistia em material diferente no cabo (cabo de polipropileno versus cabo emborrachado). O autor concluiu que os funcionários apresentavam níveis de tensões musculares maiores ao final do turno com ambas as facas, porém em menores índices (67% menor) em facas com cabo de material emborrachado. Na mesma linha, Guimarães et al. (2004) observaram aumento na percepção de conforto e redução de dores nas mãos e punho no uso de facas com cabos emborrachados, enquanto Albano et al. (2005), utilizando teste de percepção tátil, concluíram que o aumento de satisfação foi diretamente proporcional ao percentual de material emborrachado contido no cabo das facas. Benedikt e Thomas (2015), por sua vez, analisaram aspectos de variações de forma, textura e materiais na pega de objetos utilizando a força de prensão como parâmetro de análise de design, observando que a redução do atrito na interface da mão com o objeto eleva a força de prensão e sugerindo design distinto (forma, textura e materiais) na realização de uma mesma atividade por pessoas idosas ou jovens, em função de diferenças na percepção do tato fino quando de usuários mais idosos.

No que tange o uso de facas nos frigoríficos brasileiros, além dos aspectos de design das empunhaduras deve-se considerar inclusive o eventual uso de luvas na realização das atividades (NR 36.8.2), pois reduzem o tato fino e mobilidade. Estudo realizado pela empresa focal, fabricante de facas brasileiras, na desossa do pernil de suínos observou preferências por cabos diferentes em função do uso de luvas nitrílicas na execução do trabalho. Sem o uso de luvas na mão que manuseia a faca, a preferência foi por cabos emborrachados macios, com dimensões maiores e textura suave. Já com o uso de luvas, a preferência foi por cabos de

polipropileno, duros, com dimensões menores e textura áspera. Tal variação de resultado ocorreu em função da perda do tato fino e da presença de gordura entre a luva e o cabo, deixando-o mais escorregadio, com menor percepção de segurança e exigindo que o usuário aplicasse maior pressão na mão para firmar a faca e sentir-se mais seguro no uso.

De modo geral, os estudos reforçam a importância da constante análise ergonômica por parte de cada frigorífico para uso de cabos mais apropriados a atender a interação pessoa, atividade e ambiente, não sendo algo possível de ser padronizado em um cenário de produção em escala, sob a ótica de “cabo ergonômico”. Ao contrário, a melhoria da usabilidade de cabos de facas carece de customização, produção de cabos de facas individualizados de acordo com a pessoa, o ambiente e a atividade, algo que no cenário tecnológico atual não é possível de forma economicamente viável. Porém, a evolução de tecnologias como impressão 3D pode ser um caminho promissor para a futura customização de cabos de facas nos frigoríficos.

2.2.2.2 Lâmina das facas

A lâmina de uma faca é a principal parte da mesma. Silveira et al. (2008), ao realizar um estudo sobre usabilidade de facas de desossa em um frigorífico de bovinos, indicam que os aspectos físicos da lâmina que afetam a usabilidade são: afiação, tipo de aço, inclinação, comprimento e largura.

De forma geral, analisando os produtos disponíveis no mercado, se observa características comuns de indicação de laminas. Os fabricantes classificam seus produtos de acordo com o ambiente (tipo de carne a ser produzida) e a atividade ao qual o produto é destinado com destaque principalmente para desossas (corte de carne com osso) e refíles (corte de carne sem osso), com alguns modelos específicos para o abate e/ou cortes especiais.

A Tabela 2 resume as características comumente encontradas em produtos de diversos fabricantes de facas, conforme pesquisa em sites das empresas: Mundial (Brasil), Tramontina (Brasil), Simonagio (Brasil), DiSole (Brasil), Victorinox (Suíça), Frost Mora (Suécia), Wüstof (Alemanha), Henckels (Alemanha), Eiker Messer (Alemanha), Gieser Messer (Alemanha), Dick (Alemanha), Icel (Portugal), Ivo (Portugal), Dexter Russel (EUA), Global (Japão).

Tabela 2 – Características gerais das facas utilizadas em frigoríficos

Produto	Atividade	Ambiente	Tamanho de laminas	Largura de laminas	Tipo de laminas
FACAS	Desossas	Frangos	de 3 a 6 polegadas	Normalmente mais Estreitas	Opções de laminas retas ou curvadas, rígidas ou com diferentes níveis de flexibilidade, voltadas para atender detalhes das atividades executadas.
		Suínos	de 4 a 7 polegadas		
		Bovinos	de 5 a 8 polegadas		
	Refíles	Frangos	de 5 a 8 polegadas	Normalmente mais Largas	
		Suínos	de 7 a 10 polegadas		
		Bovinos	de 8 a 14 polegadas		

Fonte: O autor

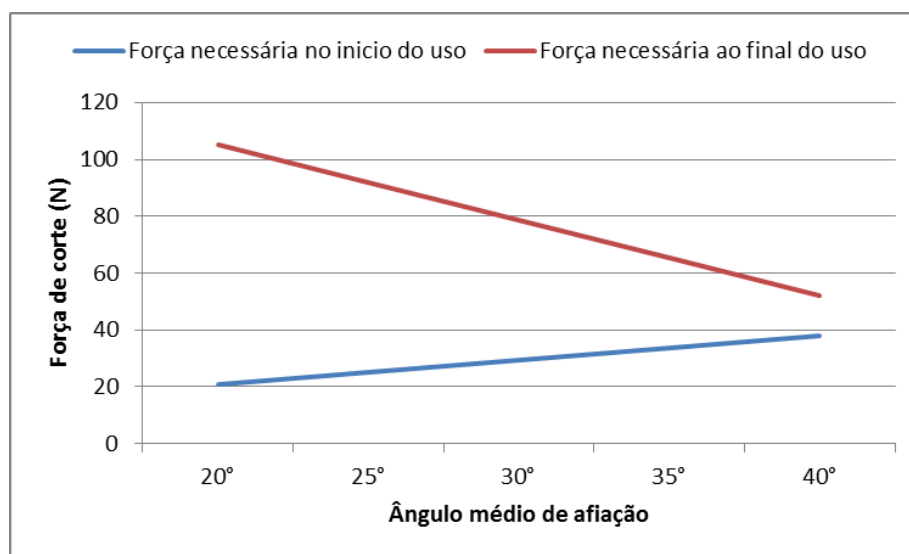
Observa-se uma forte preocupação por parte dos fabricantes em atender aspectos relacionados à eficácia do produto (necessidades relativas às atividades e ambiente de uso), porém a busca de um produto eficiente transcende a fronteira física das indústrias fabricantes de facas e adentra no uso diário e momentâneo das facas pelos usuários dentro dos frigoríficos, especialmente no que tange à qualidade de corte e afiação. Neste contexto, sistemas de afiação e de manutenção do fio das facas são fundamentais na busca de eficiência e conseqüente satisfação.

2.2.2.3 Afiação das facas e retenção de corte

Relatos na literatura apontam para a uma correlação entre o aumento de tensões musculares e problemas ergonômicos quando a afiação da faca for deficitária. Claudon e Marsot (2006) observaram o efeito da deterioração do fio das facas nas tensões biomecânicas em dez desossadores profissionais realizando uma mesma tarefa com facas bem afiadas e facas com afiação deficitária. Utilizando eletromiografia de superfície, os autores observaram que facas bem afiadas resultam em níveis de tensões significativamente mais baixos em dedos, punho, braço e ombros. Destacando a importância de treinamento e controle do uso de facas bem afiadas, McGorry et al. (2005) compararam três níveis de desgaste do fio, sendo faca com afiação boa, afiação mediana e afiação ruim, observando o impacto da qualidade da afiação da faca em 15 profissionais de frigoríficos na realização de distintos cortes. Os autores concluíram que a qualidade da afiação da faca tem grande impacto sobre a força de aderência e momento de corte (força necessária para execução do corte) com efeito significativo sobre o esforço dos membros superiores dos trabalhadores, recomendando treinamento de afiação e protocolos que garantam o uso de facas afiadas. Bishu et al. (1996) em testes de laboratório cortando mortadela com uma faca afiada e outra com afiação deficitária observaram maiores força de corte para a faca com fio ruim. Szabo e Radwin (2001) recomendam a reafiação das

facas em horários regulares para reduzir o esforço do operador. Karlton et al. (2016), em um estudo realizado em frigoríficos na Suécia, identificaram que a reafiação das facas devem ser realizadas em um período entre 1:20 hora e inferior a 3 horas, e que a experiência do usuário em manter a faca afiada é mais importante para a redução do esforço de corte do que a dureza em diversas facas profissionais de qualidade reconhecida que foram testadas. Marson et al. (2007) investigaram a influência do ângulo de afiação e do tipo de aço após tratamento térmico. Analisaram a força necessária em um estágio inicial de corte da faca e ao longo de diversos ciclos de uso/desgaste, observando o aumento da força de corte com o uso e concluíram ângulos da afiação maiores permitem maior retenção de corte. Os autores destacaram que um ângulo de afiação menor permite menor força de corte inicial, porém rapidamente se deteriora (baixa retenção de corte), exigindo significativo aumento da força. Na medida em que o ângulo de afiação aumenta, a força também aumenta, porém mantém-se em níveis menores ao longo do tempo, conforme Figura 3.

Figura 3 – Esforço de corte por ângulo de afiação

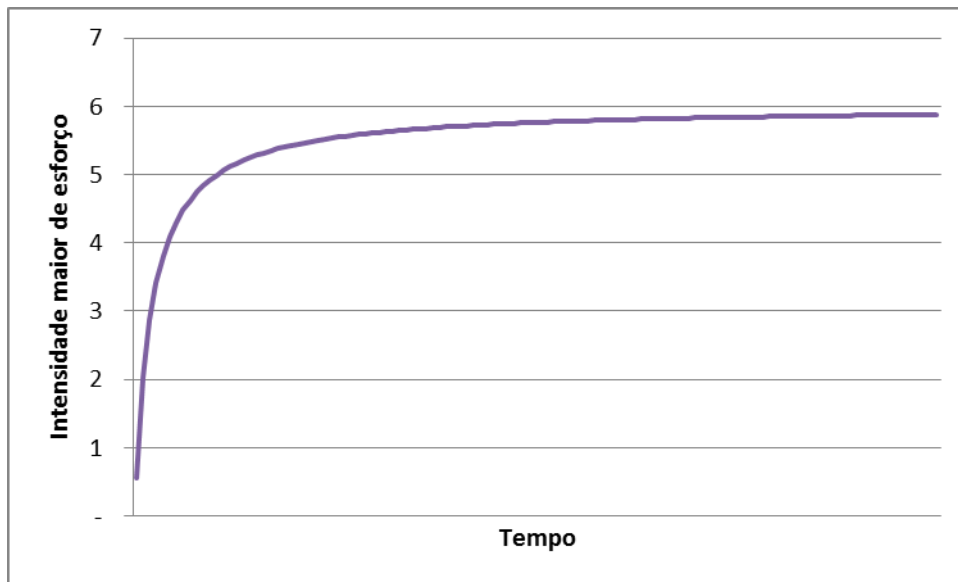


Fonte: Marson, Claudon e Jacmin (2007)

Outra forma de visualizar o efeito de um ângulo de afiação errôneo para uma determinada atividade pode ser observado na Figura 4 que compara os dados de esforço de corte apresentados na Figura 3 estabelecendo uma relação comparativa de esforço total ao longo do tempo para uma faca afiada com 40 graus (ângulo apropriado para a atividade) e outra com 20 graus (ângulo muito pequeno para a atividade). Observa-se que rapidamente a vantagem de um poder de corte inicial maior na faca afiada com 20 graus é perdida e o

esforço ao longo do tempo cresce rapidamente para um nível cinco vezes maior, limitando-se a cerca de seis vezes mais esforço se usado o ângulo de 40 graus na afiação da faca para a atividade analisada.

Figura 4 – Força de corte com ângulo inapropriado à tarefa

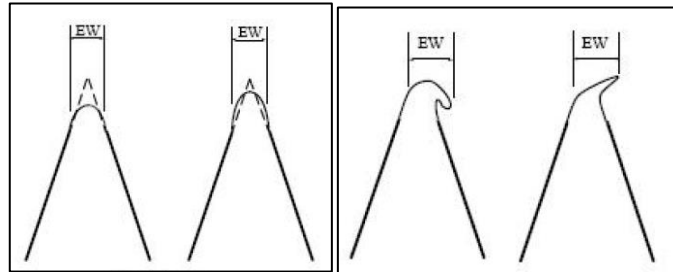


Fonte: Adaptado de Marson et al. (2007)

O estudo realizado por Verhoeven (2006) explica as causas técnicas para resultados como apresentados nas Figuras 3 e 4. O autor realizou diversos experimentos relacionados a afiação, incluindo em suas observações aspectos de (i) acabamento superficial (rugosidade), (ii) formação de rebarba oriundo do cavaco da afiação, (iii) tombamento do fio por deformação plástica causada por tensões (força por unidade de área) na aresta de corte das facas, (iv) espessura da lamina e (v) ângulos de afiação. Em suas análises, observou que, quanto maior a largura da aresta (EW, *Edge Width*), maior será o esforço de corte, conforme Figura 5. Observou ainda que obter baixa rugosidade no processo de afiação elimina o tombamento por presença de rebarbas, reduzindo a largura da aresta EW e reduzindo o esforço de corte. Ainda de acordo com Verhoeven (2006), na ausência de rebarbas a força necessária para pressionar o material a ser cortado é dependente dos ângulos de afiação e da espessura da lamina, sendo a força reduzida na medida em que os ângulos de afiação e a espessura diminuem. Porém existe um fator contraditório que deve ser considerado, pois quando espessura e ângulo de afiação diminuem, aumentam as tensões mecânicas (força por unidade de área) na região da aresta EW levando a um dobramento localizado (tombamento),

que eleva a força de corte, sendo necessária então, a busca de um equilíbrio avaliando o material a ser cortado com o ângulo de afiação e espessura da lamina.

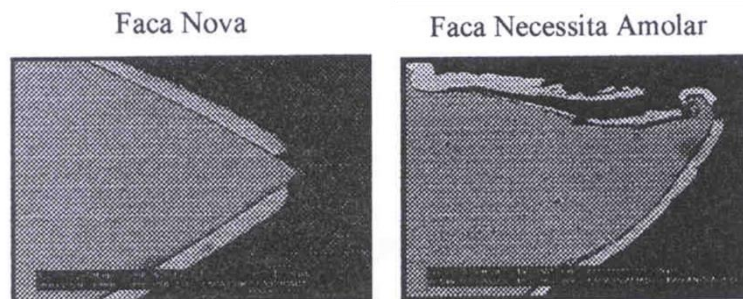
Figura 5 – Tombamento de fio na largura da aresta de corte



Fonte: Verhoeven (2016)

Uma fabricante de facas brasileira apresenta imagens microscópicas do tombamento do fio (Figura 6) após 40 minutos de uso sem recuperação periódica por chairas, durante operação de desossa de frangos e reforça a importância do uso da chaira constantemente para manter o fio alinhado e a faca cortando por maior tempo.

Figura 6 – Aresta de corte de faca após 40 minutos de uso



Fonte: Apresentação técnica 2016 – Mundial S/A

De acordo com a norma ISO 8442-1:2000, que define os aspectos construtivos das facas profissionais, o ângulo de afiação máximo deve ser de 40° e espessura máxima de 0,46mm a 1mm do gume de corte com dureza mínima do aço de 52 Hrc. Em relação às especificações de afiação e retenção de corte, a CATRA (*Cutlery and Allied Trades Research Association*) desenvolveu uma máquina de teste de corte de ISO 8442.5 que avalia o desempenho de corte inicial (ICP, *Initial Cutting Performance*) e a capacidade de retenção de

fio (CER, *Cutting Edge Retention*) das facas, estabelecendo critérios de avaliação conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Avaliação de desempenho de corte das facas

Classificação	Performance de corte inicial (IPC)	Capacidade de retenção de corte (CER)
ISO 8442.5 mínimo	50	150
Muito Ruim	< 30	< 100
Ruim	31 - 50	101 - 150
Médiano	51 - 80	151 - 280
Bom	81 - 100	281 - 370
Muito Bom	101 - 110	371 - 550
Excelente	> 110	> 550

Fonte: CATRA teste ISO 8442.5

Consulta a sites e manuais técnicos de fabricantes de facas apresentam resultados similares aos encontrados nos estudos apresentados. A fabricante japonesa Global apresenta resultados de testes ISO 8442.5 em diversas facas de vários fabricantes, afiadas de forma a obter baixa rugosidade com uma pedra especial de grão muito fino, obteve resultados significativos de melhorias de desempenho tanto em ICP quanto em CER reforçando a importância da afiação e do acabamento superficial da aresta de corte.

Devido à importância do uso de facas afiadas pelos trabalhadores dos frigoríficos na redução do esforço de corte, McGorry et al. (2005) relataram o desenvolvimento e avaliação de uma máquina portátil capaz de testar a afiação da faca, retornando uma medida de força prevista para ocorrer no uso real da faca para corte de carne vermelha. Atualmente esse sistema de teste de afiação de faca é comercializado para frigoríficos sob o nome comercial *Anago Sharpness Analyser* com o objetivo de monitoramento da qualidade da afiação executada nos frigoríficos. De acordo com dados de pesquisas divulgadas pelo fabricante, cerca de 80% dos funcionários trabalham com facas cuja afiação está inadequada mesmo em instalações nas quais a administração estava convencida de que todos trabalhavam com facas de fato afiadas.

2.3 MÉTODO

O método aplicado nesse estudo foi qualitativo na forma de um projeto de pesquisa-ação, com uma abordagem dirigida ao problema. De acordo com Somekh e Lewin (2005), esse método de pesquisa aborda o problema através de ciclos de investigações de problemas secundários que surgem ao longo do desenvolvimento do principal, inclusive podendo ser estudados em paralelo com a investigação principal de forma a criar uma integração entre pesquisa teórica e ações práticas ao longo do estudo principal, permitindo a construção do conhecimento de forma ampla. Zuber-Skerrit e Fletcher (2007) dissertam que cada ciclo secundário é formado por etapas de planejamento, ações, observações e reflexões, sendo estes ciclos independentes do estudo principal, porém seus resultados e conclusões colaboram diretamente para construção do conhecimento em fases do estudo principal, exigindo frequentemente novos ciclos de estudos. Tais características diferenciam a metodologia de pesquisa-ação de um estudo de caso previamente planejado do início ao fim. Tharenou (2007) reforça que, em cada ciclo de conhecimento, o pesquisador participa de forma ativa implantando ações não triviais e deve analisar a metodologia mais apropriada, planejando a investigação e as ações de forma estruturada, recorrendo à teoria acerca do tema específico e documentando todo processo de estudo e resultados obtidos de forma a manter o caráter científico do projeto.

De acordo com Mello et al (2012), o modelo de pesquisa-ação possui características muito peculiares em relação ao desenvolvimento dos estudos ao longo do tempo, exatamente em função da existência de ciclos de pesquisa principais e secundárias que interagem entre si. Desta forma, torna-se um desafio ao pesquisador estabelecer previamente um fluxo de atividades a serem executadas de forma ordenada, pois as necessidades de ações e novos estudos surgem ao longo do tempo durante a execução das próprias atividades prévias.

Atender as premissas exigem uma ampla coleta de dados que permita identificar a situação momentânea de interação dos atores, produto, ambiente, atividade e trabalhador, de forma a comparar o grau de satisfação gerado em cada momento investigado, dentro de uma metodologia repetitiva e contínua que adentre ao ambiente de trabalho, coletando dados naturalmente de acordo com a rotina normal de funcionamento de cada planta industrial sem afetar o dia-a-dia e o ambiente onde ocorre a atividade sob a ótica de um “teste” ou coleta de dados pontuais. Nesse sentido, algumas tecnologias comumente utilizadas para coleta e

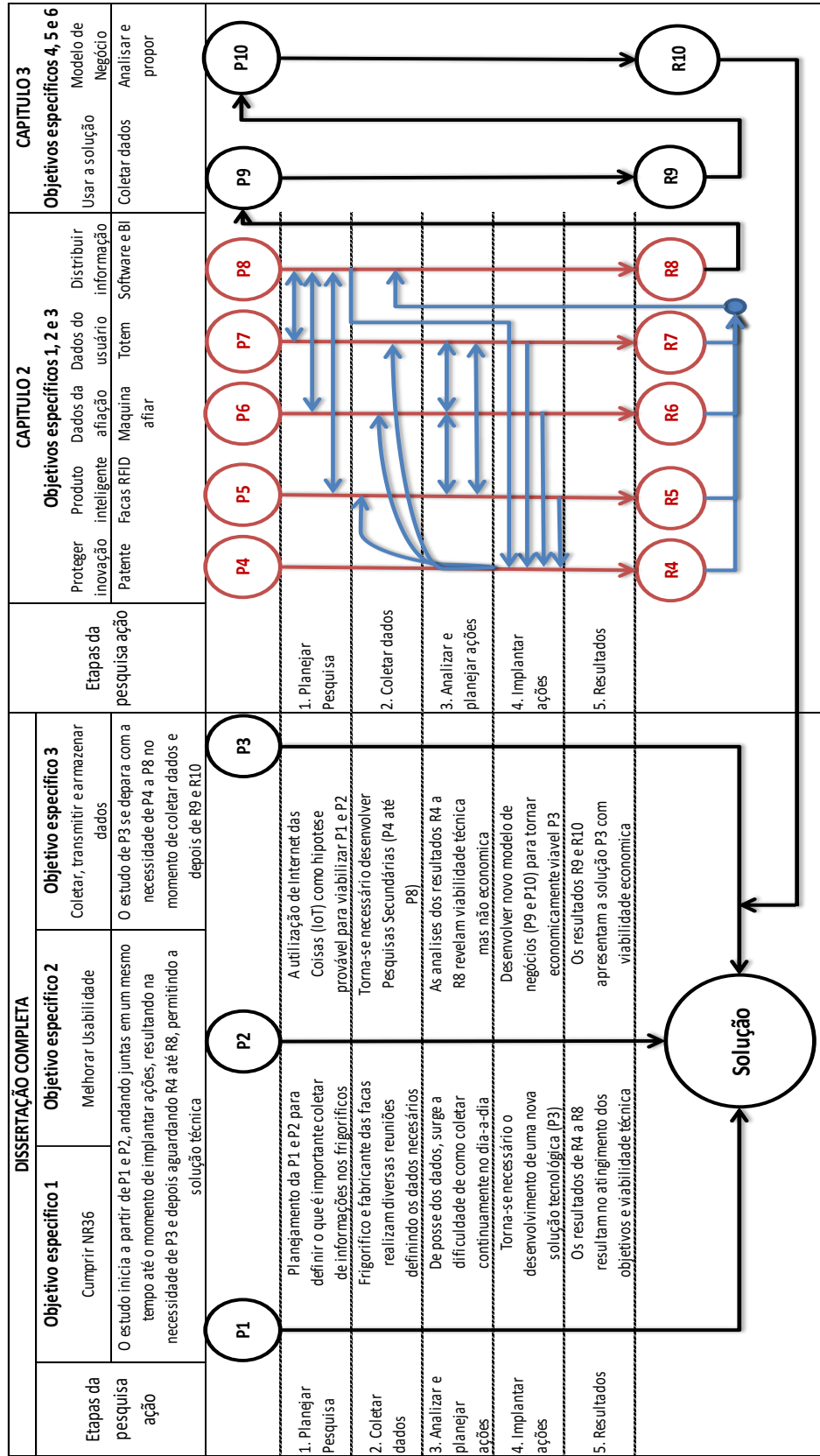
transmissão de dados para armazenamento, embasado na inovação tecnológica da internet das coisas foram investigadas como tecnologias potenciais para viabilizar a proposta de solução no âmbito técnico.

O estudo deste artigo foi dividido em oito investigações, sendo três principais e cinco secundárias. As investigações principais foram denominadas P1, P2 e P3. As pesquisas P1 e P2 ocorreram de forma simultânea e, ao concluir a etapa três proposta por Mello et al (2012), demandaram a necessidade do início da pesquisa P3, o qual, por sua vez após término da etapa 2, demandou a necessidade das pesquisas secundárias P4, P5, P6, P7, P8. Ao término deste artigo, novas pesquisas principais P9 e P10 se mostraram necessárias, com o propósito de rever o modelo de negócio a partir da introdução comercial da inovação desenvolvida, as quais serão apresentadas a posteriori no Capítulo 3 desta dissertação.

Com o objetivo de apresentar ao leitor uma forma ordenada do andamento desta pesquisa ao longo do tempo e, posteriormente seus resultados, conforme ocorreram, foram oferecidas a Figura 1 (seção 1.5) e a Figura 7 que cruza as pesquisas P1 até P8 com as cinco etapas sugeridas por Mello et al (2012). O desenvolvimento do estudo é subdividido em tempos (T), que apresentam resultados preliminares importantes para sequência das atividades (esses resultados são apresentados na seção de resultados e discussão deste capítulo). Apesar do cruzamento entre oito pesquisas e cinco etapas em cada pesquisa resultarem em quarenta atividades, muitas destas atividades foram executadas de forma simultânea ao longo do tempo, de modo que nesse estudo resultaram em nove tempos distintos.

O método utilizado demandou oito pesquisas para execução de quarenta atividades (Tabela 4) em nove tempos distintos. Todavia, há duas grandes fases de pesquisa, uma primeira direcionada na criação e consolidação da ideia voltada a uma pesquisa mais próxima aos clientes e suas necessidades, consultando a teoria, de forma a entender o que de fato é importante para a solução, e a segunda voltada à construção física da solução, ou seja, ‘tirar a ideia do papel’, colocando em prática na forma de inovação.

