

DANIEL ANDRADE PIMENTA DE FIGUEIREDO

ANÁLISE TECNOLÓGICA E ECONÔMICA DO RFID

Trabalho de formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma de
Engenheiro de Produção

São Paulo

2005

DANIEL ANDRADE PIMENTA DE FIGUEIREDO

ANÁLISE TECNOLÓGICA E ECONÔMICA DO RFID

Trabalho de formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma de
Engenheiro de Produção

Orientador:
Prof. Dr. Nilton Nunes Toledo

2005

São Paulo

FICHA CATALOGRÁFICA

Figueiredo, Daniel Andrade Pimenta de
Análise tecnológica e econômica do RFID:
viabilidade tecno-
lógica e econômica do RFID pela cadeira de
suprimentos / D.A.P. Figueiredo. -- São Paulo, 2005.
125 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da
Universida-
de de São Paulo. Departamento de Engenharia de
Produção.

1.Radio Frequência 2.Monitoramento e controle
3.RFID 4.Co-
digo de barras 5.Cadeia de suprimentos
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Departamento de Engenharia de Produção II.t.

Dedico este trabalho às pessoas que agüentaram o meu mau humor neste longo período de pressão e incertezas.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Professor Nilton Nunes Toledo que doou parte do seu tempo para ajudar na construção deste trabalho. Gostaria, também, de agradecer meus pais por me darem a oportunidade de, hoje, estar apresentando este trabalho, nesta faculdade.

Por fim gostaria de agradecer as pessoas que contribuíram uma forma ou de outra, para o melhor resultado deste estudo. Obrigado.

RESUMO

Este trabalho de formatura foi desenvolvido para analisar as principais características de uma tecnologia que está em evidências nas inovações tecnológicas das empresas atualmente. O RFID (radio frequency identification) utiliza, como diz o nome, da radio frequência para identificar objetos que possam, ou não possam, estar no alcance visual do usuário. Por exemplo, ler um pallet inteiro de uma só vez quando este entra em um centro de distribuição.

O trabalho, de forma grosseira, é dividido em três etapas: a primeira busca o alinhamento do conhecimento entre os leitores. Muitos já conhecem bem o RFID, outros estão entrando em contato com a tecnologia agora, então nada mais natural que um nivelamento do que sabemos para começar uma análise mais profunda.

Ainda nesta “primeira parte” temos uma breve descrição de onde as principais empresas do mundo estão aplicando o RFID, quais são seus principais objetivos e qual o tamanho da aplicação. Terminamos esta primeira parte com um comentário sobre um assunto que está em evidência nas discussões desta tecnologia: invasão de privacidade

Após este começo começamos uma análise da tecnologia na cadeia de suprimentos de um varejo genérico. Nela, após uma breve descrição dos seus processos e atividades, iniciamos a análise dos impactos qualitativos da tecnologia RFID nesta cadeia; onde ela terá o maior impacto, onde ela será mais importante e quais benefícios derivam destes impactos.

Por fim, temos um estudo prático de viabilidade econômica da tecnologia nos meios que analisamos na etapa anterior realizado nos armazéns de ferramentas e pequenos equipamentos de uma empresa que trabalha no ramo de construção civil. Nela mostramos as características atuais e processos, como vamos dimensionar a infraestrutura atrelados aos benefícios que estamos procurando. Terminamos com um business case geral para a implementação da tecnologia no armazém central e nos depósitos nas obras.

ABSTRACT

This paper has the objective to study the technological and economical feasibility of RFID (radio frequency identification). The study is marjory divided in three parties. The first one is responsible to explain the technology and its components. By showing how the technology work we will align the knowledge and at the end every reader will be at the same RFID level. The first part ends showing what other companies are doing in that field.

The second one evolves the rfid technology in the generic supply chain, showing its benefits and characteristics.

Finally in the third part we built a generic business case of rfid implementation at a equipment /tools warehouse

ÍNDICE

FICHA CATALOGRÁFICA	3
1 LISTA DE FIGURAS	10
2 LISTA DE TABELAS.....	11
3 Introdução	12
4 Revisão da literatura.....	15
4.1 Funcionamento geral da tecnologia	26
4.2 Como esta tecnologia está sendo aplicada no Brasil e no mundo	33
4.3 O problema da privacidade	41
4.3.1 Conclusões sobre privacidade	47
5 Materiais e métodos.....	49
5.1 Definição da Cadeia de Suprimentos.....	49
5.2 Análises dos Processos	50
5.2.1 Processos Envolvendo Toda a Cadeia de Suprimentos.....	50
5.2.2 Processos envolvendo o Fabricante	53
5.2.3 Processos envolvendo o Centro de Distribuição	55
5.2.4 Processos envolvendo o Varejo	58
5.3 Descrição dos benefícios por processo	61
5.3.1 Características da Cadeia.....	64
5.3.2 Performance operacional.....	65
5.3.3 Barreiras específicas	67
5.3.4 Fatores externos	67
5.4 Descrição dos Benefícios por processos – Planejamento da Demanda.....	70
5.5 Benefícios da tecnologia RFID no Centro de Distribuição e Varejo	75
5.6 Conclusão desta análise	80
6 Resultados.....	83
6.1 Introdução	83
6.1.1 Implementação da tecnologia por etapas	83
6.2 Descrição do projeto.....	84
6.3 Objetivo.....	85
6.4 Descrição da Empresa.....	85
6.5 Descrição do Armazém.....	87
6.6 Descrição dos processos	98
6.6.1 Fluxograma do processo de decisão de compra de novos materiais...	101
6.6.2 Fluxograma dos processos de movimentação dos materiais no armazém	103
6.7 Descrição da infra-estrutura e novos processos	104
6.8 Descrição dos benefícios.....	109
6.9 Métricas.....	112
6.10 Cálculo dos benefícios	115
.....	115
.....	116
.....	117
6.11 Análise de viabilidade.....	118
7 Discussões.....	119
8 Conclusões	122
Espero ter contribuído para que possa entender e começar a estudar a implementação na área que trabalha. Obrigado.	124
9 Elementos pós texto.....	125

9.1	Bibliografía recomendada	125
-----	--------------------------------	-----

1 LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – comparação do código de barra com a etiqueta inteligente.....	13
Figura 2 – EPC.....	14
Figura 3 – Etiquetas inteligentes da Matrics.....	15
Figura 4 - Leitor AR400 da Matrics.....	20
Figura 5 - Identificação de produtos.....	26
Figura 6 - Adicionando uma etiqueta nas caixas.....	26
Figura 7 – Lendo as etiquetas.....	27
Figura 8 – Savant.....	27
Figura – 9 NOS.....	28
Figura 10 – Docas de entrada e saída	29
Figuras 11 – Leitura.....	30
Figura 12 – Prateleira.....	31
Figura 13 – Consumidor.....	31
Figura 14 – Cadeia de suprimentos.....	48
Figura 15 – Caminho da informação.....	50
Figura 16 – Processos de fabricação.....	52
Figura 17 – Processos no CD.....	54
Figura 18 – Processos no varejo.....	57
Figura 19 – Benefícios de acordo com a compreensão da tecnologia.....	67
Figura 20 – Categoria.....	68
Figura 21 – Mudança o recebimento.....	74
Figura 22 – Mudanças na visualização da cadeia.....	75
Figura 23 – Mudança na reposição.....	76
Figura 24 – Mudanças no planejamento do planograma.....	77
Figura 25 – Mudanças nos pedidos.....	78
Figura 26 – Mudanças contagem de inventário.....	78
Figura 27 – Desenho do armazém de equipamentos.....	87
Figura 28 – Armazenagem de geladeiras.....	88
Figura 29 – Armazenagem de máquinas de soldas.....	88
Figura 30 – Armazenagem de ar condicionado.....	89
Figura 31 – Detalhamento do armazém 2.....	90
Figura 32 e 33 – Armazém 2.....	90
Figura 34 e 35 – Armazém de ferramentas.....	92
Figura 36, 37 e 38 – Armazenamento de ferramentas.....	94
Figura 39 e 40 – Armazenamento de equipamentos.....	95
Figura 41 – Expedição.....	96
Figura 42 – Equipamentos de metrologia.....	97
Figura 43 – Ficha de controle de equipamentos.....	99
Figura 44 – Infra-estrutura do armazém.....	105
Figura 45 – Infra-estrutura do projeto.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características da etiqueta.....	18
Tabela 2 – Faturamento.....	85
Tabela 3 – Recursos humanos.....	85
Tabela 4 – Ativos.....	86
Tabela 5 – Lista de característica das categorias.....	113
Tabela 6 – Lista de equipamentos.....	114
Tabela 7 – Lista de características preenchida.....	116
Tabela 8 – Análise financeira.....	118

Introdução

Muitas empresas interessam-se vivamente pela tecnologia e procuram onde ela trará benefícios para a cadeia de suprimentos e muitos pilotos já se desenvolvem em diversos ramos de atividades: aeroportos - teste de monitoramento de bagagens com o objetivo de reduzir o extravio; lojas de roupa -ajuda eletrônica e informações sobre as peças de roupas provadas; monitoramento de Pallets, com o objetivo de reduzir as perdas etc. Em outra parte deste trabalho mostraremos com mais detalhes o que está sendo feito no mundo com respeito à RFID.

Mas o anúncio que acelerou a procura e curiosidade sobre a tecnologia partiu da rede varejista Wal-Mart.

Em meados de 2003, Linda Delam, Wal-Mart's CEO, anunciou publicamente em junho que o Wal-Mart pedirá para seus 100 maiores fornecedores que etiquetem os pallets e caixas até janeiro de 2005. Esta noticia provocou uma tempestade nas indústrias varejista e de bens de consumo. “Nós pedimos que nossos 100 maiores fornecedores coloquem as etiquetas contendo chips RFID em seus pallets e caixas” diz Tom Williams, porta-voz do Wal-Mart. “E, até 2006, expandiremos este pedido para todos os nossos fornecedores”. Na verdade o Wal-Mart depois explicaria que somente 3 Centros de distribuição situados no Texas (que abastecem 100 lojas) fariam parte desta implementação. Mas hoje já estão falando que em 16 meses os 200 maiores fornecedores do Wal-Mart estarão utilizando a tecnologia, e 6 CDs estarão com ela implementada. Acreditamos que este início de “rollout” irá impulsionar outras empresas a adotar a tecnologia, que acontecendo em alto volume irá reduzir seu custo o que permitirá que mais empresas pensem em adotá-la, e assim sucessivamente.

A instalação da tecnologia em um Centro de Distribuição permitirá que o Wal-Mart tenha uma maior agilidade, confiabilidade e redução de despesas operacionais. Trataremos deste tópico com bastante detalhe na segunda e terceira partes deste trabalho. Os Centros de Distribuição - pelo menos os de alta implementação tecnológica - hoje estão chegando ao limite de uso do

código de barras. Benefícios com a melhoria dos processos baseados no CDB (código de barras) estão cada vez menores e exigem cada vez um maior investimento. A comparação do CDB com o RFID, apesar de não ser inteiramente verdadeira (muito estudiosos acreditam que a etiqueta inteligente nunca irá substituir o CDB por completo, serão no futuro, tecnologias simbióticas), mostra as vantagens e desvantagens da etiqueta inteligente em comparação com uma tecnologia extremamente conhecida pela a população brasileira.

O CDB já é uma tecnologia de larga utilização no mercado brasileiro. Já não conseguimos imaginar certos locais e tarefas sem o código de barras. Isto se deve ao fato de se tratar de uma tecnologia muito barata, e que pode ser impressa. Outra vantagem é que a leitura do código de barras tanto pode ser lido pelo leitor quanto pelo ser humano (digitando os números correspondentes ao código). Em compensação o código de barras exige que a leitura seja feita com o leitor próximo da etiqueta. Muitos fatores como umidade e sujeira podem afetar a sua leitura, pois se trata de um dispositivo ótico. Outro problema é a capacidade de armazenamento da tecnologia. Sabemos que não conseguimos identificar cada item de um produto; somente SKU. Por fim a velocidade de leitura é reduzida, pois só conseguimos ler um item de cada vez e com o conjunto de restrições descritas acima.

A etiqueta inteligente padece dos problemas de toda nova tecnologia. Seu custo ainda é muito alto dificultando sua adoção em larga escala, que para tal necessitará de uma padronização das etiquetas e códigos, já em fase de implementação, mas ainda não finalizada e sujeita a mudanças. O investimento com a infra-estrutura é muito alto, englobando os altos custos de compra dos leitores, softwares e hardwares além de um grande gasto com a integração.

Mas com a implementação do RFID somos capazes de aumentar a agilidade e confiabilidade dos processos, através da leitura de mais de um item sem a intervenção humana. Com a etiqueta inteligente conseguimos armazenar mais dados, possibilitando identificarmos cada item de certo produto, informações sobre a sua fabricação e histórico de movimentação. Podemos também, acrescentar e retirar informações sobre certo item. Após sua

implementação o custo de operação é praticamente nulo, já que não depende da intervenção humana para seu funcionamento. Resumindo:

	RFID	Código de barras
Vantagens	▪ Identificação e Comunicação mais ágil ▪ As etiquetas armazenam muito mais informação ▪ Informações extras podem ser adicionadas e retiradas ▪ Aumenta a funcionalidade: cobertura e dificuldade de copiar	▪ Baixo custo ▪ Ampla utilização ▪ Alternativa de leitura humana
Desvantagens	▪ Custo alto mas caindo ▪ Incerteza na padronização dos sistemas ▪ Leitura da etiqueta ainda com restrições ambientais ▪ Grande infraestrutura	▪ A transmissão de dados é via óptica. Proximidade da etiqueta. ▪ Capacidade de armazenamento limitada ▪ Leitura de somente uma etiqueta por vez ▪ Capacidade de leitura pode ser afetada por água ou sujeira.

Figura 1 - comparação do código de barras com a etiqueta inteligente

Com a etiqueta inteligente, somos capazes de armazenar individualmente cerca de duzentos e setenta milhões de fabricantes, cada um com mais de um milhão de produtos e ainda com números de sobra para futuros fabricantes e produtos (caso utilizarmos um código de 96 bits). Ou seja, conseguimos identificar uma latinha individual de Coca-Cola e não mais o produto Coca-Cola. Não precisamos ter contato com o item a ser lido nem apontarmos o leitor para ele; basta passarmos por perto de um, que toda a caixa ou pallet é lido automaticamente. As informações específicas de cada objeto são armazenadas e atualizadas na Internet. Nela, a empresa opta pelo que será divulgado e para quem.

Mas como esta tecnologia trabalha? Quais são as suas variações? Qual é o seu custo atual? Estas perguntas referentes ao seu funcionamento e custos, bem como, as vantagens e desvantagens de cada variação serão detalhadas no item a seguir.

2 Revisão da literatura¹

Nesta parte mostraremos como funciona a tecnologia RFID além de suas variações de tecnologia, onde elas são melhor aplicadas e quais são as suas vantagens e desvantagens. Temos, até agora, uma idéia geral de aplicação da tecnologia RFID, mas ainda não temos uma visão de como ela funcionaria na prática. Mostraremos, também, a situação no Brasil: onde adquirir e quanto custa. Futuramente, neste trabalho, utilizaremos estes dados para montarmos um business case de viabilidade.

- **EPC** - A base da tecnologia RFID é o EPC (eletronic product code), um número serial que estará alocado no chip da etiqueta. O EPC tem como objetivo substituir o padrão código de barras para identificar produtos e objetos. O número serial, alocado no chip da etiqueta, é composto de um número principal e três partes de dados como mostrado abaixo:

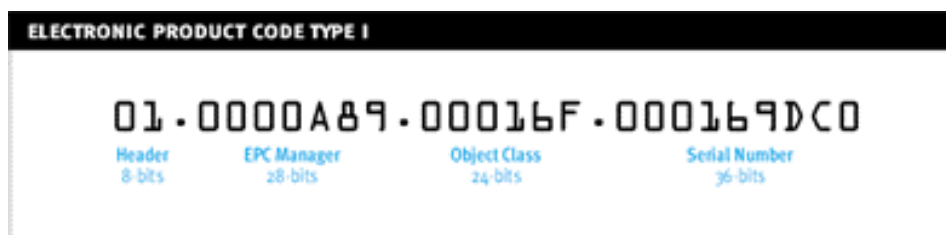


Figura 2 - EPC

O número principal identifica a versão do EPC. Esta diferenciação permitirá a criação e leitura de EPC's de diferentes tamanhos e tipos. A segunda parte do número identifica a empresa responsável pelo número, como por exemplo, o fabricante do produto que coloca a etiqueta neste. Por exemplo: Coca-Cola Company. A terceira parte é chamada de classe do objeto; refere-se ao tipo exato do produto, mais comumente o SKU. Por exemplo: lata de Coca-Cola light 330ml. A quarta parte do EPC é o número serial para aquele item (único), referente à própria latinha de Coca-Cola de que estamos falando. Com isto conseguimos identificar quais os produtos que estão entrando no final do prazo de validade.

¹ Baseado no site Auto-ID center www.autoidcenter.org

Mencionamos acima que o EPC possui variação quanto ao seu comprimento e versão. O Auto-ID Center (grupo responsável pelo desenvolvimento da tecnologia RFID Mais detalhes nas referências bibliográficas) trabalha com EPCs de tamanhos entre 64 bits e 128 bits. O mais comum é o EPC de 96 bits. Nele somos capazes de identificar 268 milhões de companhias. Cada companhia poderia ter 16 milhões de classes de objetos e 68 Bilhões de números seriais em cada classe. Muitos acham este tamanho excessivo, preferindo trabalhar com o EPC de 64 bits alegando que quanto menor for o EPC menor será o custo e mais facilmente será a adoção em massa da tecnologia no início de implementação.

- **Etiqueta Inteligente** – A etiqueta RFID (smart tag) é constituída de um microchip conectado a uma antena. Existem 3 principais diferentes tipos de etiqueta e dois principais tipos de microchips com diferentes tipos de aplicação:

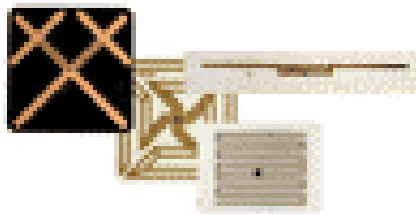


Figura 3 - Etiquetas inteligentes da Matrics

- o **Etiqueta Ativa:** estas etiquetas são alimentadas por uma bateria com a função de transmitir o sinal para o leitor. Geralmente estas etiquetas são usadas em produtos de alto valor (caminhões, por exemplo) ou que necessitam de ser lidos à grande distâncias (algumas etiquetas conseguem transmitir seus dados a quilômetros de distância). Os custos das etiquetas ativas são bem maiores por volta de \$20 nos Estados Unidos e R\$ 40 no Brasil de acordo com a empresa fornecedora Intermec.

- o Etiqueta Passiva: estas etiquetas não são alimentadas por bateria, elas transmitem seu conteúdo através das ondas eletromagnéticas enviadas pelo leitor RFID. O alcance de leitura das etiquetas passivas é normalmente três metros, e seus custos situam-se abaixo de um dollar. Muito importante destacar que a proteção que algumas etiquetas exigem, por exemplo, proteção contra choque em pallets, é o maior responsável pelo seu custo. Estas etiquetas não precisam de manutenção e foram planejadas primeiramente para monitorar pallets, caixas e itens de produtos na cadeia de suprimentos. Esta etiqueta é o foco da maioria dos estudos de viabilidade da tecnologia RFID, inclusive o Auto-ID Center.
- o Etiquetas Semi-passivas: são parecidas com as ativas pois contém baterias, mas somente são usadas para ativar o circuito do microchip, e não alimentar a comunicação entre a etiqueta e o leitor. Possui custos menores que as etiquetas ativas e têm o mesmo objetivo. Seu alcance é por volta de 10 metros.
- o Chips Read-Write: novas informações podem ser acrescentadas neste tipo de chip ou informações já existentes podem ser reescritas quando o chip está na área de leitura de um leitor. Estes chips são mais caros que o read-only (descritos a seguir) e são mais usados em objetos de grande valor.
- o Chips Read-Only: geralmente são mais baratos que os read-writes, eles armazenam informações que não podem ser mais modificadas a não ser que reprogramem o chip eletronicamente. Nestes chips, é mais comum a utilização de um número serial armazenado, como o EPC. Existe um método chamado electrically erasable programmable read-only memory (EEPROM) que permite que os dados sejam reescritos em chips read-only.

- **Ondas de Rádio** – Como já foi dito, as etiquetas se comunicam com os leitores através de ondas de rádio. Mas antes de falarmos dos leitores, vamos explicar um pouco sobre as ondas de rádio e suas propriedades. Ondas de rádio fazem parte de um espectro eletromagnético, nome que os cientistas usam para identificar todas as frequências de energia emitidas na forma de ondas. Em uma extremidade do espectro estão as ondas de baixa frequência, como as usadas pelos rádios AM. No outro extremo estão os raios X e raios gama.



Figura 4 - Antena para grandes áreas da Matrics

o Regulação Governamental: por todo o mundo, governos regulam a maioria dos espectros eletromagnéticos. No Brasil, as ondas FM estão situadas entre as frequências de 88 e 108 MHz (se você está ouvindo uma rádio na 92.9 FM, quer dizer que o rádio está sintonizado para receber ondas que se repetem em 91.5 milhões de vezes por segundo). Um problema com o RFID é que estas especificações variam de país para país. Com a extensão das bandas especiais ISM, que são usadas para uso industrial e médico, não existe parte desse espectro não sendo usada. Isto indica que uma etiqueta operando na frequência 915 MHz em um país pode não ser lida em outro pois este espectro é usado para outra coisa.

o Uma Frequência não consegue ser usada para tudo: mesmo se existisse uma banda do espectro disponível em todos os países do mundo, seria pouco produtivo se restringíssemos o uso

do RFID para esta banda. Isto porque frequências com características diferentes possuem aplicações diferentes. Por exemplo, etiquetas com frequências baixas são mais baratas que etiquetas com frequências altas (UHF), usam menos energia e são ideais para a penetração de objetos não metálicos. Também são ideais para ler objetos que contêm muita água como frutas e restritas às pequenas distâncias. Frequências UHF normalmente oferecem leituras a uma distância maior e transferem dados mais rapidamente, mas elas usam mais energia e possuem mais dificuldades em transpor materiais. E porque elas tendem a ser mais diretas, necessitam de um caminho livre entre a etiqueta e o leitor. São mais indicadas para ler produtos que passam por uma doca em um centro de distribuição.

Banda	Características	Aplicações mais comuns
Baixa 100-500 kHz	Leituras em baixas ou médias distâncias. Menor custo e velocidade de leitura	- Controle de Acesso - Identificação de animais - Controle de inventário
Média 10-15 MHz	Leituras em baixas ou médias distâncias. Custos potencialmente baixos e média velocidade de leitura.	- Controles de acessos - Smart cards
Alta 850-950 MHz 2.4-5.8 GHz	Longas distâncias. Alta velocidade, alto custo e requer estar no campo de visão	- Monitoramento de vagões -

Tabela 1 – Características das etiquetas

o **Água e Metal:** muitas pessoas já ouviram que ondas de rádio são absorvidas pela água e refletidas pelos metais, tornando o RFID pouco útil para o monitoramento de objetos que contém muita água ou embalados em containeres de metal. O modo como as ondas de rádio são afetadas pela água e produtos de metal realmente fazem com que o monitoramento destes sejam mais problemáticos, mas um bom sistema de desing e engenharia podem transpor estes problemas com RFID. Portanto, não devemos restringir os produtos que serão monitorados; sempre teremos uma frequência ou um desenho para suprir qualquer característica necessária para a arquitetura do sistema.

- **O Leitor** – Os leitores de RFID usam uma variedade de métodos para se comunicarem com as etiquetas. O método mais comum para as etiquetas passivas em pequenas distâncias é chamado de par indutivo. Simplificadamente, a antena do leitor cria um campo magnético com a antena da etiqueta. A etiqueta extrai energia deste campo e a usa para transmitir os dados (EPC) de volta para o leitor, que são transformados em dados digitais.

o **Leitores disponíveis:** hoje um leitor custa em média US\$ 300,00, nos Estados Unidos; aqui, em média R\$ 1500 . A maioria consegue ler etiquetas que operam em uma frequência. O Auto-ID center prevê especificações de leitores capazes de identificar etiquetas de frequências diferentes. E, como uma empresa precisa de uma quantidade relativamente grande de leitores para cobrir seus produtos, esta especificação permitirá aos fornecedores entregar um leitor, mais ou menos, US 100,00 (Estados Unidos).



Figura 4 - Leitor AR 400 da Matrics

- o **Colisão entre Leitores:** um problema encontrado com leitores de RFID é a interferência entre um sinal de um leitor com o sinal de outro. Isto é chamado de colisão entre leitores. É usado, pelo Auto-ID Center, um esquema anti-colisão chamado “time division multiple access” ou TDMA. Simplificadamente, os leitores são instruídos a lerem objetos em tempos diferentes. Isto permite que os leitores não interfiram um com o outro, mas permite que uma etiqueta que está na cobertura de dois leitores seja lida duas vezes. Para corrigir essa falha desenvolve-se um sistema que deleta estas duplas leituras.
- o **Colisão entre etiquetas:** outro problema que os leitores enfrentam é a leitura de muitos chips em um mesmo campo. A colisão entre etiquetas ocorre quando mais de um chip reflete o sinal para o leitor ao mesmo tempo, atrapalhando o leitor. O Auto-ID Center adotou um método padrão para resolver este problema. O leitor “pede” para as etiquetas responderem somente se o primeiro dígito do EPC combina com o primeiro dígito comunicado pelo leitor. Exemplificando o leitor fala com a etiqueta: “ Responda somente se o seu EPC começa com 0”. Se mais de uma etiqueta responder o leitor vai em busca do segundo dígito: “Responda somente se seu EPC começa com 00”. E assim

por diante até que somente uma etiqueta responda. Mas isto é feito tão rapidamente que um leitor pode ler cinquenta etiquetas em menos de um segundo.

- o **Alcance de leitura:** o alcance de leitura depende da potencia e da frequência que é usada pelo leitor e etiqueta. Geralmente, etiquetas com frequências mais altas possuem alcances mais longos, mas necessitam de mais energia emitida pelo leitor. Uma etiqueta que trabalha em UHF pode ser lida de três a quinze metros. Em algumas aplicações, as distâncias de leituras podem ser críticas como, por exemplo, identificar vagões de trem enquanto eles passam. Mas grandes distâncias nem sempre é uma vantagem. Se voce tiver somente dois leitores em um armazém do tamanho de um campo de futebol, você poderá saber qual é o seu inventário, mas os leitores não ajudarão a encontrá-los. Para uma cadeia de abastecimento é melhor usarmos uma rede de leitores que podem apontar com precisão onde se encontram os produtos. Existem leitores para esta aplicação que conseguem ler objetos dentro de um metro.

