Rodrigo Chanyon Chen

Automação Informada Baseada em Redes de Petri e RFID: Estudo de caso para um Sistema de Bibliotecas de Acervos

São Paulo
2007

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

Rodrigo Chanyon Chen

Automação Informada Baseada em Redes de Petri e RFID: Estudo de caso para um Sistema de Bibliotecas de Acervos

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia.

São Paulo
Fevereiro de 2007

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

Rodrigo Chanyon Chen

Automação Informada Baseada em Redes de Petri e RFID: Estudo de caso para um Sistema de Bibliotecas de Acervos

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:
Automação e Controle

Orientador:
Prof. Dr. José Reinaldo Silva

São Paulo
Fevereiro de 2007

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 20 de maio de 2007.

Assinatura do autor

Assinatura do orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Chen, Rodrigo Chanyon
Automação informada baseada em redes de Petri e RFID : Estudo de caso para um sistema de bibliotecas de acervos / R.C. Chen. -- São Paulo, 2007.
109 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos.

1. Bibliotecas (Automação) 2. Acervo (Automação) 3. Redes de Petri I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos II. t.

Dedico este trabalho e agradeço ao Prof. Dr. José Reinaldo Silva, pelo apoio, incentivo, paciência, compreensão, mas principalmente, pela perseverança com que me orientou, mesmo quando meus problemas pessoais e profissionais me desviaram.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Lifon e Margaret, e irmãos, Ricardo e Leonardo por terem sido um esteio de amor e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida.

Aos meus avós, Chen, Wo, Shih e Fong, pelo exemplo, aprendizado e incentivo constante.

Agradeço especialmente à minha noiva Patricia, pela ajuda, paciência, companhia e compreensão durante todo o tempo que não pude estar presente.

Aos meus sócios da IdeiaTech, Jean e Márcio, que tanto me ensinaram com experiências mas principalmente pela amizade, motivação e co-orientação neste trabalho.

Aos amigos do Design Lab, pelo companheirismo de pesquisa e amizade ímpares.

Aos funcionários das bibliotecas da Escola Politécnica da USP, em particular aos colaboradores da Biblioteca de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval da Escola pela experiência e conhecimento.

E por fim, agradeço sobretudo a Deus, pela vida, pelo amor e por tudo de bom que eu tenho vivido e aprendido.

"Você ensina melhor o que mais precisa aprender."
(Sócrates)

"Transportai um punhado de terra todos os dias e fareis uma montanha."

(Confúncio)

Resumo

O objetivo deste trabalho é o estudo dos processos informados de automação, isto é, onde o fluxo e armazenagem de informação são determinantes para o processo de negócio (PN), além de servir para verificação de qualidade, recuperação de erros, rastreabilidade de ocorrências anômalas, etc. Aborda-se em especial um tratamento onde a internacionalização do acesso aos dados (sistema EPCIS) passa por um elemento de captura e distribuição local, chamado SAVANT-2, que acaba por ser o elemento chave para controle do fluxo e para o desenvolvimento dos projetos (Dos Santos, 2005). As informações são capturadas por leitores de RFID, e não em código de barras como é feito convencionalmente.

As etiquetas de código de barras geraram uma revolução nos sistemas de identificação há algumas décadas atrás, mas hoje se mostram inadequadas num número crescente de casos. O código de barras pode ser extremamente barato, mas tem baixa produtividade além de baixa capacidade de armazenamento de dados e uma dependência maior das operações manuais, quando comparado a outras tecnologias de suporte de dados.

Um estudo de caso será feito na automação de acervos, onde a informação de base é a retirada e a devolução de obras por usuários, que é atualizada dinamicamente e está intimamente ligada à missão do próprio sistema de controle do acervo.

Esse trabalho segue a mesma abordagem proposta por (Tavares, 2006) e (Dos Santos, 2005), ou seja, controlar a informação corporativa localmente e selecionar, além do código de identificação, as informações que podem e devem ser estrategicamente compartilhadas com o restante do mundo. Em outras palavras utilizaremos a modelagem do fluxo de informação em Redes de Petri e os sistemas denominados de SAVANT-2 e EPCIS-2.

Para isso, foram desenvolvidos novos módulos EPCIS-2 e SAVANT-2 adaptados dos já desenvolvidos, só que acoplados a leitores e sensores, que compõe um piloto simplificado de um sistema de controle para biblioteca. Este protótipo instalado no Design Lab da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo gerencia o acervo de livros e mídias do laboratório. Este é não somente o 1º. acervo da América Latina automatizado com sistema utilizando a tecnologia RFID, mas também o primeiro automatizado com base na Rede EPC e com a análise de eventos atípicos de seus processos no mundo.

ABSTRACT

The objective of this work is to study the informed automation processes, in which the information flow and storage are essential to the business process, providing quality control, error recovering, traceability and the track of anomalous ocurrences. In such processes the capture of the proper pieces of information is a key point to the automation process, observing the mission assigned to the system. We focus on a case-study of a heap library service, treating the information with RFID (Radio Frequency Identification), reusing the intermediary system SAVANT-2 (Dos Santos, 2005) and a database to the target storage.

Barcode labels caused a revolution in the identification systems a few decades ago, but have become inadequate in an increasing number of cases. Barcodes can be extremely inexpensive, but it has low productivity and low data storage capacity. Moreover, it depends more on manual operation, when compared to other technologies.

This work follows the line os study of informed automation concepts explored in the work of (Tavares, 2006) and (Dos Santos, 2005) in a manufacturing application. In other words, the control of the corporate information, besides the identification code, is done locally and afterwards, strategic information is selected to be shared with the rest of the world. We use the dataflow modeling in Petri Nets and systems named SAVANT-2 and EPCIS-2.

In order to support this work, new modules EPCIS-2 and SAVANT-2, proposed by (Tavares, 2006) and (Dos Santos, 2005) are expanded e implemented, adapting the existing ones to readers and sensors. A simplified project will be implemented in the Design Lab of the Escola Politecnica, Universidade de Sao Paulo (USP). This is not only the first catalog in the Latin America automated with an RFID system, but also the first in the world with automation based on EPC Networks and with atypical events analysis of its processes.

ÍNDICE

1 Introdução 1
1.1 Motivação 1
1.1.1 A Biblioteca do Futuro 1
1.2 Objetivos 4
1.3 Justificativa 5
1.3.1 O Problema das Bibliotecas 6
1.4 Metodologia 8
2 Fundamentação teórica 17
2.1 Evolução e Tipo de Bibliotecas 17
2.1.1 Biblioteca Convencional ou Tradicional 18
2.1.2 Biblioteca Polimidia 19
2.1.3 Biblioteca Interativa 19
2.1.4 Biblioteca Digital 19
2.1.5 Biblioteca Eletrônica 20
2.1.6 Biblioteca Eletrônica Virtual 21
2.1.7 Biblioteca Virtual 21
2.1.8 Biblioteca de Realidade virtual 22
2.2 Tecnologias para Bibliotecas 23
2.3 A Tecnologia da identificação 25
2.3.1 Aumento de efetividade em processos 26
2.3.2 Gerenciamento da Informação no nível de Itens 29
2.3.2.1 ISBN 30
2.3.2.1.1 Estrutura do ISBN 30
2.3.2.2 ISSN 32
2.3.2.3 Classificação Decimal Universal 33
2.3.2.3.1 Classes Principais 33
2.3.3 Identificação por Radio Freqüência (RFID) 34
2.3.3.1 Descrição da tecnologia 34
2.3.3.2 Particularidades da Tecnologia RFID 36
2.3.3.3 Sistemas RFID abaixo 135 kHz 41
2.3.3.4 Sistemas RFID de freqüência 6,78 MHz 41
2.3.3.5 Sistemas RFID para freqüência 13,56 MHz 42
2.3.3.6 Sistemas RFID para freqüências UHF 42
2.3.3.7 Sistemas RFID para freqüências de microondas 42
2.3.3.8 Princípios de funcionamento dos leitores RFID 43
2.3.3.9 Potencialidades gerais dos sistemas RFID 45
2.3.3.10 Deficiências gerais dos sistemas RFID 45
2.3.3.11 Preocupações para aplicação do RFID na biblioteca 47
2.3.3.12 Padronização de drivers RFID 48
2.3.3.13 Potencial de Mercado 50
2.3.3.14 Aspectos de segurança 51
2.4 Rede EPC 52
2.4.1 Descrição dos componentes da rede 52
2.4.2 Tag com Identificação Inequívoca de Produtos 54
2.4.2.1 Leitor e Sistema de Coleta de Dados 55

2.5 SAVANT-2 e EPCSIS-2 55
2.5.1 Savant ou EPC Middleware 55
2.5.2 Serviço de Informação EPC ou EPCIS 57
2.5.3 Arquitetura: SAVANT-2 e EPCIS-2 59
2.5.4 ONS - Object Naming Server 62
3 Especificação da Biblioteca Informada 64
3.1 Mapeamento de Informações através de Redes de Petri 66
3.2 Mapeamento e Modelagem dos processos atuais da biblioteca da Escola Politécnica 69
3.2.1 Processo de Empréstimo 71
3.2.2 Processo de Devolução 73
3.2.3 Processo de Armazenagem ou Disponibilização 74
3.3 Arquitetura do EPCIS-2 e SAVANT-2 na Biblioteca 74
3.3.1 Integração PNML e PML 82
3.3.2 Processo de Empréstimo – SAVANT-2 de Empréstimo 83
3.3.3 Processo de Devolução – SAVANT-2 de Devolução 88
3.3.4 EPCIS-2 90
3.4 Implementação da Biblioteca Informada 91
3.4.1 Hardware 93
3.4.2 Software – SGB 98
4 Conclusão 102
5 Trabalho Futuro 103
6 Bibliografia 105
7 Referências 109
Apêndice I 110
Resumo sobre a padronização dos sistemas RFID 110
Apêndice II 113
O RFID e suas aplicações 113
Apêndice III 127
Softwares de Bibliotecas 127
Apêndice IV 141
Cenário das Bibliotecas universitárias no Brasil 141
Apêndice V 142
Datasheets de hardwares 142