Figura 7 – Interação entre as pesquisas



Fonte: O autor

Tabela 4 – Lista de atividades executadas

Tempo	Atividades	Objetivo da atividade/ação executada
T1	P1.1	Criar uma tabela que permita relacionar a NR 36.8 com o que necessita ser identificado e qual dado precisa ser coletado
	P1.2	Preencher a tabela criada com os dados necessários para atender a NR36.8
	P1.3	Analisar os dados e correlaciona-los
	P2.1	Criar uma tabela que permita relacionar a NR 36.8 com o que necessita ser identificado e qual dado precisa ser coletado
	P2.2	Preencher a tabela criada com os dados necessários para melhorar a usabilidade
	P2.3	Analisar os dados e correlaciona-los
T2	P3.1	Definir lista de tecnologias potenciais para atender a necessidade de coleta de dados nos frigoríficos
	P3.2	Coletar dados técnicos sobre as tecnologias listadas para definir a melhor alternativa
T3	P5.1	Definir a tecnologia a ser utilizada para identifica a faca inteligente
	P6.1	Definir a tecnologia a ser utilizada na maquina de afiar inteligente
	P7.1	Definir a forma de interação e coleta de informações dos usuários
	P8.1	Buscar auxilio de empresa especializada para criação de software
T4	P4.1	Contratar empresa especializada para pesquisar patentes internacionais e orientar pedido de patente a partir da ideia original ajustando o necessário.
	P4.2	Realizar pesquisa internacional sobre patentes similares a ideia
	P4.3	Analisar todas as patentes já existentes, direcionando o desenvolvimento de forma a respeitá-las, criando uma solução inovadora capaz de ser patenteável.
T5	P5.2	Coletar de dados sobre qual o melhor tipo de chip RFID a ser utilizado
	P5.3	Contratar empresa especializada em RFID para trabalhar em conjunto com a fábrica de facas definindo as ações de como produzir as facas inteligentes
	P6.2	Coletar de dados sobre qual o melhor tipo de leitor RFID a ser utilizado
	P6.3	Contratar empresa especializada em RFID para trabalhar em conjunto com a ferramentaria nos ajustes necessários nas maquinas de afiar
	P7.2	Coletar de dados sobre qual a melhor forma de relacionar a faca, o usuário e coletar sua satisfação
	P7.3	Contratar empresa especializada em RFID para trabalhar em conjunto no desenvolvimento de totem inteligente para interação usuário, faca, fábrica e descarte ecologicamente correto dos produtos.
T6	P4.4	Montar pedido de patente
	P4.5	Depositar do pedido de patente no Brasil, EUA, Australia e Nova Zelandia
	P5.4	Preparar a fábrica para produzir facas inteligentes (com RFID nos cabos)
	P5.5	Fabricar lote piloto
	P6.4	Realizar ajustes necessários na maquina de afiação para torna-la inteligente
	P6.5	Fabricar primeira maquina de afiar inteligente
	P7.4	Construir Totem conforme projetado
T7	P7.5	Testar a comunicação de todo o sistema, totem, maquina e facas
	P8.2	Coletar dados de todo o sistema via internet das coisas
	P8.3	Definir escopo e contratar empresa para desenvolvimento do software
	P8.4	Desenvolver software junto com a empresa contratada
T8	P8.5	Disponibilizar dos dados do software via Bussiness Intelligent
	P3.3	Testar a solução completa e apresenta-la ao mercado
T9	P1.4	Testar a solução completa.
	P1.5	Checar registros de afiação automáticos
	P2.4	Testar a solução completa.
	P2.5	Checar niveis de satisfação dos usuários quanto a usabilidade
	P3.4	Configurar comunicação via Internet das coisas entre atores envolvidos
	P3.5	Checar comunicação em tempo real

Fonte: O autor

A primeira fase de coleta de dados (T1, T2, T3 e T4) constituiu em uma análise detalhada da NR36.8 que interfere na usabilidade do produto considerando a revisão de literatura sobre o assunto. A coleta de dados nos frigoríficos foi realizada no período de Setembro de 2015 a Julho de 2016 através de reuniões entre pesquisador com um grupo de profissionais da empresa fabricante de facas e seus clientes, aliado a visitas técnicas nas plantas industriais. Os encontros ocorreram em diversos momentos ao longo do período, com entrevistas semiestruturadas, deixando os problemas e ideias surgirem naturalmente ao longo da pesquisa, porém sempre com objetivo de visualizar as dinâmicas de trabalho em diversas plantas dos mais variados tamanhos e tipo de processo, com foco no uso e principalmente nos processos e práticas de afiação das facas. Durante esse período, destaca-se a realização de cinco seminários nacionais promovidos por clientes juntamente com a empresa fabricante das facas que reuniu profissionais de frigoríficos de todo o Brasil para debater inclusive aspectos relacionados à afiação das facas, rendimento e legislação, incluindo NR36. Também foram realizadas diversas reuniões e visitas técnicas a fornecedores de tecnologias características do paradigma da Internet das Coisas, tais quais RFID, Qr Code, Visão Eletrônica e Código de Barras (Whitmore et al., 2015) para entendimento dos aspectos técnicos, bem como reuniões com escritório de advocacia especializado em propriedade intelectual, reuniões com gerências corporativas de suprimentos dos principais grupos frigoríficos brasileiros para analisar aspectos financeiros e fiscais e visita técnica à feira IFFA 2016 em Frankfurt na Alemanha para observar tendências internacionais relacionadas ao uso de Internet das Coisas no segmento de frigoríficos.

A segunda fase de coleta de dados ocorreu no período de Julho de 2016 até Junho de 2017 e teve foco na construção física da solução e todos seus produtos e software, com viés ao uso da tecnologia de internet das coisas e produtos inteligentes. Durante essa fase de desenvolvimento ocorreu uma forte interação entre as áreas de engenharia, projeto, produção, ferramentaria, jurídico, tecnologia de informação com a área comercial da empresa focal que realizou a gestão do projeto internamente e integrou os parceiros contratados em suas respectivas áreas de especialização, formando um grande grupo de trabalho que envolveu a empresa focal, seus fornecedores e seus clientes.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados e discussões da pesquisa ao longo dos nove tempos apresentados na Tabela 4, em alguns casos, existiu uma interdependência entre dois tempos sequenciais, que a título de apresentação de resultados se torna mais fácil a compreensão agrupando os resultados, caso de T2-T3, T5-T6 e T7-T8. Com o objetivo de facilitar ao leitor essa compreensão o autor optou por incluir um nome/título ao lado dos resultados finais apresentado, desta forma foi possível identificar o caminho percorrido da concepção da ideia até sua construção definitiva na forma de inovação tecnológica, a qual é apresentada de forma completa ao final, resguardando informações consideradas sigilosas pela empresa focal.

2.4.1 Resultados em T1 – Identificação de Requisitos

Durante esta etapa inicial, o principal objetivo era o de identificar os requisitos básicos a serem monitorados, ou seja, quais os dados mínimos a serem coletados para melhorar a usabilidade de facas em frigoríficos e atender os requisitos legais da NR36 § 8. Desta forma, foi criada a Tabela 5. Foram alocados todos os aspectos referentes à NR36§8 que se relacionam com as facas em uso nos frigoríficos. Em particular, das onze alíneas da norma foram selecionadas sete que envolvem normativas diretamente relacionadas com o uso das facas (alíneas 1, 2, 3, 4, 8, 9 e 10).

Foram elencados os aspectos relevantes investigados nas referências teóricas de diversos autores sobre usabilidade e ergonomia, tais como a relação produto, usuário, atividade e ambiente visando melhorar a satisfação (JORDAN, 1998; LIDA, 2005; SILVEIRA et al, 2008). Também foram incluídos os aspectos de informações sobre a afiação constante e treinamento em função da significativa importância relativa na usabilidade e ergonomia (CLAUDON e MARSOT, 2006; MCGORRY et al, 2003; BISHU et al, 1996; SZABO e RADWIN, 2001), culminando na definição de seis fatores técnicos importantes a serem coletados: (i) produto em uso, (ii) usuário do produto, (iii) atividade executada, (iv) dados sobre a afiação, (v) opinião dos trabalhadores, e (vi) treinamento.

Na sequência, se relacionou os aspectos relevantes investigados com os fatores técnicos importantes a serem coletados. Por exemplo, para saber se a faca é leve e adequada à

atividade (alínea 3) é necessário saber qual o produto em uso, qual atividade é executada, como foi afiada e qual a opinião dos trabalhadores.

Tabela 5 – Definição das informações a serem coletadas

Itens da NR36.8 e 'o que' necessita ser identificado	Produto em uso	Usuário do produto	Atividade executada	Afição do produto	Opinião do usuário	Treinamento do usuário
NR36.8.1	X	X	X	X	X	
NR36.8.2	X	X	X		X	
NR36.8.3	X		X	X	X	
NR36.8.4				X	X	X
NR36.8.5						
NR36.8.6						
NR36.8.7						
NR36.8.8				X	X	X
NR36.8.9	X	X			X	X
NR36.8.10	X	X	X	X	X	X
NR36.8.11				X		
Como as informações e/ou dados foram coletados	Referência da faca	Nome e número do funcionário	Frigorífico e setor de uso da faca	Momento (tempo) e ângulo de afiação	Avaliação geral, nível de satisfação	Registro histórico do uso das facas

Fonte: O autor

A Tabela 5 apresenta o resultado da etapa T1, pois se trata da identificação dos requisitos com uma informação reduzida que precisa ser coletada no frigorífico. Apesar de ser uma informação reduzida tem a capacidade de retornar informações complementares que estão diretamente relacionadas. Por exemplo, a coleta de dados referentes ao modelo da faca (via código de referência do produto) agrega dados importantes sobre o tipo de aço, dureza, curvatura, comprimento, largura, design e material do cabo (TOMAZONNI, 2004; GUIMARAES, 2004; ALBANO, 2005; SILVEIRA et al, 2008; BENEDIKT e THOMAS, 2015) além de acabamento e ângulo de afiação (MARSON et al., 2005; VERHOEVEN, 2006; MCGORRY et al., 2005).

A opinião dos trabalhadores foi o aspecto mais importante tanto sob a ótica da análise da NR36§8 quanto em relação às opiniões dos diversos participantes entrevistados nos frigoríficos, ou seja, o ponto de medição principal deve ser o nível de satisfação do usuário, de forma a detectar variações e características que permitam diagnosticar, inclusive comendo com informações técnicas armazenadas, as possíveis causas e, para cada causa, quais ações devem ser realizadas.

As informações devem ser sobre o produto em uso (identificação de referência comercial – Modelo de faca), afiações realizadas dentro dos frigoríficos, via registro histórico das afiações e ângulos utilizados, treinamento do usuário para identificar nível de expertise e relacionando a referência da faca e o usuário (nome e número de matrícula no estabelecimento produtivo) bem como atividade executada (frigorífico e setor). Todas essas informações deverão ser armazenadas com identificação de tempo, ou seja, data, hora, minuto e segundo, estando prontamente disponíveis sempre que necessárias.

O impasse sobre como coletar, armazenar e relacionar todos esses dados dentro de um ambiente frigorífico em regime de produção tornou-se o primeiro desafio tecnológico, culminando no desenvolvimento da pesquisa P3 com resultados finais em T2 e T3.

2.4.2 Resultados em T2 e T3 – Uso de IoT na coleta de dados

Entre as diversas opções tecnológicas de captura de dados no paradigma da Internet das Coisas, foram analisadas as hipóteses de uso das seguintes tecnologias: (i) RFID; (ii) QR Code; (iii) Visão Eletrônica; e (iv) Código de Barras. Entre as opções analisadas, com exceção da tecnologia RFID, todas exigem algum tipo de identificação superficial no produto e campo de visão livre entre os sensores e a área identificada no produto. Tais características prontamente descartam o uso destas opções tecnológicas pois, no caso de facas em uso nos frigoríficos, conforme observado durante visitas nas plantas, comumente existem danos superficiais nas facas, tais como arranhões e desgaste, bem como constantemente o campo de visão entre sensores e faca podem estar obstruídos, seja pela mão segurando o cabo, carne sendo cortada e sobrepondo a lâmina ou mesas e proteções de máquinas impedindo campo livre para leitura.

RFID é uma tecnologia de comunicação de curto alcance que usa o espectro eletromagnético para transmissão de informações entre etiquetas com chips, as quais podem conter diferentes tipos de dados, e dispositivos leitores (WHITMORE et al., 2015). Nesse cenário, a tecnologia RFID destaca-se por permitir a inclusão de um chip dentro do cabo das facas, protegido das ações externas, enquanto as antenas e leitores são capazes de operar em ambientes como dos frigoríficos e captar os dados mesmo quando a faca estiver em uso e com obstáculos naturais existentes sem maiores prejuízos de desempenho. Durante a feira IFFA 2016 realizada em Frankfurt, na Alemanha, foi possível visualizar facas com tecnologia

RFID, facas com tecnologia QR Code e sistemas de Visão Eletrônica para identificação de facas, o que permitiu ratificar que o uso de conceitos de Internet das Coisas em facas é uma tendência global, bem como o método com uso de RFID escolhido parece ser o mais apropriado para a realidade brasileira. Essa conclusão somente foi possível em função das diversas visitas técnicas e seminários realizados com os clientes frigoríficos no Brasil, o que levou ao entendimento de que a realidade brasileira é significativamente distinta da realidade europeia. Uma breve análise das duas tecnologias descartadas depois de visualizada sua aplicação em facas na feira IFFA são apresentadas.

Sistemas de visão eletrônica consistem em câmeras de alta resolução capazes de executar a leitura de algo e trabalhar com essa informação conforme desejado. Esse sistema estava sendo aplicado para visualizar o perfil de uma faca desgastada pelo uso e comparar, via algoritmo potencializado com *machine learning*, com um banco de dados de forma a identificar se o produto já deveria ser descartado por ter atingido seu limite teórico de utilização. A principal vantagem é que permite o uso em qualquer faca, mesmo sem inclusão de qualquer outra tecnologia para transformar a faca em um “produto inteligente”. Ademais, não haveria necessidade de despesas com desenvolvimento de produto; todavia, as câmeras de visão eletrônica possuem alto custo e exigem um campo de visão livre até o ponto desejado da leitura, além de controles de iluminação. Considerando a realidade do chão-de-fábrica nos frigoríficos o sistema foi considerado muito complexo para operacionalização pós-desenvolvimento em função das inúmeras variáveis existentes e que necessitariam ser controladas.

O sistema com tecnologia QR Code consiste na gravação de uma codificação na lâmina e execução de leitura manualmente com sensores apropriados, identificando manualmente no sistema que ação foi executada naquele momento de leitura. Por exemplo, o operador relacionaria uma leitura com a ação de afiar a faca, registrando a ação de forma separada da execução da afiação da faca propriamente realizada. A principal vantagem está no menor custo para identificação individual da faca pelo fabricante, pois um simples equipamento de gravação laser já identificaria a faca com o código. Todavia, mais uma vez é necessário campo livre de visão para leitura. Outro aspecto interessante é que o sistema pode ser utilizado com qualquer máquina de afiação, pois o leitor é acoplado na máquina de afiar em um suporte específico, sendo prático, mas completamente inviável no Brasil em função do nível de maturidade profissional existente na atualidade. O sistema pode ser burlado

facilmente, pois permite registrar ações que de fato não foram executadas de forma muito simples. Assim, os registros dificilmente teriam validade legal, o que contraria um dos principais requisitos definidos para a solução tecnológica vislumbrada.

Uma observação importante é que o fabricante que utilizou o sistema QR Code demonstrado na feira IFFA posicionou a gravação em uma área da faca que, após algumas afiações, já sofreria desgaste, danificando o código e impossibilitando leituras e registros posteriores. O objetivo deste fabricante é que, ao atingir esse ponto de desgaste da faca, a mesma deva ser descartada, adquirindo novo produto. Essa também era a preocupação da empresa que utilizou o sistema de visão e também era o principal foco da empresa europeia que apresentou facas com tecnologia RFID: avisar o momento de descartar as facas para aquisição de um novo produto.

Desta forma, a escolha por parte da empresa focal e do pesquisador foi o uso de tecnologia RFID. Seguiu-se análise técnica das opções existentes, entre elas, o tipo de chip (ativo ou reativo), tamanho, frequência e temperatura de trabalho, bem como uma ampla investigação em termos de patentes de invenção já existentes, demandando as pesquisas P4 para investigar patentes, P5 para desenvolver a faca com RFID, P6 para desenvolver máquina de afiar facas capaz de executar leitura e transmitir dados, P7 para criar um sistema que permita a interface com o usuário e P8 para o desenvolvimento de um software que permita correlacionar todos os dados, armazenar e disponibilizar informações históricas e momentâneas.

2.4.3 Resultados em T4 – Análise internacional de patentes

Em relação aos aspectos legais, foi contratado um escritório jurídico especializado em propriedade intelectual para buscar possíveis patentes nacionais e internacionais relacionadas ao uso de RFID em facas com o objetivo de observar e preservar os direitos de invenção já existentes. No dia 06/05/2016 foi realizada reunião com os advogados na sede deste escritório no Rio de Janeiro para explicar os detalhes do projeto conceitual do sistema proposto, recebendo orientações quanto a aspectos técnicos que deveriam ser cuidadosamente desenvolvidos de forma a permitir a possibilidade de patente de invenção da possível solução fruto desse estudo, envolvendo o desenvolvimento de novos produtos respeitando patentes já existentes na pesquisa efetuada. Nenhuma patente nacional foi encontrada, porém cinco

patentes internacionais foram localizadas com algum tipo de uso de tecnologia de rastreabilidade em facas potencialmente similares ao conceito proposto. Não serão identificados tais patentes por tratar-se de um documento sigiloso da empresa focal, mas de acordo com advogados da empresa e do escritório contratado nenhuma patente de invenção publicada e disponível na base de consulta foi violada na criação da solução proposta nesse estudo. De acordo com os advogados especialistas e estudo realizado, recomendou-se que a solução técnica da faca evitasse o uso de etiqueta RFID acoplada à lâmina como alternativa técnica para ampliação do sinal de leitura, por entender que solução com essa característica construtiva poderia estar protegida.

2.4.4 Resultados em T5 e T6 – Criação da ideia e produtos inteligentes

Este é o momento em que a ideia toma corpo, saindo da cabeça para o papel e do papel para a construção física da solução, após analisar todas as orientações pertinentes tanto da área jurídica e áreas técnicas da empresa focal além de fornecedores e clientes parceiros. A ideia está representada na Figura 8.

Figura 8 – Ideia conceitual da solução



Fonte: Folder de lançamento Mundial Smartknives – Mercoagro 2016

Trata-se do projeto conceitual da solução, sendo composto por produtos com tecnologia de leitura e transmissão de dados via RFID. São três produtos físicos, sendo (i) faca inteligente, (ii) máquina de afiação, (iii) totem de avaliação, descarte e associação de usuário, além de (iv) software para tratamento dos dados. Os produtos se comunicam entre si e com o usuário utilizando o conceito de Internet das Coisas.

No momento da afiação, a máquina identifica a etiqueta RFID que está dentro da faca que está sendo afiada, enviando automaticamente dados sobre essa afiação para um servidor. “Onde” refere-se à identificação do frigorífico e área em que a afiação está sendo realizada. “Quando” refere-se ao momento de tempo, data, hora, minuto e segundo. “O que” corresponde ao produto, mais especificamente a sua referência e código de rastreabilidade único, e “Como” informa o ângulo de inclinação da lâmina durante o processo de afiação da faca.

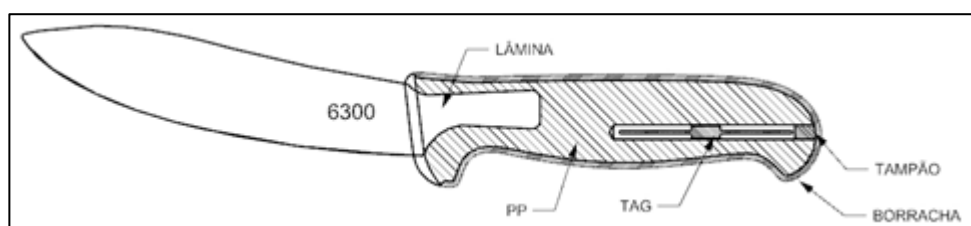
O totem tem a função de interagir com o usuário da faca, enviando e recebendo informações constantemente. O usuário pode avaliar seu índice de satisfação geral com o produto a qualquer instante, bem como consultar o histórico de afiação e avaliação da faca em mãos. Via totem, o frigorífico pode associar uma faca com seu usuário momentâneo e pode efetuar o descarte da faca ao final de vida útil em recipiente seguro e apropriado para efetuar a logística reversa. O frigorífico tem acesso às informações via sistema de informação baseado na Web, podendo gerar uma diversidade de relatórios gerenciais de uma planta ou até mesmo de um grupo de plantas industriais, visando a busca constante das melhores práticas.

Em parceria com fornecedores e empresas especializadas na tecnologia, foi definido o tipo de etiqueta que proporcionaria a melhor relação de custo x benefício (a especificação técnica detalhada não será informada por aspectos de sigilo). Trata-se de uma etiqueta reativa, que não utiliza a lâmina como potencializador de sinal. Etiquetas ativas foram descartadas em função da demanda de energia e pelo seu custo de aquisição inadequado para um produto de baixo ticket médio, como é o caso de uma faca.

Estudo realizado junto à área de engenharia de produto e processo da empresa projetou a faca com uma primeira injeção de cabo plástico sobre a lâmina e uma cavidade na parte traseira do mesmo de forma a permitir a inserção da etiqueta, protegida com um tampão plástico. Por fim, segue uma segunda injeção com material emborrachado com a finalidade de proporcionar maior sensação de conforto, de acordo com estudos citados de Tomazzoni

(2004), Guimarães (2004) e Albano (2005). Desta forma, o projeto possibilitou fixação da lamina, inserção segura da etiqueta e melhorias ergonômicas com o uso de cabos emborrachados, conforme pode representado na Figura 9.

Figura 9 – Faca com RFID



Fonte: Empresa focal

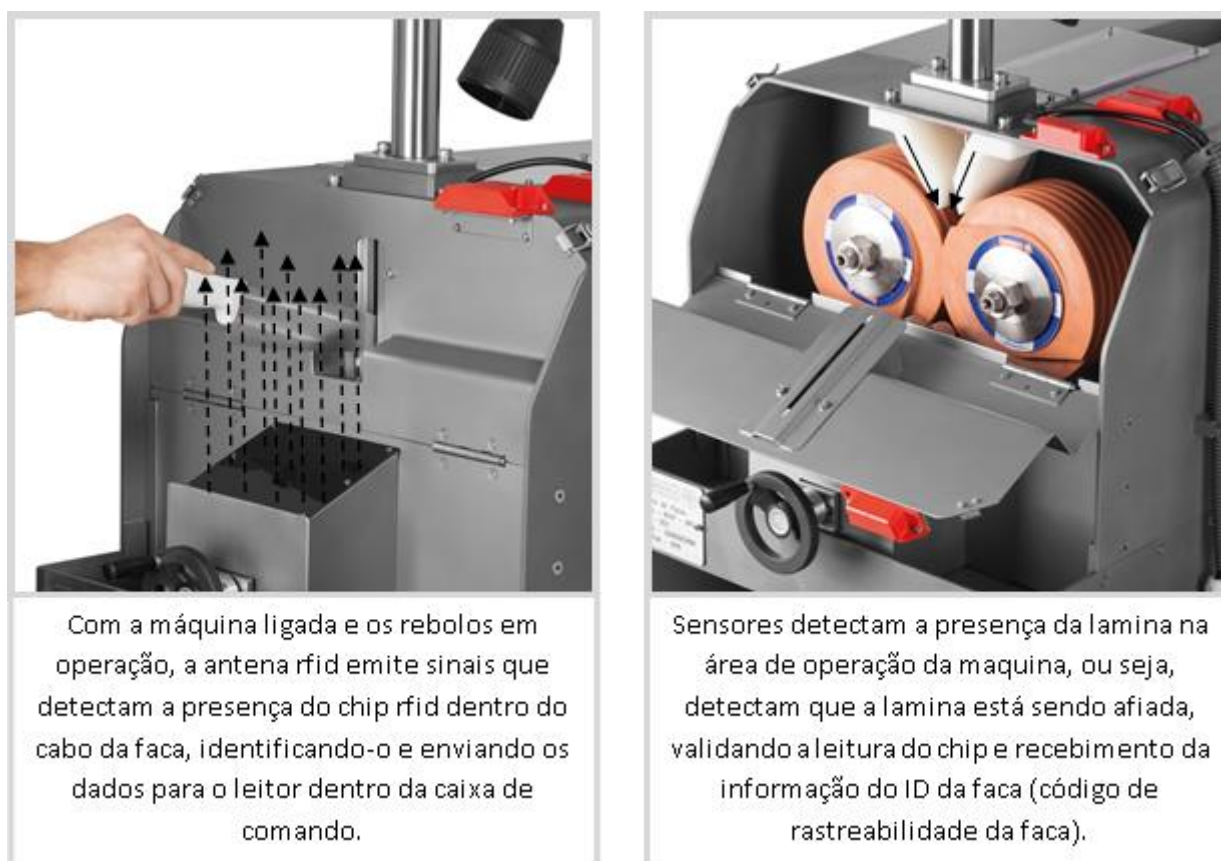
A linha de produtos contemplou o mesmo conceito de projeto para duas versões dimensionais de cabos de forma a permitir variações em função do tamanho de mãos dos usuários, bem como a variedade de 31 modelos de lâminas para as mais distintas atividades em todos os tipos de frigoríficos existentes no mercado brasileiro no qual ocorreu a investigação.

Em relação à transformação do sistema da máquina de afiação em equipamento capaz de realizar a leitura e transmissão de dados, foi primeiramente observada a opinião dos clientes potencialmente interessados na melhoria. De acordo com os mesmos, o atual equipamento de afiação já produzido pela empresa focal deveria ser capaz de acoplar a nova tecnologia sem a necessidade de compra de novas máquinas. Desta forma, a premissa principal do desenvolvimento da máquina de afiação contemplou a inclusão de um kit de leitura RFID composto por uma antena capaz de executar a leitura da faca exclusivamente quando a mesma estiver sendo afiada e um leitor a ser acoplado na estrutura externa da máquina de modo a permitir recepção e transmissão dos dados.

Uma das preocupações na adequação da máquina para tecnologia Internet das Coisas foi a garantia de que o equipamento somente registra a afiação de facas que de fato estiverem sendo afiadas, minimizando o risco de 'burlar o sistema', registrando afiações que não ocorreram. Desta forma, um sistema redundante foi incluído, no qual: (i) a máquina deve estar

ligada com os rebolos que afiam as facas em operação; (ii) um sensor deve detectar a presença da lâmina da faca na região de afiação; e (iii) o leitor RFID deve detectar a presença do cabo da faca com chip, exclusivamente na região calibrada, armazenando os dados em *buffer* e liberando-os para o software via internet sempre que a máquina for desligada, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Máquina de afiação com leitores RFID



Fonte: Empresa focal

O sistema registra o momento da afiação (data, hora, minuto e segundo) e o tempo demandado para realizar a afiação. O kit de adaptação registra o número de série da máquina e o local onde a mesma foi instalada, permitindo identificar qual a faca afiada, quando e onde, por quanto tempo e as quantidades de afiações realizadas, permitindo planejamento de manutenção preventiva e de substituição dos rebolos de afiação, além de registrar o ângulo de afiação no qual a máquina estava regulada no momento de cada afiação, enviando todos esses dados para um software instalado em nuvem.

O desenvolvimento do totem surge a partir da percepção da necessidade de interação e constante participação do funcionário que utiliza a faca com o sistema a fim de que o mesmo possa ser cadastrado como usuário e/ou efetuar a avaliação da faca utilizada. Ainda observando a necessidade dos frigoríficos com relação à logística reversa, foi agregada a funcionalidade de descarte das facas, permitindo uma “data-fim” ao uso do produto na planta.

