



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Mecânica

EDUARDO DE ARAUJO MORETTI

Estudo das dificuldades observadas na implantação de sistemas RFID

CAMPINAS
2017

EDUARDO DE ARAUJO MORETTI

Estudo das dificuldades observadas na implantação de sistemas RFID

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica, na Área de Materiais e Processos de Fabricação.

Orientador: Prof. Dr. Rosley Anholon

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO
ALUNO EDUARDO DE ARAUJO MORETTI, E
ORIENTADA PELO PROF. DR. ROSLEY ANHOLON.

.....
ASSINATURA DO ORIENTADOR

**CAMPINAS
2017**

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

M817e Moretti, Eduardo de Araujo, 1983-
Estudo das dificuldades observadas na implantação de sistemas RFID /
Eduardo de Araujo Moretti. – Campinas, SP : [s.n.], 2017.

Orientador: Rosley Anholon.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Engenharia Mecânica.

1. RFID. I. Anholon, Rosley, 1979-. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: RFID systems implementation difficulties analysis

Palavras-chave em inglês:

RFID

Área de concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Titulação: Mestre em Engenharia Mecânica

Banca examinadora:

Rosley Anholon [Orientador]

Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

Robert Eduardo Cooper Ordoñez

Data de defesa: 20-04-2017

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Mecânica

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUFATURA E MATERIAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADEMICO

Estudo das dificuldades observadas na implantação de sistemas RFID

Autor: Eduardo de Araujo Moretti

Orientador: Rosley Anholon

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:

Prof. Dr. Rosley Anholon, Presidente
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio
Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Ciências Aplicadas

Prof. Dr. Robert Eduardo Cooper Ordoñez
Universidade Estadual de Campinas

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 20 de abril de 2017.

Dedicatória

Dedico o presente trabalho aos fundamentais ensinamentos dados por meu pai e minha mãe, além da Olívia, que nasceu ao longo da pesquisa para trazer ainda mais alegria para minha família.

Agradecimentos

Aos profissionais que dedicaram tempo para participar desta pesquisa;

Ao meu orientador, professor Doutor Rosley Anholon, pela confiança, orientação e amizade;

Ao professor Dirceu da Silva, pela orientação estatística.

A todos que colaboraram, direta ou indiretamente, para o sucesso desta dissertação.

Resumo

O principal objetivo desta dissertação residiu no estudo das principais dificuldades observadas na implantação de sistemas RFID. Este sistema permite a identificação de objetos ou itens por meio de ondas de radiofrequência. Os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos foram revisão sistemática da literatura e *survey*. A revisão sistemática da literatura permitiu listar 18 dificuldades e a *survey*, realizada com 90 profissionais que participaram da implantação do referido sistema, quantificar a ocorrência de cada uma delas no ambiente empresarial. A análise de dados foi feita por meio da Análise Fatorial Exploratória e permitiu identificar três fatores que explicam a maior parte da variância dos dados coletados. Estes fatores foram denominados pelo autor desta dissertação como: dificuldades operacionais, dificuldades de planejamento e dificuldades associadas aos colaboradores. Os resultados aqui apresentados podem se fazer úteis tanto para profissionais de mercado, que lidam com a implantação de sistemas RFID, quanto para acadêmicos em pesquisas futuras.

Palavras chaves: Sistemas RFID; dificuldades de implantação; *survey*.

Abstract

The objective of this research is to analyze the main difficulties regarding RFID systems implementation. RFID systems can identify items through radio frequency waves. The methodological procedures were literature review and survey. The literature review allowed identifying 18 difficulties and the survey, performed with 90 professionals with RFID expertise, quantifying the occurrence of each difficulty. The Exploratory Factor Analysis was used to analyze the data collected and evidenced three factors that explain the majority of variance. These factors were named as operational difficulties, planning difficulties and employee difficulties. The findings can be useful for RFID professional and academics in further research associated with the theme.

Key Words: RFID Systems; Implementation difficulties; survey.

Lista de Ilustrações

Figura 2.1: Fases da Cadeia de Suprimentos	21
Figura 2.2: Fluxos de informações do sistema RFID.....	28
Figura 2.3: Evolução das publicações em RFID.....	43
Figura 3.1 – Caracterização da pesquisa.....	47
Figura 3.2: Etapas desenvolvidas na pesquisa para o alcance dos resultados.....	50
Figura 3.3: Cronologia dos artigos utilizados nesta dissertação.....	51
Figura 3.4: Distribuição segundo bases consultadas.....	51
Figura 3.5: Distribuição segundo macro-temáticas.....	52
Figura 4.1: Distribuição da formação acadêmica dos participantes da pesquisa.....	59
Figura 4.2: Maior formação acadêmica dos participantes da pesquisa.....	60

Lista de Tabelas e Quadros

Tabela 4.1. Valores de comunalidade para as variáveis estudadas na primeira tentativa.....	61
Tabela 4.2. Valores de comunalidade para as variáveis estudadas na segunda tentativa.....	62
Tabela 4.3. Índices MSA na matriz anti-imagem de correlação para as variáveis na terceira tentativa de aplicação	63
Tabela 4.4. Valores de comunalidade para as variáveis estudadas na terceira tentativa.....	63
Tabela 4.5 Modelo fatorial gerado válido para a pesquisa desta dissertação.....	64
Tabela 4.6 - Matriz componente rotativa e cargas fatoriais superiores a 0,6	65
Quadro 2.1: Dificuldades associadas a implantação de sistemas RFID.....	32
Quadro 3.1: Variáveis extraídas da literatura.....	53
Quadro 3.2: Qualidade dos possíveis resultados em função do índice KMO.....	56

Lista de Abreviaturas e Siglas

RFID – *Radio Frequency Identification*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

WMS – *Warehouse Management System*

NRL – Laboratório de Pesquisas Navais

HP – Hewlett Packard

ROI – *Return on Investment*

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

CAAE – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

AFE – Análise Fatorial Exploratória

KMO - Kaiser-Meyer-Olkin

MSA - *Measure of Sampling Adequancy*

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2	SITUAÇÃO PROBLEMA.....	15
1.3	OBJETIVOS E MACRO ETAPAS	15
1.3.1	Objetivo Geral.....	16
1.3.2	Macro Etapas.....	16
1.4	RELEVÂNCIA E DIVERSIDADE DO TEMA	16
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	17
1.6	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1	ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	19
2.2	CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	19
2.3	SOBRE RFID E OS BENEFÍCIOS DO USO.....	23
2.4	DEFINIÇÕES DE RFID	25
2.5	O FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA RFID	26
2.6	HISTÓRICO DO RFID	28
2.7	DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DO RFID	30
2.7.1	Falta de Apoio da Alta Gerência para a Implantação do Sistema RFID	34
2.7.2	Falta de Colaboradores com Conhecimento Técnico Avançado na Empresa para Acompanhar a Implantação do Sistema RFID	35
2.7.3	Resistência dos Colaboradores diante da Implantação de Novas Tecnologias	35
2.7.4	Custo Geral Oneroso para a Implantação do Sistema RFID	36
2.7.5	Dificuldade de definir o impacto positivo estratégico e o ganho real para os clientes com a implantação do sistema RFID	37
2.7.6	Dificuldades associadas à Comunicação entre Diferentes Grupos Responsáveis pela Implantação dos Sistemas RFID e a Empresa	38
2.7.7	Dificuldade de calcular o ROI (Retorno dos Investimentos) na Implantação de RFID	39
2.7.8	Problemas na Adequação do <i>layout</i> da Empresa para a Instalação da Infraestrutura necessária à Implantação de RFID	40
2.7.9	Dificuldade de Encontrar Fornecedores Capacitados a Fornecerem Equipamentos para Estrutura RFID.....	40

2.7.10 Dificuldade de Encontrar Sistemas RFID <i>userfriendly</i> para Todos os Usuários Diretos e Indiretos deste Novo Sistema.....	41
2.7.11 Falta de Normas e Padrões Disponíveis para a Implantação de RFID que sejam utilizados pela Empresa como Diretrizes.....	41
2.7.12 A Escassez de Estudos de Casos na Literatura que sirvam de <i>Benchmarking</i> ou apoio para a Implantação do Sistema RFID	42
2.7.13 Dificuldade de entender como será feita a manutenção do sistema RFID depois de sua implantação.....	43
2.7.14 Problemas na Migração do Sistema de Código de Barras existente na Empresa para o Sistema RFID.....	44
2.7.15 Problemas na Integração do Sistema RFID com os Sistemas de Gestão já atuantes na Empresa (ERP, WMS etc.)	44
2.7.16 Dificuldade de desenvolver Treinamento para os Possíveis Usuários do Sistema RFID	45
2.7.17 Dificuldade de comprovar para a direção da empresa que as melhorias nos indicadores são decorrentes da implantação do RFID.....	45
2.7.18 Dificuldade de garantir a segurança e a privacidade das informações ao se utilizar um sistema RFID.....	45
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	47
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	47
3.2 MÉTODO DA PESQUISA.....	50
3.2.1 Etapa: Revisão da Literatura	50
3.2.2 Estruturação do Questionário	52
3.2.3 Submissão ao Comitê de Ética	54
3.2.4 Coleta de Dados	54
3.2.5 Tabulação e Análise Estatística.....	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	59
4.2 Apresentação dos resultados estatísticos.....	60
4.2.1 Resultado para a Análise de Confiabilidade Interna via Alfa de Cronbach	60
4.2.2 Resultados referentes à Análise Fatorial Exploratória para redução de escala	61
4.3 DEBATES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS.....	66
5 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE 1	77

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Os consumidores modernos demandam cada vez mais produtos com padrão de qualidade satisfatório dentro de um preço aceitável no prazo que melhor lhes convenha. Esta nova realidade de mercado força as empresas a se tornarem mais competitivas e a buscarem continuamente novas técnicas de gestão visando à plena satisfação dos referidos consumidores (ALVES *et al*, 2015). O mundo acadêmico também tem procurado oferecer sua contribuição em relação a essa nova realidade de mercado, tendo em vista o aumento considerável de pesquisas realizadas nos últimos anos com o intuito de incrementar a produtividade e a competitividade (WALKER *et al*, 2015).

Nessas pesquisas, dois grandes campos de atuação ganham destaques. O primeiro deles está relacionado à proposição de novos modelos que pregam a maximização do valor agregado, (SANO e ANHOLON, 2015); enquanto o segundo refere-se à implantação de modernas técnicas produtivas advindas da automação e da tecnologia da informação (WIJNGAERT *et al*, 2008; ALVES, 2015).

Uma das contribuições que a área de tecnologia da informação trouxe para as empresas visando a competitividade nos últimos anos está atrelada aos sistemas RFID (*Radio-Frequency Identification*, identificação por rádio frequência), cuja característica principal consiste em identificar objetos por meio de ondas de rádio com leitores especiais. Estas identificações são feitas por intermédio de etiquetas presentes nos referidos objetos, as quais carregam informações sobre as características do material (PEDROSO *et al*, 2009).

Este sistema tem propiciado significativos avanços e benefícios para a cadeia de suprimentos em relação à qualidade de informações dos materiais ao longo do trajeto percorrido em todo o sistema produtivo. Ademais, traz consideráveis reduções de custos, diminuições de erros e perda de material, contribuindo, assim, para o aumento da competitividade das empresas (ATTARAN, 2007). Cabe salientar, entretanto, que muitos são os cuidados a serem tomados e fatores restritivos a serem gerenciados ao longo da implantação dos sistemas RFID para que os benefícios sejam aproveitados em seu máximo potencial (OSYK *et al*, 2012).

1.2 SITUAÇÃO PROBLEMA

Como mencionado no item anterior, há muitos benefícios decorrentes da implantação dos sistemas RFID, tais como: redução dos níveis de estoque, diminuição do tempo de entrega dos produtos, agilidade nas transmissões de informações e aumento da satisfação dos clientes (ATTARAN, 2007; BENDAVID *et al*, 2010; PEDROSO *et al*, 2009; YU, 2007). Contudo, ao se varrer a literatura especializada sobre o assunto, também são apontadas muitas dificuldades observadas ao longo da implantação dos referidos sistemas até que os benefícios mencionados sejam alcançados.

Algumas dificuldades podem ser mencionadas. Wijngaert *et al* (2008) aponta a resistência por parte dos funcionários das empresas nas quais se pretende implantar o sistema RFID, devido ao temor em relação à redução do número de colaboradores necessários. Os custos da tecnologia RFID muitas vezes não são conhecidos e podem se tornar proibitivos em relação à implantação (MEHRJERDI, 2013; MOOM e NGAI, 2008; YU, 2007). Existe também a possibilidade de problemas na integração entre o novo sistema RFID e os sistemas utilizados pelas empresas, levando a sérios impactos negativos e queda de *performance* ao longo da operação (VIJAYARAMAN e OSYK, 2006; MOOM e NGAI, 2008; PEDROSO *et al*, 2009). Acrescente-se ainda, como citado por Attaran (2007) em sua pesquisa, a dificuldade de se encontrar empresas aptas a fornecerem equipamentos adequados e confiáveis para a satisfatória implantação dos referidos sistemas.

Assim, diante do exposto, a presente dissertação tem por objetivo e se direciona para responder ao seguinte problema de pesquisa: Quais são as principais dificuldades observadas na implantação de sistemas RFID em empresas brasileiras?

1.3 OBJETIVOS E MACRO ETAPAS

A partir da questão problema que direciona esta pesquisa, derivam-se o objetivo geral e as macro etapas desta pesquisa.

1.3.1 Objetivo Geral

Caracteriza-se como objetivo geral desta dissertação: analisar e confirmar as principais dificuldades relativas à implantação de sistemas RFID, fornecendo, desse modo, uma contribuição acadêmica para futuras pesquisas na área e para profissionais da indústria. Adicionalmente, entender como estas dificuldades se estruturam.

1.3.2 Macro Etapas

Caracterizam-se como macro etapas desta dissertação:

- a) Realizar uma revisão da literatura em periódicos nacionais e internacionais, a fim de definir quais são as principais dificuldades associadas à implantação de sistema RFID.
- b) A partir da revisão, estruturar um questionário e realizar uma *survey* com engenheiros e especialistas que participaram de implantações de sistemas RFID, visando identificar o grau de ocorrência de cada dificuldade.
- c) Realizar um tratamento estatístico nos dados levantados por meio da *survey* com a finalidade de validar as informações. Para isso, serão utilizadas as ferramentas Alpha de Cronbach para validação interna e Análise Fatorial Exploratória para redução de escala.
- d) Finalmente, analisar os resultados alcançados.

1.4 RELEVÂNCIA E DIVERSIDADE DO TEMA

A tecnologia RFID tem sido pesquisada nos últimos anos tanto no ambiente empresarial quanto na academia evidenciando, portanto, que se trata de um tema de alta relevância. Grandes empresas e instituições como Wal-Mart, Procter & Gambel, Best Buy, além do Departamento de Defesa Americano, vêm desenvolvendo relevantes trabalhos dentro dessa área (PEDROSO et al, 2009). Adicionalmente, alguns autores têm trazido bons trabalhos para a sociedade demonstrando que a referida técnica proporciona competitividade e melhor produtividade, mesmo fora do ambiente empresarial. Alguns exemplos destes trabalhos são aqui relatados.

Arya e Ashuri (2015) defende que o uso de RFID em hospitais nos Estados Unidos, além de diversos benefícios operacionais, proporcionou a redução de custos de mão de obra anual da ordem de U\$ 150.000. Outro exemplo do uso de sistemas RFID fora do ambiente empresarial foi apresentado por Widad *et al* (2015) que, ao analisar a implantação em bibliotecas, notou não só a melhora no gerenciamento da organização dos livros nas prateleiras, bem como a facilitação de acesso do usuário e a diminuição da possibilidade de furtos dos livros. Para Reyes *et al* (2015), empresas e instituições que investem em tecnologias estratégicas na área de cadeia de suprimentos, como RFID, terão importantes vantagens competitivas em relação a sua concorrência direta, além de elevar a satisfação de seus clientes.

Por outro lado, as pesquisas demonstram que essa tecnologia ainda tem um grau de maturidade baixo, sendo possível explorar suas deficiências e potencializar seus resultados e, portanto, cabe à academia ampliar ainda mais os estudos relacionados aos sistemas RFID, conforme sugerido por Wei *et al* (2015). Diante do exposto e da necessidade em contribuir para o avanço da tecnologia RFID, o presente trabalho ganha importância no momento em que procura identificar as dificuldades observadas ao longo da implantação destes sistemas. O panorama aqui delineado poderá ser utilizado por gestores empresariais na melhoria de seus sistemas e por outros pesquisadores, como base para a proposição de novos modelos e ferramentas.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa se restringe a analisar somente as dificuldades relacionadas aos sistemas RFID, valendo-se de uma *survey* realizada com noventa (90) profissionais atuantes em diferentes setores e selecionados via amostragem não probabilístico por julgamento. As dificuldades validadas estatisticamente são comuns a todos, embora possam existir algumas dificuldades específicas em função de determinado setor.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Além desta introdução, a presente dissertação está estruturada em mais quatro capítulos tendo suas temáticas sintetizadas a seguir.

No capítulo dois serão apresentados conceitos em relação aos sistemas RFID, bem como as grandes áreas hierarquicamente superiores a este: a administração da produção e a cadeia de suprimento. Essa revisão bibliográfica está alicerçada na literatura disponível em bases acadêmicas reconhecidas e foca ainda atenção nos seguintes temas: definições dos sistemas RFID e benefícios decorrentes de seu uso, histórico e evolução e, principalmente, uma revisão sistemática sobre as dificuldades observadas ao longo da implantação. Cada dificuldade é detalhada visto que se caracteriza como base para a realização da *survey*.

No capítulo três são apresentados os procedimentos metodológicos que permitem a replicabilidade da pesquisa por outros pesquisadores se assim desejarem, garantindo validade e fidedignidade aos resultados. Tendo início com a classificação da pesquisa segundo os critérios clássicos metodológicos e prossegue com o detalhamento das etapas desenvolvidas e apresentação das técnicas estatísticas utilizadas.

O quarto capítulo é dedicado à apresentação dos resultados da *survey* e confrontos destes com as proposições da literatura.

Finalmente, no quinto capítulo, após toda a análise e debate dos resultados, apresentam-se as conclusões e considerações finais desta pesquisa, momento no qual se retoma a questão norteadora com a apresentação de uma resposta e se discorre sobre as possibilidades de futuros trabalhos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

A administração da produção nada mais é do que a maneira pela qual as organizações trabalham para gerenciar a forma como seus produtos e serviços devem ser produzidos (PIERCY e RICH, 2015). Notadamente, com a crescente competição das empresas em âmbito global, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas modernas para que o produto final entregue aos clientes consiga ser cada vez mais atraente (ALVES, 2015). As organizações atuais, encontramos três funções bem definidas: marketing, desenvolvimento de produto e produção (SLACK 2009, p. 32). A primeira se encarrega de informar os produtos de certa empresa ao mercado consumidor; a função produto lidera o desenvolvimento dos produtos a serem fabricados e, finalmente, a função produção faz a parte da produção em si e se encarrega de entregar aos clientes os diversos produtos do portfólio da empresa.