- **Savant** – em um mundo em que todo objeto possui uma etiqueta RFID e leitores irão receber um fluxo contínuo de informação sobre estas etiquetas, o gerenciamento e a movimentação de todos estes dados é um complicado problema e precisa ser superado para que uma rede global de identificação por rádio frequência possa se tornar realidade e ter valor. O Auto-ID Center desenhou um software chamado Savant para agir como um sistema nervoso central desta rede.

- o **Arquitetura distribuída:** o Savant é diferente dos softwares corporativos pois não existe uma aplicação principal. Ao invés disto, ele usa uma arquitetura distribuída e é organizado em uma hierarquia que gerencia o fluxo de dados. Existirão Savants instalados em lojas, centro de distribuições, escritórios regionais, e talvez até em

caminhões e aviões de carga. Este software, em cada nível, irá permitir que uma informação armazenada em um Savant se comunique com outros Savants. Por exemplo; um Savant em uma loja pode informar a um centro de distribuição que um certo produto está em falta. Já o Savant num centro de distribuição pode informar a loja que este produto acabou de ser embarcado.

O Afição de dados: com os Savants nas bordas das redes, e estes conectados com os leitores, irão melhorar os dados. Nem toda etiqueta é lida o tempo todo, e algumas vezes uma etiqueta é lida incorretamente. Usando algoritmos, o Savant consegue corrigir estes erros.

O Coordenação da leitura: como vimos, dois leitores correm o risco de lerem a mesma etiqueta duas vezes. Cabe o Savant analisar estes dados e deletar os duplicados.

O Caminho da informação: em cada nível, o Savant tem que decidir quais informações tem que ser enviadas ou devolvidas na cadeia de suprimentos. Por exemplo, o savant em um armazém refrigerado pode informar somente quando registrar mudanças de temperatura dos itens.

O Dados Armazenados: bancos de dados existentes não conseguem lidar com mais de algumas centenas de transações por segundo. Então, outra função do savant é manter a informação em tempo real, através do “real-time in-memory event database” (RIED). Resumidamente, o sistema pegará o EPC que é lido em tempo real e o armazenará inteligentemente, para que outras áreas da empresa possam ter acesso a ele evitando que os bancos de dados sejam sobrecarregados.

O Gerenciamento de Tarefas: Todos os Savants, não importando o nível de hierarquia, contem o Task Management System (TMS), que permite a eles gerenciar e

monitorar os dados usando tarefas pré-determinadas de acordo com a sua utilidade. Por exemplo, um Savant rodando em uma loja pode estar programado a avisar quando um produto está entrando em ruptura.

- **ONS (object name service)** – a visão do Auto-ID Center de uma rede global de monitoramento de bens requer uma arquitetura especial. Como somente o EPC é armazenado na etiqueta, computadores precisam associar este número com o produto correspondente. Esta é a tarefa do NOS, uma rede automatizada similar ao DNS (domain name service) que aponta os computadores para os sites na internet.

Quando uma etiqueta é lida, o EPC é passado para o Savant respectivo. O Savant pode, em turnos, ir para o NOS em uma rede local ou na internet e descobrir onde a informação sobre este produto está armazenada. O arquivo pode ser devolvido para o savant, e a informação sobre o produto pode ser transmitida para o inventário da companhia ou para aplicações da cadeia de suprimentos.

O Requerimentos especiais: o ONS irá lidar com muito mais pedidos que o DNS da rede. Portanto, companhias precisarão manter seus servidores ONS no local, que permitirá uma resposta da informação mais rapidamente. Então um computador de um fabricante poderá armazenar informações sobre seus clientes, fornecedores e próprias, ao invés de baixá-las na internet toda vez que um carregamento chegar ou sair de sua fábrica. O sistema poderá ser “construído em redundância”. Por exemplo, se um servidor contém uma informação sobre um certo produto e este é desligado por algum motivo, o ONS será capaz de mostrar ao savant um outro servidor que contém a mesma informação.

- **PML (Physical Markup Language)** – o EPC identifica produtos individuais, mas todas informações úteis sobre o produto estão escritas em uma nova linguagem de computador chamada “physical markup language”. PML é baseada na muito usada XML (extensible markup language). Por pretender ser um padrão universal para descrever todos os objetos físicos, processos e ambientes, PML irá cobrir todas as indústrias.

o **Padrões para descrição de objetos:** a PML irá fornecer um método comum de descrição de objetos. Será basicamente hierárquico. Então, por exemplo, uma latinha de coca poderá ser descrita como bebidas carbonizadas, que irá cair sob a categoria de refrigerantes, que irá cair sob a categoria de alimentos. Nem todas as classificações são tão simples assim. Então para assegurar que a PML tenha uma grande aceitação, a PML se baseará em padrões já existentes como “International Bureau of Weights and Measures (SI).

o **Tipos de dados da PML:** adicionalmente com a informação do produto que não muda (como composição do material), PML incluirá informações que mudam constantemente (dados dinâmicos) e informações que mudam com o tempo (dados temporais). Dados dinâmicos em um arquivo de PML podem incluir temperaturas de um carregamento de frutas, ou níveis de vibrações de uma máquina. Dados temporais mudam discretamente e intermitentemente através da vida do objeto. Por exemplo, a localização de um objeto. Por fazerem estas informações disponíveis em um arquivo PML, companhias serão capazes de usar estas informações em um novo e inovador jeito. Uma companhia, por exemplo, pode montar artifícios que

abaixam o preço do produto quando a data de vencimento deste se aproxima.

- o **Servidor PML:** arquivos PML serão armazenados em um servidor PML, um computador designado que é configurado para fornecer arquivos que são pedidos por outros computadores. O servidor PML serão mantidos pelos fabricantes e armazenarão todos os itens que o fabricante faz.

2.1 Funcionamento geral da tecnologia²

Com uma rede EPC, computadores estarão aptos a enxergar os objetos permitindo os fabricantes e varejistas controlarem e monitorarem automaticamente os itens através da cadeia de suprimentos.

Após os conhecimentos das partes funcionais da tecnologia RFID vamos, agora, mostrar como estas partes estarão funcionando na cadeia de suprimentos:

a) Identificando os produtos

A fábrica adiciona a etiqueta RFID em todos os seus produtos. Por exemplo, em todas as latinhas de refrigerante. Cada etiqueta é barata – expectativa que custe 5 centavos de Dollar – e contém um código único do produto, o EPC. Ele é armazenado no microchip da etiqueta, que é menor que um grão de areia. Há, também, na etiqueta uma mini antena de rádio. Esta antena é responsável por praticamente toda a área da etiqueta.

² Baseado no site www.autoidcenter.org

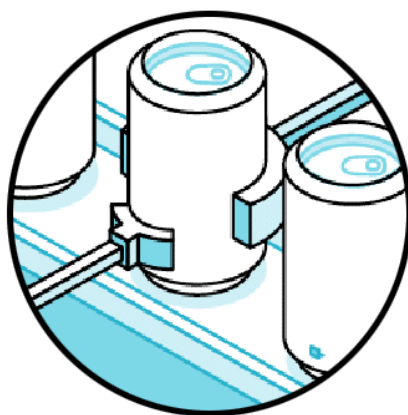


Figura 5 – Identificação dos produtos

b) Adicionando as etiquetas às caixas

Estas etiquetas irão permitir que cada produto (cada latinha de refrigerante) seja identificado, contado e localizado em um método totalmente automatizado e economicamente viável. Estes produtos são empacotados em caixas, que terão as suas próprias etiquetas RFID, e carregados em pallets, também etiquetados.

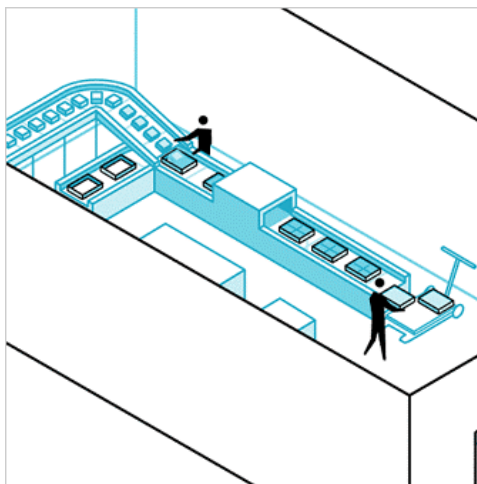


Figura 6 – Adicionando as etiquetas nas caixas

c) Lendo as etiquetas

Enquanto os pallets de produtos saem do fabricante, um leitor RFID colocado estrategicamente nas docas de saída do armazém, emite ondas de rádio até as etiquetas que são energizadas. As etiquetas,

então, começam a emitir seus EPC. O leitor, com o objetivo de prevenir erros, permite que uma só etiqueta se comunique com ele por vez. Mas este método é feito tão rápido que parece instantâneo.

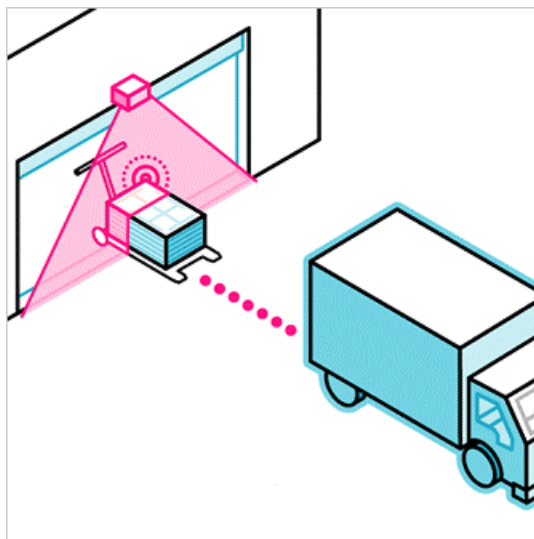


Figura 7 – Lendo as etiquetas

d) Savant começa a trabalhar

Cada leitor é conectado a um sistema chamado Savant, rodando em um computador. O leitor envia o EPC que foi lido para o Savant. O sistema forma uma busca na internet para um banco de dados ONS (object service name), que age como uma agenda de telefone ao contrário. Ele recebe um número e responde um endereço.

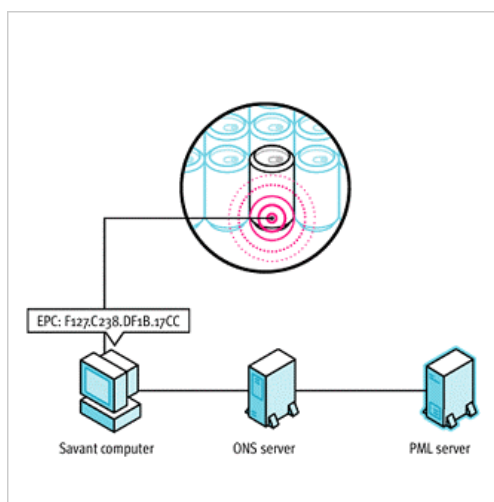


Figura 8 - Savant

e) ONS

O servidor ONS confere o EPC (o único dado armazenado na etiqueta) com o endereço de um servidor que possui uma série de informações sobre o produto. Este dado está disponível também para os sistemas Savant instalados pelo mundo.

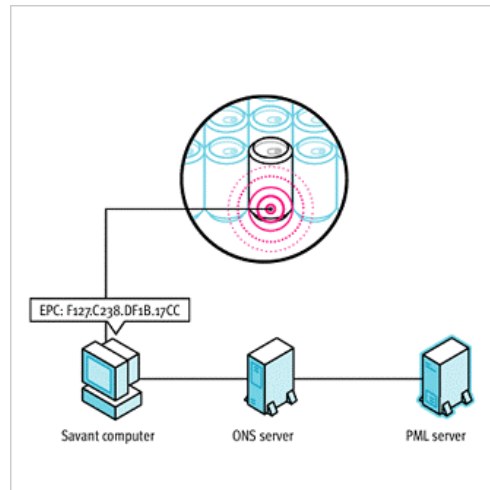


Figura 9 – ONS

f) PML

Este segundo servidor usa a PML para armazenar dados sobre os produtos do fabricante. Ela reconhece os EPC lidos como pertencendo, por exemplo, as latas de refrigerante da marca X. Como este servidor sabe a localização do leitor que começou a busca, o sistema sabe qual fábrica produziu este produto e quando ele saiu do armazém. Se, por algum acaso, um acidente envolvendo o aumento da temperatura a níveis não permitidos, o sistema sabe onde aconteceu, quando e quais lotes estavam submetidos a este erro.

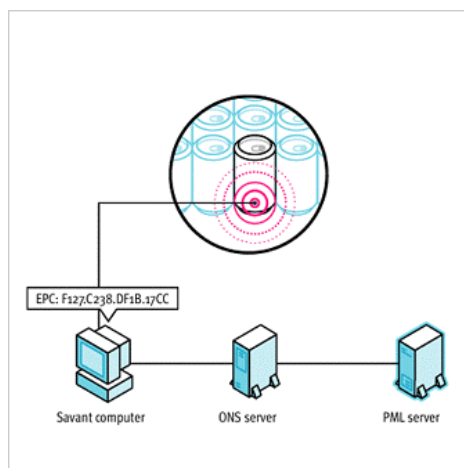


Figura 10 - PML

Conforme veremos na próxima parte deste estudo, esta arquitetura nos trará benefícios operacionais por toda a cadeia de suprimentos. A seguir, uma visão rápida e superficial destes benefícios.

▪ Eficiência no Centro de Distribuição

Os pallets de produtos chegam à área de recebimento de um centro de distribuição. Graças aos leitores RFID instalados nas docas de entrada de produtos no CD, não há a necessidade de se abrir os pallets e caixas para verificar seus conteúdos. O Savant mostra a descrição da carga e esta já está pronta para o armazenamento.

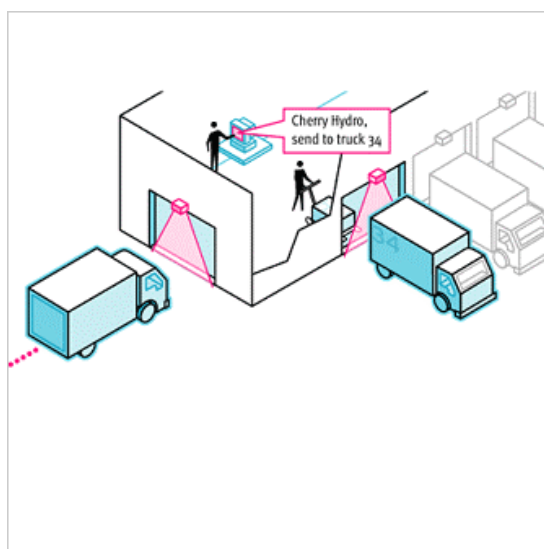


Figura 10 – Docas de entrada e saída

- **Eficiência no inventário**

Os carregamentos chegam ao supermercado, que já vem monitorando a sua carga graças a um sistema Savant instalado nele. O supermercado também possui leitores nas entradas de suas docas. Assim que os produtos chegam, os sistemas do supermercado são atualizados com estes produtos. Desta maneira o supermercado pode localizar todo o seu lote de produtos que recebeu automaticamente, com acuracidade e sem custos adicionais

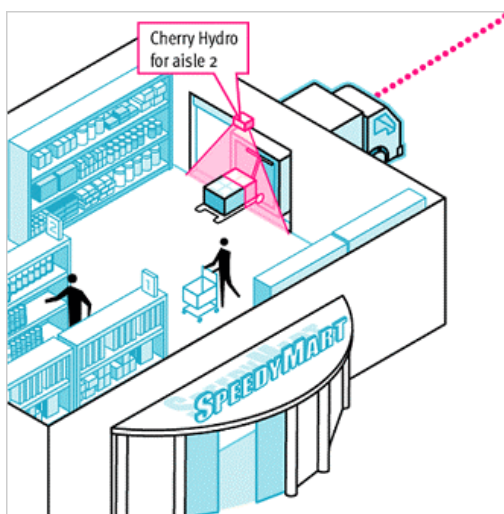


Figura 11 – Leitura

- **Eliminando o excesso de estoque**

Assim como o seu fundo de loja, as gôndolas também possuem leitores. Quando um produto é estocado, as prateleiras sabem o que está sendo colocado nelas. Agora, quando um cliente pega este produto, o leitor das prateleiras enviara uma mensagem para o sistema de reposição automática do supermercado que emitirá um pedido para o centro de distribuição. Com este sistema, a necessidade de se manter um estoque de segurança para evitar falta de produtos nas prateleiras é mínima. Em casos extremos conseguimos até eliminar o centro de distribuição.

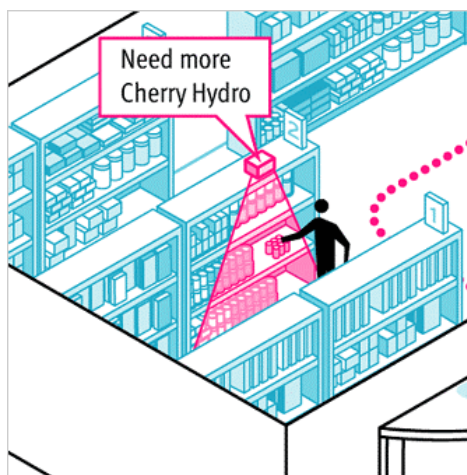


Figura 12 - prateleira

▪ Serviços ao consumidor

Auto-ID facilita a vida do consumidor. Ao invés de esperar em filas nos caixas, ele simplesmente sai do supermercado com suas compras. Leitores instalados nas saídas dos supermercados reconhecem os itens por ele comprados e manda uma informação para a cobrança automática em seu cartão de crédito.

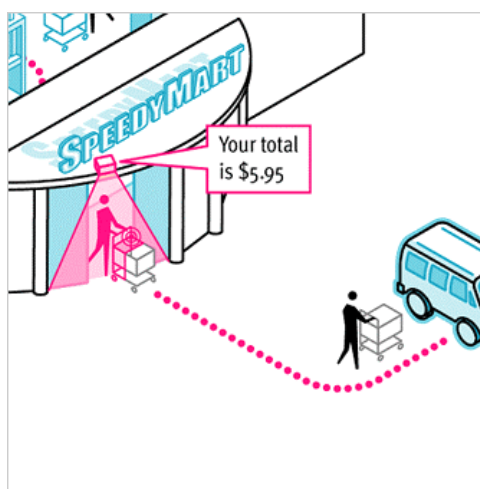


Figura 13 – Consumidor

2.2 Como esta tecnologia está sendo aplicada no Brasil e no mundo³

A primeira parte do trabalho visa à compreensão e alinhamento, por parte do leitor, da tecnologia e seus conhecimentos. Assim, agora, estamos todos com as mesmas informações do funcionamento do EPC, suas dificuldades e características especiais. A seguir vamos mostrar como esta tecnologia está sendo aplicada e testada no Brasil e no Mundo. Veremos que a amplitude de áreas, aplicações, objetivo e benefícios são muito grandes. Cada teste visa um ramo de atividade com seus problemas característicos e objetivos específicos. Listaremos um grande número de testes que estão ou já foram feitos pelo mundo. O objetivo não é somente mostrar a versatilidade e eficiência desta tecnologia, mas ajudar o leitor a pensar em seu próprio ramo de atividade como que pode ser melhorado como EPC/ RFID.

- **Ford:**

Ford tem usado etiquetas RFID na sua fábrica de motores em Windsor, Ontário, desde 1995. Especificamente a companhia tem optado pelas etiquetas e leitores da tecnologia SÃO (Excor memory System) que operam a 334 KHz. Estes são protocolos read/write de etiquetas ativas, e foi estimado que a Ford adquiriu entre 10.000 e 12.000 etiquetas à \$ 150,00 cada. A companhia colocou as etiquetas ativas nos carregadores de motores que movem através de sua montagem. No começo do processo de manufatura, um motor é colocado neste carregador e o número serial do motor é escrito na etiqueta colocada no carregador. Enquanto o motor caminha pela linha de montagem cada processo é registrado pela etiqueta através de um leitor no final de cada estação.

As etiquetas RFID são usadas para localizar e monitorar o tempo e a data com que cada estágio de montagem do motor é realizado, assim como o controle de qualidade e informações adicionais sobre o histórico de montagem de um motor em particular. Após o final do processo de montagem o carregador passa por um leitor final que lê a completa lista de especificações e seus procedimentos envolvidos. Esta informação é guardada no banco de dados da empresa.

³ Baseado no estudo – Supply chain technology, Bear Stearns

- **Harley Davidson:**

Implementou a tecnologia RFID na sua fábrica em York, Pennsylvania, em 1998 para monitorar e controlar as motos montadas de acordo com as vontades dos clientes através do chão de fábrica. Harley Davidson usa etiquetas e leitores SEM. Cada etiqueta contém um chip Philips que opera a 13.56 MHz. As etiquetas são passivas e read/write. Aproximadamente, 15.000 foram compradas à \$22.00 cada.

Nesta fábrica em particular, os carregadores se movem através de correias transportadoras no chão da fábrica levando as motocicletas através dos vários estágios de montagem. Visto que cada moto é colocada em um carregador no começo da linha de montagem e permanece nele até o final do processo, a Harley Davidson colocou etiquetas read/write neles. No começo do processo o número serial e o processo de produção da moto é colocado na etiqueta de seu respectivo carregador. A etiqueta contém o número serial da moto, o processo de produção para esta moto em particular e toda esta informação é correlacionada como sistema da fábrica.

Leitores colocados pela fábrica, e particularmente, em baixo de cada estágio de produção, lêem as etiquetas e relembram o sistema das instruções para o próximo processo de montagem. As instruções aparecem em uma tela localizada na estação específica para o operador. Ao final de cada operação o leitor da estação registra na etiqueta que a tarefa foi completa e lê as instruções para o próximo estágio de produção.

A Harley Davidson tem experimentado um aumento de eficiência com os sistemas RFID visto que cada instrução de fabricação é automaticamente mostrada aos operadores em cada estágio de montagem.

- **Toyota**

Em 2001 a Toyota começou a instalar a tecnologia RFID em suas fábricas para monitorar partes dos automóveis enquanto eles se moviam através das estações de pintura. A Toyota está utilizando o sistema com etiquetas e leitores SÃO e chips de 13,56 MHz da Philips. As etiquetas são passivas com protocolo de read/write, e estima-se a compra de 20.000 etiquetas. Cada etiqueta custou \$85.

O carro é comumente pintado quando está no começo do processo de montagem, como consequência, é necessário apontar cada cor com cada carro respectivamente. Além disto, o processo de pintura é feito por vídeo, que precisam saber não somente a cor certa mas vídeo o formado da peça que será pintada. Se o tenta pintar uma peça diferente daquela para o qual está programado, corre risco de danificar a si próprio ou ao carro. A Toyota também colocou etiquetas RFID nos carregadores nas fábricas. O número do veículo e seu modelo, cor e estilo correspondentes são escritos nesta etiqueta.

Assim que um carregador se aproxima de uma estação de pintura, os leitores desta estação lêem à etiqueta e acessam todas as informações necessárias sobre a parte do carro. O leitor informa os robôs sobre o modelo do carro e sua cor.

Depois da estação de pintura, os carregadores levam as partes do carro para o forno, na qual as etiquetas RFID não são lidas nem utilizadas, mas estão expostas às extremas temperaturas. Como as etiquetas não são removidas até o final do processo, a Toyota teve que colocar nelas uma proteção especial nas etiquetas que aumentou seu preço nas etiquetas.

Um exemplo particular do uso da tecnologia RFID pela Toyota é a companhia da África do Sul que está finalizando a implantação do sistema de monitoramento de Auto-ID. Trabalhando com as mesmas características descritas acima, a Toyota está monitorando toda a fábrica com a ajuda de 28 leitores e 6 móveis (handheld), mais o pátio e suas proximidades. O objetivo final é monitorar o varejo. Neste, objetivo, as etiquetas permanecerão no carro permitindo armazenamento de informações sobre garantias, revisões etc.

- Scottish Courage Brewery

AS Scottish Courage Brewery está usando a tecnologia RFID com o intuito de monitorar e identificar seus barris enquanto se movem através da cadeia de suprimentos. Scottish Courage, que etiquetou o primeiro barril em 1998, possui dois milhões de barris e planejou a implementação RFID em duas fases. A primeira que foi restrita a região da Escócia e envolveu a etiquetagem de 400.000 etiquetas read/write. Três linhas de enchimento foram monitoradas com leitores RFID que colocam as informações nas etiquetas dos barris depois que eles foram enchidos. Visto que a

primeira fase foi um sucesso, a empresa implementou nos restantes 1,6 milhões de barris, e ao mesmo tempo, equipou com leitores as linhas de enchimento restantes. Também equipou os funcionários que entregam os barris com handhelds de RFID.

Com toda a frota de barris etiquetados, Scottish Courage agora monitora os barris enquanto se movem pela cadeia de suprimento, escrevendo o tipo de cerveja, a data e sua cervejaria, seu destino cada vez que ele é cheio. Por causa que os barris possuem identificações individuais, a cervejaria é capaz de checar cada uma das saídas e quando elas são entregues nos clientes. O sistema alerta a cervejaria se um cliente não retorna o barril.

Esta iniciativa é feita com etiquetas passivas read/write que trabalham em 128Mhz e sistemas de integração Saco. Foi estimado que a Scottish comprou 2 milhões de etiquetas da Philips à \$4,00 por cada. Este preço já incluindo a entalção de uma proteção para evitar danos durante a movimentação. Em 2002 a Scottish Courage foi comprada pela TrenStar.

A TrenStar possui, hoje três milhões de barris, dois da Scottish Courage Brewery. A TrenStar, que é uma fornecedora de soluções de gerenciamento de ativos, compra os barris das cervejarias, equipa estes com etiquetas read/write de 128 MHz e gerencia, mantém os barris através da cadeia de suprimentos.

Com maior visibilidade na cadeia de suprimentos, o software da TrenStar determina a previsão de demanda baseado nas informações geradas pelas etiquetas. Além do ganho de acuracidade e visibilidade os barris etiquetados ajudam a identificar venda clandestina de barris de cerveja. Na Inglaterra, alguns Pubs são designados de alto volume, baseados na quantidade de cerveja que eles comprem e consomem. Pubs de alto volume conseguem comprar cerveja com desconto diferenciado.

Os barris que são entregues aos pubs de alto volume são monitorados, e o sistema reconhece quando um é enviado a um local errado alertando os operados que este barril em particular está sendo entregue no pub errado. Além disto, se uma rota esta sendo montada com certa carga e esta está errada, o sistema alerta os operadores para mudarem a rota para esta carga em particular. Isto faz que carregamentos com destinos errados sejam descobertos antes que eles cheguem ao local errado, como era feito antes.