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 Overview dos mais importantes procedimentos de Auto-ID (Finkenzeller, 2003) 2
Figura 1-2 Distribuição de bibliotecas automatizadas com RFID (Computers in Library, 2004) 7
Figura 1-3 Arquitetura geral do RUP 9
Figura 1-4 Diagrama Simplificado de Casos de Uso do SGB (Chen et al. 2007) 10
Figura 1-5 Diagrama de Classes Resumido do SGB (Chen et al. 2007) 12
Figura 1-6 Diagrama de Seqüência de um Empréstimo bem Sucedido realizado pelo Aluno1 (Chen et al. 2007) 14
Figura 2-1 Evolução tecnológica das bibliotecas – Caminho para bibliotecas digitais e virtuais (Zang et al., 2000) 18
Figura 2-2 Relação de Custo vs Funcionalidade para as principais aplicações do RFID (Kärkkäinen, 2001) 25
Figura 2-3 Exemplo ISBN - Dígito validador (International ISBN Agency, 2001) 32
Figura 2-4 Conjunto de Radar + IFF durante a WWII (Dos Santos, 2005) 34
Figura 2-5 Esquema simplificado da tecnologia RFID (Dos Santos, 2005) 35
Figura 2-6 O μ-chip (0,4 x 0,4mm) com acesso wireless em 2,45MHz (Takaragi, 2001) 36
Figura 2-7 Freqüências de RFID disponíveis e praticadas (Finkenzeller, 2003) 37
Figura 2-8 Diferentes formatos de inlays (tags passivas) 41
Figura 2-9 Padrão de emissão dos leitores RFID. Adaptado de (IfM, 2005) 44
Figura 2-10 Diferença entre o processo de leitura e gravação das etiquetas. Adaptado de (Dos Santos, 2005) 45
Figura 2-11 Rede EPC (Mealling, 2004) 53
Figura 2-12 Exemplo de número EPC (96 bit) 54
Figura 2-13 Esquema do Savant ou EPC Middleware (Tavares, 2006) 56
Figura 2-14 Integração do SAVANT-2 dentro da arquitetura EPC (Dos Santos, 2005) 57
Figura 2-15 Exemplo da Representação PNML de uma Rede de Petri Simples (Tavares, 2006) 58
Figura 2-16 Esquema do Serviço de Informação EPC (Tavares, 2006) 59
Figura 2-17 Exemplo de Informação em PML – Leitor 1:4.16.36 lendo o livro no. 1:2.24.400 (Tavares, 2006) 59
Figura 2-18 Arquitetura do Sistema EPCIS-2 e SAVANT-2 (Tavares, 2006) 60
Figura 2-19 Esquema correlacionando a leitura de uma etiqueta com um estado pré-estabelecido por meio do SAVANT-2 e EPCIS-2 (Tavares, 2006) 62
Figura 2-20 A analogia tecnológica entre a rede EPC e a Internet (Dos Santos, 2005) 63
Figura 3-1 Fluxos de transição de usuários dentro de uma biblioteca 65
Figura 3-2 Representação de 4 Estados do livro em Rede de Petri 67
Figura 3-3 Representação de 3 Estados do livro em Rede de Petri 68
Figura 3-4 Representação em Rede de Petri do histórico da obra 69
Figura 3-5 Diagrama de Use Cases do processo atual de empréstimo, devolução e armazenagem de biblioteca 70
Figura 3-6 Diagrama de Use Case da Biblioteca Informada 71
Figura 3-7 Rede de Petri dos Processos da Biblioteca Informada de empréstimo, devolução e reserva de obras 73
Figura 3-8 Esquema de hardwares conectados ao Middleware SAVANT-2 75
Figura 3-9 Arquitetura dos equipamentos do protótipo do Design Lab 76
Figura 3-10 Estrutura das tabelas do Banco de Dados da Biblioteca Informada 77
Figura 3-11 Terminal de Auto-atendimento do Piloto 78
Figura 3-12 Tela de Empréstimo do SGB 78
Figura 3-13 Servidor de Banco de dados 79
Figura 3-14 Servidor Web 79
Figura 3-15 Prateleira de itens etiquetados com RFID 80
Figura 3-16 Arquitetura SAVANT-2 e EPCIS-2 81
Figura 3-17 Leitor vinculado ao empréstimo da obra no. EPC 2.36.036 em PML (Adaptado de Tavares, 2006) 82
Figura 3-18 Integração da Leitura da Tag 2.36.036 ao Estado "Obra Emprestada" do processo de empréstimo (Adaptado de Tavares, 2006) 83
Figura 3-19 SAVANT-2 de Empréstimo 84
Figura 3-20 Código SGB - Descrição de estado 85
Figura 3-21 Código SGB - Descrição de transição 85
Figura 3-22 PNML do Estado de "Obra Identificada a ser Emprestada" que foi anteriormente lida por RFID 86
Figura 3-23 PNML do Estado de "Obra Identificada a ser Emprestada" que foi anteriormente digitada - Erro de leitura RFID 87
Figura 3-24 SAVANT-2 de Devolução 89
Figura 3-25 PNML do Estado de "Obra a ser Devolvida" que foi anteriormente identificada por RFID 90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 Overview dos mais importantes procedimentos de Auto-ID (Finkenzeller, 2003) 2
Figura 1-2 Distribuição de bibliotecas automatizadas com RFID (Computers in Library, 2004) 7
Figura 1-3 Arquitetura geral do RUP 9
Figura 1-4 Diagrama Simplificado de Casos de Uso do SGB (Chen et al. 2007) 10
Figura 1-5 Diagrama de Classes Resumido do SGB (Chen et al. 2007) 12
Figura 1-6 Diagrama de Seqüência de um Empréstimo bem Sucedido realizado pelo Aluno1 (Chen et al. 2007) 14
Figura 2-1 Evolução tecnológica das bibliotecas – Caminho para bibliotecas digitais e virtuais (Zang et al., 2000) 18
Figura 2-2 Relação de Custo vs Funcionalidade para as principais aplicações do RFID (Kärkkäinen, 2001) 25
Figura 2-3 Exemplo ISBN - Dígito validador (International ISBN Agency, 2001) 32
Figura 2-4 Conjunto de Radar + IFF durante a WWII (Dos Santos, 2005) 34
Figura 2-5 Esquema simplificado da tecnologia RFID (Dos Santos, 2005) 35
Figura 2-6 O μ-chip (0,4 x 0,4mm) com acesso wireless em 2,45MHz (Takaragi, 2001) 36
Figura 2-7 Freqüências de RFID disponíveis e praticadas (Finkenzeller, 2003) 37
Figura 2-8 Diferentes formatos de inlays (tags passivas) 41
Figura 2-9 Padrão de emissão dos leitores RFID. Adaptado de (IfM, 2005) 44
Figura 2-10 Diferença entre o processo de leitura e gravação das etiquetas. Adaptado de (Dos Santos, 2005) 45
Figura 2-11 Rede EPC (Mealling, 2004) 53
Figura 2-12 Exemplo de número EPC (96 bit) 54
Figura 2-13 Esquema do Savant ou EPC Middleware (Tavares, 2006) 56
Figura 2-14 Integração do SAVANT-2 dentro da arquitetura EPC (Dos Santos, 2005) 57
Figura 2-15 Exemplo da Representação PNML de uma Rede de Petri Simples (Tavares, 2006) 58
Figura 2-16 Esquema do Serviço de Informação EPC (Tavares, 2006) 59
Figura 2-17 Exemplo de Informação em PML – Leitor 1:4.16.36 lendo o livro no. 1:2.24.400 (Tavares, 2006) 59
Figura 2-18 Arquitetura do Sistema EPCIS-2 e SAVANT-2 (Tavares, 2006) 60
Figura 2-19 Esquema correlacionando a leitura de uma etiqueta com um estado pré-estabelecido por meio do SAVANT-2 e EPCIS-2 (Tavares, 2006) 62
Figura 2-20 A analogia tecnológica entre a rede EPC e a Internet (Dos Santos, 2005) 63
Figura 3-1 Fluxos de transição de usuários dentro de uma biblioteca 65
Figura 3-2 Representação de 4 Estados do livro em Rede de Petri 67
Figura 3-3 Representação de 3 Estados do livro em Rede de Petri 68
Figura 3-4 Representação em Rede de Petri do histórico da obra 69
Figura 3-5 Diagrama de Use Cases do processo atual de empréstimo, devolução e armazenagem de biblioteca 70
Figura 3-6 Diagrama de Use Case da Biblioteca Informada 71
Figura 3-7 Rede de Petri dos Processos da Biblioteca Informada de empréstimo, devolução e reserva de obras 73
Figura 3-8 Esquema de hardwares conectados ao Middleware SAVANT-2 75
Figura 3-9 Arquitetura dos equipamentos do protótipo do Design Lab 76
Figura 3-10 Estrutura das tabelas do Banco de Dados da Biblioteca Informada 77
Figura 3-11 Terminal de Auto-atendimento do Piloto 78
Figura 3-12 Tela de Empréstimo do SGB 78
Figura 3-13 Servidor de Banco de dados 79
Figura 3-14 Servidor Web 79
Figura 3-15 Prateleira de itens etiquetados com RFID 80
Figura 3-16 Arquitetura SAVANT-2 e EPCIS-2 81
Figura 3-17 Leitor vinculado ao empréstimo da obra no. EPC 2.36.036 em PML (Adaptado de Tavares, 2006) 82
Figura 3-18 Integração da Leitura da Tag 2.36.036 ao Estado "Obra Emprestada" do processo de empréstimo (Adaptado de Tavares, 2006) 83
Figura 3-19 SAVANT-2 de Empréstimo 84
Figura 3-20 Código SGB - Descrição de estado 85
Figura 3-21 Código SGB - Descrição de transição 85
Figura 3-22 PNML do Estado de "Obra Identificada a ser Emprestada" que foi anteriormente lida por RFID. 86
Figura 3-23 PNML do Estado de "Obra Identificada a ser Emprestada" que foi anteriormente digitada - Erro de leitura RFID 87
Figura 3-24 SAVANT-2 de Devolução 89
Figura 3-25 PNML do Estado de "Obra a ser Devolvida" que foi anteriormente identificada por RFID 90