Adotando ainda os conceitos de Slack (2009), para que a função produção seja eficaz é de extrema importância que os recursos disponíveis sejam utilizados de forma eficiente, além de serem necessárias criatividade e inovação para que sejam introduzidas melhores formas de produzir os bens e serviços demandados pelo mercado consumidor. Ademais, uma produção eficaz favorece o cumprimento dos objetivos estratégicos de uma corporação no médio e longo prazo (PIERCY e RICH, 2015; WALKER *et al*, 2015).

Neste sentido, Reyes *et al* (2015) relata que as empresas voltadas para buscar melhores condições competitivas mercadológicas devem criar condições sustentáveis a fim de produzirem com quantidades cada vez menores de recursos atrelados a melhores técnicas produtivas. Vale ressaltar que dentro da função produção existem algumas áreas de suporte cruciais ao bom desempenho produtivo. A citar: cadeia de suprimentos, logística, compras, recursos humanos, finanças, contabilidade, engenharia de produto, engenharia industrial, tecnologia da informação (ATTARAN, 2007). Como o intuito desta dissertação é desenvolver uma pesquisa relacionada às temáticas cadeia de suprimentos e logística, apresentar-se-á a base conceitual acerca destas duas importantes funções.

2.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS

Conforme já mencionado anteriormente, é primordial que as corporações otimizem a utilização de recursos para a fabricação de seus produtos, seja por fatores competitivos e

inclusive por preocupações ambientais (TACHIZAWA *et al*, 2015). É nesse contexto que a função suporte, denominada aqui como cadeia de suprimentos, atua. Segundo Christopher e Holweg (2011), a boa gestão da cadeia de suprimentos ajuda as empresas a ganharem competitividade no mercado. Para Othman e Ghani e (2008), o sucesso da administração da cadeia de suprimentos depende da adoção de algumas habilidades, tais como: desenvolver uma organização flexível, desenvolver uma relação de confiança com os fornecedores, buscar uma profunda coordenação total da cadeia de suprimentos, com a redução dos estoques e, conseqüentemente, a redução dos custos totais da operação. Atrelado a isso, o autor enfatiza a importância dos treinamentos dos funcionários para que estejam habilitados a atuarem na cadeia de suprimentos. Além disso, o gerenciamento da cadeia de suprimentos é um esforço para ganhar vantagens econômicas e competitivas fazendo o melhor gerenciamento dos recursos, conforme Mehrjerdi (2013).

Surgida no início dos anos 80, a administração da cadeia de suprimentos veio para mudar o foco da administração da produção, que passou a não somente se preocupar com as questões internas da empresa, como também reconhecer potenciais ganhos em parcerias com fornecedores relacionados aos custos de matéria-prima, aos prazos de entregas, à confiabilidade de fornecimento etc. De acordo com Sherer (2005), muitas organizações trabalhavam longe e independente de seus fornecedores, os gerentes de cadeia de suprimentos raramente viam o valor agregado que uma parceria bem estruturada com os fornecedores poderia trazer. O surgimento da administração da cadeia de suprimentos trouxe a integração da empresa com a rede de fornecedores acarretando inúmeros benefícios para as corporações.

Attaran (2007) também enfatiza em seu estudo os benefícios do correto gerenciamento da cadeia de suprimentos, tais como: redução nos custos de aquisição de materiais, diminuições dos níveis de estoque, menores tempos de ciclos de produção dos produtos, melhores respostas as mudanças de demandas dos mercados e a redução do erro nas previsões de demandas.

Segundo Arnold (2012), a cadeia de suprimentos pode ser dividida em três fases: envio de matéria-prima para a produção, processamento desses materiais pela manufatura e distribuição para os clientes (ARNOLD, 2012, p. 4). A Figura 2.1 mostra de forma esquemática essas três fases, que também serão comentadas minuciosamente a seguir.

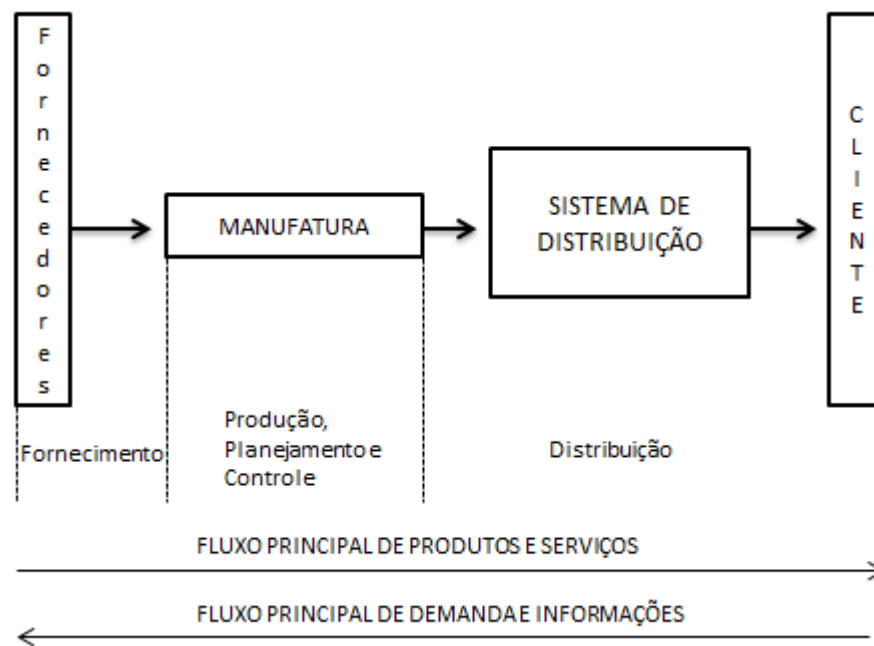


Figura 2.1: Fases da Cadeia de Suprimentos

(Fonte: ARNOLD, 2012, p. 4)

O envio de matéria-prima para a linha de produção compreende desde a relação de aquisição com o fornecedor, passando pelas estratégias de entregas, dimensionamento dos estoques e a movimentação de materiais até a linha de produção. Esse estágio tem uma notável importância, pois define os custos que a empresa arcará com materiais, além de ser responsável por gerenciar a disponibilidade destes para a linha de produção (SWEENEY *et al*, 2015). No processamento de materiais na produção, faz-se necessário um correto e eficiente planejamento dessas atividades pelo setor de cadeia de suprimentos para que ocorra um ótimo uso dos recursos (máquinas e pessoas) fazendo com que os produtos sejam finalizados no tempo correto e que o mínimo de ociosidade possível ocorra. Além disso, é necessária especial atenção para que os volumes produzidos não excedam os níveis de estoques preestabelecidos pela empresa (ARNOLD, 2012).

Na terceira e última fase, denominada entrega aos clientes, o gerenciamento é útil para que os produtos sejam entregues no tempo correto, além de construir uma malha logística que atenda aos custos previstos pela empresa. Para Ülgen e Forslund (2015), o bom gerenciamento dos desempenhos logísticos como tempo e precisão de entrega aos clientes revela-se imprescindível para o bom funcionamento de toda a cadeia de suprimentos. Nessa esteira, Nilsson (2006) esclarece que as demandas por aumento da qualidade logística por parte dos clientes vêm crescendo consideravelmente com exigências de customização de

embalagens até o aumento do número de entregas, para redução dos níveis de estoques, frequentes nos últimos anos.

O avanço da administração da cadeia de suprimentos tem se tornado extremamente necessário para as empresas manufatureira, sendo a integração dos sistemas uma poderosa ferramenta para aumentar o desempenho da operação. Essa integração se dá graças ao avanço de melhores sistemas desenvolvidos pela área de tecnologia da informação (POWELL e SKJELSTAD, 2012). Segundo Spekman e Sweeney II (2006), de 1999 a 2002, as empresas adquiriram em torno de 15 bilhões de dólares em licenças de *software* para dar suporte às atividades da cadeia de suprimentos, justificados com considerável aumento de competitividade em diversos setores do mercado. Um fator para o sucesso dos processos dentro da cadeia de suprimentos é utilizar recursos provindos da tecnologia da informação, visto que são capazes de agilizar e qualificar as informações percorridas nas diversas áreas desse setor, tornando as tomadas de decisões dos usuários mais assertivas (LORCHIRACHOONKUL e MO, 2011).

A segunda função suporte da produção apresentada nesse trabalho é a Logística, na qual se pretende enfatizar a sua importância para as movimentações dos materiais, tanto dentro como fora da empresa. A logística pode ser definida como o processo de acompanhamento dos materiais (seja matéria-prima, material em processo ou produto final), desde sua concepção, passando pela movimentação dentro da fábrica até a entrega final ao cliente (PIECYK e BJÖRKLUND, 2015). Além disso, é responsável pelo descarte ou até mesmo, em alguns casos, pelo retorno desses materiais à sua origem.

A logística pode ser entendida como um processo contendo todas as atividades importantes para a disponibilização de bens e serviços aos consumidores quando e onde estes quiserem adquiri-los (BALLOU, 2006, p. 27). Pode ser considerada como a parte da cadeia de suprimentos que programa e controla os fluxos de matérias-primas, semiacabados e produto final de uma forma economicamente viável para as empresas (ÜLGEN e FORSLUND, 2015). Ressaltando a logística fora do perímetro da empresa, ou seja, a parte do processo na qual são feitas as entregas aos clientes, note-se que já existem diversas técnicas para que o atendimento ao cliente seja realizado com o nível mais elevado de eficiência. Contudo, cabe lembrar que, a depender do tipo de produto praticado, o custo de atender ao cliente pode ser muitas vezes proibitivo para uma determinada empresa. Por isso, foram criados os chamados Níveis de Serviço ao Cliente, os quais a empresa atende, dentro de suas condições, de forma mais ágil a um dado cliente. Empresas do ramo de bens de consumo devem ter um nível alto de

atendimento ao cliente, já que este não pode esperar mais tempo para receber um bem do qual faz uso corriqueiro. Por outro lado, empresas que fornecem infraestrutura ou materiais com grau mais complexo de industrialização podem reduzir seu nível de serviço aos clientes, já que a complexidade desses produtos não torna necessária o seu imediato consumo (NILSSON, 2006).

É notório que o avanço das técnicas produtivas se tornou obrigatório nos tempos atuais com a crescente competitividade entre as empresas atreladas à escassez de recursos disponíveis. Para Piercy e Rich (2015), reduzindo-se o uso de materiais para a produção de um produto e eliminando-se as perdas no processo provenientes de falhas de qualidade, maiores serão os ganhos não somente para a empresa, assim como para o meio ambiente, que também será recompensado. Em face da necessidade de melhorar as técnicas produtivas, o presente trabalho desenvolverá um tema considerado como um expressivo avanço da administração da produção nos últimos anos: RFID (*Radio Frequency Identification* ou Identificação por Radiofrequência).

2.3 SOBRE RFID E OS BENEFÍCIOS DO USO

Existe um crescente interesse nas aplicações de RFID por toda a cadeia de suprimentos e em diversos tipos de indústrias (SABBAGHI e VAIDYANATHAN, 2008). A completa visibilidade das informações dos materiais desde a linha de produção, passando pelo almoxarifado até as prateleiras das lojas traz diversas oportunidades de melhorias em toda essa cadeia. Esta tecnologia pode trazer benefícios para grandes, médias e pequenas empresas e até mesmo estabelecimentos como hospitais (BENDAVID *et al*, 2010), lojas e repartições militares (PARK *et al*, 2010).

O RFID também pode ser considerado um importante avanço para as melhorias nos processos produtivos. Entre tantos pontos positivos, pode-se destacar a melhora no controle dos estoques e a eliminação de erros comuns praticados nos almoxarifados das empresas (OSYK *et al*, 2012). Esta tecnologia é uma das maiores melhorias vistas nos almoxarifados de empresas manufatureiras em virtude de sua forma de identificar os materiais, evitando assim, diversos erros comuns relatados neste setor (KARAGIANNKA *et al*, 2011).

Informações são cruciais para o desempenho da cadeia de suprimentos, já que fornecem a base para que os gerentes dessa área tomem as decisões estratégicas da operação. O sistema RFID promove essas informações de maneira mais rápida e assertiva, facilitando, portanto, nas tomadas de decisões (ATTARAN, 2007). Segundo Angeles (2005), a tecnologia RFID

reduz *gaps* nas informações de fluxos de materiais dentro de todo o processo produtivo e pode propiciar uma visibilidade em tempo real de todo o processo da cadeia de suprimentos, como, por exemplo, saber a localização precisa de um dado material ao longo da produção. Assim, as empresas podem praticar melhores estratégias no que se refere à redução de custos operacionais, além de reduzir o tempo de entrega de produtos aos clientes (SUHONG *et al.*, 2010).

Muitas empresas manufatureiras, varejistas e distribuidores consideram a redução dos custos relacionada à cadeia de suprimentos de extrema importância para o êxito mercadológico de suas marcas. Essa necessidade de redução impulsionou o desenvolvimento da tecnologia RFID (ATTARAN, 2007). De acordo com Park *et al* (2010), essa tecnologia tem atraído considerável atenção de executivos pelo seu grande potencial de melhora no modo como o comércio é conduzido. Potencial extensivo a todas as áreas operacionais: manufatura, transporte, distribuição, almoxarifado, vendas, marketing e serviço ao cliente. Ainda segundo o autor, as principais propostas para a implantação de RFID são identificação, autenticação, localização e aquisição automática de dados. Sob essa lógica, objetos, tais como produtos ou lotes inteiros, são rastreados automaticamente, cuja captura de dados é, então, usada para direcionar as aplicações comuns dentro da cadeia de suprimentos.

Para fornecedores, varejistas e consumidores, a tecnologia RFID tem diversas vantagens em relação ao sistema usual de leitura por código de barras. Alguns desses benefícios incluem melhoria no gerenciamento de estoque, visibilidade das ordens, redução dos custos operacionais logísticos, melhores níveis de serviço ao cliente, aumento da segurança das informações e melhoria das operações do negócio como um todo (WU *et al.*, 2006). Além disso, esta tecnologia oferece benefícios como: redução de mão de obra (devido ao aumento da automação), aumento da visibilidade da transição dos dados em toda a cadeia de suprimentos, rastreamento dos produtos para garantias e *recalls*, melhor utilização dos recursos, segurança contra a falta de materiais no estoque e maior capacidade para gerenciar informações (MICHAEL e McCATHIE, 2005).

Para Pedroso *et al* (2009), as diversas melhorias provindas desse sistema ocorrem também no nível tático da empresa, visto que, com mais informações, as tomadas de decisões se tornam mais eficientes. Bhattacharya (2015) comenta ainda os benefícios para os varejistas, que veem o sistema RFID como uma potencial melhoria para que essas empresas alcancem vantagens competitivas, além de conseguirem atingir as metas previstas no médio e longo prazos.

A tecnologia RFID revela-se promissora para o monitoramento de produtos ao longo de toda a cadeia de suprimentos, aumentando o grau de visibilidade dos produtos, propiciando assim benefícios relacionados ao melhor controle dos níveis de estoque, melhoria nas disponibilidades de produtos e redução nos custos relacionados à mão de obra (LEE e OZER, 2007), (LIM e LEUNG, 2013).

2.4 DEFINIÇÕES DE RFID

Os sistemas RFID nada mais são do que a identificação e a detecção de um objeto através de ondas de rádio frequência. Para tal detecção é necessário que sejam afixados etiquetas (*tags*) nos objetos, além de leitores que consigam captar esses sinais. Segundo Pedroso *et al* (2009), a tecnologia RFID comunica os dados de identificação de um elemento por meio de ondas eletromagnéticas. Esses elementos identificáveis podem ser caixas, *pallets*, *container*, veículos, pessoas, máquinas, dentre outros. Para Bendavid *et al* (2010), a tecnologia RFID consiste em um sistema automático sem fio de identificação e captura de informações usadas para rastrear e gerenciar produtos com a mínima intervenção humana. Esses sistemas apresentam os seguintes equipamentos para o seu completo funcionamento: etiquetas, leitores, antenas e *middleware*, que serão detalhados mais adiante.

Segundo Wijngaert *et al* (2008), RFID é uma tecnologia que trabalha sem a utilização de fios e permite a identificação de itens através de ondas de radiofrequência. Essa identificação é feita através de etiquetas que armazenam informações que, por sua vez, são lidas por leitores específicos e transmitidas por antenas para um banco de dados. Ademais, Lim e Leung (2013) define RFID como sendo uma tecnologia de captação automática de informações, que tem atraído muita atenção nos setores de cadeia de suprimentos e manufatura. Ainda segundo este, o sistema transmite informações por meio de ondas de rádio frequência entre as etiquetas e os leitores passando pelo *middleware* para serem processadas para posterior uso em uma dada necessidade da empresa. Cada etiqueta está afixada em apenas um item, tendo assim uma identificação única, no entanto, pode conter diversas informações como: data de produção, detalhes de expedição, data de validade do produto, dentre outras.

RFID tem o objetivo de identificar automaticamente objetos, armazenando dados em etiquetas (alocadas nos produtos a serem identificados) e transferir esses dados para um banco

de dados através de leitores via ondas de radiofrequência, permitindo, assim, que estas transmissões de informações sejam em tempo real (BECKER *et al*, 2009).

Os sistemas RFID são identificações e captura de dados automáticos que já estão em uso há algumas décadas, seja nas indústrias, seja no Exército. Essa tecnologia vem ganhando adesão nos últimos anos, principalmente, pela sua capacidade de aumentar o volume de dados a serem gerenciados (KORSS, 2011). A Identificação por Rádio Frequência representa uma tecnologia emergente que utiliza ondas de rádio frequência para identificar etiquetas aprisionadas a objetos conforme são movidos pela cadeia de suprimentos. Essa tecnologia tem como vantagem ler diversos produtos simultaneamente, incorporando ganho de eficiência e produtividade para toda a cadeia de suprimentos (LORCHIRACHOONKUL e MO, 2011).

2.5 O FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA RFID

O sistema RFID é relativamente novo para aplicações comerciais dentro das cadeias de suprimentos das empresas, cujas etiquetas de identificação são aplicadas aos produtos no início da linha de produção e o seguem durante todo o fluxo da cadeia até chegar às mãos dos consumidores. A qualquer momento leitores específicos podem identificar as etiquetas e posicionar aos usuários relativos à localização e quantidade exata desse produto (ATTARAN, 2007). Ainda segundo Attaran, RFID são sistemas que funcionam por uma etiqueta acoplada ao produto ou *pallet* que armazena informações relativas a este, que são transmitidas através de um leitor apropriado, fazendo com que cheguem até um computador onde serão recebidas e processadas de acordo com a parametrização predeterminada. Toda a informação é transmitida por meio de antenas estrategicamente posicionadas dentro dos almoxarifados ou locais onde as leituras são realizadas.

Esta tecnologia utiliza ondas eletromagnéticas para acessar dados armazenados em um *microchip*, pode identificar rapidamente materiais onde o seu alcance permitir. Podem ser aplicadas em diversas situações, sendo as mais comuns na manufatura, logística e distribuição de materiais, traz maior visibilidade, rastreamento e sincronização da cadeia de suprimentos. Existe uma perspectiva de que uma grande revolução na gestão da cadeia de suprimentos será proporcionada por meio da larga adoção do RFID, fornecendo informações em tempo real para o seu gerenciamento (BALADEI *et al*, 2011).