- **Gillette**

A Gillette é fundadora do Auto-ID e participante dos testes da tecnologia RFID patrocinada por este grupo. Em novembro de 2002 anunciou que teria a intenção de comprar 500 milhões de etiquetas da Alien Technology para o monitoramento de seus produtos em caixas e pallets. A Gillette confirmou suas intenções de compra em 2003 mas afirmou que esta não seria de uma vez e sim aos poucos, conforme os testes forem feitos. Se, estes testes, se tornarem viáveis, irá comprar meio bilhão de etiquetas.

A quantidade exata e seu preço por quais as etiquetas foram compradas, não foi divulgada. Mas suspeitas falam que a Gillette pagou menos de \$0,25 por etiqueta. Quando a quantidade inicial foi anunciada foi especulado que o preço estaria por volta de \$0,05. As etiquetas são passivas write once/read many de 915 MHz com a tecnologia EPC.

- **International paper**

International Paper estão pesquisando o potencial da tecnologia RFID em seus negócio desde 1999. A companhia tem testado a tecnologia, em pilotos e tem contatado com os fornecedores da tecnologia. A International Paper entrou para o Auto-ID center em 2000, está trabalhando na possibilidade de imprimir antenas.

Mais recentemente, a International Paper desenvolve um sistema RFID para armazéns chamados “Intelli-Track” que está rodando na fábrica Texarkana. Nesta fábrica a International Paper usa etiquetas passivas e leitores de 915 MHz read-only da Matrics. Foi sabido que a Internatinal Paper tem um acordo com a Matrics para a compra de, mais ou menos, 10 milhões de etiquetas para os próximos 18 meses por \$0,30 por etiqueta.

A companhia está etiquetando os cartões de rolos de produto final e usando os leitores RFID para monitorar os rolos enquanto eles se movem pela fábrica. A International Paper estima que estava perdendo 1-8 milhões de Dolores por fábrica em cada ano em rolos de papéis perdidos, que são colocados em locais errados nos grandes armazéns, colocados em caminhões e vagões de trem errados. O sistema é feito para alertar os empregados se os rolos de papel estão sendo colocados em locais errados do armazém.

Na implementação da tecnologia RFID a International Paper colocou as etiquetas no chão do armazém e colocou os leitores nas empilhadeiras. O sistema permite que a empresa monitore as empilhadeiras enquanto elas se movem pelo armazém. A International Paper desenvolveu um software que faz um cruzamento entre a localização da etiqueta no chão com as coordenadas no armazém, para quando uma empilhadeira passa em cima de uma etiqueta e a lê, o sistema registra a localização do transponder e mostra a localização atual da empilhadeira.

- **Beal Solutions**

Beal Solutions, uma fornecedora de serviços terceirizados, recentemente terminou um piloto de teste em Austin, Texas. A Beal gerencia containers usados para transportar e gerenciar componentes desde os fornecedores de circuitos impressos. Em geral, a empresa entrega estas partes de PC depois de recebê-las dos seus parceiros de distribuição.

O piloto utilizou etiquetas e leitores de vários fornecedores, incluindo Alien Technology e Matrics, e foi desenhado e implementado pela X terprise, que colocou as etiquetas nos containers para cada vez que um carregamento chega ao CD as etiquetas são automaticamente lidas na doca de entrada do centro de distribuição. As informações que foram lidas são capturadas e gerenciadas pelo software de supply chain da própria Beal chamado “the Helm”.

Foi estimado que com esta tecnologia o tempo de recebimento foi reduzido a 50%.

- **DHL**

DHL Worldwide, uma companhia de logística, juntou-se com a TRI-MEX e Nokia em um piloto de RFID chamado “CHIEFS” para testar a tecnologia RFID no monitoramento de telefones individuais nas fases de transição da cadeia de suprimentos com o objetivo de identificar roubos ou perdas em tempo real. Os veículos de entrega são equipados com leitores RFID que são ligados aos sistemas de rastreamento, permitindo que os telefones fossem monitorados através da cadeia de suprimentos. Se um telefone era perdido ou roubado o sistema RFID alertava os

operadores em tempo real, permitindo que uma intervenção ou investigação fosse iniciada. O sistema também pode ser usado para chamar a polícia instantes depois que o produto é dado como roubado. Por causa que o projeto RFID permitiu com sucesso o monitoramento e localização dos telefones pela a DHL e seus parceiros, a companhia está planejando em avançar e montar uma tecnologia que irá monitorar os itens vendidos aos consumidores finais desde sua fabricação até a sua entrega final colocando uma etiqueta RFID em cada telefone. Este projeto foi patrocinado pelo governo em parte da iniciativa de movimentação de carga.

- **Lionize Logistics**

Lionize Logistics, uma fornecedora terceirizada de serviços logísticos, oferecem armazéns para produtos de escritórios. Recentemente acabou o desenvolvimento de um sistema RFID em um destes armazéns e centro de distribuição. A companhia está usando a tecnologia RFID para substituir o código de barras para monitorar o inventário, como inventário de impressoras e máquinas de fotocópias. O piloto começou em fevereiro de 2003. Estes itens eram lidos assim que saiam dos caminhões e entravam no armazém. Acreditamos que com o uso do RFID permitiu a Lionize diminuir seus tempos operacionais de descarga de 3 horas para uma hora, e a contagem de inventário que antes levava uma semana, pois a equipe de contagem tinha que ler cada caixa e pallet manualmente antes de liberá-la para o armazenamento, hoje leva um dia.

Atualmente, Lionize está colocando as etiquetas RFID em produtos que são descarregados, mas enquanto a companhia continua em avançar na iniciativa RFID, tem mostrado a intenção de envolver os fornecedores no processo. A companhia, também, está considerando colocar os leitores RFID nas empilhadeiras com o intuito de reduzir o tempo que leva a contagem mensal de inventário e ciclos, que ocorrem duas vezes ao ano, tornando-a contínua.

O piloto da Lionize foi implementado com o sistema de integração Xterprise e usa etiquetas e leitores da Alien Technology. O sistema usa etiquetas UHF (915MHz) que custaram cerca de \$0,45 e podem ser lidas a uma distância de três metros. A companhia também usa um sistema de gerenciamento de armazém desenvolvido pela Crimson Software

- **Tibbett & Britten**

Tribbett & Britten é uma fornecedora internacional de serviços logísticos que testou a tecnologia RFID em um piloto com a Unilever e Safeway. Como parte desta iniciativa a Unilever etiquetou as caixas de seis itens de desodorante Lynx. Estas caixas de desodorantes foram monitoradas desde a fábrica, através da cadeia de suprimentos, até 3 lojas da Safeway. Os produtos passaram por ambos os centros de distribuição enquanto eram monitorados com a tecnologia RFID através da etiqueta colocada na embalagem do produto.

O piloto testado pela Tibbett&Britten e a Unilever acreditava que monitorando os produtos e tendo a habilidade de identificar a localização exata irá permitir a melhor contagem de inventário e redução de estoques, criando uma cadeia de suprimentos mais eficiente.

O piloto da Unilever foi desenvolvido em partes: 1) Monitoramento dos pallets no CD da Safeway. 2) Monitoramento de produtos no CD da Safeway. 3) Monitoramento de produtos nas lojas da Safeway nas prateleiras.

- **Boeing**

A Boeing está utilizando a tecnologia RFID na sua fábrica em Wichita, Kansas, para monitorar partes e a evolução do trabalho enquanto elas movem pela montagem. A Boeing está avaliando a RFID desde 1999, até este período, a companhia já testou inúmeros pilotos

2.3 O problema da privacidade⁴

Quando uma tecnologia que propõe um monitoramento sem a interferência humana, 24 h por dia, sem obstáculos para leitura aumenta o receio que esta tecnologia seja usada para monitorar pessoas. Uma breve pesquisa na Internet sobre este assunto mostra que a quantidade de sites e organizações dedicadas a combater a “invasão de privacidade” é bastante expressiva – dados estatísticos compilados por Ravi Pappu da ThingMagic mostram que em uma pesquisa no google com a palavra “RFID” 42% dos sites contêm assuntos sobre privacidade. Como RFID é o principal tópico destas páginas acho que vale um comentário sobre este quesito aqui. Começarei mostrando o que pensam a maioria sobre este assunto e depois colocarei alguns pontos que seriam capazes de evitar que estas alegações se realizem.

De acordo com o site privacy rights (www.privacyrights.org) alguns atributos desta tecnologia podem ser instalados de maneira que ameçam os direitos de privacidade e liberdades civis:

- **Etiquetagem sem a percepção do usuário** – Etiquetas RFID podem ser colocadas dentro ou em objetos que não cheguem ao conhecimento do usuário. Como as ondas de rádio caminham sem obstáculos, como tecidos, plásticos e outros materiais seria possível a leitura destas etiquetas sem que o comprador deste objeto perceba.
- **Identificação única dos objetos** – O EPC capacita que todos os objetos do mundo tenham uma única identificação. Isto possibilitaria que uma rede de produtos e seus respectivos consumidores seja criada. Nela estariam os vendedores e os consumidores finais
- **Grande agregação de dados** – Com o aumento da capacidade de armazenamento dos servidores existe a ameaça que uma grande base de dados seja criada com os EPCs
- **Leitores escondidos** – Etiquetas podem ser lidas a uma distância considerável, sem estar visualmente acessível, por leitores que podem

⁴ Baseado no site www.rfidjournal.com

estar instalados sem que o usuário perceba sua presença. Isto permitiria que as etiquetas fossem lidas sem a percepção de seu usuário

- **Monitoramento do indivíduo e criação de seu perfil** – Se cada pessoa fosse identificada e apontada com um número único, estas poderiam ser monitoradas e seus perfis criados sem que tivessem a percepção do que está acontecendo. Esta pessoa poderia ter um arquivo que liste tudo que ela compra, onde ela compra, quanto ela paga e que horas a transação acontece.

Algumas práticas desta tecnologia são amplamente criticadas por estes sites e organizações. Na sua grande maioria elas lidam com o relacionamento com os clientes. A aplicação da tecnologia na parte de trás da cadeia é incentivada, sem que aja nenhum problema de invasão de privacidade ou algo parecido. Dentre as práticas que são criticadas destacam:

- Os vendedores devem ser proibidos de forçarem seus clientes de aceitarem etiquetas funcionando ou desativadas (falaremos disto mais tarde) nos produtos que compram
- Não deveria ter proibição dos clientes de identificarem as etiquetas e leitores e serem capazes de desativá-los
- RFID não deve ser usado para monitorar indivíduos que não saibam que estarão sendo monitorados.
- RFID nunca deveria ser aplicada em uma maneira que eliminaria o direito continuar anônimo, por exemplo, etiquetando notas de moeda.

Ao mesmo tempo em que critica estas aplicações da tecnologia RFID, muitos aprovam que outras aplicações da etiquetação em nível de item seja incentivadas. Alegam que estas possuem outros objetivo e não seria possível o monitoramento de indivíduos:

- **Monitoramento de produtos farmacêuticos** – Desde sua fabricação até o ponto de venda. A tecnologia RFID ajudaria a controlar que estes

medicamentos não sejam falsificados e que eles possuam um manuseamento adequado. As etiquetas, porém, devem ser removidas ou desativadas antes que o medicamento possa ser vendido para os consumidores finais.

- **Monitoramento de bens após sua fabricação** – Do ponto de fabricação até o local que serão armazenados para venda. As etiquetas poderiam garantir que os produtos não sejam perdidos ou roubados enquanto se movem pela cadeia de suprimentos.
- **Deteção de itens que contenham produtos tóxicos** – quando entregues em locais de armazenamento de lixo. Por exemplo, quando um produto contendo alguma ameaça para a sociedade é despachado para um lixão, um leitor identifica que este deveria ser armazenado em local separado ou ter cuidados especiais com ele. Vale lembrar que esta etiqueta não necessitaria de uma identificação única, somente mostrando que este produto não deveria ser armazenado com os outros ou deveria ter cuidados especiais.

Os parágrafos acima mostram que há uma grande preocupação com a futura aplicação da tecnologia em nível de item. Todos os argumentos são lógicos, mas estudando a tecnologia e como as empresas lidam com as informações dos consumidores percebemos que eles não são verídicos:

- A distância de leituras das etiquetas passivas é limitada, as mais comuns variam de centímetros até, no máximo 3 metros. Sabemos que a capacidade de transmitir dados está atrelada à antena da etiqueta. Se construirmos uma etiqueta com uma grande antena maior será sua distância de leitura. Mas, ao mesmo tempo, a antena é a parte de maior custo da etiqueta. Além disto, quanto maior a antena maior é o gasto com sua proteção. Portanto, para muitos produtos, não seria viável uma etiquetagem nos itens de uma etiqueta com grande capacidade de leitura. Agora, mesmo assim teriam a capacidade de serem lidas com leitores próximos, como portais de entrada de supermercados ou outras lojas parecidas. Verdade, mas a idéia de sermos monitorados na rua pelo

governo é completamente descartada em vista que o investimento seria monstruoso.

- Somente a leitura dos produtos é inofensiva para a privacidade dos consumidores. Não adiantaria em nada ter leitores nas entradas de supermercados para identificar os produtos que entram na loja. Isto porque esta informação sozinha não tem valor. O que adiantaria saber que um tênis da marca X entrou no supermercado? A única informação que conseguiríamos seria que as pessoas compram este tênis, mas esta eles já possuem nas caixas de saída. Quando um tênis da marca X é comprado esta venda é registrada. O valor desta informação só existiria se conseguíssemos linká-la a uma pessoa. Neste caso poderíamos ter a informação que o Daniel gosta de tais produtos e os usa para ir ao supermercado. Isto poderia ser conseguido com uma identificação pessoal, como um cartão de fidelidade. Mas o cartão de fidelidade já existe, portanto este tipo de monitoramento já existe e é contra a lei não informa-nos que estaremos sendo monitorados.
- Seguindo o mesmo raciocínio, o preço da infra-estrutura é outro fator que inibi ou retarda as condições descritas neste tema. Como o investimento nos leitores e integração de sistemas é muito alto (estudos falam que o investimento em integração é da mesma quantidade que em etiquetas), o montante de dinheiro necessário para construir a estrutura necessária para controlar e monitorar a um indivíduo inviabiliza a tecnologia. Mesmo quando o preço cair, pelo fato do aumento da demanda, uma empresa não escolheria aumentar um investimento em vista de monitorar as pessoas sendo que ela consegue informações tão importantes quanto com uma infra-estrutura menor.
- A mais importante característica que inviabiliza o monitoramento em massa dos indivíduos, é o fato que os dados captados nos pontos de venda são restritos a um grupo de empresas. O alto valor destas informações prova disto é a grande importância dada a elas, seria pouco provável que uma empresa com informações exclusivas sobre os clientes compartilhasse estas informações com outras empresas. Hoje já existe uma grande discussão sobre compartilhamento de informações entre o

varejo e os fabricantes esta ainda vai aumentar com a implementação em massa da tecnologia. Se o varejo já se preocupa com os dados coletados por seus pontos de vendas hoje, imagina quando tiver coletas mais precisa e em maior volume.

- Por último, algumas etiquetas (Generation 2) podem ser “mortas”. Mortas significam que as etiquetas são desativadas permanentemente no ponto de venda. Esta solução para a questão da privacidade prejudica a tecnologia RFID. Matando uma etiqueta no ponto de venda mostra ou aparenta que as etiquetas são uma grande ameaça e perigo para a sociedade. Além disto estaríamos acabando com a possibilidade de obtermos grandes benefícios com o relacionamento com os clientes. Se os consumidores possuírem somente etiquetas mortas, aplicações como geladeiras inteligentes, fornos inteligentes, lavadoras inteligentes seriam inviáveis. Sem contar que prejudicaria serviços como retornos de mercadorias, melhor controle de qualidade, procura de itens e controle do prazo de validade.

Para montarmos uma infra-estrutura RFID segura, precisamos equilibrar as nossas preocupações com privacidades sem acabarmos com possibilidades de novas inovações tecnológicas. Os benefícios das etiquetas precisam estar disponíveis assim como as restrições sobre a sua emissão de informação.

Uma solução para o problema da possibilidade de estarmos prejudicando a tecnologia matando as etiquetas é a utilização de um bit de controle, chamado de privacy bit. O privacy bit pode ser visto como uma extensão natural de uma outra tecnologia muito usada atualmente conhecida como eletonic article surveillance, EAS. O EAS pode servir como uma ponte técnica e conceitual para o privacy bit.

Muito conhecido do consumidor final, o EAS é utilizado em larga escala desde CDs, livros até produtos de beleza e higiene para prevenir e evitar furtos e roubos de produtos caracterizados como de alto risco. No ponto de venda os funcionários desativam esta etiqueta, normalmente desmagnetizando-a. Caso contrário, seu alguém resolver sair da loja sem esta etiqueta desativada ou removida, leitores magnéticos ou mesmo or rádio frequência captam a etiqueta e um alarme é disparado.

EAS e RFID são duas tecnologias muito parecidas, tanto nas suas aplicações como no seu funcionamento. Tão parecidas que a sua fusão é inevitável; algumas etiquetas RFID já vem com seu próprio mecanismo de controle de roubo e uma das maneiras de isto ser feito é desativar a etiqueta no momento da venda.

Outra maneira é colocar um bit de controle na etiqueta. Se este bit esta ligado então o produto esta na loja, caso este bit mude para desligado, então o produto foi comprado e os leitores anti-furto na saídas da loja devem ignora-lo e o alarme não deve ser acionado. Perceba que a mudança de estado do bit funcionou como se estivéssemos desativando a etiqueta. De acordo com Ari Juels em artigo no RFID journal: “A única maneira do EAS conviver em uma etiqueta viva é a utilização de um bit lógico.

Como as etiquetas EAS um bit ligado e desligado em uma etiqueta RFID pode ser bastante útil. Ele indica se um produto pertence à loja ou ao consumidor. Por consequência a prevenção de roubos é a única utilidade para este bit. A mesma lógica pode ser aplicada para entendermos o privacy bit.

Se os leitores de uma loja não conseguirem ler uma etiqueta que, por exemplo, está com o privacy bit ligado, então boa parte dos problemas com invasão de privacidade estariam solucionados. Neste caso etiquetas que pertençam ao consumidor estariam ocultas para a loja. Ao mesmo tempo, etiquetas que estivessem nas gôndolas de uns supermercados, não foram compradas ainda. Portanto seu privacy bit estaria desligado, por consequência a etiqueta estaria sendo lida sem interferência alguma. O privacy bit não atrapalharia o uso da etiqueta no dia-a-dia da indústria.

Em algumas localidades o uso da etiqueta com o privacy bit ligado seja importante como, por exemplo, dentro de nossas casas em aplicações já mostradas acima. Nestas situações devem conter leitores capazes de ler etiquetas com privacy bits ligados. Leitores em supermercados nos setores de devolução de produtos devem ser capazes de ler estas etiquetas também. Devemos ter uma preocupação a parte com estes leitores para evitarmos que eles se espalhem por lojas e outras localidades de forma clandestina. Uma solução seria que este não lesse etiquetas que não estivesse com o privacy bit ligado. Assim estes leitores seriam úteis somente para os consumidores finais ou lojas que estivessem dispostas a aumentar seus investimentos dobrando o numero de leitores necessários.

A aplicação do privacy bit como um suplemento ao padrão EPC global Gen2 será um avanço tecnológico. Este, logicamente, estaria na etiqueta EPC como um bit lógico adicional de memória e servirá somente para controle de estado da etiqueta (não precisaria de mapeamento de memória ou informações).

O comando de morte do padrão EPC mostra um caminho bastante claro para a entrada do privacy bit. Este padrão prevê três bits para o comando de morte da etiqueta cujas funções ainda não foram claramente definidas. Um destes três pode servir para controle de privacidade. Funcionaria da seguinte maneira: quando um leitor da uma ordem de matar uma etiqueta com o bit de privacidade desligado o resultado é a morte normal da etiqueta e sua inutilização permanente. Quando um leitor da à ordem de morte para uma etiqueta com o privacy bit ligado nada ocorre neste sentido. O que acontece que o leitor muda o estado do bit de privacidade. Em algumas situações este bit só precisa ser mudado uma vez, que tornaria seu custo menor. Mas, em algumas aplicações, este bit precisa ser mudado constantemente como, por exemplo, em uma vídeo locadora.

2.3.1 Conclusões sobre privacidade

Enquanto a etiquetação ao nível de item esteja ainda distante no tempo, discussões políticas sobre invasão de privacidade estão acontecendo neste exato momento. Reuniões legislativas recentes, tanto nos Estados Unidos como na Europa têm focalizados em discussões sobre RFID. Algumas regulamentações da tecnologia que restringiam seu funcionamento não foram aprovadas mas futuras talvez sejam. A indústria da tecnologia RFID tem que mostrar que estão caminhando para frente, caso contrário sofrerá com grandes regulamentações do legislativo.

Erros praticados por outras indústrias não devem ser cometidos de novo. Os transgênicos são um bom exemplo de uma má divulgação de sua composição e aplicação levaram a uma imagem ruim deste produto. Esta discussão durou tanto que há uma grande névoa sobre o assunto levando a grandes incertezas sobre os benefícios e os malefícios na tecnologia. Hoje não sabemos com clareza se os transgênicos são

bons ou ruins. Mesmo ainda, onde eles podem ser benéficos ou onde eles podem ser maléficos. Hoje este assunto se tornou uma grande briga de ideologias, chegando a parecer discussões passionais de futebol, do que uma análise fria e científica sobre o problema. Não podemos deixar que a tecnologia RFID vá pelo mesmo caminho. Para todos os problemas e polemicidades criados com uma viabilidade visível temos que ter uma solução viável e visível para eles. Assim mostramos que a tecnologia não é um criador de problemas, mas um facilitador da vida. Vejamos, por exemplo, as aplicações de RFID que já estão sendo aplicadas.

O Sem Parar poderia ser visto como uma forma de monitoramento de automóveis. Com ele a empresa é capaz de saber onde passei, quando passei e para onde estava indo. Leitores colocados fora dos pedágios seriam capazes de reconhecerem meu carro. Mas o acesso restrito do banco de dados da Sem Parar e o alto custo de investimento destes leitores inviabilizam este monitoramento. Conseguimos mostrar esta tecnologia sem que os problemas de invasão de privacidade sejam violados. Hoje, a população vê o Sem Parar como um grande facilitador de suas vidas, nem se importando se seu percurso fica registrado nos arquivos da empresa. Outras aplicações como cartões de identidade para segurança de entradas e saídas de funcionários das empresas e chaves de automóveis conseguiram o mesmo feito.

3 Materiais e métodos

3.1 Definição da Cadeia de Suprimentos⁵

Após uma breve introdução da tecnologia RFID, seus componentes e suas principais aplicações, tanto no Brasil como no mundo; vamos começar a mostrar onde estão os benefícios da etiqueta inteligente e como esta tecnologia os alcança.

Para tanto é necessário, anteriormente, que definamos o que estaremos estudando, ou seja, qual é o nosso cenário.

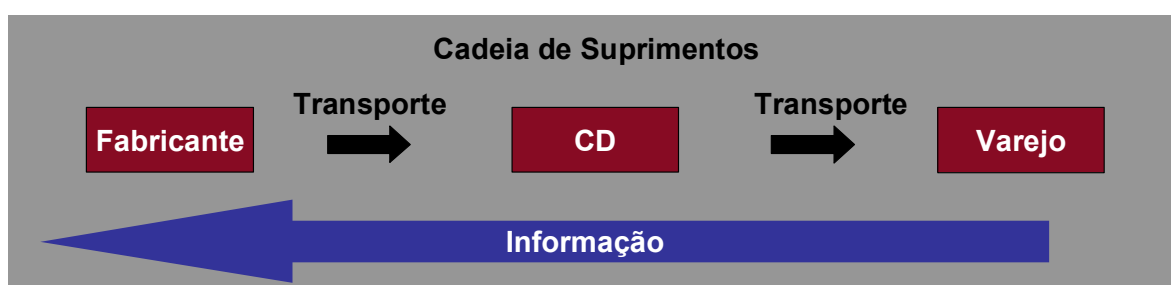


Figura 14 – Cadeia de Suprimentos

Definimos, como cenário de nosso estudo, uma cadeia de suprimentos composta de um fabricante (manufature). Um centro de distribuição, que pode ser tanto do fabricante, do varejo, um atacadista ou mesmo os três. E o varejo, propriamente dito. O fluxo de materiais ocorre do fabricante para o varejo, através do transporte (na maioria rodoviário) e o fluxo de informações ocorre do varejo para o fabricante.

A partir desta configuração básica mostraremos, para cada participante da cadeia de suprimentos, como e onde ocorrem os benefícios da utilização da tecnologia RFID.

No caso do fabricante, concentraremos nossas análises a partir do momento que o produto já foi fabricado e embalado. Ou seja, quando ele está no estoque final. O motivo desta escolha é que cada processo de produção difere muito entre si, visto os exemplos de aplicação da tecnologia na parte anterior. Mas, uma vez que o produto está pronto podemos analisar o estoque final como sendo uma etapa comum a todo processo de produção.

⁵ Autor

3.2 Análises dos Processos

Definimos processos como uma sequência organizada de atividades, que transforma as entradas dos “fornecedores” em saídas para os clientes, com um valor agregado gerado pela a unidade; e um conjunto de causas que gera um ou mais efeitos. Uma forma simples identificação dos processos é a utilização de uma frase auxiliar, ou seja: verbo + objeto. Por exemplo: comprar insumos, emissão de notas fiscais, usinagem de eixos.

Através desta definição vamos definir os processos básicos envolvidos no caminho das mercadorias pela cadeia de suprimentos. Alertamos que sabemos que a complexidade dos processos e fluxogramas é muito maior que estaremos mostrando aqui, mas estamos voltados para os benefícios da etiqueta inteligente e este nível de detalhamento é suficiente para alcançarmos nosso objetivo.

3.2.1 Processos Envolvendo Toda a Cadeia de Suprimentos

Sabemos que o nível de sofisticação da cadeia pode mudar os benefícios, tanto em número quanto em percentual de melhoria. Portanto definimos nossa cadeia de suprimentos nem tão sofisticada, nem tão atrasada. Assim, caso a situação do leitor se encontre além da descrita, em termos de processos, seus benefícios poderão ser diferentes, na maioria das vezes em percentual (próxima parte). Vamos à descrição:

- A visão de cadeia de suprimentos se estende além dos limites da empresa. As companhias estão começando a entender o valor da integração das atividades com os seus fornecedores e Clientes.
- Comunicações limitadas entre os participantes da cadeia. As companhias pouco compartilham informações sobre as suas necessidades de demanda, talvez ainda com o intuito de ganhar vantagens competitivas em negociações etc.