Figura 3-26 O SAVANT-2 e EPCIS-2 e a sua atuação dentro da hierarquia dos sistemas verticais *91*
Figura 3-27 Foto da fachada de entrada da biblioteca de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval da Escola Politécnica *92*
Figura 3-28 Gráfico de utilização de armários por usuários em período normal *92*
Figura 3-29 Esboço em escala proporcional da planta atual da biblioteca *93*
Figura 3-30 Esboço em escala proporcional da planta da Biblioteca Informada piloto *93*
Figura 3-31 Imagem da tag utilizada (Texas Instruments SL-ISO15693-1k, 13.56MHz ISO15693 Smart labels, i-Code, 1Kbits Memory, R/W) *94*
Figura 3-32 Estrutura da Orientação de Dados - FEIG ISC MR-100 ..... *97*
Figura 3-33 Leitor Biométrico de Polegar Nitgen Hamster *98*
Figura 3-34 Tela de autenticação de usuário do SGB *99*
Figura 3-35 Tela de Entrada para Usuário do SGB *99*
Figura 3-36 Tela de Alteração de Cadastro do Usuário *100*
Figura 3-37 Tela de Pesquisa de Obras *100*
Figura 3-38 Tela de Detalhes da Obra *101*
Figura 3-39 Tela de Reserva de Obra *101*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1 Vantagens da solução RFID em Bibliotecas 7
Tabela 1-2 Planilha de custos de hardware para montagem da Biblioteca Informada 16
Tabela 2-1 Crescimento do acervo em publicações (Lesk, 1997) 23
Tabela 2-2 Diferentes tecnologias de identificação classificadas por tipo de aplicação e comparativo de performance das várias tecnologias de identificação, em suas principais aplicações de mercado (Kärkkäinen et al, 2001) 25
Tabela 2-3 Comparação prática e tecnológica entre tecnologias de identificação (Traduzido Finkenzeller, 2003) 26
Tabela 2-4 Comparativo entre os sistemas com código de barras e sistemas RFID 29
Tabela 2-5 Histórico do RFID (Landt, 2004) 34
Tabela 2-6 Comparativo entre as freqüências usadas no RFID 38
Tabela 2-7 Funcionamento dos sistemas de baixa e alta freqüência (Want, 2004) 39
Tabela 2-8 Identificador geral ou GID - 96 bits (EpcTagData, 2004) 54
Tabela 3-1 Comparação entre Leitoras 96

LISTA DE SIGLAS

ALE	*Application Level Events* Aplicação intermediária ao Middleware com o EPCIS
Auto-ID	*Automatic Identification* Identificação Automática
DLL	*Dynamic Link Library* Biblioteca de Ligação Dinâmica
EPC	*Eletronic Product Code* Código Eletrônico de Produto
EPCIS	*EPC Information Services* Serviço de Informação EPC
GPS	*Global Positioning System* Sistema Global de Posicionamento
GSM	*Groupe Spécial Mobile* *Global System for Mobile Communications* Sistema Global para Comunicação Móvel
GTAG	*Global Tag* Etiqueta global
HF	*High frequency* Alta frequência – Rádio frequência entre 3 e 30 MHz
IS SI	*Information System* *Sistema de Informação*
ISBN	International Standard Book Number Número padrão internacional para identificar um título
ISM	*Industrial Scientific Medical*
LF	*Low frequency* Baixa frequência – Rádio frequência entre 30 e 300 kHz
OCR	*Optical character recognition* *Software* para reconhecer manuscritos ou textos em texto digital
ONS	Object Naming Service Serviço de Nomeamento de Objeto
PDA	*Personal Digital Assistant* *Assistente Pessoal Digital*
PML	Physical Markup Language Linguagem marcada baseada em XML
POLI-USP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
RF	*Radio frequency* Rádio frequência
RFID	*Radio frequency identification* Identificação por rádio frequência
RP	Rede de Petri
UHF	*Ultra high frequency* Ultra alta frequência – Rádio frequência entre 300 MHz and 3 GHz
Java VM	*Java Virtual Machine* Máquina virtual Java
XML	Extensible Markup Language Liguagem de Marcação Extensível

GLOSSÁRIO

Bluetooth	Tecnologia de transmissão de dados sem fio para pequenas distâncias
Classificação de Tombo	Classificação do Conselho Nacional de Biblioteconomia para classificação de obras segundo assuntos
Drop-Down	Método de devolução de objetos sem interferência humana
mobile devices	Dispositivos eletrônicos móveis: celulares, palmtops.
Normas MARC	Padrão mundial de biblioteconomia utilizado na década de 90 para catalogação. A década de 2000 está sendo substituída pelas normas ISO
Smart Cards	Cartões inteligentes com chip e memória
winchester	Unidade de armazenamento em disco

1 INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

1.1.1 A BIBLIOTECA DO FUTURO

Estamos interessados em estudar o fluxo da informação em processos de automação e para isso, temos 3 tipos de sistemas no que diz respeito à informação:

1. Integrados Interativos: onde se recolhe sinais de sensores, informação sobre vários sub-sistemas e então uma ação é definida, acionando vários dispositivos. A ação pode ser pró-ativa, com vistas a atingir estados desejados, ou corretiva, no caso dos sistemas supervisórios, sistemas *apprentice*, etc.

2. Integrados Encapsulados: onde a informação integra partes ou elementos do sistema que podem ser bastante numerosos. Neste caso a parte que estimula a ação é obtida e explicitada por mineração de dados. Sistemas de apoio a decisões estratégicas (de negócios ou militares), sistemas de controle de trânsito em grandes cidades, são alguns exemplos.

3. Integrados Semânticos: onde a informação é base da atividade e da dinâmica do sistema, isto é, não somente é a causa da ação, mas é a informação que caracteriza o estado. Nesse tipo de sistemas de informação, a informação substitui produtos, processos de fabricação, serviços, situações de segurança e toda uma miríade de cenários.

O nosso objeto de estudo são os sistemas do terceiro tipo definido acima. O foco do trabalho é justamente o processo de captura desta informação e a seleção de ações atômicas, escolhidas segundo um critério onde o principal aspecto é a missão do sistema. Em especial estudam-se os sistemas onde o processo de captura é feito utilizando identificação por rádio freqüência, RFID, que encapsula a informação e ao mesmo tempo identifica o portador. Abordaremos este tema através de um estudo de caso, mostrando que a utilização deste tipo de dispositivo vai além de uma mudança tecnológica, mas modifica a abordagem do sistema automatizado, e esta é a única forma de ter os objetivos e a missão do sistema preservada, e agregar valor ao sistema em questão.

O nosso estudo de caso é o de um sistema de biblioteca, isto é, um sistema de controle de acervo, cuja missão é preservar o acervo por um lado e colocá-lo a disposição de uma

comunidade de forma eficiente e democrática. Isto quer dizer que usuários diferentes têm prerrogativas diferentes de uso, mas todos têm o mesmo nível de acesso. A segurança é item fundamental (parte da missão) mas não pode ser justificativa para restringir o uso (a outra parte da missão). Portanto uma das características deste tipo de sistema é admitir uma missão aparentemente contraditória e este é um aspecto considerado por vezes "inteligente" do sistema, mas que não está ligado à aplicação de técnicas de inteligência artificial, como pode parecer a princípio.

A solução de automação baseada na captura automática de dados (Auto-ID) por rádio freqüência oferece diferenciais e soluções para problemas que hoje não são solucionados simplesmente pelas aplicações de automação baseada na captura automática de dados por código de barras ou outras tecnologias de identificação conforme Figura 1-1.

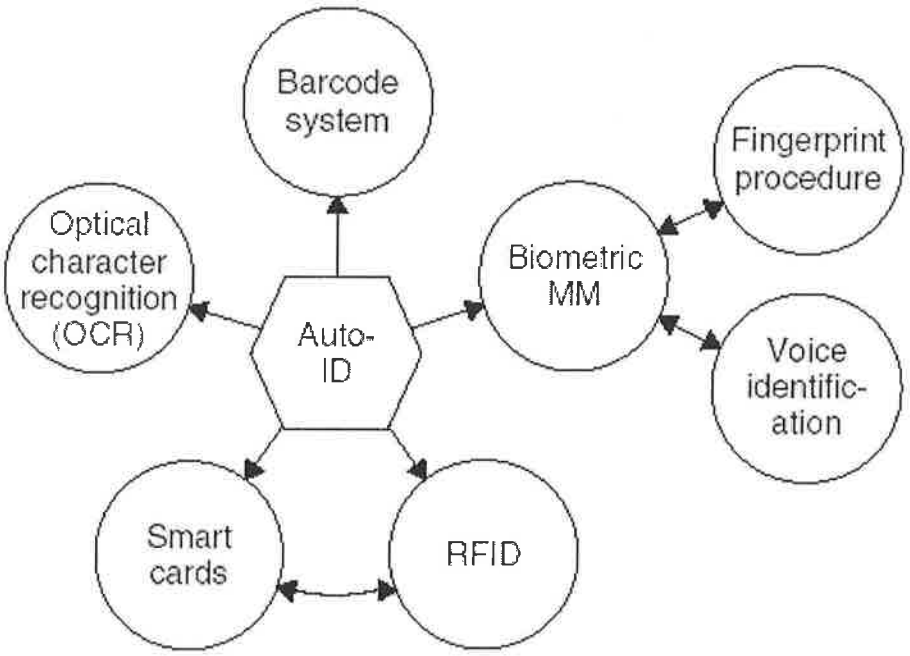


Figura 1-1 Overview dos mais importantes procedimentos de Auto-ID (Finkenzeller, 2003)

A automatização é um passo necessário para o surgimento da biblioteca integrada aos cursos existentes, a qual conseguirá identificar as características dos usuários e sugerir novos empréstimos, enviar notificação individuais com respeito às novas aquisições baseado no perfil de cada usuário, auxiliar o desenvolvimento de pesquisa bibliográfica para casos específicos, integrar-se com as matérias e calendários de provas a ponto de impedir ou prevenir abusos por parte de alguns alunos, e até determinar a compra de novas publicações baseadas no histórico de empréstimos e surgimento ou reformulação de cursos com novas bibliografias.

Todas as obras literárias deverão ter uma etiqueta de RFID e essas obras serão divididas em categorias de uso e importância. Categorias de uso são, por exemplo, livros somente para consulta e livros disponíveis para serem emprestados. Categorias de importância referem-se a livros mais caros, raros ou grande utilização (livros texto). Essas categorias seriam utilizadas pelo sistema para evitar saídas indevidas da biblioteca, já que todas as entradas e saídas serão monitoradas por antenas.

O sistema de gestão da biblioteca, que neste trabalho foi desenvolvido o SGB – Sistema de Gerenciamento de Bibliotecas, é estruturado de forma que o usuário possa consultar a base de dados *on-line*, o sistema de reserva e disponibilidade, o sistema de suspensão do direito de empréstimo em caso de atraso de devolução (suspensão em dias maior para livros com maior categoria de importância e até sistema de alerta ao usuário) e o sistema de níveis de serviços por tipo de usuário (professor, estudante de pós-graduação, estudante de graduação e público em geral) o qual determinará prazos de empréstimo e quantidades máximas disponíveis e utilizadas.

