

A Implantação da Tecnologia Radio Frequency Identification (rfid) em Processos Logísticos de uma Indústria de Baterias

Mayara Nayane Dias Wanderley, Lucyanno Moreira Cardoso de Holanda, Josenildo Brito de
Oliveira
mayara.dias@grupomoura.com
Baterias Moura

Lucyanno Moreira Cardoso de Holanda
lucyanno@gmail.com
UNIFAVIP/DEVRY

Resumo: O presente trabalho tem por objetivo analisar os resultados provenientes da implantação da tecnologia RFID nos processos logísticos da empresa Acumuladores Moura S.A. Para a consecução do objetivo principal fez-se necessário confrontar dados antes da implantação da tecnologia, além de verificar as dificuldades e limitações da implantação e os benefícios obtidos. A pesquisa é classificada como aplicada, qualitativa e estudo de caso e foi realizada durante o período 2012, aplicada junto aos gerentes de operações e o de logística. A coleta de dados aconteceu através da observação não participante e também através do uso de entrevista não estruturada, essa foi dividida em dois momentos, no primeiro foram levantados dados sobre a empresa antes da implantação da tecnologia RFID e no segundo momento buscaram-se informações sobre as dificuldades e limitações e possíveis benefícios, após a coleta dos dados foi possível sistematizá-los e apresentar os resultados. Estes mostram que, antes da implantação da tecnologia o registro manual da produção não estava sendo eficiente, atrasando as informações para a programação e gerando informações pouco confiáveis. Eram realizados inventários mensais utilizando-se quatorze (14) pessoas durante uma hora para contar todo o estoque de baterias montadas. Inventários esses que vinham apresentando um baixo índice de acurácia. Após a implantação, cada pallet de baterias montadas passou a ser identificado por uma etiqueta RFID, na qual são gravadas através de um leitor portátil todas as informações da bateria, sendo gerado um registro automático da produção. O inventário é então feito eletronicamente através do mesmo leitor que faz a varredura do

estoque e identifica todas as etiquetas gerando um relatório, sendo necessário para isso apenas uma pessoa que leva 10 minutos para realizar o procedimento.

Palavras Chave: Logística - Sistemas - de Informação - Radiofrequência -

1. INTRODUÇÃO

A informação logística compõe-se de dados em tempo real das operações da empresa (BOWERSOX, CLOSS E COOPER, 2006). Operações logísticas eficientes só são possíveis a partir de informações confiáveis referentes aos processos e o compartilhamento dessas informações de forma rápida e atualizada. Faz-se necessária a busca da comunicação entre os sistemas de informações logísticos e o ambiente físico no qual ele opera.

A tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) - Identificação por rádio frequência – vem se apresentando como uma importante ferramenta na busca pela qualidade no fluxo de informação, apresentando grande potencial de aplicação em diversos segmentos. Tem despertado interesse em grandes fabricantes e varejistas, devido ao potencial que apresenta para simplificar e tornar mais eficiente a identificação automática de produtos, proporcionando elevado grau de integração.

O uso de etiquetas RFID permite que cada item, caixa ou *pallet* seja rastreado, possibilitando o monitoramento em tempo real dos níveis de estoque, com informações sendo atualizadas automaticamente conforme a movimentação, entrada e saída dos materiais.

A ascensão da tecnologia de identificação por radiofrequência vem despertando bastante interesse de empresas e estudiosos. Esta já apresenta inúmeras aplicações nos mais diversos segmentos. De acordo com o RFID *Journal* Brasil (2011), milhares de empresas ao redor do mundo utilizam RFID hoje para melhorar a eficiência interna. Segundo Bernardo (2004), especialistas em novidades da tecnologia afirmam que mais cedo ou mais tarde as etiquetas RFID estarão nos produtos que qualquer consumidor vier a comprar e que esses pequenos *chips* revolucionarão a logística de estoque, o rastreamento e o gerenciamento de todo o processo.

Partindo desse contexto inicial, a empresa, objeto de estudo, apresenta dificuldades nos processos de registro e controle de ativos, o que resulta em perdas de inventário. O processo de coleta de dados é deficiente, feito de forma manual, com formulário, *tickets* e digitação, o que além de ser frágil demanda um alto tempo de operação. As informações não fluem de forma ágil, atrasando todo o processo de programação, além de apresentarem um nível de acurácia bastante baixo. Também são demandadas na empresa soluções que permitam a identificação e rastreabilidade dos produtos de forma a atender a necessidade dos clientes de acesso às informações das baterias e também no sentido de permitir o controle de produtos e processos e as conseqüentes melhorias proporcionadas por esse controle.

Nesse sentido foi definida a problemática envolvida neste estudo: **Como melhorar a coleta de dados e garantir a qualidade e agilidade do fluxo de informações de processos logísticos transacionados entre os setores produtivos de uma indústria de baterias?**

Já o objetivo geral é **analisar os resultados provenientes da implantação da tecnologia RFID nos processos logísticos de uma indústria de baterias.**

Para completar o objetivo geral, fez-se necessário a elaboração de objetivos específicos, esses são: **Analisar o cenário antes da implantação da tecnologia RFID; verificar as dificuldades e limitações e os possíveis benefícios obtidos.**

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistemas de Informações Logísticas e Tecnologias de identificação automática – AutoID

Os Sistemas de Informações Logísticas (SIL) são *softwares* que auxiliam no gerenciamento das atividades logísticas de uma empresa. De acordo com Ballou (2006) eles precisam ser abrangentes e ter capacidade suficiente para permitir a comunicação não apenas entre áreas funcionais da empresa (*marketing*, produção, finanças, logística, entre outras), mas também entre os membros do canal de suprimentos (vendedores e clientes).

Bowersox, Closs e Cooper (2006) afirmam que há muitos componentes que devem ser combinados para formar um sistema de informações integrado e cita como os mais importantes esses: a) Planejamento dos Recursos Empresariais (ERP – *Enterprise Resource Planning*) ou sistemas legados, b) sistemas de comunicações, c) sistemas de execução e d) sistemas de planejamento. Dentre esses, os sistemas de comunicação incluem as tecnologias de informação necessárias para a comunicação entre os sistemas de informações logísticos e o ambiente físico no qual ele opera. Algumas tecnologias garantem maior qualidade na obtenção de dados.