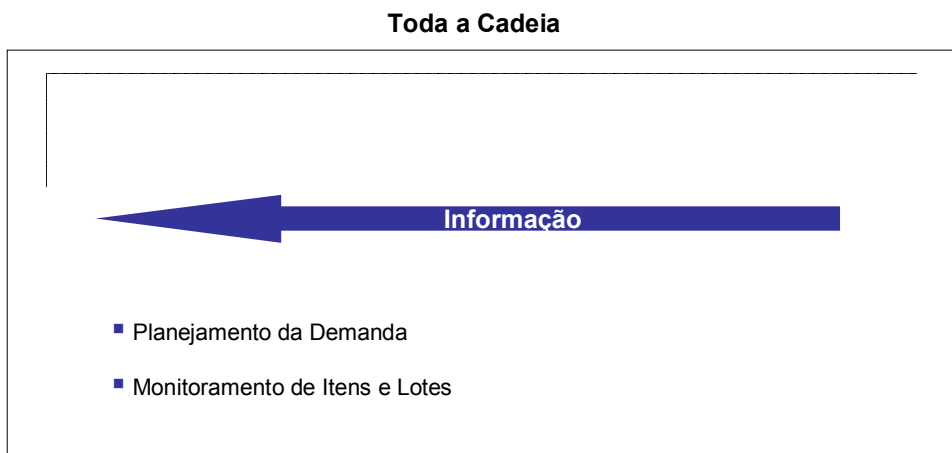


Figura 15 – Caminho da informação

a) Planejamento da Demanda:

O planejamento da demanda é um processo crítico que mostra a habilidade do gerenciamento de produtos através da cadeia de suprimentos. Receita, custos e utilização de ativos são todos afetados pela a qualidade, sincronicidade , e acuracidade do planejamento da demanda. A tecnologia RFID oferece novas soluções que podem melhorar dramaticamente o processo de planejamento da demanda e gerar resultados satisfatórios.

As características básicas de um setor de planejamento de demanda de uma empresa são:

- Melhoria nas previsões conseguida através do estudo detalhado da cadeia de suprimentos e entendimento de suas necessidades de demanda.
- Uso periódico de gerenciamento de inventários para as previsões de demanda
- Previsões, planejamento e agendamento de períodos determinados pelos ciclos dos processos. Ex: montagem.
- Time de vendas treinado para entender as conseqüências negativas de previsões negativas e promoções inesperadas.
- Entendimento básico de modelos de custos totais para o gerenciamento de inventários: Custo de armazenagem, custo de capital, custo de aquisição, custo dos sistemas de controle.

Hoje a baixa qualidade das informações, causada pelos erros de leitura dos produtos, erros nas previsões na cadeia de suprimentos e baixa velocidade de comunicação entre os participantes da cadeia, geram a queda do nível de serviço de toda a cadeia e a necessidade de estoques de segurança mais altos.

Em ambientes de reposição contínua, uma visão errada do inventário atual pode diminuir os benefícios de até o mais sofisticado algoritmo de reposição. E, para piorar, existem muitas maneiras que uma contagem de inventário pode estar errada.

b) Monitoramento de itens e lotes

- Locais fixos de armazenamento com sobrecarga gerada aleatoriamente
- Características de armazenamento mantidas pelo perfil de SKU
- Os produtos são armazenados baseados nas características de manuseamento/armazenagem e classificação ABC
- Códigos de barras controlam as confirmações de armazenamento
- Oportunidades de consolidação de carga são automaticamente identificadas. A movimentação é direcionada e confirmada via radio frequência.

3.2.2 Processos envolvendo o Fabricante⁶



Figura 16 – Processos do fabricante

a) Recebimento

- Etiquetas de código de barras são aplicadas na doca (identificação dos pallets)
- A carga recebida é lida e um arquivo é criado identificando seus candidatos
- As etiquetas da carga são lidas. A comparação de etiquetas é usada para determinar a acuracidade do recebimento
- Documentos internos são lidos confirmando o recebimento
- Auditoria baseada em peso

b) Armazenamento

- O sistema gera uma lista de locais candidatos de armazenamentos
- Terminais de leitores de código de barras tipo hand helds gravam o armazenamento.
- Atualizações em sistema batch (não on line)

⁶ Melhores práticas de movimentação e armazenagem

c) Reabastecimento

- Operadores dedicados somente ao abastecimento
- O sistema identifica os candidatos ao reabastecimento e desenvolve um relatório

d) Seleções

- Rota de montagem de carga
- Pedidos gerados por zona de armazenamento
- Locais múltiplos de armazenamento
- Montagem de carga baseada em etiquetas de código de barras específicas

e) Planejamento da mão de obra

- Padrões históricos de necessidades de mão de obra
- Utilização de mão de obra extra nos períodos de pico

f) Gerenciamento de Inventário

- Unidades múltiplas de medida de inventário
- Controle de lotes
- Contagem cíclica de SKA e balanceamento de suas localizações

g) Configuração da infra-estrutura

- Mudança da configuração de armazenamento baseadas em suas características e velocidade de movimentação
- Inúmeras configurações de locais de armazenamento baseadas na velocidade e características de manuseamento

3.2.3 Processos envolvendo o Centro de Distribuição⁷

Estaremos analisando um centro de distribuição genérico, seja ele do varejo ou do fabricante ou um atacado. As diferenças dos processos e atividades entre estes centros de distribuição não interferem nos benefícios a serem analisados. Mostraremos, agora, as características principais dos processos e atividades de um CD.

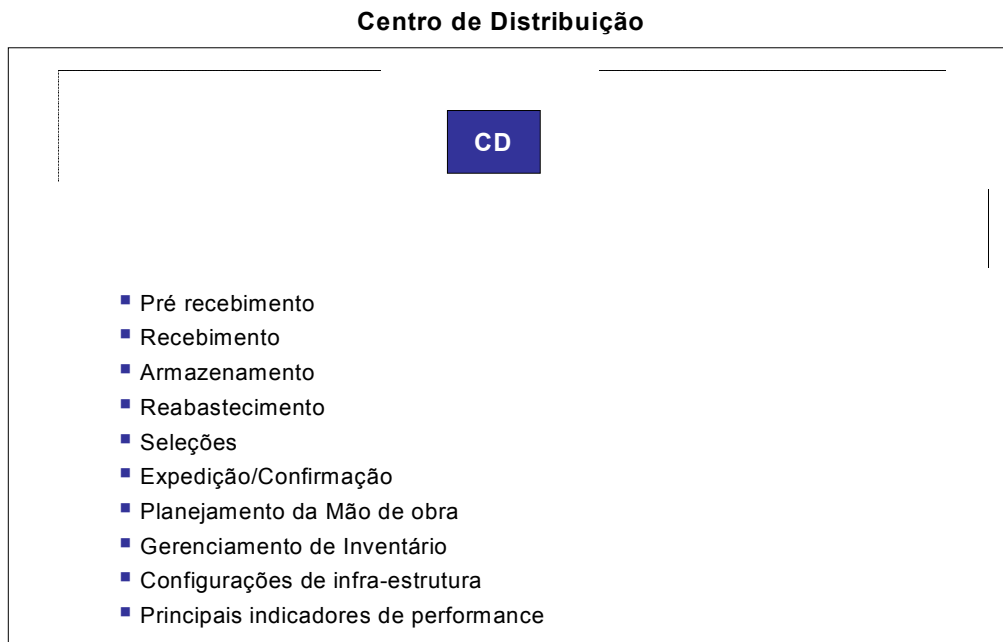


Figura 17 – Processos no Centro de Distribuição

a) Pré Recebimento

- Apontamento manual de carga, agendamento e monitoramento
- Fax antecipando as quantidades e quais SKUs (lista de pedidos)
- Datas e hora de recebimento carregados no sistema
- O recebimento de cargas é localizado em sequência de SKU, em quantidade de pallets, facilitando o armazenameto

b) Recebimento

- A carga é lida e um arquivo é criado com suas identificações
- Etiquetas previamente impressas identificam os produtos e a localização do armazenamento são colocadas nas docas

⁷ Melhores práticas de movimentacao e armazenagem

- Etiquetas com código de barras são colocadas nos pallets nas docas de entrada
- Contagem cega das cargas e verificação do pedido
- Transferências internas são lidas confirmando o recebimento
- Auditoria aleatória ou por peso

b) Armazenamento

- Sistema de localização de armazenamento gera uma lista de locais potenciais
- Terminais hand helds lêem e arquivam o armazenamento. Atualizações em batch
- O funcionário coloca a identificação de localização dos produtos

c) Reabastecimento

- Operadores debicados exclusivamente ao reabastecimento
- Sistema agenda e controla o tempo de duração baseado nas prioridades das transações
- Reabastecimento em pallets parciais
- O sistema sugere o reabastecimento baseados na velocidade dos produtos e sua localização
- O sistema sugere a consolidação

d) Seleção

- Montagem de carga por rota
- Separação de pedidos por zona
- Separação de pedidos por cubagem
- Montagem de cargas baseadas em etiquetas particulares
- Localização e confirmação de montagem via rádio frequência

e) Expedição

- Área de expedição apontada anteriormente baseada na rota de apontamento de docas
- Checagem randômica de pedidos expedidos
- Envio de um fax adiantado confirmando a expedição
- O sistema gera os documentos de expedição
- Pré faturamento com a captura do peso do pedido

f) Gerenciamento de mão de obra

- Padrões baseado em históricos de mão de obra
- Mão de obra extra utilizada em períodos de pico
- Padrões de fácil entendimento para todas as funções
- Feedback/ incentivo individual
- Os funcionários são treinados para realizarem mais de uma função

g) Gerenciamento de inventário

- Unidades múltiplas de medida
- Controle de lote
- Contagem periódica de ciclos de SKU e balanço das localizações
- Controle via FIFO do inventário com prazo de validade

h) Configuração de infra-estrutura

- Uso do estudo de fluxo de caixas integrado com o sistema de alocação
- Uso de pequenos corredores para excessos de carga
- Alta densidade de opções de armazenamento incluindo pushback, flow-thru e double deep
- Configuração do layout baseado na velocidade

i) Indicadores de desempenho

- Acuracia de inventário
- Acuracia de expedição
- Custo total da infra-estrutura por unidade
- Avarias
- Desempenho dentro do previsto
- Produtividade
- Vendas por empregado

3.2.4 Processos envolvendo o Varejo⁸



Figura 18 – Processos no Varejo

a) Pré recebimento

- Agendamento e monitoramento manual de recebimento
- Fax antecipando as quantidades e quais SKUs (lista de pedidos)
- Datas e hora de recebimento carregados no sistema
- O recebimento de cargas é localizado em seqüência de SKU, em quantidade de pallets, facilitando o armazenameto

⁸ Melhores práticas de movimentacao e armazenagem

b) Recebimento

- A carga é lida e um arquivo é criado com suas identificações
- Etiquetas previamente impressas identificam os produtos e a localização do armazenamento é colocada nas docas
- Etiquetas com código de barras são colocadas nos pallets nas docas de entrada
- Contagem cega das cargas e verificação do pedido
- Aceitação imediata da carga
- Transferências internas são lidas confirmando o recebimento
- Auditoria aleatória ou por peso

j) Armazenamento

- Sistema de localização de armazenamento gera uma lista de locais potenciais
- Terminais hand helds lêem e arquivam o armazenamento. Atualizações em batch
- O funcionário coloca a identificação de localização dos produtos
- Operação de uma só tarefa

k) Reabastecimento

- Operadores debicados exclusivamente ao reabastecimento
- Sistema agenda e controla o tempo de duração baseado nas prioridades das transações
- Reabastecimento em pallets parciais
- Operação de uma só tarefa

l) Seleção

- Montagem de carga por rota
- Separação de pedidos por zona/departamentos
- Montagem de cargas baseadas em etiquetas particulares

m) Expedição

- Área de expedição apontada anteriormente baseada na rota de apontamento de docas
- Checagem randômica de pedidos expedidos
- Envio de um fax adiantado confirmando a expedição
- O sistema gera os documentos de expedição
- Cliente recebe um número de controle

n) Gerenciamento de mão de obra

- Padrões baseado em históricos de mão de obra
- Mão de obra extra utilizada em períodos de pico
- Padrões de fácil entendimento para todas as funções
- Feedback/ incentivo individual

o) Gerenciamento de inventário

- Unidades múltiplas de medida
- Controle de lote
- Contagem periódica de ciclos de SKU e balanço das localizações
- Controle via FIFO do inventário com prazo de validade

p) Configuração de infra-estrutura

- Uso do estudo de fluxo de caixas integrado com o sistema de alocação
- Uso de pequenos corredores para excessos de carga
- Alta densidade de opções de armazenamento incluindo pushback, flow-thru e double deep
- Configuração do layout baseado na velocidade

q) Indicadores de desempenho

- Acuracia de inventário
- Acuracia de expedição
- Custo total da infra-estrutura por unidade
- Custo de mão de obra por unidade
- Avarias
- Desempenho dentro do previsto
- Produtividade

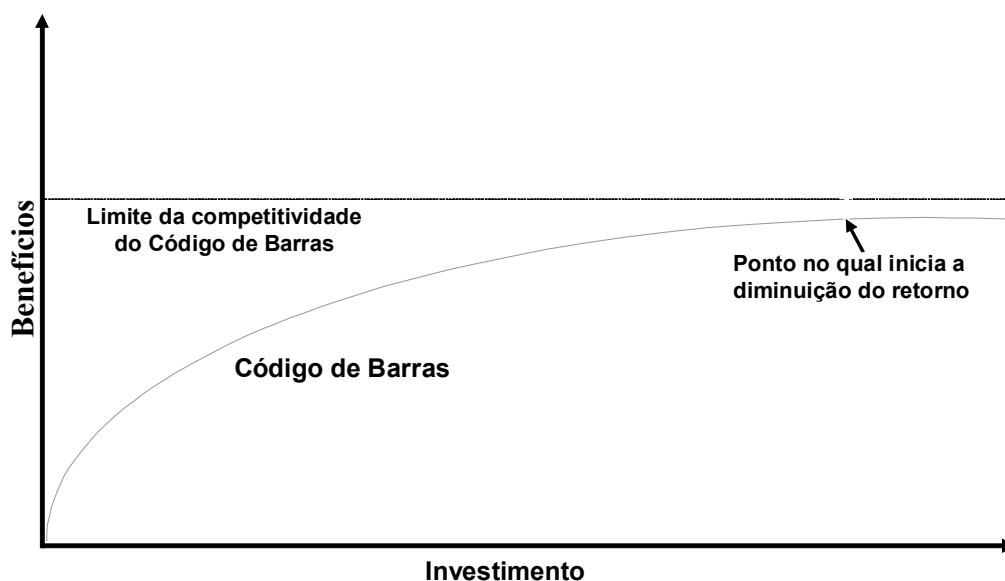
3.3 Descrição dos benefícios por processo⁹

Sempre que definimos premissas para um estudo estamos incluindo uma variabilidade no resultado que não gostaríamos de ter. Mas como este estudo é muito amplo e as possibilidades de aplicações da tecnologia é muito grande é impossível fazer qualquer análise sem que antes definimos o nosso baseline, ou seja, a situação atual. Com ela, conseguimos identificar com muito mais clareza e lógica, cada benefício da tecnologia. Mas para uma análise limpa precisamos esclarecer alguns pontos:

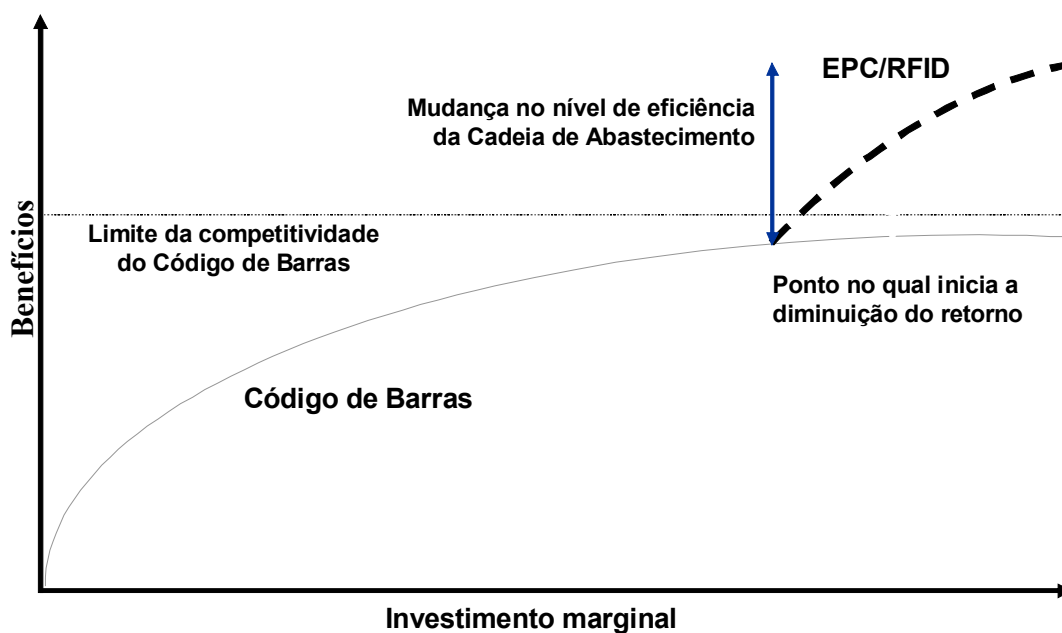
- A situação tecnológica atual da empresa: toda empresa busca atingir um nível de eficiência previamente estudado e definido. Para tanto, monta uma infra-estrutura de tecnologia e processos para atingir este patamar a menor custo. Mas uma vez atingido é natural que a empresa busque a melhoria continua de suas operações, assim coloca-se outra meta de eficiência. Mas toda tecnologia e processo têm o seu limite, seja da própria arquitetura ou quando uma melhoria da eficiência significaria um investimento que não compensaria seus benefícios. Este é um sinal que estamos chegando ao limite viável da tecnologia e estruturas dos processos.

⁹ Autor

Avanço da aplicação do Código de Barras



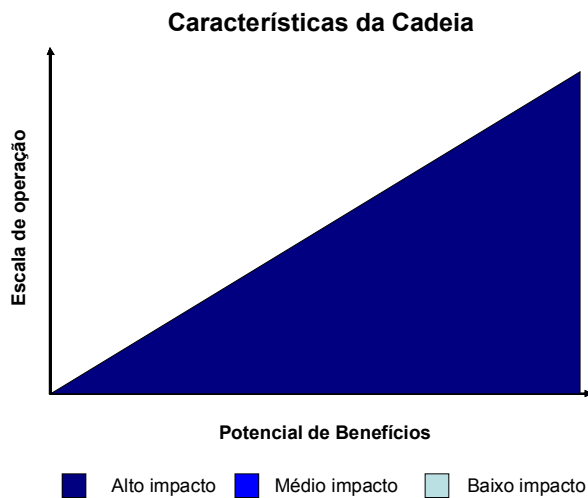
É neste ponto que a necessidade de melhoria da eficiência só é atingida com uma mudança de tecnologia e reestruturação dos processos. Acreditamos que a tecnologia RFID/EPC fará exatamente isto, mudará o formato da curva descrita acima. Mas, dependendo onde a empresa está posicionada na curva diferente serão os benefícios que ela terá. Este raciocínio é bem lógico, se a empresa trabalha com código de barras em níveis muito pequenos, a tecnologia RFID trará um benefício muito maior que se a empresa trabalha no limite da tecnologia de código de barras. A contrapartida está no nível de investimento que é necessário para a empresa que está no nível de tecnologia menor, pois apesar da tecnologia RFID ser completamente diferente do código de barras e o investimento em infra-estrutura serem grande para qualquer situação da empresa, muitas coisas podem ser aproveitadas.



Por exemplo, visitei um centro de distribuição de uma empresa de cosméticos que toda a movimentação de cargas é feita com esteiras e o processo de decisão dos caminhos das cargas definidos por informações dadas pelo código de barras. O CD está chegando ao limite de velocidade das esteiras sem que a leitura do código de barras seja prejudicada. Caso um aumento da velocidade da esteira seja necessária à tecnologia RFID conseguiria este feito mas não precisaria fazer investimento em esteiras e pontos de decisão comparados com um CD que não possua este nível tecnológico. Sem contar os gastos com treinamento e mudanças drásticas de processos. Em alguns casos conseguimos aproveitar sua infra-estrutura em matéria de hardware e algum software. Mas os ganhos de produtividade seriam menores que uma empresa cujo CD esteja bem menos equipados.

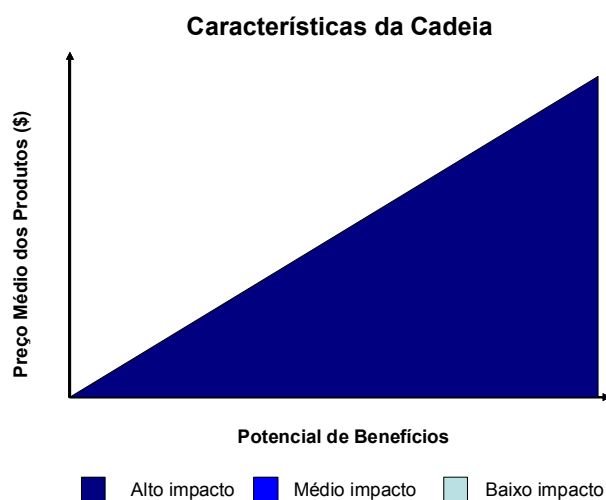
- A situação atual dos processos da empresa: os mesmo raciocínios aplicados à tecnologia podem ser aplicados para os processos, através da situação atual dos indicadores de desempenho descritos anteriormente. Ou seja, quanto pior estiver a situação de um indicador de desempenho maior será o impacto da tecnologia RFID. Para ficar mais clara cada situação dividimos em partes relacionadas com a cadeia de suprimentos:

3.3.1 Características da Cadeia¹⁰



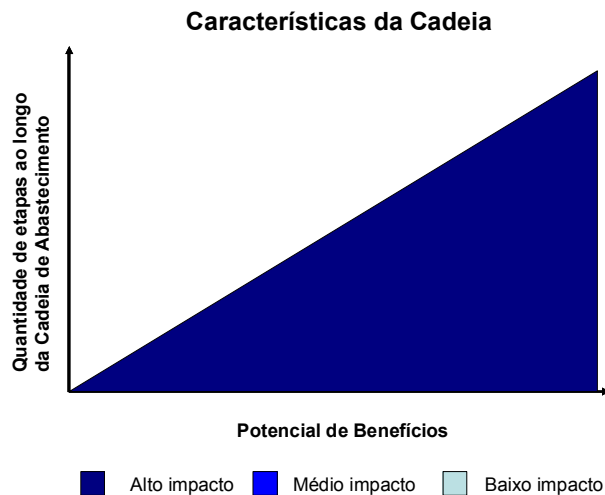
A escala é um dos fatores mais importantes para a viabilidade da tecnologia

A melhoria em produtos de baixa escala não terão benefícios absolutos relevantes para cobrir o investimento adicional



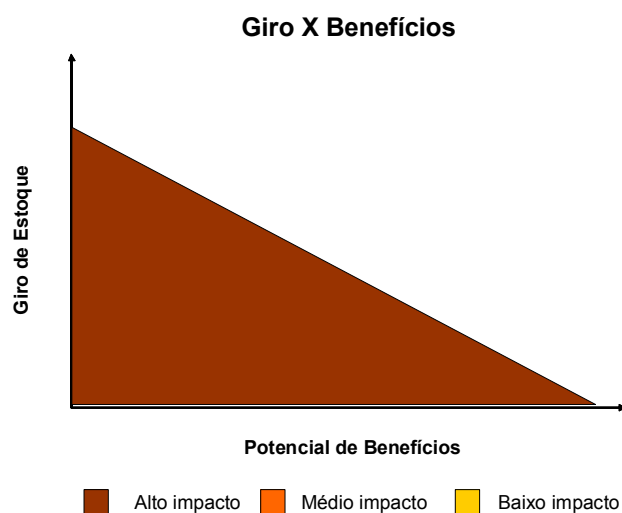
- Cada produto, caixa e pallet tem que ter margem suficiente para absorver, pelo menos, o custo da etiqueta.
- Você não vai etiquetar um produto que custa R\$ 1,00 com uma etiqueta que custa R\$ 3,00
- Vale uma relação de escala e preço como um momento <escala> X <Preço>

¹⁰ Autor

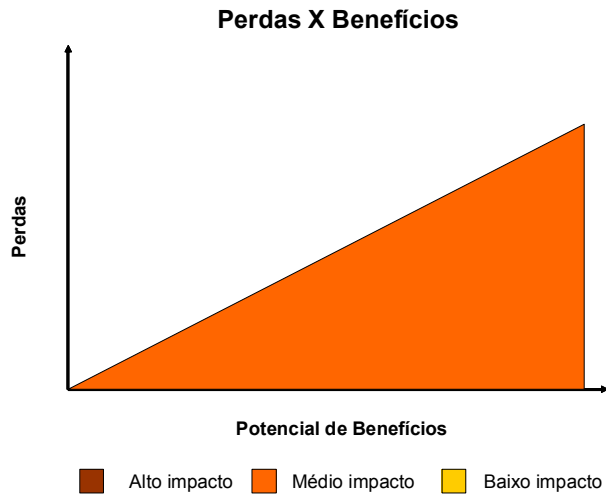


- Quanto maior o nº de etapas na cadeia, atualmente, maior será o nº de pontos de leitura e maior a possibilidade de erros nela.
- Quanto maior as etapas da cadeia mais “paradas” os produtos farão que, atualmente, reduz o leadtime da cadeia
- Mais rápido será a identificação de um erro cometido e mais rápido será sua correção