Um aspecto importante levantado durante a pesquisa para definir a forma de relacionar o usuário com a faca e coletar seu *feedback* foi que o sistema deveria ser ‘amigável’ sob a ótica do usuário, de modo que o mesmo não se sinta monitorado mas, ao contrário, o usuário pudesse monitorar como o frigorífico está afiando a faca com a qual fará sua atividade de trabalho e possibilitando um canal de comunicação direta com o fabricante via registro de seu índice de satisfação. Logo, o formato de um totem eletrônico foi a opção escolhida, pois é amplamente utilizada por bancos, permite autoatendimento com processamento rápido e fácil usabilidade, incluindo o início de operação com a inclusão da faca que se deseja obter informações, tela *touchscreen* para fácil utilização e sistema operacional intuitivo, como observado nas Figuras 11, 12 e 13.

Figura 11 – Projeto conceitual do totem

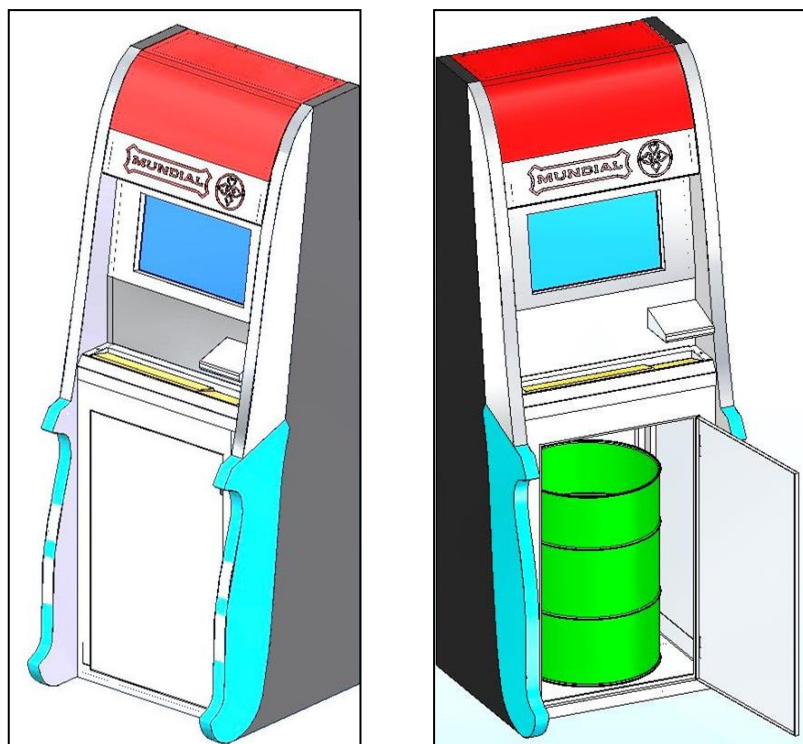
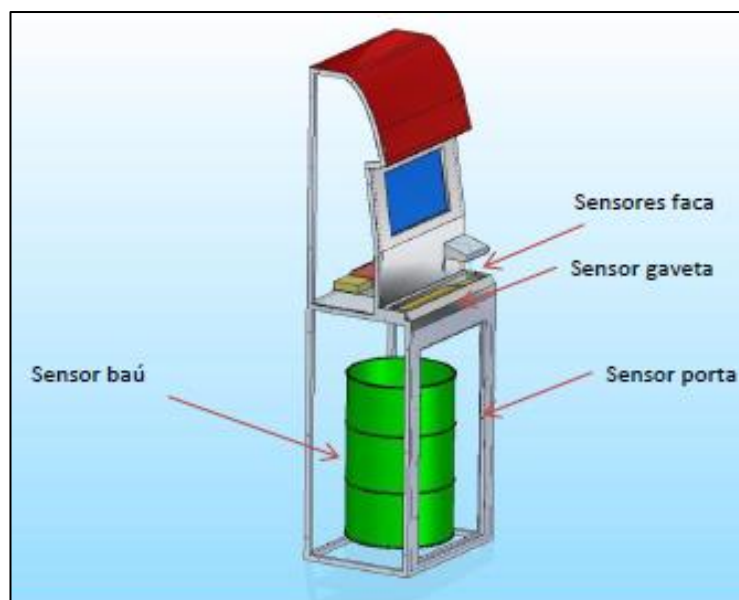


Figura 12 – Sensores de segurança do totem



Fonte: Empresa focal

Figura 13 – Utilização do totem



Fonte: Folder de lançamento Mundial Smartknives – Mercoagro 2016

O projeto considerou aspectos fundamentais para a segurança da operação e informações, tais como (i) a posição da faca no totem será horizontal de forma a permitir uma variabilidade menor da posição do cabo com o RFID em função dos distintos tipos de lâmina,

bem como proporcionar facilidade para a coleta da faca em final de vida útil (ii) existência de um sistema de sensores de proteção ao usuário e totem.

2.4.5 Resultados em T7 e T8 – Transmissão, registro e informações

O desenvolvimento do software foi dividido em duas grandes etapas, englobando funcionalidades e interface para totem e sistema online de *Business Intelligence* a partir dos dados coletados.

Dados de afiação são coletados de forma automática no momento da afiação da faca na máquina de afiação. Dados de associação de um usuário à faca, avaliação da faca pelo usuário e descarte são coletados no totem, seja automaticamente ou informados pelo usuário. O totem também tem a funcionalidade adicional de consulta ao histórico de afiação e avaliação com retorno resumido de algumas informações importantes de análise rápida do produto em questão. O primeiro estágio de desenvolvimento do software levou em consideração as informações base a serem coletadas (resultados em T1). Foi definida a estrutura de telas a serem apresentadas para o usuário, considerando a facilidade de utilização e de aprendizado na operação de forma intuitiva. A Figura 14 apresenta a tela de abertura e como ocorre o acesso ao software via totem.

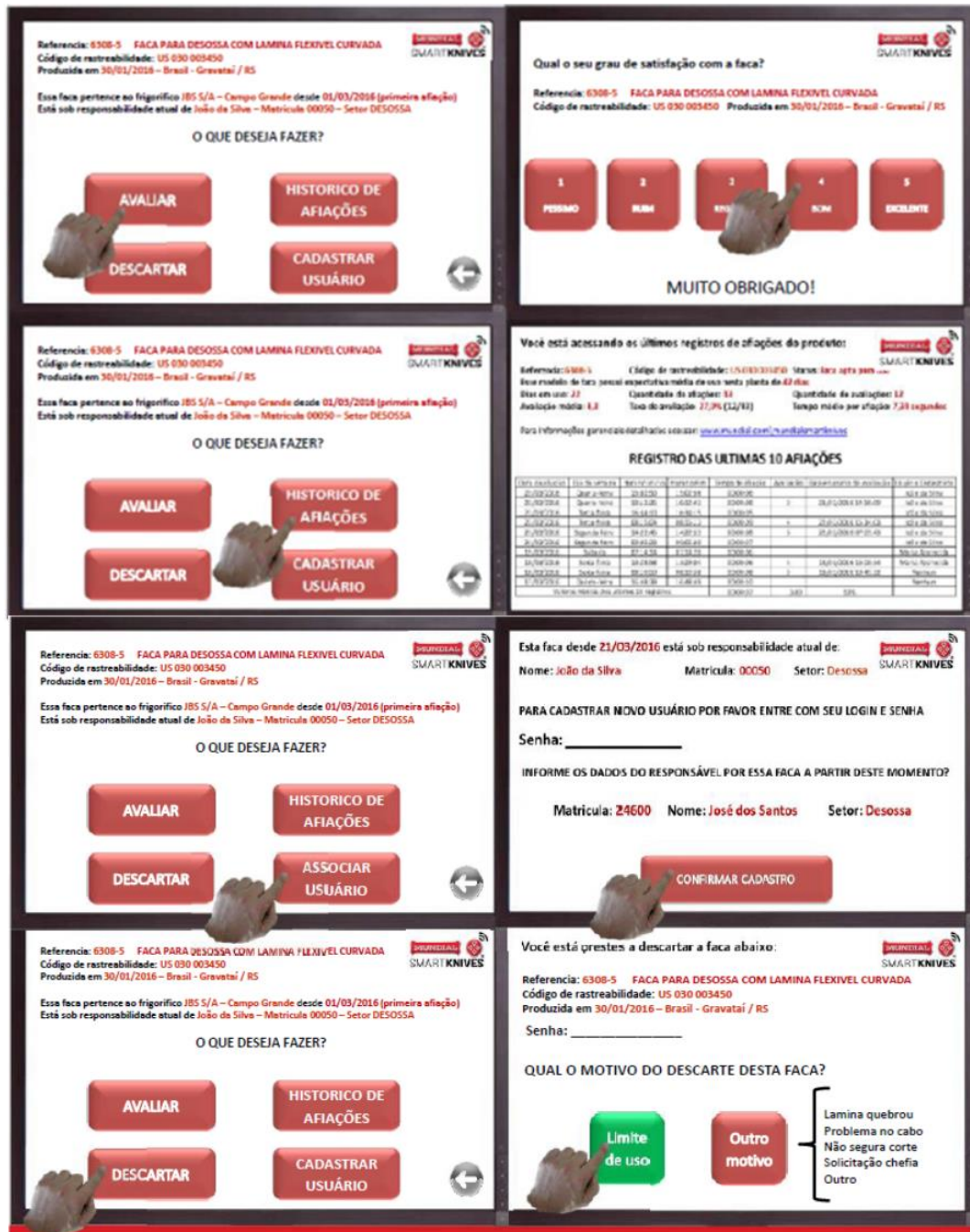
Figura 14 – Iniciando o uso do totem



Fonte: Empresa focal

A tela principal, além de apresentar as informações sobre a faca que está sendo detectada pelo totem oferece quatro opções de ação ao usuário, as quais podem ser visualizadas na Figura 15: (i) avaliar, (ii) consultar histórico, (iii) associar usuário e (iv) descartar.

Figura 15 – Estrutura de telas no totem



Fonte: O autor

Todas as informações existentes estão armazenadas no software SMARTKNIVES, a chave de acesso à essas informações via totem está presente no chip de cada faca com uma codificação única (ID). Logo, ao posicionar uma faca SMARTKNIVES na região de leitura no totem (Figura 14), o software reconhecerá o ID da faca e abrirá exclusivamente o acesso aos dados daquela faca específica, permitindo ao usuário avaliar a faca naquele momento e consultar os últimos históricos de afiação e de avaliação da faca. O totem também permite a associação da faca para um novo usuário e o descarte da faca, coletando o produto automaticamente. Todavia, para essas ações é requerida uma senha de responsabilidade de alguma pessoa dentro do frigorífico que é responsável por essas atividades.

Uma das grandes preocupações no desenvolvimento do software foi a segurança na geração de números de identificação únicos (IDs) para as facas de forma a impedir cópias ou produção de produtos falsificados por empresas que não possuam autorização para produção de facas SMARTKNIVES. Cada faca produzida recebe um ID através de um gravador de chip que obrigatoriamente precisa ser registrado no software, com base em uma série de funções matemáticas com 'n' variáveis independentes do ID registrado na faca. Ademais, um segundo ID é criado no software formando na prática um par de IDs para cada faca, de forma criptografada, a faca carrega apenas metade da informação, sendo a outra metade exclusiva do sistema. Desta forma, mesmo que uma faca possa ser 'clonada' ela não carregará consigo o restante da informação necessária para ter acesso ao sistema e, portanto, para o usuário, será uma faca comum que não é capaz de registrar dados no software.

Na segunda etapa de desenvolvimento do software se relacionam as disponibilizações de informações gerenciais de saída, acessado via WEB e definidas com base no cruzamento dos dados coletados e em níveis de importância para os frigoríficos de forma não apenas a atender a NR36, mas também permitir um gerenciamento dos recursos utilizados. Para que a apresentação das informações ocorresse de forma prática e rápida, o software foi projetado para apresentar seus resultados utilizando ferramentas de *Business Intelligence* (BI). Essa integração permite ao usuário uma forma mais atraente e fácil de manuseio e administração de tempo. O uso de mapas interativos e visualização de resultados em níveis distintos (macro ou micro) com poucos clicks, inclusive em ambiente mobile, visualizando resultados de desempenho em painéis, podendo comparar seus resultados em relação às suas metas ou ainda em relação às melhores práticas existentes em outras plantas. O uso de BI permite ao frigorífico buscar e cruzar as informações da forma que desejar, não estando restrito a um

padrão único de informações. O sistema de BI escolhido foi o Power BI da empresa Microsoft. Suas funcionalidades permitem uma vasta gama de compartilhamento de informações, como o envio por e-mail, acesso mobile via tablet e celulares, envio de relatório específico criando um QR Code para usuário externo que terá acesso exclusivamente aquela informação, entre outras funcionalidades.

Todas as informações coletadas nos frigoríficos permanecem sob a responsabilidade da empresa fabricante das facas, que ofertará o sistema de gestão aos frigoríficos via acesso com login e senha exclusivamente de seus dados, os quais não podem ser alterados, mas podem ser baixados via arquivos digitais certificados. Desta forma, o frigorífico poderá comprovar legalmente aos fiscais do MPT o cumprimento da NR36 quanto ao registro das afiações das facas e participação dos usuários no processo de escolha e satisfação com os produtos por eles utilizados.

2.4.6 Resultados em T9 – Teste de todo o sistema

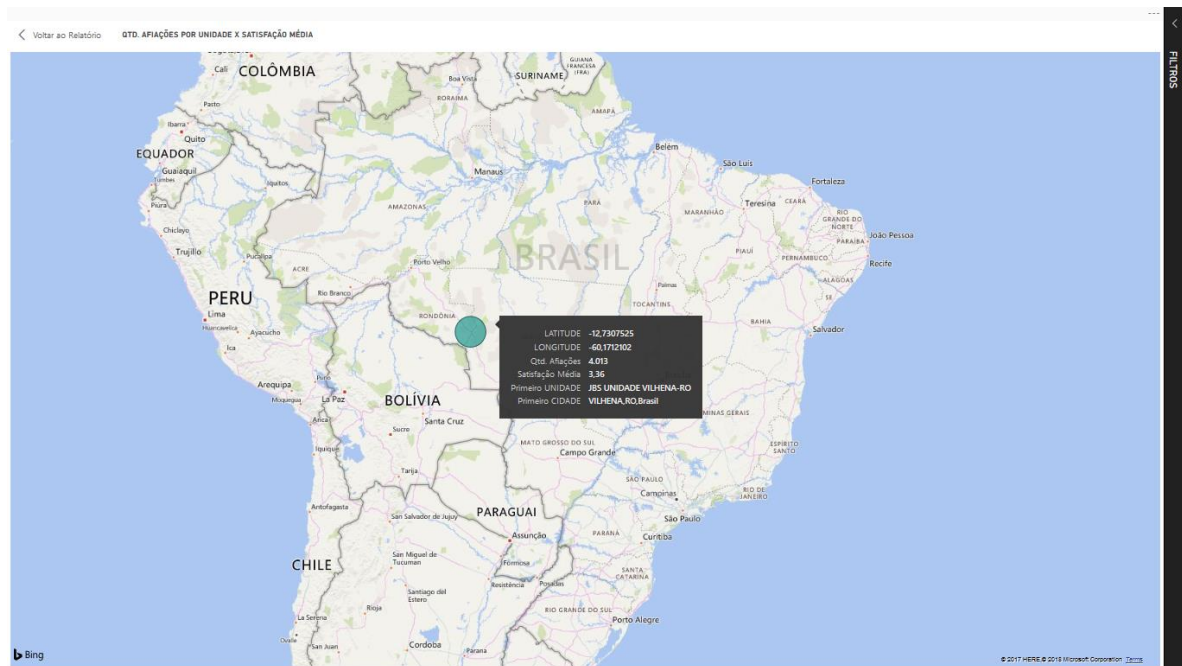
A última atividade da pesquisa-ação constituiu-se no teste de todo o sistema. Ele foi colocado em prática em uma planta produtora de carne de bovinos na cidade de Vilhena, no estado de Rondônia. Foram instaladas duas máquinas de afiação, uma na área de abate e outra na área de cortes. Também foram instalados dois totens nas respectivas áreas. Ao todo foram produzidas 1.500 facas com tecnologia SMARTKNIVES. Essas facas foram afiadas diretamente na planta (não receberam afiação na fábrica de facas, somente no frigorífico). A substituição das facas normais por facas SMARTKNIVES ocorreu por setores ao longo de duas semanas.

A concepção da solução, apesar de envolver todos os aspectos já apresentados ao longo deste trabalho, consiste em visualizar as informações via sistema de BI, pois esse é o canal de saída das informações, estando disponível em plataforma digital. Desta forma, os resultados de T9 consistem na apresentação de capturas de tela do sistema de BI que confirmam o atingimento dos objetivos propostos nesse trabalho.

Na Figura 16 é possível visualizar o software retornando as coordenadas geográficas dos produtos em uso, o total de registro de afiações realizadas no período selecionado e a planta industrial que está utilizando a tecnologia. Como nesse momento a tecnologia havia sido implantada em condições reais em apenas uma planta, registra apenas uma área.

Conforme mais plantas industriais começarem a utilizar o sistema, o mapa interativo mostrará via bolhas a concentração de produtos em uso geograficamente, podendo inclusive apresentar mais de um frigorífico em uma mesma região geográfica, apresentando o resultado geral daquela região.

Figura 16 – Mapa interativo de facas em uso

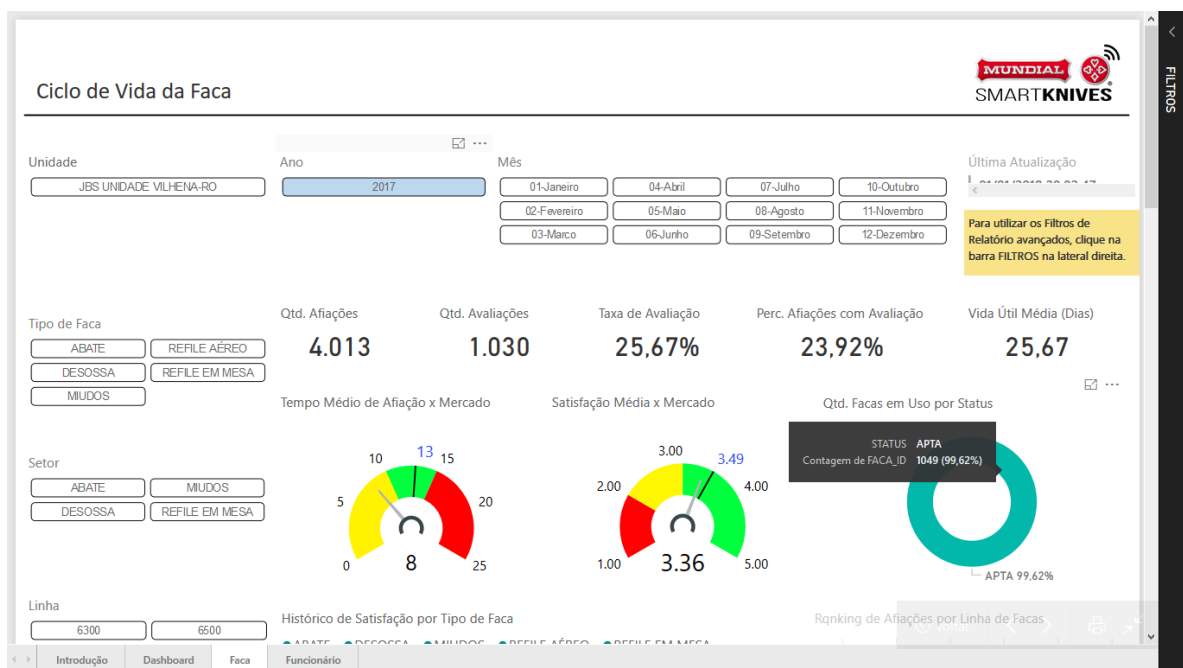


Fonte: Software MUNDIAL SMARTKNIVES via POWER BI

Na Figura 17 é possível visualizar dados no âmbito da planta industrial, ou seja, aprofundando a pesquisa, inicia-se a visualização de dados mais específicos. No exemplo, observa-se o resultado geral de todas as facas em uso na planta industrial, prevendo uma vida útil (no momento da pesquisa) de 25,67 dias, com 4.013 afiações executadas e 1.030 avaliações, com tempo médio de 8 segundos por afiação, enquanto o histórico geral de todas as afiações já executadas usando o sistema retorna uma expectativa de 13 segundos, satisfação média geral da planta de 3,36 (satisfatória, em uma escala de 1 a 5) e a satisfação média global de todos que já utilizaram o sistema de 3,49 (satisfatória). Informa, ainda, que 99,62% das facas em uso estão aptas, representando 1.049 facas aptas em uso, com correspondentes 0,38% de facas inaptas em uso. Uma faca é considerada inapta quando, por algum motivo, aquele ID da faca já tenha sido descartado e a faca retornou a ser utilizada, voltando a ter registros de afiação ou avaliação. O fator que explica essa situação é que durante a instalação

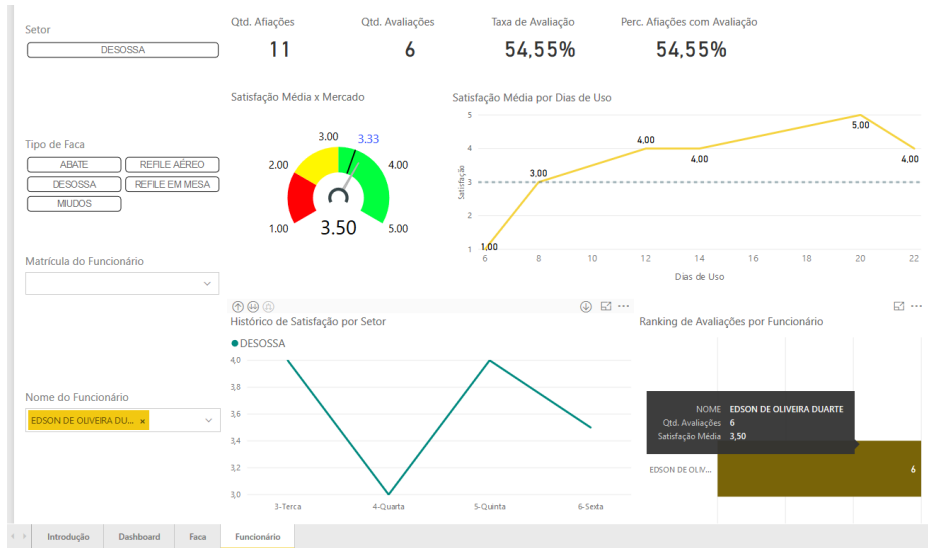
do sistema foi necessário treinar as pessoas em como proceder no momento de executar o descarte das facas, portanto algumas unidades foram descartadas para mostrar o funcionamento e, posteriormente, essas mesmas facas foram retiradas do depósito de descarte e disponibilizadas para uso, pois se tratavam de facas novas. Existe ainda um terceiro identificador que são a identificação de facas aptas sem uso. Esse indicador está zerado nesta unidade até o momento e refere-se a faca que não foram descartadas e também não estão mais sendo afiadas e/ou avaliadas nos últimos 15 dias. Essa situação indica uma possível perda da faca no processo produtivo incluindo a possibilidade de roubo da faca. Quando uma faca entra nesse status, identifica-se o último usuário, para que o frigorífico identifique os motivos. Se uma faca apta sem uso, voltar a ser identificada na máquina e/ou totem, retorna ao *status* de faca apta.

Figura 17 – Dados específicos de uma planta industrial em tempo definido



Fonte: Software MUNDIAL SMARTKNIVES via POWER BI

A Figura 18 retorna os dados de todas as facas em uso por um funcionário específico, ou seja, os dados não são mais referentes ao todo, mas apenas a um determinado funcionário selecionado. Todos os parâmetros se ajustam para o nível de informação mais aprofundada (funcionalidade *drill down*).



Fonte: Software MUNDIAL SMARTKNIVES via POWER BI

A Figura 19 mostra que existem sob custódia deste funcionário duas facas, bem como os históricos de ações executadas nessas facas ao longo do tempo em uso, ou seja, nesse caso entre os dias 18/12/2017 e 29/12/2017. Da mesma forma como é possível o controle por funcionário, também se pode parametrizar para verificar os históricos de ações por faca (ID), ou ainda, por modelo de faca (Referencia Comercial), ou por setor de utilização, entre diversas outras possibilidades.

Figura 19 – Dados das ações realizadas com a faca de um usuário

DH_REGISTRO	COD_RASTREABILID...	NOME	MATRICULA	TIPO	TEMPO_AFIACAO	NOTA
18/12/2017 18:30:11	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	ASSOCIAÇÃO		
18/12/2017 21:47:45	UE32802184	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	ASSOCIAÇÃO		
19/12/2017 09:31:21	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	8,00	
19/12/2017 12:17:41	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AVALIAÇÃO		4
19/12/2017 13:32:23	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	12,00	
20/12/2017 09:32:16	UE32802184	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	4,00	
20/12/2017 09:32:30	UE32802184	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	13,00	
20/12/2017 13:28:13	UE32802184	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	8,00	
20/12/2017 14:14:59	UE32802184	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AVALIAÇÃO		1
20/12/2017 15:02:55	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	18,00	
20/12/2017 15:51:25	UE32802184	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	9,00	
20/12/2017 17:19:21	UE32802184	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	25,00	
21/12/2017 08:07:28	UE32802184	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	10,00	
21/12/2017 08:49:42	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	13,00	
21/12/2017 09:23:24	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AVALIAÇÃO		4
21/12/2017 10:46:05	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AFIAÇÃO	13,00	
22/12/2017 14:19:08	UE32802184	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AVALIAÇÃO		3
27/12/2017 14:37:51	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AVALIAÇÃO		5
29/12/2017 14:18:50	UE32501211	EDSON DE OLIVEIRA ...	37006958	AVALIAÇÃO		4

Fonte: Software MUNDIAL SMARTKNIVES via POWER BI

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta seção apresenta uma revisão dos objetivos propostos neste artigo e uma reflexão sobre o atendimento do que foi proposto a partir da identificação do problema, que se refere à afiação deficitária das facas nos frigoríficos. O objetivo do estudo foi desenvolver uma alternativa de inovação tecnológica aos frigoríficos brasileiros para o controle e registro das afiações de facas utilizando produtos inteligentes e o paradigma tecnológico da Internet das Coisas de forma a solucionar as dificuldades atuais para o cumprimento da legislação e melhorar a usabilidade de facas.

Para atingir o objetivo principal, as premissas precisavam ser atendidas, sendo que o desenvolvimento da inovação tecnológica devia: (i) proporcionar aos frigoríficos o cumprimento da NR36 nos aspectos relacionados às facas, (ii) disponibilizar informações quanto a utilização das facas que permita aos frigoríficos a melhoria constante da usabilidade, e (iii) coletar, transmitir e armazenar dados confiáveis referentes ao histórico de uso e afiação das facas na rotina dos frigoríficos.

