

RFID - Radio Frequency Identification

Aplicações em Integração de Dados

Victor São Paulo Ruela

Igor da Luz Pinheiro

Universidade Federal de Minas Gerais

23 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	A Norma EPCGlobal	12
2.1	A organização GS1	12
2.2	O padrão EPCGlobal	13
2.2.1	Arquitetura	14
2.2.2	Exemplo de aplicação prática	15
2.3	Considerações Finais	18
3	Conclusão	18

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	Grupos do padrão GS1	13
10	Funcionamento do EPC	14
11	Funcionamento do EPCIS	14
12	Arquitetura do EPCGlobal. Retirada de [11]	15
13	Paletes	16
14	Galpões utilizados	16
15	Aquitetura do projeto	17

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:

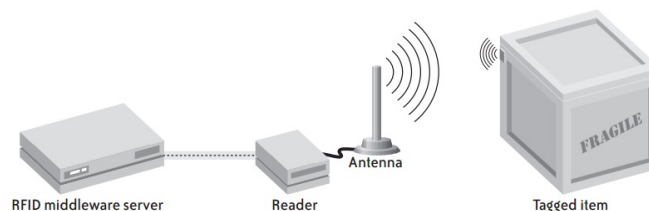


Figura 1: Sistema RFID típico, retirado de [9]

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).

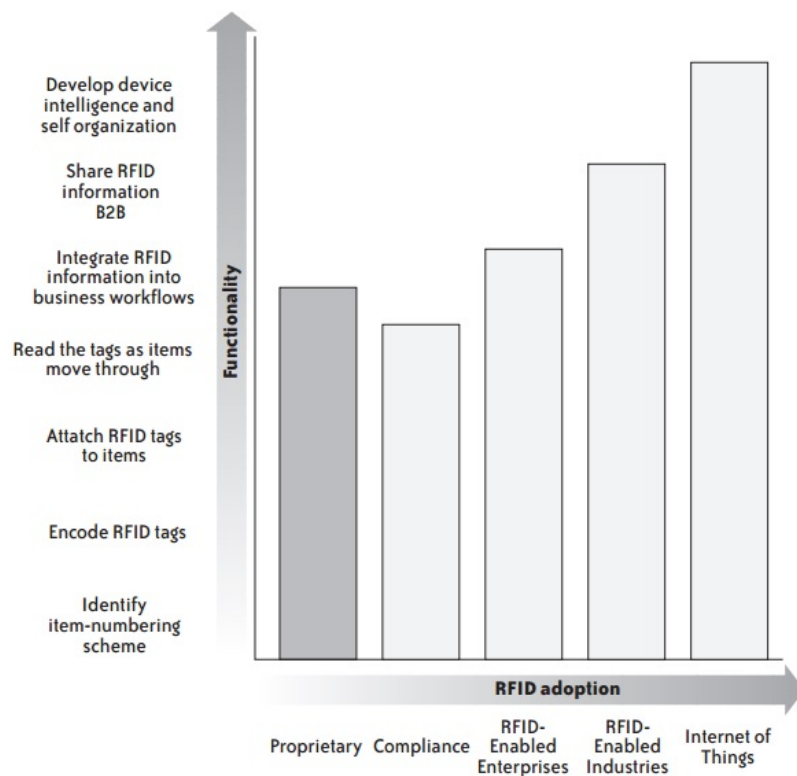


Figura 2: Evolução do RFID, retirado de [9]

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.