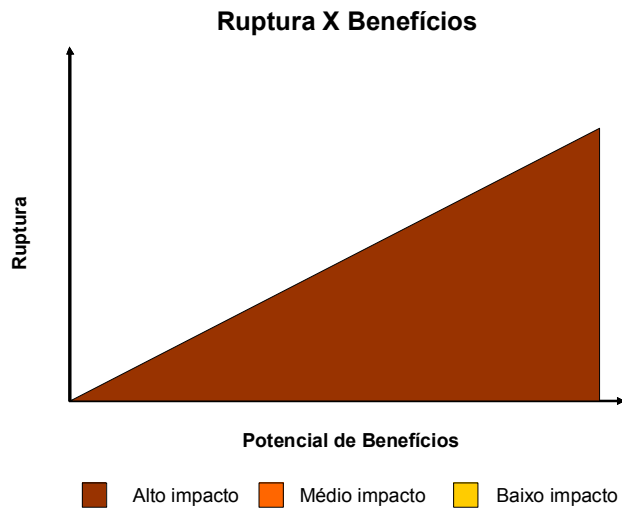
3.3.2 Performance operacional



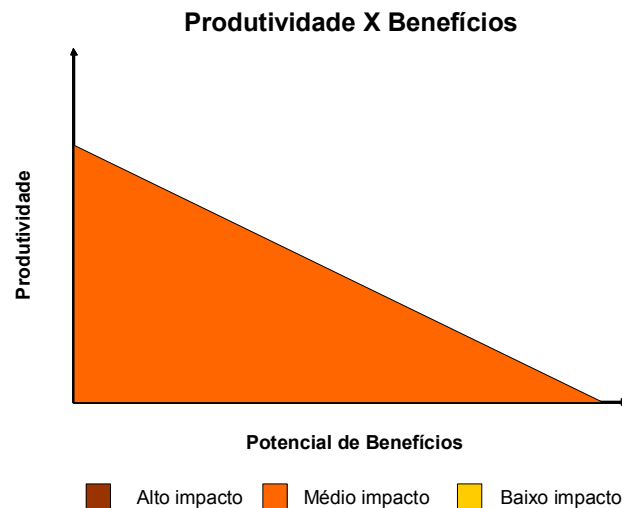
- A adoção da tecnologia RFID vai aumentar a velocidade dos produtos na cadeia, reduzindo o lead time e aumentando o giro de estoque
- Redução de estoques de segurança



- Com leitores nas portas e docas de entradas e saídas reduziremos os itens furtados
- Redução da pirataria dos produtos
- Redução de produtos que não são encontrados nas lojas e CDs

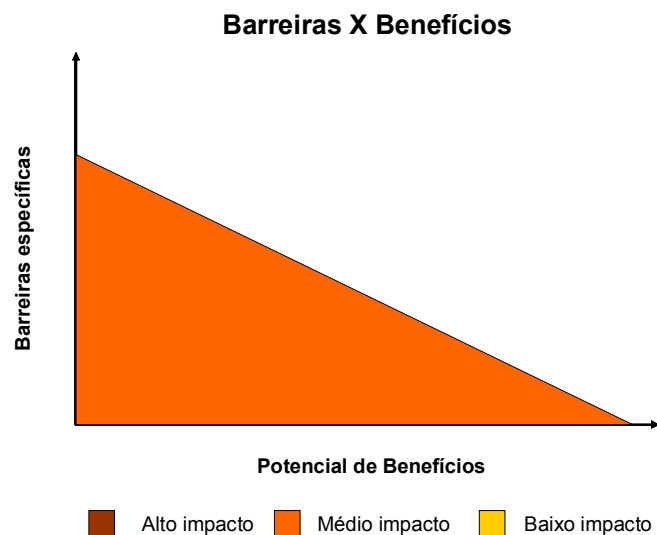


- Controle on line dos estoques
- Maior velocidade de resposta
- Menor nº de erros de leitura



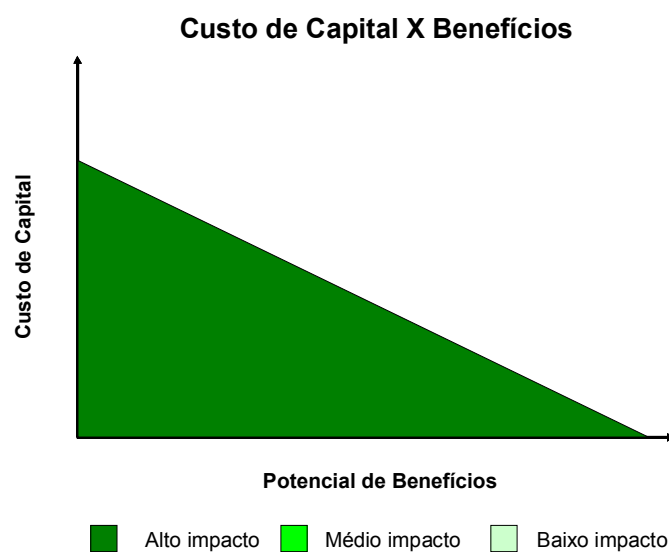
- Redução de Mão de obra
- Redução dos erros por ela causada
- Aumento da velocidade dos produtos

3.3.3 Barreiras específicas



- Necessidade de redesenho das embalagens dos produtos
- Situações que possam causar interferência ou problemas nas leituras
- Problemas na instalação da tecnologia em ativos da empresa

3.3.4 Fatores externos



- Alto investimento inicial
- Vale apontar se caso a redução de estoques seja muito significativa podemos haver uma inversão desta curva

- Ordem dos benefícios: os benefícios relativos a implemenção da tecnologia RFID se relacionam com o nível de infra-estrutura instalada e o relacionamento entre os participantes da cadeia. Mais a frente mostraremos quão importante é a necessidade de uma melhor comunicação entre os participantes da cadeia em vista a total utilização da tecnologia e seu potencial. Agora vamos mostrar que os benefícios vão aumentando quando aprimoramos o relacionamento com os parceiros e quando investirmos mais na infra-estrutura e compreensão da tecnologia.

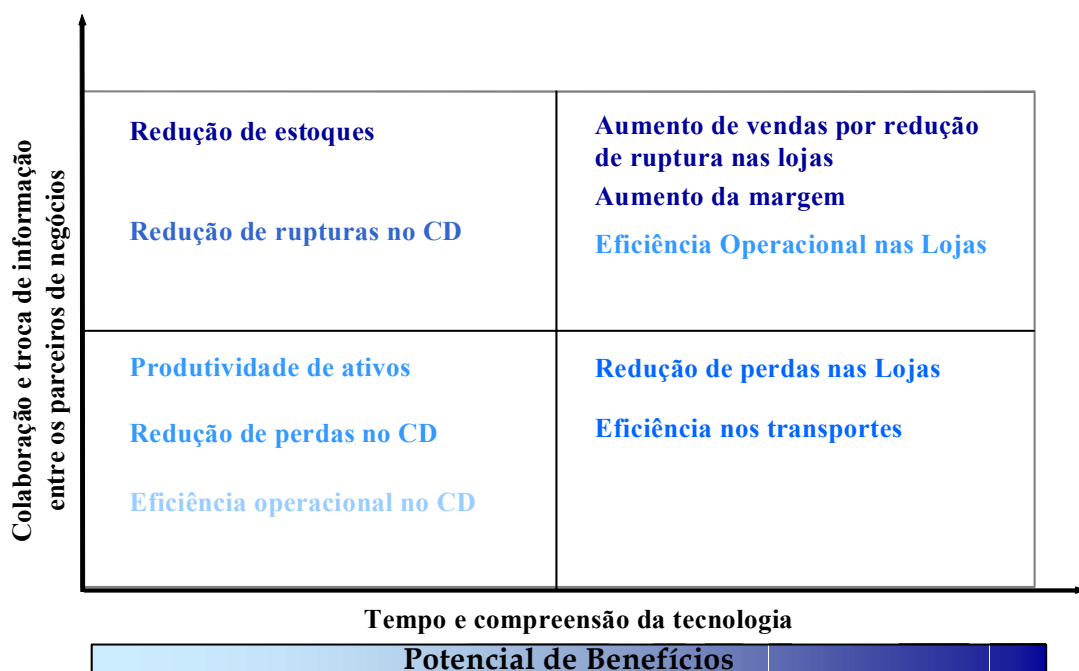


Figura 19 – Benefícios de acordo com a compreensão da tecnologia

- Característica da Categoria estudada: para um melhor estudo da viabilidade da tecnologia avaliaremos produtos com características semelhantes agrupados em categorias. Provavelmente após um estudo intenso e preciso da viabilidade da etiqueta inteligente em sua companhia chegaremos à conclusão que certas categorias a implantação é viável e certas categorias não é viável a adoção da tecnologia. Este resultado conclui-se através de características singulares de cada categoria baseadas nos dados descritos nos itens anteriores desta parte do estudo. Após uma análise das características das categorias e estudos já feitos (na

maioria no exterior) chegamos a conclusão que estas categorias tem maior potencial de adoção da tecnologia RFID. Portanto, chegaremos a conclusão que a tecnologia RFID e o código de barras, por muito tempo ou sempre, terão que trabalhar juntos. Isto, com certeza, é um desafio para a movimentação e armazenagem de produtos e desenho dos processos. Sem contar tecnologia de informação. Mas, por esta viabilidade econômica estar diretamente ligada à categoria dos produtos é impossível que a mudança de tecnologia seja imediata e sim de categoria a categoria.

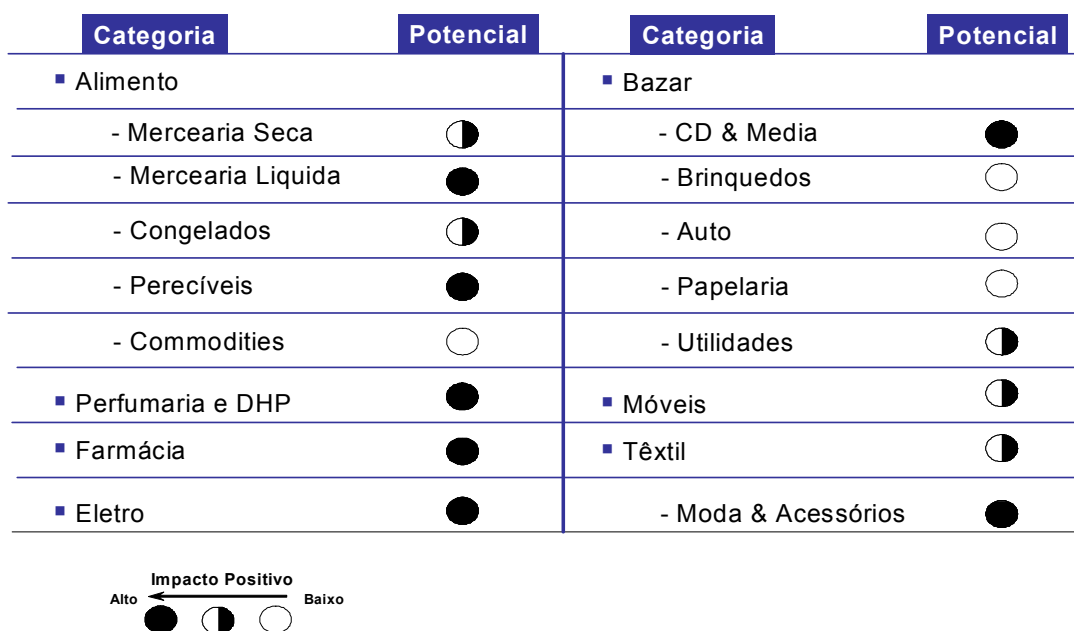


Figura 20 – Potencial de benefícios por categoria

3.4 Descrição dos Benefícios por processos – Planejamento da Demanda¹¹

O planejamento da demanda está intrinsecamente relacionada com as certezas em vista dos produtos na cadeia de suprimentos e é nestas falta de certeza que os erros de previsão e planejamento ocorrem. Mostraremos que a aplicação da tecnologia RFID ajudará a cadeia de suprimentos a melhorarem estas previsões e planejamentos através do aumento da visibilidade e acuracidade dos produtos enquanto eles caminham na cadeia de suprimentos.

O planejamento da demanda é feito por todos os participantes da cadeia, mas focaremos esta análise no fabricante. O planejamento da demanda é baseado em saber quando, quanto, o que e onde os produtos devem estar em determinado período. A precisão destas estimativas afeta diretamente na quantidade de capital de giro que é reservado para estoques de segurança em vários pontos da cadeia de suprimentos em vista de suprir a variabilidade da demanda e do abastecimento, principalmente de produtos acabados.

Os sistemas que ajudam nestas estimativas confiam em vários tipos de algoritmos e bancos de dados. Na melhor das hipóteses um sistema usa histórico de dados dos clientes, níveis de inventário e situação atual (como promoções, sazonalidade, antecipação de crescimento etc) para calcular a previsão da demanda. Por consequência a qualidade destes dados possuem uma enorme influencia no resultado final da previsão.

Hoje, os maiores prejuízos com a falda de acuracidade destas previsões são:

- Número de produtos não vendidos:

Definidos como o produto errado, na hora errada e local errado, os produtos não vendidos chegam a custar, por volta de, 2% das vendas de toda a cadeia de suprimentos. Além disto os produtos não vendidos possuem um efeito negativo no relacionamento com os clientes na cadeia de suprimentos. Em muitos casos o fabricante não possui nenhuma colaboração do varejo

¹¹ Autor

neste tópico, e ainda, o varejo usa esta informação como meio de ganhar poder de negociação e ainda lucrar com a situação.

- Precisão dos pedidos:

Também afetam a previsão da demanda. Produtos são expedidos com quantidades em excesso ou faltantes, por exemplo, perto da data de validade, que causa o varejo a produzir deduções não esperadas dos pedidos para o fornecedor. Isto, de acordo com a GMA (Grocery Manufacturers of América) em “Invoice Accuracy Best Practices Study”, gera um cenário que leva tanto os fabricantes quanto os varejistas a gerenciar estas deduções dos pedidos gerando prejuízo para ambos e, principalmente, para a cadeia de suprimentos. Sem contar os prejuízos para a previsão da demanda quando se formam históricos de pedidos imprecisos. A falta de comunicação entre o varejo e os fornecedores gera um erro de pedidos principalmente para os produtos em promoção.

- Falta de produtos (rupturas):

É o principal motivo que impede a fidelização de clientes por parte do varejo. Pesquisas feitas pelas indústrias mostram que não existe uma única causa para a falta de produtos na prateleira, mas sim inúmeras razões que combinadas geram ruptura. A maioria destas razões possuem a mesma característica: falta de acuracidade e visibilidade da movimentação dos produtos. Estes erros são acumulados durante a cadeia de suprimento e tem origem principalmente:

I) Acuracidade no recebimento: hoje, quando uma loja recebe um pedido ela faz uma destas duas coisas. Conduz um processo de contagem manual intenso que consumirá tempo e recursos para verificar se a carga bate com o pedido ou recebe o produto pressupondo que esteja certo. Esta é uma briga entre acuracidade e gastos, quanto mais tempo e recurso o varejo gastar na conferência do recebimento maior será a precisão de seu inventário, mas maior será o custo e o tempo da operação. No extremo podemos ter gastos tão altos que inviabilizam a operação. O varejo administra este “trade

off” com soluções como contar somente um tipo de produto, por exemplo, produtos de alto risco. Os produtos de alto risco saem do CD com um plástico de pallet com a cor diferente dos outros produtos, esta diferenciação visual facilita a identificação destes produtos e sua checagem.

II) Visibilidade única do estoque: Uma vez que o produto é recebido o grande desafio agora é manter a visibilidade do inventário para, quando necessário, poder agir rapidamente. Hoje quando um varejo atinge a condição de falta de estoque ele enfrenta dois desafios. Ele precisa saber se o produto se encontra no estoque da loja e se está disponível, onde ele se encontra. Mas caso o sistema mostre que ele se encontra em estoque o varejo pode perder tempo preciosos procurando por um produto que não está lá

III) Reabastecimento do estoque da loja: este é um dos, se não o principal causa de ruptura no varejo. A maioria dos varejistas simplesmente não conseguem identificar quando um produto está atingindo uma ruptura até que seja tarde demais. Geralmente a loja não sabe se um produto está em falta sem uma checagem visual da prateleira

IV) Gerenciamento do ciclo de vida dos produtos e planogramas: manter o planograma não é fácil para os varejistas. Hoje este processo é feito manualmente e consome um grande tempo e recurso tanto do varejo como do fabricante. A introdução ou retirada seja de um item ou de uma linha exige uma coordenação e sincronização entre o varejo, o fabricante e a loja. O varejo usa uma variedade de soluções para minizar este problema. Uma delas é enviar uma caixa de cada item novo para cada loja por segurança antes que o “reset” seja executado. Mas freqüentemente este item é perdido no estoque da loja que atrasa o começo do novo ciclo. Outra solução é designar um responsável pela a categoria para executar estes “resets”. Mas esta solução precisa ainda de uma maior coordenação entre o varejo e o fabricante. Finalmente o varejo sofre para manter o planograma e segui-lo .

V) Contagem de ciclos e Pedidos manuais: hoje o varejo repõe seus produtos tanto manualmente como automaticamente. Cada um tem os seus problemas. Os que usam sistemas automáticos para gerenciar o inventário dependem na acuracidade do inventario para minimizar rupturas e maximizar as vendas. Esta acuracidade é baseada no uso da contagem de ciclos para detectar discrepâncias do inventário. Na prática, no entanto, a contagem de ciclos está sempre enfrentando a decisão entre completar a auditoria no tempo previsto ou passar um tempo corrigindo as discrepâncias do inventário. Quando deparado com esta alternativa o contador pode simplificar o processo que inevitavelmente resultará em mais pedidos e excesso de estoque. No processo manual a pessoa que monta o pedido tem que acreditar na sua memória ou na checagem do estoque da loja. Alguns varejos usam uma relação que saiu no PDV com o que foi contado em estoque para fazer o pedido. Este pedido é resultado de uma serie de processo que depende da intervenção manual, portanto, sua acuracidade é critica. Os grandes varejos do Brasil usam um controle com etiquetas coloridas para minimizar os erros destes processos. Este consiste em colocar identificar com uma determinada cor na etiqueta do pedido na prateleira indicando que existem produtos no estoque da loja. Na maioria das vezes funciona, mas não tira a intervenção humana do processo e se a etiqueta colorida não é retirada para o próximo pedido o produto não será pedido e uma ruptura irá ocorrer

VI) Contagem de inventários: os varejos brasileiros, na sua maioria, fazem no mínimo duas contagens de inventário no ano. Se o varejo, por um acaso, mudar a estratégia para ao invés de atendimento do cliente para minizar inventário para facilitar a sua contagem a chances de ruptura aumentam. A contagem física de inventario custa muito, especialmente se é verificado não somente o seu valor mas a quantidade de um item específico

Pesquisas mostram que os clientes escolhem um varejo porque nele encontrará todas as marcas que procura. Pesquisas nos EUA mostram que 8% do total de produtos estão em falta em um supermercado. Para os produtos em promoção este número é de 20%, ou seja, quando vemos uma promoção anunciada em um jornal existe uma em cinco chances de não encontrarmos o produto na prateleira do varejo. Esta ruptura em parte se deve a má comunicação entre o varejo e o fabricante. Mas a grande parte está no erro na previsão de abastecimento e a demora de resposta da cadeia para um novo pedido.

Após mostramos os processos e o planejamento da produção em uma cadeia de suprimentos do varejo brasileiro, com seus principais problemas, mostraremos os benefícios da adoção da tecnologia RFID nos produtos da cadeia.

Se perguntarmos para uma pessoa que trabalha no departamento de planejamento de uma empresa, qualquer que seja, qual é a qualidade mais importante que seus dados necessitam ter ele, com certeza responderá, precisão. A precisão de saber com certeza onde os produtos se encontram e a sua demanda.

Hoje muitos fabricantes recorrem a dados de estudo estatísticos ou uma comunicação com varejo para obter esta visibilidade da demanda do seu produto no ponto de venda. Ainda, muitos fabricantes investem em sistemas de controle de inventário e demanda com os seus parceiros de negócio na cadeia e suprimentos. Esta informação coletada é inconsistente, incompleta e algumas vezes ultrapassada. Mas por que, em empresas com alta tecnologia, estes dados são tão ruins?

- Primeiro: o relacionamento entre o varejo e os fabricantes, no geral, é de não compartilhamento de informação visando benefícios na negociação.
- Segundo: até hoje era muito caro para ter informações precisas sobre os níveis de inventário por toda a cadeia de suprimentos. O trade off entre precisão e custo das informações faz que o varejo busque uma solução intermediária muitas vezes ruim para os dois lados. É neste problema que o RFID irá mais influenciar.

- Terceiro: o código de barras funciona sempre com a intervenção humana, e com esta, existe a possibilidade de erros serem cometidos durante o processo. Inevitavelmente estes erros geram estoques de segurança aumentando os custos e ineficiências ou, caso contrário, causando rupturas.

3.5 Benefícios da tecnologia RFID no Centro de Distribuição e Varejo¹²

I) Acuracidade do Recebimento

A tecnologia RFID, basicamente, elimina a necessidade do trade off precisão x custo. Conseguimos acuracidade e visibilidade a custo variável zero. Para a maioria dos casos a etiquetação nas caixas dos produtos é suficiente para conseguir este benefício.

O processo funcionará da seguinte maneira: os pallets são descarregados do caminhão e trazidos para a área de recebimento, o leitor RFID colocado na entrada do CD lê as etiquetas das caixas do pallet. Lendo as etiquetas das caixas e comparando com a etiqueta do pallet o sistema casa as informações e verifica se a quantidade e o produto batem com o pedido verificando se ocorreram roubos ou erros no envio dos produtos.

No mesmo instante que o produto é lido e recebido, as quantidades certas são automaticamente adicionadas no controle de inventário da empresa. Perceba que é a quantidade de caixas lidas que entra no sistema e não a quantidade indicada na nota do pedido. Caso ocorra uma discrepância entre estes dois dados uma notificação é gerada para ser tomada a devida providência.

Precisão no recebimento				
	Transferir o estoque	Descarregamento	Verificação	Mover para o estoque ou prateleira
Processo atual	Despacho automático no CD	Tarefa manual	Verificação manual	Tarefa física
Processo Auto-ID	Automático no recebimento	Sem mudança	Deneessário	Direção automática

Figura 21 – Mudanças no recebimento

¹² Baseado no estudo: Focus on Retail: Applying Auto-id to improve product availability at the retail shelf - 2002

II) Visibilidade do estoque

Em uma área de estocagem ideal, todos os produtos estariam estocados de uma maneira que facilitaria suas busca e movimentações. Mas isto sabemos que não existe, principalmente durante o período de alta demanda. Muitas vezes, as montagens de pallets com mix de produtos causam perdas na procura destas caixas.

A instalação de leitores RFID nas entradas e saídas do CD causam o isolamento desta área permitindo o controle preciso dos níveis de inventário. Com a instalação de leitores no interior no CD o sistema pode indicar a posição exata da caixa mesmo que ela não esteja visível nas prateleiras.

A etiquetação das caixas dos produtos permitirão o varejo a localizar e controlar seu estoque de cada produto, mesmo em áreas de temperatura controlada. Dependendo do produto e sua importância podemos controlar a sua temperatura específica durante a estocagem, sabendo se ele se manteve dentro dos limites previamente estipulados.

A utilização da tecnologia RFID reduzirá os problemas envolvendo excesso de estoque ou seu oposto. Por fim, permitirá uma visibilidade continua dos produtos no CD com uma alta precisão

Visualização do estoque		
	Organização do estoque	Gerenciamento do estoque
Processo atual	Localização fixa	Contagem manual
Processo Auto-ID	Aleatória e seleção por prioridades	Gerenciamento de tráfico

Figura 22 – Mudanças na visualização do estoque

III) Reabastecimento da loja

Este benefício será atingindo, na loja, na sua plenitude com a etiquetação dos itens dos produtos, mas podemos conseguir a redução de ruptura no CD com a etiquetação das caixas.

Instalando leitores RFID em todas as docas de entrada e saída do CD conseguimos isolar esta parte da cadeia de suprimentos. O funcionamento é bem simples: o que saiu menos o que entrou é a quantidade que temos estocada. A maioria dos varejos admitem certos os carregamentos enviados do CD para a loja, ou seja, não retornam pedidos errados para o Centro de distribuição. Isto, se a cadeia do varejo não tiver uma capacidade rápida de resposta, causará ruptura.

O caso pode ser ainda pior se a loja não perceber o erro até a hora que realmente falta o produto na loja. Por exemplo, no meio do pedido de um determinado detergente de coco esta um de outro sabor, mas a contagem cega não conseguiu registrar este erro. O sistema indicará que tem este produto em estoque mas na verdade temos uma sobra do outro detergente e uma falta do detergente de coco. Só conseguiremos registrar este fato na hora de repor a mercadoria na prateleira ou na contagem manual de estoque na loja (sabemos que isto custa dinheiro e tempo).

Reposição				
	Movimento na loja	Lista de estoques	Localizar o produto no estoque	Mover o produto para a prateleira
Processo atual	Verificação manual	Verificação manual	Procura manual	Tarefa física
Processo Auto-ID	Desnecessário	Desnecessário	Denecessário	Sem mudanças

Figura 23 - Mudanças na reposição

IV) Gerenciamento do ciclo de vida dos produtos e planogramas

A adoção da tecnologia RFID irá facilitar o cumprimento do planograma. A vantagem chave para isto é o aumento de visibilidade. Este aumento combinado com outras técnicas irá fornecer a confirmação de cumprimento do planograma por loja.

Ao nível de etiquetação na caixa, RFID permitirá a capacidade de rapidamente localizar os produtos no estoque da loja. Com a instalação dos leitores na saída do estoque da loja, entrada na área de vendas dos produtos, permitirá que cada caixa tenha automaticamente sua validade e quantidade lida. Ainda o sistema irá informar onde o produto será colocado.

Gerenciamento do planograma e vida útil do produto				
	Remoção de itens descontínuos	Inserir novos itens	Mutação da etiqueta da prateleira	Manter o planograma
Processo atual	Verificação manual	Verificação manual	Procura manual	Procura manual
Processo Auto-ID	Gerenciamento de exceções	Gerenciamento de exceções	Sem mudança	Gerenciamento de exceções

Figura 24 – mudanças no planograma

V) Contagem de ciclos e Pedidos manuais

Os benefícios da tecnologia irá englobar tanto os processos manuais de pedidos quanto os automáticos. Uma visão mais precisa do estoque disponível na loja e a contagem de produtos disponíveis na prateleira ajudará o melhor gerenciamento de estoque em toda a cadeia de suprimentos.

Tendo a situação atual (em tempo real) dos produtos na loja irá melhorar a acuracidade dos pedidos (tanto manual quanto automático) permitindo a redução dos estoques nas lojas. As contagens de ciclo baseadas na correlação das vendas, inventário atual permitirá uma automação deste processo. Permitirá, também, maior atenção para os relatórios de discrepâncias e a melhoria continua deste processo.

Giro / Pedidos manuais				
	Contagem do estoque	Checar locação secundária e estoque de não vendidos	Ajuste dos arquivos de estoque	Criar um pedido
Processo atual	Verificação manual	Verificação manual	Automático	Automático
Processo Auto-ID	Desnecessário	Desnecessário	Sem mudança	Sem mudança

Figura 25 Mudanças nos pedidos

VI) Contagem de inventário

A adoção da tecnologia no nível de caixa, a contagem manual do inventário será minimizada. No nível de item o chão de vendas será monitorado, mas os benefícios para a contagem de caixas no CD é muito grande.

