

RFID - Radio Frequency Identification

Aplicações em Integração de Dados

Victor São Paulo Ruela

Igor da Luz Pinheiro

Universidade Federal de Minas Gerais

24 de Junho de 2015

Conteúdo

1	Introdução	5
1.1	Evolução na adoção do RFID	6
1.2	Sistemas RFID	7
1.2.1	Tags	8
1.2.2	Leitores	9
1.2.3	Middleware RFID	10
1.3	Aplicações	11
2	Integração de Dados e RFID	12
2.1	Introdução	12
2.2	Integração	14
2.3	Vantagens da integração	14
2.3.1	Processo de Integração RFID	14
2.3.2	Componentes para Integração com Sistemas RFID	15
2.3.3	Posição e Mobilidade da Tag	15
2.3.4	Módulos de Comunicação	15
2.3.5	Aplicativos de Software para Integração de Sistemas	16
2.3.6	Servidor para Gravação de Dados	16
2.3.7	Integração de RFID com simples Circuito	16
2.3.8	Porta Serial RS-232	16
2.3.9	USB e Acesso à internet	17
2.4	Considerações Finais	17
3	Estudos de Caso	17
3.1	Autenticação de bebidas	17
3.2	title	18
3.3	title	18
4	A Norma EPCGlobal	18
4.1	A organização GS1	18
4.2	O padrão EPCGlobal	20
4.2.1	Arquitetura	21
4.2.2	Exemplo de aplicação prática	22
4.3	Considerações Finais	24
5	Conclusão	24

Lista de Figuras

1	Sistema RFID típico, retirado de [9]	5
2	Evolução do RFID, retirado de [9]	6
3	Componentes de um sistema RFID, retirado de [9]	7
4	Alguns modelos de tags disponíveis	8
5	Funcionamento das tags SAW	9
6	Componentes lógicos de um leitor RFID. Adaptado de [9]	10
7	Componentes lógicos do middleware. Adaptado de [9]	11
8	Arquitetura conceitual de um Middleware RFID. Retirado de [9]	12
9	Transporte de Alimentos monitorado por RFID	13
10	Etapas para o projeto de Integração de Sistemas RFID.	14
11	Componentes para Integração de RFID.	15
12	Exemplo de Circuito integrado a RFID.	16
13	Leitor desenvolvido	18
14	Grupos do padrão GS1	19
15	Funcionamento do EPC	20
16	Funcionamento do EPCIS	20
17	Arquitetura do EPCGlobal. Retirada de [11]	21
18	Paletes	22
19	Galpões utilizados	22
20	Aquitetura do projeto	23

Lista de Tabelas

1 Frequência de operação e suas aplicações 9

Resumo

A tecnologia RFID (Radio Frequency Identification - identificador por rádiofrequência) designa um conjunto de tecnologias que utilizam a frequência de rádio para captura de dados de forma automática, por meio de um dispositivo eletrônico conhecido com tag RFID. Ele envia um sinal de rádiofrequência para dispositivos leitores que captam estas informações. A integração dos dados RFID com o restante do sistema de gestão passa a ser então uma tarefa essencial para que possamos retirar informações valiosas destes dados. O objetivo deste trabalho é apresentar a descrição e exemplos de aplicação da tecnologia RFID, focados em aspectos relacionados à integração de dados. Nele serão explicados os elementos básicos de hardware e software presentes em todo sistema RFID, uma breve descrição sobre o histórico de adoção do RFID, uma introdução à norma EPCGlobal e alguns estudos de casos, focados nas soluções implementadas na integração dos dados.

Palavras-Chave. *RFID, EPCGlobal, Integração de Dados, Middleware, Tags*

1 Introdução

RFID, *Radio Frequency Identification*, é uma tecnologia que está em crescente uso e evolução, devido às suas possíveis aplicações e os benefícios que sua utilização propiciam. Seu principal uso é no monitoramento de ativos, permitindo conhecer toda a trajetória de um produto, desde o início da cadeia produtiva até o consumidor final.

Avanços tecnológicos na fabricação de semicondutores permitiram tanto a redução do custo quanto a do tamanho dos componentes. Antes, as tags eram do tamanho de um forno-microondas e os leitores construídos com antenas gigantescas. Hoje em dia, podemos encontrar leitores do tamanho de um moeda, e tags do tamanho de um grão de arroz, alavancando ainda mais a adoção da tecnologia RFID. Qualquer sistema de identificação no qual um dispositivo eletrônico usa radio frequência para o variações no campo magnético para comunicar e está anexado a um item, é definido como um RFID.

Os dois principais componentes deste tipo de sistema são a *Tag*, a qual é o dispositivo de identificação anexado ao item que desejamos monitorar, e o *Leitor*, que é o dispositivo responsável por reconhecer as Tags e ler as informações contidas nelas. O leitor pode então informar outros sistemas sobre a presença das tags, através de um *RFID Middleware*. Este é uma ferramenta que fornece a interface entre os leitores e o restante do sistema de informação. Na figura a seguir, podemos ver o sistema em questão:

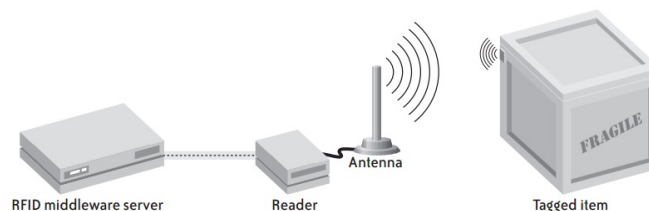


Figura 1: Sistema RFID típico, retirado de [9]

Alguns dos benefícios do RFID são resumidos abaixo:

- Não há necessidade de alinhamento dos itens para leitura;

- Alta velocidade de inventário, pois vários itens podem ser lidos simultaneamente;
- Capacidade de identificar unicamente bilhões de itens;
- Variedade na forma das tags;
- Reusabilidade de tags.

1.1 Evolução na adoção do RFID

De acordo com [9], podemos dividir o progresso de adoção do RFID em 5 períodos: *Proprietary era*, *Compliance era*, *RFID-enable Enterprise era*, *RFID-enable Industries era* e *Internet of Things era* (Figura 2).

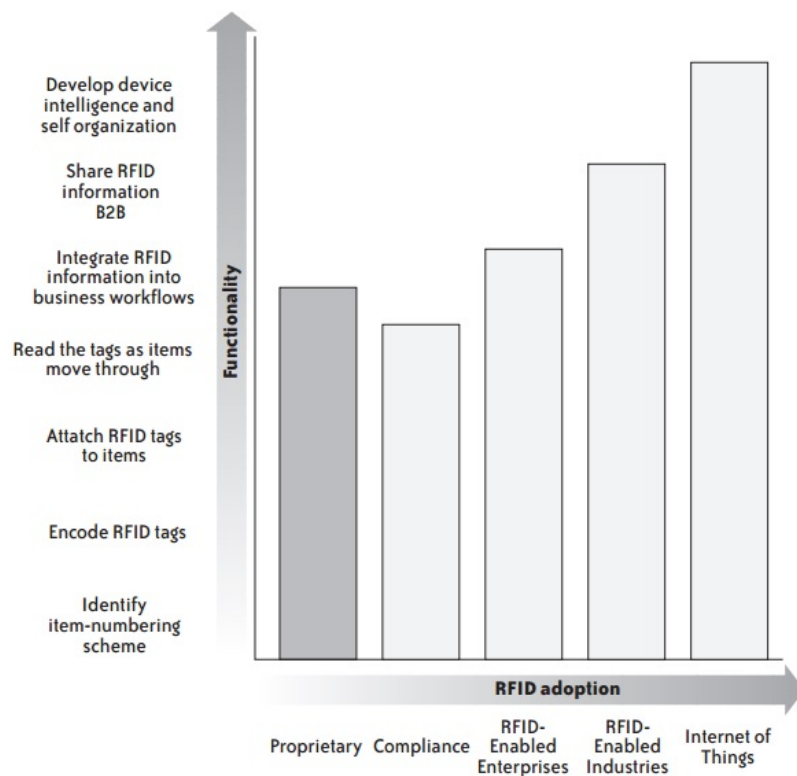


Figura 2: Evolução do RFID, retirado de [9]

No início (*Proprietary era*), o RFID era usado para monitorar tipos particulares de itens e esta informação permanecia dentro das organizações que utilizavam o sistema. Isso fazia com que os sistemas fosse bastante específicos, dificultando bastante a comunicação entre parceiros de negócios. Alguns dos itens monitorados eram carros de trem, chassis de automóveis e gado leiteiro. Nesta época as tags ainda eram caras, logo estas eram reutilizadas sempre que possível.