Essas tecnologias classificam-se como AutoID ou identificação automática, que está associada à captura automática de dados, cujo objetivo, segundo o RFID Journal Brasil (2011) é aumentar a eficiência, reduzir os erros de entrada de dados e liberar pessoal para executar funções de maior valor agregado. Fazem parte desse tipo de tecnologia: códigos de barras, cartões inteligentes, reconhecimento de voz, algumas tecnologias biométricas (leitores de retina, por exemplo), reconhecimento óptico de caracteres (OCR) e identificação por radiofrequência (RFID), que é o objeto de estudo deste trabalho.

2.2 Radio Frequency Identification – RFID

Stanton (2004) define a *Radio Frequency Identification* (Identificação por Radiofrequência) – *RFID* como uma tecnologia de identificação que utiliza a radiofrequência para o intercâmbio de dados, permitindo realizar remotamente o armazenamento e recuperação de informações usando uma etiqueta de rádio identificação que poderá ser afixado ou incorporado em um produto, bem ou até em seres vivos.

Essa tecnologia vem se disseminando mundialmente, apresentando diversos casos de sucesso em empresas renomadas, de diferentes segmentos. A sua abrangência permite aplicações em vários processos de negócios e soluções, referentes à rastreabilidade e controle, podendo ser utilizado em áreas como indústria, logística, varejo, serviços e saúde. O RFID Journal Brasil (2011) afirma que as aplicações mais comuns hoje são os sistemas de pagamento (*Mobil Speedpass* e sistemas de cobrança de pedágio), controle de acesso e controle de ativos.

Como exemplos, uma rede de moda usa etiquetas RFID costuradas nas roupas para aumentar eficiência logística e melhorar experiência de clientes que podem realizar a compra sem ajuda de vendedores. A alfândega testa a tecnologia de RFID para rastrear cargas em movimento, sem a necessidade de inspeções extras. Empresas de mineração em todo o mundo têm utilizado RFID para rastrear bens, veículos e trabalhadores acima e abaixo do solo. Por meio de etiquetas RFID uma grande rede de supermercados monitora 1,8 milhão de embalagens plásticas reutilizáveis na cadeia de suprimentos. Hospital associa registros médicos a um sistema de localização em tempo real através da solução RFID com o objetivo de obter a localização de cada paciente, seu estado de saúde e tratamento (RFID JOURNAL BRASIL, 2011).

Os maiores diferenciais e vantagens das etiquetas inteligentes ou *tags* RFID, como são chamadas, é que, diferentemente do código de barras convencional, que é lido de forma parada e unitária, elas podem ser lidas à grandes distâncias, sem a necessidade de um campo visual, desde que estejam dentro do alcance da antena de um leitor, o que possibilita múltiplas leituras simultaneamente e com os produtos em movimento. Além disso, as etiquetas de RFID são resistentes e possuem alta durabilidade, podendo ser utilizadas em ambientes hostis, e até na parte interna dos objetos, pois as ondas de rádio conseguem ultrapassar vários tipos de materiais.

Outro grande diferencial é a possibilidade de leitura e escrita, o que permite gravar, apagar e editar constantemente as informações, também a sua alta capacidade de memória, o que propicia o armazenamento de todas as informações pertinentes. Por ser regravável e por

sua alta durabilidade, a etiqueta RFID pode ser reutilizada diversas vezes dependendo da aplicação (BERNARDO, 2004; FIGUEREIDO, 2004; STANTON, 2004; SOUZA *et al.*, 2009).

Segundo Santini (2008) a ideia da identificação por radiofrequência surgiu ainda na Segunda Guerra Mundial em um sistema de identificação chamado de IFF (*identify friend or foe* ou identificar amigo ou inimigo), no qual se colocava em cada aeronave um transmissor que, ao receber um sinal das estações de radar, enviava outro sinal identificando-o como aliado. Porém, de acordo com o 2º Congresso Brasileiro de RFID (2011), a história em si do RFID começa em 1973, quando Mario W. Cardullo requisitou a primeira patente americana para um sistema ativo de RFID com memória regravável e no mesmo ano Charles Walton, um empreendedor da Califórnia, recebeu a patente para um sistema passivo, o qual era usado para destravar uma porta sem a ajuda de chaves.

Nessa mesma década o governo americano também estava trabalhando no desenvolvimento de sistemas de RFID, fazendo um sistema de rastreamento de material radioativo e outro de rastreamento de gado. Até então, as *tags* usadas eram as de baixa frequência. Só no início da década de 80 surgiram os sistemas de Frequência Ultra Alta (UHF), *Ultra High Frequency*, possibilitando leituras a distâncias superiores a dez metros. Ainda segundo o 2º Congresso Brasileiro de RFID (2011), o grande crescimento do RFID foi em 1999, quando o *Uniform Code Council*, *EAN International*, *Procter & Gamble* e *Gillete* fundaram o *AutoID Center*, no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), berço de vários avanços tecnológicos, cujo objetivo era mudar a essência do RFID de um pequeno banco de dados móvel para um número de série, o que baixaria drasticamente os custos e transformaria o RFID em uma tecnologia de rede, ligando objetos à *Internet* através das *tags*.

O *AutoID Center* cresceu e ganhou apoio de mais de 100 companhias, além do Departamento de Defesa dos Estados Unidos e que nesta mesma época foram abertos laboratórios em vários outros países e foi desenvolvido o EPC (*Electronic Product Code*, Código Eletrônico de Produto), o qual designa o esquema e a arquitetura de rede para a associação de RFID na *Internet*, o qual, em 2004, ratificou uma segunda geração de padrões, melhorando o caminho para sua utilização.

Segundo o 2º Congresso Brasileiro de RFID (2011), em função do alto custo, o uso da radiofrequência, até pouco tempo, se restringia às aplicações militares, laboratórios e grandes empresas comerciais, mas o avanço da tecnologia e do desenvolvimento de componentes em grande escala, vem diminuindo o custo final de vários dispositivos e, assim, permitindo o uso comercial para a grande massa global.