Este estudo atende ao objetivo proposto uma vez que o sistema de gestão de facas desenvolvido permite o controle e registro das afiações de facas utilizando Internet das Coisas, registrando naturalmente a rotina de afiação e satisfação dos usuários com as facas, atendendo a NR36 de forma satisfatória. Ademais, os dados armazenados são fundamentais no processo contínuo de melhoria da usabilidade de facas nos frigoríficos pois, quando de alterações no nível de satisfação dos usuários, torna-se possível identificar o cenário de uso da faca no qual as variações na satisfação foram geradas. Todavia, é fundamental reforçar que o sistema por si só não melhora a usabilidade das facas, mas torna-se uma ferramenta importante no processo de melhoria em função da riqueza de informações coletadas e estatísticas geradas ao longo do tempo em relação ao nível de satisfação x aspectos técnicos e de uso do produto que permitirão investigar as causas e agir de forma rápida, e até mesmo preventiva, na busca das melhorias contínuas.

O sistema criado, diante de seu caráter inovador, adentrou inclusive em novas oportunidades de gestão de produção que transcenderam os objetivos iniciais deste estudo. Se por um lado o sistema de gestão de facas permite aos frigoríficos atender a NR36 e aos órgãos fiscalizadores, identificar as ações que estão sendo realizadas e o nível de satisfação dos funcionários, por outro lado, para o fabricante de facas será possível prever com exatidão a

demanda futura de facas por localidade geográfica, quando e qual o modelo de produto será necessário produzir, esses aspectos permitirão um planejamento produtivo mais preciso com tendência de redução dos custos logísticos e de estoque, inclusive revendo o modelo de negócio a partir da oportunidade que a informação sobre a utilização da faca passe a ser tão valiosa (ou até mais valiosa) que o próprio uso fim da faca, que até então era de executar cortes. Ademais, o sistema agrega uma vantagem competitiva importante para a fidelização do mercado, dificultando a introdução de novos concorrentes que não proporcionem ao frigorífico o mesmo nível de informação sobre rastreabilidade de uso das facas ou que não possuam o know-how necessário para análise dos dados e trabalho em conjunto nas ações de melhorias junto aos frigoríficos.

As informações apresentadas nos resultados em T9, referente ao teste da solução (seção 2.4.6), apesar de verdadeiros, são dados referentes a um período muito pequeno de coleta de dados (cerca de 10 dias), limitação essa associada aos tempos requeridos para conclusão desta dissertação e imposições da realidade de implantação em campo da inovação tecnológica desenvolvida. Assim, os dados podem ser coletados utilizando Internet das Coisas e disponibilizados em plataformas digitais, provando que a inovação desenvolvida funciona a contento, sendo capaz de cumprir os objetivos propostos.

A solução desenvolvida nesse estudo, em termos práticos, tem um grande potencial de tornar-se uma ferramenta de apoio fundamental para coleta de dados em estudos específicos no futuro, voltado às áreas de ergonomia e engenharia de produção. Dados coletados via sistema SMARTKNIVES aliados a outras metodologias em estudos de casos específicos poderão facilitar o trabalho de pesquisadores na solução de diversos problemas.

No âmbito da teoria, o presente estudo permite exemplificar as características de um estudo que utiliza o método de pesquisa-ação, sua pluralidade de informações para a construção do conhecimento, o envolvimento de diversos atores, o ciclo de pesquisas secundárias bem como a dificuldade de prever o estudo do início ao fim. Da mesma forma, se constitui em importante relato real de desenvolvimento e implementação de solução de inovação tecnológica empregando Internet das Coisas em um contexto de país emergente e setor industrial de baixa intensidade tecnológica. Tais fatores, tomados em conjunto, apontam para o ineditismo e originalidade da contribuição do estudo reportado neste artigo.

2.6 REFERÊNCIAS

- ALBANO, F.M; GUIMARÃES, L.B.M, VAN DER LINDEN, J. C. S., FISCHER, D. Avaliação de cabos para desossa de frango com base na percepção tátil. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP**. Anais Porto Alegre, 2005
- BENEDIKT, J; THOMAS,M. Optimization of hand-operated human-machine interfaces for the elderly through internal grip force measurement. **Procedia Manufacturing** v.3, p.5366 – 5372, 2015.
- BISHU, R.R., CALKINS,C., LEI, X., CHIN,A. Effect of knife type and sharpness on cutting forces. **Advances Occupational Ergonomics**. v. 2, p.479–483, 1996.
- CLAUDON,L; MARSOT, J. Effect of knife sharpness on upper limb biomechanical stresses—a laboratory study. **International Journal of Industrial Ergonomics** v.36 p. 239–246, 2006
- FURLAN, A; CERIGUELLI, M. J. NR 36 trouxe melhorias para as condições de trabalho em frigoríficos. **Revista Consultor Jurídico**, 14 de Fevereiro, 2015, 7:30hs. Disponível em <<https://www.conjur.com.br/2015-fev-14/nr-36-trouxe-melhorias-condicoes-trabalho-frigorificos>> acessado em 20/12/2017.
- GUIMARÃES, L. B. M., ALBANO, F. M., VAN DER LINDEN, J. C. S. Avaliação de Três Facas para Desossa de Frango com Diferentes Materiais de Pega. In: P&D Design. **Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. São Paulo, 2004
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2ª edição revisada e ampliada. 2005.
- JORDAN, P.W. **An Introduction to Usability**. London: Taylor & Francis, 1998
- KARLTUN, J; VOGEL, K.; BERGSTRAND, M.; EKLUND, J. Maintaining knife sharpness in industrial meat cutting: A matter of knife or meat cutter ability. **Applied Ergonomics** v.56 p.92-100, 2016
- MARSOT, J.; CLAUDON, L.; JACQMIN, M. Assessment of knife sharpness by means of a cutting force measuring system. **Applied Ergonomics** v.38, p. 83-89, 2007.
- MCGORRYA, R.W, DOWD, P.C, DEMPSEY, P.G. Cutting moments and grip forces in meat cutting operations and the effect of knife sharpness. **Applied Ergonomics**, v.34, p.375–382, 2003.
- MCGORRYA, R.W , DOWD P.C. D., DEMPSEY,P.G. A technique for field measurement of knife sharpness. **Applied Ergonomics**, v.36, p.635-640, 2005.
- MELLO, C.H.P, TURRIONI, J.B, XAVIER A.F., CAMPOS D.F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. **Production**, v. 22, p. 1-13, 2012.
- PREECE, J; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction design: beyond human-computer interaction**. [S.l.]: John Wiley & Sons, cop. 2002.

RAFAGNIN, M. S. Norma Reguladora 36: Limites e possibilidades em sua implementação em Concórdia – Santa Catarina, sob a perspectiva dos trabalhadores e dirigentes sindicais. **Dissertação pela Universidade Católica de Pelotas**. Pelotas - RS 2017.

SILVEIRA, L.S; MERINO E.A.D; TRIERWEILLER,A.C.;AZEVEDO,B.M; CRUZ,R.M. Investigação da usabilidade de facas para desossa de carne bovina. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

SOMEKH, B; LEWIN, C. Research Methods in the Social Sciences. **SAGE Publications**. Chapter 10. 2005.

SZABO, R.L, RADWIN, R.G., HENDERSON,C.J. The influence of knife dullness on poultry processing operator—exertions and the effectiveness of periodic knife steeling. **American Industrial Hygiene Association Journal** v.62, p.428–433, 2001

THARENOU,P. ; DONOHUE, R; COOPER, B. Management Research Methods. Chapter 5. **Cambridge University Press**. 2007

TOMAZZONI, I., 2004. Avaliação dos efeitos na musculatura cervical do desempenho de dois protótipos de facas de corte de frango através de eletromiografia Sensitiva. Dissertação de mestrado profissional em engenharia – Ênfase Ergonomia. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre – RS, 2004

VERHOEVEN, J.D. **Experimentos em afiação de facas**. Disponível em <http://www.cutelariaartesanal.com.br/downloads/John_Verhoeven_Experimentos_Afiacao.pdf> acessado em 20/05/2016

WHITMORE,A., AGARWAL,A. DA XU, L., The Internet of Things - A survey of topics and trends. **Information Systems Frontiers** v.17 p.261: 274, 2015.

ZUBER-SKERRIT, O; FLETCHER, M. The quality of an action research thesis in the social sciences. **Quality Assurance in Education**, v.15 n.4, p. 413-436, 2007.

3 CENÁRIO PÓS-DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA SMARTKNIVES: REVISÃO DO MODELO DE NEGÓCIO

RESUMO

O desenvolvimento de um sistema inovador de gestão de facas para frigoríficos que emprega o paradigma da Internet das Coisas relatado no Capítulo 2 desta dissertação, registrado com a marca SMARTKNIVES, gerou um novo desafio a partir da percepção de que o custo total de inclusão da tecnologia pode ser apenas parcialmente absorvido pelo mercado alvo. Torna-se necessário, portanto rever o modelo de negócio a ser adotado pela empresa focal para comercialização da inovação. Utilizando um método exploratório embasado em levantamentos de dados na empresa focal e em dois frigoríficos, além de pesquisa bibliográfica acerca do tema de modelo de negócios. Esse estudo comparou a vida útil média possível de uma faca adequadamente afiada com as médias encontradas atualmente em frigoríficos, observando-se que a tecnologia SMARTKNIVES possibilita a ampliação do tempo de uso das facas em praticamente seis vezes com técnicas de afiação apropriadas e via registros e disponibilização de informações relevantes, tanto ao consumidor final quanto ao restante da cadeia de distribuição, sejam indústrias frigoríficas ou não, expandindo desta forma o mercado de atuação possível para patamares além dos originalmente projetados. Assim, o estudo propõem três novas opções de modelos de negócios embasados em PSS, do inglês, *Product Service System*, não excludentes entre si e com o modelo tradicional. Conclui-se que a geração de receitas oriundas da exploração comercial dos possíveis novos modelos de negócios propostos utilizando Internet das Coisas e PSS tende a ser uma alternativa capaz de gerar aumento de receita através da exploração comercial dos registros de afiação e utilização das facas em níveis potencialmente muito superiores aos atuais aliada a redução de custos produtivos e oferta de produtos mais apropriados ao uso e mais acessíveis aos consumidores finais.

Palavras chave: Gestão da Inovação. Modelos de negócios. Servitização. Sistema Produto Serviço. Internet das Coisas. Produtos Inteligentes. Facas Inteligentes.

ABSTRACT

The development of a knife management system for slaughterhouses using internet of things, reported in chapter 2 of this dissertation of professional masters, registered under the SMARTKNIVES brand, generated a new challenge from the perception that the total cost of technology inclusion may only be partially absorbed by the target market, thus requiring the need to revise the business model to be adopted in function of the solution created using an exploratory method based on data surveys in the focal company and in slaughterhouses, besides bibliographic research on the theme of business model. This paper compared an average useful life for a properly sharp knife using smart products and with the averages currently observed in two slaughterhouses, observing that the use of intelligent knives allows the extension of the time of use of the knives in almost six times with appropriate edging techniques and through the registration and availability of relevant information both to the final consumer and to the rest of the distribution chain, whether they are slaughterhouse industries or not, expanding the market for sale beyond what was originally planned. This study proposes three new business model options based on PSS, Product Service System not mutually exclusive and between the traditional models. Finally, it concludes that the generation of profit from the commercial exploitation of possible new business models can be increased by using internet of things and services through the sale of information of the data of sharpening and use of the knives at potentially far higher levels than the current ones with reduction of productive costs and products more appropriate to the use and even more accessible to final consumers.

Keywords: Innovation Management, Business models, Servitization, System Product Service, Internet of Things, Smart Products, Smart Knives.

3.1 INTRODUÇÃO

O desafio do sucesso comercial de inovações tecnológicas é um dos problemas mais estudados na literatura sobre inovação e tecnologia (GANS, STERN, 2003; JAMES et al., 2013). Diversas explicações para repetidos fracassos comerciais de inovações tecnicamente adequadas foram aventadas ao longo do tempo, as quais recentemente coalesceram em torno da noção de desalinhamento entre as características técnicas da inovação e a articulação de um modelo de negócios adequado para transformar essas características em desempenho de mercado (TEECE, 1986; CHESBROUGH, ROSENBLOOM, 2002; TEECE, 2010).

Assim, o desenho de modelos de negócio adequados a inovações tecnológicas se constitui em temática relevante e atual, sobretudo no contexto da emergência de tendências tecnológicas como a Internet das Coisas, a qual requer profundas reconfigurações dos modelos tradicionais (DIJKMAN et al., 2015), principalmente em um de seus principais desdobramentos: os produtos inteligentes (*smart products*) (LU, 2017), os quais geram potencial de criação de valor adicional mesmo depois da venda e adoção por parte dos clientes (SAARIKKO et al., 2017).

É nesse contexto que se insere o desenvolvimento da solução SMARTKNIVES relatada no Capítulo 2, o qual demandou, por parte da empresa focal, investimentos de recursos financeiros que necessitam ser recuperados através de exploração comercial bem sucedida da tecnologia. Ademais, a incorporação da tecnologia aumentou os custos de fabricação das facas, principalmente em função do uso de etiquetas RFID e do baixo volume inicial previsto, característica de uma etapa de introdução de uma nova tecnologia inovadora no mercado. Ainda, as facas com a tecnologia SMARTKNIVES demandam despesa fixa adicional com a manutenção do software e armazenamento dos dados de uso deste tipo de facas pelos frigoríficos. Também se observou a possibilidade de aumento significativo da vida útil das facas com o uso inteligente das informações coletadas quanto aos métodos de uso e afiação.

Desta forma, para a empresa focal, o cenário pós-desenvolvimento da inovação remete a um maior custo de fabricação por peça, inclusão de custos adicionais com armazenamento de dados mesmo após a venda da faca e ainda uma possível redução de demanda em função do aumento de vida útil. Esse cenário, em um modelo tradicional de produção e venda, exige uma precificação da ‘faca inteligente’ entre quatro e cinco vezes

maior que o preço de uma faca tradicional, além do investimento por parte do cliente em toda estrutura de máquinas para adequação da planta industrial.

No segmento de frigoríficos, mercado para o qual a tecnologia foi originalmente desenvolvida, não foram observadas maiores restrições no que tange ao custo do investimento inicial para adequação dos sistemas de afiação e totem nas plantas industriais adotantes. Todavia, o custo maior de aquisição das facas se torna uma restrição a ser superada, pois dificulta a imediata introdução em larga escala desta tecnologia no mercado.

Comparada com uma faca tradicional, as facas que fazem uso da tecnologia desenvolvida oferecem, além do valor básico de qualquer faca (qualidade de corte), um segundo valor, a informação. Enquanto a função de corte é um valor fundamental e essencial para uma faca, a informação é desejada, mas como valor agregado e, pelo menos quando da introdução no mercado, ainda não é essencial.

O problema que norteia esse estudo envolve, portanto, a monetização do valor adicional proporcionado pela nova tecnologia (informação) e a descoberta que o modelo de negócio atualmente utilizado se torna inapropriado para monetizar a nova tecnologia.

Com base na premissa de que o custo adicional total de introdução de uma faca com a tecnologia desenvolvida pode ser apenas parcialmente absorvido pelo mercado alvo original via modelo de negócio tradicional, quais inovações em termos de modelo de negócio poderiam ser testadas para solucionar esse problema? É possível identificar oportunidades de inovação incremental que reduzam os custos produtivos sem afetar o valor percebido pelo cliente comprador da faca? A inovação tecnológica pode ser explorada comercialmente em outros mercados via modelos de negócios híbridos permitindo a monetização não apenas pelo consumidor da faca, mas também por outros atores no mercado para os quais a tecnologia pode entregar valor, mesmo sem serem usuários diretos?

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo propor opções de inovação no modelo de negócios de uma empresa fabricante de facas para frigoríficos a partir do desenvolvimento de inovação que incorpora tecnologia de Internet das Coisas na forma de produtos inteligentes.

Utilizando a tecnologia desenvolvida, as seguintes ações precisaram ser executadas: (i) coletar dados utilizando os produtos inteligentes desenvolvidos, (ii) comparar dados

coletados quanto à vida útil média de uma “faca inteligente” *versus* uma ‘faca normal’, (iii) revisar a literatura acerca de inovação em modelos de negócios e desta forma permitir cumprir dois objetivos específicos a saber: (i) Propor três novos modelos de negócios e (ii) Avaliar se as propostas permitem vantagens econômicas tanto para a empresa focal quanto para os clientes.

Como limitação, a presente investigação não teve como objetivo identificar a melhor opção e/ou descartar outras opções possíveis e não aventadas, mas relatar possibilidades de novos modelos de negócios que possam auxiliar na tomada de decisão de introdução comercial da tecnologia desenvolvida por parte da empresa focal.

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na última década, o conceito modelo de negócios se consolidou como uma nova unidade de análise nas literaturas acadêmicas sobre estratégia, empreendedorismo e gestão de tecnologias e inovação (TEECE, 2010; DA SILVA, TRKMAN, 2014). Ele oferece uma abordagem holística para o entendimento sobre como as empresas ‘fazem negócios’, procurando explicar como o valor é criado e não apenas como o valor é capturado. “O modelo de negócio é uma análise distinta do produto, empresa, indústria ou rede, está centrado em uma empresa focal, mas seus limites são mais amplos que o da própria empresa” (Zoot, Amit, Massa; 2011, p.2). Para Baden-Fuller e Haefliger (2013), os modelos de negócio estão fundamentalmente ligados à inovação tecnológica, ainda que a construção de um modelo de negócio seja essencialmente distinta do desenvolvimento da tecnologia. Nesse sentido, um modelo de negócios descreve um sistema para identificar o cliente e suas necessidades e, ato contínuo, projetar uma oferta que satisfaça tais necessidades de modo a permitir à empresa capturar parte do valor gerado.

Sob o ponto de vista de Glova et al. (2014), os modelos de negócios devem ter duas abordagens diferentes. A primeira é estratégica, que envolve o modelo de valor, ou seja, respostas sobre como o valor é criado, por quem e para quem. A segunda abordagem é o modelo estrutural ou de processo, que representa a modelagem dos procedimentos comerciais da empresa, fornecendo uma visão geral da implementação das estratégias de negócios e das infraestruturas estabelecidas.

Para Teece (2010), um modelo de negócio define como a empresa cria e entrega valor aos clientes, convertendo os pagamentos recebidos em lucro. O autor destaca ainda que, no caso de inovações, as empresas pioneiras precisam se destacar não apenas na inovação de seus produtos, mas também no desenho de seu modelo de negócio, entendendo as opções existentes, bem como a necessidade dos clientes e suas trajetórias tecnológicas. O autor reforça que a inovação de um modelo de negócio pode ser uma fonte de vantagem competitiva, mas apenas se o modelo for suficientemente diferenciado e difícil de replicar pelos concorrentes e novos entrantes. Em outras palavras, sem um modelo de negócio bem definido, os inovadores encontram dificuldades para entregar e capturar valor com suas inovações.

Glova et al. (2014) analisaram os modelos de negócios para aplicações de Internet das Coisas aplicando uma técnica de requisitos baseada em valor para modelar criação e troca de valor em uma rede de *e-business*. Para os autores, a introdução de tecnologias como identificação por radiofrequência e computação inteligente possibilitou inovações nos modelos de negócios principalmente em função do domínio da informação disponibilizada por dispositivos inteligentes conectados entre si e em rede. Já Lee e Lee (2015), estudando sobre a aplicação de IoT, concluíram a existência de três categorias de aplicações para IoT: (i) monitoramento e controle, (ii) análise de dados e negócios e (iii) compartilhamento de informações e controle.

Um aspecto particularmente importante associado aos modelos de negócio de Internet das Coisas é o posicionamento na governança da rede de valor (SAARIKKO et al., 2017). Os resultados do estudo de caso múltiplo conduzido por Rong et al. (2015) fornecem importantes implicações neste sentido. Em particular, os autores sugerem que modelos de negócio envolvendo Internet das Coisas em setores industriais maduros tendem a gerar ecossistemas de negócio relativamente fechados, com a empresa focal controlando ativamente a plataforma de produto e/ou serviço e guiando o seu desenvolvimento.

Inovações que integram tecnologias de Internet das Coisas possuem o potencial de mudar de maneira significativa a maneira como os produtos são comercializados e distribuídos, afetando os modelos de negócios tradicionais, criando novos modelos até então inexistentes. Neste sentido, a própria informação pode se tornar uma fonte importante de criação e captação de valor. Porém, pode-se argumentar que, embora o fluxo tradicional de

monetização do valor entregue ao cliente, sob a ótica de preços, inclua o custo de produção e distribuição do produto físico, tipicamente há uma expectativa, por parte dos clientes, de gratuidade com relação à informação. Essa relutância por parte dos clientes em pagar pelas informações pode mudar ao longo do tempo. Gubbi et al. (2013) examinaram a literatura sobre o estado atual da tecnologia de Internet das Coisas e concluíram que esta tecnologia possui um potencial de melhorar a vida das pessoas, com capacidade de economizar tempo e dinheiro para pessoas e organizações, além de auxiliar na tomada de decisões e resultados em uma ampla gama de aplicações.

Uma das alternativas para modelos de negócio para Internet das Coisas envolvendo produtos inteligentes é o conceito de sistema de produto-serviço, do inglês, *Product Service System* (PSS) (REIM et al., 2013). Reim (2015) estudou a implementação de modelos de negócio baseados em PSS e argumenta que a integração de oferta de produtos e serviços tem potencial de melhorar a eficiência dos produtos, o que pode levar a efeitos econômicos e ambientais positivos para a indústria e sociedade. Com base em uma perspectiva de custos do ciclo de vida, as soluções de produtos e serviços criam incentivos para otimizar uso de recursos e prolongar a vida de um produto (Tukker, 2004 apud Reim 2015). As soluções integradas de produtos e serviços, porém, frequentemente requerem transformações radicais em produtos e empresas voltados para o serviço na cadeia de valor, inclusive na indústria. De acordo com Reim (2013) e Reim et al. (2015), os modelos de negócios PSS podem ser classificados em três grandes categorias e cinco grupos de táticas (Tabela 6), as quais auxiliam na construção de um caminho, com potencial de aproveitamento no presente estudo, para a proposição de modelos de negócios futuros e monetização de tecnologias de Internet das Coisas.

Chesbrough (2010) questiona qual o momento em que uma nova tecnologia exige um modelo de negócios inovador e quando a combinação de uma nova tecnologia e um novo modelo de negócios leva a uma vantagem competitiva. É relativamente comum que inovadores falhem no mercado com inovações tecnicamente meritórias porque se mantiveram fiéis a modelos de negócio que, embora tenham se mostrado adequados no passado, com inovações prévias, não sejam os melhores para inovações posteriores (CHESBROUGH, ROSENBLOOM, 2002). O mesmo questionamento ocorre por parte da empresa focal nesse estudo. Foi detectado pela empresa focal que o momento ocorre quando a própria tecnologia inovadora não é capaz de ser monetizada pelo modelo usual no nível necessário, ou ainda,

quando a própria inovação tecnológica gera um novo problema, com potencial disruptivo com relação ao modelo tradicional adotado pela companhia e seus concorrentes, exigindo um pioneirismo e desenvolvimento de um novo modelo de negócio que permita atuar preferencialmente sem concorrência inicial.

Tabela 6 – Classificação dos modelos de negócios PSS.

Estratégia	Possíveis tipos de modelos de negócios	Táticas
Empresa de fabricação que visa uma oferta de serviço aumentada	PSS orientada para o produto: quando a empresa vende um produto e, em função do uso deste produto, passa a comercializar também um ou mais serviços adicionais	Contratos
		Marketing
		Desenho de produtos e serviços
		Sustentabilidade
		Redes
	PSS orientada para o uso: quando o provedor não transfere a propriedade do produto ao usuário, mas implementa contratos de aluguel ou locação, por exemplo, permitindo o direito de uso por um período no qual o provedor é pago periodicamente.	Contratos
		Marketing
		Desenho de produtos e serviços
		Sustentabilidade
		Redes
		Contratos
	PSS orientada para o resultado: quando o provedor concorda em fornecer um resultado ao cliente, ao invés de um produto ou serviço.	Marketing
		Desenho de produtos e serviços
		Sustentabilidade
		Redes

Fonte: Adaptado de Reim et al. (2015)

3.3 MÉTODO

A pesquisa foi dividida em três etapas no formato de pesquisa exploratória. A primeira etapa tinha o objetivo de explorar a proposta de valor do modelo de negócios atual, isto é, identificar as variáveis que geram a necessidade de compra de facas novas para uso no mercado profissional em frigoríficos. Ainda nessa etapa foi realizada uma **pesquisa experimental** utilizando o sistema SMARTKNIVES com objetivo de identificar a vida útil média possível utilizando um protocolo de afiação ideal sugerido pela empresa focal e comparar com dados coletados na segunda etapa que consistiu em um **estudo de campo** que traduz a realidade momentânea de dois frigoríficos de frangos localizados no estado do Paraná via levantamento de dados in loco.

A terceira etapa utilizou os resultados da primeira e segunda em combinação com pesquisa bibliográfica visando o levantamento de novas propostas de valor para o modelo de negócios da tecnologia desenvolvida.

3.3.1 Metodologia do Estudo Experimental

O principal objetivo de pesquisa exploratória é proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo. Muitas vezes o pesquisador não dispõe de dados e/ou conhecimento suficiente para elaborar de forma precisa uma hipótese. Nesse caso, é necessário “desencadear um processo de investigação que identifique a natureza do fenômeno e aponte as características essenciais das variáveis que se quer estudar” (KOCHE, 2011, p. 126).

Para identificar as variáveis que geram a necessidade de compras de facas profissionais, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com especialistas da empresa focal definindo-se como variável independente o ponto de descarte por tratar-se de um padrão para cada modelo de faca estabelecido pela indústria focal.

A vida útil da faca, medido em termos de quantidade de afiações é a variável dependente, pois depende da taxa de desgaste médio da faca em cada afiação realizada com uso limitado ao ponto de descarte padrão. As variáveis de controle são as que afetam o desgaste médio por afiação e permitem maximizar a vida útil das facas.

A tecnologia SMARTKNIVES quando em uso, registra os parâmetros das diversas variáveis de controle e informa o resultado de vida útil encontrado (variável dependente). De acordo com a empresa focal a análise destas informações registradas via SMARTKNIVES permite ajustar os protocolos de afiação para a realidade de cada empresa e maximizar a vida útil das facas.

Para verificar essa hipótese foi planejado um experimento utilizando o sistema SMARTKNIVES que permitisse calcular uma expectativa média de vida útil de uma faca em termos de quantidade de afiações com protocolos de afiação previamente definidos e controlados. Para tanto foram utilizados 10 modelos de facas que, somados, representam 85% das vendas da empresa focal ao mercado profissional.