A aplicação do sistema RFID é similar ao sistema de código barras, onde etiquetas são aprisionadas nos materiais e leitores especiais são designados para fazerem a leitura das informações presentes nessas etiquetas (YU, 2007). Contudo, no sistema RFID existe outro

equipamento, denominado antena, que faz a interface de leitura entre as etiquetas e os leitores e transmite as informações diretas para um computador, onde as informações são processadas e endereçadas de acordo com a necessidade do usuário. Esses sistemas utilizam os equipamentos: etiquetas, leitores, antenas e *middleware*, (BENDAVID *et al*, 2010; SIROR *et al*, 2010; STORM-MATHISEN, 2014; PEDROSO *et al*, 2009; YU, 2007). As alíneas a seguir descrevem cada um destes equipamentos:

- a) Etiquetas: também chamada como *tags*, são responsáveis por armazenar um código único para cada produto, pode acompanhar o fluxo integral do produto a este associado, (BENDAVID *et al*, 2010). As etiquetas são afixadas uma a uma em cada produto que será rastreado. Além de ser classificadas como ativas ou passivas e por sua frequência de operação, podem transmitir sinais em intervalos regulares ou somente quando requisitado pelos leitores (BENDAVID *et al*, 2010).
- b) Leitores: são aparelhos sem fio que enviam sinais de rádio frequência para serem comunicados com os *tags*. Geralmente encontram-se espalhados por diversos locais na cadeia de suprimentos e permitem passar as informações no momento exato das transições (PEDROSO *et al*, 2009). Por exemplo, esses leitores podem ser instalados nas áreas de recebimento de uma dada empresa para detectar automaticamente a entrada de material (BENDAVID *et al*, 2010).
- c) Antenas: possibilita a comunicação entre os dados armazenados nos *tags* com os leitores. Normalmente são posicionadas em locais estratégicos que facilitem a chegada das ondas eletromagnéticas (YU, 2007).
- d) *Middleware*: os sistemas RFID não apenas aumentam a capacidade de armazenagem das informações, como também proveem funções de reprogramação não oferecidas pelo sistema de código de barras, isso graças ao equipamento denominado de *Middleware* (YU, 2007). Esse componente é responsável por gerenciar o fluxo de informações entre os diversos *hardwares* do sistema RFDI, sendo estes: antenas, leitores e sensores (PEDROSO *et al*, 2009), conforme Figura 2.2.

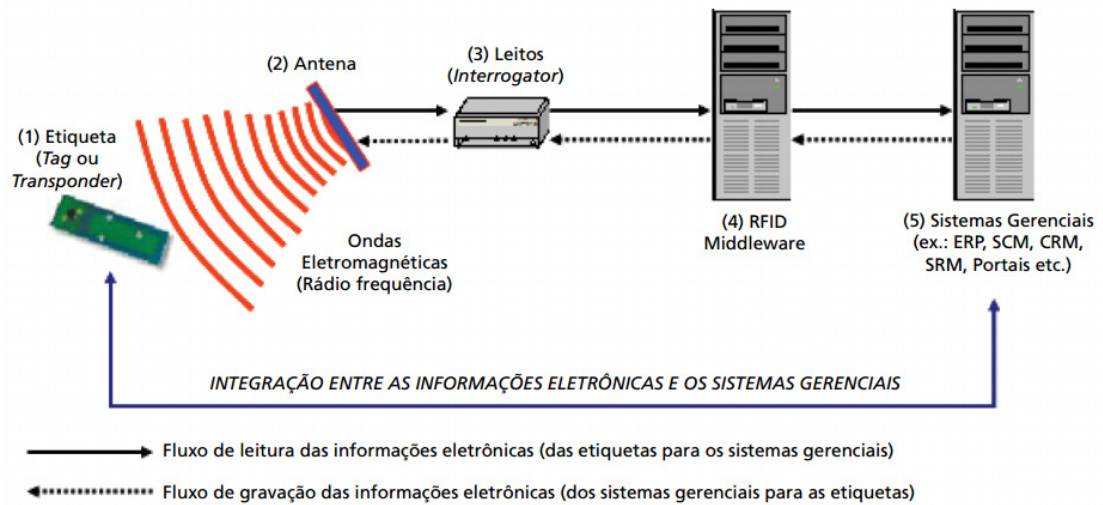


Figura 2.2: Fluxos de informações do sistema RFID

(Fonte: Pedroso *et al*, 2009).

O sistema RFID trabalha inicialmente com um equipamento que envia, através de uma antena, sinais de radiofrequência buscando possíveis objetos a serem identificados. No exato instante em que um objeto é reconhecido, por meio da radiação, ocorre um acoplamento entre este objeto e a antena, possibilitando que os dados armazenados no objeto sejam retornados ao leitor. Por sua vez, o leitor computa os dados recebidos e envia as informações diretas ao *middleware*, onde os dados serão tratados da maneira pela qual este esteja configurado.

Existe uma característica importante a ser tratada a respeito dos equipamentos do sistema RFID que diz respeito à frequência de operação entre a etiqueta e o leitor. Para cada aplicação há uma frequência ideal para o funcionamento do sistema. Essa frequência pode variar conforme o poder de investimento da empresa e a necessidade real requerida pela aplicação.

2.6 HISTÓRICO DO RFID

Na Segunda Guerra Mundial (1939-1945), os aliados enfrentavam um problema relativo a distinguir aviões das tropas amigas e inimigas. Diante deste desafio, o laboratório de Pesquisas Navais dos Estados Unidos (NRL) desenvolveu sob a liderança de Sir Robert Alexander Watson-Watt, mesmo criador do radar, uma tecnologia chamada de *Identification Friend-or-Foe* (IFF – Sistema de Identificação de Amigo ou Inimigo) (YU, 2007). Essa tecnologia nada mais era que um *transponder* alocado nos aviões que recebiam sinais diretos

do solo. Esses sinais eram refletidos de volta e daí se identificava se o avião pertencia à tropa amiga (ATTARAN, 2007).

Além dos militares, nos anos 50, a tecnologia RFID começa a ser usada por grandes empresas, no entanto, de modo bastante restrito, já que os custos dos equipamentos necessários eram onerosos e proibitivos (PARK *et al*, 2010). Contudo, pesquisas em novas tecnologias lideradas pelas forças armadas e grandes empresas geralmente passam a ser utilizadas na indústria no médio ou longo prazo. A primeira patente norte-americana de RFID foi solicitada por Mario W. Cardulho, em 1973, no momento em que criou o primeiro *tag* (etiqueta) com memória regravável. No mesmo ano, o inglês Charles Walton desenvolveu um sistema passivo, o qual era utilizado para o destravamento automático de portas, sem uso de chaves (BALADEI *et al*, 2011).

Convém lembrar que, antes dos anos 80, a faixa de frequência utilizada para a tecnologia RFID era de baixa frequência (125 KHz), o que limitava o desenvolvimento das pesquisas. Algumas empresas, entretanto, passaram a utilizar, embora de forma irregular, faixas de alta frequência (13,56 MHz). Somente após essa prática é que teve início o uso da ultra-alta frequência (UHF), tornando o uso do RFID comercialmente mais interessante e possibilitou, inclusive, pesquisas associadas a sua aplicação no ambiente industrial (BALADEI *et al*, 2011). Após a ampliação da faixa de frequência tornar-se disponível para uso, surgiu nos anos 90 o uso do RFID como instrumento de cobrança nos pedágios de alguns países da Europa. Segundo Storm-Mathisen (2014), antes da década de 90, motoristas na Noruega gastavam certo tempo nos pedágios daquele país, já que necessitavam parar seus carros e fazer o pagamento com dinheiro ou cartão de crédito. Com o uso da cobrança por meio do RFID, os carros puderam passar direto pelos pedágios e as cobranças passaram a ser efetuadas automaticamente em suas contas bancárias.

Em junho de 2003, o Wal-Mart obrigou cem de seus fornecedores a utilizarem etiquetas RFID para identificar seus produtos (ATTARAN, 2007), pois a implantação dessa tecnologia trouxe-lhe a redução de 16% de falta de produtos em seu estoque, além de diminuir em 70% o tempo de entrega de materiais por parte de seus fornecedores, isso após um ano de implantação (BHATTACHARYA, 2015). Na mesma época, surgia o Auto-ID Center, uma instituição formada por grandes empresas, entre as quais, a Procter & Gamble, para que fosse mudado o foco das pesquisas em RFID, transformando-o de um pequeno banco de dados para uma tecnologia de rede, ligando objetos à internet por meio dos *tags*. Por conseguinte, os custos para as implantações da tecnologia caíram drasticamente, fazendo com que muitas

empresas aderissem à nova ideia e iniciassem os estudos para as implantações. O Departamento de Defesa dos Estados Unidos também apoiou o grupo ao dar mais ênfase e recursos para as pesquisas (PARK *et al*, 2010).

Em paralelo às evoluções do RFID, surge a organização EPCglobal (*Electronic Product Code* ou Código Eletrônico de Produtos), órgão que inicia suas atividades em 2004 com o intuito de gerenciar os padrões de códigos eletrônicos de produtos para itens relacionados à cadeia de suprimentos. A importância da criação desse órgão é notória, já que trouxe normatização ao sistema RFID, direcionou o crescimento da tecnologia, propiciou mais segurança aos usuários e reduziu ainda mais os custos de implantação (VIJAYARAMAN e OSYK, 2006).

No Brasil, a partir de 2004, algumas grandes empresas, entre elas Unilever, Procter & Gamble, Klabin, Pão de Açúcar e Daimler Chrysler, implementaram alguns bons trabalhos de RFID tanto com movimentações de bens de consumo entre centros de distribuições, como monitoramento das etapas de montagem no setor automotivo e com o fluxo produtivo de chapas de papelão por toda a linha produtiva (PEDROSO *et al*, 2009). Outra grande contribuição para o país residiu no investimento da HP, responsável por criar um projeto piloto para testar a etiquetagem RFID em materiais armazenados, para que fossem colhidas melhorias de inventários e redução de custos internos, com isso a HP se tornou um dos maiores impulsionadores da tecnologia no Brasil (BALADEI *et al*, 2011).

A tecnologia tem se expandido para diversas áreas de atuação. Conforme Osyk *et al* (2012), existe um crescente interesse nas aplicações de RFID por toda a cadeia de suprimentos em diversos tipos de indústria. Ainda segundo o autor, o sistema melhora significativamente a visibilidade das transferências de materiais do estoque para a produção com o seu respectivo retorno dos produtos acabados. Para Moon e Ngai (2008), a tecnologia vem ampliando a sua utilização na Europa e nos Estados Unidos e trazendo bons retornos financeiros para as empresas.

2.7 DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DO RFID

Toda implantação de uma nova tecnologia carrega consigo vários desafios para a corporação que a faz. Note-se que não apenas os altos custos ou dificuldades técnicas são fatores restritivos a essas novas tecnologias, como também as dificuldades humanas de assimilação e de desbravamento (WIJNGAERT *et al*, 2008). Segundo Zelbst *et al*. (2010),

corroborados por Pedroso *et al* (2009), a implantação de RFID depende do tipo e da maturidade de cada empresa, ou seja, não há um modelo único a ser seguido, pois a funcionalidade deve ser aplicada segundo as características individuais de cada empresa, entretanto, entender as dificuldades associadas à implantação dos sistemas RFID pode contribuir muito para o sucesso desta.

Apesar das grandes vantagens competitivas que uma empresa adquire quando adota tal tecnologia, há diversos relatos e pesquisas de fatores restritivos para a completa e satisfatória implantação. Por meio de uma vasta revisão da literatura, o autor desta dissertação compilou dezoito dificuldades que servem de base para esta pesquisa. Estas dificuldades são apresentadas no Quadro 2.1 e detalhadas por meio dos tópicos subsequentes.

Quadro 2.1: Dificuldades associadas a implantação de sistemas RFID. Fonte (Autor)

Nº	Descrição	Autores pesquisados
1	Falta de apoio da alta gerência para a implantação do sistema RFID	(PARK <i>et al</i> , 2010; BAHRI e IBRAHIM, 2013; WIJNGAERT <i>et al</i> , 2008; BECKER <i>et al</i> , 2009; ATTARAN, 2007; MOOM e NGAI, 2008).
2	Falta de colaboradores com conhecimento técnico avançado na empresa para acompanhar a implantação do sistema RFID	(PARK <i>et al</i> , 2010; MOOM e NGAI, 2008; OSYK <i>et al</i> , 2012; VIEHLAND e WONG (2007); WU <i>et al</i> (2006); ADHIARNA <i>et al</i> (2013)
3	Resistência dos colaboradores diante da implantação de novas tecnologias	(MATTA e MOBERG, 2006; WIJNGAERT <i>et al</i> , 2008) (PEDROSO <i>et al</i> , 2009).
4	Custo geral oneroso para a implantação do sistema RFID	(VIJAYARAMAN e OSYK, 2006; MEHRJERDI, 2013; MOOM e NGAI, 2008; YU, 2007; GARFINKEL e JUELS, 2005; GÜNTHER; SPIEKERMANN, 2005; JUELS, 2006; OKUBOCO <i>et al</i> , 2015; KELLY e ERICKSON, 2005; RIEBACK <i>et al</i> , 2006; STAJANO, 2005; CARR <i>et al</i> , 2010; WIJNGAERT <i>et al</i> , 2008; OSYK <i>et al</i> , 2012; ATTARAN, 2007; Wu <i>et al</i> (2006); DEVRIES, 2008; YU; 2007)
5	Dificuldade de definir o impacto positivo estratégico e o ganho real para os clientes com a implantação do sistema RFID	VIJAYARAMAN e OSYK (2006), (BECKER <i>et al</i> , 2009; MEHRJERDI, 2013).
6	Dificuldades associadas à comunicação entre diferentes grupos responsáveis pela implantação dos sistemas RFID e a empresa	(ATTARAN, 2007).
7	Dificuldade de calcular o ROI (Retorno dos investimentos) na implantação de RFID	(VIJAYARAMAN e OSYK, 2006; WIJNGAERT <i>et al</i> , 2008; MEHRJERDI, 2013; OSYK <i>et al</i> , 2012; ATTARAN, 2007; LIM e LEUNG, 2013; DOMINGUEZ-PÉRY <i>et al</i> , 2013)
8	Problemas na adequação do <i>layout</i> da empresa para a instalação da infraestrutura necessária à implantação de RFID	(KARAGIANNKA <i>et al</i> , 2011; ATTARAN, 2007; YU, 2007).

9	Dificuldade de encontrar fornecedores capacitados a fornecerem equipamentos para a estrutura RFID	(ATTARAN, 2007).
10	Dificuldade de encontrar sistemas RFID <i>userfriendly</i> para todos os usuários diretos e indiretos do novo sistema	(MOOM e NGAI, 2008).
11	Falta de normas e padrões disponíveis para a implantação de RFID que sejam utilizados pela empresa como diretrizes	(VIJAYARAMAN e OSYK, 2006; WIJNGAERT <i>et al</i> , 2008; MICHAEL e McCATHIE, 2005; ATTARAN, 2007; LIM e LEUNG, 2013; WEI <i>et al</i> , 2015).
12	A escassez de estudos de casos na literatura capazes de servir de <i>benchmarking</i> ou apoio para a implantação do sistema RFID	(MOOM e NGAI, 2008; KARAGIANNKA <i>et al</i> , 2011; WEI <i>et al</i> , 2015; PEDROSO <i>et al</i> , 2009; ATTARAN, 2007; BAHRI e IBRAHIM, 2013; LIM e LEUNG, 2013).
13	Dificuldade de entender como será feita a manutenção do sistema RFID depois de sua implantação	(MOOM e NGAI, 2008).
14	Problemas na migração do sistema de código de barras existente na empresa para o sistema RFID	(ATTARAN, 2007).
15	Problemas na integração do sistema RFID com os sistemas de gestão já atuantes na empresa (ERP, WMS etc.)	(VIJAYARAMAN e OSYK, 2006; MOOM e NGAI, 2008; PEDROSO, 2009; LIM e LEUNG, 2013).
16	Dificuldade de desenvolver treinamento para os possíveis usuários do sistema RFID	(ATTARAN, 2007).
17	Dificuldade de comprovar para a direção da empresa que as melhorias nos indicadores são decorrentes da implantação do RFID	(BENDAVID <i>et al</i> , 2010).
18	Dificuldade de garantir a segurança e a privacidade das informações ao se utilizar um sistema RFID	(VIJAYARAMAN e OSYK, 2006; YU, 2007; HARDGRAVE <i>et al</i> , 2006; STORM-MATHISEN, 2014; WU <i>et al</i> , 2006).

2.7.1 Falta de Apoio da Alta Gerência para a Implantação do Sistema RFID

Toda e qualquer grande mudança que envolva pesados investimentos e alterações nas formas de trabalho deve contar com o apoio total da alta direção da empresa. Normalmente investimentos onerosos para as alterações de formas de trabalhos são aprovados apenas se houver um potencial de retorno capaz de cobrir o investimento atual e trazer, num futuro próximo, reduções de custos para a empresa. Dessa forma, prevalece a cultura de que novas tecnologias, associadas a reduções de custos, estão relacionadas a corte de pessoal (o que muitas vezes é inverídico), daí a importância de uma ação vinda de cima para baixo, ou seja, da alta direção da empresa direto para a operação (ATTARAN, 2007).

Segundo Park *et al* (2010), é necessário mapear alguns importantes riscos técnicos e pessoais antes da implantação do sistema RFID, sendo um deles a resistência por parte de diversos funcionários de cooperarem para que as ações sejam cumpridas. Somente com o apoio da alta direção torna-se possível minimizar esses riscos. A implantação de tecnologias emergentes de informação pode trazer diversos desafios, sendo um deles a ausência de conhecimento desta, que pode gerar algumas tentativas com erros. Por isso, a empresa toda deve estar ciente e entender que esses erros podem fazer parte do processo de implantação, cujo suporte necessário neste sentido cabe à alta direção da empresa (BAHRI e IBRAHIM, 2013).

Para Wijngaert *et al* (2008), a introdução de uma nova tecnologia na organização, se não for fortemente alinhada com a estratégia central da empresa, pode trazer sérios problemas relacionados à interface das áreas produtivas, pois sempre que um sistema de integração é alterado, os riscos de perda de sincronia entre as áreas são grandes. Para fazer uma análise de investimentos em novas tecnologias relacionados à área de tecnologia da informação é preciso uma tratativa de cima para baixo (*top-down*), visto que pode resultar em substituições de pessoas por processos automatizados, fazendo com que mudanças significativas na operação sejam necessárias (BECKER *et al*, 2009).

Attaran (2007) cita, em sua pesquisa, a participação da alta gerência para o sucesso da implantação do RFID pelo fato de guiar todas as decisões estratégicas e permitir o financiamento indispensável para os recursos demandados. A postura da alta direção de uma empresa afeta diretamente nas decisões sobre os investimentos a serem realizados. Para uma implantação bem-sucedida do sistema RFID torna-se, portanto, imprescindível o apoio incondicional da alta gerência (MOOM e NGAI, 2008).