Os dados sobre o nível de inventário é um dos dados iniciais para o planejamento de qualquer empresa. A acuracia destes dados irá perpetuar para todas as análises e previsões do planejamento. Acima já especificamos como será feita a contagem de inventário em um CD.

Contagem física dos inventários				
	Preparação da contagem	Localização de todo estoque	Execução da contagem	Verificação das contagens
Processo atual	Verificação manual	Verificação manual	Automático	semi-automático
Processo Auto-ID	Desnecessário	Desnecessário	Desnecessário	Automático

Figura 26 – Mudanças nas contagens de inventário

3.6 Conclusão desta análise

Após a análise feita assim concluimos alguns pontos:

- Quando um produto chega à loja, ela age de duas maneiras: Verifica se o produto está correto com o que foi pedido (alto custo). Ou não verifica e assume que está tudo correto (baixa precisão)
- Com a tecnologia Auto-id você consegue uma maior precisão com com um aumento de custo virtualmente nulo
- Para um grande número de produtos, a etiquetação no nível de caixa garante a precisão desejada
- Em uma condição de Stock out o varejo enfrenta dois desafios: se tem em estoque o produto em falta. E, caso afirmativo, onde ele está.
- Com a tecnologia Auto-id a velocidade de rastreamento e, portanto, a eliminação do Stock out aumenta
- A etiquetação no nível das caixas irá reduzir a possibilidade de estoque excessivo na prateleira
- As lojas não conseguem visualizar uma ruptura sem a checagem visual. Ou, em piores casos, quando um cliente avisa o gerente da loja
- Com a colocação das etiquetas nos itens e leitores espalhados pela loja, o monitoramento constante irá reduzir as rupturas dramaticamente
- No caso de etiquetagem nas caixas o sistema será capaz de analisar todas as reposições necessárias baseada em dados como viabilidade do produto no estoque, valor do produto, urgência, duração da ruptura e status promocional do item
- O processo de gerenciamento do planograma, hoje, exige uma demanda muito grande de tempo e mão de obra tanto para o varejo quanto para o fabricante. Para evitar situações de ruptura os pedidos são feitos com um tempo de segurança gerando um aumento de estoque, principalmente para produtos em promoção

- A diminuição de tempo de pedido e entrega reduz as chances de ruptura, estoques desnecessários, e processos de devolução
- Com as etiquetas nas caixas dos produtos possibilitará uma rápida localização destes no estoque da loja. Auto-id estará capacitado a gerar relatórios de exceções que minimizará o tempo de soluções dos problemas ocorridos
- Hoje, o pedido manual desafia a pessoa que o executa a confiar na sua memória ou na verificação visual do produto no estoque. Esta verificação e outras formas de gerenciamento do estoque (por exemplo o uso de etiquetas coloridas) ainda precisam de intervenção humana e muito tempo.
- Tendo uma visão completa, em tempo real do estoque, ajudará a diminuir o lead time dos produtos até a loja diminuindo o estoque de segurança e as rupturas
- Esta visão irá ajudar a mudança do pedido manual para o pedido automático através da minimização da intervenção humana para manter a integridade do inventário
- Muitos varejos ainda confiam em uma ou duas verificações físicas do estoque por ano. Este processo tem um impacto nas rupturas em vários aspectos. Geralmente quando o gerente da loja reduz seu inventário para aumentar a precisão e facilitar a sua contagem isto aumenta o número de stock outs
- A etiquetagem nas caixas dos produtos irá minimizar a contagem manual do estoque
- Muitos varejos encontram problemas na leitura do código de barras, latinha gelada por exemplo, sendo obrigados a digita-lo manualmente. Isto acontecendo inúmeros problemas aparecem: tempo perdido para a solução do problema, insatisfação do cliente pela espera, aumento da margem de erro. Quando o erro ocorre no ponto de venda o varejo sacrifica a precisão de seu inventário podendo gerar rupturas

- A tecnologia Auto-id possui uma precisão muito próxima de 100% de itens lidos. Combinando com a velocidade de leitura o caixa conseguiria passar mais de um produto por vez no leitor, diminuindo filas e aumentando a satisfação do cliente
- Uma leitura errada do estoque pode acabar com os benefícios dos mais sofisticados algoritmos de reposição
- Com a etiqueta no item minimiza estes erros de leitura do estoque (tanto na prateleira quanto no fundo da loja)
- Com a etiqueta na Caixa de produtos, sabendo a situação do estoque e sabendo com precisão as vendas conseguimos um resultado muito satisfatório
- Melhorias contínuas do algoritmo podem ser feitas com muito mais precisão quando os erros de leitura dos inventários diminuem

Todos estes fatores acima descritos causam discrepâncias nos dados que circulam na empresa. Estes erros causam um problema no planejamento. Os responsáveis por este planejamento já sabendo destes erros e não querendo correr riscos de ruptura assumem um estoque de segurança muito grande. Este estoque, nos Estados Unidos, não é o enfoque da adoção da tecnologia RFID. Eles estão mais preocupados com a redução da mão de obra pois os salários são bem mais altos e como os juros estão muito baixos a redução da mdo é muito maior que no Brasil.

Nós aqui, a situação é inversa. Os baixos salários fazem que a redução de custo de mdo não seja um enfoque na adoção da tecnologia, apesar de não levarmos em consideração que a nossa mão de obra é mais barata mas comete mais erros (supostamente ao compararmos o nível de educação entre os dois países). Mas quando olhamos para a redução dos estoques de segurança no Brasil, a tecnologia RFID se torna uma importante ferramenta para conseguir tal benefício. Se esta tecnologia reduzir estes estoques pela metade, ou até mais (alguns falam de redução de 85% dos estoques de segurança) só os benefícios da redução do capital investido já tornaria esta tecnologia viável.

4 Resultados¹³

4.1 Introdução

Neste ponto do estudo já estamos entendendo como a tecnologia funciona, quais são seus pontos de maior problema, o que está sendo feito no Brasil e no mundo, quais seus benefícios em uma cadeia de suprimentos genérica, como estes benefícios variam com as características da cadeia e quais serão os impactos desta tecnologia nesta.

Como vimos na segunda parte, os benefícios da tecnologia RFID aplicados na cadeia de suprimentos são bastantes extensos e variados. A grande flexibilidade de aplicações e os ganhos em velocidade e acuracidade, ganhos estes que são muito procurados em qualquer processo ou tarefa que façamos, não importando o negócio e nem o seu produto, nos permitem pensar em infinitas possibilidades de benefícios. Mas para ilustrarmos um estudo de viabilidade desta tecnologia focalizaremos o estudo em um armazém de ferramentas e equipamentos de uma empresa do setor de construção civil.

4.1.1 Implementação da tecnologia por etapas

Com inegáveis benefícios em praticamente toda a cadeia de suprimentos é natural que exista a dúvida de onde começar a implementação desta tecnologia; assim como o tamanho da implementação. Vale a pena começarmos por um setor, perdendo boa parte dos benefícios da cadeia? Ou vale a pena fazer uma grande implementação colendo assim todos os benefícios planejados imediatamente (depois de testes e pilotos, claro)?

De acordo com Mark Roberti, editor fundador do RFID Journal, a implementação da tecnologia deve ser feita de forma bottom-up. “Ao invés de gastar milhões para colocar leitores em todas as prateleiras ou todos os PDVs para evitarmos a ruptura, falta de estoques, excesso de inventário, ineficiências na manufatura ou outros grandes problemas da organização, as companhias precisam implementar a tecnologia sabiamente para acabar com as condições que permitam a existência de ineficiências

¹³ Autor

na cadeia interna de suprimentos”. Ou seja, resolva primeiro os pequenos problemas, como erros administrativos, roubos, erros de armazenamento que estes lhe trazem grandes benefícios futuros. O segredo para o sucesso está na solução dos erros que contribuem para os grandes problemas. “Não será fácil. Você terá que lidar com a complexidade da leitura de caixas e pallets em seu armazém. Você, também terá que coletar e analisar os dados produzidos pela tecnologia RFID. Mudar processos e conseguir que as pessoas que terão seus trabalhos afetados abracem o novo jeito de fazer as coisas. Mas é viável e trará resultados. Isto porque o RFID permite a eliminação de ineficiências que outras vezes seriam muito caras para mapear e controlar”.

Por exemplo, uma contribuição para a redução dos erros envolvendo a leitura e conferência das mercadorias recebidas para o inventário no recebimento. As companhias poderiam reduzir os erros através da leitura de todos os códigos de barras de todas as caixas que chegam a um Centro de Distribuição ou armazém, mas este custo de operação e verificação seriam muito mais caro que os benefícios de possuir um inventário mais preciso. Mas estas companhias poderiam utilizar a infra-estrutura RFID para atacar estes erros, já que uma vez instalada, não custa para efetuar uma leitura. Sei que terá que pagar pela etiqueta mas isto pode ser resolvido através de negociações com seu fornecedor.

Reduzir erros de recebimentos, provavelmente, não trará um retorno sobre investimento satisfatório mas a mesma infra-estrutura poderá ser usada para corrigir outras ineficiências, como redução de erros, nível de serviço, custo de operação e documentação que somados podem viabilizar o investimento.

Portanto, vamos estudar a implementação da tecnologia em uma área que é conhecida por ter elevada ineficiência, por ter facilidade de “cercarmos” o escopo do projeto (veremos a seguir por que) e por nos trazer a possibilidade de atingirmos além dos benefícios da operação em si, benefícios para a companhia em geral.

4.2 Descrição do projeto.

Tendo em vista as conclusões que tiramos acima, decidimos montar um estudo em um setor da empresa que conseguimos analisar e monitorar sua totalidade e com a

provável futura melhoria daremos um grande passo para futuros benefícios maiores. O setor escolhido foi o armazenamento de ferramentas e pequenos equipamentos.

4.3 Objetivo

Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade econômica de uma implementação da tecnologia RFID em um armazém de ferramentas e pequenos equipamentos.

4.4 Descrição da Empresa

A XX S.A.® é uma empresa brasileira dedicada a Construção, Montagem e Manutenção Industrial atuando nas áreas de Petróleo, Petroquímica, Energia Elétrica, Siderurgia, Metalurgia, Transportes, Cimento, Mineração, Fertilizantes, Papel e Celulose.

▪ Faturamento:

ANO	U\$
1995	36,508,353.93
1996	56,026,042.00
1997	57,761,955.47
1998	63,248,000.81
1999	39,819,856.61
2000	44,176,928.38
2001	63,354,226.00
2002	46,516,542.33
2003	64,462,012.32
2004	42,754,668.47

▪ Recursos humanos:

Cargos	QUANTIDADE
Gerente de Contrato	08
Engenheiros	38
Técnicos/Supervisores/Assistentes	94
Médicos	03
Advogados	06

- Ativos:

Seguem os principais ativos da companhia. Estes ativos não fazem parte do escopo do trabalho, a não ser pelas máquinas de solda. Mas servem de ajuda para dimensionar o tamanho da empresa

DESCRIÇÃO	CAPACIDADE	QUANTIDADE
Guindaste	110 t	02
Guindaste	60 t	01
Guindaste	75 t	02
Guindaste	50 t	01
Guindaste	25 t	04
Guindaste Hidráulico	20 t	01
Guindaste Hidráulico	18 t	10
Guindaste Hidráulico	60 t	01
Guindaste s/ Esteira	9 t	07
Caminhão "Munck"	5 t	07
Compressor	250 cfm	02
Compressor Estacionário	750 cfm	02
Compressor Estacionário	300 cfm	04
Compressor Estacionário	672 cfm	01
Cavalo Mecânico c/ Carreta (FNM Scania)	50 t	03
Caminhão	8 t	08
Empilhadeira	3 t	01
Máquina de Solda		350

4.5 Descrição do Armazém

O armazém é localizado no KM 203 da Rodovia Presidente Dutra em Arujá, São Paulo. O Armazém é composto de dois prédios que ficam no mesmo terreno, um de frente para o outro. Cada prédio possui duas docas, uma de chegada de carga outra de saída de carga. Fora estas, possui uma entrada para funcionários. Para facilitar, vamos chamar os prédios de armazém 1 e armazém 2.



Figura 27 – Desenho do armazem de equipamentos

No armazém 1, a esquerda da entrada do terreno olhando para dentro dele, é guardado aparelhos e móveis que foram utilizados em obras anteriores como beliches, ar-condicionados, geladeiras e armários. Cada grupo deste está agrupado no mesmo local mas sem controle de quantidade e estado de funcionamento. Quando uma obra é começada fazem uma verificação ocular de quantos estão estocados e testam seu funcionamento para saber se podem ser aproveitados. Não estão estocados em

prateleiras ou outra forma de armazenamento. Os beliches, por exemplo, estão empilhados formando altas pilhas de camas o que não facilita sua contagem ou manuseio em caso de reaproveitamento.



Figura 28 armazenamento de geladeiras

Pensando com objetivo no projeto este armazém possui produtos de alto valor, como geladeira e ar condicionados seria benéfico monitora-los com maior precisão. Mas eles possuem um giro muito baixo. Provavelmente uma geladeira deve ficar parada lá por mais de dois meses, portanto não entraria como uma grande vantagem para o estudo de viabilidade da tecnologia. Por outro lado, uma vez que a infraestrutura está instalada a etiquetação destes produtos custaria somente o preço da etiqueta. Concluindo, não será foco principal deste estudo mas sabemos que trarão vantagens para o processo no futuro.



Figura 29 – Armazenamento das maquinas de solda



Figura 30 – Armazenamento de ar condicionados

No armazém 2, entrando no terreno a direita, se encontram as ferramentas e chamados pequenos equipamentos que já foram ou serão usados em obras. Este é do mesmo tamanho que o armazém 1 mas melhor aproveitado

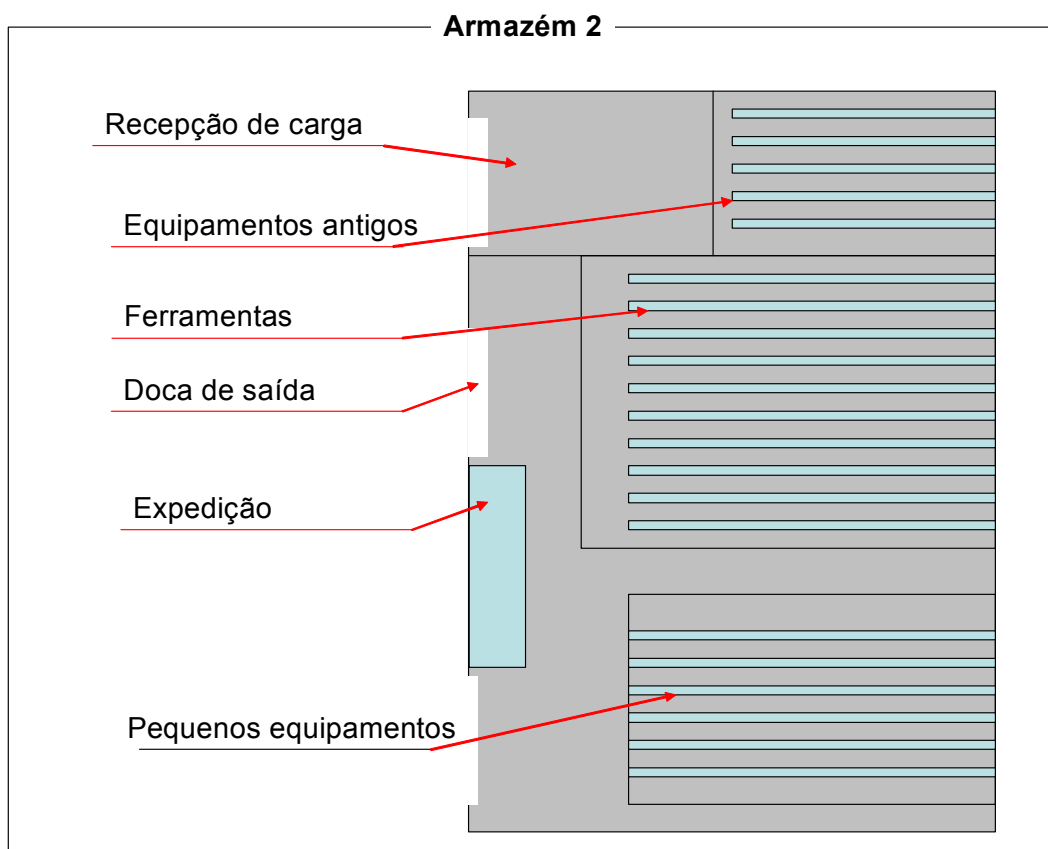


Figura 31 - Detalhamento do armazém 2

O armazém possui 3 acessos: acesso de funcionários, entrada de carga e saída de carga. 3 locais de armazenamento:

- Armazenando de objetos usados: nele se guarda tudo que foi usado em obras e não foi verificado se funcionam ou precisam de manutenção. Dentre eles estão monitores de computador, televisores, ferramentas, pequenos equipamentos como máquinas de solda etc. Normalmente aguardam de uma a duas semanas para serem totalmente verificados. Existe pouca organização neste local pois justificam que depois cada objeto vai para o seu devido local de armazenamento. Consequentemente este local possui um grande potencial de perda de objetos seja por estarem mal armazenado ou por não encontrarem o que estão procurando. Sem contar no tempo que é gasto nesta pesquisa.



Figuras 32 e 33 – Armazem 2

- Armazenamento de ferramentas: neste é armazenado todas as ferramentas de uso em obras como chave de fenda, martelos, brocas; até guinchos de tamanhos diferentes para guindastes. Ele possui dois andares, na parte inferior está o que acabamos de descrever e na parte superior estão armazenados roupas de trabalho (em surpreendente quantidade) e material necessário para o dia-dia da obra, como sabão

em pó, xampu, vassouras etc. Como estes objetos não possuem grande valor agregado, a etiquetação destes não nos ajudaria na viabilidade da tecnologia. Podendo até atrapalha-la. Voltando ao armazém de ferramentas no andar inferior, vale mostrar que ele é inteiro cercado de grades e somente o um funcionário tem acesso às chaves dele. Uma forma de controlar e inibir os roubos de ferramentas.



Figuras 34 e 35 – Prateleiras de ferramentas





Figuras 36,37 e 38 – Armazenamento de ferramentas

- Armazenamento de equipamentos: este, também cercado de grades e suas chaves sob controle de uma só pessoa, fica ao lado do armazém de ferramentas. Seu tamanho é reduzido comparado com o anterior, mas o que se guarda em maior valor agregado. Nas suas estreitas fileiras se armazenam pequenos equipamentos como lixadeiras, fresnas, e outros equipamentos de maior valor.



Figura 39 e 40 – Armazenamento de equipamentos

- Na expedição fica os materiais que foram separados para uma determinada obra. Ali, aguardam a chegada do transporte separados em menores locais pela a localidade das obras, por exemplo, Cubatão



Figura 41 – Expedição

Vale ainda citar, no segundo andar existe um pequeno armazém de instrumentos de medição, como paquímetros, barômetros e outros. Estes equipamentos não são baratos e exigem um grande controle sobre eles, pois muitos clientes exigem que os equipamentos sejam testados e medidos antes de ser enviados para as obras.



Figura 42 – Equipamentos de metrologia

Por fim, neste armazém não trabalham muitas pessoas, todos os transportes e movimentações são feitos manualmente, ou seja, não existem empilhadeiras ou equipamento parecido.

4.6 Descrição dos processos

Quando a empresa ganha um contrato de uma obra, geralmente este é da forma de turn-key, um grande planejamento é feito. As tarefas descritas chegam ao surpreendente número de sete mil tarefas planejadas. Após feito este planejamento começa-se a estimativa de recursos e materiais necessários para a conclusão da obra no tempo pré definido no contrato. Estas estimativas são feitas com base nos históricos de obras anteriores e experiências dos planejadores. Como a mão de obra representa a grande parte do custo e do bom andamento da obra, maior atenção é dada a esta parte. Os materiais ocupam uma parcela representativa dos custos, mas bem abaixo da mão de obra.

Após a estimativa de materiais necessários para a realização da obra um pedido formal é feito para a matriz. Este pedido em 99% das vezes é super dimensionado pelo fato das obras se localizarem em regiões distantes de São Paulo e de difícil acesso. Um planejador não vai arriscar a boa continuidade da obra pelo simples fato que precisa estocar algumas dezenas de ferramentas, para caso uma fique inoperável. Este pedido, dependendo do item pode chegar a três vezes a quantidade normalmente necessária de acordo com o gerente do armazém estudado.

Após o pedido ser feito na empresa ele passa por uma series de documentações e aprovações até chegar no armazém para a sua montagem. Neste é montado o pedido e colocado no local da obra que fez o pedido. O pedido é montado manualmente, na maioria das vezes, por uma só pessoa. “Não temos equipamentos tão pesados e nossa janela de operação é extensa” diz o gerente do armazém. A janela citada é o tempo que o armazém tem para montar o pedido até o caminhão chegar.

Na montagem do pedido, uma ficha contendo a peça e sua quantidade é dada ao operador. Ele vai ao armazém apontado e localiza a peça indicada. Neste local existe uma ficha de controle de estoque desta peça. Ele pega a quantidade indicada e anota na ficha esta quantidade atualizando o inventário. Isto feito, ele vai até o computador e faz a mesma baixa. Só assim ele recolhe as peças e leva para o local de expedição da obra indicada.



ENESA ENGENHARIA S.A.		FICHA PRATELERA	
CÓDIGO 0017.09.023	UNID. PÇ	PALAVRA CHAVE " C	
MATERIAL Chave Estrela de Bater de 46 mm		LOCALIZAÇÃO Prat. 1	
DATA	DOCUMENTO Nº	QUANTIDADE	
		ENTRADA	SAÍDA
08.12.03	Inventario	03	!!!!!!
16.12.03	NF 00705	02	—
05.04.04	Sm 1666	(50)	01
06.03.04	NF007011	03	—
21.06.04	NF007080	03	—
13.07.04	Sm 3342	(53)	02
26.07.04	Sm 142	(63)	04
25.08.04	Sm 756	(34)	04
22.11.04	NF 2530	03	—
28.03.05	Sm 444	(63)	06
06.04.05	Sm 8736	(65)	06

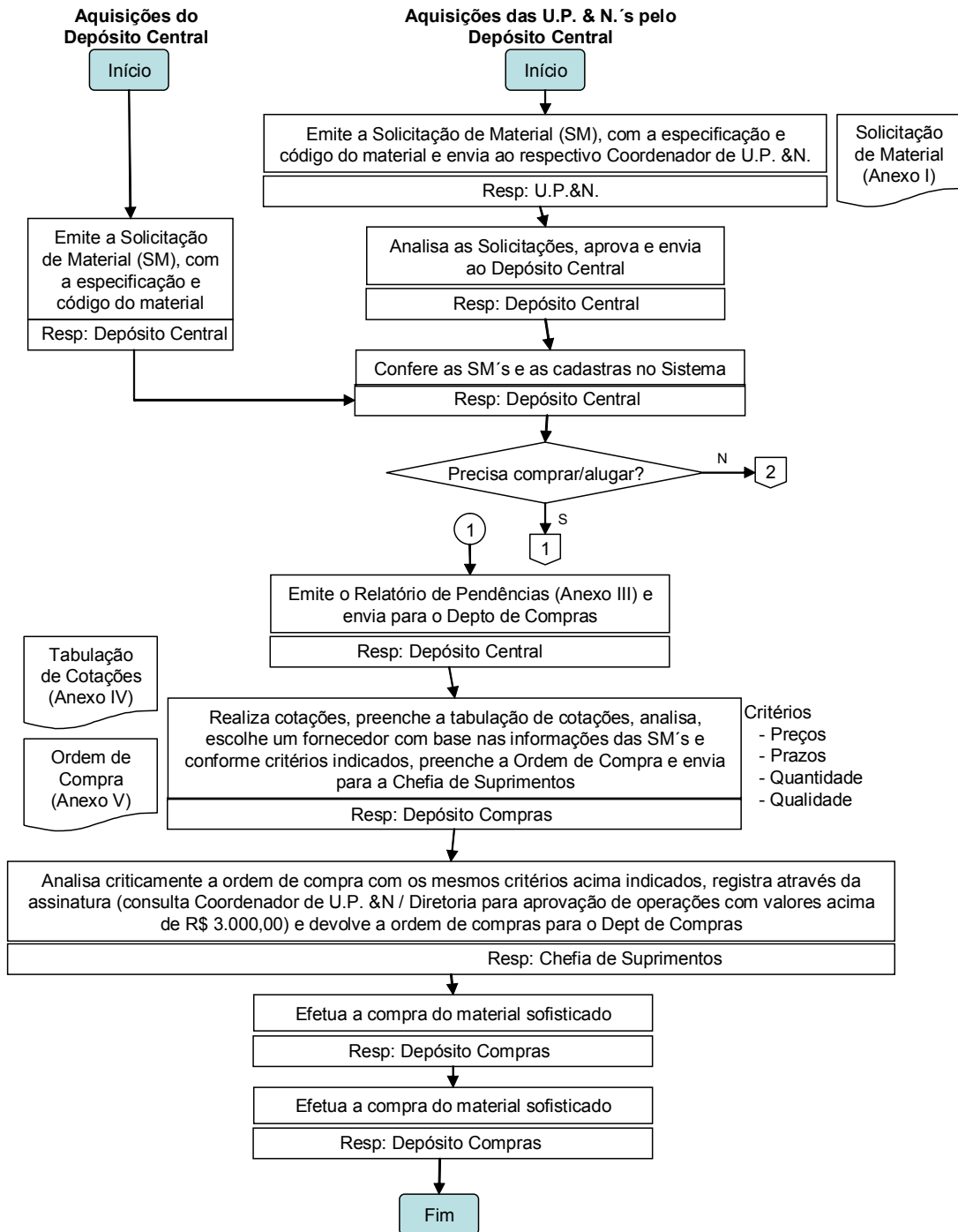
Figura 43 – Ficha de controle de estoque

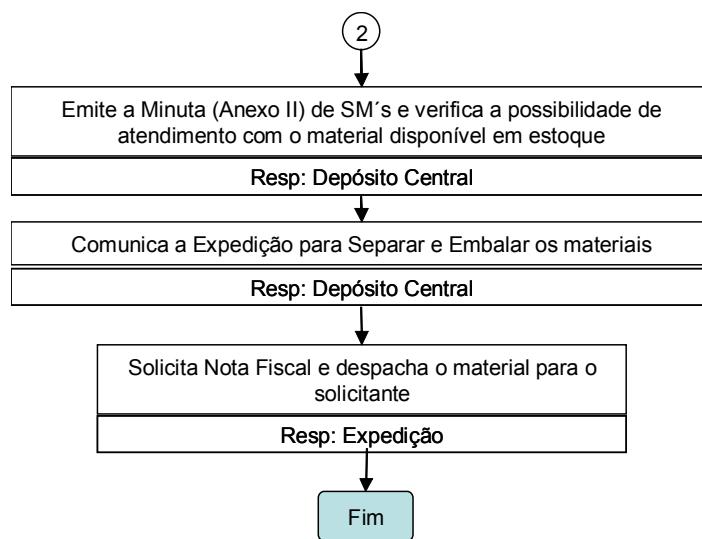
Estas fichas de controle nas prateleiras são na verdade duas tabelas uma contendo a quantidade retirada e outra contendo a quantidade acumulada, u seja, o quanto ainda tem armazenado. Quando o pedido necessário é maior que consta na ficha, outro documento é preenchido e se inicializa uma ordem de compra desta ferramenta. Esta ordem de compra precisa ser aprovada pelos funcionários específico do escritório central. Após esta aprovação uma pesquisa de preço é feita com três ou quatro potenciais fornecedores. Com o fornecedor definido o pedido é feito com um prazo pré estipulado de entrega. “Normalmente eles atrasam, diz o gerente, mas já antecipamos isto encolhendo os prazos. Um buffer de segurança.” Com os pedidos feitos e a compra efetuada o pedido da obra é completo e um caminhão enviado para lá.