Na *Compliance era*, que representa o período atual, as empresas utilizam o RFID principalmente para garantir a interoperabilidade entre parceiros de negócios e agências regulatórias, não usando frequentemente os dados RFID para, por exemplo, aperfeiçoar alguns processos e melhorar a produtividade. A escassez de padrões e a falta de confiabilidade das novas tecnologias, impedem que as tags funcionem tão bem na prática como na época anterior.

No futuro, teremos a *RFID-Enabled Enterprise era*, na qual as empresas começarão a utilizar as informações coletadas do RFID para o aprimoramento dos próprios processos. Isso

será alcançado com a estabilização dos padrões e queda significativa dos custos. As empresas passarão a monitorar itens individuais ao invés de unidades de transporte, permitindo a coleta de mais informações sobre o processo. Entretanto, mesmo com a larga adoção interna do RFID, as empresas ainda precisam desenvolver os padrões necessários para permitir a troca de informações com os parceiros de negócios.

Em seguida teremos a *The RFID-Enabled Industries era*, onde o uso de padrões RFID, redes de informação RFID, acordos de negócios e políticas de segurança e privacidade permitirão que empresas e cadeias de suprimentos troquem dados de forma segura e confiável entre si. Isso permitirá a descoberta de novas informações através do estudo do grande volume de dados que estará disponível.

Por fim, teremos a *The Internet of Things era* que é atualmente uma previsão, na qual a ubiquidade da tecnologia RFID mudará a forma como vemos a relação entre informação, objetos físicos e localização. Por exemplo, a geladeira de nossa casa estará conectada à Internet e será capaz de ler a data de validade dos alimentos presentes e nos informar se algum deles já venceu. Além disso, ela poderá checar se algum produto está faltando e automaticamente realizar o pedido deste junto ao supermercado.

A forma e velocidade com que os diversos tipos de usuários passarão por essas épocas não será feita de maneira uniforme. Atualmente, existem usuários que ainda estão na *Proprietary era*, enquanto outros já estão começando a aplicar os conceitos da *RFID-enabled Industries* e *Internet of Things*. Em algumas áreas, o RFID ainda nem começou a ser implementado.

1.2 Sistemas RFID

Em um sistema RFID, destacam-se os seguintes componentes: Tags, Leitores e Middleware. Todos podem ser vistos na figura 3 e serão explicados com mais detalhes em seguida.

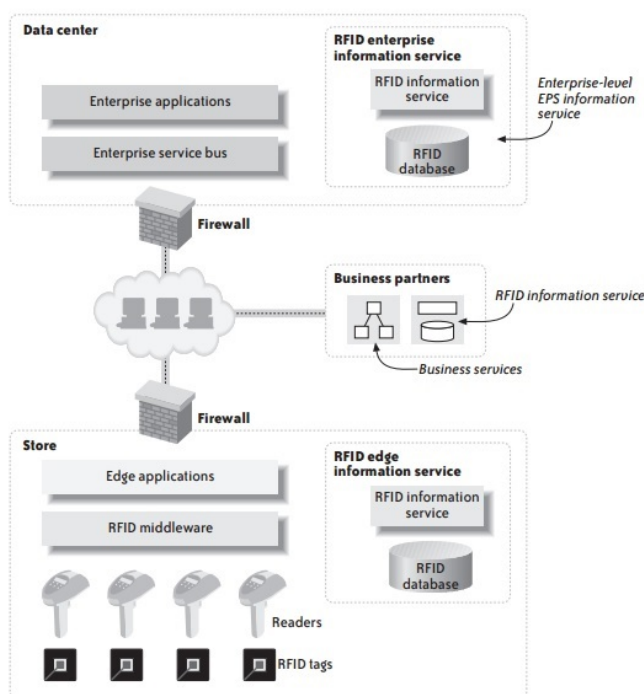


Figura 3: Componentes de um sistema RFID, retirado de [9]

1.2.1 Tags

São elementos fisicamente acoplados a um objeto, possuindo uma memória para armazenamento de dados. Toda tag RFID possui algum tipo de bobina ou antena, de forma a permitir sua leitura, e precisa ter as seguintes funcionalidades:

- Toda tag tem que ser anexada a um item
- Toda tag tem que ser capaz de se comunicar usando radiofrequência

Existem tags de diversos tamanhos e formatos, nos dando a flexibilidade de escolher a que melhor se encaixará na aplicação a ser desenvolvida (figura 4). Elas podem ser passivas, ativas ou semi-passivas. As passivas obtêm sua energia dos leitores. Já as ativas possuem uma bateria interna para fornecer a energia necessária para o processamento de suas tarefas. As tags semi-passivas são capazes de obter energia dos leitores e também possuem uma bateria interna.

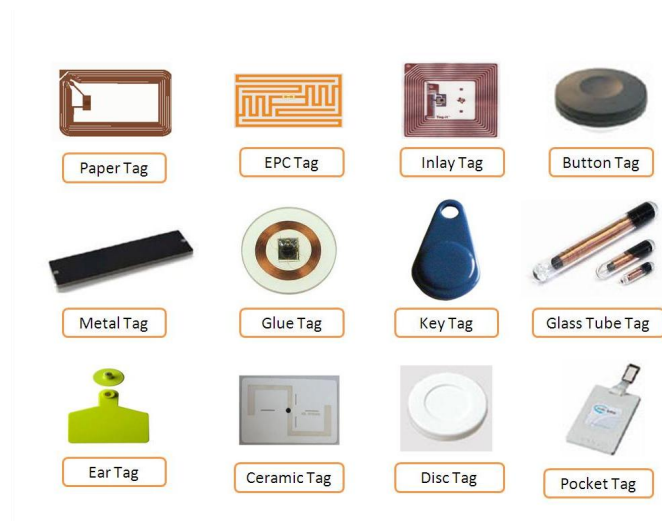


Figura 4: Alguns modelos de tags disponíveis

Como a comunicação é feita por radiofrequência, precisamos levar em consideração o meio de transmissão da informação, que neste caso é o ar. Portanto, são definidos os seguintes atributos:

Modo de comunicação Dividido em *full-duplex* (FDX)/*half-duplex* (HDX) ou *Sequencial* (SEQ). Sistemas FDX ou HDX difundem a informação vinda das tags quando acionamos o leitor. Já nos sistemas SEQ é implementado um acionamento periódico do leitor, no qual ele fica desligado enquanto a tag está respondendo.

Frequência de Operação A frequência de operação especifica o intervalo de frequências em que será feita a comunicação, resolvendo problemas relacionados a interferência entre os aparelhos. A tabela 1 mostra a relação entre os possíveis intervalos operação e as respectivas aplicações.