Na biblioteca automatizada por RFID, as antenas ficarão localizadas adequadamente a fim de evitar saídas indevidas de obras da biblioteca (obras somente de consulta ou não registradas seu empréstimo para um usuário), detectar e registrar as obras emprestadas e devolvidas (igualmente a vídeo locadoras com gavetas de devolução *drop-down*), reconhecimento do usuário separadamente para discretizar a identificação das obras solicitadas para empréstimo e o usuário que as deseja emprestar (por etiqueta RFID ou código de barras do cartão do usuário) bem como identificar a localização das obras por região (conforme a disposição dos leitores na biblioteca). O empréstimo será realizado em terminais *self-service* (auto-atendimento), onde o usuário pode fazer seu registro de empréstimo rapidamente e a qualquer hora do dia ou da noite. Esses terminais serão, em um passo futuro, equipados com balanças onde os usuários, ao colocar os livros para leitura são também pesados e assim, conferidos se todas as obras foram lidas sem erros pela antena. Ao fazer a leitura das obras pela leitora e capturado a informação de peso das respectivas obras lidas, o sistema avalia a semelhança do peso real / físico (registrado na balança) com o peso virtual (calculado sob a soma dos pesos dos livros lidos). Havendo desigualdade, o sistema deve exigir o reposicionamento, pelo usuário, das obras e realizar uma releitura. Continuando o erro, o sistema deve seguir regras a que foi imposto (procedimento descrito pela biblioteca), como por exemplo, durante o período noturno, evitar o empréstimo das obras não lidas e informar o erro no dia seguinte ao responsável ou, durante o período diurno, alertar um funcionário para resolução do problema.

Com antenas estrategicamente localizadas ou antenas móveis (antenas acopladas em aparelhos PDAs, por exemplo), a biblioteca realiza o inventário e a localização de obras armazenadas em locais errados de forma rápida e segura.

Na "Biblioteca Informada", cada usuário, dependendo do seu grupo de usuário, terá direito a um número máximo de obras para empréstimo. Essa aplicação poderá ser ampliada e integrada aos cursos da universidade por meio de um algoritmo baseado em inteligência artificial para recomendação de outras obras por assunto, baseado nas pesquisas realizadas, interesses de perfis semelhantes e necessidades dos cursos matriculados (livros e periódicos indicados pelos cursos).

1.2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é estudar toda uma classe de sistemas (interativos semânticos) onde a informação concentra o valor e semântica dos processos. A biblioteca de acervo (de livros, fitas, CD´s, equipamentos, documentos, processos jurídicos, jornais e/ou revistas, projetos, central de documentos, etc.) é um exemplo significativo desta classe, onde ainda se pode inserir as centrais de ferramentas, farmácias hospitalares, e outros. A característica principal é que há objetos físicos replicados em grande quantidade, tendo cada um, uma identidade e um conteúdo semântico que afeta sua utilidade ou procura. Mesmo que existam parâmetros que suportem uma busca por um único objeto (como os facets de um livro em uma biblioteca), a informação descritiva sobre o conteúdo agrega valor e precisão aos processos a que é submetido este objeto.

Outra característica importante, é que esta informação útil não paramétrica pode e deve ser replicada (apesar dos riscos de redundância) para permitir que processos de automação localizados possam ser implementados, evitando um ciclo pesado de consulta a bancos de dados. Isto dá uma enorme flexibilidade aos sistemas automatizados, na medida em que cada elemento carrega consigo toda a informação relevante sobre si mesmo.

Um caso especial de grande importância surge quando esta informação é modificada localmente durante o funcionamento do sistema. Teremos então um sistema temporariamente inconsistente e um requisito de modelagem e design é justamente saber o tempo máximo em que o sistema pode permanecer neste estado e ainda se constituir em um sistema útil. Entretanto, esta é uma extensão inevitável nos sistemas automatizados de grande porte, e um desafio para a modelagem de sistemas com restrições de tempo. Este tópico não faz parte do escopo deste trabalho. Portanto trabalharemos com o que chamamos de sistemas informados,

que contêm apenas as características mencionadas nos parágrafos acima.

Uma característica dos sistemas informados que pretendemos abordar é que pode haver a captura de uma grande quantidade de informação, que deve ser usada para atualizar bases de dados ao mesmo tempo em que o processo de verificação e captura continua (que é o processo característico de uma rede de sensores). Para tratar este problema foi proposto o sistema SAVANT (Clark et al., 2003). No entanto o sistema SAVANT visava intermediar o processo leitura e captação de dados com a disponibilização destes dados para o sistema EPC. Há ainda o problema local já que os sistemas de interesse trabalham com bases de dados que caracterizam seu estado local.

Em (Dos Santos, 2005) foi proposto um novo sistema chamado SAVANT-2 que faz justamente este trabalho. Neste trabalho visava-se a aplicação em processos seqüenciais de manufatura que trabalhavam com velocidade controlada. No caso em apreço, a ocorrência de livros e usuários é aleatória, criando o problema de atribuição. Pretendemos resolver este problema por software, sem prejuízo ou ônus para o processo e ao mesmo tempo lidar com a disponibilização dos dados para o sistema EPC, utilizando o EPCIS-2 (Tavares, 2006).

Outro *feature* encontrado no trabalho de (Dos Santos, 2005) é a capacidade de monitorar o processo (de empréstimo de obras do acervo) e detectar o que se chama de eventos atípicos, que podem ser armazenados no banco de dados e usados depois para analisar a ocorrência de falhas ou erros. A caracterização de eventos atípicos em um sistema de biblioteca é também uma contribuição do presente trabalho.

1.3 JUSTIFICATIVA

A justificativa para a escolha do sistema de biblitecas para a análise feita neste trabalho é que este sistema concentra todas as propriedades do que chamamos um sistema Interativo Semântico, e se ampliarmos o exemplo, pode ainda conter propriedades dos sistemas, isto é, Encapsulados e Integrados Interativos.

Além do sistema de biblioteca ser um interessante estudo de caso para os sistemas classificados como Interativos Semânticos, o próprio estudo de caso atende a uma demanda crescente e de grande importância, seja nas instituições de ensino ou nos sistemas públicos de biblioteca. Começamos este tópico explicando a importância e o motivo de se automatizar completamente bibliotecas (levantamento de requisitos).

1.3.1 O Problema das Bibliotecas

Bibliotecas, no Brasil e no mundo, sofrem problemas que seriam solucionados ou senão, reduzidos, se fossem automatizadas com o modelo proposto da Biblioteca Informada. Vejamos os maiores problemas de hoje encontrados por Bibliotecas:

- Problemas de inventário (Demora e Confiabilidade) – O inventário de uma Biblioteca com 30.000 obras, visto a presença de 2 a 3 funcionários, demora cerca de 20 dias, segundo levantamento da Universidade de São Paulo. Deve-se registrar todos os livros, lendo-os individualmente na leitora de código de barras se automatizado com essa tecnologia. Por esse motivo, Bibliotecas, em sua maioria, fazem um inventário a cada ano.
- Dificuldade de controle de entrada e saída das obras de consulta e de empréstimo – A falta de segurança em bibliotecas gera perdas irreparáveis, como o roubo de uma obra rara e antiga, não mais publicada;
- Rastreabilidade por obra – Há também a necessidade de identificar por obra, quais os usuários a emprestaram, o que atualmente é feito através da identificação dos usuários e prazos de devolução em ficha preenchida manualmente anexada no final de cada obra;
- Falta de agilidade de atendimento em horário de pico – Em horários de almoço dos estudantes e nas vésperas de provas há grande procura de livros específicos nas bibliotecas universitárias o que gera grandes filas no atendimento ao usuário;
- Localização rápida de obras quando o acervo é aberto ao público – Quando efetua uma consulta física no acervo, nem sempre o usuário guarda a obra no mesmo local que a retirou. Conforme pesquisa realizada na Escola Politécnica da USP, cada Biblioteca chega a ter 4 ocorrências diárias de erro de armazenamento. Esse fato causa a dificuldade de localização do exemplar em momento futuro por outro usuário e até, em alguns casos, perda temporária da obra até que seja realizado um novo inventário ou uma arrumação na seção.
- Atendimento fora do expediente – a demanda pelo funcionamento integral das bibliotecas cresce na mesma proporção do número de cursos e da diversificação das horas de funcionamento de cursos de graduação e pós-graduação, lato e stricto senso. Um sistema virtual automatizado permitiria o funcionamento da biblioteca vistoriada por seguranças, sem necessidade de inúmeros atendentes e bibliotecárias (durante o período noturno).

Pensemos agora como estão automatizadas as bibliotecas brasileiras e do mundo. Podemos dizer que estas bibliotecas são semi-automatizadas, pois muitas delas possuem um controle de acervo com controle de processos auxiliados por tecnologia de leitura de código de barras,

porém ainda necessitam de intervenção humana. Em janeiro de 2005, existiam 297 bibliotecas automatizadas com RFID na América do Norte (57%), Europa (19%) e Ásia (25%) montadas pelos fabricantes 3M, Bibliotheca, ID System, Libramation e TAGSYS (TechLogic, Vernon e VTLS), porém sempre projetos pontuais (principalmente inventário de acervo). Destas bibliotecas automatizadas com RFID, 25% eram acadêmicas, 54% eram públicas e 21% eram privadas, Figura 1-2. (Computers in Libraries, 2004)

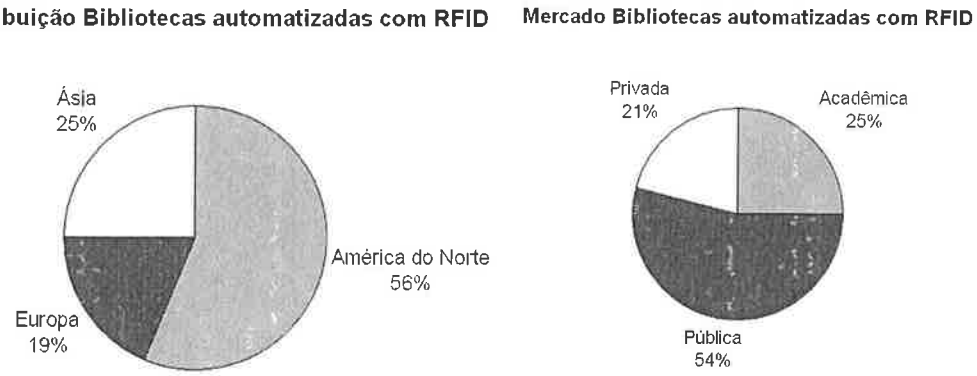


Figura 1-2 Distribuição de bibliotecas automatizadas com RFID (Computers in Library, 2004)

As vantagens são inúmeras e solucionáveis para o problema atual das bibliotecas como descrito na Tabela 1-1.