“Aos poucos os sistemas RFID vão ganhando velocidade de processamento, distâncias de leituras cada vez maiores, novas funções, além da miniaturização dos dispositivos, o que permite criar uma série de novas aplicações. Há um esforço cada vez maior por parte de autoridades governamentais e não governamentais, bem como de grandes fabricantes, em promover a padronização da tecnologia, dos atributos de frequência de operação e dos protocolos de comunicação” (2º CONGRESSO BRASILEIRO DE RFID, 2011).

2.3 Componentes e Funcionamento do Sistema RFID

O sistema RFID é composto basicamente por: (a) etiqueta ou *tag* (*transponder*); (b) leitor ou *readers* com antena (*transceiver*) e (c) Computador com *software*. A Figura 1, a seguir, mostra essa estrutura.



Figura 1. Componentes do sistema RFID.
Fonte: RFIDBr – Portal Brasileiro sobre RFID (2011).

As *tags* são sempre anexadas ao objeto que se quer monitorar ou controlar. Os leitores e antenas podem ser portáteis ou fixos às estruturas que fazem parte do sistema. Faz-se necessário uma infraestrutura computacional com *softwares* específicos para a manipulação das informações que, em alguns casos, precisa estar ligada ao sistema de integração da empresa para que as informações sejam disseminadas. Na Figura 2 está ilustrado o princípio de funcionamento da identificação por radiofrequência.

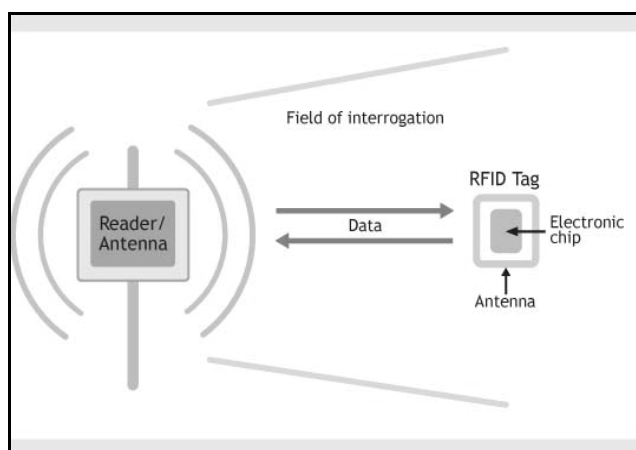


Figura 2. Princípio de funcionamento do sistema RFID.
Fonte: RFIDBr – Portal Brasileiro sobre RFID (2011).

Na Figura 2, o leitor emite um sinal de radiofrequência através da antena, para localizar as *tags* que estão na área coberta por ele. A *tag* capta o sinal e responde ao leitor também por radiofrequência, enviando todas as informações nela contida. O leitor envia tais informações recebidas para o sistema computacional no qual tem instalado um *software* específico para reconhecer e identificar essas informações. As *tags* são compostas por um chip, uma antena conectada ao chip e o encapsulamento, como mostra a Figura 3, a seguir.

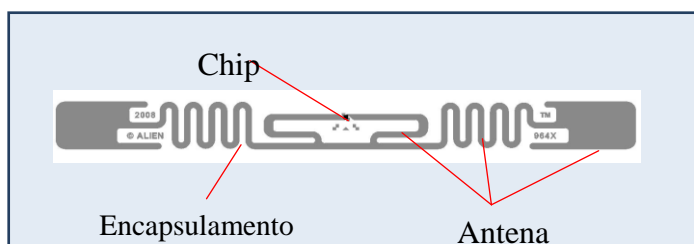


Figura 3. Estrutura de uma etiqueta RFID. Fonte: RFIDBr – Portal Brasileiro sobre RFID (2011).

O *chip* controla a comunicação com o leitor e possui uma memória onde são armazenados os dados. Como pode ser visto na Figura 4, a seguir, elas estão disponíveis em diversos formatos. Encontram-se *tags* em formato de cartões, adesivos, pastilhas, argolas e em materiais como plástico, vidro, epóxi, entre outros. À medida que a tecnologia avança está sendo possível a criação de etiquetas cada vez menores.

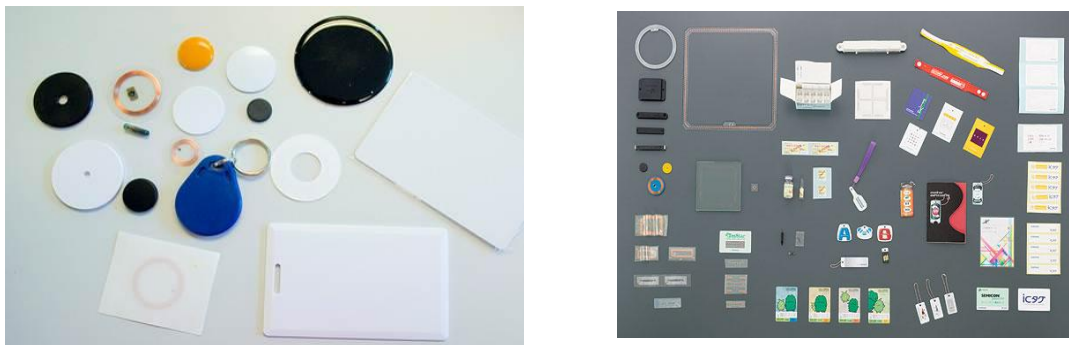


Figura 4. Tipos e formatos de *tags* RFID (1).
Fonte: RFIDBr – Portal Brasileiro sobre RFID (2011).

Essas *tags* se dividem em duas categorias: Ativas e Passivas. As primeiras são alimentadas por uma bateria interna e permitem processos de gravação e leitura. As segundas são do tipo só leitura (*read only*), usados para curtas distâncias. Como ilustrado na Figura 5, a seguir, também existem vários tipos e formatos de leitores e antenas, que variam de acordo com a aplicação, frequência de operação, bem como o tipo de comunicação.



Figura 5. Leitores RFID.
Fonte: RFIDBr – Portal Brasileiro sobre RFID (2011).

Existem os leitores portáteis (*handhelds*) e os leitores fixos de radiofrequência. De acordo com o RFIDBr (2011), encontram-se leitores a partir de 10 dólares até mais de 5.000 dólares.