Tipos de Chaves O tipo de chave define os atributos da portadora que transportará o sinal, selecionando o tipo de modulação que deverá ser usada.

Nome	Intervalo de frequências	Aplicações
LF	30-300 kHz	Identificação de animais e leituras próximas de itens cheios de água
HF	3 - 30 MHz	Controle de acesso a edifícios
UHF	300 MHz - 3 GHz	Caixas e paletes
Microondas	> 3 GHz	Identificação de veículos em geral

Tabela 1: Frequência de operação e suas aplicações

Codificação A codificação determina como a tag e o leitor interpretam a informação sendo transmitida pela portadora, ou seja, são responsáveis pela demodulação.

Acoplamento O acoplamento determina como o circuito do leitor influencia o da Tag, e vice-versa, afetando a distância com que eles precisarão estar entre si para haver a troca de dados.

Devemos também levar em consideração a forma com que as tags armazenam e processam as informações. A capacidade de armazenamento vai de 1 bit até kilobytes de dados. Os tipos mais comuns são:

EAS - Electronic Article Surveillance São usadas principalmente para a prevenção de roubo. Possuem somente 1-bit, podendo indicar somente a presença ou não de uma tag, por exemplo. São sempre passivas e geralmente não possuem microchips e memória para armazenamento de dados, sendo simples e baratas.

SAW - Surface Acoustic Waves Operam no intervalo das microondas, não possuem processadores e sua capacidade é de até 32-bits. Funcionam a partir do seguinte princípio: O leitor emite ondas de rádio, que são convertidas em uma onda acústica na superfície do chip SAW. Essa onda acústica se propaga pela tag, passando por uma série de refletores, produzindo pulsos acústicos de onda unicamente codificados. Esse pulsos são convertidos novamente para ondas de rádio e transmitidos através de reflexão para o leitor.

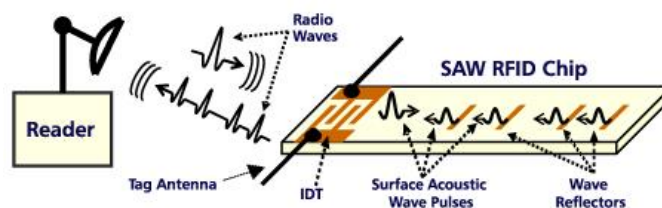


Figura 5: Funcionamento das tags SAW

Algumas tags apresentam um comportamento mais complexo, possuindo máquinas de estado incorporadas em chips customizados, permitindo que elas exerçam um papel mais ativo no sistema. Por causa disso, são geralmente mais caras.

1.2.2 Leitores

Os leitores RFID são os componentes responsáveis pela leitura das tags, geração de eventos e envio dos dados à camada de *Middleware*. Os elementos físicos básicos de um leitor são: antena, controlador e interface de rede.

A **antena** é o elemento principal da comunicação, cujo papel é enviar e receber as informações na forma de ondas de radio-frequência. Dependendo da aplicação, um leitor pode ter mais de uma antena. O **controlador** tem como função executar os protocolos de comunicação e controlar o transmissor. Pode ser implementado em um chip ou até em sistemas maiores e mais robustos, como microcomputadores. A **interface de rede** é essencial para a comunicação com a camada de middleware e também com outros dispositivos. As formas mais comuns de se fazer isto é usando as interfaces RS 232, Ethernet, Bluetooth e ZigBee.

Um leitor RFID também pode ser dividido em 4 partes lógicas e abstratas, como pode ser visto na figura 6.



Figura 6: Componentes lógicos de um leitor RFID. Adaptado de [9]

API Fornece uma interface de programação que possibilita outras aplicações requisitar inventários de tags, monitorar a vida útil e configurar o leitor. Sua principal função é criar mensagens para a camada de Middleware a partir dos dados lidos e interpretar as recebidas.

Comunicação Gerencia os detalhes técnicos relativos aos protocolos usados na troca de dados com o Middleware.

Gerenciamento de Eventos Define quais eventos de leitura são relevantes para serem disponibilizados ao Middleware. Tem papel importante na redução de tráfego na rede, pois impede que eventos irrelevantes sejam transmitidos com frequência.

Antena Consiste na interface e lógica que permite aos leitores interrogar as tags sobre seu estado atual e controlar as antenas físicas. Implementa os protocolos de trocas de dados usando rádio-frequência bem como a eletrônica da interface com o ar.

1.2.3 Middleware RFID

O middleware RFID é um software que intermedia a comunicação entre o sistema de informação da organização (MES, ERP) e a infraestrutura de hardware do sistema RFID (tags, leitores acoplados à rede). Sua função é coletar, filtrar e agregar os dados provenientes dos leitores [1]. Portanto, podemos inferir uma estrutura básica para o middleware composta de 3 componentes lógicos, como pode ser visto na figura 7.



Figura 7: Componentes lógicos do middleware. Adaptado de [9]

API Sua função principal é fornecer um mecanismo padrão com o qual as aplicações podem se registrar e receber dados vindos dos leitores RFID. Ela também deve fornecer uma API para a configuração, monitoramento e gerenciamento do middleware e os leitores e sensores controlados por ele.

Gerenciador de eventos Em aplicações de grande porte, o volume de dados coletados dos leitores RFID é muito grande, tornando imprático que o armazenamento de todos eles. Portanto, o papel do gerenciador de eventos é agregar, consolidar e filtrar esses dados, de forma a enviar somente as informações mais relevantes aos sistemas gerenciais.

Adaptador Atualmente existem dezenas de fabricantes de leitores RFID, os quais fornecem interfaces diferentes para uso de seus produtos. Portanto, é papel do adaptador fornecer uma interface de alto-nível que implemente os protocolos proprietários, fazendo com que os usuário não precisem se preocupar com estes detalhes. Isso reduz significativamente as dificuldades na integração dos dados RFID.

A figura 8 apresenta um modelo conceitual para a implementação real de um middleware RFID. Nele podemos ver o papel e a importância dos componentes lógicos exibidos anteriormente, e como o middleware pode fornecer interfaces que permitem a integração com sistemas JAVA e .NET, por exemplo.

1.3 Aplicações

Devido às características discutidas anteriormente, podemos concluir que existirá uma variedade enorme de aplicações da tecnologia RFID. De acordo com [9], a maioria delas podem ser classificadas nos seguintes grupos:

- Controle de acesso
- Tag and Ship
- Localizar paletes e caixas
- Localizar e monitorar
- Prateleira inteligente

Nas próximas seções deste trabalho serão expostos alguns estudos de caso exemplificando algumas aplicações prática. A partir destes exemplos será possível entender melhor como funcionam na prática os diversos componentes de um sistema RFID. A ultima seção descreverá o

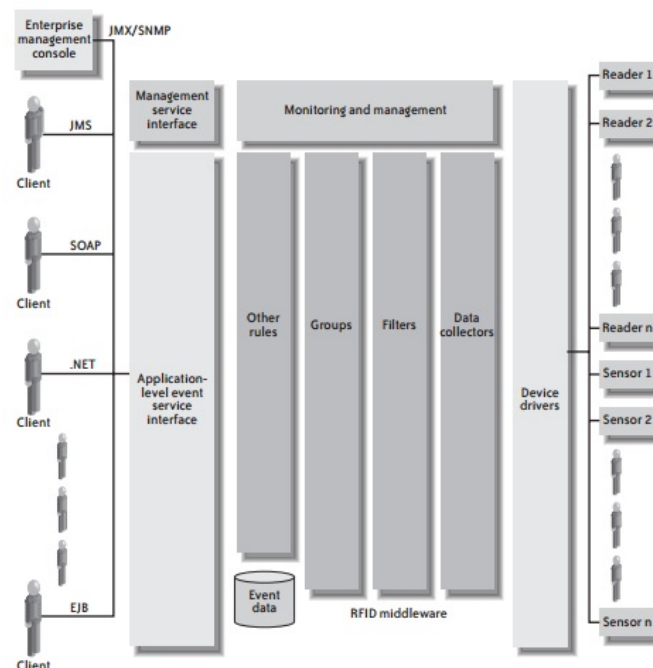


Figura 8: Arquitetura conceitual de um Middleware RFID. Retirado de [9]

EPCGlobal, que é um padrão importante adotado por empresas de peso, cuja utilização está em crescente expansão devido aos benefícios propiciados pela sua adoção em aplicações de *Supply Chain Management*.