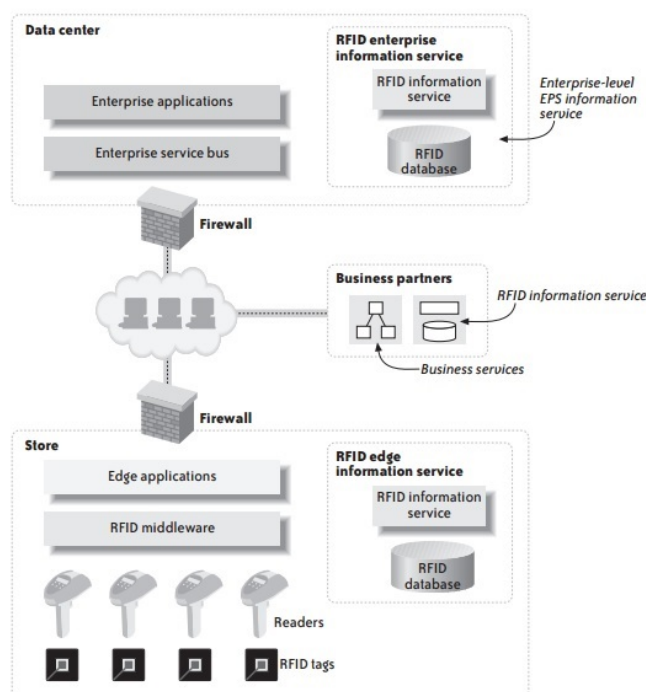


Figura 3: Componentes de um sistema RFID, retirado de [9]

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.

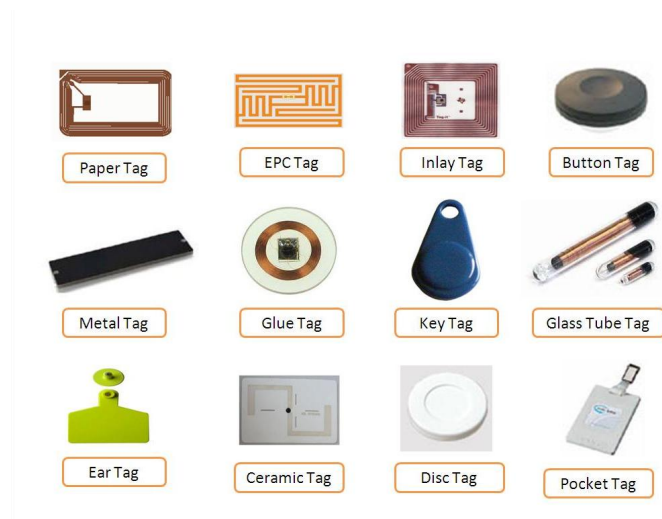


Figura 4: Alguns modelos de tags disponíveis

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.

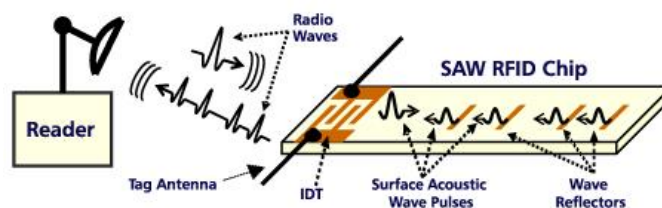


Figura 5: Funcionamento das tags SAW

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 informação coletados dos leitores RFID é muito grande, tornando imprático que se salve todos os dados. 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 usuários 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 práticas. A partir destes exemplos será possível entender melhor como funcionam na prática os diversos componentes de um sistema RFID. A última seção descreverá o

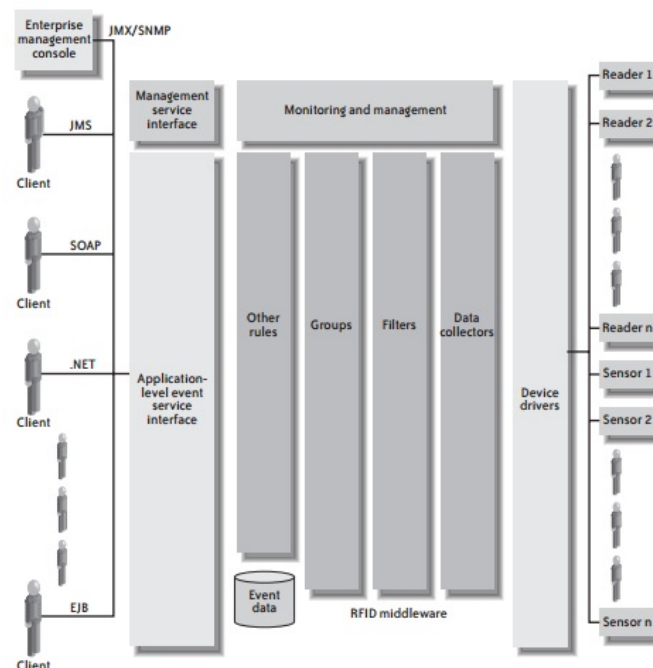


Figura 8: Arquitetura conceitual de um Middleware RFID. Retirado de [9]

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 A Norma EPCGlobal

2.1 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.