2.3.1 RFID nos processos logísticos

A adoção da RFID na logística vem sendo amplamente discutida nos últimos anos, tanto pela academia quanto pelas indústrias e já mostra sinais de consolidação em diversas empresas que já a utilizam. Por exemplo, a Technicolor Brasil Mídia e Entretenimento implantou RFID para rastrear matérias-primas em sua linha de montagem, provendo visibilidade sobre a movimentação dos produtos e otimizando os processos de gerenciamento de inventário. Com o objetivo de gerar ganhos em agilidade e eficiência operacional, o Centro Logístico da Força Aérea Brasileira colocou em prática um projeto de automação de depósitos com o uso da tecnologia. (RFID JOURNAL BRASIL, 2011).

A Unilever implementou a tecnologia RFID nas operações de distribuição para ganhos com otimização da mão de obra, precisão das informações, velocidade de expedição e

utilização de ativos (SOUZA *et al.*, 2004). Com a implantação dessa tecnologia, o gerenciamento de toda a cadeia de suprimentos da organização se torna mais ágil e simples, pois o fluxo de informação se torna mais eficiente.

Segundo Souza *et al.* (2009), em função da dificuldade de acurácia entre a quantidade existente de estoque no ambiente físico em comparação com a quantidade informada pelos sistemas de gestão, fazem-se necessários procedimentos como inventários e balanços. O que demanda tempo e custos para a organização e não garantem uma eficácia, já que não se pode confiar completamente nos meios de gestão de estoques até que um inventário seja realizado. As formas de inventariar também não são feitas de forma confiável. Outro problema presente no gerenciamento dos estoques é o desperdício e perda em função de perecibilidade ou vencimento dos prazos de validade dos produtos devido às deficiências presentes nos sistemas de gestão que não informam o *status* do produto ou não facilitam a visualização pelos tomadores de decisão.

A tecnologia RFID tem a capacidade de solucionar estes problemas devido a automatização da coleta de dados, permitindo a informação de forma rápida e segura, possibilitando uma maior integração dos dados, para um melhor controle e planejamento. O uso das *tags* permite que cada item, caixa, *pallet* ou carregamento seja rastreado, possibilitando o monitoramento em tempo real, com informações sendo atualizadas automaticamente de acordo com a entrada ou saída de materiais. A simples passagem dos itens por leitores instalados nas linhas de produção já permite a atualização automática dos dados, fornecendo registros precisos de produção com todas as informações referentes a fabricação do produtos.

Da mesma forma ocorre quando se tem leitores e antenas instaladas em portais ou docas, obtendo-se automaticamente registros de entradas de matérias primas e semielaborados e saídas de produtos acabados. Também se pode acoplar leitores à empilhadeiras ou paleteiras, dessa forma, o controle da movimentação dos materiais é automático, permitindo o registro das etapas do processo, a localização dos materiais e o gerenciamento do estoque.

Assim, através desses recursos proporcionados pela tecnologia RFID, os estoques são mais bem controlados, pois há o monitoramento automático dos níveis e acionamento para reposição de estoques. Também podem ser fornecidas informações de localização dos produtos, facilitando a busca nos armazéns. As perdas e extravios dos estoques são evitados. Os inventários são realizados de forma automática, pois é possível a contagem instantânea dos estoques (varredura). Porém, com a otimização do registro e do controle dos estoques, os inventários tornam-se desnecessários, pois a confiabilidade de informações dos registros de produção e movimentações torna o inventário sempre atualizado.

Também são automatizadas as informações de venda e *status* de pedido, e o controle do progresso do recebimento de mercadorias. Há maior velocidade na expedição. Durante descarregamentos de mercadorias não é necessário, por exemplo, esperar descarregar o caminhão completamente para realizar a inspeção da carga.

Em função destas melhorias provenientes de uma maior integração e dinamismo das informações, o PCP (programação e controle da produção) é beneficiado, pois, com informações corretas e em tempo real acerca dos níveis de estoque e de todo o processamento, podem efetuar os planejamentos, aproveitando melhor a utilização dos insumos e sem a preocupação da interrupção do fluxo da produção devido a erros no gerenciamento do estoque.

O compartilhamento e sincronia de dados previnem erros decorrentes da falta de comunicação entre as partes envolvidas. Essa maior rastreabilidade e identificação dos produtos permitem também o seu controle quando já estão no final da cadeia, no varejo ou com os clientes finais, possibilitando o gerenciamento dos prazos de validade e das datas para manutenções, e a diminuição de furtos e falsificação dos produtos, além de facilitar a logística reversa, contribuindo para a identificação de produtos defeituosos e de sua procedência,

corrigindo possíveis erros no processo e auxiliando no *recall* e assistência técnica e no descarte correto de materiais.

Como resultado de todas essas melhorias provenientes da adoção da tecnologia RFID nos processos logísticos, obtêm-se, como consequência, alguns benefícios em toda cadeia de suprimentos, como apresentados por Chappell *et al* (2002):

- a) aumento nas vendas devido a maior disponibilidade de produtos e redução do nível de rupturas;
- b) aumento na margem por melhorias nas condições para negociação;
- c) aumento na eficiência da força de trabalho;
- d) redução dos custos de armazenamento, movimentação e transporte;
- e) redução das perdas de inventário;
- f) redução nos níveis de estoque;
- g) redução nos custos de manutenção de estoques;
- h) redução nos custos de *recall* e assistência técnica mais eficiente;
- i) aumento da produtividade e utilização de ativos e;
- j) aumento da produtividade na utilização das instalações.

Sendo a logística e a gestão da cadeia de suprimentos elementos chave na estratégia competitiva das empresas, a tecnologia RFID, quando corretamente utilizada, pode proporcionar diversas vantagens competitivas, levando principalmente ao completo atendimento das necessidades do cliente.

2.3.2 Dificuldades de implantação da tecnologia RFID

Apesar das diversas vantagens e benefícios do RFID muitas dificuldades impedem a adoção desta tecnologia. Prado *et al* (2006) classificam essas dificuldades em quatro tipos: (a) dificuldades tecnológicas, (b) dificuldades relacionadas à segurança dos dados, (c) dificuldades relacionadas aos padrões e (d) dificuldades relativas aos custos.