2 Integração de Dados e RFID

2.1 Introdução

Com o avanço da tecnologia RFID e o crescente interesse popular e industrial por esta tecnologia, a área de TI tem sido desafiada a criar recursos que permitam a interface e integração com sistemas RFID. Cada tag em um sistema RFID possui uma identificação única (UID) e os que possuem memória são capazes de gravar informações sob demanda.

Devido a popularidade dos RFID, foram propostas muitas aplicações. Por meio do sinal sem fio de curta distância, usuários de uma tag RFID podem ser monitorados dentro de uma área específica. Assim, sistemas RFID são normalmente utilizados para identificação de um hardware ou objeto em muitas aplicações. Muitas dessas aplicações são baseadas em ambientes internos ou pequenas áreas de serviço independentes do sistema utilizado.

Aplicações RFID vão além de códigos de barra ou banco de dados portáteis. RFID pode ser utilizado para a Segurança da Cadeia de Suprimentos (SCS) e gestão da vida útil de equipamentos ou alimentos. Como exemplo podemos citar o envio de toneladas de rações do Exército dos Estados Unidos para as tropas no Iraque e em outras localidades do mundo. Estas transferências são feitas por navios, que carregam milhares de contêineres padronizados. Como o Exército dos EUA faz para garantir que essa transferência foi esquecida, adulterada ou exposta a condições ambientais inapropriadas? Eles utilizam a tecnologia RFID integrada com sofisticados sensores para uma série de eventos ambientais, tais como: temperatura, radiação, luz, agentes químicos, agentes biológicos, choque, sensores de portas, entre outros. Se alguém está fazendo algo com o carregamento de comida, ou se ela apenas fica quente por muito tempo, o Exército

dos Estados Unidos conseguem saber onde e quando esse evento ocorreu. Esta é apenas uma aplicação entre tantas outras de tecnologia RFID em uma organização, no nosso exemplo, o Exército dos EUA. Atualmente a maior barreira para a implantação e adoção de sistemas RFID é a integração com sistemas legados [3].

RFID Transportation Systems Applications

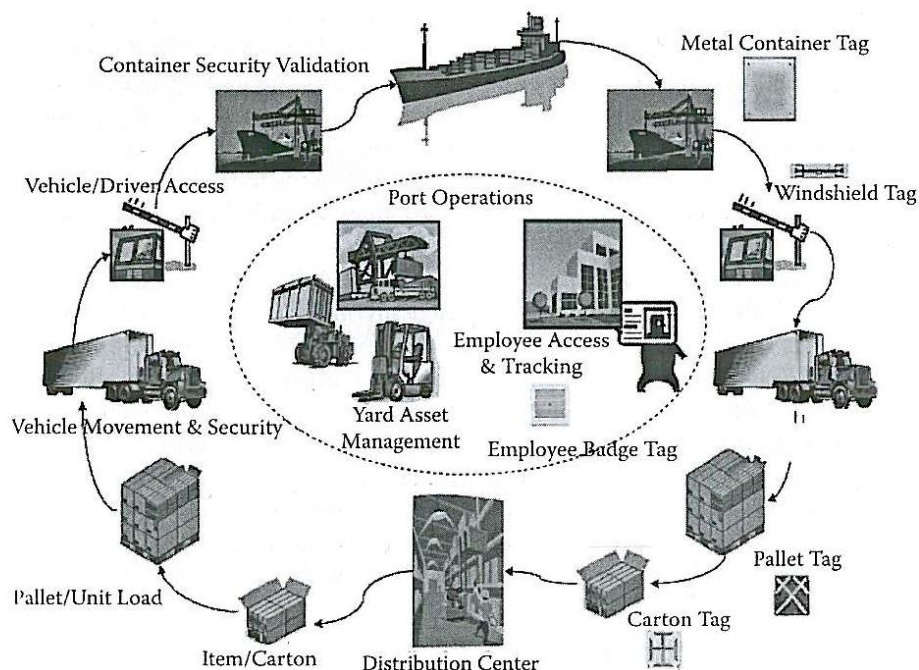


Figura 9: Transporte de Alimentos monitorado por RFID

Alguns sistemas RFID foram propostos para serem utilizados em hospitais ou para cuidados da saúde[1]. Cada paciente recebe uma etiqueta (tag) RFID projetada. O paciente deverá usá-la constantemente, não importando o lugar nem o horário. Assim a localização e condições de saúde atuais do paciente poderão ser monitorados pelo hospital.

Como RFID geralmente é utilizado para identificação, ele também pode ser utilizado em aplicações que usam criptografia de softwares como as identificações para proteger a propriedade intelectual de aplicativos ou arquivos. Algumas pesquisas mostram que o RFID pode ser incorporado em pequenos dispositivos. Os usuários do dispositivo podem conectar uma interface SD de leitor de cartão RFID. Dessa maneira os usuários poderão digitalizar e introduzir o RFID em todos os lugares. Uma vez que sistemas RFID fazem tratamento distintivo de um alvo individual, a característica única ou identificação RFID pode ser uma solução para a proteção da propriedade intelectual.

Como se pode perceber esse conjunto de tecnologias baseadas em radiofrequência abriram uma ampla gama de possibilidades e oportunidades de forma direta e integrada para diferentes campos e áreas técnicas. Requisitos para efetiva implementação do sistema RFID exigem produtos específicos RFID, serviços e soluções de acordo com a escala e exigência do negócio.

Dada a grande variedade de sistemas RFID, torna-se necessário o desenvolvimento de ferramentas de integração flexíveis, independentes de sistema operacional.

2.2 Integração

O próprio leitor de RFID não pode lidar com a informação coletada de forma independente, tornando-se essencial a integração com outros sistemas ou ser agregado em aplicações existentes. Primeiramente, o designer do aplicativo tem que saber se a integração do aplicativo é baseada em software, hardware ou ambos. Se for um novo sistema, RFID poderá ser diretamente incorporado nele. No entanto, se a integração for com um sistema que já existia, uma interface deverá ser decidida e definida.

2.3 Vantagens da integração

Tecnologia RFID possui muitas características que a torna interessante e viável para integração com uma grande variedade de aplicações na indústria, consumidores e comércio. Para integrar sistemas RFID eficientemente, é necessário a cooperação multidisciplinar de profissionais da área de TI, gestão de processos, projetistas de sistema, entre outros. Os RFIDs são mais ricos de informação do que os tradicionais códigos de barras. As etiquetas (ou tags) RFID geram valor ao produto pelas seguintes características:

- RFID não necessita de leitura visual, podendo realizar a leitura do objeto de dentro da caixa;
- Recurso de leitura/escrita criptografadas com usuários requeridos no armazenamento de dados;
- Monitoramento em tempo real por meio da internet/intranet para controle de estoques, redução de desperdícios e integração mais apertada da cadeia de suprimentos;
- Identificação automática por meio de redes sem fio;
- Podem sobreviver vários anos em ambientes hostis;
- Vários tipos de leitores de tags RFID estão disponíveis, como antenas inteligentes e impressoras portáteis.