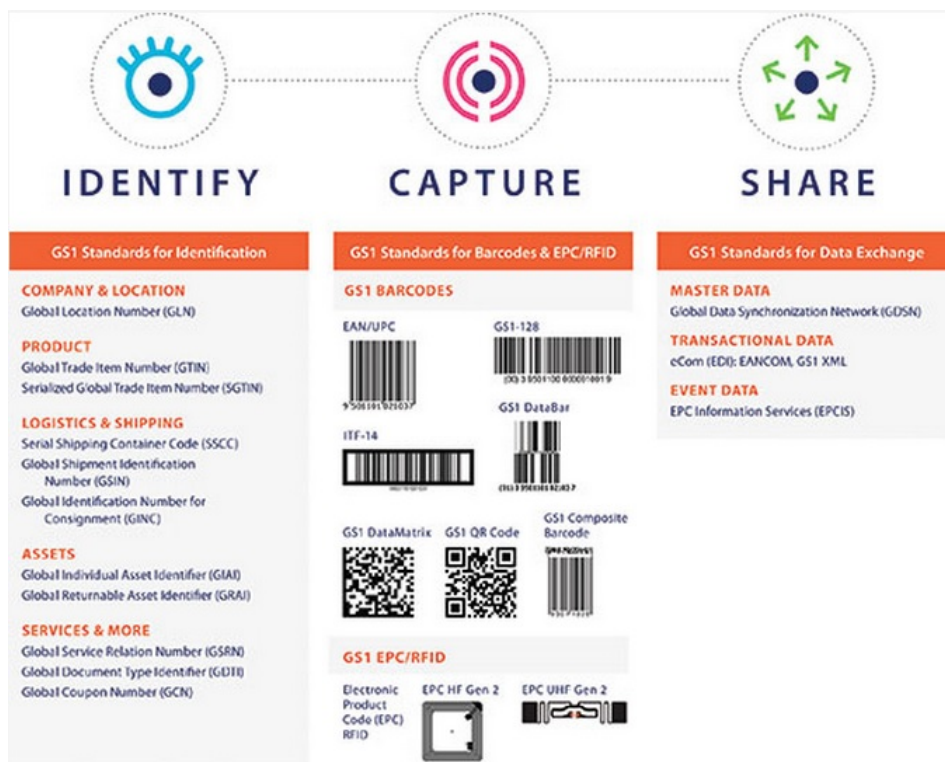


Figura 9: Grupos do padrão GS1

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**.

2.2 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:

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.