2.7.2 Falta de Colaboradores com Conhecimento Técnico Avançado na Empresa para Acompanhar a Implantação do Sistema RFID

Em toda nova mudança, sempre se depara com uma questão primordial para a completa e satisfatória implantação: a capacidade técnica das pessoas que serão responsáveis pela implantação e pela execução do novo processo. Segundo Park *et al* (2010), um risco grave que deve ser eliminado antes do início do projeto de implantação é a falta de profissionais capacitados em operar sistemas RFID. Além disso, o autor salienta que se faz necessário uma completa transferência de dados para a base do sistema RFID e para isso é crucial haver funcionários aptos a realizar esses trabalhos.

Conforme mencionado anteriormente, os primeiros sistemas comerciais RFID surgiram há pouco mais de vinte anos, infere-se, portanto, que não existem suficientes profissionais formados para as implantações, deixando esse fato como potencial fator restritivo para as empresas que estudam futuras implantações. De acordo com Moom (2008), a tecnologia para as implantações de sistemas RFID em setores comerciais encontram-se nos estágios iniciais, em que poucos estudos foram realizados e a formação de pessoal insuficiente.

Osyk *et al* (2012) afirma que as empresas com a intenção de adotar RFID necessitam de investimentos em treinamento de pessoal devido ao fato dessa tecnologia ser nova no mercado e, por consequência, possuir poucos especialistas aptos a desenvolver esse tipo de trabalho. Assim, com bons profissionais atuando, minimiza-se o risco de eventuais falhas na operação e o descrédito da nova tecnologia.

2.7.3 Resistência dos Colaboradores diante da Implantação de Novas Tecnologias

Segundo Matta e Moberg (2006), existem duas forças se opondo no processo de implantação da tecnologia RFID, enquanto a primeira refere-se à promessa dos inúmeros benefícios provindos desta tecnologia, a segunda diz respeito à grande resistência humana à implantação de novas tecnologias. Em consonância com essa lógica e considerando o sistema RFID uma ferramenta relativamente nova para aplicações comerciais, muitos colaboradores de diversos tipos de empresas podem relacionar as melhorias de processos com o risco de redução de mão de obra. Esse fato pode ser visto como um potencial risco para as empresas implantarem o sistema RFID (WIJNGAERT *et al*, 2008). Cabe às empresas, junto com seus

respectivos setores de recursos humanos e a alta gerência, confortarem os colaboradores durante a fase de transição e realizarem as alocações ou rotações de pessoal apropriadamente.

No ambiente operacional, novas tecnologias dificilmente serão desenvolvidas sem o total apoio das pessoas que, após a implantação, irão desenvolver e ser responsáveis pela operacionalização. Quando ocorre essa oposição, o volume de recursos e dificuldades tenderá a crescer até chegar a patamares de difícil controle (ATTARAN, 2007).

Além dos potenciais ganhos com a melhoria dos níveis de estoque e diminuição das perdas de materiais, a tecnologia RFID pode reduzir custos relacionados à mão de obra, fazendo com que diversas pessoas nas organizações criem barreiras a sua total aceitação. Pedroso *et al* (2009), em seu estudo, assevera que uma das barreiras à implantação do RFID é a falta de adequação e aceitação das pessoas e da organização.

Implantação de novas tecnologias que exigem fortes mudanças nos processos é, quase que em sua maioria, atrelado a novas formas de trabalho e, invariavelmente, a uma cultura diferente da praticada anterior. Ressalta-se aqui a importância de toda a organização, não somente a alta gerência e operação, aplicar-se para que haja uma mudança de cultura e, assim, permitir o sucesso da implantação da nova tecnologia. Usualmente, o gerente responsável pelo projeto de implantação é quem deve ser o encarregado de transmitir a nova cultura para toda organização. Caso esse gerente fique centrado apenas nos resultados financeiros e técnicos do novo projeto, pode encontrar problemas de aceitação geral da nova tecnologia e, portanto, criar uma considerável dificuldade para o início da implantação de projetos como o sistema RFID.

2.7.4 Custo Geral Oneroso para a Implantação do Sistema RFID

Um dos grandes desafios para a completa e satisfatória implantação da tecnologia RFID recai na mensuração dos custos totais inerentes a esta inovação. Esses custos não estão somente associados à aquisição da estrutura física, bem como a todos aqueles relativos a treinamento de pessoal e mudanças nas formas de trabalhos (VIJAYARAMAN e OSYK, 2006). Além disso, os mesmos autores concluem que, para as indústrias manufatureiras, a maior preocupação na satisfatória implantação da tecnologia RFID consiste na onerosidade dos custos necessários ao projeto.

Segundo Mehrjerdi (2011), para uma satisfatória implantação do sistema RFID, o ideal seria que o custo das etiquetas, responsáveis pela armazenagem dos dados do material

identificado, ficasse abaixo de \$ 0,10 dólares estadunidenses, bem como o aumento da escala de produção deste material. Além disso, o autor chama a atenção que os custos desses sistemas podem ultrapassar os benefícios caso não sejam corretamente planejados.

Em sua pesquisa, Moom e Ngai (2008) realizaram entrevistas com diretores de empresas do setor de vestuário e constatou as preocupações com o alto custo da implantação fosse pela aquisição dos equipamentos necessários, fosse pela posterior manutenção do sistema como um todo, podendo elevar o custo unitário de cada produto da empresa. Nessa esteira, no estudo de Yu (2007) foi detectado que o custo para a implantação do sistema RFID em bibliotecas, com um extenso acervo de títulos, pode ser muito alto e, em certos casos, inviável para a implantação por completa do sistema.

O custo para a implantação de RFID tem sido uma das maiores resistências a esta tecnologia para diversos empresários, embora seja um fator importante para o sucesso do RFID na empresa (GARFINKEL e JUELS, 2005; GÜNTHER e SPIEKERMANN, 2005; JUELS, 2006; OKUBOCO *et al.*, 2015; KELLY e ERICKSON, 2005; RIEBACK *et al.*, 2006; STAJANO, 2005; CARR *et al.*, 2010; WIJNGAERT *et al.*, 2008).

Segundo Osyk *et al* (2012), as organizações encaram diversas dificuldades durante a implantação de RFID, sendo uma das mais notórias a estimativa do custo total para a aquisição da infraestrutura necessária ao efetivo funcionamento da tecnologia. A estimativa pode variar segundo a complexidade do sistema a ser implantado, sendo possível um simples sistema interno até um que integre várias empresas dentro de uma cadeia de suprimentos. Attaran (2007) relata em seu estudo que, apesar das grandes oportunidades de redução de custos operacionais proporcionadas por esse sistema, o custo para a implantação do RFID em grandes manufactureiras pode variar de \$13 a \$ 23 milhões (dólares estadunidenses) dependendo da solução desejada. Ainda segundo o autor, a mensuração dos custos da implantação deve ser avaliada antes do seu início por parte das empresas.

2.7.5 Dificuldade de definir o impacto positivo estratégico e o ganho real para os clientes com a implantação do sistema RFID

A alta gerência deve identificar suas práticas correntes de estudos de casos para determinar onde o RFID pode gerar impactos positivos para toda a empresa, além de fazer uma análise crítica dos prós e contras existentes (VIJAYARAMAN e OSYK, 2006). Todo planejamento estratégico de uma empresa, seja no tipo de produto a ser vendido, seja na

aquisição de novos recursos e tecnologia, deve ter um direcionamento mercadológico. No caso do sistema RFID, as empresas que não analisarem o impacto que essa tecnologia trará aos seus clientes e ao mercado em geral poderão dificultar a viabilidade da tecnologia.

Em seu estudo, Pedroso *et al* (2009) elucida que os investimentos para a implantação de RFID competem com outras solicitações de recursos de outras áreas, cabendo à alta cúpula da empresa decidir em que direcioná-los. Toda empresa, no momento de seu fechamento anual de orçamento, tem demandas por recursos de diversas áreas. Normalmente as demandas mais críticas, por exemplo, substituição de uma dada máquina que já extrapola os custos de manutenção é tida como prioritária. Assim, a aquisição da tecnologia RFID deve competir com outras solicitações de recursos, mesmo que sejam totalmente diferentes e de outras áreas da empresa.

Já é possível identificar técnicas modernas de modelos de orçamento para as empresas, onde é possível otimizar os recursos previstos para novos investimentos. Apesar dessas técnicas, as empresas que planejam implantar o sistema RFID devem levar em conta esse tipo de risco, já que os custos para a tecnologia normalmente são altos. No estudo de Becker *et al* (2009), o autor discorre sobre a dificuldade de mensurar o ganho real por parte dos clientes quando da implantação de uma nova tecnologia relacionada à tecnologia da informação. Além disso, segundo Mehrjerdi (2013), os clientes podem ter alguma dificuldade de entender os benefícios da implantação do sistema RFID.

Lançamentos de novos produtos ou melhorias de processos dentro das empresas devem, antes de tudo, ser analisados do ponto de vista dos clientes (WONG *et al*, 2015). Nessa premissa, os sistemas RFID que não foram implantados voltados para a melhoria de processos e, por conseguinte, redução de tempo de entrega ao cliente, diminuição dos custos operacionais, dentre outros que afetam diretamente o valor agregado do produto, poderão ter problemas de viabilidade e, conseqüentemente, insucesso em sua implantação.

2.7.6 Dificuldades associadas à Comunicação entre Diferentes Grupos Responsáveis pela Implantação dos Sistemas RFID e a Empresa

Os sistemas RFID também podem ser classificados como integradores tendo em vista que captam informações da operação e as disponibilizam para diversas outras áreas. Como exemplo, um dado material pode ser identificado no ato de sua expedição para um cliente e ser emitido informações imediatas ao departamento fiscal para a emissão da sua nota fiscal.

Diante do exposto, fica evidente que, para uma satisfatória implantação do sistema RFID, é necessário que diferentes áreas dentro da empresa se comuniquem de forma assertiva a fim de sanar todos eventuais riscos de um projeto dessa magnitude.

Para Attaran (2007), toda implantação de projetos que envolva mais de uma área dentro de uma empresa, como no caso de sistemas RFID, requer uma fina sintonia entre as áreas para que os potenciais riscos sejam mapeados e mitigados. Assim, o custo final, prazo de conclusão e qualidade final da implantação poderão alcançar as expectativas previamente desejadas.

2.7.7 Dificuldade de calcular o ROI (Retorno dos Investimentos) na Implantação de RFID

Segundo Vijayaraman e Osyk (2006) e Wijngaert *et al* (2008), as organizações ainda sentem dificuldades de converter os potenciais benefícios da tecnologia RFID em números plausíveis de ROI e não apenas em uma simples descrição dos custos totais para a implantação desta tecnologia. Vijayaraman e Osyk (2006) também argumenta sobre o receio das empresas manufactureiras de que os altos custos façam com que o retorno dos benefícios seja visto tardiamente, o que pode inviabilizar a liberação de recursos e investimentos para tal.

No que concerne à colocação das etiquetas RFID, existe ainda uma grande preocupação no nível dos itens ao invés do lote total. Algumas empresas preocupam-se que essa prática venha a diminuir ainda mais as possibilidades de bons retornos nos investimentos para a tecnologia RFID, já que os custos serão ainda maiores e os benefícios incertos (VIJAYARAMAN e OSYK, 2006). Para Mehrjerdi (2013), o retorno pode, inclusive, superar doze meses.

No estudo de Osyk *et al* (2012) relata-se que, na implantação de sistemas RFID em almoxarifados, existem alguns riscos a serem levados em consideração, destacando-se a geração de ROI positivo apenas para o cliente e não para todos os envolvidos na cadeia de suprimentos. Attaran (2007) cita um estudo realizado pela AMR Research, onde 50% das empresas entrevistadas apresentaram como fonte de maior preocupação o retorno positivo sobre os investimentos destinados à implantação do RFID. Para justificar o retorno no investimento da tecnologia RFID a empresa precisa analisar o que seja crítico para o seu negócio e o que trará maior ganho (LIM e LEUNG, 2013).

2.7.8 Problemas na Adequação do *layout* da Empresa para a Instalação da Infraestrutura necessária à Implantação de RFID

Existe uma preocupação evidente na implantação de um sistema RFID em almoxarifados no que se refere à readequação de *layout*, já que o posicionamento da infraestrutura necessária ao sistema RFID pode demandar alterações não previstas anteriormente, ocasionando custos adicionais ao projeto (KARAGIANNKA *et al*, 2011). Além disso, os autores chamam atenção para a exiguidade dos trabalhos científicos desenvolvidos para que essas possíveis alterações não se tornem riscos para a satisfatória implantação.

Para Attaran (2007), um fator para o sucesso da implantação do RFID é coordenar as atividades de recebimento, manufatura, armazenagem e expedição quando se usa o sistema RFID, para isso o fluxo físico dos materiais deve obedecer a critérios preestabelecidos para que não ocorram problemas e consequentes diminuições da eficiência da operação. Por sua vez, Yu (2007) relata, na implantação de RFID em bibliotecas, a dificuldade de acomodar os equipamentos necessários ao sistema (etiquetas, antenas e leitores) nas distâncias ideais para evitar a interferência nas transmissões dos sinais e, por consequência, menor desempenho do sistema como um todo.

2.7.9 Dificuldade de Encontrar Fornecedores Capacitados a Fornecerem Equipamentos para Estrutura RFID

Para Attaran (2007), uma boa parceria com fornecedores da infraestrutura necessária aos sistemas RFID resulta em fundamental importância para o êxito do uso dessa tecnologia. No entanto, devido ao fato da tecnologia ser nova, existe um risco associado a essa dificuldade que as empresas devem tomar cuidado antes de decidirem pela implantação desse sistema. Assim, quando se depara com o desenvolvimento de uma nova tecnologia de baixo grau de maturidade, é preciso que os fornecedores estejam bem alinhados ao modo como será o fornecimento da infraestrutura necessária, caso contrário pode acarretar impactos no custo, no prazo de conclusão do projeto, além de posteriores problemas de funcionamento do sistema (ATTARAN, 2007).

2.7.10 Dificuldade de Encontrar Sistemas RFID *userfriendly* para Todos os Usuários Diretos e Indiretos deste Novo Sistema

A qualidade operacional do sistema RFID é fundamental para o bom desempenho deste. Portanto, é de grande importância que o sistema seja *userfriendly*, quer dizer, sistema amigável a fim de que a operação ocorra sem dificuldade para o usuário e, conseqüentemente, proporcione as vantagens esperadas (MOOM e NGAI, 2008).

Segundo Park *et al* (2010), pelo fato de ser um sistema recém-lançado no mercado, o RFID ainda carece de mão de obra qualificada, fazendo com que as empresas necessitem adquirir um sistema de fácil uso e interpretação por parte dos usuários. Caso isso não ocorra, alguns custos não previstos como: treinamento extra, solicitações de visitas de consultores, contratação de pessoal qualificado, dentre outros, poderão ocorrer e atrasar a implantação do sistema.

2.7.11 Falta de Normas e Padrões Disponíveis para a Implantação de RFID que sejam utilizados pela Empresa como Diretrizes

Attaran (2007) levanta em seu estudo algumas dúvidas técnicas que ainda existem para os sistemas RFID e podem resultar em dificuldades para a sua implantação, como, por exemplo, a colocação das etiquetas RFID em materiais metálicos, ressaltando que podem ocorrer interferências na sua leitura. Apesar de toda a nova tecnologia desenvolvida, o RFID carece de pesquisas concernentes à parte técnica para resolver alguns problemas pós-implantação. Alguns estudos demonstram que interferências entre os leitores e as etiquetas podem gerar o mau funcionamento do sistema e um possível descrédito dessa tecnologia. Atrelado a isso, a alta direção da empresa pode duvidar se o corpo de engenharia da empresa tem o conhecimento suficientemente apurado na tecnologia RFID para que se justifique o alto investimento.

Outro risco para as empresas adotarem a tecnologia RFID reside na ausência de padrões em nível mundial, tanto que uma das maiores preocupações para as indústrias manufatureiras referentes à implantação de sistemas RFID em seus almoxarifados reside na falta do referido padrão para os diferentes equipamentos necessários à infraestrutura (VIJAYARAMAN e OSYK, 2006; WIJNGAERT *et al*, 2008). Algumas instituições, como a EPCglobal, têm desenvolvido trabalhos com a finalidade de criar algumas normas neste sentido, inclusive

empresas, como a Wal Mart, vem exigindo que seus fornecedores utilizem os padrões da EPCglobal em suas etiquetas RFID (VIJAYARAMAN e OSYK, 2006).

Portanto, para uma implantação satisfatória da tecnologia RFID há que se terem normas e padrões bem desenvolvidos, similar ao que o sistema de código de barras apresenta. A aceitação desta tecnologia por muitas empresas ainda esbarra na falta de padronização em um âmbito global (MICHAEL e McCATHIE, 2005). Segundo Attaran (2007), incertezas relacionadas a padrões e normas devem ser analisadas antes do início da implantação de qualquer sistema de RFID por parte das empresas.

Apesar de alguns fornecedores da tecnologia começar a usar as normas disponíveis no mercado tais quais: ISO 11784 e 11785 para rastreamento de animais, ISO 14443 para pagamento de contas, ISO 18047 para cartões de leitura de curta distância, regulamentações e procedimentos de certificações têm variações específicas dependendo o país de aplicação da tecnologia (LIM e LEUNG, 2013).

2.7.12 A Escassez de Estudos de Casos na Literatura que sirvam de *Benchmarking* ou apoio para a Implantação do Sistema RFID

Nem todas as aplicações de tecnologias são simples de ser implantadas, especialmente quando se trata de RFID que utiliza ondas de radiofrequência para transmitir os sinais. As diversas interferências que podem ocorrer nessas transmissões são riscos a serem levados em consideração pelas empresas na implantação dessa tecnologia. O que mais deve preocupar é que esse risco é mais facilmente detectado durante e após a instalação do sistema como um todo (YU, 2007). No trabalho de Mehrjerdi (2013), são citadas como um dos principais riscos da adoção desta tecnologia as dificuldades que podem surgir durante a implantação do sistema RFID, já que esses sistemas são totalmente customizados para cada tipo de empresa.

RFID por se tratar de uma tecnologia relativamente nova, a sua implantação no setor comercial encontra-se incipiente e, por isso, há poucos estudos concernentes a esta, principalmente na área de vestuário, fazendo com que sua implantação represente um risco relativamente alto para as empresas (MOOM e NGAI, 2008). Além disso, Karagiannka *et al* (2011), já apontava, à época de seu estudo, uma carência de trabalhos acadêmicos técnicos que colaborariam em eventuais necessidades de tomada de decisões por parte das empresas.

De acordo com Wei *et al* (2015), a tecnologia RFID na China ainda está em um estado inicial, apesar da pressão de corporações para que a tecnologia se concretize no país, já que a

China é hoje considerada um grande centro manufatureiro e, portanto, deve acompanhar a evolução da tecnologia manufatureira mundial. Em seu estudo, Pedroso *et al* (2009) alerta como sendo uma das dificuldades à implantação do sistema RFID o pouco grau de maturidade tecnológica desses sistemas.

No estudo de LIM e LEUNG (2013), os autores abordam a respeito do baixo número de publicações de estudos de RFID, embora haja o aumento de estudos referentes a transporte, à logística e à cadeia de suprimentos como um todo. A figura 3 mostra o resultado desse estudo.