2.3.1 Processo de Integração RFID

Integração de sistemas RFID eficiente exige conhecimentos abrangentes e a compreensão de diferentes sistemas. Para integrar funções RFID dentro de um sistema com outras tecnologias, como scan, controle e tecnologia da informação exige conhecimento e experiência com integração e hardware.

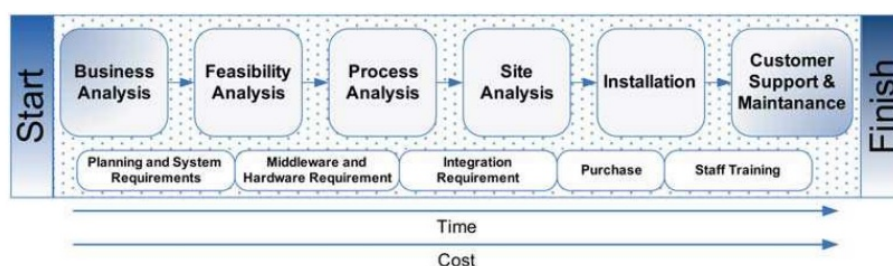


Figura 10: Etapas para o projeto de Integração de Sistemas RFID.

Cada projeto de negócio tem seus próprios requisitos e obstáculos técnicos que exige personalização de sistemas RFID. Deve-se, primeiramente fazer uma análise de viabilidade do meio. Para resolver eventuais problemas é aconselhado fazer a instalação de RFID em etapas. No processo de implementação cada etapa poderá ser revisada. Em alguns ambientes, leitores RFID móveis podem ser utilizados para aumentar ou substituir modelos estacionários. Para aumentar a confiabilidade deve-se fazer um planejamento e implementação de reconfigurações, gravação otimizada, segurança e autenticação.

2.3.2 Componentes para Integração com Sistemas RFID

Além dos componentes básicos de um sistema RFID, como tag, leitor e middleware, outros componentes também devem se levados em consideração para ser feita a integração. A figura abaixo apresenta o esquemático dos componentes necessários para a integração:

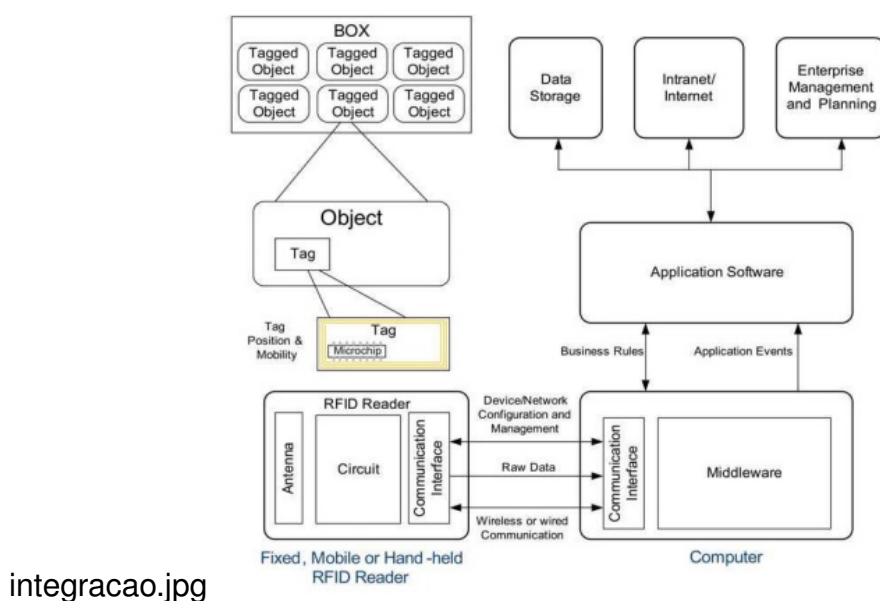


Figura 11: Componentes para Integração de RFID.

2.3.3 Posição e Mobilidade da Tag

Este fator é necessário ser levado em consideração para obter uma melhor performance do sistema. Quando a tag ou o leitor estão se movendo, trata-se de mobilidade. Para poder garantir a identificação da tag, a velocidade do movimento deve ser levada em consideração.

A decisão da posição da tag é crítico para tags passivas. Essa escolha deve levar em consideração a Potência Efetiva Radiada, que pode ter efeitos como ressonância do sinal e morte do sinal.

2.3.4 Módulos de Comunicação

Diferentes formas de conexão podem ser utilizados, com ou sem fio. Padrões e normas variados podem ser utilizados, dependendo do tipo de comunicação: com/sem fio, tipo de conector, custo, alcance, requisitos de segurança de aplicativos, entre outros.

2.3.5 Aplicativos de Software para Integração de Sistemas

Aplicativos de software executam em computadores comuns ou servidores e que comunicam com o middleware, controladores e dados de equipamentos de automação podendo realizar o controle das operações do Workflow.

Os sistemas RFID exigem software que gerencia dispositivos, dados, rede e processos para permitir um fluxo contínuo de informação, alertas e respostas em tempo real.

2.3.6 Servidor para Gravação de Dados

Usando uma apropriada infra-estrutura de rede, os dados obtidos de middleware podem ser gravadas e utilizadas para o desenvolvimento, implantação e manutenção de soluções produtivas. O servidor central executa aplicação de banco de dados com funções que incluem correspondência, rastreamento e armazenamento.

2.3.7 Integração de RFID com simples Circuito

Muitos sistemas de controle mecânico simples tem seu hardware baseado em projeto de circuitos. De acordo com a exigência ou ação da máquina, algumas ações mecânicas são acionadas quando recebem um sinal de On/Off. O leitor do sistema RFID atua como um fio elétrico para a transmissão de sinal para o circuito simples.

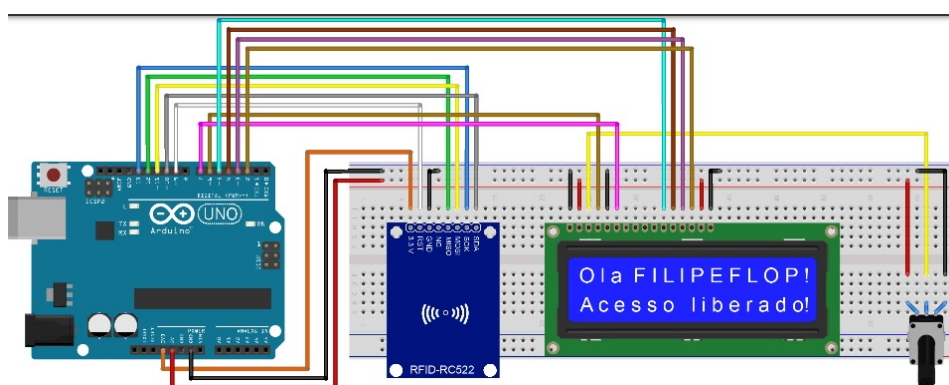


Figura 12: Exemplo de Circuito integrado a RFID.

Neste tipo de integração, o sistema RFID funciona como um emissor de sinais. Quando o leitor de RFID induz as tags RFID, o leitor verifica se o tag RFID induzida é a tag pré-definida (por exemplo, como válida) ou não. Se a tag induzida for uma pré-definida, o leitor envia o sinal de controle para acionar o hardware ou ação mecânica tal como abrir a porta de bloqueio. Dessa forma o sistema integrado vai agir com base na decisão do sistema RFID.