Tabela 1-1 Vantagens da solução RFID em Bibliotecas

Problema	Procedimento Manual	Código de barras	RFID
Inventário	Muito demorado e de difícil realização – pouca confiabilidade.	Necessidade de leitura de todas as obras – prazo médio de realização.	Leitura automática de todas as obras, dependendo da quantidade e tipo de antenas existentes.
Controle de entrada e saída das obras	Registro manual das obras – lento e pouco confiável e sem segurança.	Leitura do código de barra – Devagar devido a necessidade de leitura de cada obra. Integrado ao sistema de gestão para impedir, por procedimento, a saída indevida de obras.	Única leitura que reconhece todos os livros emprestados. Integrado ao sistema de gestão para impedir automaticamente a saída indevida de obras.
Rastreabilidade por obra	Ficha preenchida e anexada a obra.	Ficha preenchida e anexada a obra.	Para etiquetas ativas e/ou que possibilitem a gravação de dados há possibilidade de gravar os dados de rastreabilidade na própria etiqueta.
Agilidade de Atendimento no horário de pico.	Sensível ao número de funcionários e quantidade de obras emprestadas.	Sensível ao número de leitores existentes e necessita ler cada obra individualmente.	Sem intervenção humana e com uma única leitura que reconhece todos as obras.
Localização de obras armazenadas em locais errados	Sem controle.	Sem controle.	Localização automática da região em que se encontra a obra, dependendo da quantidade ou mobilidade de antenas.

Na Biblioteca Informada, pretende-se automatizar ao máximo uma biblioteca, que na concepção deste trabalho, é uma biblioteca com a mínima intervenção humana no processo operacional. Dessa forma as bibliotecas automatizadas poderiam estar disponíveis ao público 24 horas por dia.

Outro motivo de se modelar e montar a Biblioteca Informada é a proposta de automatização ser inovadora, não somente por transcender a tecnologia RFID e integrar ferramentas aparentemente de inteligência artificial, mas também por transformar as bibliotecas em centro de pesquisa e laboratório de RFID. Essa solução é vista não somente como uma mera automação e sim, como base de um modelo de tratamento para toda a classe de sistemas de acervo.

Assim, a universidade que implementar essa solução, também terá a opção de utilizar a biblioteca como um laboratório para seus alunos aplicarem conhecimentos que podem vir a ser ministrados em cursos de administração de empresas, logística e sistemas de informação. Todavia, isso pressupõe um custo à universidade para re-estruturação dos cursos.

Espera-se com a automação de bibliotecas estimular o uso das mesmas pelos alunos e comunidade em geral, propiciando benefícios sociais tais como disseminação do conhecimento, estímulo à cultura e desenvolvimento das pessoas através do estudo, leitura e o contato com novas tecnologias.

O Brasil é um país com foco na inclusão digital e a biblioteca automatizada com RFID também ajudará em cumprir esse objetivo.

1.4 METODOLOGIA

Neste trabalho, foi desenvolvido o SGB – Sistema de Gerenciamento de Bibliotecas, um sistema completo para controle e administração de bibliotecas. O SGB é constituído de módulos de movimentação do acervo, cadastro de obras e usuários, relatórios, reserva e pesquisa de obras, histórico de movimentações e inventário. O método utilizado para o desenvolvimento do SGB foi o Rational Unified Process® - RUP® (Jacobson *et al.*, 1999). Ela oferece uma abordagem baseada em disciplinas para atribuir tarefas e responsabilidades dentro de uma organização de desenvolvimento. Sua meta é garantir a produção de software de alta qualidade que atenda às necessidades dos usuários dentro de um cronograma e de um orçamento previsível. A Figura 1-3 apresenta as principais fases e suas respectivas disciplinas do RUP.

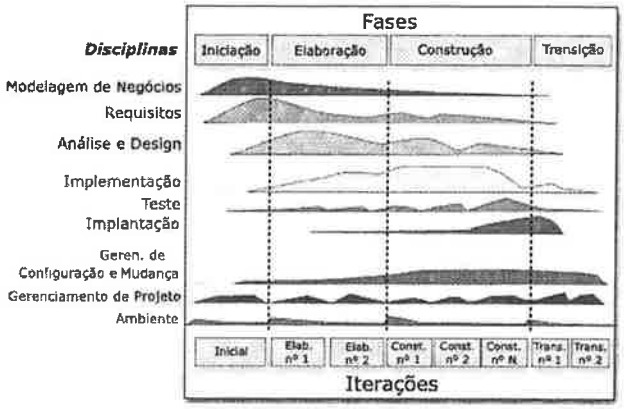


Figura 1-3 Arquitetura geral do RUP

Em termos de modelagem de negócios, o processo de desenvolvimento de software é um processo de negócios, e o RUP é um processo de negócios genérico para engenharia de software orientada a objetos. Ele descreve uma família de processos de engenharia de software relacionados que compartilham uma estrutura comum, uma arquitetura de processos comum, o que está de acordo com a estratégia de desenvolvimento do SGB. O RUP proporciona uma abordagem disciplinada para a atribuição de tarefas e de responsabilidades dentro de uma proposta de desenvolvimento. Sua meta é garantir a produção de software de alta qualidade que atenda às necessidades dos usuários, dentro de uma programação e um orçamento previsível.

Dentro desta perspectiva apresentaremos como se deu o desenvolvimento do SGB; na fase inicial (eliciação e análise de requisitos), foram desenvolvidos os diagramas de casos de uso, representando diferentes pontos de vista de usuários e "stakeholders" (que conhecem muito bem o processo de negócios ou a aplicação a ser feita, mas não as ferramentas envolvidas: direção da biblioteca, bibliotecárias, atendentes, etc.). A Figura 1-4 apresenta esse diagrama simplificado, apresentando de maneira resumida os principais Casos de Uso do SGB, a saber, relacionados com a reserva de obras, empréstimo de obras, devolução de obras, pesquisa acervo e atualização de banco de dados.

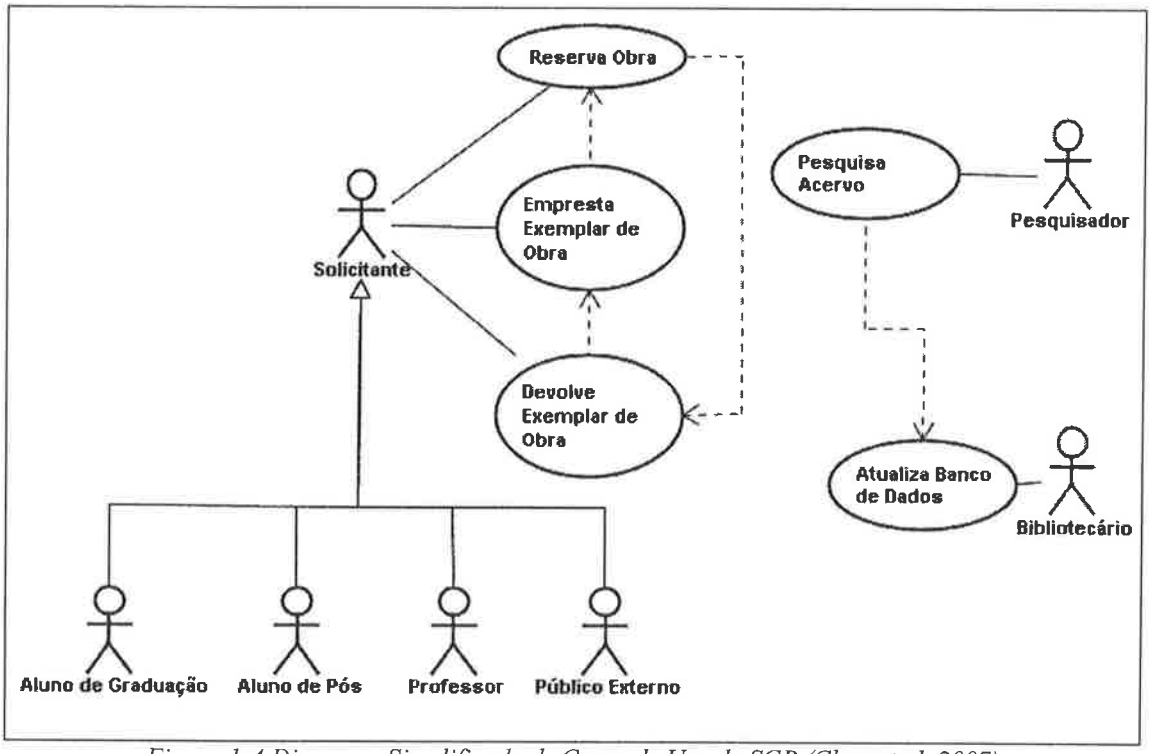


Figura 1-4 Diagrama Simplificado de Casos de Uso do SGB (Chen et al. 2007)

Abaixo, a descrição desses casos de uso.

a) Caso de Uso "Reserva Obra": O sistema de reserva de obra é uma fila onde existem dois indicadores de reserva: "Firme" (quando existe exemplar disponível") e "A Confirmar" (quando há previsão de retorno de exemplar). A reserva "Firme" tem a validade de 24 horas após o seu pedido e durante este prazo a obra fica, exceto ao usuário que solicitou esta reserva, temporariamente bloqueada para empréstimo se o número de reservas for maior ou igual ao número de exemplares disponíveis para empréstimo. A reserva "A Confirmar" ocorre quando em seu pedido, não existe exemplares disponíveis, isto é, todos os exemplares estão emprestados ou em reserva "Firme". Quando um exemplar é devolvido ou ocorre o vencimento de uma reserva "Firme", o primeiro usuário da fila de espera da reserva "A Confirmar" é notificado por email e sua respectiva reserva se torna "Firme".

b) Caso de Uso "Empresta Exemplar de Obra": O solicitante deverá se identificar. Caso não seja identificado, deve ser registrado como um problema e acionado o bibliotecário que poderá realizar o devido cadastro. O sistema deve avaliar se o solicitante está apto para emprestar obras (não pode estar suspenso, por exemplo). Se estiver suspenso o sistema deverá informar ao solicitante que o mesmo deverá se dirigir ao bibliotecário. Dependendo do nível do solicitante e freqüência de empréstimo da obra, o bibliotecário poderá autorizar o empréstimo, definindo um prazo especial de retorno da obra (necessariamente menor ao que o solicitante tem direito). O solicitante posiciona os

exemplares a serem emprestados sobre a leitora RFID. O sistema captura a identificação dos exemplares. Caso ainda haja erro na leitura, o sistema solicita a identificação dos exemplares por código de barras. Caso o código de barras não funcione, o sistema solicita a digitação dos dados. Se ainda assim houver problemas, o sistema solicita o usuário procurar o bibliotecário.