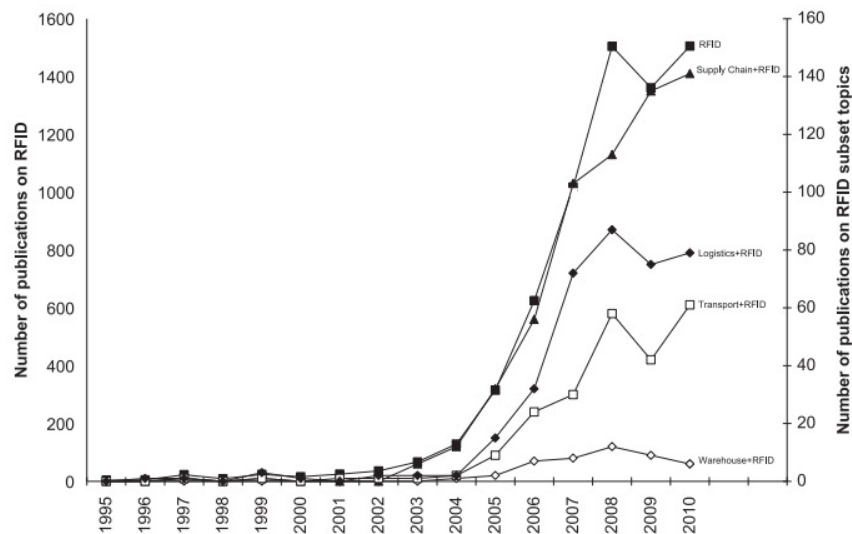


Figura 2.3: Evolução das publicações em RFID

(Fonte: LUENG, 2011)

2.7.13 Dificuldade de entender como será feita a manutenção do sistema RFID depois de sua implantação

Algumas incertezas nos custos da manutenção dos sistemas RFID pós-implantação foram levantadas por Moom e Ngai (2008) em sua entrevista com algumas empresas do ramo vestuário, tendo em vista que o fornecimento de peças de reposições pode ser prejudicado pela pouca maturidade desta tecnologia, conforme mencionado. Os custos de manutenção em ambientes produtivos normalmente são planejados de acordo com o histórico dos eventos ocorridos. Para as novas tecnologias, esses custos dificilmente são previstos, tornando-se um potencial risco para empresas que planejam implantá-las.

Além disso, caso o fornecimento das peças de reparo ou até mesmo necessidade de novos equipamentos demandem um período longo de entrega pode se ter sérios impactos na operação e atrasos onerosos.

2.7.14 Problemas na Migração do Sistema de Código de Barras existente na Empresa para o Sistema RFID

Os sistemas RFID disponíveis no mercado podem gerar até cem vezes o volume de dados a serem armazenados em relação ao sistema de código de barras. Este fato deve ser considerado pelas empresas que desejam utilizar essa tecnologia, visto que a infraestrutura deve ser adequada para o sistema RFID (ATTARAN, 2007). O sistema de leitura por código de barras é amplamente utilizado em diversos tipos de empresas e estabelecimentos. Normalmente, aquelas que desejam migrar para sistema RFID terão originalmente código de barras em seus processos. Sendo assim, deverão considerar como risco o acréscimo no volume de dados que o sistema RFID irá demandar.

2.7.15 Problemas na Integração do Sistema RFID com os Sistemas de Gestão já atuantes na Empresa (ERP, WMS etc.)

A complexidade da integração dos sistemas e o gerenciamento do grande volume de dados oriundos do sistema RFID representam outro fator de preocupação para as empresas que pretendem adotar esse sistema. Implantar o sistema RFID dentro da cadeia de suprimentos pode gerar uma massiva quantidade de dados que deverá ser armazenada, processada e integrada com os sistemas já utilizados na empresa e tudo isso em tempo real. Vale ressaltar que existem soluções em *middleware* para esses potenciais riscos (VIJAYARAMAN e OSYK, 2006).

A compatibilidade da tecnologia RFID com os sistemas correntes utilizados por uma dada empresa é uma preocupação evidente, inclusive quando se trata de empresas baseadas em mais de um país (MOOM e NGAI, 2008). Pedroso *et al* (2009), Attaran (2007) e Lim e Leung (2013) também relatam em suas pesquisas não só o risco na implantação, bem como a dificuldade que as empresas podem ter na integração do sistema RFID com os demais sistemas.

2.7.16 Dificuldade de desenvolver Treinamento para os Possíveis Usuários do Sistema RFID

Para Attaran (2007), é necessário desenvolver um treinamento apropriado de pessoal que atuará na operação onde o sistema RFID será implantado, pois, conforme mencionado, o sistema possui baixo grau de maturidade e requer bons conhecimentos operacionais. Algumas empresas possuem sistema de treinamento baseado em multiplicadores, ou seja, existe um único treinamento para alguns funcionários da empresa que, por sua vez, multiplicam para os demais. Com isso, a empresa pode ter um número elevado de pessoas treinadas com um custo bastante reduzido. Para tecnologias muito específicas e recém-lançadas no mercado os treinamentos devem ser mais intensivos com posterior dificuldade para multiplicação. Assim, as empresas devem levar em consideração esse risco antes da implantação da tecnologia RFID.

2.7.17 Dificuldade de comprovar para a direção da empresa que as melhorias nos indicadores são decorrentes da implantação do RFID

Bendavid *et al* (2010) realizou um estudo de caso implantando reposição de material de consumo em um hospital no Canadá usando tecnologia RFID. Como conclusão de seu trabalho, o autor relata como desafio a criação de indicadores efetivos que demonstrem as melhorias de processos decorrentes da implantação do sistema RFID. Todo processo produtivo deve ser monitorado e guiado por indicadores plausíveis para que seus dados de desempenho sejam medidos. Quando alguma melhoria de processo é implantada, naturalmente mostram-se os indicadores antes e depois para que se tenha uma ideia, em números, do quão útil foi. A tecnologia RFID funciona como uma melhoria de processo e, como tal, deve ter o desempenho medido após a sua implantação. Assim, algumas empresas apresentam dificuldades de definir os indicadores a serem usados para essa medição, para que a sua implantação consiga uma justificativa mais plausível.

2.7.18 Dificuldade de garantir a segurança e a privacidade das informações ao se utilizar um sistema RFID

A segurança e a privacidade são preocupações das empresas quando se trata da possibilidade de fornecedores ou clientes terem acesso às informações contidas nas etiquetas RFID (VIJAYARAMAN e OSYK, 2006). Além disso, o mesmo autor cita que o bom entendimento dos potenciais riscos relacionados à segurança das informações bem como das normas e práticas das leis correntes são fundamentais para diminuir os riscos e obter uma boa aceitação da tecnologia nas empresas.

No trabalho de Yu (2007) referente à implantação de sistemas RFID em bibliotecas, o autor trata a questão da privacidade, onde o conteúdo procurado ou lido pelos usuários pode ficar à mostra e ser armazenado pelos leitores instalados na biblioteca. Enquanto que no campo da segurança, o referido autor aborda a preocupação com a fragilidade da segurança das informações armazenadas nas etiquetas RFID.

Embora os potenciais benefícios dos sistemas RFID atraíam tanto acadêmicos e usuários em empresas, quanto o público geral, trazem algumas preocupações no que se refere ao rastreamento de pessoas e informações sigilosas, o que certamente cria uma forte resistência e oposição à tecnologia (HARDGRAVE *et al*, 2006).

Para as empresas, especificamente, existe uma forte preocupação quando o espaço de armazenagem de materiais é compartilhado com fornecedores ou clientes, pois pode favorecer a espionagem por meio de leituras indevidas das etiquetas (ROUSSOS e KOSTAKOS, 2008). Storm-Mathisen (2014), em seu estudo sobre implantação de sistemas RFID para cobranças automáticas de pedágios na Europa, relata a preocupação com as informações de tráfico dos passageiros capturadas pelas empresas de pedágios, que podem servir de certo controle, inclusive vigilância sobre onde os usuários estão trafegando.

No estudo de Wu *et al* (2006) sobre preocupações relativas à privacidade nos sistemas RFID, o autor relata que, de fato, a privacidade é um obstáculo na implantação desses sistemas. Além de elucidar que os trabalhos acadêmicos pertinentes à privacidade nos sistemas RFID são, ainda, insuficientes.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo é dedicado à caracterização da pesquisa e à apresentação do método. A caracterização da pesquisa pode ser entendida com a classificação segundo os critérios clássicos metodológicos e o método como a descrição de todas as etapas e passos desenvolvidos para se alcançar os objetivos inicialmente pretendidos. A figura 3.1 ilustra a caracterização da pesquisa desta dissertação.

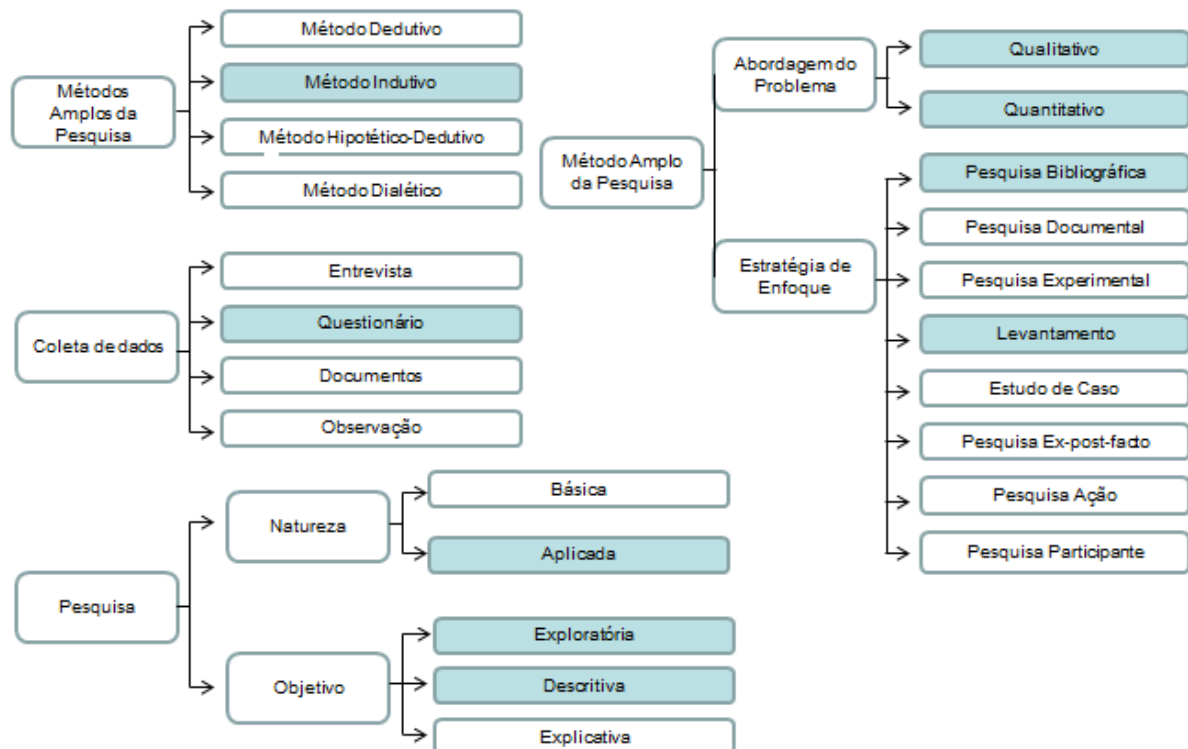


Figura 3.1 – Caracterização da pesquisa

(Fonte: autor)

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Seguindo os critérios metodológicos de classificação de pesquisa, inicialmente um estudo deve ser classificado segundo os métodos amplos, cujas possibilidades são: indutivo, dedutivo, hipotético-dedutivo e dialético. Os dois primeiros métodos são os mais utilizados nos estudos associados aos sistemas produtivos.

De acordo com Gil (2010), o método dedutivo é aquele que parte de uma premissa considerada verdadeira e irrevogável chegando a conclusões de caráter estritamente formal,

ou seja, baseando-se apenas na lógica. Para Lakatos e Marconi (1991), o método dedutivo permite ao pesquisador estabelecer conclusões de forma lógica fundamentando-se em premissas consideradas a princípio verdadeiras, sendo impossibilitado o uso dessas conclusões para casos diferentes do analisado.

Por outro lado, Gil (2010) relata que o método indutivo tem como objetivo levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam. No método indutivo, inicia-se sob a ótica de fatos cujas causas se pretende conhecer, seguido da comparação para descobrir as relações existentes entre estes, além da generalização baseando-se na relação verificada entre os fatos e os fenômenos (GIL, 2010).

Pelo exposto anteriormente, pode-se entender que a presente pesquisa apresenta características indutivas, visto que o autor deste estudo realizou um levantamento junto a noventa profissionais da área de RFID para posteriormente generalizar suas conclusões. É importante salientar, entretanto, que o autor deste trabalho reconhece as limitações de sua generalização em função da amostra trabalhada ter sido caracterizada como não probabilística por julgamento.

No campo da estratégia da pesquisa, foram utilizadas duas opções apresentadas pela literatura: a pesquisa bibliográfica e o levantamento ou *survey*. Para Gil (2010), a pesquisa bibliográfica se caracteriza por um levantamento de todas as informações atreladas ao assunto a ser pesquisado em artigos acadêmicos e livros reconhecidos, sendo esta prática comum a quase todos os trabalhos científicos. A pesquisa bibliográfica permite ao investigador uma cobertura abrangente de informações necessárias, mostrando-se bastante eficaz quando o problema da pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. Neste trabalho foram analisados artigos científicos e livros com o intuito de levantar informações sobre as principais dificuldades associadas à implantação de sistemas RFID. Esta se caracterizou com a temática principal da pesquisa bibliográfica desta dissertação.

Ainda segundo Gil (2010), o levantamento ou *survey* caracteriza-se pela solicitação de informação acerca de um dado problema para um amplo grupo de pessoas, com posterior análise e conclusões relativas aos dados coletados. Na presente pesquisa, o levantamento foi utilizado com o intento de coletar informações e opiniões de noventa profissionais que atuaram na implantação de sistemas RFID em ambiente produtivo.

Para a abordagem do problema, a pesquisa possui um enfoque misto qualitativo e quantitativo. Para Godoy (1995), a abordagem qualitativa revela o entendimento de acordo com características comportamentais sobre pessoas, processos, lugares, tendo um cunho

interpretativo sobre fenômenos investigados. Já a pesquisa quantitativa atua na coleta de dados, realiza tratamentos estatísticos e obtém conclusões acerca destes tratamentos. O autor desta pesquisa optou por um enfoque misto visto que pretende descrever dificuldades na implantação de sistemas RFID, portanto, comportamentos acerca de empresas, pessoas, etc (enfoque qualitativo), mas para tal utilizou escalas numéricas que quantificassem a percepção destas dificuldades, sendo as mesmas tratadas estatisticamente (enfoque quantitativo).

Focando-se à natureza, uma pesquisa científica pode ser classificada como pesquisa básica ou aplicada. Segundo Silva e Menezes (2005), a pesquisa básica tem como objetivo desvendar novos conhecimentos úteis para o progresso da ciência sem que isso tenha aplicação prática prevista envolvendo interesses universais. Em contrapartida, a pesquisa aplicada tem como objeto o interesse local, almejando o conhecimento prático e voltado para a solução de problemas específicos. Diante disso, fica evidente que a pesquisa aqui desenvolvida se coloca como aplicada, não pretendendo desenvolver novas teorias e sim validar dificuldades associadas a implantação dos sistemas RFID segundo a percepção de profissionais que vivenciaram esta experiência.

Em relação aos objetivos, uma pesquisa científica pode assumir caráter exploratório, descritivo ou explicativo. De acordo com Gil (2010), pesquisas com objetivos exploratórios proporcionam maior familiaridade com o problema. Outrossim, requer amplo levantamento bibliográfico além de relatos de pessoas que tiveram experiência com o problema estudado. Pesquisas com objetivos descritivos visam descrever características de determinado fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis, envolvendo o uso de técnicas padronizadas de coletas de dados. Por sua vez, pesquisa explicativas procuram identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Mediante ao exposto, o autor desta pesquisa classifica seus objetivos como exploratórios e descritivos. A classificação como exploratório se deve ao fato de acreditar que a temática abordada ainda é relativamente nova e pouco estudada pela academia.

Por fim, referindo-se à coleta de dados, a pesquisa utilizou como instrumento o questionário. Para Andrade (1998), o questionário representa uma forma de colher dados do entrevistado sem a presença do pesquisador. Silva e Menezes (2005) complementam a caracterização de questionário como sendo uma série ordenada de perguntas a ser respondida pelos entrevistados. Deve ser objetivo, limitado em sua extensão e com instruções claras para o entendimento do entrevistado.

3.2 MÉTODO DA PESQUISA

Apresenta-se a seguir o método de pesquisa utilizado para alcançar os objetivos almejados. A presente pesquisa foi dividida nas seguintes etapas: revisão da literatura, estruturação do questionário, apreciação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Estadual de Campinas, coleta de dados, tabulação e análise estatística e análise dos resultados encontrados. Estas etapas podem ser visualizadas na Figura 3.2, sendo as mesmas posteriormente detalhadas.

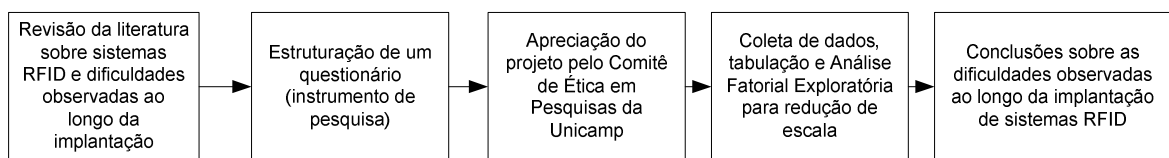


Figura 3.2: Etapas desenvolvidas na pesquisa para o alcance dos resultados

(Fonte: autor)

3.2.1 Etapa: Revisão da Literatura

Após a estruturação do problema da pesquisa, foi realizada uma varredura nas bases acadêmicas *Emerald Insight*, *Scopus*, Periódicos da Capes, *Springer*, *Elsevier* e *Wiley*, além de livros específicos da área de cadeia de suprimentos, administração da produção e RFID. Esta varredura foi realizada ao longo de seis meses. Os termos utilizados para esta pesquisa foram: “RFID”, “sistemas de rádio frequência”, “sistemas RFID” combinados com as palavras “barreiras” e “dificuldades”. Foram encontrados 71 artigos, relacionados aos temas citados acima, e destes 60 foram considerados para a realização da pesquisa. As Figura 3.3, 3.4 e 3.5 apresenta a divisão destes artigos segundo ano de publicação, bases consultadas e macro temáticas.