Para cada um dos modelos de facas foi utilizada a recomendação da empresa focal quanto ao limite máximo de desgaste até o descarte. As variáveis que influenciam a afiação foram controladas observando que (i) nenhuma faca tivesse recebido afiação, nem mesmo a original; e (ii) dureza e atributos dimensionais como espessura e largura de todas as facas estivessem dentro dos padrões estabelecidos pela empresa fabricante. As facas foram numeradas de 1 até 10 e receberam afiações alternadas, sendo a primeira afiação para a faca número 1, seguido da numero 2, 3, 4 e assim sucessivamente até a faca 10, reiniciando novamente o ciclo através da faca numero 1.

Todas as facas foram afiadas em uma mesma máquina, utilizando um mesmo par de rebolos de afiação com sistema helicoidal e grão 320, afiadas com ângulo de 30° e mesma pressão (sistema de pressão controlada que é padrão da máquina utilizada), sendo que cada afiação corresponde a uma passada de ida e volta executado pelo mesmo operador com 15 anos de experiência em ritmo de trabalho confortável. O calculo da vida útil foi realizado com base nas equações (1), (2), (3) e (4), onde I é a área inicial da lâmina da faca, F é a área final da lâmina da faca e Q é a quantidade de afiações realizada na lâmina.

Somatório da área desgastada de n facas:

$$\sum_{i=1}^n I_i - F_i \quad (1)$$

Somatório da área desgastada de n facas por afiação:

$$\sum_{i=1}^n \frac{I_i - F_i}{Q_i} \quad (2)$$

Somatório da área inicial de n facas:

$$\sum_{i=1}^n I_i \quad (3)$$

O percentual de utilização média das n facas é calculado pela razão das equações (1) e (3)

$$\frac{(1)}{(3)} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i - F_i}{\sum_{i=1}^n I_i} \quad (4)$$

A expectativa de afiações por faca é calculado pela razão das equações (4) e (2)

$$\frac{(4)}{(2)} = \frac{(1)}{(2)} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i - F_i}{\sum_{i=1}^n I_i} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n I_i - F_i}{Q_i}$$

3.3.2 Metodologia do Estudo de campo

A segunda etapa de investigação consistiu em um estudo de campo em dois frigoríficos produtores de carne de frango situados no estado do Paraná. Foi realizado um levantamento de dados in loco, conforme Tabela 7.

Na escolha das plantas industriais para o levantamento das informações foram considerados alguns aspectos importantes para redução e padronização das variáveis:

- (i) A empresa focal é a fornecedora única de facas para ambas as plantas industriais, permitindo facilidade e precisão no acesso de informações relacionadas ao custo com aquisição de facas tradicionais,
- (ii) Ambas as empresas utilizam sistema de afiação de facas desenvolvido pela empresa focal, todavia com tecnologia ultrapassada (equipamentos adquiridos em 2005), sendo portanto empresas com potencial de transição para a tecnologia SMARTKNIVES,
- (iii) Serem plantas frigoríficas de grande porte, com processo de produção e manutenção das facas muito similar entre si.

O levantamento de dados foi planejado de forma a permitir estimar a quantidade média de afiações por faca até o descarte da mesma, de forma a poder comparar a ordem de grandeza entre o estudo experimental e o estudo de campo. Foram levantadas também as despesas brutas que cada frigorífico teve com aquisição de facas no período em estudo a fim de estimar o custo com faca por funcionário na situação atual. Este, por sua vez, pode ser comparado com os custos previstos após o desenvolvimento das propostas de novos modelos de negócios a serem formuladas na terceira etapa de investigação, a qual alia a análise bibliográfica com os dados coletados no estudo experimental e no estudo de campo.

Tabela 7 – Levantamento de dados em estudo de campo.

	Periodo analisado de consumo	01/01/2017 a 30/06/2017	01/01/2017 a 30/09/2017	FONTE DA INFORMAÇÃO
	INFORMAÇÕES	FRIGORIFICO A	FRIGORIFICO B	
A.	Quantidade de meses de dados do levantamento			Periodo analisado
B.	Quantidade de horas de trabalho por dia			Coletado no frigorifico
C.	Periodicidade de afiações (horas)			Coletado no frigorifico
D.	Quantidade de afiações por posto de trabalho por dia			Coletado no frigorifico
E.	Quantidade de postos de trabalho que usam facas			Coletado no frigorifico
F.	Quantidade de afiações por dia			Calculado via D x E
G.	Quantidade de dias trabalhados no periodo analisado			Coletado no frigorifico
H.	Quantidade de afiações no periodo analisado			Calculado via F x G
I.	Quantidade total de facas consumidas no periodo			Histórico de compra
J.	Quantidade média de afiações por faca até descarte			Calculado via H ÷ I
L.	Sistema de afiação utilizado			Coletado no frigorifico
M.	Ano de aquisição do equipamento utilizado			Histórico de compra
N.	Custo total no período			Histórico de compra
O.	Custo médio mensal			Calculado via N ÷ A
P.	Custo médio por faca			Calculado via N ÷ I
Q.	Custo médio por afiação			Calculado via N ÷ H
T.	Usuários por posto de trabalho			Calculado via B ÷ 8
R.	Consumo de faca por usuário por mês			Calculado via I ÷ E ÷ A ÷ T
S.	Custo médio com faca por usuário			Calculado via N ÷ E ÷ A ÷ T

Fonte: O autor

3.3.3 Metodologia para formulação das propostas

A terceira etapa de investigação consistiu na análise dos dados coletados para formular hipóteses de novas propostas de valor para modelos de negócios que pudessem ser mais adequados ou complementares ao modelo tradicional para a tecnologia desenvolvida. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca dos seguintes temas: Inovação

tecnológica, modelos de negócios, internet das coisas, monetização e captura de valor. Com base no conhecimento adquirido em ambas as pesquisas, ou seja, prática e teórica, o pesquisador formulou novas opções de modelos de negócios que permitem ser explorados pela empresa focal a partir do desenvolvimento da tecnologia SMARTKNIVES e seu valor agregado de informação.

O pesquisador optou em utilizar os tipos de modelos de negócios apresentados por REIM (2015) apenas em nível estratégico, sem adentrar nos âmbitos tático e operacional, e buscar três novas propostas de modelos de negócios que não fossem excludentes entre si e frente ao modelo tradicional já existente, avaliando as vantagens e desvantagens de cada uma e seguindo três linhas mestres de inspiração, a saber:

PSS orientado ao produto: neste cenário, o foco segue no produto faca, que permanece sendo vendida; as informações sobre utilização e distribuição são empregadas apenas para novos desenvolvimentos e eliminação de custos da cadeia de produção e distribuição, agregando a possibilidade de venda de serviços só existentes em função da utilização do produto SMARTKNIVES.

PSS orientado para o uso: neste cenário o produto faca deixa de ser vendido, permanecendo como um patrimônio do fabricante, mas uma taxa é cobrada por sua utilização, cujo controle se dá através da tecnologia desenvolvida.

PSS orientado ao resultado: modelo de negócio focado exclusivamente na gestão da tecnologia desenvolvida, entregando o resultado sob a ótica de “informação de uso da faca” sendo a monetização através do valor de informação capturado no mercado, potencialmente desvinculando a tecnologia SMARTKNIVES de um fabricante específico de facas.

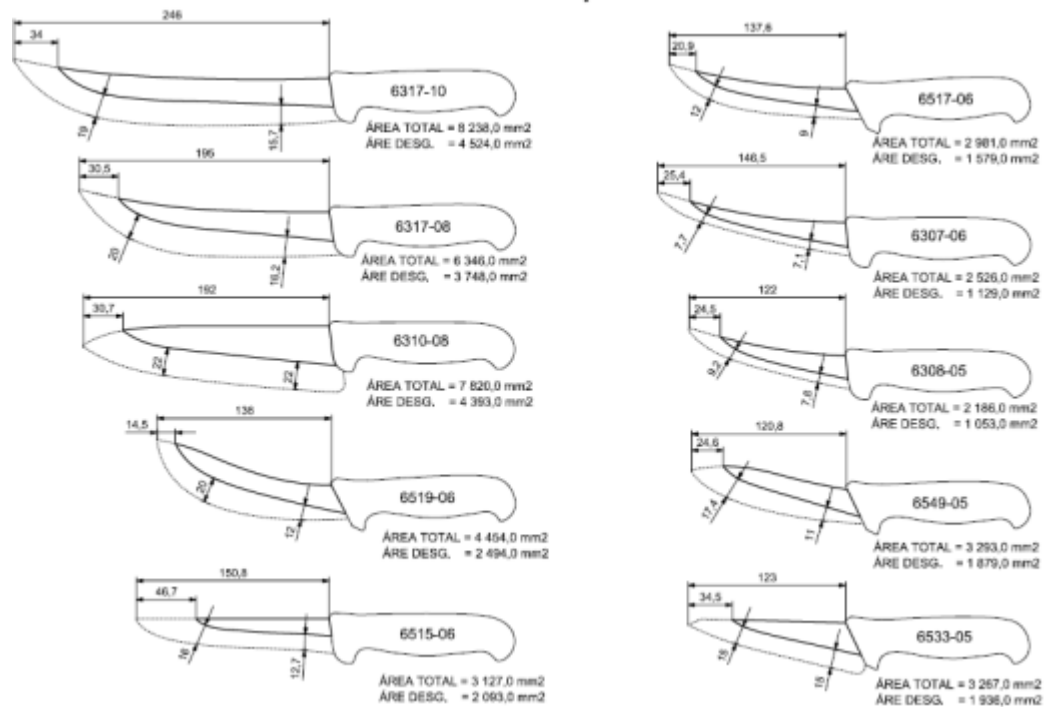
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são descritos e discutidos os resultados obtidos no estudo experimental, no estudo de campo e finalmente na proposição de novos modelos de negócio para a empresa focal.

3.4.1 Resultados do estudo experimental

O estudo experimental utilizou o sistema SMARTKNIVES relatado no Capítulo 2 para o levantamento de dados dentro da empresa focal. Foi registrada a quantidade de afiações realizadas até o descarte de dez modelos de facas diferentes que representam 85% do volume físico de venda da empresa fabricante no Brasil ao segmento estudado. Para cada faca foi calculada a variação entre a área de lâmina disponível para uso quando nova e a área de lamina restante da mesma faca quando descartada conforme pode ser observado (Figura 20).

Figura 20 – Ponto de descarte das facas testadas



Fonte: O autor

Desta forma, foi calculada a taxa percentual média de utilização efetiva de uma lâmina de faca que foi de 56%. Em média, apenas 56% da área inicial de uma faca é utilizada até o descarte, conforme observado na Tabela 8.

Tabela 8 – Desgaste médio das facas até o momento de descarte.

	Modelo da faca	Código de Rastreabilidade	Qtde de afiações	Area inicial (mm ²)	Area final (mm ²)	Area desgastada (mm ²)	Uso da faca
1	6315-06	UE15200437	503	3127	1034	2093	67%
2	6519-06	US24404160	351	4454	1960	2494	56%
3	6317-08	US24404173	501	6346	2598	3748	59%
4	6317-10	US24404199	501	8232	3708	4524	55%
5	6310-08	US24404212	501	7820	3427	4393	56%
6	6317-06	US24404247	352	2981	1402	1579	53%
7	6349-05	US24404261	351	3293	1414	1879	57%
8	6307-06	US24404279	351	2526	1397	1129	45%
9	6308-05	US24404303	351	2186	1133	1053	48%
10	6333-05	US24404312	250	3267	1331	1936	59%
			4012	44232	19404	24828	56%

Fonte: O Autor

O desgaste médio em termos percentuais da lamina para cada afiação executada foi de 0,14% (resultado da razão entre área desgastada por afiação e área inicial). Ou seja, em média, cada afiação de faca desgasta 0,14% da área inicial de uma faca (Tabela 9).

Tabela 9 – Desgaste médio das facas por afiação.

	Modelo da faca	Código de Rastreabilidade	Qtde de afiações	Tempo da afiação inicial	Tempo médio da afiação (s)	Area desgastada por afiação (mm ²)	% area desgaste por afiação
1	6315-06	UE15200437	503	18	3,3	4,16	0,13%
2	6519-06	US24404160	351	20	4,4	7,11	0,16%
3	6317-08	US24404173	501	22	4,1	7,48	0,12%
4	6317-10	US24404199	501	23	4,9	9,03	0,11%
5	6310-08	US24404212	501	22	4,3	8,77	0,11%
6	6317-06	US24404247	352	15	3,1	4,49	0,15%
7	6349-05	US24404261	351	14	3,0	5,35	0,16%
8	6307-06	US24404279	351	14	3,3	3,22	0,13%
9	6308-05	US24404303	351	10	3,4	3,00	0,14%
10	6333-05	US24404312	250	13	4,0	7,74	0,24%
			4012	17	3,8	60,35	0,14%

Fonte: O Autor

A razão entre essas taxas ($56\% \div 0,14\%$) permitiu calcular a expectativa média de afiações para cada faca, que foi da ordem de 400 afiações, independentemente do modelo de faca utilizada. Um parâmetro importante de ser destacado é que, para permitir tal

desempenho, é necessário retificar, em máquina específica, a espessura da faca a cada 50 afiações, permitindo então novas afiações. Sem a realização deste processo a vida útil da faca limitar-se-ia a uma quantidade máxima entre 70 e 100 afiações. Convém lembrar que a estimativa serve como uma referência numérica, uma ordem de grandeza que permita dimensionar uma quantidade de afiações com base em um padrão experimental usando SMARTKNIVES e compara-la com valores encontrados no estudo de campo.

3.4.2 Resultados do estudo de campo

Por questões de sigilo, não foram identificadas as plantas industriais nas quais foram realizados os levantamentos dos dados. Portanto os frigoríficos foram identificados por “Frigorífico A” e “Frigorífico B”, ambos processadores de carne de frango, com Sistema de Inspeção Federal, exportadores, com plantas industriais de porte grande.

A coleta de dados do Frigorífico A ocorreu em Setembro de 2017, enquanto no Frigorífico B ocorreu em Outubro de 2017. Foi possível observar diversas similaridades entre as duas plantas industriais pesquisadas. Na escolha das empresas para o levantamento dos dados, foi considerada essa similaridade e comprovada *in loco*, como por exemplo, ambas utilizarem equipamentos de afiação relativamente antigos, exatamente o mesmo modelo, adquiridos em um mesmo período, em condições de manutenção similares e operando de forma idêntica (mesmo método de afiação das facas). Os resultados também mostraram desgaste similar das facas conforme Tabela 10, resultando em uma vida útil média das facas em 69 afiações por faca em ambas as plantas industriais. Os valores encontrados na pesquisa em campo divergem muito em ordem de grandeza com os valores encontrados na pesquisa experimental, que foi de 400 afiações por faca. Todavia, equiparam-se a valores esperados quando o frigorífico não possui máquina para vazamento de facas que retifica a região do fio, reduzindo sua espessura a cada 50 afiações permitindo afiar a faca até atingir o ponto de descarte. Na pesquisa experimental, esse equipamento foi utilizado; na pesquisa de campo, essa máquina não é utilizada, pois o sistema de afiação é defasado tecnologicamente.

Tabela 10 – Dados coletados na pesquisa em campo.

	Periodo analisado de consumo	01/01/2017 a 30/06/2017	01/01/2017 a 30/09/2017	FONTE DA INFORMAÇÃO
	INFORMAÇÕES	FRIGORIFICO A	FRIGORIFICO B	
A.	Quantidade de meses de dados do levantamento	6	9	Periodo analisado
B.	Quantidade de horas de trabalho por dia	16	16	Coletado no frigorifico
C.	Periodicidade de afiações (horas)	3	2	Coletado no frigorifico
D.	Quantidade de afiações por posto de trabalho por dia	5	8	Coletado no frigorifico
E.	Quantidade de postos de trabalho que usam facas	375	200	Coletado no frigorifico
F.	Quantidade de afiações por dia	1875	1600	Calculado via D x E
G.	Quantidade de dias trabalhados no periodo analisado	132	220	Coletado no frigorifico
H.	Quantidade de afiações no periodo analisado	247500	352000	Calculado via F x G
I.	Quantidade total de facas consumidas no periodo	3600	5100	Histórico de compra
J.	Quantidade média de afiações por faca até descarte	68,75	69,02	Calculado via H ÷ I
L.	Sistema de afiação utilizado	Maquina de lixa Mundial	Maquina de lixa Mundial	Coletado no frigorifico
M.	Ano de aquisição do equipamento utilizado	2005	2005	Histórico de compra
N.	Custo total no periodo	R\$ 92.700,00	R\$ 121.420,56	Histórico de compra
O.	Custo médio mensal	R\$ 15.450,00	R\$ 13.491,17	Calculado via N ÷ A
P.	Custo médio por faca	R\$ 25,75	R\$ 23,81	Calculado via N ÷ I
Q.	Custo médio por afiação	R\$ 0,37	R\$ 0,34	Calculado via N ÷ H
T.	Usuários por posto de trabalho	2	2	Calculado via B ÷ 8
R.	Consumo de faca por usuário por mês	0,8	1,4	Calculado via I ÷ E ÷ A ÷ T
S.	Custo médio com faca por usuário	R\$ 20,60	R\$ 33,73	Calculado via N ÷ E ÷ A ÷ T

Fonte: O autor

Observa-se uma diferença em termos de periodicidade de afiação das facas entre o Frigorífico A (facas afiadas a cada 3 horas) e o Frigorífico B (facas afiadas a cada 2 horas). Essa diferença ocorre em função da capacidade de afiação da máquina utilizada em cada planta. O equipamento atualmente utilizado por ambos frigoríficos exige dois processos para realizar uma afiação completa, sendo a afiação na lixa propriamente dita e o polimento do fio realizado (redução da rugosidade da afiação na lixa). Por exigir duas operações possui

capacidade de afiar até 180 facas por hora utilizando um funcionário que realiza ambas as operações. Nessa máquina a capacidade pode ser expandida para até 360 facas por hora se operada simultaneamente por dois operadores, cada funcionário realizando uma operação em sequência na mesma máquina.

Enquanto no Frigorífico B a demanda de afiações é de 200 facas a serem afiadas a cada duas horas (100 facas por hora) a necessidade no Frigorífico A na hipótese de periodicidade de afiação também de duas horas, seria equivalente a 187 facas por hora, acima da capacidade para um único operador, exigindo o custo de um segundo operador na máquina da afiação. Para evitar o custo adicional que teria, o Frigorífico A ampliou para 3 horas a periodicidade de afiação das facas, gerando uma necessidade de afiar 375 facas a cada 3 horas, ou seja, 125 facas por hora, dentro da capacidade da máquina utilizando um operador.

Essa observação é importante de ser relatada pois, apesar da amostra ser em apenas duas plantas industriais, essa é uma situação comum no mercado como um todo, conforme relatado pelos especialistas entrevistados na empresa focal. Ou seja, em função de controle de custos é relativamente comum um frigorífico aumentar a periodicidade entre as afiações das facas, ou ainda, realizar apenas a primeira etapa da afiação, deixando o fio da faca com alta rugosidade, elevando o esforço necessário para realizar o corte ou, ainda, simplesmente não afiar todas as facas, levando aos usuários das facas um prejuízo ergonômico. Apesar do avanço da legislação após a NR36, nesse sentido continua falha, pois exige que os frigoríficos tenham um procedimento de entrega constante de facas afiadas e que sejam registradas tais afiações, porém não determina um prazo máximo de intervalo entre uma afiação e outra.

A diferença dos procedimentos referentes à periodicidade de afiação das facas permite uma redução significativa em termos de despesas com facas (praticamente 40%) entre as duas plantas pesquisadas. O Frigorífico A possui quase o dobro de postos de trabalho com facas, porém possui uma despesa menor que o Frigorífico B, ainda que as facas durem a mesma quantidade de afiações para ambos.

Ao analisar as facas em final de vida útil foi percebido um percentual de uso muito aquém do indicado. Amostras que representam a realidade de ambas as plantas industriais foram coletadas e foi medido o índice de uso da lâmina até o descarte em aproximadamente 38% ou seja, muito aquém dos 56% encontrados na pesquisa experimental. Utilizando a mesma fórmula, calculou-se o percentual de desgaste por afiação, que ficou em 0,55% o que

representa quase quatro vezes o desgaste padrão esperado com o sistema SMARTKNIVES que é 0,14% da área da faca por afiação.

Os resultados apresentam uma incoerência por parte das decisões tomadas pelo Frigorífico, pois ao mesmo tempo em que prejudica os aspectos ergonômicos dos funcionários usuários das facas, aumentando a periodicidade entre as afiações das facas, possui um sistema defasado tecnologicamente que desgasta quatro vezes mais o produto em cada afiação que realiza. Isso é reflexo da falta de conhecimento técnico sobre a forma que as afiações devem ser realizadas, não existindo padrão de ângulo de afiação, tampouco sobre o ângulo ideal para cada atividade, não existem informações e controle sobre as afiações executadas e/ou estudos técnicos que balizem as decisões de periodicidade entre cada afiação de faca. Não há procedimentos de medição diária de satisfação do usuário com a faca utilizada para definir, por exemplo, o momento ideal de descarte. Sobre esse aspecto foi percebido que o momento de descarte ocorre porque o operador da máquina simplesmente não consegue mais afiar a faca devido a sua espessura de fio que começa a aumentar pelo desgaste, praticamente impossibilitando usar a faca em uma taxa maior aos 38% observados, dificultando demasiadamente o trabalho de afiação manual feito em máquina de lixa. Desta forma, o índice de utilização da lâmina coincide com a informação dos especialistas da empresa focal durante a pesquisa experimental com a faca SMARTKNIVES, ou seja, afiar no máximo entre 70 e 100 vezes uma faca.

A comparação dos resultados entre o estudo experimental e o estudo de campo permitiu observar uma diferença de 400 afiações possíveis utilizando o sistema SMARTKNIVES contra 69 afiações atualmente executadas. Essa relação é de praticamente seis facas (5,8) consumidas na realidade para cada faca que poderia ser consumida utilizando a tecnologia SMARTKNIVES, com padrões adequados e balizados em dados técnicos coletados usando Internet das Coisas, além de permitir todos os benefícios de armazenamento de dados do sistema e disponibilizar ao usuário uma faca sempre corretamente afiada de acordo com a atividade executada, proporcionando menor esforço físico para realizar os cortes manuais.

3.4.3 Proposição de novos modelos de negócio

O dilema comercial criado com o desenvolvimento da tecnologia SMARTKNIVES e que justifica a terceira etapa do estudo relacionado à necessidade de revisão do modelo comercial deriva dos resultados observados (seção 3.4.1 e seção 3.4.2), pois a tecnologia criada agrega uma tendência de reduzir drasticamente a demanda por facas em função do aumento da vida útil, portanto afetando negativamente as vendas da empresa focal. Ademais, trata-se de um produto com custos maiores de fabricação e custos adicionais de manutenção dos dados coletados além do retorno do investimento realizado que precisa ser recuperado via sistema tradicional de venda da faca. Para permitir viabilidade econômica através do modelo de negócio atual, o mesmo produto com tecnologia SMARTKNIVES comparado com outro sem a tecnologia deveria ser comercializado com preços entre 3 a 4 vezes maiores, no mínimo.

Para os frigoríficos, investir na compra de toda a tecnologia de máquinas SMARTKNIVES (cerca de R\$200 mil) e ainda ter um preço maior de compra de faca (entre 3 e 4 vezes superior ao preço atual) inviabiliza qualquer evolução comercial. Nesse cenário, não basta desenvolver e oferecer uma ‘faca inteligente’, é necessário desenvolver um modelo de negócio inteligente, que permita uma relação de ganha-ganha-ganha, entre fabricante das facas, os frigoríficos e o usuário da faca.

A revisão do modelo de negócios utilizou a proposta de Reim (2015), que afirma que a integração de oferta de produtos e serviços tem potencial de melhorar a eficiência dos produtos, otimizando recursos e prolongando sua vida útil. As seções 3.4.1 e 3.4.2 mostram que essa otimização é possível com uso da tecnologia SMARTKNIVES, utilizando os dados disponibilizados pela tecnologia para criação de protocolos adequados de afiação das facas e ampliação de sua eficiência e vida útil.

Nesse cenário, a primeira análise de novo opção de modelo de negócio a ser proposto prevalece em um PSS orientado ao produto, seguido pela proposta de um PSS orientado ao uso e, por fim, a um PSS orientado ao resultado.

3.4.3.1 Proposta de modelo de negócio PSS orientado ao produto

Neste cenário o foco segue no produto (faca), que permanece sendo monetizada por transação comercial de vendas; as informações sobre sua utilização e distribuição são utilizadas exclusivamente pela empresa focal para obtenção de vantagens competitivas frente à concorrência, incluindo desenvolvimentos de novos produtos e diminuição de custos de produção e distribuição, agregando a possibilidade de adicionar novos serviços que só existem em função da utilização do produto. Um exemplo de modelo de negócio PSS orientado ao produto foi o surgimento dos aparelhos de telefone celular (produto inicialmente muito mais caro que um aparelho fixo): se tratava de uma inovação tecnológica revolucionária à época, que originalmente adicionava à capacidade de comunicação o valor da mobilidade. Todavia, para que o consumidor pudesse usufruir deste valor de mobilidade, era necessário a aquisição de serviços de telefonia móvel (tipicamente mais caros do que os serviços de linha fixa) mesmo já possuindo telefonia fixa.

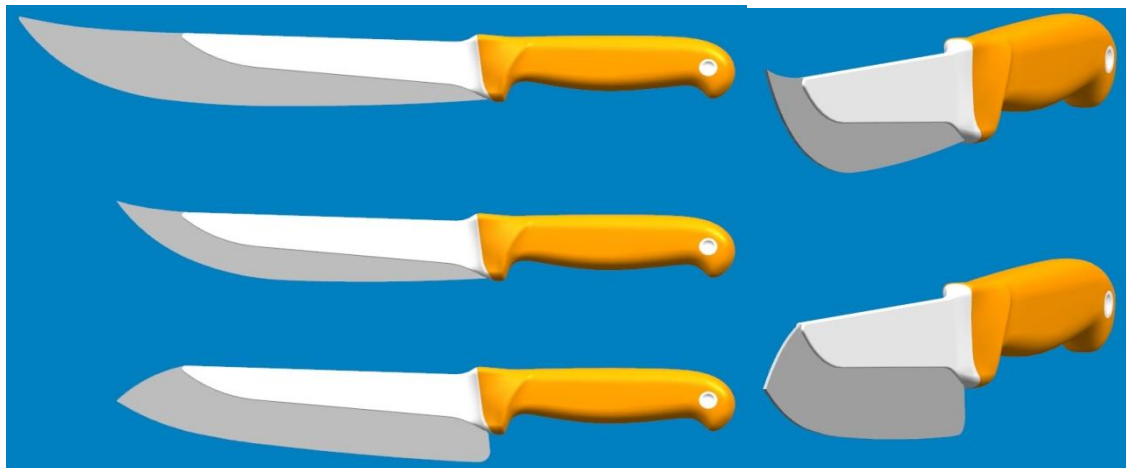
A tecnologia de facas inteligentes segue um caminho similar ao agregar o valor de informação, sendo um produto significativamente mais caro e exigindo do consumidor um custo com serviço para disponibilização da informação. Todavia, no mercado *business-to-business* (B2B) para o qual a informação é um valor desejado, existe um acirrado controle de despesas que dificulta a introdução no mercado. Seguir atuando via um modelo tradicional poderá inviabilizar a comercialização da inovação, possibilitando aos competidores uma janela de oportunidade para imitação da inovação conjunta com potencial de inovar no modelo de negócio e obter mais sucesso.