As dificuldades tecnológicas incluem às interferências que alguns tipos de materiais ou determinadas condições ambientais podem causar nas ondas de rádio, a interferência da posição, orientação ou obstáculos entre as antenas na capacidade de leitura, e ainda o efeito da colisão causada por transmissões simultâneas devido a grande quantidade de tags ou leitores no mesmo local.

Quanto às dificuldades relacionadas à segurança dos dados, estas incluem aspectos como a confiabilidade e integridade dos dados e a autenticidade de remetentes e receptores. Bernardo (2004) também fala do monitoramento indevido de pessoas, com a invasão da privacidade dos consumidores por causa da monitoração das etiquetas coladas nos produtos. Para esses casos existem técnicas de bloqueio da funcionalidade RFID.

Sobre as dificuldades relacionadas aos padrões, Prado *et al* (2006) defendem que um padrão unificado e interoperável globalmente é ideal para o alcance de todos os benefícios das aplicações de RFID/EPC e que os padrões existentes (EPCGlobal e ISO) ainda não evoluíram e não são completamente compatíveis entre si.

As dificuldades relativas ao custo ainda são inibidores da disseminação da tecnologia RFID. Envolve o alto custo das etiquetas e de todos os equipamentos e infraestrutura do sistema de radiofrequência. Segundo Prado *et al* (2006) atualmente o preço de etiquetas passivas varia entre quinze centavos de dólar (\$0.15) e um dólar e dez centavos (\$1.10). Segundo RFID Journal Brasil (2011), tags ativas com embalagem especial de proteção, baterias de longa duração ou sensores podem custar US\$ 100 ou mais. Sarma *et al* (2002) afirmam que para alcançar significativa penetração do seu uso em itens de consumo, as etiquetas necessitam custar abaixo de cinco centavos de dólar (\$0,05). Os custos com a

infraestrutura incluem o custo dos leitores, o custo dos sistemas de interface (*software*) e o custo da estrutura de *hardware* necessária. Têm-se também o custo de customização do sistema, que necessita ser adaptado para um ambiente específico e de acordo com os propósitos da sua utilização.

Segundo Prado *et al* (2006) as dificuldades na adoção dos sistemas de RFID existem, mas não são insuperáveis, assim como a maioria das tecnologias emergentes, é uma simples questão de tempo para que as promessas da tecnologia de RFID se tornem reais.

3. Procedimentos Metodológicos

Quanto à sua natureza, este estudo se classifica como Pesquisa Aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais (SILVA E MENEZES, 2005). Isto é, foi necessário obter conhecimentos sobre a tecnologia RFID e suas aplicações em processos logísticos para que se pudesse utilizá-la para solucionar problemas específicos da empresa em questão.

Quanto à abordagem do problema, este estudo classifica-se predominantemente como Pesquisa Qualitativa, pois a maioria dos resultados exigiram a interpretação e análise dos dados de forma subjetiva e descritiva, sendo o pesquisador o elemento chave. No entanto, alguns resultados quantificáveis foram traduzidos em números a partir de técnicas estatísticas o que caracteriza uma Pesquisa Quantitativa (SILVA e MENEZES, 2005).

Quanto aos objetivos propostos, caracteriza-se como uma Pesquisa Exploratória, pois, segundo Silva e Menezes (2005) este tipo de pesquisa “visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses”. Para isso foi feito um levantamento bibliográfico e um estudo de caso na Acumuladores Moura S.A.

Os procedimentos técnicos utilizados foram a Pesquisa Bibliográfica e o Estudo de caso. A pesquisa bibliográfica feita a partir de livros, artigos e materiais disponíveis na *Internet*. Foi pesquisado sobre logística, tecnologia de informações logísticas, tecnologia de auto-identificação, até se chegar à tecnologia RFID e todos os seus aspectos fundamentais.

No Estudo de Caso, foram analisadas detalhadamente as implementações de RFID na empresa Acumuladores Moura S.A, empresa fabricante de baterias localizada no interior de Pernambuco.

4. Resultados e Discussões

O registro da produção na Acumuladores Moura S.A é realizado manualmente através de *tickets*, anotação em livro e lançamento manual em planilha Excel. São utilizados cartões de produção do qual vão sendo retirados canhotos (*tickets*) referentes a cada etapa do processo para que os mesmos efetuem seus registros. As informações dos tickets, que também são anotadas em livros em cada linha de produção, são digitadas manualmente em planilhas Excel. Este registro é claramente considerado frágil e com margem para erros. As informações não fluem de forma ágil, atrasando todo o processo de programação e controle, além de apresentarem um nível de acurácia bastante baixo. Devido às incertezas e divergências, são realizados na empresa inventários físicos mensais de todo o estoque de acabados, semiacabados e matérias primas, também de forma manual.

O inventário físico mensal de baterias cruas era realizado da seguinte forma: todo dia primeiro de cada mês eram necessárias 14 (quatorze) pessoas para contar todos os *pallets* em estoque. Essas pessoas eram funcionários do setor de logística que chegavam uma hora antes do seu horário habitual para iniciar o inventário. Os funcionários se dividem em duplas para que as duas pessoas contassem os mesmos *pallets* e confrontassem os resultados no final para garantir que a contagem fosse feita corretamente. As baterias contadas (modelos e quantidades) eram apontadas em um formulário físico que depois era digitado manualmente em planilha Excel. Todo o processo de inventário levava uma hora para ser concluído, sendo

necessário parar a produção durante esse tempo. É evidente que esse era um processo bastante dispendioso, que gerava altos custos por perda de tempo de produção e por utilizar muita mão de obra em hora extra e em uma atividade que não agregava valor ao produto. Além disso, era extremamente frágil e com baixa assertividade.

O índice de acurácia dos estoques de baterias cruas em 2011 apresentou uma média de 60%. Este número representa a coerência do que foi registrado com o que foi inventariado, isto é, é a assertividade do que se esperava ter em estoque e o que realmente se tem. É, portanto, um número bastante baixo visto que 40% do estoque que se pensava ter, de acordo com os registros feitos, não existem. Esse foi o principal motivo que incentivou a busca por métodos mais confiáveis de registro e controle da produção.