2.3.8 Porta Serial RS-232

O RS-232 consiste de dois dispositivos: DTE e DCE. Ao enviar sinal de controle, os dispositivos podem comunicar entre si via cabo RS-232. De acordo com o padrão de comunicação RS-232, o leitor do RFID pode enviar comandos pré-definidos através de RS-232 para acionar uma máquina ou sistema; ou então enviar um sinal emulado como comando para acionar os sistemas. Neste tipo de integração o RFID, pode exercer as seguintes funções: servir como um fio elétrico que aciona sistemas ou ser atuar como uma unidade computacional simples (IC chip) para o controle da porta serial e o comando de ordenação.

2.3.9 USB e Acesso à internet

Dependendo do hardware do computador, o leitor de RFID pode se conectar ao computador via porta USB ou conexão RJ45 Internet. Quando se conecta via USB, a informação da tag RFID pode ser transmitida para o PC diretamente. As aplicações que recebem informações do leitor RFID podem melhorar as funções ou capacidades dos serviços. O sinal de controle, a função de execução, ou ainda a gestão da informação podem ser feitos pelos aplicativos.

Se a comunicação é através da internet, o leitor de RFID tem, pelo menos, o componente de rede e uma unidade de processamento central de informações suficientes para a computação. O sistema RFID funcionará como um dispositivo de rede pertencente a rede da plataforma, podendo agir de forma independente. O acesso pelo cabo de Internet é apenas para transmissão de dados e informações.

Não importa se a comunicação é com base na porta USB ou pela conexão de rede, o sistema RFID tem apenas o papel de coleta informações.

2.4 Considerações Finais

Nesta seção foram vistos diversos exemplos de situações em que são ou podem ser empregados a integração de sistemas RFID. Também foram vistos os componentes necessários para permitir essa comunicação. Por fim o capítulo apresentou diferentes conexões com fio entre o sistema RFID e um dispositivo, geralmente um computador.

3 Estudos de Caso

3.1 Autenticação de bebidas

Este caso consiste da implementação de um sistema RFID pela fabricante de bebidas de Taiwan *Taiwan Tobacco and Liquor Corp.* (TTL). O objetivo da adoção foi assegurar a autenticidade de seus produtos e rastrear as mercadorias pela cadeia de suprimentos. A empresa produz principalmente vinhos finos e bebidas de alto valor, portanto é de seu interesse garantir a autenticidade de seus produtos, principalmente no mercado da China.

Para desenvolver este sistema, a TTL decidiu trabalhar com a EPC Solutions Taiwan. A solução deveria ser capaz de todos os produtos em sua cadeia de suprimentos, passando pelo engarrafamento, embalagem e recebimento de mercadorias no centro de distribuição (CD) na China. Além disso, os clientes deveriam ser capazes de confirmar a autenticidade do produto através de um leitor portátil, o qual interrogaria o rótulo de cada garrafa.

Como a TTL deveria fornecer um leitor para cada revendedor, a escolha deste era um fator crucial projeto, pois era preciso um leitor que funcionasse bem e barato. Para isso, A EPC Solutions desenvolveu um leitor de baixo custo operando em 433 MHz capaz de ler as tags RFID passivas EPC Gen2 UHF escolhidas para a aplicação.

Nos armazéns, fábricas e centros de distribuição, foram instalados três leitores UHF 902-928 MHz para interrogar as tags. Escolheu-se um frequência de operação maior de forma a permitir a leitura a maiores distâncias.

Na estação de engarrafamento, as tags são afixadas no topo da garrafa através de um adesivo não removível, interrogadas automaticamente e seus dados são enviados a servidor back-end da TTL, onde o software relaciona o tipo de produto e lote com o número de identificação único da tag.



Figura 13: Leitor desenvolvido

Ao chegar na estação de embalagem, os funcionários empacotam 6 garrafas em uma caixa e adicionam outra tag à esta caixa. Todas as 7 tags são lidas pelo próximo interrogador, o qual vincula as tags dos frascos à da embalagem.

Por fim, as caixas são carregadas em paletes e um leitor fixo lê as tags das garrafas e da caixa, relacionando essa informação com a etiqueta afixada no paletete. Os paletes são então transferidos para o armazém, onde leitores fixos registram a chegada dos bens e funcionários com leitores de mão fazem verificações periódicas de inventário.

No momento da expedição, os bens passam por um portal leitor fixo que atualiza o software e indica que o paletete foi enviado ao CD. No CD, leitores fixos foram instalados para indicar o recebimento do paletete e equipamentos de mão são usados para controle de estoque. Os dados são então enviados ao servidor da TTL para atualização.

Nas lojas, os consumidores podem conectar o leitor 13 ao seu tablet ou smartphone e baixar o aplicativo da TTL para conseguir confirmar a autenticidade do produto através da leitura da tag do produto. Em cada leitura, uma consulta é feita ao servidor da TTL, de forma a garantir esta procedência.

3.2 title

3.3 title

4 A Norma EPCGlobal

4.1 A organização GS1

O uso da tecnologia RFID está em crescente expansão, principalmente em aplicações de Supply Chain Management (SCM), no qual saber a localização de cada item da cadeia produtiva é crucial para garantir maior eficácia e eficiência de todo um sistema. Devido essa crescente adoção do RFID, fica constatado que o surgimento de um conjunto de normas que visem à padronização das tecnologias usadas seria algo natural de se acontecer. Imagine a situação em que uma grande empresa do setor de varejo se funda com outra do mesmo setor, sendo que ambas usam RFID para a localização dos produtos. Se, por exemplo, o formato das TAGs utilizadas pelas empresas forem diferentes, já teremos uma enorme dificuldade de integrar as informações oriundas de

cada sistema. Para contornar esse tipo de problema, existe o **GS1**.

O GS1 é uma organização internacional neutra e sem fins lucrativos, que desenvolve e mantém padrões para cadeias de demanda e suprimentos de diversos setores produtivos. Ele atua principalmente nas áreas de bens do consumo e varejo, saúde e transporte e logística. Algumas empresas que trabalham com o GS1 são: Carrefour, amazon, Google e Coca Cola. O GS1 foi fundado na década de 70 pelos líderes da indústria dos EUA, tendo com sua primeira atividade a criação do padrão de código de barras conhecido como **GS1 barcode**, o qual é largamente utilizado até hoje. Com os avanços da tecnologia e seu crescente uso, em 2004 o GS1 criou o primeiro padrão para o RFID.

O padrão GS1 é dividido em três grupos: Identificar, Capturar e Compartilhar.



Figura 14: Grupos do padrão GS1

Identificar Define códigos de identificação únicos que podem ser usados por um sistema de informação para se referir sem ambiguidade a qualquer tipo de produto.

Capturar Inclui definições de códigos de barra e RFID, além de especificar padrões para interfaces entre os elementos de software e hardware que se conectam às aplicações empresariais.

Compartilhar Define padrões para o formato dos dados trocados entre as aplicações e os clientes.

A norma voltada para aplicações com RFID se enquadra no grupo "Capturar", e suas definições estão presentes no **EPCGlobal**.

4.2 O padrão EPCGlobal

O padrão EPCglobal é uma iniciativa do GS1 para desenvolver padrões voltados à indústria para o EPC, com o objetivo de dar suporte ao uso de RFID. Ele é dividido em duas partes: **EPC/RFID Tags** e **EPCIS**.

O EPC (Electronic Product Code) é responsável por interligar o mundo do RFID com os códigos de barra do padrão GS1. Isso funciona da seguinte forma:

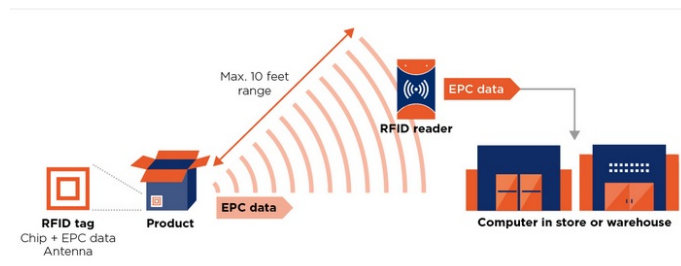


Figura 15: Funcionamento do EPC

Cada produto contém um chip de memória contendo um EPC, o qual consiste de um número de série único. Em cada chip também há uma antena de rádio que transmite o EPC para um leitor RFID quando requisitado. Os dados capturados pelo leitor são então disponibilizados para os outros sistemas.