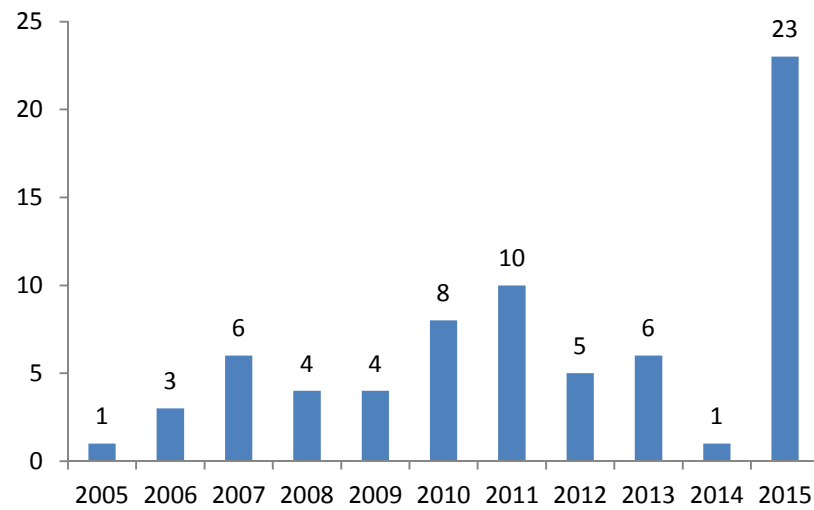


Figura 3.3: Cronologia dos artigos utilizados nesta dissertação

(Fonte: autor)

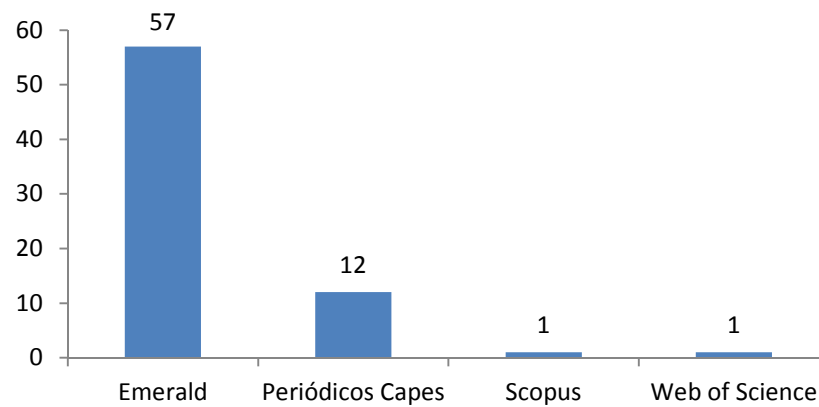


Figura 3.4: Distribuição segundo bases consultadas

(Fonte: autor)

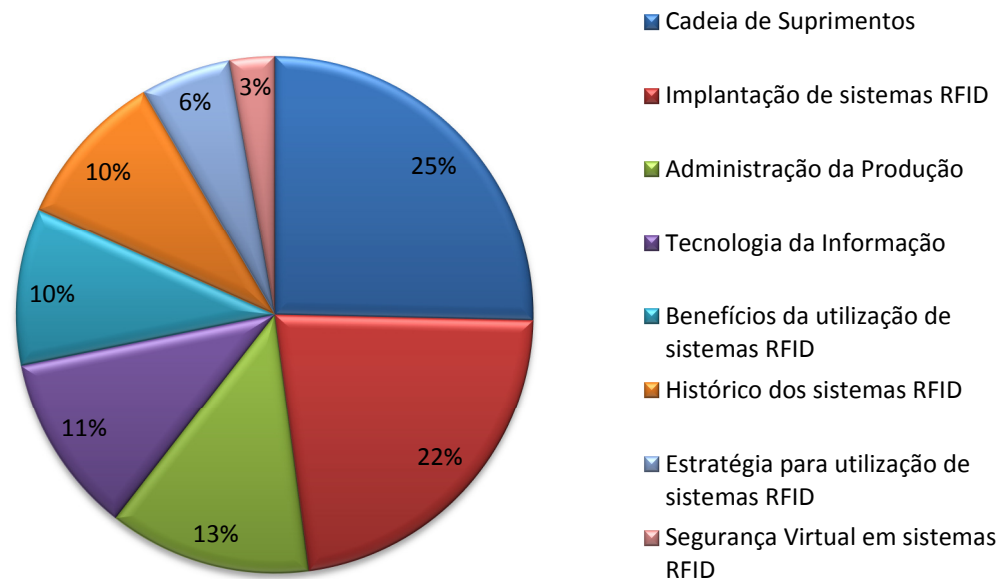


Figura 3.5: Distribuição segundo macro temáticas

(Fonte: autor)

Como pode ser evidenciada por meio da Figura 3.3, a análise dos artigos procurou considerar principalmente artigos publicados nos últimos 11 anos. Essa etapa do trabalho revelou-se imprescindível para conhecer melhor a temática e listar as principais dificuldades observadas na implantação de sistemas RFID. Além disso, fundamentos teóricos clássicos foram extraídos dessa literatura, embasando o presente trabalho. Outro fato digno de nota na pesquisa bibliográfica residiu na verificação da existência de pesquisas similares realizadas pela comunidade acadêmica. Não foram encontrados trabalhos com o mesmo foco e estrutura.

Adicionalmente, a distribuição das bases acadêmicas pesquisadas, evidenciada na figura 3.4, mostra a maioria dos artigos relacionados ao tema RFID provindos da base *Emerald*, já que, além da ser a primeira referência estudada pelo autor da dissertação, os artigos pesquisados nas bases subsequentes se mostraram, em sua maioria, repetidos. Ademais, a quantidade de artigos acadêmicos disponíveis nas bases mais renomadas é escassos, o que justifica a distribuição desproporcional dos artigos.

3.2.2 Estruturação do Questionário

A listagem das principais dificuldades observadas na implantação dos sistemas RFID, segundo a literatura, permitiu a estruturação de um questionário composto por dezoito tópicos. O Quadro 3.1 retoma as 18 variáveis apresentadas anteriormente. Para cada tópico,

referente a cada uma das dificuldades, o participante deveria escolher uma nota variando de 1 a 10, na qual a nota 1 representava baixíssima e a nota 10 que representava altíssima observação da referida dificuldade na implantação de sistemas RFID.

Quadro 3.1: Variáveis extraídas da literatura (Fonte: indicadas no Quadro 2.1)

Var	Dificuldade
1	Falta de apoio da alta gerência para a implantação do sistema RFID
2	Falta de colaboradores com conhecimento técnico avançado na empresa para acompanhar a implantação do sistema RFID
3	Resistência dos colaboradores diante da implantação de novas tecnologias
4	Custo geral oneroso para a implantação do sistema RFID
5	Dificuldade de definir o impacto positivo estratégico e o ganho real para os clientes com a implantação do sistema RFID
6	Dificuldades associadas à comunicação entre diferentes grupos responsáveis pela implantação dos sistemas RFID e a empresa
7	Dificuldade de calcular o ROI (Retorno dos investimentos) na implantação de RFID
8	Problemas na adequação do <i>layout</i> da empresa para a instalação da infraestrutura necessária à implantação de RFID
9	Dificuldade de encontrar fornecedores capacitados a fornecerem equipamentos para a estrutura RFID
10	Dificuldade de encontrar sistemas RFID <i>userfriendly</i> para todos os usuários diretos e indiretos do novo sistema
11	Falta de normas e padrões disponíveis para a implantação de RFID que sejam utilizados pela empresa como diretrizes
12	A escassez de estudos de casos na literatura capazes de servir de <i>benchmarking</i> ou apoio para a implantação do sistema RFID
13	Dificuldade de entender como será feita a manutenção do sistema RFID depois de sua implantação
14	Problemas na migração do sistema de código de barras existente na empresa para o sistema RFID
15	Problemas na integração do sistema RFID com os sistemas de gestão já atuantes na empresa (ERP, WMS etc.)
16	Dificuldade de desenvolver treinamento para os possíveis usuários do sistema RFID
17	Dificuldade de comprovar para a direção da empresa que as melhorias nos indicadores são decorrentes da implantação do RFID
18	Dificuldade de garantir a segurança e a privacidade das informações ao se utilizar um sistema RFID

Para a elaboração do questionário foi necessário o preparo do documento TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), visando assegurar os direitos do participante da entrevista. Além disso, nesse termo é explicitada a liberdade do profissional em optar pela não participação na pesquisa, sem que ocorra nenhuma penalização ou prejuízo. Antes de iniciar o preenchimento do questionário, o participante deveria assinalar a concordância em relação aos termos da pesquisa.

O questionário foi desenvolvido utilizando a plataforma *Google Forms*, que permite ao usuário facilidade na estruturação de questionários, bem como um bom armazenamento e tabulação dos dados coletados. O *link* de acesso ao questionário foi enviado a cada participante por endereço eletrônico e todas as respostas armazenadas em tempo real pela própria plataforma. Conforme recomendação de Gil (2010) realizou-se um pré-teste com dois

docentes da Universidade Estadual de Campinas e dois profissionais de mercado a fim de evidenciar melhorias neste questionário. As sugestões foram acatadas e permitiram maior clareza ao questionário. O questionário utilizado nesta pesquisa encontra-se no apêndice 1

3.2.3 Submissão ao Comitê de Ética

Uma vez estabelecida a estratégia da pesquisa e antes da coleta de dados, o projeto desta pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Estadual de Campinas. Esta aprovação é decorrente da Resolução 466/2012 do Ministério da Saúde segundo a qual toda pesquisa envolvendo seres humanos, mesmo em caráter de opinião, deve passar por este procedimento. A pesquisa foi aprovada para a coleta de dados, sendo registrada por meio do número CAAE 58493216.3.0000.5404.

Salienta-se que o papel do CEP consiste em avaliar e acompanhar os aspectos éticos de toda a pesquisa envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre a proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

3.2.4 Coleta de Dados

O questionário desenvolvido pelo autor desta dissertação ficou disponível no período de agosto a dezembro de 2016, sendo enviado para noventa profissionais que participaram ou participam da implantação de sistemas RFID. A plataforma utilizada para envio do questionário aos participantes foi o *Google Forms*, conforme descrito anteriormente. As informações disponibilizadas pelos participantes foram armazenadas em planilhas da própria plataforma, facilitando a exportação. Em alguns casos, quando questionado por e-mail sobre os objetivos da pesquisa, o autor desta tese teve possibilidade de conversar com alguns participantes.

3.2.5 Tabulação e Análise Estatística

Após extração dos dados tabulados pelo *Google Forms*, partiu-se para a análise destes utilizando-se algumas técnicas estatísticas, como descritas pelas alíneas a seguir:

a) Análise do coeficiente Alfa de Cronbach

Apresentado em 1951 por Lee Cronbach, esse coeficiente tem a finalidade de estimar a confiabilidade de um dado questionário aplicado a pesquisas, medindo a correlação das respostas no questionário por meio do perfil de suas respostas, além disso é a medida mais utilizada para estimar a confiabilidade de um questionário aplicado em uma dada pesquisa (CRONBACH e SHAVELSON, 2004). Essa análise permite identificar possíveis discrepâncias de consistência dos dados levantados ou viés.

Os valores do coeficiente Alfa de Cronbach podem variar de zero a um, sendo que quanto mais próximo de um, maior será a consistência interna. Segundo Malhotra (2011), a confiabilidade é aceitável quando esse coeficiente encontra-se acima de 0,60. O mesmo autor, entretanto, ressalta que este coeficiente pode ser inflacionado pelo número de itens na escala. Streiner (2003) recomenda valores de Alfa de Cronbach entre 0,70 e 0,90. O coeficiente é calculado levando em conta a variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador, como apresenta pela equação 1.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} * \left[\frac{\sigma_t^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right] \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

α = Coeficiente Alfa de Cronbach;

σ_i^2 = Variância de cada coluna X, isto é a variância relacionada a cada questão;

σ_t^2 = Variância de cada coluna X, isto é, a variância da soma das respostas de cada participante;

k = Número de itens na escala, necessariamente maior que 1.

b) Redução de escala por meio da Análise Fatorial Exploratória

A Análise Fatorial Exploratória (AFE) é uma técnica estatística multivariada que pode sintetizar as informações de um grande número de variáveis em um número menor de variáveis ou fatores (Hair *et al.*, 2009 pg 388). Adicionalmente, a AFE permite analisar como as variáveis se alocam dentro de fatores e quais destes explicam a maior parte das variâncias observadas. Torna-se muito útil para a compreensão da estrutura dos dados estudados. Na pesquisa descrita por esta dissertação, os dados coletados foram analisados por meio da referida técnica com o auxílio do *software* SPSS versão 22. A aplicação da AFE ocorreu por meio de sete etapas descritas a seguir.

Na primeira etapa da AFE foram escolhidos os métodos de extração e de rotação, tomando por base as recomendações de Hair *et al.* (2009) e Malhotra (2011). Os referidos autores recomendam o método de extração por meio da análise de componentes principais, uma vez que este leva em conta a variância total dos dados, ao contrário da análise de fator comum. Para Hair *et al.* (2009) a análise de componentes principais é adequada quando se deseja reduzir o número de variáveis analisadas e em geral proporcionam modelos mais estáveis. Para o método de extração, a sugestão é o método de rotação ortogonal varimax que minimiza o número de variáveis com cargas fatoriais elevadas em cada fator, isto é, cada variável encontra-se associada a um único fator. A rotação permite visões diferentes dos mesmos dados segundo Hair *et al.* (2009)

Na sequência (etapa 2), faz-se necessário analisar o índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Segundo Fávero *et al.* (2009) este índice está relacionado à adequação geral dos dados da amostra para a realização da AFE. Ainda segundo o mesmo autor, para que o estudo possa ser realizado este índice deve apresentar valor superior a 0,6. Ele propõe uma escala que relaciona o valor do índice KMO obtido com a qualidade dos resultados da análise fatorial, escala esta apresentada pelo Quadro 3.2.

Quadro 3.2: Qualidade dos possíveis resultados em função do índice KMO

(Fonte: Fávero *et al.*, 2009)

Índice KMO	Análise Fatorial
1,00 – 0,90	Muito bom
0,90 – 0,80	Bom
0,80-0,70	Médio
0,70-0,60	Razoável
0,60-0,50	Má

Abaixo de 0,50	Inaceitável e a AFE não pode ser utilizada
----------------	--

Alguns autores apresentam ainda uma recomendação para a utilização da AFE, segundo a qual o número de respondentes deve apresentar uma relação de 1 para 5 em relação ao número de variáveis estudadas (Hair *et al*, 2009). Salienta-se que isto é uma recomendação e não assegura necessariamente a qualidade dos dados; o teste pelo índice KMO, ao contrário, garante adequação da amostra ao estudo. Nesta dissertação, procurou-se respeitar a recomendação e realizar a análise via índice KMO.

O teste de Esfericidade de Bartlett é utilizado na terceira etapa da Análise Fatorial Exploratória para verificar se as correlações entre as variáveis são válidas. Segundo Fávero *et al* (2009) e Malhotra (2011), a aplicação da AFE exige que as variáveis apresentem correlações. O teste procura comprovar a hipótese nula de que as variáveis não são correlacionadas na população, ou seja, que a matriz de correlações da população é a matriz identidade (na qual todos os termos da diagonal principal são iguais a 1 e os termos restantes iguais a zero). Caso a hipótese nula seja rejeitada, a AFE pode ser realizada, pois as correlações entre as variáveis existem. Este teste toma por base a distribuição estatística do qui-quadrado. Valores altos para esta estatística e, conseqüentemente, baixos de significância permitem a rejeição da hipótese nula segundo Fávero *et al* (2009).

Na etapa quatro foi analisada a matriz anti-imagem de correlações. Segundo Fávero *et al* (2009) a matriz anti-imagem contém os valores negativos das correlações parciais e é uma forma de obter indícios acerca da necessidade de eliminação de determinada variável do modelo. Para tal, utiliza-se a Medida de Adequação da Amostragem (MSA - *Measure of Sampling Adequacy*), que pode ser calculada de forma similar ao índice KMO. Ela é apresentada na diagonal principal da matriz anti-imagem de correlação e quanto maior forem os valores observados, melhor será a utilização da AFE. Se alguma variável apresentar valor baixo, a mesma deve ser excluída do modelo e os cálculos refeitos. Maroco (2007) sugere valores superiores a 0,5 como adequados para a MSA.

A quinta etapa do estudo é denominada análise das comunalidades. Segundo Malhotra (2011), a comunalidade pode ser definida pela porção da variância que uma variável compartilha com todas as outras variáveis consideradas. É também a proporção de variância explicada pelos fatores comuns. Para Hair *et al*. (2009) as comunalidades observadas para cada variável devem ser superiores a 0,5 e, caso isso não seja observado, deve-se eliminar a variável do estudo e a AFE refeita.

A sexta etapa é dedicada à análise do modelo fatorial gerado e interpretação dos fatores extraídos. Nesta etapa, segundo Hair *et al* (2009) e Malhotra (2011), o modelo fatorial deve explicar ao menos 60% das variâncias considerando-se os fatores extraídos com autovalores superiores a 1,0 (critério de normalização de Kaizer). Caso isto não ocorra, o modelo gerado apresenta baixa validade. Para os fatores extraídos, deve-se avaliar as cargas fatoriais das variáveis por meio da matriz de componentes rotativa. Esta matriz é capaz de evidenciar as cargas fatoriais de cada variável, que por sua vez é caracterizada como a correlação entre as variáveis originais e os fatores derivados (MALHOTRA, 2011). Para Hair *et al* (2009), a carga fatorial é uma medida de importância relativa de uma determinada variável na representação do fator gerado. Segundo Hair *et al* (2009), a significância de uma carga fatorial para um fator extraído depende do tamanho da amostra. Para amostras constituídas de 90 observações, este valor gira em torno de 0,6, valor este que foi utilizado como corte nesta dissertação.

A sétima etapa é marcada pela interpretação e nomeação dos fatores. Segundo Hair *et al* (2009), a aferição de nomes aos fatores depende do habilidade e conhecimento do pesquisador. Deve-se utilizar as variáveis com cargas fatoriais mais expressivas em cada fator para proceder com sua nomeação. Recomenda-se também testar a confiabilidade interna destes novos fatores via coeficiente alfa de Cronbach (adequado para valores superiores a 0,6).

Apresentando-se adequados e plausíveis de nomeação, estes podem ser utilizados como novas variáveis, facilitando-se assim a compreensão de um determinado fenômeno. Vale destacar mais uma vez, entretanto, que a nomeação nem sempre é fácil. Recomenda-se que estas novas variáveis passem a utilizar os escores fatoriais ou escalas múltiplas como índices.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O quarto capítulo desta dissertação é dedicado à caracterização da amostra, apresentação dos resultados obtidos por meio da análise estatística e debates à luz da literatura.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Cabe ressaltar mais uma vez que a amostra foi caracterizada como não probabilística por julgamento, desta forma os participantes foram selecionados pelo autor desta dissertação segundo conveniência e rede de contatos. A de se destacar, entretanto, a qualidade dos respondentes em relação a sua formação e experiências vivenciadas.

A Figura 4.1 apresenta a formação acadêmica dos respondentes. Por meio dela é possível verificar que a maior parcela é composta de engenheiros (51%), seguido de profissionais graduados na área de computação (30%). Adicionalmente administradores (16%) e tecnólogos (3%) também participaram da pesquisa.