Dessa necessidade surgiu O projeto de Registro Eletrônico da Produção (REP), que é um projeto piloto de adoção da tecnologia RFID para registro e controle da produção que teve os seguintes objetivos:

- aumentar a confiabilidade do registro da produção de Montagem;
- agilizar o processamento das informações para a programação e
- aumentar a assertividade do inventário mensal de baterias montadas.

Com o REP passou-se a registrar de forma eletrônica a produção de todas as linhas de montagem da Unidade 1 da Moura, utilizando tecnologia de radiofrequência. A Figura 6 ilustra como acontece esse processo.

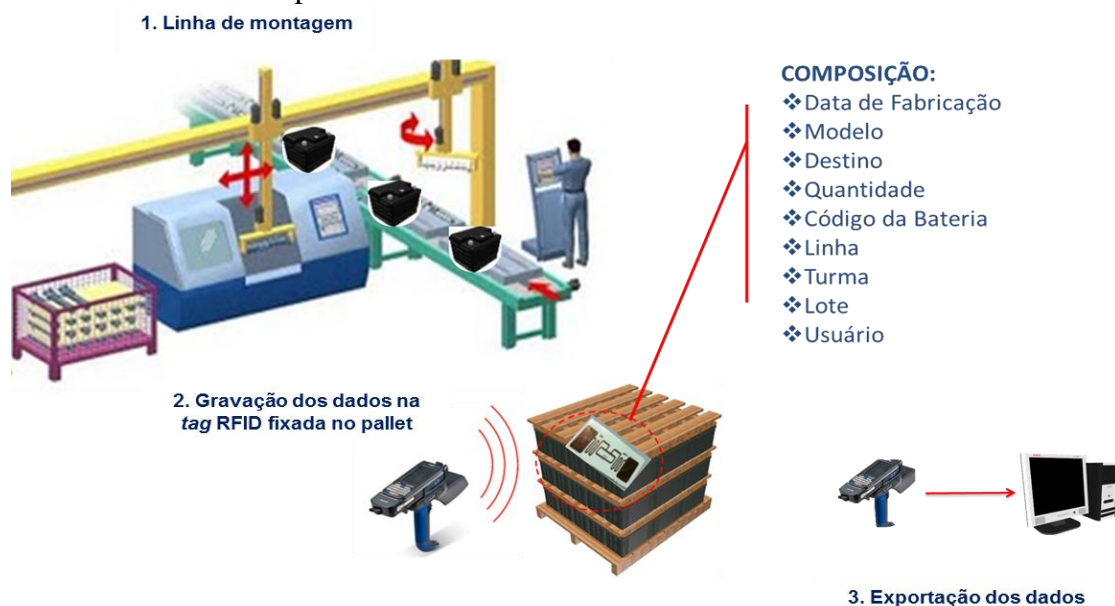


Figura 6. Funcionamento do Registro eletrônico da produção com RFID
Fonte: Relatório Interno.

De forma geral, cada *pallet* completo e composto por baterias montadas passou a ser identificado por uma etiqueta RFID na qual são armazenadas as seguintes informações: data de fabricação, modelo, código da bateria, destino, quantidade de baterias, linha de montagem, turma, número do lote e usuário. Essas informações são gravadas através do leitor portátil de radiofrequência (*handheld*). O registro da produção é exportado para o computador ligado a *intranet* Moura. Todo esse processo é detalhado adiante. A etiqueta RFID foi inserida no mesmo cartão de produção que já era utilizado.



Figura 7. Pallet identificado com etiqueta RFID
Fonte: Pesquisa de Campo (2012).

A tag RFID utilizada no REP é apresentada a seguir na Figura 8.



Figura 8. Etiqueta RFID utilizada no REP
Fonte: Pesquisa de Campo (2012).

A etiqueta é a Alien 9662, que apresenta excelente desempenho geral para aplicações com restrições geométricas. É uma tag mundial com operação global entre 860 - 960MHz e compatível com EPCglobal classe 1 Gen 2 e com a ISO-18000-6C. Possui um total de 800 bits de memória. A leitura e gravação da etiqueta são realizadas fazendo-se uso de *handheld* Motorola MC3190Z, apontada na Figura 9.



Figura 9. *Handheld* e berço
Fonte: Pesquisa de Campo (2012).

O equipamento possui um motor de leitura RFID que fornece desempenho de leitura avançado e eficiente para taxas de leitura mais rápidas e maior produtividade, além de uma antena com design insensível à orientação, eliminando a necessidade de um alinhamento preciso entre leitor e etiqueta, fornecendo leituras mais rápidas e precisas. O suporte no qual ele está inserido é chamado de berço que é o que realiza a carga da bateria e também permite a comunicação com o computador através de saída USB. Essa comunicação também pode ser feita via *bluetooth* ou *wireless*.

O aplicativo instalado no aparelho para manipulação das etiquetas é um *software* customizado construído exclusivamente para o projeto REP por uma empresa especializada, incorporando todas as especificações do projeto e as peculiaridades do sistema de registro da Moura. Para sua arquitetura foi necessário um estudo aprofundado da dinâmica do projeto para que ele pudesse incorporar todas as necessidades. Foram realizados muitos testes e ajustes no *software* junto ao fornecedor, a fim de aperfeiçoar as suas funcionalidades garantindo a maior agilidade possível ao processo de gravação.

As informações gravadas na etiqueta são armazenadas temporariamente no aparelho leitor, sendo essas informações posteriormente descarregadas em um computador ligado a *intranet* Moura. As informações descarregadas do leitor portátil são lidas e manipuladas em planilha Excel, possibilitando assim, a contabilização diária da produção.

Além do Registro da produção o REP também é utilizado para auxiliar o inventário de baterias, trazendo mais confiabilidade e agilidade a este processo. Com as etiquetas fixadas nos *pallets*, a contagem dos mesmos é feita eletronicamente através do mesmo aparelho (*handheld*), que consegue identificar todas as etiquetas presentes no estoque, bastando que o operador passe com o aparelho próximo aos *pallets*.