Com base nas informações obtidas no estudo experimental e estudo de campo, o primeiro questionamento diz respeito ao ponto de descarte de uma faca. Se o estudo experimental utilizando facas inteligentes indica a utilização máxima na ordem de 56% da área de uma lamina até o descarte (contra 38% no estudo de campo), aliado ao fato de que o custo da lâmina de uma faca (compra do aço e sua transformação em lâmina) é a parte mais cara de uma faca, porque não desenvolver uma linha de produto que possua lâmina apenas até a área de descarte? Qual seria o impacto em termos de custos produtivos se o produto possuir uma arquitetura que indique claramente o momento de descarte?

A Figura 21 mostra essa possibilidade com a parte da lâmina a ser descartada produzida, por exemplo, em plástico, em uma continuidade do cabo. A área branca seria

fabricada em plástico injetado, a área amarela corresponderia à pega com um material emborrachado e a área cinza corresponderia à parte de aço da lâmina.

Figura 21 – Arquitetura alternativa de facas indicando o ponto de descarte



Fonte: O autor

De acordo com especialistas da empresa, uma arquitetura de facas nesse formato permitiria redução significativa em termos de quantidade de aço utilizado na lâmina, não apenas na área substituída, mas em relação ao volume, matéria prima com espessura cerca de 60% menor. Além disso, poderiam ser eliminados processos produtivos, com um resultado combinado estimado de redução do custo de fabricação de uma faca entre 60% e 70% sem nenhum prejuízo em relação à vida útil do produto em uso, com o benefício adicional de diminuir significativamente o peso do produto. Uma inovação de arquitetura desse tipo permitiria redução de custo de fabricação e, conseqüentemente, preço de venda das facas. Dessa forma, seria possível a cobrança do serviço de registro de afiação e uso das facas nas plantas dos frigoríficos, pois segue havendo a necessidade de registro das afiações por uma exigência legal (NR 36), tornando a inovação viável economicamente para os clientes.

A partir de um modelo PSS orientado ao produto, com a cobrança de um serviço por afiação realizada, no longo prazo poderia haver uma redução do custo por faca por parte do frigorífico em função da possibilidade de aumento da vida útil da faca de 69 afiações para 400 afiações e, para o fabricante, seria possível aumentar a receita total obtida por faca produzida. Isso está ilustrado na Tabela 11, elaborada utilizando como base os dados coletados nos dois

frigoríficos analisados e a venda da faca com preço 70% menor aliado com a cobrança de serviço de registro de afiação no valor hipotético de R\$ 0,25 por registro de afiação.

Tabela 11 – Dimensão financeira hipotética para PSS orientado ao produto.

	Periodo analisado de consumo	01/01/2017 a 30/06/2017	01/01/2017 a 30/09/2017	HIPOTESE PSS ORIENT. PRODUTO	HIPOTESE PSS ORIENT. PRODUTO
	INFORMAÇÕES	FRIGORIFICO A	FRIGORIFICO B	FRIGORIFICO A	FRIGORIFICO B
A.	Quantidade de meses de dados do levantamento	6	9	6	9
B.	Quantidade de horas de trabalho por dia	16	16	16	16
C.	Periodicidade de afiações (horas)	3	2	3	2
D.	Quantidade de afiações por posto de trabalho por dia	5	8	5	8
E.	Quantidade de postos de trabalho que usam facas	375	200	375	200
F.	Quantidade de afiações por dia	1875	1600	1875	1600
G.	Quantidade de dias trabalhados no periodo analisado	132	220	132	220
H.	Quantidade de afiações no periodo analisado	247500	352000	247500	352000
I.	Quantidade total de facas consumidas no periodo	3600	5100	618,75	880
J.	Quantidade média de afiações por faca até descarte	68,75	69,02	400,00	400,00
L.	Sistema de afiação utilizado	Maquina de lixa Mundial	Maquina de lixa Mundial	SMARTKNIVES	SMARTKNIVES
M.	Ano de aquisição do equipamento utilizado	2005	2005	2018	2018
N.	Custo total no periodo	R\$ 92.700,00	R\$ 121.420,56	R\$ 66.654,84	R\$ 94.285,30
O.	Custo médio mensal	R\$ 15.450,00	R\$ 13.491,17	R\$ 7.406,09	R\$ 10.476,14
P.	Custo médio por faca	R\$ 25,75	R\$ 23,81	R\$ 107,73	R\$ 107,14
Q.	Custo médio por afiação	R\$ 0,37	R\$ 0,34	R\$ 0,27	R\$ 0,27
T.	Usuários por posto de trabalho	2	2	2	2
R.	Consumo de faca por usuário por mês	0,8	1,4	0,1	0,2
S.	Custo médio com faca por usuário	R\$ 20,60	R\$ 33,73	R\$ 14,81	R\$ 26,19

Fonte: O autor

Observa-se, na comparação dos modelos tradicional e a simulação de um modelo proposto via PSS, que, para cada faca vendida pelo fabricante nas condições estimadas, a receita unitária ao longo de toda a vida útil do produto gira entre 4,2 e 4,5 vezes maior que o modelo atual, superando os objetivos de 3 a 4 vezes considerado como necessário pelo fabricante. Ao mesmo tempo, a comparação reflete uma redução de custo para os frigoríficos entre 22% e 28%, permitindo ganhos a todos, ou seja, fabricante, frigorífico e usuário final,

que utilizaria uma faca mais leve e com afiação padronizada e de acordo com suas necessidades.

3.4.3.2 Proposta de modelo de negócio PSS orientado ao uso

No modelo PSS orientado ao uso, não há venda de produto, mas um pagamento por utilização, por exemplo, no formato de mensalidade. O valor da mensalidade pode ser calculado com base no perfil do cliente, de forma similar ao que ocorre na definição do valor de contratação de seguros ou de planos de saúde, por exemplo, no qual variáveis como; idade, sexo, local de residência, taxa de utilização dos produtos e serviços, benefícios incluídos, valor segurado, entre outros, são analisados previamente, com base em uma contratação individual ou coletiva, de forma a permitir a monetização por parte do fornecedor e uma garantia de valor fixo mensal por parte de quem adquire o direito de uso do produto por um tempo determinado. Neste modelo, aspectos de fidelidade e melhores práticas permitem renovações vantajosas período pós-período (SAARIKKO et al., 2017), e a precificação com base nos dados coletados no contexto de um produto inteligente tem sido apontados como um dos mais significativos benefícios em modelos de negócio de soluções de Internet das Coisas (DIJKMAN et al., 2015).

Esse modelo apresenta algumas peculiaridades importantes sob o aspecto tributário brasileiro. A primeira, em não havendo a venda de um produto, alguns impostos que recaem sob a venda da faca deixam de ser devidos. Todavia, a empresa deverá rever sua estratégia de negócios como um todo para utilização deste modelo de negócios, pois a fábrica produziria seus próprios insumos (o principal é a faca) para prestação de um serviço. O sistema de custeio contábil e créditos sobre a compra das matérias primas que darão origem para a faca seriam profundamente alterados. A faca produzida deixa de ser um produto para venda e passa a ser uma despesa da prestação de um serviço ou um patrimônio fabricado a partir das matérias-primas compradas. Esse patrimônio é alugado e/ou disponibilizado para utilização por um terceiro mediante pagamento mensal e, ao final da vida útil deste patrimônio, “a faca” deve ser baixada de seu ativo imobilizado.

Não é objetivo nesse estudo o detalhamento dos processos sob a ótica fiscal e contábil, mas é importante identificar os impactos que uma mudança de modelo de negócio poderia gerar em toda a estrutura de uma empresa. Logo, caberá à empresa analisar

detalhadamente esses impactos, avaliando se compensa uma mudança estrutural deste porte e escolhendo o caminho futuro a ser adotado.

Como segunda proposta a ser apresentada, esse estudo avalia as possibilidades mercadológicas de um modelo de negócio PSS orientado ao uso. Para tanto seguirá utilizando os dados levantados nas etapas do estudo experimental e de campo. Com a finalidade de apresentar a nova proposta de modelo de negócio PSS orientado ao uso, de forma clara ao leitor, o pesquisador optou por exemplificar o modelo sob a ótica do Frigorífico A e suas despesas atuais com faca e, posteriormente, avaliar sob a ótica da empresa focal comparando os valores atuais em relação a uma situação futura.

De acordo com o estudo de campo, na Tabela 10, o Frigorífico A possui uma despesa média mensal com compra de facas no valor de R\$ 15.450,00 para 375 postos de trabalho ativos utilizando facas com duração média de 69 afiações. Eliminando os impostos da venda de um produto é possível estimar o valor por peça que resta para a empresa focal custear a fabricação do produto, sua distribuição e ainda obter lucro. A Tabela 12 apresenta esses dados, criando um custo hipotético do produto com objetivo de preservar informações da empresa focal e simulando um cenário de fornecimento de facas tradicionais por dois anos, desprezando fatores de inflação futura.

Tabela 12 – Análise de custos do cenário tradicional para o frigorífico A

	Mes1	Total ao final do mês 24
Consumo de facas médio por mês	600	14400
Afiações por faca	69	69
Postos de trabalho	375	375
Valor gasto pelo frigorífico mensalmente com facas	R\$ 15.450,00	R\$ 370.800,00
IPI (12%)	R\$ 1.655,36	R\$ 39.728,57
Valor de mercadoria	R\$ 13.794,64	R\$ 331.071,43
ICMS (12%)	R\$ 1.655,36	R\$ 39.728,57
PIS/COFINS (9,25%)	R\$ 1.276,00	R\$ 30.624,11
ISSQN (2,5%)	R\$ -	R\$ -
Valor líquido para custear produção, distribuição e lucro	R\$ 10.863,28	R\$ 260.718,75
Valor líquido para custear serviços por faca	R\$ 18,11	R\$ 18,11
Custo hipotético do produto de 50% do Valor líquido	R\$ 9,05	R\$ 9,05
Lucro + desp. Distr. por faca	R\$ 9,05	R\$ 9,05
Lucro + desp. Distr. total	R\$ 5.431,64	R\$ 130.359,38

Fonte: O autor

Considera-se, neste cenário, uma proposta por parte da empresa focal ao Frigorífico A de um contrato de prestação de serviços de registro de dados sobre a utilização das facas (todos os registros que o sistema SMARTKNIVES realiza) por um período de dois anos, com a cobrança de uma mensalidade mínima fixa no valor de R\$ 14.000,00 mensais para até 375 postos de trabalho ativo utilizando facas e mais R\$ 37,33 por posto adicional de trabalho em caso de ampliação de capacidade produtiva que aumente o número de funcionários utilizando facas. Tal proposta incluiria a disponibilização para uso de todo o sistema SMARTKNIVES (máquinas de afiar, totem e facas para os 375 postos de trabalho) durante o período do contrato, sem custos adicionais ao Frigorífico A.

Sob a ótica do Frigorífico A, a proposta é vantajosa, pois atualiza sua tecnologia de afiação atualmente defasada por equipamentos modernos e novos, passa a atender as normativas da NR 36, proporciona a seus funcionários facas com garantia de afiação adequada e reduz despesas com (atual aquisição) facas em cerca de 10%, sendo que em caso de ampliação de postos de trabalhos o valor adicional é coerente ($14.000 \div 375$). O resultado da proposta para a empresa focal pode ser visto nas Tabelas 13, 14 e 15.

Tabela 13 – Análise de custos do cenário PSS orientado ao uso em 6 meses

	Mes1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6
Consumo de facas médio por mês	600	412	317	258	217	187
Afiação por faca	69	100	130	160	190	220
Postos de trabalho	375	375	375	375	375	375
Valor gasto pelo frigorífico mensalmente com facas	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00
IPI (12%)						
Valor de mercadoria	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00
ICMS (12%)						
PIS/COFINS (9,25%)	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00
ISSQN (2,5%)	R\$ 350,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00
Valor líquido para custear produção, distribuição e lucro	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00
Valor líquido para custear serviços por faca	R\$ 20,59	R\$ 29,99	R\$ 38,97	R\$ 47,89	R\$ 56,94	R\$ 66,07
Custo hipotético permanece o mesmo do modelo atual	R\$ 9,05	R\$ 9,05	R\$ 9,05	R\$ 9,05	R\$ 9,05	R\$ 9,05
Lucro + desp. Distr. por faca	R\$ 11,54	R\$ 20,94	R\$ 29,92	R\$ 38,83	R\$ 47,88	R\$ 57,02
Lucro + desp. Distr. total	R\$ 6.923,36	R\$ 8.625,27	R\$ 9.485,28	R\$ 10.019,39	R\$ 10.390,56	R\$ 10.662,14

Fonte: O autor

Observa-se que, na simulação, é projetado um processo evolutivo no Frigorífico A em termos de permitir aumento da vida útil da faca da atual situação de 69 afiações por faca (observadas no estudo de campo com as facas tradicionais) para o limite teórico de 400 afiações por faca (observadas no estudo experimental com as facas inteligentes). Considerando a realidade do Frigorífico A, é possível estimar uma redução de novas facas a serem enviadas para o Frigorífico. Enquanto no momento atual o Frigorífico A demanda 600 facas novas por mês, na medida em que o sistema SMARTKNIVES for implantado, a demanda por novas facas mensais reduz, atingindo o nível esperado no mês doze, conforme Tabela 14.

Tabela 14 – Análise de custos do cenário PSS orientado ao uso em 12 meses

	Mes7	Mes8	Mes9	Mes10	Mes11	Mes12
Consumo de facas médio por mês	165	147	133	121	111	103
Afiações por faca	250	280	310	340	370	400
Postos de trabalho	375	375	375	375	375	375
Valor gasto pelo frigorífico mensalmente com facas	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00
IPI (12%)						
Valor de mercadoria	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 14.000,00
ICMS (12%)						
PIS/COFINS (9,25%)	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00	R\$ 1.295,00
ISSQN (2,5%)	R\$ 350,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00
Valor líquido para custear produção, distribuição e lucro	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00	R\$ 12.355,00
Valor líquido para custear serviços por faca	R\$ 74,88	R\$ 84,05	R\$ 92,89	R\$ 102,11	R\$ 111,31	R\$ 119,95
Custo hipotético permanece o mesmo do modelo atual	R\$ 9,05	R\$ 9,05	R\$ 9,05	R\$ 9,05	R\$ 9,05	R\$ 9,05
Lucro + desp. Distr. por faca	R\$ 65,83	R\$ 74,99	R\$ 83,84	R\$ 93,05	R\$ 102,25	R\$ 110,90
Lucro + desp. Distr. total	R\$ 10.861,30	R\$ 11.024,25	R\$ 11.150,99	R\$ 11.259,62	R\$ 11.350,15	R\$ 11.422,57

Fonte: O autor

A partir do mês doze as melhores práticas são atingidas, estimando, portanto, um resultado igual ao mês doze para os demais meses do contrato de prestação de serviço. O resultado final pode ser observado na Tabela 15.

Tabela 15 – Análise de custos do cenário PSS orientado ao uso em 24 meses

	Mes1	Total ao final de 24 meses
Consumo de facas médio por mês	600	4007
Afiação por faca	69	317
Postos de trabalho	375	375
Valor gasto pelo frigorífico mensalmente com facas	R\$ 14.000,00	R\$ 336.000,00
IPI (12%)		
Valor de mercadoria	R\$ 14.000,00	R\$ 336.000,00
ICMS (12%)		
PIS/COFINS (9,25%)	R\$ 1.295,00	R\$ 31.080,00
ISSQN (2,5%)	R\$ 350,00	R\$ 8.400,00
Valor líquido para custear produção, distribuição e lucro	R\$ 12.355,00	R\$ 296.520,00
Valor líquido para custear serviços por faca	R\$ 20,59	R\$ 74,00
Custo hipotético permanece o mesmo do modelo atual	R\$ 9,05	R\$ 9,05
Lucro + desp. Distr. por faca	R\$ 11,54	R\$ 64,95
Lucro + desp. Distr. total	R\$ 6.923,36	R\$ 260.245,69

Fonte: O autor

Observa-se que o valor financeiro disponível para a empresa focal realizar o lucro e cobrir as despesas de distribuição é dobrado em relação ao modelo atual. A quantidade de facas a ser produzida reduz em cerca de 10.000 peças em dois anos. Enquanto no primeiro mês o valor por faca disponibilizado para a empresa focal é de R\$ 20,59 para custear todo o processo, no 12º mês já atinge R\$ 119,95 (5,8 vezes mais que no momento atual), reduzindo em 10% o valor de despesa para o Frigorífico A.

3.4.3.3 Proposta de modelo de negócio PSS orientado ao resultado

A terceira proposta de novo modelo de negócio é focada exclusivamente na gestão da tecnologia desenvolvida, entregando o resultado sob a ótica de ‘faca afiada’ sendo a monetização através do valor de informação capturada, desvinculando a tecnologia SMARTKNIVES de um fabricante específico de facas.

Em ambos os modelos de negócios anteriormente considera-se os potenciais de ampliação da vida útil das facas com base nos estudos experimentais e estudo de campo executado, permitindo quantificar ordens de grandeza comparativa entre o modelo tradicional *versus* as propostas usando PSS. Isso somente é possível porque estabelece um vínculo da tecnologia SMARTKNIVES com uma empresa focal (que investiu nesse desenvolvimento).

A terceira proposta considera que a inovação tecnológica desenvolvida é maior que a própria faca, podendo ser tratada como um negócio independente e desvinculado de um fabricante específico de facas, quebrando o paradigma de que a inovação deva ser exclusiva do fabricante de faca que a desenvolveu. Conforme Reim (2015), nos modelos de negócios PSS orientado ao resultado não importam os produtos ou serviços que são utilizados, pois o provedor é remunerado com base no resultado final. Zott et al. (2011) afirmam que, apesar de um modelo de negócio ser centrado em uma empresa focal, seus limites são mais amplos.

A hipótese proposta nesse estudo também busca um sistema híbrido de receitas entregando 'faca afiada' para quem utiliza e 'informações mercadológicas' a quem produz a faca. Nesse terceiro modelo, a gestão da tecnologia SMARTKNIVES seria realizada de forma autônoma, possivelmente em um conceito de empresa de tecnologia, ao invés de indústria fabricante de facas. A proposta consiste em licenciar a tecnologia a diversos fabricantes de facas, cobrando pelo registro no sistema SMARTKNIVES de cada nova faca produzida com a tecnologia no momento da fabricação.

O resultado entregue aos fabricantes de facas que optarem pelo uso da tecnologia SMARTKNIVES seriam as informações mercadológicas de uso, obtidas por meio da gestão das informações de uso das facas nos mais distintos mercados, incluindo não apenas os frigoríficos de maior porte, mas também açougues, churrascarias, restaurantes, cozinhas industriais, entre outros. A fim de apresentar com maior clareza a proposta deste modelo de negócio, um quadro CANVAS é apresentado na Figura 22.

A proposta de valor é centrada em informações sobre o uso das facas de tal forma que a tecnologia potencializa a venda, os clientes são fabricantes de facas, máquinas de afiação, máquinas de higienização de facas e os próprios distribuidores de facas. A distribuição deste valor ocorrerá por plataformas digitais e o relacionamento através de consultoria técnica além do próprio software. Como parceiro chave, está a outra face do modelo de negócio da plataforma multilateral, ou seja, os consumidores de facas, tais como frigoríficos de qualquer porte, outros consumidores como, restaurantes, açougues e cozinhas industriais além de revendas de facas. Os parceiros chave são empresas da área de software, RFID e TI, enquanto as atividades e recursos se relacionam basicamente o uso da tecnologia SMARTKNIVES em diversas esferas de parceiros e clientes.

Figura 22 – *Business Model Canvas* para PSS orientado ao resultado

Modelo de negócio para SMARTKNIVES				
Parceiros Chave	Atividades chaves necessárias	Proposta de valor atual	Relacionamento com clientes	Segmento de clientes
FRIGORIFICOS DISTRIBUIDOR DE FACAS PEQUENO CONSUMIDOR DE FACA PROFISSIONAL	COLETAR E DISPONIBILIZAR AO FRIGORIFICO AS INFORMAÇÕES QUE ELE PRECISA SOBRE A FACA MONITORAR EM TEMPO REAL O ESTOQUE DE DISTRIBUIDORES FAZER COM QUE O PEQUENO CONSUMIDOR COMPRA FACAS VIA APP DE CELULAR	INFORMAÇÃO SOBRE USO E DISTRIBUIÇÃO DE FACAS PROFISSIONAIS	CONSULTORIA TECNICA SOFTWARE SMARTKNIVES APP PARA CELULAR	FABRICANTES DE FACAS DISTRIBUIDOR DE FACAS
Fornecedores chave EMPRESAS DE: SOFTWARE RFID e TI	Recursos Chave necessários LINHA DE PRODUTOS C/ SMARTKNIVES EM USO (FACAS, MAQUINAS, TOTENS, ETC...) PRATELEIRAS INTELIGENTES NOS DISTRIBUIDORES APP DE CELULAR ENTREGAR UMA EXPERIENCIA DE COMPRA INEQUILÁVEL	TECNOLOGIA QUE POTENCIALIZA A VENDA DE FACAS PROFISSIONAIS	Canal de Distribuição PLATAFORMA DIGITAL Celular, PC, Tablet	FABRICANTES DE MAQUINAS DE AFIÇÃO E LIMPEZA DAS FACAS
DESPESAS Gestão e Manutenção de Softwares e APP P&D de novos produtos/tecnologia Promoção, MKT, Comercial – Ampliação do uso da tecnologia pelos parceiros chaves		RECEITAS Valor fixo por faca SMARTKNIVES produzida e registrada no software % do valor de venda de facas comprada via APP celular Promoções, propaganda e direcionamento preferencial de venda nas compras via APP no celular Aluguel do uso da tecnologia aplicada em maquinas		

Fonte: O autor

Nesse cenário, o fato da empresa detentora da tecnologia SMARTKNIVES também ser um fabricante de facas apenas potencializa e facilita a introdução em função de seu *know-how* e curva de aprendizagem. Se a gestora da tecnologia SMARTKNIVES for uma empresa de tecnologia, a própria inovação poderá se desenvolver em velocidade maior do que sendo parte integrante de uma única marca de facas. Para a empresa focal (fabricante de facas e detentora da propriedade intelectual da tecnologia SMARTKNIVES) caberá a geração de receitas em alguns mercados com a faca e o uso da tecnologia, enquanto em outros a receita não ocorre por venda de faca, mas somente pelo uso da tecnologia.

Uma das grandes vantagens deste modelo é o fato de ser um modelo escalável e repetível, de fácil ampliação e internacionalização mesmo em países nos quais a empresa focal não consegue atuar devido a força de outros fabricantes. Desta forma, o licenciamento da tecnologia pode transformar atuais concorrentes em parceiros e/ou clientes, permitindo a geração de receitas (mesmo que apenas com o licenciamento da tecnologia) em mercados que, em função dos custos comerciais e de distribuição, dificilmente seriam passíveis de atuação por parte da empresa focal sem fortes investimentos financeiros.

Para captar o valor da informação mercadológica usando a tecnologia desenvolvida torna-se necessário incluir o uso do sistema de afiação de facas SMARTKNIVES também em segmentos que não demandam o uso de tantas facas ao mesmo tempo, como é o caso dos mercados pulverizados como açougues, restaurantes, churrascarias e cozinhas industriais. Para tais clientes, um investimento inicial na ordem de R\$ 100 mil para aquisição da máquina de afiação inteligente seria inviável, pois possuem pouquíssimas facas a serem afiadas. A solução de inclusão desta tecnologia nesses segmentos menores poderia ser a criação de uma rede de micro franquia móvel SMARTKNIVES que atuaria entregando facas afiadas aos clientes.

O sistema de franquias é um modelo de negócio que tem a característica ser repetível e escalável, ampliando o mercado de atuação e permitindo velocidade de crescimento e captação de investimento por parceiros franqueados para ampliar e expandir rapidamente o modelo de negócio criado. Aos franqueados, a faca passa a ser um patrimônio comprado de qualquer fabricante que opere com a tecnologia SMARTKNIVES. O franqueado pode trabalhar no conceito de PSS de uso, alugando as facas para o uso principalmente em empresas de menor porte e prestando o serviço de afiação em uma periodicidade apropriada, conforme o plano de mensalidade optado pelo cliente, determinada pelos dados reais de uso de cada faca. Ao franqueador, que é a empresa de tecnologia que faz a gestão tecnológica SMARTKNIVES, caberá o recebimento de *royalties* por cada “faca afiada” pelo franqueado aos clientes mensalistas, cabendo a essa o investimento em *marketing* e novas tecnologias que possam permitir a ampliação de serviços propostos pela rede de franqueados.

A franquia móvel SMARTKNIVES consistiria em um veículo de carga de pequeno porte, com compartimento de carga fechado e projetado internamente para conter estoque de facas monitorado por RFID, o sistema de afiação e totem de descarte, avaliação e consulta aos dados. O veículo seria equipado com gerador de energia necessária para o funcionamento do sistema, incluindo acesso a Internet para transmissão de dados em tempo real de localização e atividades executadas.

Nesse conceito, o modelo de negócios orientado à solução seria um modelo tipo plataforma (GAWER, 2014; VAN ALSTYNE et al., 2016; OLIVEIRA, CORTIMIGLIA, 2017). O modelo de plataforma multilateral combina dois ou mais grupos distintos de clientes interdependentes formando uma rede de negócios em um processo de captura, oferta e co-

criação de valor que é amplamente utilizado em inovações que utilizam a internet, (MUZALEC et al, 2015). Enquanto a maioria dos negócios cria fluxo linear de valor do produtor ao consumidor, plataformas fazem o papel de conectores que permitem interação entre produtores e receptores (PEREIRA, 2017). É necessário criar valor para atrair pelo menos um grupo de clientes, que atrairá um segundo grupo ou mais, formando uma rede, que quanto mais cresce, mais faces para obtenção de receitas são criadas. Ambrus, Argenziano (2009) destacam que a maior parte do lucro em plataforma multilateral vem de um lado da rede, sendo comum o subsidio em um lado para criar uma base de consumidores suficientemente grande e tornando o negócio atraente para o outro lado.