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

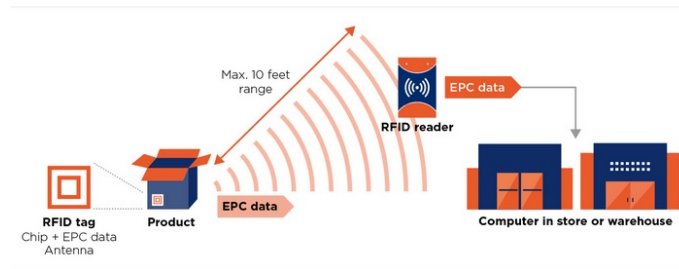


Figura 10: Funcionamento do EPC

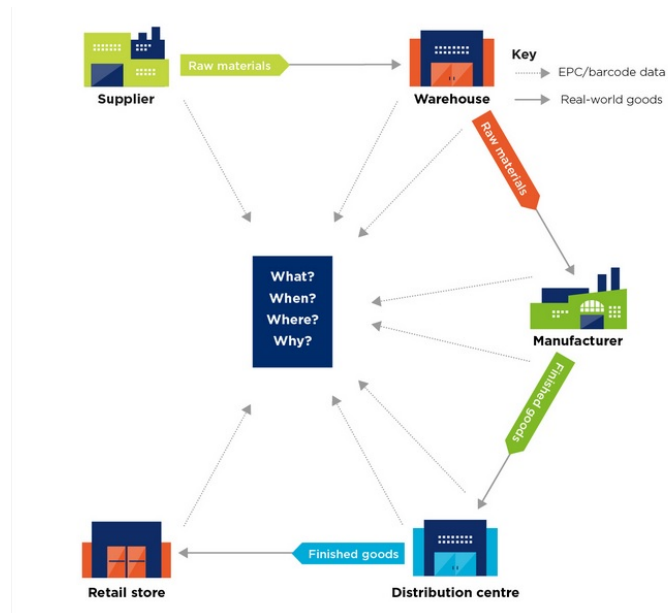


Figura 11: Funcionamento do EPCIS

eles trafegam pela linha de suprimentos. Uma vez que os dados EPC são coletados, como na figura 10, eles são disponibilizados à camada de negócios e todos que possuem acesso a este podem saber o histórico de movimento dos produtos.

2.2.1 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 12 apresenta um diagrama contendo a arquitetura básica de um sistema operando com a norma EPCGlobal.

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

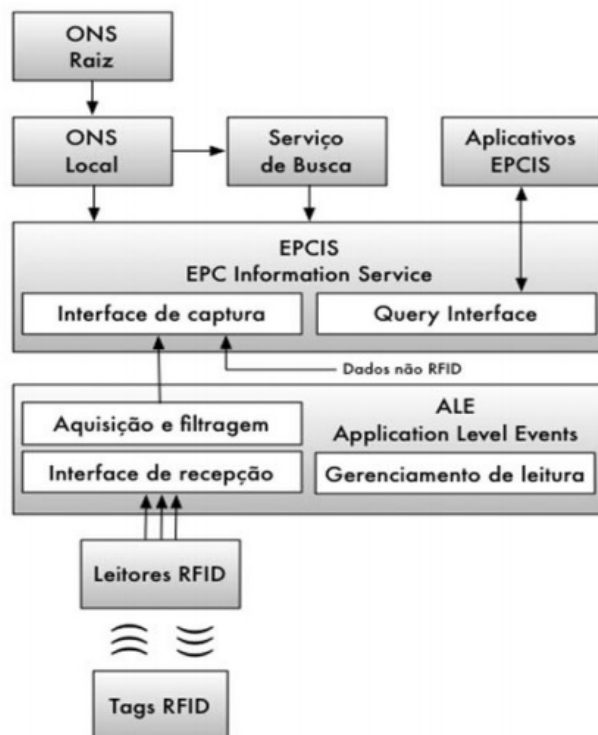


Figura 12: Arquitetura do EPCGlobal. Retirada de [11]

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 essa informações. Este serviço é garantida 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.

2.2.2 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 13) 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 13: Paletes

Ao todo, foram usados 6 galpões, listados na figura 14, 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 14: 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 das paletas passam pelos leitores RFID e sua localização é gravada no sistema;
4. As paletas são despachadas para os clientes;
5. Paletas são recebidas no local desejado
6. Novamente, as Tags das paletas 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 15 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.

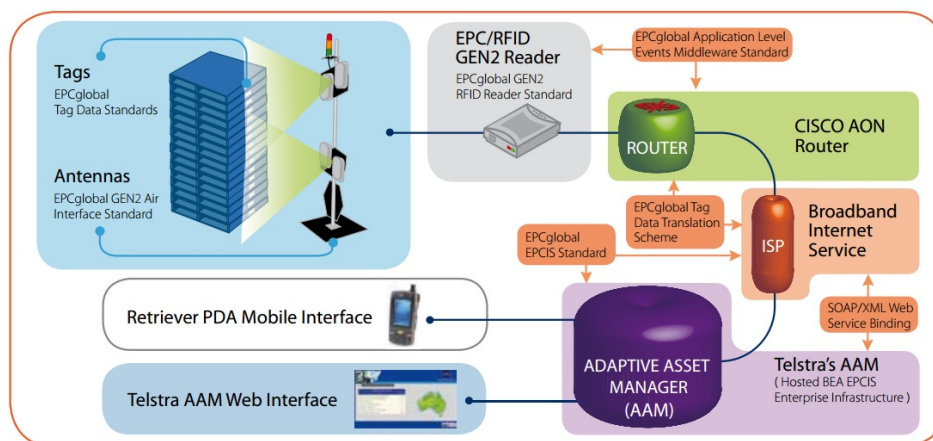


Figura 15: Arquitetura do projeto

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.

2.3 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.

3 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.