c) Caso de Uso "Devolve Exemplar de Obra": A devolução do exemplar segue o mesmo raciocínio de um empréstimo de obra, utilizando-se da classe "Movimenta". Um *upgrade* desta classe deverá ser realizado a fim de existir um sistema de auto-devolução, onde o solicitante deposita o exemplar no equipamento e o sistema avalia se a obra foi devolvida dentro do prazo. Em caso positivo, realiza a entrada do exemplar no acervo e realiza a baixa da obra emprestada para o solicitante no banco de dados. Em caso negativo, realiza a entrada do exemplar no acervo, realiza a baixa da obra emprestada para o solicitante no banco de dados e o suspende, de acordo com o número de dias que o mesmo atrasou a devolução.

d) Caso de Uso "Pesquisa Acervo": Qualquer usuário, sem necessidade de se identificar, pode realizar pesquisas de obras e avaliar se existem exemplares disponíveis no acervo. O sistema apresenta uma tela de busca com os campos referentes a autor, título e número da obra. A resposta deverá ser se a obra está disponível ou não para empréstimo (identificando o número de exemplares disponíveis).

e) Caso de Uso "Atualiza Banco de Dados": O banco de dados inicial advém do sistema atual da biblioteca. O bibliotecário poderá acrescentar, alterar ou exibir dados do acervo e solicitantes. O bibliotecário poderá suspender qualquer solicitante manualmente, bem como alterar reservas, emprestar e devolver obras.

No processo de elaboração foi desenvolvido o diagrama de classes e diagramas de seqüências correspondentes. De forma a ilustrar essa fase, a Figura 1-5 apresenta o Diagrama de Classes resumido do sistema.

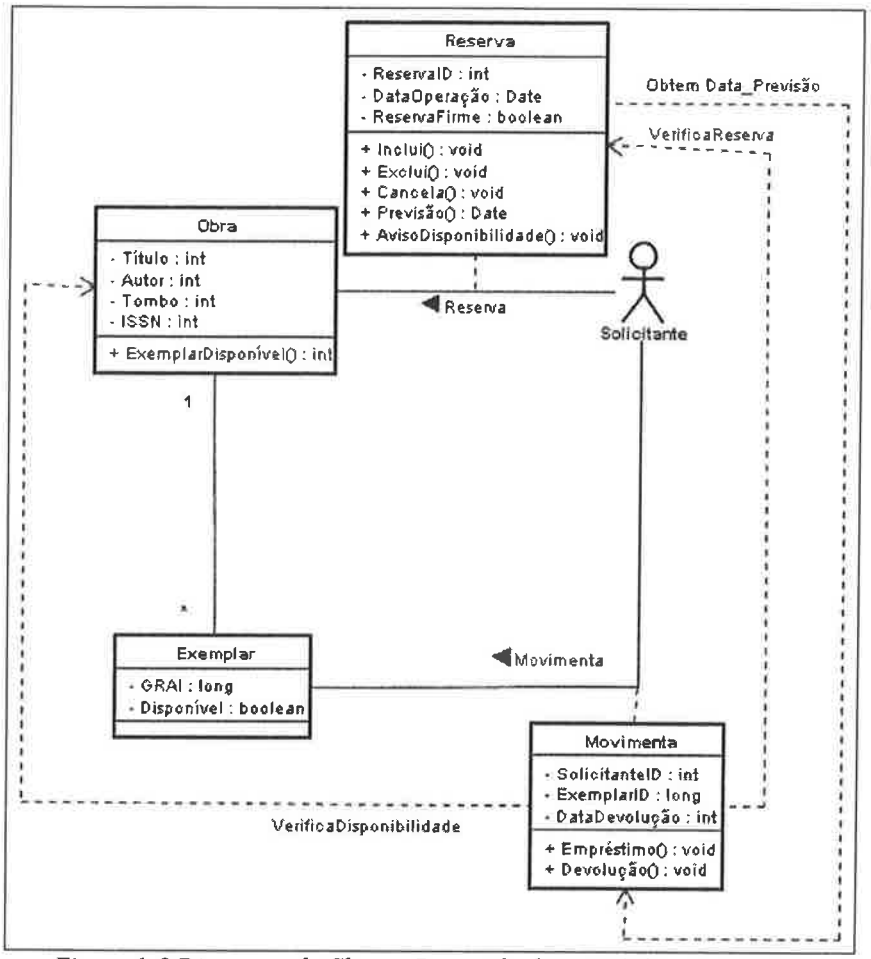


Figura 1-5 Diagrama de Classes Resumido do SGB (Chen et al. 2007)

Há três tabelas básicas, solicitantes (usuários), obras e exemplares. Uma obra (título) pode ou não ter vários exemplares. O valor de exemplares pode ser zero, visto que são bibliotecas atuando concorrentemente, e, há exemplares disponíveis em uma biblioteca, enquanto outra não possui qualquer exemplar. Nesse trabalho, o SGB será aplicado apenas para uma biblioteca.

O exemplar recebe uma identificação chamada GRAI, que quer dizer *Global Returnable Asset Identifier*, ou Identificador de Ativo Retornável Global, um número exclusivo e unívoco para cada exemplar.

Outro ponto importante, diz respeito ao solicitante. O mesmo pode reservar uma obra e movimentar (emprestar ou devolver) um exemplar. Para tanto foram criadas as classes associativas Reserva e Movimenta. A Figura 1-5 apresenta as principais dependências entre as classes. Para se movimentar/emprestar um exemplar, é necessário avaliar se há exemplar disponível e se existe ou não reservas. Apenas quando o número disponível de exemplares menos o número de reservas for maior ou igual a 1 é que um exemplar pode ser movimentado.

Da mesma forma, para se obter uma data provável de obra disponível para reserva, é necessário avaliar as datas de devolução dos exemplares.

É interessante observar que, até essa fase do desenvolvimento do sistema, a tecnologia ainda não foi o determinante, quer dizer, não provocou nenhum impacto na arquitetura e estruturação do SGB.

Quando se inicia o detalhamento das operações através dos diagramas de seqüência, fica claro onde se posiciona a tecnologia de RFID para a captura das informações dos exemplares a serem movimentados.

A Figura 1-6 apresenta o Diagrama de Seqüência para o empréstimo bem sucedido efetuado pelo Aluno1 do exemplar GRAI1 referente ao Tombo1.

O processo começa com o Aluno1 se identificando no sistema. O sistema autentica o Aluno1. Após essa etapa, o Solicitante inicia o processo de movimentação de exemplar. A primeira atividade é checar se o solicitante está suspenso.

Depois o processo comanda para que a Leitora_RF1 efetue a leitura do GRAI1 referente ao exemplar a ser emprestado.

Nesse momento, faz-se a verificação de disponibilidade, obtendo informações do exemplar e da obra, para saber, dado essa obra, quantos exemplares estão disponíveis no momento na biblioteca. Segue a avaliação de reserva, e, se obtém a quantidade de reservas para essa obra. Comparam-se os valores disponíveis e de reserva, e, nesse caso, há mais obras disponíveis que quantidades reservadas. O sistema apresenta uma tabela com as informações do exemplar disponível para empréstimo. Em seguida, o solicitante solicita o empréstimo do exemplar, e o sistema retorna a data de devolução, calculada segundo o prazo de empréstimo do nível do usuário (Aluno de graduação ou pós-graduação, Professor ou Público externo).

É relevante apontar que o impacto dessa tecnologia, nesse caso do SGB, ocorre no detalhe das operações físicas. Poderiam ser apresentados outros diagramas de seqüência referente a problemas na leitora de RFID, dentre outros, porém, o ponto mais relevante refere-se a como essa tecnologia influi no SGB. A fase referente à construção refere-se à programação propriamente dita.

A fase referente à transição não será abordada por esse trabalho, pois envolve a implantação, "*releases*" e novas versões do SGB.