A proposta de valor seria centrada na faca afiada, o resultado do serviço prestado, em outras palavras, o que o usuário de uma faca necessita, independente da marca da faca utilizada ou tamanho do estabelecimento que a utiliza. A escalabilidade do modelo ocorreria via sistema de micro franquias móveis, a monetização via venda de franquias e remuneração dos royalties mensais, controlados via Internet das coisas, o pagamento das mensalidades das empresas que se associarem ocorreria para a empresa de tecnologia SMARTKNIVES que acionaria a unidade franquiada mais próxima via aplicativo para executar o serviço necessário. Todas as informações mercadológicas obtidas via controle de uso, tais como modelos mais usados, localização geográfica de consumo, base de dados de empresas usuárias do sistema, previsão de demanda futura, marcas de preferência, entre outras, seriam disponibilizadas pela empresa de tecnologia SMARTKNIVES aos fabricantes de facas que utilizam em seus produtos a tecnologia desenvolvida. Desta forma, seria possível capturar valor usando um mecanismo híbrido de receita, com diferentes canais para os diferentes clientes do modelo de negócios (fabricantes de facas e usuários das facas).

Extrapolando em termos de sucesso da proposta, a empresa de tecnologia SMARTKNIVES disponibilizaria a maior linha de facas ao mercado sem nem mesmo possuir uma fábrica, desde que todas as fabricantes aderissem à tecnologia SMARTKNIVES em troca da informação mercadológica. Também geraria receita sobre afiações de faca sem possuir nenhuma máquina de afiação própria via rede de micro franquias móveis, e teria o maior canal de distribuição de facas para profissionais do Brasil com estoques móveis e circulantes em todo território nacional com capacidade de entrega em poucas horas ou minutos, utilizando um sistema mais eficiente e econômico.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cenário pós-desenvolvimento da inovação tecnológica SMARTKNIVES (Capítulo 2), o problema que norteia esse estudo envolve a monetização do valor adicional proporcionado pela nova tecnologia (informação). O modelo tradicional de monetização por transação de venda ao cliente final do segmento industrial de frigoríficos (B2B) exige dos potenciais clientes interessados em sua utilização investimentos na ordem de R\$ 100 mil para adequação básica da planta industrial e aquisição contínua de facas inteligentes para o funcionamento e utilização da solução. Tais facas inteligentes, por sua vez, precisam ser vendidas pela empresa focal por valores entre 3 a 4 vezes superior a uma faca normal, em função dos custos adicionais de etiquetas RFID nas facas, bem como o alto custo de uma etapa introdutória de mercado, no qual os volumes produtivos são baixos enquanto as despesas de manutenção de dados são fixas e altas para pequenos volumes produtivos.

Se, por um lado, os grandes frigoríficos brasileiros aceitam absorver o investimento de adequação de suas linhas, o custo de aquisição das facas assusta os possíveis entrantes, mesmo diante da perspectiva de redução significativa de consumo ao longo do tempo. Atualmente os frigoríficos adquirem facas normais por cerca de R\$ 25,00 cada; pagar cifras na ordem de R\$ 75,00 a R\$ 100,00 por faca inteligente, além do investimento inicial de adequação da planta com maquinário, praticamente inviabiliza a introdução da solução.

Por outro lado, a empresa focal fabricante de facas inteligentes, ao detectar que suas vendas podem se reduzir drasticamente em função de uma nova tecnologia com potencial de maior vida útil, não pode adentrar no mercado com facas inteligentes a preços levemente superiores a uma faca normal, pois cada faca inteligente deverá gerar o lucro equivalente às facas normais que deixam de ser consumidas em função do aumento de vida útil. Desta forma, desenvolver um novo modelo de negócio não é uma opção, mas uma necessidade para o futuro da própria inovação tecnológica. Nesse sentido, quais inovações em termos de modelo de negócio poderiam ser testadas para solucionar esse problema?

Após revisão bibliográfica, a proposição considerada pelo autor se direcionou para os modelos de negócios que envolvem o Sistema Produto Serviço (PSS), com o objetivo inicial de responder a seguinte questão: É possível identificar oportunidades de inovação incremental que reduzam os custos produtivos sem afetar o valor percebido pelo cliente comprador da faca? A resposta foi positiva. Com base nos dados coletados (seção 3.4.1 e seção 3.4.2) foram

desenvolvidas inicialmente duas propostas (seção 3.4.3.1 e seção 3.4.3.2) atreladas a uma fabricante de facas (no caso, da empresa focal, que também é a introdutora da inovação) e uma terceira proposta (seção 3.4.3.3) que desvincula a inovação de uma fabricante de facas específica, atuando sobre uma ótica de empresa de tecnologia que licencia tecnologia voltada exclusivamente à gestão e valorização das informações capturadas no mercado, em um modelo de negócios tipo plataforma.

3.5.1 Conclusões acerca da proposta PSS orientado ao produto

Na primeira proposta, o modelo PSS orientado ao produto sugere o desenvolvimento de facas inteligentes com lâminas projetadas para uso exclusivamente até o ponto de descarte (Figura 22) embasado nas descobertas (Tabela 10) do estudo experimental. Essa alteração no produto permitiria uma mesma vida útil das facas em termos de quantidade de afiações aos frigoríficos, com redução significativa nos custos de fabricação para a empresa focal e viabilizaria a venda de facas inteligentes a preços inclusive inferiores a uma faca normal, permitindo a introdução da tecnologia no mercado. Com a finalidade de solucionar a perda de receita em função da redução de consumo de facas, a empresa focal cobraria um valor para cada registro de afiação realizado nas facas inteligentes dentro do frigorífico, obtendo um faturamento maior por faca em um modelo de negócio que consiste na receita por venda de faca aliada à receita de serviço de informação só existente em função do uso de facas inteligentes (registro das afiações executadas). Quanto mais afiações a faca receber (vida útil ampliada, conforme previsão), menor será a demanda por compra de facas novas por parte do frigorífico e maior será a receita por parte da empresa focal, criando, portanto um sistema ganha-ganha. Os resultados simulados (Tabela 15) apresentam a possibilidade de aumento de receita por faca ao longo de toda sua vida útil na ordem de 4,2 a 4,5 vezes quando comparado a uma faca tradicional, permitindo ao frigorífico reduzir sua despesa total com facas entre 22% e 28%.

Quando se comparam ambos os modelos, no atual a empresa focal gera uma receita bruta na ordem de R\$ 25,00 de forma única na venda de uma faca normal e somente irá gerar nova receita quando o frigorífico comprar uma nova faca. Logo, para a empresa focal, quanto mais incompetente for o frigorífico na gestão de suas facas, subutilizando-as e adquirindo outro novo, maior será a receita gerada, existindo uma relação perde-ganha. Na proposta, a receita bruta com a venda da faca (produto) seria de R\$ 7,50 enquanto a receita por registro de

afiação executada seria de R\$ 0,25, de forma que a receita bruta total de uma faca ao longo de toda a sua vida útil poderá atingir patamares na ordem de R\$ 107,50 (R\$ 7,50 na venda da faca e R\$ 100 via registro de até 400 afiações por faca).

Visando assegurar para a empresa focal e para o frigorífico uma condição inicial equilibrada até os resultados de ampliação de vida útil ocorrer (mais quantidade de afiações por faca), as empresas podem definir em conjunto uma quantidade mínima de registros de afiação por faca entre 70 e 100 registros. Na pior hipótese, as despesas do frigorífico e as receitas da empresa focal se mantem em patamares similares ao atual, todavia as normativas da NR 36 estariam sendo atendidas, resultando ganhos aos usuários das facas. De toda a forma, a tendência natural é a ampliação da vida útil das facas, pois essa ampliação, além de ser possível, gera ganhos econômicos tanto para o frigorífico quanto para a empresa focal, sendo que ambas voltarão seus esforços em conjunto na busca destes ganhos financeiros.

Por fim, é possível concluir que a proposta de um modelo PSS orientado ao produto permite viabilizar a introdução da tecnologia SMARTKNIVES retornando aos usuários os benefícios do sistema e simultaneamente gerando vantagens econômicas para os frigoríficos e a empresa focal. Inovar o modelo de negócios da empresa focal nessa direção parece ser a alternativa mais simples em termos de ruptura e resistência. Em cenários de transição tecnológica, como é o caso do atual momento de emergência do paradigma da Internet das Coisas, é bastante comum empresas de manufatura enfrentarem o dilema entre opções estratégicas de evolução de modelos de negócio, nas quais a natural inércia dos modelos existentes tem forte atuação (TONGUR, ENGWALL, 2014). Conforme documentado na literatura sobre inovação em modelos de negócio, em indústrias maduras expostas à fortes discontinuidades (p.ex., introdução de nova regulamentação) e alta incerteza tecnológica (p.ex., associada ao desenvolvimento de novas tecnologias) as primeiras experimentações com novos modelos tendem a reproduzir, em diversos aspectos, a lógica dominante estabelecida na indústria anterior às mudanças, minimizando também os impactos nas cadeias de valor tradicionais (SABATIER et al., 2012).

3.5.2 Conclusões acerca da proposta PSS orientado ao uso

Na segunda proposta, PSS orientado ao uso, sugere a disponibilização por parte da empresa focal do uso da tecnologia SMARTKNIVES e seus produtos em troca de um valor

fixo de mensalidade embasado em uma análise prévia do perfil do frigorífico (seção 3.4.3.2) através de um contrato de prestação de serviços de dados sobre o uso das facas inteligentes. Nesse cenário, o risco ao frigorífico foi minimizado, reduzindo também a possibilidade de redução de despesas com faca de cerca de 10% do valor atual. Caberá essencialmente ao prestador do serviço (empresa focal) buscar a maximização do uso das facas inteligentes e a minimização de seus custos produtivos e de distribuição, porém possui todas as ferramentas e conhecimento necessário para isso. Nesse caso é importante que o contrato além de simples estabeleça claramente as obrigações do provedor, minimizando os riscos (REIM, 2013)

Apesar deste modelo não prever mais a venda de produtos, visando permitir uma comparação com o atual modelo (que vende facas normais), foi avaliada a hipótese com base em dados coletados em estudo de campo (análise prévia do perfil do frigorífico) e verificada qual seria a despesa total com facas por parte do frigorífico ao longo de 2 anos, atingindo valores superiores a R\$ 370 mil, enquanto para a empresa focal custear a produção, distribuição e lucro sobriam cerca de R\$ 260 mil. A simples alteração do modelo de negócio já altera significativamente os valores brutos envolvidos. Ao frigorífico, as despesas de um contrato de 2 anos gerariam o desembolso de R\$ 337 mil (10% menor), enquanto para a empresa focal sobriam R\$ 296 mil (14% a mais) para custear o mesmo processo. Esse ganho imediato refere-se exclusivamente à alteração tributária de um processo de venda de produto para um processo de venda de serviço. Todavia, para a empresa focal ainda restam todas as possibilidades de atuação técnica e de desenvolvimentos para ampliar a vida útil dos produtos em uso, sem prejuízos à usabilidade das facas e sem prejuízo à sua receita mensal. Nesse caso, quanto menos facas o frigorífico demandar mensalmente em função de um aumento da vida útil (aumento da quantidade de afiação por faca), menor será a despesa por parte da empresa focal e maior será seu lucro. A simulação realizada (seção 3.4.3.2) permite dobrar o lucro hipotético de R\$ 130 mil no modelo atual para R\$ 260 mil no modelo proposto. Nessa simulação, no 1º mês a empresa focal teria à sua disposição uma receita líquida de R\$ 20,59 para custear cada faca a ser entregue mensalmente no frigorífico, enquanto a partir do 12º mês essa receita já seria de R\$ 119,95 para cada faca a ser entregue (5,8 vezes mais). Nessa simulação foi definido um custo hipotético estimado para fabricação de uma faca (preservando dados reais da empresa focal) de R\$ 9,05. A possibilidade de desenvolvimento de novas facas inteligentes com custos entre 60% e 70% menores (exemplificado na seção 3.4.3.1 e figura 22) não foram consideradas nessa avaliação, ou seja, a despesa com a produção das facas pode ser ainda menor, aumentando a lucratividade. Também não foram

consideradas reduções de despesas com frete (menor volume e menor peso de transporte) e despesas comerciais de um modelo tradicional de venda que deixa de existir, estoque que se torna menor em função de alta previsibilidade da demanda, entre outros.

Por fim, é possível concluir que a proposta de um modelo PSS orientado ao uso permite viabilizar a introdução da tecnologia SMARTKNIVES retornando aos usuários os benefícios do sistema e simultaneamente gerando vantagens econômicas para os frigoríficos e a empresa focal com ganhos potencialmente ainda maiores, que o modelo PSS orientado ao produto. Nesse cenário uma das diferenças está na relação do risco envolvido que é menor ao frigorífico (permitindo ganhos menores) e maior ao fabricante (permitindo ganhos maiores).

Convém lembrar que a transição para um modelo PPS orientado ao uso não é uma tarefa simples, e sua adoção precisa considerar outros aspectos além dos aspectos táticos de proposta e captura de valor discutidos aqui. Por exemplo, o potencial enfraquecimento da força de vendas tradicional pode ser um entrave político difícil de ser resolvido por parte da empresa focal. Ademais, a construção de novas capacidades de serviço em uma empresa industrial é tarefa árdua, conforme já documentado extensamente na literatura sobre inovação em modelos de negócios (LAUDIEN, DAXBÖCK, 2016).

3.5.3 Conclusões acerca da proposta PSS orientado ao resultado

Diferentemente das duas propostas anteriores, nessa proposta não há levantamento de valores que permitam comparar o momento atual com a proposta futura, simplesmente porque o conceito de modelo de negócio é totalmente invertido em relação ao modelo tradicional atual. Por exemplo, o frigorífico, que nos modelos anteriores segue sendo o cliente, (quem recebe o valor) nessa proposta passa a ser o parceiro chave, ou seja, onde se cria e captura o valor (informação) a ser entregue ao cliente. Entre os clientes estão os atuais concorrentes da empresa focal, incluindo a própria empresa focal. Deixa de existir a distribuição física através de produtos e somente existem plataformas digitais para distribuição do próprio valor ofertado.

A proposta de valor, que nos modelos anteriores era centrada na capacidade de corte da faca e no valor da informação que facas inteligentes entregam, também se altera. O modelo propõe abandonar a entrega do valor de corte, deixando isso para seus clientes (fabricantes de facas) que não estão impedidos de utilizar qualquer uma das propostas já apresentadas nessa

dissertação, mas a tecnologia SMARTKNIVES seria tratada como o produto de uma empresa de tecnologia que se preocupa exclusivamente em capturar e criar valor de informação para entregar a seus clientes em um modelo de plataforma, gerando inclusive benefícios a seus parceiros (ver Figura 22). Uma das propostas de valor é que a tecnologia SMARTKNIVES potencialize a venda de facas profissionais no mercado agregando valor à marca de faca que a utiliza, seja essa qual for. Conforme Reim (2015), nos modelos de negócios PSS orientado ao resultado não importam os produtos ou serviços que são utilizados, pois o provedor é remunerado com base no resultado final. Uma das formas de remuneração da empresa de tecnologia SMARTKNIVES seria no momento do registro no software das facas inteligente produzidas por qualquer fabricante cliente da empresa.

Todavia, existe uma ampla parcela de consumidores de facas profissionais que estão pulverizados, tais como pequenos frigoríficos, açougueiros, cozinhas industriais, entre outros que não possuem grande concentração de uso de facas como ocorre nos grandes frigoríficos e tampouco podem investir os valores necessários para fazer a gestão de suas facas. Desta forma, essa proposta de modelo de negócio embasado em PSS orientado ao resultado visa entregar facas afiadas a esse público generalista. Isso se daria via sistemas de franquias móveis SMARTKNIVES, que fariam esses registros e afiações, permitindo percentuais de monetização em toda a cadeia, da produção ao consumo de facas inteligentes, num modelo escalável e repetível (seção 3.4.3.3). Neste modelo de negócio não existiria a remuneração diretamente por quem utiliza as facas inteligentes (frigoríficos de qualquer porte e demais usuários), mas um modelo de remuneração híbrida oriunda dos fabricantes das facas, da venda de franquias móveis, de royalties de afiações e incluindo a própria estimulação de venda de facas inteligentes via plataformas digitais com anúncios, propagandas e vendas. Deve-se ressaltar que, nesse modelo, a tecnologia SMARTKNIVES é um negócio separado do produto faca, ou seja, possui seu próprio modelo de negócio, mas diversos outros modelos de negócios podem ser utilizados por seus clientes e parceiros, tais como fabricantes de facas, franquias móveis, distribuidores e revendas, seja via venda tradicional ou aluguel ou ainda disponibilização de uso da faca aos consumidores finais.

Desta forma, é possível concluir que a inovação tecnológica pode ser explorada comercialmente em outros mercados via modelos de negócios híbridos e permitir a monetização não apenas pelo consumidor da faca, mas também a outros atores no mercado para os quais a tecnologia pode entregar de valor, mesmo sem serem usuários diretos,

concluindo que a proposta também atende os objetivos propostos nesse estudo. Evidentemente, há também desafios substanciais para a construção de ou transição para um modelo de negócios do tipo plataforma, sobretudo vinculadas à explicitação e apropriação de valor derivado de efeitos de rede indiretos (ZHU, IANSITI, 2012).

Como contribuição para a teoria, esse estudo permite a exemplificação de uma inovação tecnológica que necessita um novo modelo de negócio para evitar seu fracasso comercial, bem como apresenta estudo de um caso pouco comum na literatura no que tange a aplicabilidade de Internet das Coisas em produtos com relativo baixo ticket médio e baixa intensidade tecnológica. Ademais, joga luz empírica sobre diversos aspectos ainda não resolvidos na literatura sobre inovação em modelos de negócio industriais na direção de servitização ao demonstrar o leque de alternativas que se descortinaram quando da introdução de uma descontinuidade tecnológica em um setor industrial maduro. Para a prática, contribui com dados relacionados ao uso de facas em frigoríficos e ineficiência em maximizar o uso dos mesmos, revelando a potencialidade de produtos inteligentes para minimizar os custos produtivos e de distribuição, bem como uma vasta amplitude de oportunidades em termos de revisão de seus modelos de negócios na era da Internet das Coisas aplicada ao contexto industrial.

3.6 REFERÊNCIAS

AMBRUS,A.; ARGENZIANO,R. Asymmetric networks in two-sided markets. **American Economic Journal: Microeconomics**, v. 1, n. 1, p. 17-52, 2009.

BADEN-FULLER, C; HERFLIGER,S. Business Models and Technological Innovation. **Long Range Planning** v.46 ,p.419–426, 2013

CHESBROUGH, H. Business Model Innovation: Opportunities and Barriers. **Long Range Planning** v. 43, n 2–3, p. 354-363, 2010.

CHESBROUGH, H; ROSENBLOOM, R.S. The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. **Industrial and corporate change**, v.11, n.3, p.529-555, 2002.

DASILVA, C. M.; TRKMAN, P. Business model: what it is and what it is not. **Long range planning**, v. 47, n. 6, p. 379-389, 2014.

DE OLIVEIRA, D.T.; CORTIMIGLIA, M.N. Value co-creation in web-based multisided platforms: A conceptual framework and implications for business model design. **Business Horizons**, v. 60, n. 6, p. 747-758, 2017.

DIJKMAN, R.M; SPRENKELS,B.; PETTERS, T.; JANSSEN,A. Business models for the Internet of Things. **International Journal of Information Management**, v. 35, n. 6, p. 672-678, 2015.

GANS, J.S.;STERN,S. The product market and the market for “ideas”: commercialization strategies for technology entrepreneurs. **Research policy**, v. 32, n. 2, p. 333-350, 2003.

GAWER, A. Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework. **Research Policy**, v. 43, n. 7, p. 1239-1249, 2014.

GLOVA, J., SABOLA,T., VAJDA, V. Business Models for the Internet of Things Environment. **Procedia Economics and Finance** v.15, p. 1122 – 1129, 2014.

GUBBI, J., BUYYA, R., MARUSIC, S., & PALANISWAMI, M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. **Future generation computer systems**, v. 29, n.7 p.1645-1660, 2013.

JAMES, S.D.; LEIBLEIN,M.J.;LU,S. How firms capture value from their innovations. **Journal of management**, v. 39, n. 5, p. 1123-1155, 2013.

KOCHE, J.C; Fundamentos da Metodologia Científica: Teoria da ciência e iniciação a pesquisa. **Petropolis, RJ. Editora Vozes**. 2011

LAUDIEN, S.M.; DAXBÖCK, B. Path dependence as a barrier to business model change in manufacturing firms: insights from a multiple-case study. **Journal of Business Economics**, v. 86, n. 6, p. 611-645, 2016.

LEE, I; LEE, K. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. **Business Horizons** v.58, p.431-440, 2015.

LU, Y. Industry 4.0: A survey on Technologies, applications and open research issues. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 6, p. 1-10, 2017.

MUZELLEC,L.; RONTEAU,S.; LAMBKIN, M. Two-sided Internet platforms: A business model lifecycle perspective. **Industrial Marketing Management**, v. 45, p. 139-150, 2015.

PEREIRA,D. Tipos de modelos de negócios: Modelo plataforma multilateral. Disponível em <<https://analistamodelosdenegocios.com.br/modelo-plataforma-multilateral/>> Acessado em 10/01/2018.

REIM, W.; PARIDA,V.; LINDSTRÖM, J. Risks for functional products–Empirical insights from two Swedish manufacturing companies. **Procedia CIRP**, v. 11, p. 340-345, 2013.

REIM, W. ; PARIDA, V.; ÖRTQVIST, D. Product–Service Systems (PSS) business models and tactics—a systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 61-75, 2015.

RONG, K; HU,G ; LIN,Y. ; SHI, Y. ; GUO, L. Understanding business ecosystem using a 6C framework in Internet-of-Things-based sectors. **International Journal of Production Economics** v.159, p. 41-55, January 2015.

SAARIKKO,T.;WESTERGREN,U.H; BLOMQUIST,T. The Internet of Things: Are you ready for what's coming? **Business Horizons**, v.60, p.667-676, 2017.

SABATIER,V; CRAIG-KENNARD,A; MANGEMATIN,V. When technological discontinuities and disruptive business models challenge dominant industry logics: Insights from the drugs industry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 79, n. 5, p. 949-962, 2012.

TEECE, D.J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research policy**, v. 15, n. 6, p. 285-305, 1986.

TEECE, D.J. Business models, business strategy and innovation. **Long range planning**, v. 43, n. 2, p. 172-194, 2010.

TONGUR,S; ENGWALL,M. The business model dilemma of technology shifts. **Technovation**, v. 34, n. 9, p. 525-535, 2014.

VAN ALSTYNE, M.W.; PARKER, G.G.; CHOUDARY, S.P. Pipelines, platforms, and the new rules of strategy. **Harvard Business Review**, v. 94, n. 4, p. 54-62, 2016.

ZHU,F.; IANSITI, M. Entry into platform-based markets. **Strategic Management Journal**, v. 33, n. 1, p. 88-106, 2012.

ZOOT, C; AMIT,R; MASSA, L. The Business Model: Recent Developments and Future Research. **Journal of Management** v.37, n4, p.1019-1042, 2011.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se, por um lado, o cenário brasileiro para produção de carnes segue promissor e durável, com tendência de manutenção do crescimento apresentado nas últimas décadas, por outro, os problemas ergonômicos oriundos das atividades laborais nesse seguimento industrial também cresceram de forma muito rápida, exigindo ações do Ministério Público do Trabalho no sentido de regulamentar a atividade laboral nos frigoríficos. No âmbito das exigências relacionadas à utilização das facas, surge a necessidade do desenvolvimento de uma inovação tecnológica que satisfaça de forma eficiente, prática e economicamente viável a dificuldade de atendimento da regulamentação. Nesse cenário, a expectativa inicial deste estudo foi desenvolver uma alternativa de inovação tecnológica aos frigoríficos brasileiros para o controle e registro das afiações de facas utilizando produtos inteligentes e o paradigma tecnológico da Internet das Coisas, e, simultaneamente, gerar vantagens econômicas para a empresa focal e seus clientes através da exploração comercial das informações coletadas.

Referente à possibilidade de utilizar a tecnologia de Internet das Coisas como alternativa tecnológica para monitoramento do uso das facas em frigoríficos, até a presente conclusão uma série de estudos e revisões de literatura acerca do tema foram realizadas, visando atingir os objetivos gerais e específicos necessários para o sucesso pretendido. Esse momento foi destinado à revisão em relação a cada uma destas etapas e o cumprimento destas premissas.

4.1.1 **Proporcionar aos frigoríficos o cumprimento da NR36 nos aspectos relacionados às facas.**

Os aspectos relacionados às facas na NR36 estão presentes no capítulo 8 de forma mais específica nas alíneas 1, 2, 3, 4 8, 9 e 10. A forma de apresentação das informações referente ao uso das facas que permitem aos frigoríficos o cumprimento das normativas é apresentada em termos de:

- (i) Referência comercial das facas, indicando o produto em uso e auxiliando no atendimento das alíneas 1, 2,3 e 9.

- (ii) Nome e número de matrícula do funcionário, indicando o usuário da faca e auxiliando no atendimento das alíneas 2 e 9.
- (iii) Frigorífico e Setor, indicando a área de trabalho e atividade executada dentro do frigorífico e auxiliando no atendimento das alíneas 1,2 e 3.
- (iv) Momento no qual a afiação ocorre e ângulo de afiação auxiliando no atendimento das alíneas 1,4,8 e 10
- (v) Avaliação geral do produto usado sob a ótica de nível de satisfação, registrando a opinião do trabalhador com a faca e auxiliando no atendimento das alíneas 1,2,3,4,8,9 e 10.
- (vi) Registro histórico do uso das facas identificando informações relativas ao treinamento do usuário, atividade e produtos utilizados durante toda sua atividade profissional auxiliando no atendimento das alíneas 4, 8 e 10.

Desta forma, o sistema SMARTKNIVES permite aos frigoríficos o cumprimento das normativas, com destaque principal aos aspectos de registro de afiações que são uma das principais dificuldades para adequação em função da grande quantidade de facas circulando, solucionando a dificuldade de cumprimento da NR36.8.4.1a, NR36.8.8, NR36.8.10b e NR36.8.10c. A funcionalidade da avaliação de satisfação por parte do usuário da faca (funcionário do frigorífico) também merece destaque, pois gera ao mesmo a liberdade de avaliar de acordo com seu desejo, no momento que considerar apropriado e de forma espontânea, sem a presença de um entrevistador com um método simples, rápido e intuitivo.