Dessa forma, o inventário pode ser realizado por apenas 01 (uma) pessoa manipulando o *handheld*, que em cerca de 10 minutos consegue inventariar todo o estoque de baterias cruas. A Figura 10 que se segue mostra a tela do modo *Inventário* do *software* no *handheld*. Além das informações contidas em cada etiqueta, a planilha também mostra a data, horário e local, onde cada etiqueta foi lida, ou seja, onde cada *pallet* está estocado. A Figura 10 na sequência mostra imagens do inventário eletrônico em funcionamento.



Figura 10. Inventário eletrônico de baterias cruas
Fonte: Pesquisa de Campo (2012).

Com a implementação do projeto REP, o registro da produção da montagem da Acumuladores Moura S.A tornou-se muito mais ágil e eficiente, trazendo maior confiabilidade e rapidez às informações registradas. O registro de cada *pallet* individualmente passou de uma duração média de 35 segundos para 25 segundos, incluindo a atividade de destaque do canhoto que em breve será retirada. O que representa uma diminuição de 29% e é bastante representativa considerando que por dia são registrados uma média de 220 *pallets*. Além do tempo, o registro de cada *pallet* passou a ser mais consistente e completo, com todas as informações referentes às baterias.

O *software* no *handheld* apresenta funcionalidades que agilizam o preenchimento das informações e não permitem erros, pois as digitações são mínimas e as informações se preenchem automaticamente de acordo com o banco de dados.

No processo de fechamento da produção levava-se cerca de 35 minutos em cada turno para conferir os *tickets* linha a linha e digitar a produção. Além do alto tempo, a digitação manual é uma atividade bastante susceptível a erros. Com os dados sendo exportados automaticamente do *handheld*, esse processo de fechamento da produção foi eliminado. Bastando que o relatório seja exportado para o computador e salvo no sistema, o que pode ser feito em 02 (dois) minutos. Isso representa uma redução de 93% no tempo de fechamento da produção.

A planilha de relatório da produção gerada pelo *software* é de fácil manipulação dos dados, e contempla todas as informações acerca da produção em um só lugar, podendo-se visualizar a produção *pallet* a *pallet*, ou por modelos, por linha, por destino e por turma. A planilha já mostra diretamente os registros que foram feitos e as quantidades totais, não sendo mais necessária a conferência da digitação com os *tickets* e contabilizações das quantidades. Além disso, passou-se a ter uma maior rastreabilidade dos *pallets* produzidos, registrados e inventariados. O acesso às informações da produção agora pode ocorrer a qualquer momento, bastando que se exportem os dados do *handheld*, não sendo necessário esperar que o operador realize todo o processo de fechamento da produção. Isso agiliza as informações para a programação e planejamento.

Houve uma redução da mão de obra necessária para o inventário mensal de 14 para 1 pessoa, isto é, 93% de redução. Assim como a redução do tempo de inventário, de 60 minutos para 10 minutos, o que representa uma redução de 83% do tempo. Não é mais necessária a utilização de formulários físicos. Há maior confiabilidade no inventário, pois ele é realizado eletronicamente, o que elimina os erros de contagem e de digitação. Por ser um processo bastante simples e rápido o inventário pode ser realizado a qualquer momento, não só uma vez por mês.

O primeiro inventário eletrônico só pôde ser realizado após um mês da implantação do projeto quando já se tinha todos os *pallets* com etiquetas RFID. Este inventário foi então o único realizado até a conclusão deste estudo. Apresentou um índice de assertividade de 78%, o que representa um índice de perda de inventário de 22%. Houve, dessa forma, uma redução de 45% da perda de inventário.

O projeto é recém-implantado, logo, à medida que for se criando maior intimidade com a nova tecnologia e com a nova sistemática de registro, eliminando os erros operacionais nas gravações e no *software* e implantando as melhorias necessárias, espera-se que este índice de acurácia de estoques aumente. A tendência de um registro confiável é de que a assertividade seja de 100% e, assim, inventários tornam-se desnecessários.

A Tabela 1, a seguir, mostra os indicadores quantificáveis de comparação entre o Registro Manual e o Registro Eletrônico da produção.

Indicadores	Registro Manual da Produção	Registro Eletrônico da Produção	Redução (ganho)
<i>Lead time</i> do registro do <i>pallet</i>	35 segundos	25 segundos	29%
<i>Lead time</i> do fechamento da produção por turno	30 minutos	2 minutos	93%
Quantidade de mão de obra no inventário	14 pessoas	1 pessoa	93%
<i>Lead time</i> do inventário	60 minutos	10 minutos	83%
Índice de perda de inventário	40%	22%	45%

Tabela 1. Indicadores do Registro Eletrônico da Produção

A Tabela 1 mostra as melhorias trazidas pelo registro eletrônico, evidenciando os benefícios obtidos pela adoção da tecnologia RFID nas operações logísticas de registro e controle da produção e do estoque.

5. Considerações Finais

Os projetos de implantação da tecnologia RFID apresentados neste estudo são de caráter experimental. São projetos iniciais que estão inserindo no Grupo Moura o conceito de identificação por radiofrequência. Ainda assim, já trouxeram inúmeros benefícios à empresa e aos processos logísticos da mesma. O que evidencia as vantagens da utilização de RFID, que foi a tecnologia capaz de melhorar a coleta de dados da empresa e garantir a qualidade e agilidade do fluxo de informações de processos logísticos transacionados entre os setores produtivos trazendo melhorias ao controle e programação.

Neste estudo foram analisados os resultados provenientes da adoção dessa tecnologia. Foram analisados os cenários anteriores à implantação dos projetos, observando-se como as operações logísticas eram desenvolvidas e identificando-se as oportunidades de melhorias. Foram acompanhadas e analisadas as implantações dos projetos de adoção da tecnologia RFID para solucionar os problemas existentes. Foram analisadas as dificuldades e limitações da implantação dos projetos. E, por fim, foram levantados os benefícios obtidos com eles.

O projeto de Registro Eletrônico da Produção - REP foi um projeto piloto que deu início aos estudos e análises da adoção da tecnologia RFID nos processos logísticos na Acumuladores Moura S.A. O projeto de melhoria no processo de registro e controle dos ativos iniciou no setor de montagem de baterias com o REP, por ser a etapa que necessita de maior controle e na qual o problema era mais relevante pelo baixo índice de acurácia que os estoques de baterias cruas vinham apresentando nos últimos meses.