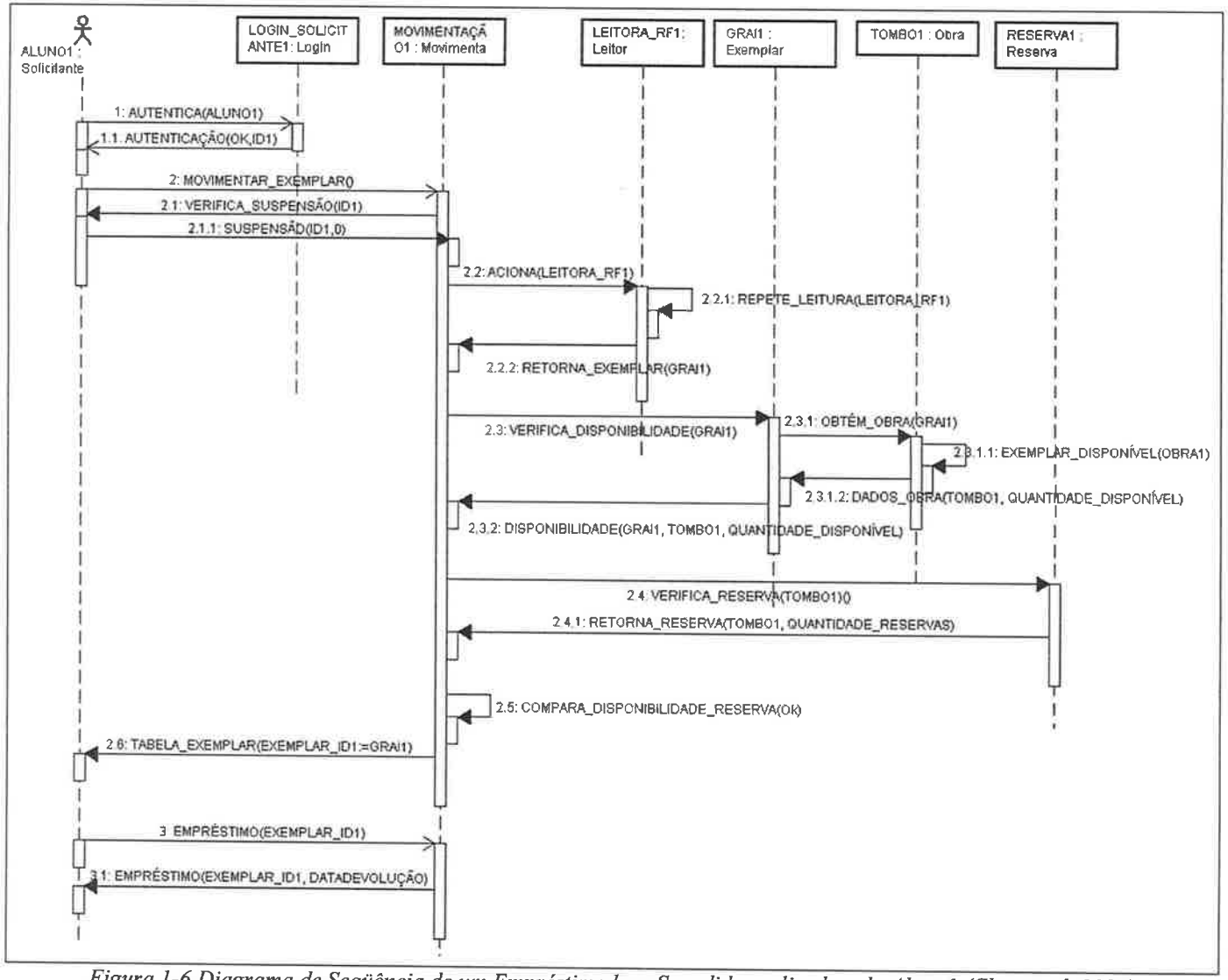


Figura 1-6 Diagrama de Seqüência de um Empréstimo bem Sucedido realizado pelo Aluno1 (Chen et al. 2007)

Além do desenvolvimento do SGB citado anteriormente, neste trabalho, iniciamos o estudo da fundamentação e base teórica a ser apresentada no capítulo posterior. Após este estudo, analisamos o mercado e cenário de bibliotecas, pesquisando dados estatísticos, conhecendo os fornecedores e respectivas soluções de tecnologia deste mercado no Brasil e no mundo e realizando estágio / trabalho para mapear os processos atuais das bibliotecas e conhecer as dificuldades e os problemas de uma biblioteca (levantar requisitos). Última análise esta, realizada na biblioteca de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval da Escola Politécnica (Automatizada com software de controle de empréstimos) e na biblioteca da Faculdades Integradas Rio Branco (Automatizada com software de gestão e código de barras).

Com o conhecimento dos processos e problemas atuais das bibliotecas, mesclado com o conhecimento de Redes de Petri, começamos a identificar os "gargalos" e erros possíveis nos processos para re-modelar os processos da biblioteca e propor a solução com Redes de Petri e com o EPCIS-2 e SAVANT-2.

Com novos processos alinhados ao fluxo, o próximo passo foi redesenhar uma proposta de planta da biblioteca a fim de torná-la intuitiva para seu usuário e definir os hardwares. Na escolha do modelo e fabricante dos hardwares foi levado em consideração seu custo, range e resposta de leitura e facilidade do contrato de manutenção.

Posteriormente, foram analisados o SAVANT-2 (Módulo Contextualizador e Módulo Verificador de Fluxo) e o EPCIS-2 (Módulo Gerador de Fluxo e Módulo Validador de Fluxo) específicos para os processos de empréstimo e devolução, para então integrarmos o SAVANT-2 e o EPCIS-2 ao sistema de gestão SGB e banco de dados da biblioteca.

Devido à falta de recursos financeiros, não foi possível realizar como planejado, a implementação da solução na Biblioteca da Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval da Escola Politécnica da USP, segundo custos de investimento em hardware mencionados na Tabela 1-2. Entretanto, uma implementação piloto foi realizada no controle de acervo (obras e mídias) do Design Lab da POLI-USP. Este piloto simula a aplicação em uma biblioteca de pequeno porte (ou porte de acervo particular), mas mantém todos os procedimentos de uma biblioteca e de um controle de acervo. Pretende-se, posteriormente, conseguir tais verbas através de doações para instalar tal sistema na Biblioteca de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval da EPUSP e assim, coletar resultados da aplicação em uma biblioteca

aberta à um público livre. Vale lembrar que apesar do acervo do Design Lab ser fechado, também existe neste laboratório diferentes níveis de usuários e permissões.

Tabela 1-2 Planilha de custos de hardware para montagem da Biblioteca Informada

Hardware	Valores unit.(US$ e R$) – cotação R$2,20
Antena Portal - Feig Long Range Antenna – Dynamic 13,56 MHz / RR-IDISC-ANT8-6-AD	US$ 6.340,00 + 10% IPI = US$ 6.974,00 = R$ 15.342,80
Leitor Portal - Feig Long Range Reader (Housing + Power Supply) / RR-IDISC-LR2000HF	US$ 5.785,00 + 15% IPI = US$ 6.652,75 = R$ 14.636,05
30 mil Tags-it HF-I Plus Inlay 45mm x 45mm, pitch 2inch / Texas Instruments / RI-I02-112A-00	US$ 0,90 + 2% IPI = US$ 0,918 = R$ 2,02
2 Kit Antena/Leitor Feig ID ISC.MR100 USB Mesa 13,56 MHz	US$ 1.260,00 + 10% IPI = US$ 1.386,00 R$ 3.049,20
2 Servidor Pentium IV Dual Core 1Gb RAM _ Monitor 17" LCD	R$ 1.470,00 (CPU) + R$ 695,00 (LCD) = R$ 2.165,00
2 Balança Toledo Pesadora 9094 com Saída RS232 para pdv bivolt	R$ 789,00
2 Impressora Térmica para Cupom não fiscal IM 402 térmica	R$ 629,00
2 Balcão / Toten de auto atendimento	R$ 1.500,00
Total	**R$ 106.831,25**

* Cotações realizadas nas empresas Arrow Brasil (Antenas, Leitores e Tags RFID), Okey do Brasil (Impressora de Cupom), Techdata do Brasil (Servidores) e Toledo do Brasil (Balanças)

Por último, foram realizados testes básicos (funcionais e integrados) e testes conceituais (prova de conceito) para a avaliação dos resultados encontrados, levantamento das melhorias e definição dos passos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O tema escolhido para o trabalho abrange uma série de disciplinas. Neste capítulo, estão descritos conceitos básicos de cada uma, para as introduzir e estabelecer a ligação entre elas e a sua relevância para esta pesquisa.

2.1 EVOLUÇÃO E TIPO DE BIBLIOTECAS

Desde a descoberta da escrita pelo homem, as bibliotecas modificam os suportes utilizados em seus acervos. Assim, as primeiras bibliotecas eram constituídas por minerais identificados através de escritos cuneiformes e hieróglifos em tabletes de argila; depois surgiram as vegetais e animais, constituídas de rolos de papiros e pergaminhos, conhecidas como as bibliotecas dos babilônios, assírios, egipcíos, persas e chineses. Com o advento do papel, descoberto pelos árabes, surgiram as primeiras bibliotecas de papel e mais tarde as bibliotecas dos livros propriamente ditos.

Analisando a história das bibliotecas verificamos que desde o seu surgimento, os homens que exercem o poder tentam destruí-las a fim de permanecerem no poder e manipular a sociedade. Isso ocorreu com a Biblioteca de Alexandria, biblioteca mais famosa do mundo destruída por motivos religiosos. Ocorreu na Idade Média, quando a Igreja Católica tentou destruir as bibliotecas. Paradoxalmente a isso, foram os mosteiros que serviram como esconderijos dos livros salvando-os para a posteridade. Durante a Segunda Guerra Mundial, quando Monte Cassino foi bombardeada e o maior repositório do conhecimento humano sobre a Europa foi destruído; a destruição da Biblioteca Nacional do Camboja pelo Khmer Vermelho, que destruiu as informações sobre a civilização Cambojana; e outros. Esse panorama histórico mostra a realidade da sociedade que tenta através da manipulação e violência destruir esse repositório do conhecimento que denominamos de Biblioteca.

Em todas as épocas, bibliotecas sempre foram dependentes da tecnologia da informação. A passagem dos manuscritos para a utilização de textos impressos, o acesso à base de dados bibliográficos armazenados nos grandes bancos de dados, o uso do CD-ROM e o advento da biblioteca digital, no final dos anos 90, são altamente dependente das diversas tecnologias de informação, e demonstram que, nos últimos 150 anos, as bibliotecas sempre acompanharam e venceram os novos paradigmas tecnológicos, conforme mostra Figura 2-1.

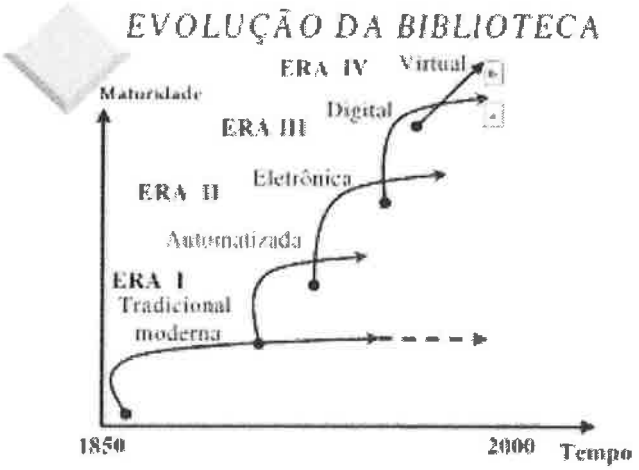


Figura 2-1 Evolução tecnológica das bibliotecas – Caminho para bibliotecas digitais e virtuais (Zang et al., 2000)

2.1.1 BIBLIOTECA CONVENCIONAL OU TRADICIONAL

Segundo (Ferreira, 1997), a biblioteca é o lugar onde se guardam os livros; estante ou coleção pública ou privada de livros e documentos congêneres organizada para estudo, leitura ou consulta; ou edifício ou recinto onde se instala essa coleção.

Para (Cunha, 1994), a biblioteca tradicional é aquela onde a maioria dos itens do seu acervo é constituída de documentos em papel. Ela existe desde a invenção da escrita. É claro que, antes do advento da imprensa, em 1440, o seu acervo era formado por outros tipos de materiais. Uma característica da biblioteca tradicional é que tanto a coleção como o seu catálogo utilizam o papel como suporte de registro da informação. Todavia, no final do século XIX, houve uma grande revolução na biblioteca com a introdução do catálogo em fichas e o abandono do catálogo sob a forma de livro.