4.1.2 Disponibilizar informações quanto à utilização das facas que permita aos frigoríficos a melhoria constante da usabilidade

A análise de usabilidade de um produto envolve diversos aspectos técnicos quanto ao produto, usuário, atividade e ambiente. Esses aspectos geram respostas psicológicas nas sensações de conforto, agradabilidade e prazer em utilizar um produto, resultando em satisfação. Desta forma, a melhoria da usabilidade não é algo que possa ser resolvido somente com o uso do sistema SMARTKNIVES, todavia pode ser monitorada através do controle de satisfação. Quando da percepção de redução de satisfação coletiva ou individual, o frigorífico detém dados técnicos históricos que permitem identificar as causas e estudar soluções com

base nesses dados. Desta forma, é possível concluir que essa premissa foi atendida de forma satisfatória.

4.1.3 Coletar, transmitir e armazenar dados confiáveis referentes ao histórico de uso das facas dentro da rotina dos frigoríficos.

Nesse sentido, a utilização de produtos inteligentes no conceito de internet das coisas de fato possibilitou atingir essa premissa. Os resultados apresentados na seção 2.4.6 comprovam essa afirmação, todavia o desenvolvimento conforme relatado na seção 2.4 consistiu de uma tarefa árdua que envolveu muitas áreas de conhecimento e permitiu elevar a pesquisa e a própria inovação tecnológica da empresa focal a outro patamar, como por exemplo, com os desdobramentos relacionados à revisão do modelo de negócio.

Um dos aspectos que merecem destaque especial é a dificuldade em termos dos protocolos de segurança das áreas de TI no que tange a abertura de portas para saída da informação para a nuvem. As autorizações para envio de informações podem depender de ordens superiores que, primeiramente, analisam o projeto para somente depois liberar uma porta de saída de dados. Outra dificuldade é a própria qualidade de sinal de internet, que acaba oscilando demasiadamente. O ambiente no qual os equipamentos são inseridos é extremamente úmido, sendo um problema para os equipamentos eletrônicos, tornando necessário sistema de proteção para esse ambiente.

4.1.4 Coletar dados utilizando os produtos inteligentes desenvolvidos

Esta premissa se refere à revisão do modelo de negócio, mais especificamente ao estudo experimental apresentado na seção 3.4.1 no qual o sistema SMARTKNIVES foi utilizado com um propósito de coleta de dados para posterior análise e solução de um problema. O sistema funcionou adequadamente, permitindo a coleta dos dados de forma prática e precisa, armazenando o registro das informações. Conclui-se, portanto, que este ponto foi atingido.

Essa funcionalidade de utilização do sistema para coletar dados pontuais pode auxiliar em novos estudos de caso em frigoríficos e até mesmo em outras áreas de negócios, como por exemplo, a própria gestão da cadeia de suprimentos.

4.1.5 Comparar dados coletados quanto a vida útil média de uma ‘faca inteligente’ versus uma ‘faca normal’

A comparação dos dados coletados no estudo experimental (seção 3.4.1) e no estudo de campo (seção 3.4.2) foi o alicerce da análise comparativa dos modelos de negócios. O modelo experimental utilizando o sistema SMARTKNIVES apresentou valores em termos de ordem muito superiores aos encontrados no âmbito do estudo de campo, sem a utilização da tecnologia.

Em termos da vida útil média dos produtos, foram observadas 400 afiações possíveis com SMARTKNIVES contra 69 afiações no estudo de campo. Em termos de aproveitamento da lâmina até o descarte, enquanto a indicação é de utilização de cerca de 56% da lâmina, que foi atingido sem dificuldade com o uso de produtos SMARTKNIVES, no estudo de campo foi observado um índice de utilização de apenas 38% da lâmina, descartando-a prematuramente. Quanto ao desgaste por afiação, no sistema SMARTKNIVES observa-se uma média de 0,14% da área inicial da lâmina sendo descartada por afiação, enquanto na pesquisa de campo os equipamentos utilizados para afiar as facas desgastavam cerca de 0,55% da lâmina.

Um dos questionamentos comumente encontrados é se uma faca normal pode atingir os mesmos índices obtidos com a faca inteligente, se utilizar a mesma metodologia de afiação. A resposta para essa pergunta é sim. A única diferença entre uma faca inteligente e uma faca comum está na possibilidade de verificação dos históricos de afiação e uso. A faca inteligente permite saber, por exemplo, se o produto está sendo afiado no ângulo determinado, se o tempo de afiação está de acordo com o estabelecido, se o número de afiações desejadas por faca já foi atingido no momento do descarte, entre outras informações.

Comparando o processo de descarte de uma faca comum e de uma faca inteligente, temos a faca comum sendo depositada diretamente em um tonel e o operador recebendo uma nova faca para trabalho. Não é conhecido o total de afiações que aquela faca descartada havia recebido. Já no processo de descarte de uma faca inteligente no totem SMARTKNIVES, o tonel está dentro do totem em um recipiente chaveado. A faca é posicionada no totem e a seleção descarte deve ser selecionada, na tela aparecerá a informação da quantidade de afiações que essa faca recebeu, há quantos dias está em uso e qual a média histórica para descarte de outras facas de mesmo modelo no mercado como um todo, logo ocorre a solicitação de uma senha de descarte (somente quem tem acesso a senha pode autorizar o

descarte da faca). Após colocação da senha é perguntado o motivo do descarte e quando selecionado a opção então o totem coleta automaticamente a faca, trocando seu status de faca apta para faca inapta para uso. Se a pessoa responsável pelo descarte observar que a faca está aquém do uso, ela deverá questionar os motivos de solicitar o descarte da faca tão brevemente e avaliar se prossegue ou não com o descarte.

Observa-se que a possibilidade de controle em uma faca inteligente para que os parâmetros objetivados sejam atingidos é muito maior que em uma faca normal. O que normalmente impede a maximização do uso de uma faca normal é exatamente a falta de informação sobre o uso da mesma.

4.1.6 Revisar a literatura acerca de inovação em modelos de negócios para a proposição de novos caminhos comerciais

Após revisão bibliográfica, a proposição considerada pelo autor se direcionou para os modelos de negócios que envolvem o Sistema Produto Serviço (PSS), com o objetivo inicial de avaliar duas hipóteses:

- (i) É possível identificar oportunidades de inovação incremental que reduzam os custos produtivos sem afetar o valor percebido pelo cliente comprador da faca?
- (ii) A inovação tecnológica pode ser explorada comercialmente em outros mercados via modelos de negócios híbridos e permitir a monetização não apenas pelo consumidor da faca, mas também a outros atores no mercado que a tecnologia pode entregar de valor?

O estudo concluiu que para ambas as hipóteses a resposta é sim, gerando três propostas de modelos de negócios para a empresa focal. Nas propostas PSS orientada ao produto (seção 3.4.3.1) e PSS orientada ao uso (seção 3.4.3.2) o valor principal entregue ao cliente segue uma ótica de “facas inteligentes” na qual o cliente segue sendo o frigorífico que receberá o valor de corte de uma faca e o valor de informação oriundo do sistema inteligente. Porém, a proposta de valor é baseada em novos formatos comerciais com venda de produto e serviço na primeira opção, existindo a transferência de propriedade da faca ao cliente via venda do produto “faca” (valor de corte) e remuneração adicional via venda de serviço de registro de dados das afiações (valor de informação), que somente existe em função do uso da faca inteligente comprada. Na segunda proposta o sistema SMARTKNIVES, incluindo as

facas inteligentes demandadas é disponibilizado ao cliente para uso em troca de uma mensalidade fixa.

A terceira proposta embasada em PSS orientado ao resultado (seção 3.4.3.3) abandona a entrega de valor sobre a ótica de transação de venda de facas inteligentes e aborda exclusivamente o valor de informação sob a ótica de faca afiada entregando informação de quem, onde, como, quantas e quais facas estão sendo utilizadas. Nesse modelo, a tecnologia SMARTKNIVES é desvinculada de uma marca específica de faca e tratada como uma empresa de tecnologia, cujos clientes passam a ser os fabricantes de facas enquanto os frigoríficos são os parceiros que usam a tecnologia, mas não pagam diretamente por ela.

A tecnologia passa, então, a potencializar a venda de facas profissionais dos fabricantes, com a empresa gestora da tecnologia atuando para ampliar a demanda de facas inteligentes, implantando o sistema nos frigoríficos de grande porte e ampliando o mercado de atuação com franquias móveis SMARTKNIVES para atuar junto a consumidores de menor porte pulverizado, tais como frigoríficos pequenos, açougues, restaurantes, cozinhas industriais, entre outros.

4.1.7 Objetivos gerais dos capítulos 2 e 3 e da dissertação

O objetivo geral da dissertação de desenvolver uma alternativa de inovação tecnológica aos frigoríficos brasileiros para o controle e registro das afiações de facas utilizando produtos inteligentes e o paradigma tecnológico da Internet das Coisas, e, simultaneamente, gerar vantagens econômicas para a empresa focal e seus clientes através da exploração comercial das informações coletadas foi atingido na medida em que o capítulo 2 apresenta o desenvolvimento da inovação tecnológica SMARTKNIVES, que está embasada no uso de produtos inteligentes conectados que utiliza Internet das Coisas para entre outras funcionalidades, controlar e registrar as afiações de facas nos frigoríficos. Por fim, no capítulo 3, tanto a proposta relacionada ao PSS orientado ao produto quanto a proposta de PSS orientado ao uso, permitiram apresentar hipóteses onde é possível utilizar a inovação SMARTKNIVES e, simultaneamente, gerar vantagens econômicas para a empresa focal e seus clientes, explorando comercialmente as informações coletadas, cumprindo desta forma os requisitos necessários para o atingimento dos objetivos propostos.

Ainda no capítulo 3 foi possível apresentar uma nova visão, PSS orientado ao resultado, cujo modelo de negócio diverge completamente dos demais, não permitindo quantificar de forma comparativa com o modelo tradicional utilizado pela empresa, todavia apresentando caminhos híbridos com o uso de plataforma multilateral para geração de receita com potenciais econômicos tão grandes ou até maiores que os demais apresentados.

4.2 CONTRIBUIÇÕES PARA A TEORIA E PRÁTICA:

Como contribuição para a teoria e para a prática é possível dividir entre dois tipos, aquelas informações científicas contidas nesse estudo e aquelas que foram vivenciadas pelo pesquisador a margem do estudo que refletem exclusivamente as experiências não científicas, mas que afetaram o trabalho, refletindo a posição do pesquisador sobre temas que afetam o desenvolvimento de inovações e podem servir de exemplo para futuras pesquisas.

4.2.1 Contribuições diretamente relacionadas ao estudo

A metodologia de pesquisa-ação possui a peculiaridade de ser difícil em termos de planejamento prévio de todas as atividades que serão executadas. O projeto em questão exemplifica essa característica e permite a futuros pesquisadores que optarem por esse método visualizar a forma de apresentação e interação entre as pesquisas principais e secundárias. Outro aspecto envolve a teoria acerca da afiação de facas. Por tratar-se de uma área técnica e muito específica, o estudo referencia publicações e resultados interessantes obtidos nessa linha de pesquisa.

Por fim, em termos teóricos, apresenta a evolução do desenvolvimento de uma inovação tecnológica e suas implicações em termos da necessidade de revisão do modelo de negócio afim de a própria inovação não fracasse em função do uso de um modelo de negócio inapropriado, (REIM, 2013, CHESBROUGH, ROSENBLOOM, 2002), as propostas de novos modelos embasados na servitização em função do uso de novas tecnologias, de informação, comunicação e especialização de negócios e profissionais apresentados nessa dissertação também permite exemplificar um forma de como as empresas podem aproveitar a compreensão da coleta de dados para co-criação de valor, configurando serviços de forma eficaz (MAGLIO, SPOHRER,2013) ou ainda transformam entidades de baixo nível, tais

como dados em informações e conhecimento para apoiar a transformação do serviço dos fabricantes (ARDOLINO et al, 2017), de forma a convergir com a teoria de ocorre exatamente no momento em que há um aumento global de modelos de negócios embasados em serviços transformando a forma como o mundo funciona.

No âmbito prático, o estudo conseguiu superar o desafio de uma solução teórica e criar uma inovação tecnológica que pode ser utilizada pelos frigoríficos de forma imediata. O estudo também permite ao próprio Ministério Público do Trabalho ter acesso às informações de forma a verificar se a NR36 nos aspectos relacionados ao uso e afiação das facas estão sendo cumpridos em tempo real via plataforma digital, sem a necessidade de inspecionar somente no momento em que realizam as auditorias programadas, até porque muitas plantas se preparam exclusivamente para esses momentos e depois retomam a forma de trabalho não adequada. Essa sem dúvida é uma evolução importante, pois conforme relatado, o mercado brasileiro ainda carece de uma visão voltada à saúde do trabalhador, por mais que possa estar evoluindo, o foco permanece na análise de custos de produção e retornos imediatos para quaisquer investimentos, sendo mais barato substituir um trabalhador que desenvolva doença e/ou lesão em função do trabalho do que prevenir tais ocorrências.

Torna-se necessário mudar esse cenário, e IoT resulta não apenas em uma mudança técnica de produção, mas também em consequências e oportunidades organizacionais extensivas (Arnold et al., 2016 apud Kiel et al 2017). As cadeias de valor estabelecidas estão mudando e permitindo novas concepções de modelos de negócios. Os fabricantes estabelecidos estão bem aconselhados a refletir, inovar e adaptar seus modelos de negócios, oferecendo novas ofertas de valor com a importância de colaboração e redes. Em outras palavras, a IoT na indústria (IIoT) envolve a integração de sistemas físicos com o virtual, os serviços embasados em Internet das Coisas (IoT-S) aliado a processos industriais inteligentes, embasados em auto controle, tempo real, conectando pessoas, máquinas, objetos, sistemas produtivos e gerenciando de forma dinâmica, ambientes complexos (KIEL, 2017).

4.2.2 Contribuições vivenciadas pelo pesquisador

O Brasil ainda é um país em amadurecimento. Se por um lado existem exemplos de sucesso em diversas áreas na maioria dos casos acabam sendo exceções à regra. De forma geral, o empresariado brasileiro permanece imediatista com discursos descolados da prática.

No âmbito das inovações tecnológicas, a criatividade de pesquisadores brasileiros se destaca, todavia a falta de investimento financeiro para o desenvolvimento das ideias criadas gera mais soluções teóricas que práticas, ou seja, aquelas que saem do papel e são de fato implantadas. Nesse contexto é fundamental uma aproximação entre universidades e seu vasto portfólio de estudos acadêmicos e geração do conhecimento com o investimento da iniciativa privada assim como ocorrem nos países na fronteira tecnológica. Nesse estudo é possível afirmar que ocorreu essa integração universidade e empresa, permitindo o desenvolvimento da ideia e sua transformação prática aplicável, sendo uma “exceção” que por muito pouco não sucumbiu à “regra geral”. A ideia do projeto apresentado nesse estudo surgiu em 2013, em uma viagem a negócios para a Alemanha, quando o pesquisador visualizou a utilização prática da Internet das Coisas funcionando com outros propósitos. Logo após o retorno, o conceito foi apresentado na empresa focal, a pares e diretoria direta, sem sucesso de continuidade diante da alegação de falta de recursos financeiros. Durante três anos, de forma periférica, o projeto foi sendo desenvolvido pelo pesquisador de forma oficiosa, avançando lentamente.

Somente no início do ano de 2016, depois de reiteradas tentativas e insistência junto a direção imediata, a proposta foi apresentada para a presidência da empresa focal, que visualizou a amplitude de possibilidades ordenando o investimento e prioridade, bem como cobrando diretamente a evolução do mesmo, tornando viável que em um período de oito meses a solução que fosse desenvolvida da teoria para a prática. Para Krotov (2017), IoT tem o potencial de se tornar uma ameaça poderosa mesmo em indústrias de baixa tecnologia, embora seja um potencial ameaça, a IoT também pode apresentar empresários e líderes empresariais de empresas estabelecidas com novas oportunidades para a inovação, todavia é comum ao público em geral o entendimento de que o “uso final” de uma nova tecnologia estará incorporado a própria tecnologia, sendo claro como será usado e por quem, porém outros participantes ou fatores podem incluir novas tecnologias e novas funcionalidades ao invento original.

Em setembro de 2016, durante a principal feira técnica do segmento de frigoríficos no Brasil, a inovação SMARTKNIVES foi apresentada ao mercado. Já na edição de 2017 da feira de negócios brasileira, pesquisadores da Austrália e Nova Zelândia, citados nesse estudo por outros trabalhos, vieram ao Brasil para conhecer o funcionamento do sistema visando integrar a tecnologia SMARTKNIVES com outras tecnologias voltadas ao segmento de frigoríficos e que envolvem a utilização de facas, pois não há no mundo um sistema de gestão

de facas criado até o momento com a amplitude de possibilidades de integração que o sistema SMARTKNIVES permite, vindo ao encontro com o estudo de Krotov (2017).

Por outro lado, nos próprios frigoríficos brasileiros se percebe uma espécie de “compasso de espera” por uma obrigatoriedade de uso em função de uma cobrança mais acirrada por parte do MPT, por exemplo. Diversos frigoríficos de médio porte que tiveram conhecimento do sistema o elogiaram, mas preferem direcionar momentaneamente os escassos valores financeiros para investimento em projetos diretamente empregados na produção, sendo comum o pesquisador ouvir frases como “o sistema é fantástico, se estivéssemos sendo cobrados (pelo MPT), implantaríamos imediatamente, mas por enquanto levaremos adiante da forma como estamos trabalhando”. Visões deste tipo infelizmente são comuns no Brasil, exceções estão exatamente nas empresas de referência, as maiores do mercado percebem as oportunidades e, portanto, não há nenhuma surpresa que o primeiro frigorífico interessado e que investiu no projeto é exatamente o maior frigorífico do mundo na atualidade. Frigoríficos de países como Chile e Uruguai também já demonstram interesses, preocupados com os resultados que o sistema pode gerar para a empresa não apenas em termos produtivos internos, mas como diferencial competitivo para venda de carne no futuro em mercados internacionais que valorizam o uso de tecnologia e rastreabilidade no processo produtivo, bem como a preocupação com a saúde dos trabalhadores.

Conforme Warren Buffet, “no mundo dos negócios, o espelho retrovisor é sempre mais claro que o para-brisa” (KROTOV,2017). Prever o futuro é uma tarefa assustadora, principalmente se forem relacionadas a um ambiente tecnológico em rápida evolução e uma solução tão particular. A inovação SMARTKNIVES exige dos empresários (no caso, tanto dos fabricantes de facas quanto dos frigoríficos) uma capacidade de visão futura com investimentos e construção de um caminho adequado para explorar comercialmente um mercado até então inexistente ou ainda “as sombras” do momento tecnológico atual e que começa a ser revelado a partir de inovações embasadas no uso de Internet das Coisas.

4.3 REFERENCIAS

ARDOLINO,M; RAPACCINI,M; SACCANI,N; GIARDELLI,P; CRESPI,G. RUGGERI,C. The role of digital technologies for the service transformation of industrial companies. *International Journal of Production Research*, p1-17, 2017.

BORGIA,E. The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. *Computer Communications*. v.54 p.1-31, 2014.

CARNE, OSSO. Direção: Caio Cavechini e Carlos Juliano Barros. Produção: Reporter Brasil, 2013. São Paulo (BR). Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=887vSqI35i8>>

CHESBROUGH, H; ROSENBLOOM, R.S. The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and corporate change*, v. 11, n. 3, p. 529-555, 2002.

CHIASSON, M.; GERMONPREZ, M.; MATHIASSEN, L. Pluralist action research: a review of the information systems literature. *Info Systems Journal* v.19, p.31–54, 2008.

DIJKMAN, R.M; SPRENKELS,B.; PETTERS, T.; JANSSEN,A. Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management*, v. 35, n. 6, p. 672-678, 2015.

GUBBI, J., BUYYA, R., MARUSIC, S., & PALANISWAMI, M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, v. 29, n.7 p.1645-1660, 2013.

KIEL, D.; ARNOLD, C.; VOIGT, K. The influence of the Industrial Internet of Things on business models of established manufacturing companies—A business level perspective. *Technovation*, v. 68, p. 4-19, 2017.

KROTOV, V. The Internet of Things and new business opportunities. *Business Horizons*, v.60, n. 6, p. 831-841, 2017.

LEE, I; LEE, K. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons* v.58, p.431-440, 2015.

MAGLIO,P.P.; SPOHRER,J. A service science perspective on business model innovation. *Industrial Marketing Management*, v. 42, n. 5, p. 665-670, 2013.

MEIRA, S.L. Novos negócios inovadores de crescimento empreendedor no Brasil. **Ed. Casa da Palavra, Rio de Janeiro**, 2013.

MELLO, C.H.P, TURRIONI, J.B, XAVIER A.F., CAMPOS D.F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. *Production*, v. 22, p. 1-13, 2012.

REIM, W.; PARIDA,V.; LINDSTRÖM, J. Risks for functional products—Empirical insights from two Swedish manufacturing companies. *Procedia CIRP*, v. 11, p. 340-345, 2013.

REIM, W. ; PARIDA, V.; ÖRTQVIST, D. Product–Service Systems (PSS) business models and tactics—a systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 61-75, 2015.

RIPAMONTI, S.; GALUPPO, L.; GORLI, M.; SCARATTI, G.; CUNLIFFE, A.L. Pushing action research toward reflexive practice. *Journal of Management Inquiry*, v. 25, n. 1, p. 55-68, 2016.

ROPPA, L. Perspectivas da produção Mundial de carnes, 2007 a 2015. 2013. Disponível em <<https://pt.engormix.com/pecuaria-corte/artigos/perspectivas-producao-mundial-carnes-t36766.htm>> acessado em 29/11/2016.

OCDE/FAO, “Agricultura brasileira: perspectivas y retos”, in OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015, OECD Publishing, Paris. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-5-es> Acessado em 12/11/2016.

O'DONOVAN, P. LEAHY, K.; BRUTON, K; O'SULLIVAN, D. T. J. Big data in manufacturing: a systematic mapping study. **Journal of Big Data**, v. 2, n. 1, p. 20, 2015.

TEECE, D.J. Business models, business strategy and innovation. **Long range planning**, v. 43, n. 2, p. 172-194, 2010.

WEISER, M. The computer for the 21st century. **Scientific american**, v. 265, n. 3, p. 94-104, 1991.

WHITMORE, A., AGARWAL, A. DA XU, L., The Internet of Things - A survey of topics and trends. **Information Systems Frontiers** v.17 p.261: 274, 2015.

ANEXO A - INTEGRA DO CAPITULO OITO DA NR36

36.8 Equipamentos e ferramentas

36.8.1 Os equipamentos e ferramentas disponibilizados devem favorecer a adoção de posturas e movimentos adequados, facilidade de uso e conforto, de maneira a não obrigar o trabalhador ao uso excessivo de força, pressão, preensão, flexão, extensão ou torção dos segmentos corporais.

36.8.2 O tipo, formato e a textura da empunhadura das facas devem ser apropriados à tarefa, à mão do trabalhador e ao eventual uso de luvas.

36.8.3 As ferramentas devem ser específicas e adequadas para cada tipo de atividade e tão leves e eficientes quanto possível.

36.8.4 Devem ser adotadas medidas preventivas para permitir o uso correto de ferramentas ou equipamentos manuais de forma a evitar a compressão da palma da mão ou de um ou mais dedos em arestas ou quinas vivas dos equipamentos.

36.8.4.1 As medidas preventivas devem incluir, no mínimo:

- a) afiação e adequação de ferramentas e equipamentos;
- b) treinamento e orientação, na admissão e periodicamente.

36.8.5 Os equipamentos manuais, cujos pesos forem passíveis de comprometer a segurança e saúde dos trabalhadores, devem ser dotados de dispositivo de sustentação.

36.8.6 Os equipamentos devem estar posicionados dentro dos limites de alcance manual e visual do operador, permitindo a movimentação adequada e segura dos membros superiores e inferiores e respeitando a natureza da tarefa.

36.8.7 Os equipamentos e ferramentas elétricas devem estar aterrados e as fiações e cabos devem ser submetidos a revisões periódicas para verificação de sinais de desgaste ou outros defeitos que possam comprometer a segurança.

36.8.8 As ferramentas e equipamentos de trabalho devem ter sistema de manutenção constante.

36.8.9 Devem ser consideradas as sugestões dos trabalhadores na escolha das ferramentas e dos equipamentos manuais.

36.8.10 Os empregadores devem:

- a) estabelecer critérios de exigências para a escolha das características das facas, com a participação dos trabalhadores, em função das necessidades das tarefas existentes na empresa;
- b) implementar sistema para controle de afiação das facas;
- c) estabelecer mecanismos de reposição constante de facas afiadas, em quantidade adequada em função da demanda de produção;
- d) instruir os supervisores sobre a importância da reposição de facas afiadas;
- e) treinar os trabalhadores, especialmente os recém admitidos ou nos casos de mudança de função, no uso da chaira, quando aplicável à atividade.

36.8.11 O setor ou local destinado a afiação de facas, onde houver, deve possuir espaço físico e mobiliário adequado e seguro.

ANEXO B - PEDIDO DE PATENTE DE INVENÇÃO



01/09/2016 870160048637

15:55



00.000.9.2.16.0699762.8

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2016 020293 0

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: Mundial S.A. Produtos de Consumo

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 88610191000154

Nacionalidade: Brasileira

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): SISTEMA E MÉTODO PARA MONITORAMENTO DE UTENSÍLIOS EM FRIGORÍFICOS, E UTENSÍLIO**Resumo:** A presente invenção refere-se a um sistema para monitoramento de utensílios (100) em frigoríficos, compreendendo: pelo menos um utensílio (100) compreendendo pelo menos um meio legível (110) que identifica o pelo menos um utensílio (100); pelo menos um dispositivo de leitura (210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280), em pelo menos uma localização específica do frigorífico, que realiza a leitura do pelo menos um meio legível (110) do pelo menos um utensílio (100) para coletar pelo menos um dado referente àquele utensílio (100); em que os dados coletados pelo dispositivo de leitura (210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280) são armazenados em pelo menos um dentre um hardware e um banco de dados em nuvem.**Figura a publicar:** 1

Dados do Inventor (72)

Inventor 1 de 1**Nome:** WAGNER HUBER**CPF:** 80798195053**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Outras ocupações não especificadas anteriormente**Documentos anexados**

Tipo Anexo	Nome
Relatório Descritivo	RELATÓRIO-P222337.PDF
Reivindicação	REIVINDICAÇÕES-P222337.PDF
Resumo	RESUMO-P222337.PDF
Desenho	222337_Desenhos.PDF
Procuração	30224331_1.pdf
Comprovante de pagamento de GRU 200	30223933_1.pdf
SUBSTABELECIMENTO	SUBSTABELECIMENTO 2016.pdf

Acesso ao Patrimônio Genético

- Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

Declaração de veracidade

- Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

Obrigado por acessar o Peticionamento Eletrônico

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Este pedido foi enviado pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 01/09/2016 às 15:55