Todas as ferramentas e equipamentos que necessitam de testes são testados. Sem exceção. Portanto o risco de chegar um equipamento que não funciona na obra é bem pequeno. Mas o controle se o pedido foi preenchido corretamente só é feito na obra. Este número de acordo com este gerente é inexpressivo. Mas conversando com responsáveis da acuracidade destes pedidos na obra a resposta é diferente. Estes erros são bastante comuns, mas como estes pedidos são super dimensionados eles esperam até uma quantidade expressiva de pedidos acumulem para fazê-lo para o armazém central. Ou seja, a empresa compra um número bem superior de equipamentos e ferramentas que o necessário.

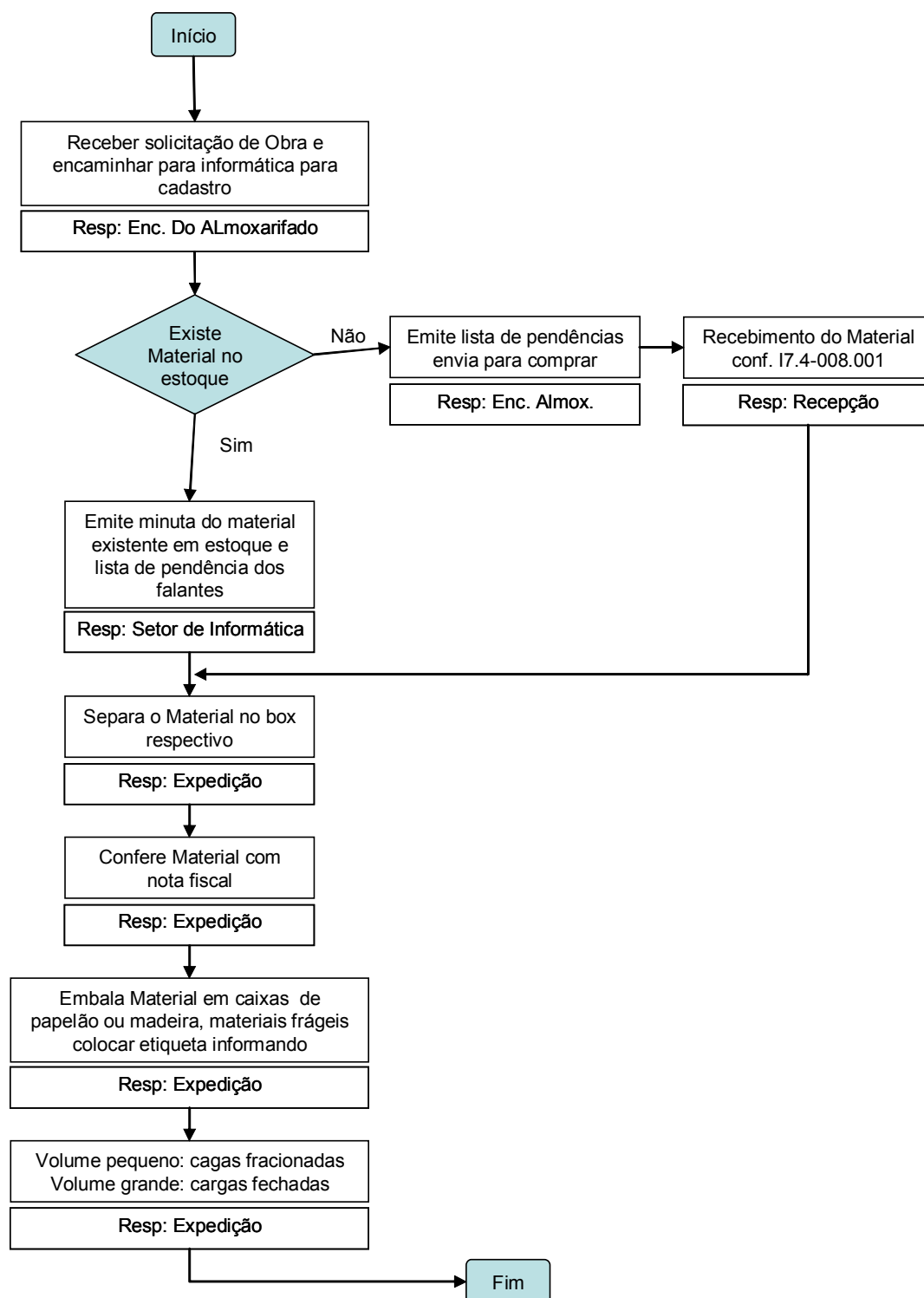
Toda a semana pelo menos um pedido é entregue às obras. O armazém tem um ritmo tranquilo mas com picos de demanda nas sextas e segundas. O volume não é tão expressivo assim, depende da quantidade de obras em operação, mas os valores dos equipamentos são bastante importantes. Sabemos que empresas como Camargo Correa, Andrade Gutierrez os volumes são bem maiores. Cerca de dezenas de vezes maiores de acordo com este mesmo gerente que já trabalhou numa destas.

4.6.1 Fluxograma do processo de decisão de compra de novos materiais





4.6.2 Fluxograma dos processos de movimentação dos materiais no armazém



4.7 Descrição da infra-estrutura e novos processos

Com a situação atual bem descrita e mapeada temos condição de definir o nosso baseline. Agora, baseado nos nossos objetivos, temos que analisar e dimensionar a infra-estrutura da tecnologia que estaremos implementando.

Neste dimensionamento corremos o risco de cometer dois erros muito comuns em estimativas de gastos com tecnologia: quando estamos sub dimensionando um investimento corremos o risco de não conseguirmos alcançar nossos objetivos do projeto; quando, a situação mais comum pois temos aversão aos riscos que estudamos, super dimensionamos um projeto estamos arriscados a não ter o payback no tempo estimado ou não ter um payback algum.

Como os investimentos desta tecnologia ainda estão muito caros no país, temos que ser conservadores no dimensionamento da infra-estrutura. Como já vimos a implementação da tecnologia feita por etapas e buscando uma área na qual possamos cerca-la e analisa-la nos permite sempre perseguir um caminho de baixos investimentos e retornos visando um grande issue da companhia.

Tendo em vista um melhor controle e visibilidade dos equipamentos e materiais que estão nos armazéns e nas obras isolaremos, com a utilização de leitores RFID nas entradas e saídas destes. Assim todo material ou equipamentos que entra ou sai destes locais serão lidos e monitorados. Cada armazém e depósito das obras seriam como um volume de controle, o que possibilita-nos saber de tudo que entra e sai deles.

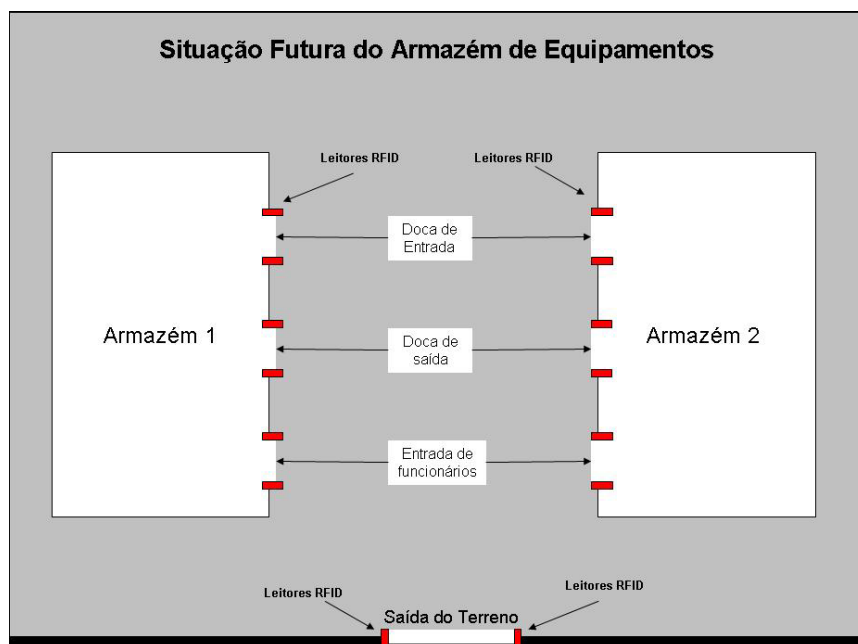


Figura 44 – Infra-estrutura para o ☐etira☐

Esta configuração nos permite melhor acompanhar e controlar o recebimento e montagem de cargas além de uma melhor organização e movimentação dos equipamentos no armazém, por exemplo:

- Na recepção dos equipamentos comprados os leitores na doca de entrada comparam os equipamentos lidos com a nota fiscal de pedido. Se estiver ok o programa finaliza toda a documentação de administração, como emissão de nota fiscal etc. Ao mesmo tempo atualiza e disponibiliza os equipamentos e ferramentas no software de estoque do armazém. Se algum pedido não bater com o que foi requisitado, o leitor avisará o pessoal do recebimento e estes equipamentos serão separados, nos casos de pedido em excesso, ou para pedidos a menos, o sistema alimenta o pessoal de compras para cobrar o restante do pedido com maior agilidade. Perceba que não é necessária a contagem física dos pedidos nem mesmo finalizar a documentação administrativa deste.
- Quando os equipamentos estão armazenados, pouca será a modificação do processo atual. O que melhoraria seria a resposta quando um pedido é feito por uma obra o sistema automaticamente, com uma precisão

muito maior, avalia a viabilidade de o estoque suprir este pedido. Caso contrário uma ordem de compra já é iniciada.

- A montagem dos pedidos fica mais rápida, pois o funcionário não precisa ficar dando baixa manual, escrevendo na ficha da prateleira. Também, não é necessária a baixa no sistema (também manual e sujeita a erros) a cada equipamento que é retirado do estoque. Na verdade o funcionário encarregado de montar os pedidos sairá com uma lista impressa pelo novo sistema onde indicará onde está a ferramenta ou equipamento e qual a quantidade necessária. Sem se incomodar com a necessidade de atualizar os pedidos, ele somente ☐etira-los-á e os levará para a área reservada para aquela obra.
- Com o pedido montado e pronto para expedição, o caminhão encosta na doca de saída e começa a ser carregado. Ao passar pela doca, os equipamentos e ferramentas são lidos e sua destinação e quantidade conferidos. Caso esteja ok, o caminhão é fechado e sairá pelo portão do armazém onde sua etiqueta será lida e comparada com a leitura de sua carga. O sistema será alimentado com a data e hora de saída da carga e a obra avisada de seu pedido. Caso algum erro ocorra, por exemplo, um equipamento que é mandado para uma obra x está entrando no caminhão da obra y, o sistema avisa na hora de seu carregamento. Na comparação com a ordem de pedido o erro poderá ser corrigido na hora de detecção antes que o caminhão seja fechado.
- Após a saída dos equipamentos e ferramentas uma ordem de compra poderia ser gerada, com base em previsões de demanda, para agilizar o atendimento dos futuros pedidos. Por exemplo, se uma ferramenta costuma ser pedida com frequência é interessante tê-la em estoque em grandes quantidades. Assim que seu nível mínimo de armazenamento é atingido quando elas são lidas na doca de saída, uma ordem de compra é automaticamente feita para seu fornecedor.

Outra parte da configuração envolve o relacionamento do armazém central com as obras em andamento. Leitores colocados nos “mini” armazéns de cada obra nos

possibilita uma maior interação e monitoramento do uso dos equipamentos e ferramentas no dia a dia das obras.

Assim, a nossa infra-estrutura, fora do armazém será:

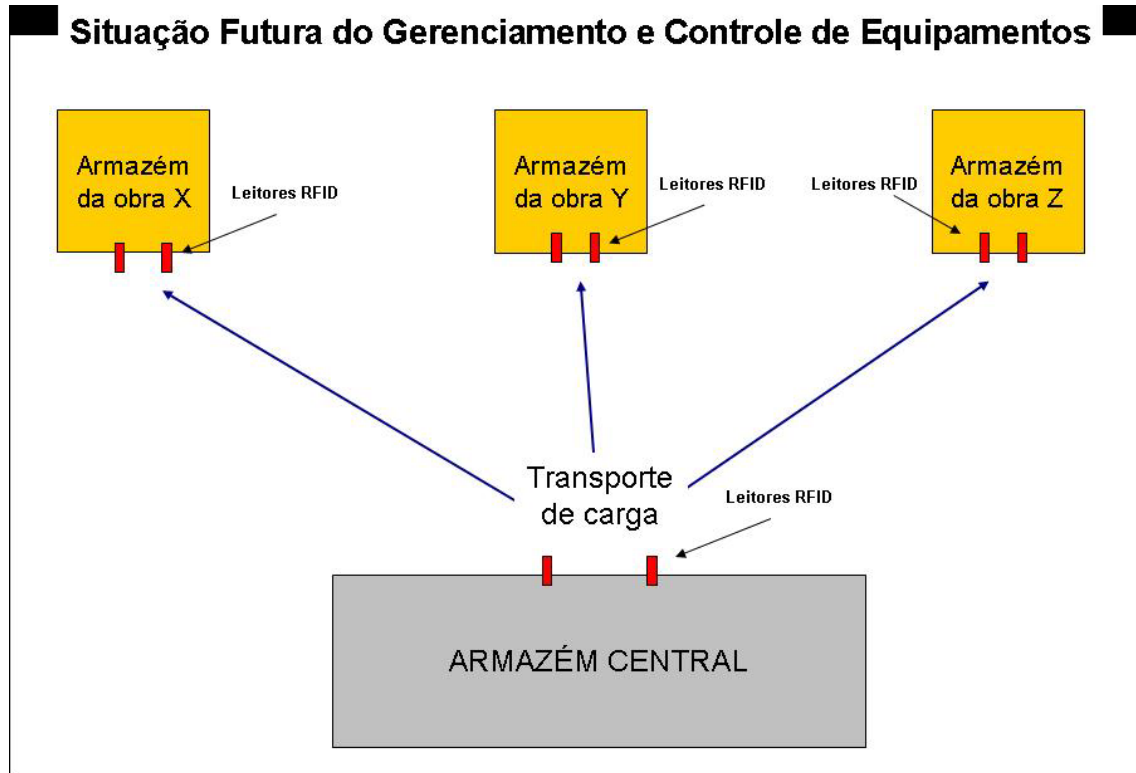


Figura 45 – Infra-estrutura do projeto

- Quando um carregamento sai do armazém central, sua carga é lida e vinculada com o seu caminhão e a obra avisada da hora que este caminhão saiu do armazém, a sua previsão de chegada e a descrição de sua carga. Ao mesmo tempo o escritório e o armazém têm a mesma informação para tomada de outras decisões.
- O caminhão, quando chegar no seu destino, sua carga é lida pelos leitoras das obras e novamente checada com sua nota fiscal. Muito parecido com o recebimento de equipamentos do armazém central, após sua verificação de conteúdo o sistema é atualizado com seus novos valores de quantidade e tipo de equipamento. Neste momento, a documentação ☐ educes ☐ ncias ☐ é automaticamente completa.

- Com os equipamentos em seu estoque e estes com leitores de rfid nas entradas e saídas, as obras conseguem os monitorar com precisão e agilidade muito maior isto leva a redução dos pedidos de segurança. Quando uma obra faz um pedido, devido a sua localização, estes costumam ter números muito maiores que o necessário. Se a obra consegue saber quantos equipamentos estão a sua disposição e sua utilização o risco de falta destes diminui assim como a necessidade de pedidos de segurança.
- Com estes leitores nas entradas e saídas dos estoques nas obras, quando um equipamento necessita ser utilizado, o funcionário simplesmente o retiraria do armazém. A leitura da etiqueta, junto com a leitura do crachá do funcionário, informará quem pegou esta ferramenta, quando pegou e por quanto tempo ela foi utilizada. Isto eliminaria a necessidade de assinatura e termos de responsabilidade e outras burocracia necessárias para a retirada de uma máquina ou equipamento do armazém da obra.
- Com as informações sobre a utilização dos equipamentos nos possibilitará uma melhor visão do aproveitamento dos ativos da obra. Se, por exemplo, um equipamento está sendo sub utilizado em uma específica obra e, ao mesmo tempo, uma outra obra é iniciada não há a necessidade de compra deste equipamento. Ele poderá ser transferido desta obra para a nova sem precisar passar pelo armazém
- Quando um equipamento fica tempo excessivo fora do armazém central uma ordem de busca é feita para verificar seu status e o motivo de seu desaparecimento.
- Caso uma ferramenta ou equipamento é danificado durante o serviço, este poderá ser colocado em uma sala especial, também monitorada, onde será feito um relatório de sua avaria e um novo pedido é feito automaticamente.
- No final de cada obra, seu estoque pode ser automaticamente conferido e ao mesmo tempo estar disponível para outra obra, sem a interferência humana. Se houver a necessidade de educá-la

seja para o armazém central ou para outra obra as atividades envolvidas são as mesmas do armazém central assim como seus registros

Para completar a infra-estrutura estaremos usando uma etiqueta em 900 MHz passiva com capacidade de armazenamento de 96 bits. Esta etiqueta normalmente não é muito cara, mas temos que prestar a atenção para o tipo de atividade que estaremos trabalhando. Uma obra pesada e de grande porte o cuidado com as ferramentas não é o foco principal dos seus trabalhadores, portanto se pretendemos colocar uma etiqueta nas ferramentas e equipamentos precisamos educá-los. Uma etiqueta com proteção anti-impacto e algum controle de temperatura custa bem mais caro da ordem de R\$ 10,00 à R\$ 30,00.

4.8 Descrição dos benefícios

Os benefícios com o maior controle e monitoramento dos equipamentos e ferramentas utilizadas nas obras derivam de duas características básicas da etiqueta inteligente: velocidade e acuracidade. A tecnologia nos permite um aumento de velocidade de resposta a pedidos, aumento da velocidade de resposta em situações de pedidos errados etc. A maior acuracidade se deve pelo fato de não haver interferência humana e constante controle, através de comparações e batimentos, sobre a carga. Estimasse que a acuracidade e diminuição de erros seja da ordem de 99%.

Através de estudos, entrevistas com funcionários do armazém e análises da infra-estrutura estimamos uma lista de benefícios para a implementação da tecnologia:

- Redução das compras de equipamentos e ferramentas: este é o principal benefício da lista, praticamente todos os benefícios que descreveremos tem a redução de compras como uma das suas consequências. A redução de compras periódicas de novos equipamentos será consequência de um melhor aproveitamento e controle dos ativos envolvidos. Por exemplo, quando uma obra é começada, uma lista de

equipamentos é feita de acordo com a sua necessidade e, resumidamente, é enviada para o armazém central. Neste momento, uma análise de utilização dos equipamentos nas outras obras nos mostra que temos 3 destes com praticamente zero de utilização. Portanto, não há a necessidade de comprar novos. Uma obra manda para outra. Sabemos que estes pedidos são super estimados para evitar que a obra pare em caso de avarias ou erro nos cálculos, portanto, de acordo com o responsável pelo armazém, isto ocorrerá com grande frequência.

- Redução de perdas: muito mais que uma melhoria da tecnologia em si a redução de perdas envolve mudanças comportamentais nos processos e atividades. Mas haverá uma parte desta melhoria que ocorrerá pelo simples fato do aumento da visibilidade e controle dos processos. Por exemplo, sabemos da situação do armazenamento dos produtos com avaria. Muitos deles são perdidos durante a espera por conserto, muitos nunca são achados ou demoram um valioso tempo para ser. Além disto alguns equipamentos ou ferramentas não são devolvidas no final da obra. Aparentemente por motivos de perda nas obras ou transporte. Com a nova tecnologia teremos registros muito mais precisos e em maior número do status de cada ativo. Poderemos saber, então se ele foi perdido entre certo período de tempo ou se foi perdido em transporte etc. Não encontraremos estes equipamentos, teremos uma melhor visão de nossos processos e onde estão os problemas.
- Redução dos roubos: roubo é um tema complicado nestes locais. Foi tentado perguntar ao responsável pelo armazém se existe um controle dos roubos nas obras ou no armazém. Não houve resposta e ainda a conversa ficou pesada a partir deste momento. As pessoas não gostam de falar sobre este assunto, pois acham que estamos acusando um funcionário de desonesto ou até criticando os esforços do líder em coibir estes problemas, mas sabemos que eles existem. O maior controle sobre os processos e armazenamento, principalmente nas obras, nos permitirá ter um maior controle sobre roubos. Até mesmo uma maior ameaça para inibir o roubo pois os funcionários sabem que os equipamentos estarão sendo monitorado toda as vezes que saírem do

estoque. Mas o problema com este benefício é que os dados são muito difíceis de conseguir, teremos uma melhoria mas não conseguiremos medi-la com precisão. Mesmo assim ele existe e temos que descreve-lo aqui.

- Melhor controle dos estoques: este é um benefício mais direto ligado com a tecnologia. O isolamento do armazém é capaz de nos fornecer dados sobre tudo que estará entrando e saindo dele, onde estas peças que estão entrando estarão armazenadas, por consequência onde devemos encontra-la etc. Muitos programas de computador tem estas funções mas elas dependem da entrada de dados serem feitas pelo funcionário e portanto sujeitas a erros de digitação, contagem ou até o esquecimento do operador. Na tecnologia RFID todos os monitoramentos e leituras são feitas sem a interferência humana prevenindo que estes erros aconteçam.
- Resposta mais rápida dos pedidos: este item já foi descrito em situações anteriores neste estudo, mas uma cadeia de suprimentos mais ágil é um dos principais benefícios da tecnologia. O problema deste item é que se estudarmos a divisão dos tempos gastos para entregar um equipamento para a obra, a sua grande maioria é gasta pelo transporte visto a distancias das obras dos grandes centros. Consequentemente uma melhoria nos tempos de processos não teriam um grande impacto percentual nos tempos totais. Mas quando há uma falta deste produto em estoque a maior velocidade de resposta nos trará benefícios significativo
- Melhor nível de serviço: nível de serviço é medido com base em entregas de produtos certos, na quantidade certa e no tempo previsto. Com um processo com pouco controle as entregas de produtos é bastante comum uma obra não receber tudo o que foi pedido ou, pior, receber o equipamento errado o que gera uma grande quantidade de processos administrativos. Ao receber um equipamento errado estamos penalizando duas obras ao mesmo tempo, a que recebeu o equipamento e a que vai deixar de receber pois ele está na obra errada. A tecnologia

aumentará o nível de serviço a níveis consideráveis reduzindo transportes e riscos das obras ficarem fora de operação. Esta melhoria acarretará uma maior confiança no dimensionamento dos pedidos reduzindo a parte de segurança dos pedidos. Um menor pedido levará a menores compras periódicas.

- Redução de mão de obra: provavelmente é pior falar deste item do que falar de roubo nas entrevistas com as pessoas envolvidas. Não gostam de falar e não gostam de achar que vão ter mudanças nesta área. Com a infra-estrutura que estamos dimensionado não conseguiremos diminuição da mão de obra significativa. Estaremos com informações para aumentar a produtividade e melhorar sua eficiências assim precisando de menos pessoas para fazer a função. Mas isto só se aplica em grandes níveis no recebimento e expedição no armazém central onde tarefas como conferências e checagem deixaram de existir. Nas obras e outros processos do armazém, processos de checagem terão sua demanda de mão de obra diminuída.
- Redução dos custos administrativos: este ponto é pouco percebido pelas pessoas que trabalham o dia a dia no armazém porque dão um maior valor para os equipamentos e ferramentas. Estão certas em fazer isto mas não devemos esquecer dos processos administrativos envolvidos nem do tempo que é gasto para executá-los.
- Melhor controle da utilização dos ativos: mais claro dos benefícios e o mais descrito neste projeto o melhor controle e utilização dos ativos é o ponto focal deste projeto. As reduções de compras derivam deste benefício.

4.9 Métricas

Os benefícios descritos acima vão nos permitir avaliar a viabilidade econômica da implementação da tecnologia rfid no armazém de ferramentas e equipamentos de uma empresa do ramo de construção civil. Mas para medirmos os benefícios é necessária a definição das métricas relacionadas com estes benefícios. Assim

saberemos a situação atual, estimaremos o quanto iremos reduzi-las ou aumenta-las e, por fim faremos a viabilidade econômica.

As métricas foram relacionadas no quadro abaixo com seus benefícios. Cada benefício descrito acima foi “explodido” em índices de desempenho e entregue para o cliente para seu preenchimento.

Benefícios	Métricas	Atual	Redução
• Redução de compras periódicas	Numero e valor Compras médias no mes compras no inicio das obras compras no meio das obras		
• Redução de perdas	Indice de avarias indice de equipamentos que nao foram devolvidos das obras		
• Redução de roubos	Indice de produtos roubados nas obras indice dos produtos roubados no armazem		
• Melhor controle de estoque	numero de ferramentas por categoria Numero de equipamentos por categoria numero de locais de armazenamento indice de produtos perdidos no estoque sistema de controle do estoque		
• Resposta mais rápida nos pedidos	tempo entre fazer um pedido e sua resposta Divisao do tempo entre transporte e montagem de carga Tempo que se leva para encontrar um pedido		
• Melhor nível de serviço	Pedido certo na quantidade certa numero de pedidos nao atendidos		
• Redução de mão de obra	numero de pessoas envolvidas na atividade Numero de pessoas envolvidas nas obras		
• Redução dos custos administrativos	numero de documentos necessarios para fazer um pedido e controle numero de documentos necessarios para fazer um pedido e controle nas obras		
• Melhor controle de utilização de ativos	Indice de atividades dos equipamentos nas obras tempo médio de vida de uma ferramenta Tempo médio de vida de um equipamento		

Tabela 5 – Lista de características da categoria

No primeiro preenchimento desta tabela, muitos dados foram ditos irrelevantes. De acordo com o responsável do armazém estes acontecimentos eram tão raros que os números são irrelevantes. Pode ser que sejam, algo que acho difícil que seja, mas eles tem que ser medidos e computados no business case. Junto com esta ficha pedimos que o cliente nos informar a quantidade de equipamentos e ferramentas que eles possuem. Como as ferramentas são e numero muito maior e com valor muito menor que os equipamentos, resolvemos montar as ferramentas em categorias, duas para ser mais preciso: ferramentas caras e ferramentas baratas, respeitando a regra do 80-20. Separamos 20% das ferramentas mais caras na categoria A e os 80% restante foi para a categoria B.