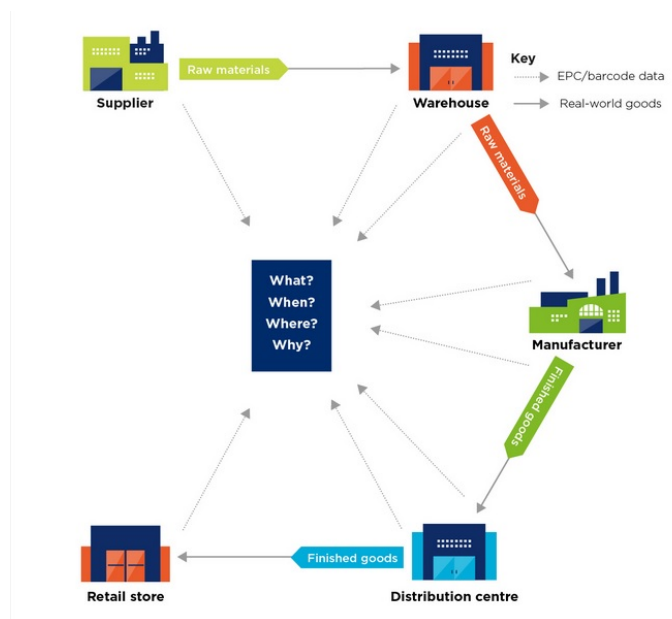


Figura 16: Funcionamento do EPCIS

O EPCIS (Electronic Product Code Information Services) é o padrão que habilita as empresas parceiras a compartilhar informações sobre o movimento físico e status dos produtos enquanto eles trafegam pela linha de suprimentos. Uma vez que os dados EPC são coletados, como na figura 15, eles são disponibilizados à camada de negócios e todos que possuem acesso a este podem saber o histórico de movimento dos produtos.

4.2.1 Arquitetura

O EPCGlobal define somente as interfaces, deixando as questões relativas à implementação sobre responsabilidade do usuário. Isso garante uma maior flexibilidade e alimenta o mercado de soluções em sistemas de informação para alcançar essa integração dos dados da cadeia produtiva. A figura 17 apresenta um diagrama contendo a arquitetura básica de um sistema operando com a norma EPCGlobal.

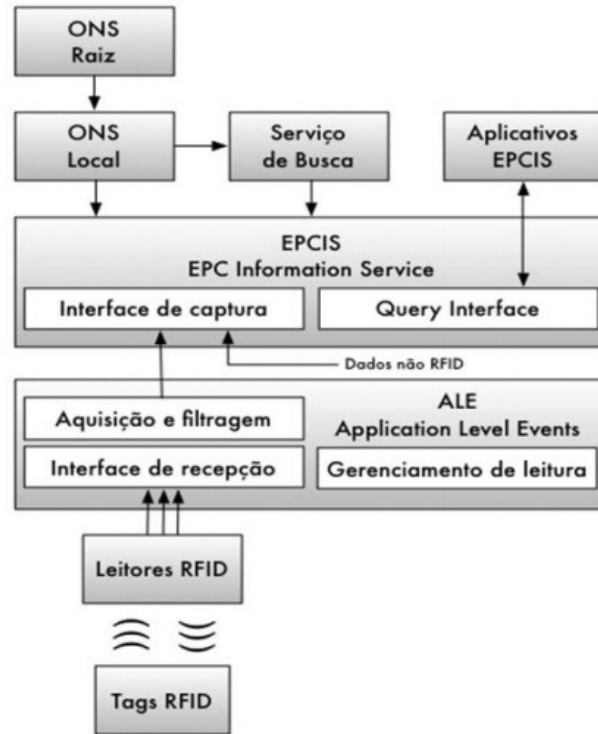


Figura 17: Arquitetura do EPCGlobal. Retirada de [11]

A primeira camada contém os elementos necessários que permitem a identificação única de cada elemento da cadeia produtiva. Ela é composta pelo EPC, Tags e leitores RFID. Nela estão definidos os aspectos de mais baixo nível, como a frequência de operação dos leitores e Tags RFID. Além disso, deve-se especificar a codificação utilizada pelos códigos EPC, pois existem várias codificações, as quais variam de acordo com a aplicação.

Entre os leitores RFID e as aplicações de captura de dados está a interface ALE (Application Level Events). A ALE é uma camada de *Middleware*, responsável por oferecer uma interface de alto-nível às aplicações capaz de agregar dados de diversos leitores, filtrá-los para remover redundâncias, como leituras múltiplas e não-desejadas, e disponibilizá-los de maneira que as aplicações possam trabalhar mais facilmente com esses dados. Resumindo, a ALE é uma interface de pré-processamento de dados, que elimina a necessidade das aplicações de captura de dados lidarem com os aspectos de baixo nível da leitura de dados.

Acima da ALE, temos o EPCIS. Esta é uma interface entre a captura de dados e as aplicações de nível empresarial. A troca de dados provenientes da ALE é feita através de mensagens XML padronizadas, tornando possível o uso do protocolo *SOAP*. O compartilhamento destes dados para o público consumidor e/ou parceiros de negócios é definido pelas empresas, as quais decidem o grau com que elas irão disponibilizar essas informações. Este serviço é garantido pela *Query Interface*, a qual integra os sistemas através de *web services*, utilizando para isto os conceitos do *SOA*.

Nas camadas mais superiores temos o Object Name Services (ONS), o qual é responsável por descobrir informações sobre um objeto com base no EPC. Para um dado EPC, a URL ou IP associado é pesquisado no banco de dados e os dados referentes àquele objeto podem ser encontrados e devolvidos à quem o requisitou. Ele funciona de maneira análoga a um servidor DNS, o qual traduz domínios em endereços IP.

4.2.2 Exemplo de aplicação prática

O padrão EPCGlobal vem continuamente sendo adotado por diversas empresas na tentativa de aprimorar o processo de visibilidade da cadeia produtiva através do uso de RFID. Como citado anteriormente, grandes empresas estão aderindo a este padrão e portanto conseguindo uma integração ainda melhor entre os diversos sistemas de informação. Isso pode ser comprovado através do seguinte caso de estudo, que mostra os ganhos obtidos com o advento desta padronização.

Uma aplicação muito interessante foi desenvolvida na Austrália, chamada *The National Demonstrator Project*. Para isso, foi criado um consórcio de empresas chamado **CSIRO**, o qual era composto por empresas de renome mundial, como a Gillette, Sun Microsystems, VerySign e a P&G, além de outras empresas locais de médio e pequeno porte. Seus objetivos principais foram demonstrar o princípio da rede EPC através de sua implementação em toda uma cadeia produtiva, evidenciando os benefícios que esta integração gera para todos os participantes do sistema.

O processo consistia em monitorar a movimentação de paletes (figura 18) entre fornecedores e consumidores, ou de retorno dos paletes de consumidores a fornecedores. Para isto, foram instalados leitores EPC/RFID em todos os galpões, de forma a localizar todos os paletes durante o processo.



Figura 18: Paletes

Ao todo, foram usados 6 galpões, listados na figura 19, entre os quais os paletes eram trocados.