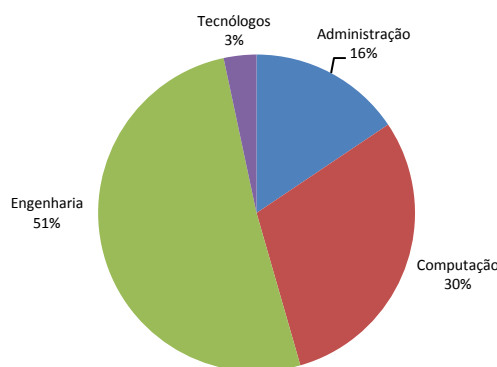


Figura 4.1: Distribuição da formação acadêmica dos participantes da pesquisa

Fonte: autor

Torna-se interessante também apresentar o nível da maior formação acadêmica dos participantes, visto que isto está diretamente relacionado à qualidade das respostas fornecidas. Neste contexto, observou-se que 3% dos participantes possuíam formação em nível técnico, 54% dos respondentes possuem nível superior concluído, 25% pós-graduandos em nível de

especialização, 11% mestrado acadêmico e, por fim, 7% doutorado na área. A Figura 4.2 ilustra os dados apresentados.

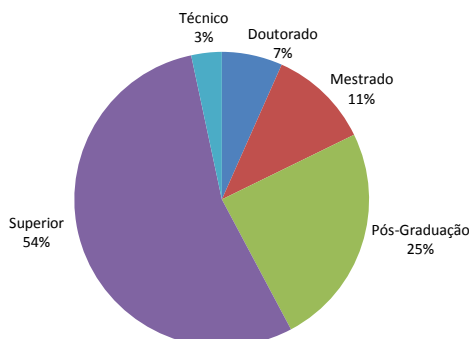


Figura 4.2: Maior formação acadêmica dos participantes da pesquisa

Fonte: autor

É importante salientar ainda que todos os profissionais estiveram envolvidos em implantações de sistemas RFID ao menos uma vez nos setores em que atuam. Citam-se como exemplos de setores nos quais os participantes atuam: automotivo, ferroviário, varejo, tecnologia da informação, vestuário, logística, alimentício e siderurgia.

4.2 Apresentação dos resultados estatísticos

4.2.1 Resultado para a Análise de Confiabilidade Interna via Alfa de Cronbach

Ao término da coleta de dados com os noventa profissionais da área de RFID, calculou-se o coeficiente de Alfa de Cronbach a fim de testar a confiabilidade interna do questionário aplicado. O valor calculado para a presente pesquisa foi de 0,90 sendo, portanto, validado segundo as recomendações de Malhotra. (2011). Este autor recomenda valores acima de 0,60. A de se destacar ainda que o valor calculado também segue a recomendação de Streiner (2003), estando localizado entre 0,70 e 0,90. Quando se está construindo escalas ou questionários valores de Alfa de Cronbach muito altos (acima de 0,95) podem denotar redundância de algumas questões (TAVAKOL e DENNICK, 2011), algo não observado nesta pesquisa.

4.2.2 Resultados referentes à Análise Fatorial Exploratória para redução de escala

Conforme salientado no capítulo de procedimentos metodológicos, o primeiro passo se caracterizou pela escolha do método de extração e pelo método de rotação ortogonal, sendo selecionado nestes casos o método de extração de análise de componentes principais e o método de rotação ortogonal *varimax*. As justificativas destas escolhas foram apresentadas anteriormente. A convergência para a Análise Fatorial Exploratória foi alcançada após três tentativas, como apresenta os relatos a seguir.

Na primeira tentativa, as variáveis de número 1, 8, 13, 15 e 18 foram eliminadas por apresentarem comunalidades inferiores a 0,5, conforme recomenda Hair *et al.* (2009). É importante lembrar que as comunalidades representam a “porção da variância que uma variável compartilha com todas as outras variáveis consideradas. É também a proporção de variância explicada pelos fatores comuns” (MALHOTRA 2011, p. 479). A Tabela 4.1 apresentam os valores para as comunalidades na primeira tentativa que não atenderam as recomendações. As variáveis assinaladas foram eliminadas.

Tabela 4.1: Valores de comunalidade para as variáveis estudadas na primeira tentativa

(Fonte: autor, a partir do SPSS)

Var	Extração	Var	Extração
v1	0,454	v10	0,774
v2	0,674	v11	0,592
v3	0,797	v12	0,576
v4	0,645	v13	0,465
v5	0,802	v14	0,658
v6	0,587	v15	0,454
v7	0,762	v16	0,584
v8	0,496	v17	0,749
v9	0,723	V18	0,459

Na segunda tentativa, a análise foi paralisada em função da comunalidade da variável 4, que nesta nova realidade se mostrou inadequada conforme as recomendações de Hair *et al.* (2009). A Tabela 4.2 apresenta a comunalidade das variáveis nesta segunda tentativa. A variável 4 foi eliminada da análise.

Tabela 4.2: Valores de comunalidade para as variáveis estudadas na segunda tentativa.

(Fonte: autor, a partir do SPSS)

Var	Extração	Var	Extração
v2	0,757	V10	0,752
v3	0,797	v11	0,669
v4	0,252	v12	0,653
v5	0,783	v14	0,564
v6	0,529	v16	0,521
v7	0,774	v17	0,682
V9	0,688		

Na terceira tentativa de aplicação da AFE para a redução de escala, foi possível desenvolver todas as etapas e os resultados são apresentados a seguir. Novamente iniciou-se pela seleção do método de análise de componentes principais e a rotação ortogonal varimax.

O Teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) foi realizado para verificar a adequação da amostragem e o resultado encontrado foi de 0,821. Para Fávero *et al* (2009), este valor denota uma boa qualidade dos dados obtidos. É importante salientar ainda que o autor desta dissertação também procurou respeitar a proporção entre questões e respondentes de 1 para 5 sugerida por autores como Hair *et al* (2009).

Para garantir a existência de correlações significativas, realizou-se o teste de Esfericidade de Bartlett. Ele é baseado na distribuição estatística de qui-quadrado e testa a hipótese nula de que as variáveis não estão correlacionadas na população, ou seja, a matriz de correlações da população é a matriz identidade. O valor obtido para teste de qui-quadrado foi de 518,53 e significância próxima a zero, o que permite rejeitar a hipótese nula e considerar que as correlações são significativas.

Realizou-se também uma análise mais apurada da adequação de cada variável ao estudo da AFE por meio do índice MSA (Medida de Adequação da Amostragem, na tradução para o português). Este índice é apresentado no matriz anti-imagem de correlação e se faz adequado para valores superiores a 0,5 conforme recomenda por Maroco (2007). A Tabela 4.3 apresenta o índice MSA para as variáveis analisadas na terceira tentativa da AFE.

Tabela 4.3: Índices MSA na matriz anti-imagem de correlação para as variáveis na terceira tentativa de aplicação da AFE. (Fonte: autor, a partir do SPSS)

		VAR00002	VAR00003	VAR00005	VAR00006	VAR00007	VAR00009	VAR00010	VAR00011	VAR00012	VAR00014	VAR00016	VAR00017
Correlação anti-imagem	VAR00002	,768 ^a	-,556	-,149	-,030	-,010	-,175	,010	,045	,170	-,074	-,087	,056
	VAR00003	-,556	,759 ^a	-,030	-,242	,070	,053	,164	-,219	-,160	,178	-,137	-,038
	VAR00005	-,149	-,030	,798 ^a	-,075	-,498	,060	-,097	,132	,063	-,130	-,019	-,377
	VAR00006	-,030	-,242	-,075	,924 ^a	-,177	-,030	-,208	,041	-,047	-,062	,005	-,071
	VAR00007	-,010	,070	-,498	-,177	,824 ^a	,003	,141	-,167	-,097	-,018	,049	-,229
	VAR00009	-,175	,053	,060	-,030	,003	,769 ^a	-,606	-,063	,059	,032	-,272	-,051
	VAR00010	,010	,164	-,097	-,208	,141	-,606	,710 ^a	-,291	-,167	-,044	,108	,173
	VAR00011	,045	-,219	,132	,041	-,167	-,063	-,291	,859 ^a	-,376	-,076	,002	-,123
	VAR00012	,170	-,160	,063	-,047	-,097	,059	-,167	-,376	,842 ^a	-,153	-,321	,021
	VAR00014	-,074	,178	-,130	-,062	-,018	,032	-,044	-,076	-,153	,906 ^a	-,102	-,110
	VAR00016	-,087	-,137	-,019	,005	,049	-,272	,108	,002	-,321	-,102	,877 ^a	-,039
	VAR00017	,056	-,038	-,377	-,071	-,229	-,051	,173	-,123	,021	-,110	-,039	,862 ^a

Nesta terceira tentativa as comunalidades das variáveis apresentaram valores satisfatórios, acima de 0,5, conforme as recomendações de Hair *et al.* (2009). A Tabela 4.4 apresentam as comunalidades para as variáveis em vigência nesta terceira tentativa.

Tabela 4.4: Valores de comunalidade para as variáveis estudadas na terceira tentativa
(Fonte: autor, a partir do SPSS)

Var	Extração	Var	Extração
v2	0,769	V10	0,757
v3	0,812	v11	0,678
v5	0,792	v12	0,645
v6	0,539	v14	0,518
v7	0,779	v16	0,524
V9	0,687	v17	0,742

Atendido a todos os critérios anteriores, foi possível gerar um primeiro modelo fatorial. Conforme mencionado, pelo critério de normalização de Kaiser, o modelo fatorial gerado deve explicar ao menos 60% das variâncias para os fatores que apresentam autovalores superiores a 1,0 (Hair *et al.*, 2009 e Malhotra, 2011). No caso da pesquisa apresentada por esta dissertação, três componentes obtiveram autovalores acima de 1,0 que explicam 68,711% das

variâncias dos dados. O modelo gerado pode ser considerado, portanto, válido. A Tabela 4.5 apresenta o modelo fatorial gerado válido.

Tabela 4.5: Modelo fatorial gerado válido para a pesquisa desta dissertação.

(Fonte: autor, a partir do SPSS)

Variância total explicada									
Componente	Valores próprios iniciais			Somos de extração de carregamentos ao quadrado			Somos rotativas de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	4,938	41,147	41,147	4,938	41,147	41,147	3,274	27,282	27,282
2	2,125	17,706	58,853	2,125	17,706	58,853	2,944	24,532	51,814
3	1,183	9,858	68,711	1,183	9,858	68,711	2,028	16,897	68,711
4	,769	6,405	75,116						
5	,661	5,512	80,628						
6	,560	4,667	85,296						
7	,487	4,059	89,354						
8	,342	2,853	92,207						
9	,273	2,278	94,485						
10	,247	2,055	96,540						
11	,236	1,963	98,503						
12	,180	1,497	100,000						

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Com o modelo fatorial gerado foi possível analisar, por fim, as variáveis mais influentes na matriz de componente rotativa. O autor desta dissertação solicitou que o *software* apresentasse apenas as cargas fatoriais superiores a 0,6 (conforme recomendação de Hair *et al* 2009), evidenciando assim aquelas variáveis realmente influentes. A Tabela 4.6 apresenta a matriz de componentes rotativa, na qual é possível ver as variáveis mais influentes.

Tabela 4.6: Matriz componente rotativa e cargas fatoriais superiores a 0,6.

(Fonte: autor, a partir do SPSS)

Matriz de componente rotativa ^a			
	Componente		
	1	2	3
VAR00002			,849
VAR00003			,854
VAR00005		,853	
VAR00006			
VAR00007		,860	
VAR00009	,804		
VAR00010	,868		
VAR00011	,758		
VAR00012	,749		
VAR00014			
VAR00016			
VAR00017		,842	

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

a. Rotação convergida em 5 iterações.

A análise da Tabela 4.6 permite identificar nove variáveis influentes (Var 2, Var 3, Var 5, Var 7, Var 9, Var 10, Var 11, Var 12 e Var 17) capazes de representar as dificuldades relacionadas à implantação de sistemas RFID e que se estruturam em três grupos (ou fatores) distintos.

O primeiro fator extraído e, portanto, o que apresenta a maior parte da variância do fenômeno estudado (41,17%) foi intitulado pelo autor desta dissertação como “dificuldades operacionais”, possuindo as variáveis mais relevantes: (9: Dificuldade em encontrar fornecedores capacitados a fornecerem equipamentos para estrutura RFID; 10: Dificuldade em encontrar sistemas RFID *userfriendly* para todos os usuários diretos e indiretos deste novo sistema; 11: Falta de normas e padrões disponíveis para a implantação de RFID que possam ser utilizado pela empresa como diretrizes; 12: Baixa existência de estudos de casos na literatura que possam servir de benchmarking ou apoio para a implantação do sistema RFID). Vale ressaltar que as demais variáveis também estão presentes, porém com uma relevância baixa.

Já o segundo fator extraído apresenta um incremento na explicação das variâncias do fenômeno estudado em relação ao primeiro (+17,706 %), foi intitulado pelo autor desta dissertação como “dificuldades de planejamento” e inclui as variáveis mais relevantes (5: Dificuldade em definir o impacto estratégico e real ganho para os clientes com a implantação do sistema RFID; 7: Dificuldade em calcular o ROI (Retorno dos investimentos) na implantação de RFID; 17: Dificuldade em comprovar para a direção da empresa que as melhorias propostas em indicadores são decorrentes da implantação do RFID).

Por fim, o terceiro fator extraído traz um incremento à explicação da variância total de 9,85%, foi intitulado como “dificuldades associadas aos colaboradores” e inclui as seguintes variáveis mais relevantes (2: Falta de colaboradores com conhecimento técnico avançado na empresa que possam acompanhar a implantação do sistema RFID; 3: Resistência dos colaboradores frente à implantação de novas tecnologias).

4.3 DEBATES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

Em síntese, das 18 variáveis inicialmente apontadas pela literatura, 6 não foram validadas (Var 1, Var 4, Var 8, Var 13, Var 15 e Var 18). Das 12 variáveis validadas, 9 se mostraram mais influentes (Var 2, Var 3, Var 5, Var 7, Var 9, Var 10, Var 11, Var 12 e Var 17) e se agruparam em 3 grupos principais (fatores).

Dentre as variáveis não válidas em função de suas baixas comunalidades, chamou atenção a variável custos, sendo considerada por alguns profissionais uma grande dificuldade e por outros não. Entende-se desta forma que o “custo” não compartilha uma quantidade de informações consideradas com as demais. O autor desta dissertação entende que muitos artigos acadêmicos datados dos anos 2006, 2007 e 2008 dos autores Viehland e Wong (2007), Wu et al (2006), DeVries (2008), Vijayaraman e Osyk (2006), Moom e Ngai (2008), Attaran (2007), Yu (2007) e Wijngaert *et al* (2008) apontam o custo como uma grande dificuldade, como algo quase proibitivo, mas passados dez anos esta realidade mudou. O preço dos equipamentos caiu consideravelmente e, para alguns setores, torna-se bastante viável. Como a amostra de respondentes foi caracterizada por 90 profissionais de diferentes setores, a percepção dos custos pode variar segundo o segmento. O estudo de Kumar *et al* (2015) reforça essa posição, uma vez que argumenta que os custos para a implantação de sistemas RFID vem caindo em diversos tipos de empresas ao longo dos últimos anos.

Dificuldades operacionais, extraída desta pesquisa como sendo o primeiro e mais relevante fator, pode ser comum em diversas implantações de novas tecnologias. Segundo

Attaran (2007), ainda existem muitos desafios para a satisfatória implantação de sistemas RFID, sendo um dos mais importantes a dificuldade na fase operacional da implantação, como exemplo o gerenciamento do grande volume de dados gerados pelos sistemas RFID. Além disso, Becker *et al* (2009) relata que o sucesso de implantações de tecnologias complexas, como sistemas RFID, tem alto grau de dependência de como as empresas gerenciam a parte operacional da implantação. Por ainda ser uma tecnologia recente, a operacionalização dos sistemas RFID pode ser considerado como uma das principais dificuldades encontrada pelas empresas segundo Wei et al (2015).

O segundo fator apresentado retrata a dificuldade em desenvolver um planejamento correto para a implantação de RFID. Segundo Moom e Ngai (2008), uma empresa deve explorar o uso de tecnologias avançadas para ganhar competitividade frente ao mercado atual. Para isso o bom planejamento estratégico do impacto do valor agregado da tecnologia RFID, somado aos recursos necessários proverão um melhor entendimento da tecnologia e com isso melhor serão os resultados finais do projeto. Para Bhattacharya (2015), implantação de novas tecnologias são um desafio considerável para as empresas, que devem se atentarem ao planejamento correto das atividades, levando em consideração o valor agregado que a nova tecnologia pode trazer.

De acordo com Ibrahim (2007), a implantação de novos sistemas provindos da área de tecnologia da informação tem como principal desafio a falta de conhecimento técnico dos responsáveis pela implantação, bem como ampla dedicação e comprometimento dos mesmos colaboradores alocados nesses projetos. Isso nos remete a classificar o terceiro fator extraído nesta pesquisa como Dificuldades Associadas aos Colaboradores, tendo as variáveis Falta de colaboradores com conhecimento técnico avançado na empresa para acompanhar a implantação do sistema RFID e Resistência dos colaboradores diante da implantação de novas tecnologias, presentes no referido fator. Além disso, Park *et al* (2010) relata que a principal dificuldade associada a implantação de sistemas RFID consiste na alta resistência por parte dos colaboradores em acreditar na nova tecnologia e consequentemente adquirirem conhecimento e comprometimento para implantação.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo central confirmar as principais dificuldades associadas a implantação de sistemas RFID na concepção de profissionais que vivenciaram esta experiência. Os procedimentos metodológicos utilizados foram pesquisa bibliográfica, para o levantamento das 18 dificuldades que deram base ao instrumento de pesquisa, e *survey* com a participação de 90 profissionais conhecedores da temática.

As implantações de sistemas RFID apresentam parâmetros relevantes para o seu sucesso, entretanto algumas dificuldades podem ser observadas. Esta dissertação procurou validar quais dificuldades se apresentam de forma comum às empresas brasileiras de diferentes setores.

Mediante aos resultados obtidos e apresentados no capítulo anterior, pode-se dizer que os objetivos deste trabalho foram alcançados, permitindo uma compreensão mais fácil de como se estruturam as principais dificuldades associadas às implantações de sistemas RFID. A definição dos três grupos que representam a maior parte da variância do fenômeno estudado permitiu uma análise mais direta e objetiva. Apresenta-se a seguir os grupos (fatores) e as variáveis com maiores cargas fatoriais em cada um deles.

Dificuldades Operacionais: Dificuldade em encontrar fornecedores capacitados a fornecerem equipamento para estrutura RFID; Dificuldade em encontrar sistemas RFID *userfriendly* para todos os usuários diretos e indiretos deste novo sistema; Falta de normas e Padrões disponíveis para a implantação de sistemas RFID que possam ser usados pela empresa como diretrizes; Baixa existência de estudos de casos na literatura que possam servir de benchmarking ou apoio para a implantação de sistemas RFID.

Dificuldades de Planejamento: Dificuldade em definir o impacto estratégico e real ganho para os clientes com a implantação de sistemas RFID; Dificuldade em calcular o ROI (retorno em investimento) na implantação de RFID; Dificuldade em comprovar para a direção da empresa que as melhorias propostas em indicadores são decorrentes da implantação de sistemas RFID.