Junto com esta informação foi pedido os valores médios de ultima compra de cada categoria. Como algumas compras foram feitas a muito tempo atrás temos um índice médio de correção de preços por categoria da ordem de 10% a 15%.

Portanto os quadros de métricas foram preenchidos para cada categoria de equipamento e para as duas categorias de ferramentas. Lembramos que os números foram arredondados pois a empresa não estava confortável com a divulgação deles.

Equipamento	Quantidade	Valor médio	Total
Soldagem	550	3000	R\$ 1.650.000,00
Furadeira	700	300	R\$ 210.000,00
Tirfor	200	1500	R\$ 300.000,00
Maquinas Hidraulica	100	500	R\$ 50.000,00
Equipamentos Elétricos	500	1000	R\$ 500.000,00
Esmeril	80	800	R\$ 64.000,00
Parafusadeira	350	300	R\$ 105.000,00
Serra mecânica	50	1500	R\$ 75.000,00
Talha catraca	200	300	R\$ 60.000,00
Torquimetro	50	2000	R\$ 100.000,00
Teodolito	50	5000	R\$ 250.000,00
Outros	2000	200	R\$ 400.000,00
TOTAL	4830	1.366,67	R\$ 3.764.000,00

Tabela 6 – Lista de equipamentos

Ferramentas	Quantidades	Valor médio	Total
Caras	20000	R\$ 100,00	R\$ 2.000.000,00
baratas	100000	R\$ 5,00	R\$ 500.000,00
Total	120000		R\$ 2.500.000,00

4.10 Cálculo dos benefícios

Definidos os índices que estaremos medindo, vamos agora estimar quanto iremos melhorá-los e o quanto isto vai representar em ganhos monetários para o projeto. Devemos fazer a análise baseada nas categorias que pré estipulamos, cada uma com suas características de benefícios. Este exercício foi feito junto com o pessoal do armazém e os valores mostrados nos quadros abaixo

Equipamentos					
Benefícios	Métricas	Atual	Valor	Melhoria	Valor anual
• Redução de compras periódicas	Numero e valor Compras médias no mes	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	20%	R\$ 48.000,00
	compras no inicio das obras	R\$ 18.000,00	R\$ 18.000,00	20%	
	compras no meio das obras	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00	20%	
• Redução de perdas	Indice de avarias	5%	R\$ 188.200,00	1%	R\$ 1.882,00
	indice de equipamentos que nao foram devolvidos das obras	3%	R\$ 112.920,00	60%	R\$ 67.752,00
• Redução de roubos	Indice de produtos roubados nas obras	0,5%	R\$ 18.820,00	70%	R\$ 13.174,00
	indice dos produtos roubados no armazem	0,50%	R\$ 18.820,00	70%	R\$ 13.174,00
• Melhor controle de estoque	numero de ferramentas por categoria	Outra planilha			R\$ -
	Numero de equipamentos por categoria	Outra planilha			R\$ -
	numero de locais de armazenamento	Outra planilha			R\$ -
	indice de produtos perdidos no estoque	2%	R\$ 75.280,00	20%	R\$ 15.056,00
• Resposta mais rápida nos pedidos	tempo entre fazer um pedido e sua resposta	nao tem			R\$ -
	Divisao do tempo entre transporte e montagem de carga	nao tem			R\$ -
	Tempo que se leva para encontrar um pedido	nao tem			R\$ -
• Melhor nível de serviço	Pedido certo na quantidade certa	75%	R\$ 200.000,00	10%	R\$ 20.000,00
	numero de pedidos nao atendidos	15%	R\$ 20.000,00	10%	R\$ 2.000,00
					R\$ -
• Redução de mão de obra	numero de pessoas envolvidas na atividade	15	R\$ 180.000,00	5%	R\$ 9.000,00
	Numero de pessoas envolvidas nas obras	20	R\$ 240.000,00	5%	R\$ 12.000,00
• Redução dos custos administrativos	numero de documentos necessarios para fazer um pedido e controle	5	R\$ 50.000,00	50%	R\$ 25.000,00
	numero de documentos necessarios para fazer um pedido e controle nas obras	3	R\$ 50.000,00	50%	R\$ 25.000,00
• Melhor controle de utilização de ativos	Indice de atividades dos equipamentos nas obras	nao tem			R\$ -
	tempo médio de vida de uma ferramenta	nao tem			R\$ -
	Tempo médio de vida de um equipamento	nao tem			R\$ -
				Total	R\$ 252.038,00

Ferramentas caras					
Benefícios	Métricas	Atual	Valor	Melhoria	Valor anual
• Redução de compras periódicas	Numero e valor Compras médias no mes	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	20%	R\$ 36.000,00
	compras no inicio das obras	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	20%	
	compras no meio das obras	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	20%	
• Redução de perdas	Indice de avarias	5%	R\$ 100.000,00	1%	R\$ 1.000,00
	indice de equipamentos que nao foram devolvidos das obras	3%	R\$ 60.000,00	60%	R\$ 36.000,00
• Redução de roubos	Indice de produtos roubados nas obras	0,5%	R\$ 10.000,00	70%	R\$ 7.000,00
	indice dos produtos roubados no armazem	0,50%	R\$ 10.000,00	70%	R\$ 7.000,00
• Melhor controle de estoque	numero de ferramentas por categoria	Outra planilha			R\$ -
	Numero de equipamentos por categoria	Outra planilha			R\$ -
	numero de locais de armazenamento	Outra planilha			R\$ -
	indice de produtos perdidos no estoque	5%	R\$ 100.000,00	20%	R\$ 20.000,00
• Resposta mais rápida nos pedidos	tempo entre fazer um pedido e sua resposta	nao tem			R\$ -
	Divisao do tempo entre transporte e montagem de carga	nao tem			R\$ -
	Tempo que se leva para encontrar um pedido	nao tem			R\$ -
• Melhor nível de serviço	Pedido certo na quantidade certa	80%	R\$ 50.000,00	10%	R\$ 5.000,00
	numero de pedidos nao atendidos	10%	R\$ 20.000,00	10%	R\$ 2.000,00
					R\$ -
• Redução de mão de obra	numero de pessoas envolvidas na atividade	5	R\$ 60.000,00	5%	R\$ 3.000,00
	Numero de pessoas envolvidas nas obras	5	R\$ 60.000,00	5%	R\$ 3.000,00
• Redução dos custos administrativos	numero de documentos necessarios para fazer um pedido e controle	3	R\$ 12.000,00	50%	R\$ 6.000,00
	numero de documentos necessarios para fazer um pedido e controle nas obras	1	R\$ 12.000,00	50%	R\$ 6.000,00
• Melhor controle de utilização de ativos	Indice de atividades dos equipamentos nas obras	nao tem			R\$ -
	tempo médio de vida de uma ferramenta	nao tem			R\$ -
	Tempo médio de vida de um equipamento	nao tem			R\$ -
				Total	R\$ 132.000,00

Ferramentas baratas					
Benefícios	Métricas	Atual	Valor	Melhoria	Valor anual
• Redução de compras periódicas	Numero e valor Compras médias no mes	R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00	20%	R\$ 72.000,00
	compras no inicio das obras	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	20%	
	compras no meio das obras	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	20%	
• Redução de perdas	Indice de avarias	10%	R\$ 50.000,00	1%	R\$ 500,00
	indice de equipamentos que nao foram devolvidos das obras	5%	R\$ 25.000,00	60%	R\$ 15.000,00
• Redução de roubos	Indice de produtos roubados nas obras	0,5%	R\$ 2.500,00	70%	R\$ 1.750,00
	indice dos produtos roubados no armazem	0,50%	R\$ 2.500,00	70%	R\$ 1.750,00
• Melhor controle de estoque	numero de ferramentas por categoria	Outra planilha			R\$ -
	Numero de equipamentos por categoria	Outra planilha			R\$ -
	numero de locais de armazenamento	Outra planilha			R\$ -
	indice de produtos perdidos no estoque	5%	R\$ 25.000,00	20%	R\$ 5.000,00
• Resposta mais rápida nos pedidos	tempo entre fazer um pedido e sua resposta	nao tem			R\$ -
	Divisao do tempo entre transporte e montagem de carga	nao tem			R\$ -
	Tempo que se leva para encontrar um pedido	nao tem			R\$ -
• Melhor nível de serviço	Pedido certo na quantidade certa	80%	R\$ 40.000,00	10%	R\$ 4.000,00
	numero de pedidos nao atendidos	10%	R\$ 12.000,00	10%	R\$ 1.200,00
					R\$ -
• Redução de mão de obra	numero de pessoas envolvidas na atividade	5	R\$ 60.000,00	5%	R\$ 3.000,00
	Numero de pessoas envolvidas nas obras	5	R\$ 60.000,00	5%	R\$ 3.000,00
• Redução dos custos administrativos	numero de documentos necessarios para fazer um pedido e controle	3	R\$ 12.000,00	50%	R\$ 6.000,00
	numero de documentos necessarios para fazer um pedido e controle nas obras	1	R\$ 12.000,00	50%	R\$ 6.000,00
• Melhor controle de utilização de ativos	Indice de atividades dos equipamentos nas obras	nao tem			R\$ -
	tempo médio de vida de uma ferramenta	nao tem			R\$ -
	Tempo médio de vida de um equipamento	nao tem			R\$ -
Total anual					R\$ 119.200,00

4.11 Análise de viabilidade

A viabilidade econômica do projeto foi feita por categoria e com uma análise em 6 anos. Um período maior de tempo talvez mostrasse outras categorias economicamente viáveis, mas se tratando de tecnologia os investimentos tem que ter um retorno breve. Hoje acompanhamos como uma tecnologia fica obsoleta com facilidade e rapidez, portanto utilizar mais tempo para a análise de benefícios estaremos correndo um risco maior.

Chegamos portanto a um resultado da viabilidade da tecnologia no armazém de ferramentas e pequenos equipamentos de um empresa do ramo de construção civil abaixo:

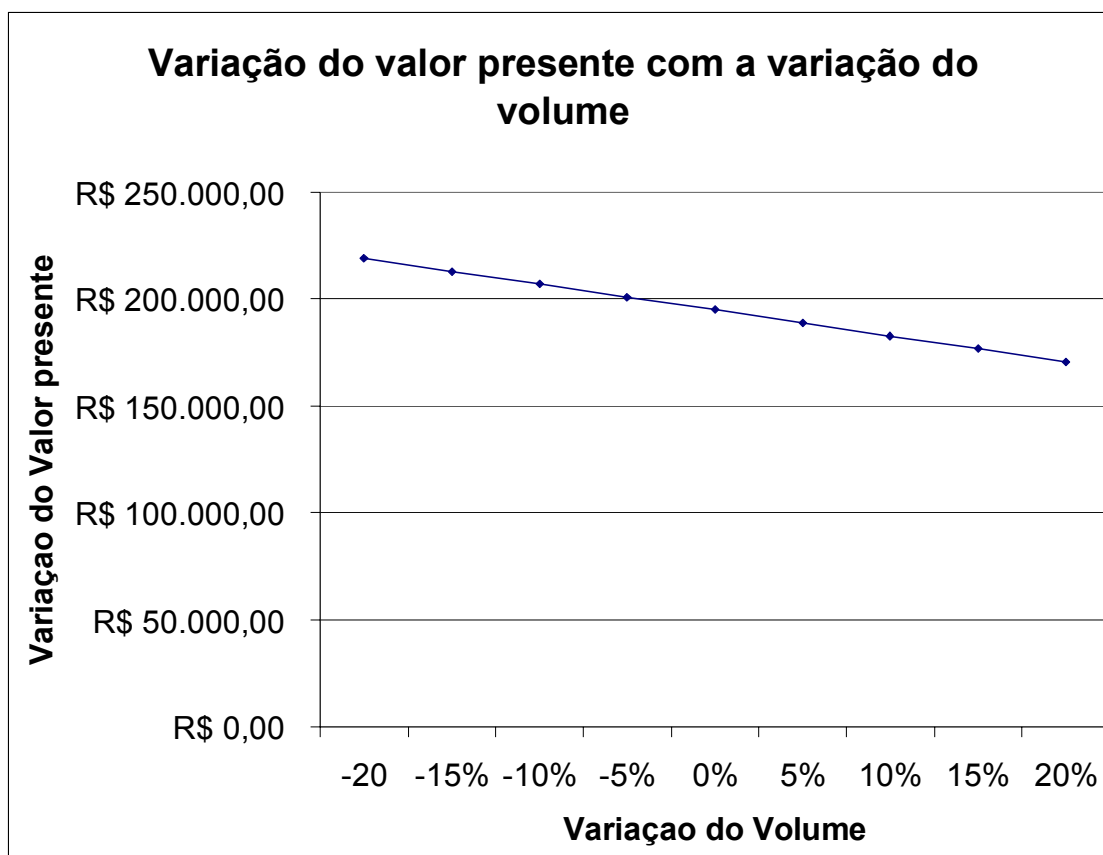
	Categoria	Equipamentos	Ferramentas Caras	Ferramentas Baratas
Características	Volume	4830	20000	100000
	Benefícios anual	R\$ 252.038,00	R\$ 132.000,00	R\$ 119.200,00
Leitores	Quantidades	30	30	30
	Valor	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00
	Total	R\$ 135.000,00	R\$ 135.000,00	R\$ 135.000,00
Etiquetas	Quantidades	4830	20000	100000
	Valor	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00
	Total	R\$ 144.900,00	R\$ 600.000,00	R\$ 3.000.000,00
Outros custos	Integracp	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00
	Outras	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00
Anos	1	R\$ (519.900,00)	R\$ (975.000,00)	R\$ (3.375.000,00)
	2	R\$ 252.038,00	R\$ 132.000,00	R\$ 119.200,00
	3	R\$ 252.038,00	R\$ 132.000,00	R\$ 119.200,00
	4	R\$ 252.038,00	R\$ 132.000,00	R\$ 119.200,00
	5	R\$ 252.038,00	R\$ 132.000,00	R\$ 119.200,00
	6	R\$ 252.038,00	R\$ 132.000,00	R\$ 119.200,00
Resultado	Custo de capital	20%	20%	20%
	Valor presente	R\$ 194.873,25	(R\$ 483.532,66)	(R\$ 2.515.432,53)
	ROI	37%	-50%	-75%

Tabela 8 – análise financeira

Os resultados mostram que para a categoria de equipamentos de pequeno porte a implementação da tecnologia RFID para monitorar estes ativos da empresa no armazém central e nas obras em atividade é economicamente viável para um período de 6 anos. Dentre os fatores que mais contribuíram para a viabilidade foram a maior devolução dos equipamentos quando uma obra termina e a redução de mão de obra. Agora, em seguida vamos fazer uma análise de sensibilidade variando alguns dos principais valores da planilha.

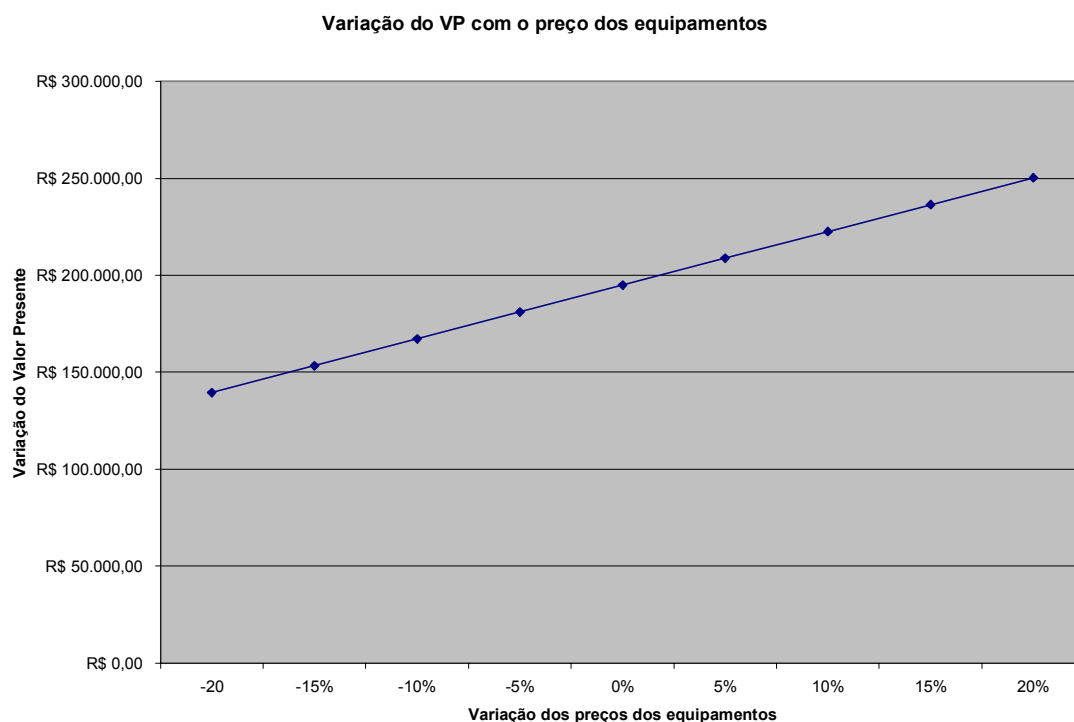
5 Discussões

Através de uma análise de sensibilidade descobrimos como e o quanto um fator influencia no resultado final. Por exemplo, vamos variar o volume dos equipamentos e vamos testar o quanto o valor presente é influenciado.

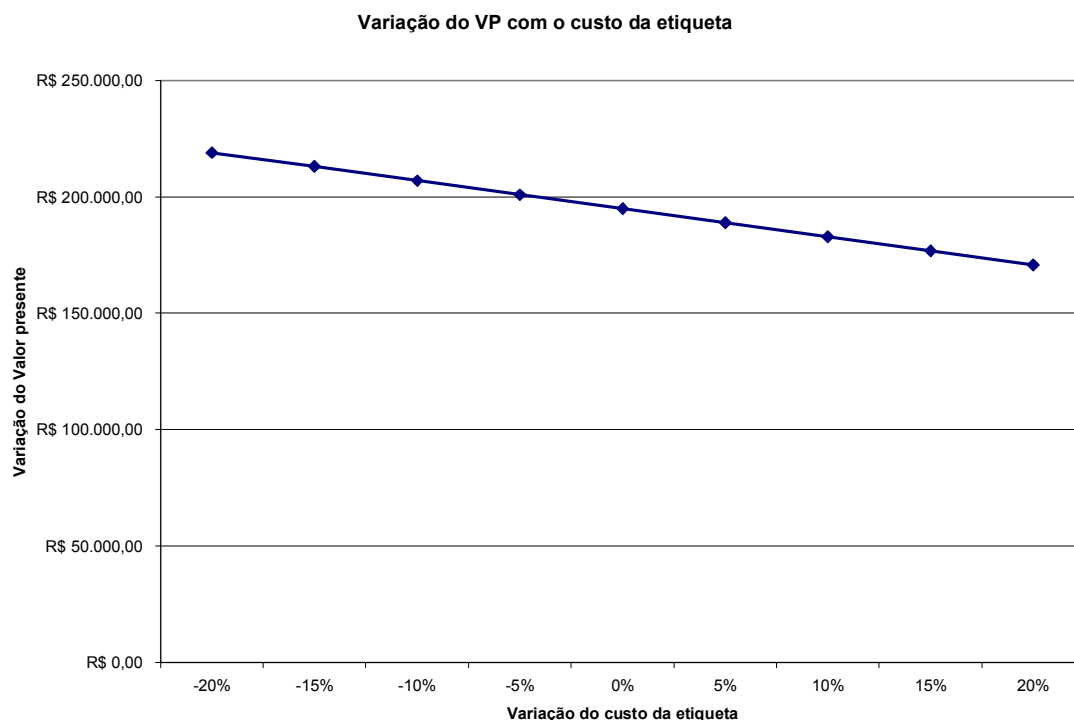


Observamos que o volume neste caso influencia de forma contrária que esperávamos. Aqui ele aumenta o valor presente quando diminuimos a quantidade de equipamentos etiquetados, com uma variação média de 3% para cada 5% de redução de volume. Isto se deve pelo fato de termos um custo de etiquetas significativo para o resultado total. Outro fator é o fato de nossos benefícios não estarem tão ligados ao volume. Mas existe um ponto que os percentuais para os benefícios que não são influenciados pelo volume começam a ser influenciados. Por exemplo, em caso extremo, se tivermos somente um equipamento com etiqueta os benefícios seriam irrelevantes. Para uma análise perto do que estamos colocando, a variação para baixo

do volume realmente melhora o valor presente. Vamos fazer, agora, para o preço médio dos equipamentos.



A variação do preço confirmou o que esperávamos, a queda do preços dos equipamentos prejudica o valor presente da solução na média de 8% para cada queda de 5% do preço. Na verdade não é o preço dos equipamentos em si mas a relação destes com o custo da etiqueta. É o quanto do preço dos equipamentos o custo da etiqueta representa. Isto vem comprovar o que falamos anteriormente neste trabalho que o valor das mercadorias é importantíssimo para a viabilidade econômica da tecnologia. Vamos fazer agora para o custo da etiqueta:



Analizando o custo da etiqueta percebemos a grande influencia que ela tem na viabilidade da implementação. Vemos também a proximidade do zero de valor presente que estamos quando dimensionamos a etiqueta a R\$ 30,00. Para cada 5% de aumento no custo da etiqueta o valor presente é influenciado em 3%, muito parecidos com a variação de volume. Isto mostra o grande risco que corremos quando não estimamos o custo da etiqueta com precisão.

No nosso caso é claramente constatada a importância destes três fatores que fizemos uma análise de sensibilidade. Ainda testamos como os percentuais que colocamos nas métricas e índices de melhoria modificam o valor presente. O mais surpreendente foi a variação da mão de obra. Nela estamos economizando um numero bem baixo de pessoas mas mesmo assim, devido a principalmente salários e encargos, o valor monetário é considerável. Isto mostra que não demos uma atenção que era necessária para a redução de mão de obra. Aqui no Brasil ela é menos importante mas mesmo assim contribui com uma boa parte dos benefícios em projetos com pequeno volume.

6 Conclusões

Neste estudo começamos mostrando como a tecnologia funcionava, para alinhar os conhecimentos dos leitores. Ao mostrar isto para outras pessoas, algumas acharam que parecia um catalogo da tecnologia. Concordo. Mas era necessário para todos nós entrássemos nas análises das cadeias e no projeto com uma boa visão da capacidade e restrições que ela possui.

Após isto seguimos mostrando o que foi feito no mundo e no Brasil. Tive dificuldades para manter esta parte atualizada pois a cada dia uma nova experiência ou projeto é feito no mundo. O RFID é, com o perdão da palavra, a menina dos olhos em termos de tecnologia hoje. Principalmente no varejo. Muitas pessoas dizem que não é uma questão de estudar se a tecnologia é viável ou não, mas sim quando ela vai ser viável.

Exageros a parte o mundo está caminhando em direção da implementação em massa e nós não podemos ficar de braços cruzados esperando que ela seja imposta por uma empresa estrangeira. Está na hora de aprendermos, testar a tecnologia e começar implementações, nem que pequenas e pontuais.

Na segunda etapa do trabalho abortamos as características de uma cadeia de suprimentos genérica e como a tecnologia RFID se comporta neste ambiente. Vimos que sua influencia não poupa nenhum setor processo da cadeia de suprimentos, principalmente em áreas que há necessidade constante de checagem, como no recebimento e expedição. A tecnologia, além de nos trazer benefícios operacionais irá facilitar as tarefas de previsões e controles de estoques pois teremos uma informação muito mais precisa e, ainda, teremos uma capacidade de resposta para imprevistos muito mais rápida. Isto diminuirá a necessidade de estoques de segurança por toda a cadeia. A diminuição dos estoques é, se pudéssemos apontar o principal benefício, o mais importante deles aqui no Brasil. Benefício, este que é one time e ainda recorrente devido ao nosso custo de capital.

Podemos concluir que nos outros países que esta tecnologia está avançada a redução de mão de obra foi o gatilho de implementação e ainda é o foco de muitos projetos. Aqui, ao contrario, vejo este posto ocupado pela a redução de estoques e maior velocidade na cadeia de suprimentos.

Por final vimos que a viabilidade econômica não esta tão longe assim. Um simples armazém de ferramentas pode ser um local viável para a aplicação da tecnologia RFID. Nesta parte vale destacar a dificuldade de conseguir as informações necessárias para um business case acurado. Os funcionários não gostam de mostrar dados que evidenciam ineficiência, erros, atrasos, inacuracidade etc. Neste armazém e em outras empresas que trabalhei em business cases desta tecnologia, como um grande varejo brasileiro, respostas como “isto é irrelevante” ou “não temos como saber isto” é muito comum. Portanto para uma analise mais precisa o comprometimento das pessoas que trabalham no dia a dia é essencial. Assim como vender a idéia para altos cargos da empresa.

Esta tecnologia esta ainda no começo de grandes definições portanto a forma que a tratamos e mostramos aos outros é tão importante quanto a própria tecnologia. Muitos avanços caíram porque seus estudiosos não conseguiram apresenta-la de forma adequada.

Espero ter contribuído para que possa entender e começar a estudar a implementação na área que trabalha. Obrigado.

7 Elementos pós texto

7.1 Bibliografia

- Auto-ID center (<http://www.autoidcenter.org>)
- RFID Journal (<http://www.rfidjournal.com>)
- White pappers
 - o Focus on retail: applying auto-id to improve product availability at the retail shelf – PWC consulting 2002
 - o Auto ID on demand: the value of auto-id technology in cpg demand planning – Accenture 2002
 - o Auto-ID across the value chain – Accenture 2002
 - o Supply chain technology – Bear Stearns 2003
 - o Focus on supply chain: applying auto-id within the distribution center – PWC consulting