Member	Site	State	Function
ACCO Brands	Arndell Park	NSW	Pallet receipt
CHEP	Erskine Park	NSW	Pallet dispatch
CHEP/NEC	Mulgrave	VIC	Pallet dispatch
MasterFoods	Ballarat	VIC	Pallet receipt
Procter & Gamble/Linfox	Scoresby	VIC	Pallet receipt
Franklins/Westgate Logistics	Yennora	NSW	Pallet dispatch

Figura 19: Galpões utilizados

O processo era composto de 9 etapas:

1. O processo inicia quando um cliente gera uma ordem no ERP da CHEP;

2. CHEP ou cliente pegam os paletes;
3. As Tags dos paletes passam pelos leitores RFID e sua localização é gravada no sistema;
4. Os paletes são despachados para os clientes;
5. Paletas são recebidas no local desejado
6. Novamente, as Tags dos paletes passam pelos leitores RFID e têm sua localização salva no sistema;
7. As Tags são contadas e comparadas com a ordem gerada, salvando os dados no sistema;
8. Se a quantidade fosse correta, a ordem era aceita. Caso houvesse algum erro, o fornecedor era imediatamente notificado.

Isso foi realizado de maneira completamente automatizada, sem a necessidade de papel e livre de erro humano, melhorando de forma significativa a qualidade do processo. A qualquer momento, é possível acessar o sistema e saber em detalhes a trajetória de cada paleta desde o fornecedor até o cliente. Mais detalhes da implementação podem ser vistas em [3].

A figura 20 apresenta a arquitetura utilizada para a implementação do projeto. Observe que todas as interfaces definidas anteriormente estão presentes, conforme requerido pela norma. Além disso, os detalhes de implementação não são especificados, o que permitiu ao consórcio, em parceria com a GS1 Austrália uma maior flexibilidade nas decisões relacionadas a esta tarefa.

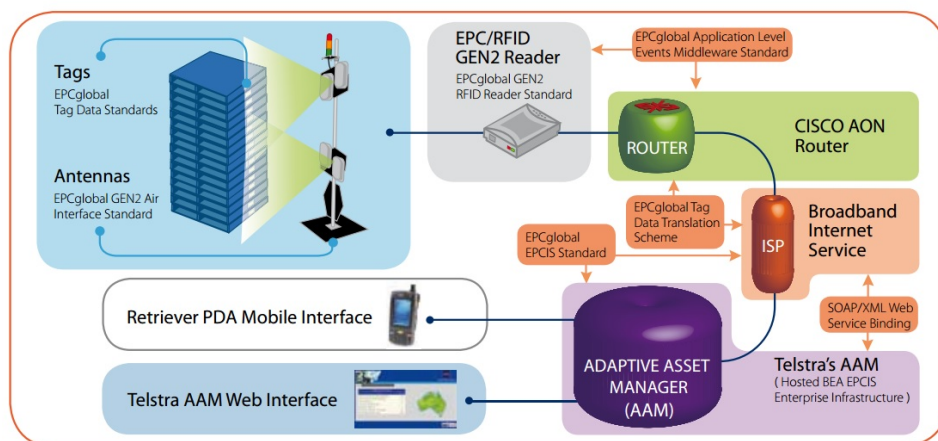


Figura 20: Arquitetura do projeto

Para avaliar a performance do sistema, foram usados os seguintes critérios:

- Precisão dos resultados da leitura de EPC/RFID;
- Qualidade: medida através de pesquisa com os membros do consórcio, coletando informações sobre tempo gasto para corrigir erros e para garantir precisão do processo;
- Produtividade: comparação entre o processo tradicional e a nova abordagem apresentada neste projeto;
- Eficiência: medida pela redução do esforço de trabalho gasto nos processos que anteriormente eram manuais.

Através da medida destes critérios, obteve-se os seguintes resultados:

- Taxas de 100% de precisão não foram inicialmente obtidas. Fatores como a qualidade e posição das Tags e leitores RFID influenciaram nesse resultado. Após ajustes finos, melhorou-se esta taxa, atingindo valores próximos de 100%;
- Através da pesquisa constatou-se que o tempo gasto encontrando e solucionando erros foi reduzido. Além disso, notou-se um aumento na eficiência no serviço ao consumidor, eliminação de operações não produtivas e melhoras no planejamento de manutenção preventiva.
- Redução do tempo de processamento entre 5 a 10 minutos, com ganhos de eficiência na faixa de 14.3% a 22.2%
- Simplificação significativa, eliminando várias etapas manuais do processo.

Dessa forma, podemos concluir que a adoção da rede EPCGlobal na automatização deste processo atingiu os objetivos estabelecidos, demonstrando que aplicações usando esta norma têm muito a acrescentar às empresas que desejam adotar esta modalidade de integração de dados.

4.3 Considerações Finais

Neste seção foi dada uma breve descrição sobre a norma EPCGlobal, mantida e criada pelo consórcio GS1, com enfoque nos aspectos que mais se relacionavam com o conteúdo da disciplina, pois a norma é bem extensa. Aspectos além do escopo deste trabalho ou que não foram explicados de maneira completa podem ser estudados e melhor entendidos em [7] e [5]. Através do estudo de caso apresentado, podemos concluir que esta norma, se aplicada corretamente, funciona na prática e pode entregar bons resultados. Sua utilização pela indústria só tem a agregar valor às aplicações voltadas para o gerenciamento de cadeias de suprimento.

5 Conclusão

Neste trabalho apresentamos a descrição da tecnologia RFID, explicando como funcionam os seus diferentes componentes: tags, leitores e *Middleware*. Do ponto de vista de integração de dados, o *Middleware* é o elemento mais importante, uma vez que ele é responsável pela interface entre os sistemas físicos de aquisição de dados RFID e os outros sistemas empresariais. O RFID é usado principalmente para a localização e monitoramento de ativos, onde precisamos saber por onde e quando passou cada elemento da cadeia produtiva. Por causa disso, esta é uma tecnologia que está em constante aprimoramento e crescimento no número de empresas que a adotam.

Através dos estudos de casos, foi possível ver na prática como os conceitos explicados anteriormente são aplicados, mostrando os desafios e dificuldades encontradas na implementação deste tipo de sistema. Os mesmos problemas decorrentes da heterogeneidade dos elementos da arquitetura do sistema puderam ser vistos nestas aplicações práticas. Para tentar contorná-los, foram criadas diversas normas e entre elas podemos citar a EPCGlobal. Ela define tanto os aspectos de hardware quanto os da arquitetura, de forma melhorar visivelmente a eficiência de todo o sistema. Isso foi comprovado pelo estudo de caso da norma apresentado.

Logo, podemos concluir que o trabalho realizado cumpriu os objetivos propostos, apresentando uma boa descrição da tecnologia RFID, focada nos aspectos de integração de dados.

Referências

- [1] <http://brasil.rfidjournal.com/artigos/vision?9940>.
- [2] <http://www.coresonant.com/images/rfid-tags-for-solar-module-india.JPG>.
- [3] http://www.gs1au.org/assets/documents/info/case_studies/case_epc_demo_ext.pdf.
- [4] http://www.gs1au.org/assets/documents/info/case_studies/case_epc_demo.pdf.
- [5] http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/architecture/GS1_System_Architecture.pdf.
- [6] http://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/rfid/RFID_arquivos/Index.htm.
- [7] www.gs1.org.
- [8] Klaus Finkenzeller. *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*. Third edition.
- [9] Bill Glover and Himanshu Bhatt. *RFID Essentials*.
- [10] Arun N. Nambiar. Rfid technology: A review of its applications.
- [11] O. G. Sobrinho and C. E. Cugnasca. An overview of the epcglobal® network. 11(4):1053–1059.