Dificuldade Associada aos Colaboradores: Falta de colaboradores com conhecimento técnico avançado na empresa que possam acompanhar a implantação de sistemas RFID; Resistência dos colaboradores frente a implantação de novas tecnologias.

O autor desta dissertação entende que os resultados aqui apresentados são relevantes tanto para empresas que desejam implantar este tipo de sistema quanto para profissionais

acadêmicos. Para as empresas, o conhecimento das principais dificuldades associadas à implantação possibilita a realização de “ações preventivas”, reduzindo riscos relacionados ao projeto. Para acadêmicos, os resultados podem ser entendidos como ponto de partida em futuras pesquisas.

Vale ressaltar que esta pesquisa é caracterizada pelo autor desta dissertação como um estudo exploratório e descritivo e, desta maneira, apenas inicia um debate maior que pode ser complementado por outras pesquisas. Ressalta-se ainda, que as conclusões aqui apresentadas tomam por base a opinião de 90 profissionais com expertise no assunto e atuantes em diferentes segmentos empresariais.

Como recomendações para futuros trabalho, apresentam-se três possíveis vertentes de pesquisas. A primeira delas estaria relacionada à análise das dificuldades apresentadas tomando por base setores específicos empresariais. Como salientado anteriormente, dificuldades específicas podem ser evidenciadas para diferentes setores. A segunda proposição que se faz está relacionada à um estudo específico sobre a variável custos, procurando apresentar em quais setores o mesmo se demonstra como um fator restritivo à implantação e em quais setores o mesmo já não apresenta esta característica. Por fim, a terceira sugestão está associada a estudos de casos pontuais que avaliem todo o projeto de implantação à luz de diretrizes como o PMBOK ou ISO 21.500:2012.

REFERÊNCIAS

- ADHIARNA, N.; HWANGB, Y.M.; PARK, M.J.; RHO, J.J. An integrated framework for RFID adoption and diffusion with a stage-scale-scope cubicle model: A case of Indonesia. **International Journal of Information Management**, v.33, p.378-389, 2013.
- ALVES, A. G.; NOGUEIRA, E.; BENTO, P. E. G. Operations strategies of engine assembly plants in the Brazilian automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v.35, n.5, p.817 – 838, 2015.
- ANDRADE, M. M. **Introdução ao trabalho científico**. Editora Atlas, São Paulo, 1998.
- ANGELES, R. RFID Technologies: Supply Chain Applications and implementation issues. **Information System Management**, v.22, n.1, pp. 51-65, 2005.
- ARNOLD, T. J. R.; CHAPMAN, S. N.; CLIVE L. M. **Introduction to Materials Management**. Editora Prentice Hall, 2011.
- ARYA, K. R.; ASHURI, S. B. A cost-benefit case for RFID implementation in hospitals: adapting to industry reform, **Facilities**, Vol.33, n.6, p.367 – 388, 2015.
- ATTARAN, M. RFID: an enabler of supply chain operations, **Supply Chain Management: An International Journal**. n 12, p.249 - 257, 2007.
- AZEVEDO, S. G.; CARVALHO, H. Contribution of RFID technology to better management, 2012.
- BAHRI, S.; IBRAHIM, A. RFID in libraries: a case study on implementation, **Library Hi Tech News**, n 30, p.21 - 26, 2013.
- BALADEI, S. P.; DIAS, R. R. F.; VILLAR, G. S. R.; HESSEL, F. **Implementado RFID na cadeia de negócios**, Editora ediPUCRS, Porto Alegre, 2011.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física**. 5ª Ed. Editora Bookman, Porto Alegre, 2006.
- BARJIS, J.; WAMBA, S. F. Organizational and business impacts of RFID technology, **Business Process Management Journal**, n.16, p.897 - 903, 2010.
- BECKER, J.; VILKOV, L.; WEI, B.; WINKELMANN, A. A model based approach for calculating the process driven business value of RFID investments. **Int. J. Production Economics**, v.127 p.358–371, 2009.

BENDAVID, Y.; BOECK, H.; PHILIPPE, R. Redesigning the replenishment process of medical supplies in hospitals with RFID. **Business Process Management Journal**. n. 16, p.991 - 1013, 2010.

BHATTACHARYA, M. A conceptual framework of RFID adoption in retail using Rogers stage model. **Business Process Management Journal**, v. 21 n.3 p.517 – 540, 2015.

CARR, A. S.; ZHANG, M.; KLOPPING, I.; MIN, H. RFID Technology: Implications for Healthcare Organizations. **American Journal of Business**, n.25, p.25 - 40, 2010.

CHUANG, M. L.; SHAW, W. H. An empirical study of enterprise resource management systems implementation. **Business Process Management Journal**, v.14 n.5 p 675 – 693, 2008.

CHRISTOPHER, M.; HOLWEG, M. Supply Chain 2.0: managing supply chains in the era of turbulence. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.41 n.1, p.63-82, 2011.

CRONBACH, L. J.; SHAVELSON, J. R. My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures. **Educational and Psychological Measurement**, v.64 n.3, p.391-418, 2004.

DEVRIES, P. D. The state of RFID for effective baggage tracking in the airline industry. **International Journal of Mobile Communications**, V.6, n.2, p.151-64, 2008.

DOMINGUEZ-PÉRY, C.; AGERON, B.; NEUBERT, G. A service science framework to enhance value creation in service innovation projects. An RFID case study. **Int. J. Production Economics**, v.141, p.440-551, 2013.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados – Modelagem multivariada para tomada de decisões**. Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2009.

FRIES, J. L.; TURRI, A. M.; BELLO, D. C.; SMITH, R. J. Factors that influence the implementation of collaborative RFID programs. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v.25 n.8 p.590 – 595, 2010.

FREDRIK N. Logistics management in practice – towards theories of complex logistics. **The International Journal of Logistics Management**, v.17, n.1 p.38 – 54, 2006.

GARFINKEL, S. A.; JUELS, A. RFID privacy: an overview of problems and proposed solutions. **IEEE Security & Privacy Magazine**, v.3, n.3 p.9, 2005

- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª. Ed. Editora Atlas, São Paulo, 2010.
- GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p.20-29, 1995.
- GÜNTHER, O.; SPIEKERMANN, S. RFID and the perception of control: the consumer's view. **Communications of the ACM Magazine**. n48, p.73-76, 2005.
- HAIR, F. J.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. 6ª Ed. Editora Bookman, Porto Alegre, 2009.
- HARDGRAVE, B.; WALLER, M.; MILLER, R. RFID's Impact on Out of Stocks: A Sales Velocity Analysis. **White Paper, Information Technology Research Institute, Sam M. Walton College of Business**, 2006.
- JUELS, A. RFID Security and Privacy: A Research Survey. **IEEE journal on selected areas in communications**, v.24, n. 2, 2006.
- KARAGIANNKA, A.; PAPAKIRIAKOPOULOS, D.; BARDAKI, C. Warehouse contextual factors affecting the impact of RFID. **Industrial Management & Data Systems**, n.111, p.714 - 734, 2011.
- KELLY, E. P.; ERICKSON G. S. RFID tags: commercial applications v. privacy rights. **Industrial Management & Data Systems**. n.105, p.703 - 713, 2005.
- KORSS, J. F.; RICHEY, R. G.; CHEN, H.; NADLER, S. S. Technology emergence between mandate and acceptance: an exploratory examination of RFID. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. n. 41, p.697 - 716, 2011.
- KUMAR, S.; HEUSTIS, D.; GRAHAM, J. M. The future of traceability within the U.S. food industry supply chain: a business case. **International Journal of Productivity and Performance Management**. n.64, p.129 - 146, 2015.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3.Ed. Editora Atlas, São Paulo, 1991.
- LEE, H.; OZER, O. Unlocking the Value of RFID. **Production and operations management**, v.16, n.1, p.40 – 64, 2007.
- LIM. M. K.; LEUNG, S. C. H. RFID in the warehouse: A literature analysis (1995–2010) of its applications, benefits, challenges and future trends. **Int. J. Production Economics**. N.145, p.409–430, 2013.

- LORCHIRACHOONKUL, W.; MO, J. P. T. RFID implementation with virtual infrastructures. **Business Process Management Journal**, v.16 n.6 p.917 – 931, 2011.
- MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 6.Ed. Editora Bookman, Porto Alegre, 2011.
- MAROCO, J. **Análise Estatística: com utilização do SPSS**. Editora Sílabo, Lisboa, 2007.
- MATTA, V.; MOBERG, C. The development of research agenda for RFID adoption and effectiveness in supply chains. **Issues in Information Systems**, v.7,n.2, p.246-251, 2006.
- MEHRJERDI, Y. Z. A framework for Six-Sigma driven RFID-enabled supply chain systems. **International Journal of Quality & Reliability Management**, n.30, p.142 - 160, 2013.
- MEHRJERDI, Y. Z. RFID and its benefits: a multiple case analysis. **Assembly Automation**. n.31, p.251 - 262, 2011.
- MICHAEL, K.; McCATHIE, L. The pros and cons of RFID in supply chain management. **Proceedings of the International Conference on Mobile Business**, p.623-629, 2005.
- MOON, K. L.; NGAI, E. W. T. The adoption of RFID in fashion retailing: a business value-added framework. **Industrial Management & Data Systems**, n.108, p.596 - 612, 2008.
- NILSSON, F. Logistics management in practice – towards theories of complex logistics. **The International Journal of Logistics Management**, v.17, n.1 p. 38 – 54, 2006.
- SWEENEY, E.; GRANT, D. B.; MANGAN, D. J. The implementation of supply chain management theory in practice: an empirical investigation. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.20 n.1 p.56 – 70, 2015.
- OSYK, B. A.; VIJAYARAMAN, B. S.; SRINIVASAN, M.; DEY, A. RFID adoption and implementation in warehousing. **Management Research Review**. N.35, p.904 - 926, 2012.
- OTHMAN, R.; GHANI, R. A. Supply chain management and suppliers' HRM practice. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.13 n.4, p.259-262, 2008.
- OKUBOCO, M.; SUZUKI, K.; KINOSHITA, S. RFID Privacy Issues and Technical Challenges. **Communication of the ACM**, v.48, n.9, 2015.
- PARK, K. S.; KOH, C. E.; NAM, K. T. Perceptions of RFID technology: a cross national study. **Industrial Management & Data Systems**, n.110, p.682 - 700, 2010.

- PIECYK, M. I.; BJÖRKLUND, M. Logistics service providers and corporate social responsibility: sustainability reporting in the logistics industry. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.45 n.5 p.459 – 485, 2015.
- PIERCY, N.; RICH, N. The relationship between lean operations and sustainable operations. **International Journal of Operations & Production Management**, v.35 n.2 p.282 – 315, 2015.
- PEDROSO, M. C.; ZWICKER, R.; SOUZA, A. S. RFID adoption: framework and survey in large Brazilian companies. **Industrial Management & Data Systems**, n.109, p.877 -897, 2009.
- POWELL, D.; SKJELSTAD, L. RFID for the extended lean enterprise. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.3 n.3 p.172 – 186, 2012.
- REYES, P. M.; WORTHINGTON, W. J.; COLLINS, J. D. Knowledge management enterprise and RFID systems. **Management Research Review**, v.38 n.1 p. 44 – 66, 2015
- RIEBACK, M. R.; CRISPO, B.; TANENBAUM, A. S. The Evolution of RFID security. **Pervasive Computing**, pp. 62-66, 2006.
- ROUSSOS, G.; KOSTALOV, V. RFID in pervasive computing: State of art and outlook. **Pervasive and Mobile Computing**, v.5, n.1, p.110-131, 2008.
- SABBAGHI, A.; VAIDYANATHAN, G. Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply chain Management: Strategic values and Challenges. **Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research ISSN**, v.3, n.2, p.71-81, 2008.
- SANO, A. T.; ANHOLON, R. Analysis of critical processes in the implementation of lean manufacturing projects using project management guidelines. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.84, n.9, p.2247-2256, 2015.
- SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 Ed. Florianópolis, 2005.
- SIROR, J. K.; HUANYE, S.; DONG, W. RFID based model for an intelligent port. **Computers in Industry**. v.62, p.795–810, 2010.
- SHERER, S. A. From supply-chain management to value network advocacy: implications for e-supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.10 n.2 p.77 – 83, 2005.

- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3 Ed. Editora Atlas, São Paulo, 2009.
- SPEKMAN, R. E.; SWEENEY II, P. J. RFID: from concept to implementation. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. n.36, p. 736 - 754, 2006.
- STORM-MATHISEN, A. RFID in toll/ticketing – a user-centric approach. **Info**. n.16, p. 60 - 73, 2014.
- STAJANO, F. Viewpoint: RFID Is X-Ray Vision. **Communications of the ACM**, v.48, n.9, p.31-33, 2005.
- STREINER, D. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. **Journal of Personality Assessment**. v.80, p.217-222, 2003.
- SUHONG, L.S.; GODON, D.; VISICH, J. K. An exploratory study of RFID implementation in the supply chain. **Management Research Review**, v.33, n.10 p.1005 – 1015, 2010.
- TACHIZAWA, E. M.; GIMENEZ, C.; SIERRA, V. Green supply chain management approaches: drivers and performance implications. **International Journal of Operations & Production Management**, v.35 n.11 p.1546 – 1566, 2015.
- TAVAKOL, M. & DENNICK, R. Making sense of Cronbach's alpha. **International journal of Medical Education**, v.2, p.53-55, 2011.
- ÜLGEN, V. S.; FORSLUND, H. Logistics performance management in textiles supply chains: best-practice and barriers. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.64 n.1 p. 52 – 75, 2015.
- VIEHLAND, D.; WONG A. The Future of Radio Frequency Identification. **Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research** v.2, n.2, p.74 – 81, 2007.
- VIJAYARAMAN, B.S.; OSYK, B.A. An empirical study of RFID implementation in the warehousing industry. **The International Journal of Logistics Management** v.17, n.1 p.6 – 20, 2006.
- WALKER, H.; CHICKSAND, D.; RADNOR, Z.; WATSON, G. Theoretical perspectives in operations management: an analysis of the literature. **International Journal of Operations & Production Management**, v.35, n.8 p.1182 – 1206, 2015.
- WEI,

J.; LOWRY, P. B.; SEEDORF, S. The assimilation of RFID technology by Chinese companies: A technology diffusion perspective. **Information & Management**, v.52, p.628–642, 2015.

WIDAD, J. K.; NASIR, I. M.; ISMAIL, A. W.; OMAR, M. Q.; ZANAL, F. H. M. UHF RFID proof of concept (POC) with open-source ILS at Universiti Sains Malaysia (USM) Libraries. **Program: electronic library and information systems**, n.49, p.135 - 150, 2015.

WIJNGAERT, L.; VERSENDAAAL, J.; MATLA, R. Business IT Alignment and technology adoption; The case of RFID in the logistics domain. **Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research**. n.3, p.71-80, 2008.

WONG, C. Y. W.; WONG, C. W.; BOON-ITT, S. Integrating environmental management into supply chains. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.45 n.1/2 p.43 – 68, 2015.

WU, Y. A.; PRYBUTOK, V. R.; KOH, C. E.; HANUS, B. A nomological model of RFID privacy concern. **Business Process Management Journal**. n18, p.420 - 444, 2006.

YU, S. RFID implementation and benefits in libraries. **The Electronic Library**, n.25, p.54 - 64, 2007.

ZELBST, P. J.; GREEN, K. W.; SOWER, V. E.; BAKER, G. RFID utilization and information sharing: the impact on supply chain performance. **Journal of Business & Industrial Marketing**, n.25, p.582 - 589, 2010.

Apêndice 1**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (original)****Principais dificuldades associadas à implantação de sistemas RFID em empresas brasileiras****Nome dos responsáveis: Eduardo de Araujo Moretti (aluno de mestrado)****Prof. Dr. Rosley Anholon****Número do CAAE: 58493216.3.0000.5404**

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e você poderá manter uma cópia do mesmo, caso assim deseje. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de indicar sua concordância por meio eletrônico, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

A principal justificativa para a realização desta pesquisa é a de que ainda são poucos os trabalhos que analisam as principais dificuldades associadas à implantação de sistemas RFID em empresas brasileiras. Futuras implantações de RFID e outros pesquisadores poderão se beneficiar deste trabalho.

Procedimentos:

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa e para tal solicitamos o preenchimento de algumas informações. Inicialmente, assinale a opção declarando que recebeu e leu o TCLE e deseja participar desta pesquisa como voluntário. Em seguida, insira seus dados, a relação que possui com o tema “sistemas RFID” e seu e-mail, caso deseje receber os resultados tratados estatisticamente. Além desta parte introdutória, o questionário será composto por dezoito questões apresentando as principais dificuldades associadas à implantação de sistemas RFID, levantadas segundo a literatura. tempo estimado para responder às questões é de 15 minutos. Atribua uma nota variando de 1 a 10 para cada uma das dificuldades apresentadas segundo sua experiência profissional, na qual a nota 1 representava baixíssima e a nota 10 que representava altíssima observação da referida dificuldade na implantação de sistemas RFID.

Desconfortos e riscos:

Não há riscos previsíveis nesta pesquisa e que possam ser mensuráveis. Você não deve participar deste estudo se sentir qualquer desconforto em fornecer as informações solicitadas.

Benefícios:

O grande benefício indireto associado a esta pesquisa está relacionado à contribuição para o conhecimento científico na área de sistemas RFID e ao fato do respondente poder receber, caso deseje, os resultados tabulados e tratados estatisticamente. Tais informações poderão ser de grande valia para a instituição na qual atua ou em sua vida profissional.

Acompanhamento e assistência:

A todo o momento, os responsáveis por essa pesquisa estarão disponíveis via meios eletrônicos (e-mail, telefone, entre outros) ou pessoalmente (se possível) para prestar assistência e acompanhamento. Tais contatos são apresentados posteriormente.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

Este estudo não contará com nenhum tipo de ressarcimento, visto que os respondentes se comprometem a atuar de forma colaborativa e voluntária com a pesquisa. O preenchimento do questionário poderá ser feito a qualquer momento e você poderá declinar da participação a qualquer momento, visto que a mesma não se faz obrigatória. Você terá a garantia ao direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Critérios de Inclusão e exclusão dos participantes

Para participar desta pesquisa o participante deverá possuir ao menos uma participação ou acompanhamento em implantação de sistemas RFID. Atendendo a este requisito, os dados serão coletados e analisados estatisticamente.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores

1) Eduardo de Araujo Moretti: Rua Arquiteto José Augusto Silva, 761 ap 32 bloco Trindade, Campinas, São Paulo, telefone (19) 98301-6789, e-mail edsmoretti@hotmail.com

2) Professor Doutor Rosley Anholon, Rua Mendeleyev, 200, Departamento de Engenharia de Manufatura e Materiais (DEMM), Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), Universidade Estadual de Campinas, telefone (19) 3521-3312, e-mail rosley@fem.unicamp.br, sala EE207

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30 hs às 11:30 hs e das 13:00 hs às 17:00 hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a

regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, indique o aceite à pesquisa. Para formalizar esse aceite, coloque seu nome completo, data e clique no botão: aceite participar da pesquisa.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter disponibilizado via online uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

_____ Data: ____/____/____.
Eduardo de Araujo Moretti

_____ Data: ____/____/____.
Rosley Anholon