A inserção de etiquetas RFID nos *pallets*, no próprio cartão de produção já utilizado, foi a medida mais simples de ser implementada, a qual não modificou totalmente a estrutura existente e que já atendia a demanda da empresa de registrar a produção e controlar os estoques de forma mais confiável. A medida proporcionou diversos ganhos no processo do inventário.

Com isso o projeto atingiu os objetivos definidos pela empresa, atendendo às suas necessidades e solucionando os problemas existentes. Também proporcionou o passo inicial para as medidas de reestruturação dos sistemas logísticos e do PPCP que existe na empresa. Já existem projetos de melhorias do REP e outros projetos de identificação, rastreabilidade, registro e controle de processos e produtos utilizando RFID.

REFERÊNCIAS

- 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE RFID E INTERNET DAS COISAS, 2011. Disponível em: <<http://www.congressorfid.com.br/rfid/>>. Acesso em: 05 de Outubro de 2011.
- ACCENTURE. *Radio frequency identification (RFID)*. White paper. Accenture, 16 november 2001. Disponível em: <<http://www.accenture.com.br>>. Acesso em: 11 de Setembro de 2011.
- ACUMULADORES MOURA S.A, 2011. Disponível em: <<http://www.moura.com.br/>>. Acesso em: Agosto de 2011.
- BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial*; tradução Raul Rubenich. – 5. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BERNARDO, Cláudio Gonçalves. *A tecnologia RFID e os benefícios da etiqueta inteligente para os negócios*. Revista Eletrônica UNIBERO de Produção Científica. São Paulo, 2004.
- BOWERSOX, Donald J., CLOSS, David J., COOPER, M. Bixby. *Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos*. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CHAPPELL, G.; GINSBURG, L.; SCHMIDT, P.; SMITH, J. & TOBOLSKI, J. *Auto-Id on Demand: The value of auto-ID technology in consumer packaged goods demand planning*. November, 2002. Disponível em: <<http://autoidcenter.org>>. Acesso em: 23 de Setembro de 2011.
- CSCMP. *Council of Supply Chain Management Professional*. Disponível em: <<http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>>. Acesso em: Janeiro de 2012.
- ECR BRASIL. *EPC: A era da identificação eletrônica de produtos*. Revista Tecnológica, Agosto de 2004. Disponível em: <<http://www.ecrbrasil.com.br/noticias>>. Acesso em: 04 Outubro 2011.
- FIGUEIREDO, T. B. *Aplicações de tecnologias sem fio em operações logísticas*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.
- GLOVER, B.; BHATT, H. *Fundamentos de RFID*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2007.
- LIMA, Selma Regina de; SILVA, Angélica de Lima. *A utilização do RFID nas operações logísticas*. Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente da Faculdade Anhaguera de Limeira. Vol. XII, nº 13, 2009.
- MOTOROLA SOLUTIONS, 2012. Disponível em: <<http://www.motorola.com/Business/XLPT/Produtos+e+Servicos+para+Empresas/RFID/RFID+Readers/MC3190-Z+Handheld+RFID+Reader>>. Acesso em: Janeiro de 2012
- NOGUEIRA FILHO, Cícero Casemiro da Costa, *Tecnologia RFID aplicada à logística*. Rio de Janeiro, 2005. 103 p. (Mestrado em Logística) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, Josenildo Brito de. *Processo de formação de indicadores de desempenho logístico: uma relação necessária entre a abordagem sistêmica e a gestão da cadeia de suprimentos*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2008.
- PIRES, Sílvio R. L. *Gestão da Cadeia de Suprimentos*. São Paulo, Editora: Atlas, abril 2004.
- PRADO, Neli R. da Silveira Almeida; PEREIRA, Néocles Alves; POLITANO, Paulo Rogério. *Dificuldades para a adoção de RFID nas operações de uma cadeia de suprimentos*. XXVI ENEGEP. Fortaleza, CE, 2006.

QUENTAL JR., Antonio J. J. *Adoção e implantação de RFID, uma visão gerencial da cadeia de suprimentos*. Dissertação de pós-graduação MBIS – Master in Business Information Systems. Pontifícia Universidade Católica. São Paulo, 2006. Disponível em <http://www.mbis.pucsp.br/monografias/Monografia_-_Antonio_Quental.pdf>. Acesso em: Novembro de 2011.

RFIDBr – PORTAL BRASILEIRO SOBRE RFID. 2011. Disponível em: <www.rfidbr.com.br>. Acesso em: Novembro de 2011.

RFID JOURNAL BRASIL, 2011. Disponível em <http://brasil.rfidjournal.com/perguntas_frequentes> Acesso em: 21 de outubro de 2011.

SANTINI, Arthur Gambin. *RFID: Conceitos, Aplicabilidade e Impactos*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

SILVA, Edna Lucia da; MENEZES, Eстера Muszkat. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2011, 121p.

SOUZA, D. A. M.; SOUZA, H. R.; SÁ, M. A. L.; CINTRA, S. P. V. *A Logística na Gestão de Estoque por Meio da Identificação por Rádio Freqüência (RFID)*. SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2009. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos09/233_233_A_Logistica.pdf>. Acesso em: Setembro de 2011

STANTON, M. - *A identificação por radio freqüência está chegando*. Jornal O Estado de São Paulo, Coluna Tecnologia, 2004. Disponível em <www.estadao.com.br>. Acesso em: Agosto de 2011.

STEFANO, Ercília de; STANGER, Andreia Cristiane. *Automação em Logística - O uso de Tecnologias Emergentes: Wireless e RFID*. Revista Ingepro. Disponível em: <www.ingepro.com.br>. Acesso em: Agosto de 2011.

SUCUPIRA, Cezar; PEDREIRA, Cristina. *Inventários físicos: a importância da acuracidade dos estoques*. Disponível em: <<http://www.cezarsucupira.com.br/Invetariarios%20fisicos.htm>>. Acesso em: Dezembro de 2011.

TAGGEN – Soluções RFID, 2011. Disponível em: < <http://www.taggen.com.br/>>. Acesso em: Novembro de 2011.