A Biblioteca Tradicional poderia ser citada também como a *Biblioteca Real*. Então, o que é o Real? Segundo (Ferreira, 1997), real vem do Latim Reale e significa "realidade" ou "bens materiais", pode ser também algo que existe de fato. Também, o real seria da ordem do "tenho", enquanto o virtual seria da ordem do "terás", ou da ilusão, o que permite geralmente o uso de uma ironia fácil para evocar as diversas formas de virtualização.

2.1.2 BIBLIOTECA POLIMIDIA

Polimídia significa a denotação de diferentes tipos de meios independentes para a armazenagem da informação. O papel, os microfilmes e os discos compactos, por exemplo, são tecnologias fisicamente distintas, que, tomadas em conjunto, constituem-se em facilidades de armazenamento polimídia. Seguindo-se este raciocínio, as bibliotecas polimídias seriam instituições que armazenam informação utilizando uma extensa e variada gama de mídias. Essencialmente, são similares às bibliotecas convencionais, contendo livros que convivem com vídeos, fitas, CDs, CD-ROMs, microfilmes, softwares de computador, etc.

2.1.3 BIBLIOTECA INTERATIVA

Esse modelo de biblioteca visa a produção cultural, onde as pessoas são membros criadores e, não apenas, consumidores de cultura, possuindo uma concepção dinâmica de espaço dentro da própria unidade, existindo interação entre os indivíduos que lhe acessam, havendo espaços grupais para os mais diversos tipos de atividades, sejam elas através de informações escritas, orais, audiovisuais e multimídia.

2.1.4 BIBLIOTECA DIGITAL

As Bibliotecas Digitais são bibliotecas que existem em forma digital, ou seja, em disquetes, *winchester*, CDs etc.. Elas dispõem todos os recursos de uma biblioteca eletrônica, oferecendo pesquisa e visualização dos documentos (*Full Text*, vídeo etc.) tanto local como por meio de redes de computadores.

Conforme (Cunha, 1997), a biblioteca digital é definida por dezenas de autores por encontrar uma ou várias das características seguintes:

1) Acesso remoto pelo usuário, por meio de um computador conectado a uma rede;
2) Utilização simultânea do mesmo documento por duas ou mais pessoas;
3) Inclusão de produtos e serviços de uma biblioteca ou centro de informação;
4) Existência de coleções de documentos correntes onde se pode acessar não somente a referência bibliográfica , mas também o seu texto completo;
5) Provisão de acesso em linha e outras fontes externas de informação (bibliotecas, museus, bancos de dados, instituições públicas e privadas);

6) Utilização de maneira que a biblioteca local não necessite ser proprietária do documento solicitado pelo usuário;
7) Utilização de diversos suportes de registro da informação, tais como: texto, som, imagem e números;
8) Existência de unidade de gerenciamento do conhecimento, que inclui sistema inteligente ou especialista para ajudar na recuperação de informação mais relevante.

Segundo (Marchiori, 1994), a biblioteca digital difere das demais porque a informação que ela contém existe apenas na forma digital, podendo residir em meios diferentes de armazenamento, como as memórias eletrônicas (discos magnéticos e ópticos). Desta forma, a biblioteca digital não contém livros na forma convencional e a informação pode ser acessada, em locais específicos e, remotamente, por meio de redes de computadores. A grande vantagem da informação digitalizada é que ela pode ser compartilhada instantaneamente e facilmente, com um custo relativamente baixo.

(Cunha, 1997) considera que a biblioteca digital tem como características a criação de novos e mais dinâmicos formatos, integrados com a representação de dados, informação e conhecimento, que ela pode apoiar novas formas de grupos de colaboradores na criação e uso da informação, novas práticas comunitárias, permitindo a personalização da informação, incluindo a assistência no gerenciamento da informação quando ocorrer excessos de dados.

2.1.5 BIBLIOTECA ELETRÔNICA

Sistema no qual o processo básico da biblioteca é o eletrônico, ou seja, ampla utilização de máquinas, principalmente, microcomputadores, facilitando, como cita (Marchiori, 1994), na construção de índices *on-line*, na busca de textos completos e na recuperação e armazenagem de registros. A biblioteca eletrônica se direcionará para ampliar o uso de computadores na armazenagem, recuperação e disponibilidade da informação, podendo envolver-se em projetos para a digitalização de livros. Haverá um uso extensivo de meios eletrônicos que ainda coexistirão com as publicações eletrônicas e será possível remeter-se ao bibliotecário e aos sistemas especialistas.

A transmissão eletrônica da informação dá novo sentido à biblioteca, integrando múltiplas tecnologias disponíveis, como, por exemplo: distribuição de documentos por meio de telefacsímile; catálogo em linha para acesso público; compartilhamento por dados

padronizados; inteligência artificial; sistemas especialistas, imagens gráficas melhoradas tecnicamente, artefato digital óptico para sistemas de estocagem; teleconferência; hipermídia; artefato de entrada, para processamento de voz; terminal de toque. Disco vídeo/ótico, holografia,; artefato de saída, para processamento de voz, painel plano; processo de integração com múltiplas tecnologias para servir a único propósito, alcançar o usuário final; sistema especialista de robótica para recuperação da informação; transmissão por satélites, ISDN e LAN e programa interface para usuário.

2.1.6 BIBLIOTECA ELETRÔNICA VIRTUAL

(Machiori, 1994), apresentam o conceito de "biblioteca eletrônica virtual" (*Virtual Eletronic Library . VEL*), na qual existiriam hiperlivros e livros visuais, podendo ser analisada como uma livraria com uma gigantesca quantidade de livros, devido a conexão em rede por um número crescente de bibliotecas. Gerando um intercâmbio entre vários tipos de bibliotecas originando um "metabiblioteca", onde existiriam entradas para que os leitores navegassem por várias bibliotecas, da mesma forma que circulariam em uma em particular.

2.1.7 BIBLIOTECA VIRTUAL

Para (Cunha, 1994), as bibliotecas virtuais são uma visão futurística feita por Vannevar Bush, nos anos 40, quando o mesmo desenvolveu a idéia denominada Memex, que seria um sistema automatizado e teria uma série de características que somente foram alcançadas nos anos 90. Variações sobre o mesmo tema foram feitas por Ted Nelson quando desenvolveu o conceito de "Xanadu", Alan Kay com o seu Dynabook e, por último, por Lancaster com a sua *paperless library*.

Do ponto de vista da informação como subsídio às atividades acadêmicas, a Internet proporciona novos recursos informacionais através de versões eletrônicas, como documentos multimídia, listas de discussão, fóruns eletrônicos, conferências em linha, imagens, banco de *pre-prints* etc. Servindo como subsídio à pesquisa em canais de comunicação virtual.

Para Ted Nelson, idealizador do Projeto Xanadu, a biblioteca virtual é uma grande rede mundial depositária de todos os documentos da humanidade, onde seriam arquivados em uma estrutura universal de dados, possibilitando acesso e associação para outros documentos afins, tendo em comum uma característica digital e hipertextual, na qual os acessos são feitos através de links.

Alguns aspectos favoráveis na utilização de bibliotecas virtuais devem ser verificadas:

1. Com o advento da Internet é possível consultar publicações eletrônicas gratuitamente;
2. Com os novos meios tecnológicos existem uma multiplicidade de recursos informacionais disponíveis na rede;
3. Velocidade da comunicação científica propiciada pela publicação direta na rede;
4. Crescimento de usuários acessando, diretamente, a informação.

2.1.8 BIBLIOTECA DE REALIDADE VIRTUAL

(Marchiori, 1994), revela um novo tipo de biblioteca caracterizada na tridimensionalidade das bibliotecas, ou seja, na criação de ambientes imersivos e interativos onde, conforme o mesmo, é então possível, ao entrar em uma biblioteca virtual, circular entre as salas, selecionar um livro nas estantes, tocá-los, abri-los e lê-los.

Esse tipo de biblioteca está relacionado com o conceito de acesso, por meios de redes, a recursos de informação disponíveis em sistemas de base computadorizada, normalmente remotos, e que uma biblioteca de realidade virtual funciona como uma nova forma de catálogo *on-line* de acesso público (OPAC), construída utilizando-se a tecnologia de realidade virtual. A essência da biblioteca de realidade virtual apresenta uma aplicação de programas de computador para simular estruturas físicas de bibliotecas, ordenando os recursos de informação que ela contém: andares, salas, estantes. Os dados bibliográficos podem ser acessados via uma interface, que aparece na tela como uma sala com estantes na qual um usuário pode navegar e controlar utilizando um aparelho especial, como um mouse de três dimensões, por exemplo.

Um software para realidade virtual é um visualizador e um construtor de um mundo virtual em um computador, que pode estar apenas na tela deste, ou exigir aparelhagem especial, como luvas e capacetes, chamando-se assim de sistemas imersivos de realidade virtual. Já existem alguns softwares disponíveis para a construção de tais "mundos", mas ainda são caros, consumidores de memória, sendo raros para aplicações próprias em bibliotecas. (Marchiori, 1994)

2.2 TECNOLOGIAS PARA BIBLIOTECAS

Quando analisamos tecnologias de automação para bibliotecas, vemos uma automação fundamentada principalmente em software. Bibliotecas modernas, hoje na metade da primeira década do século XXI, são bibliotecas automatizadas com código de barras, inclusive para alguns procedimentos de auto-atendimento, e com tecnologia de rádio freqüência (RF) ou etiquetas eletro-magnéticas para segurança do acervo.

O motivo de bibliotecas darem tanta importância a sistemas para controle de acervo, deve-se a necessidade de agilidade e confiabilidade na pesquisa de obras. Para a biblioteca, torna-se cada vez mais difícil prover acesso à totalidade da informação demandada por seus usuários. O crescente custo dos documentos é um dos óbices para tal necessidade, porém talvez o mais importante é a explosão bibliográfica que tornou quase impossível adquirir e encontrar espaço físico para atender a uma gama de interesses dos possíveis usuários (Hawkins, 1994). Esse crescimento pode ser mais bem visualizado na Tabela 2-1, onde são mostradas as estatísticas de acervos de algumas bibliotecas universitárias no exterior. A explosão bibliográfica, devido às limitações orçamentárias vigentes em todos os países, faz com que seja impossível adquirir tudo o que se publica.

Tabela 2-1 Crescimento do acervo em publicações (Lesk, 1997)

Instituição	*Anos anteriores*	*1910*	*1995 / 1996*
Harvard University	-	1,8 M	23,0 M
Yale University	-	0,55 M	9,5 M
University Illinois	-	0,1 M	8,5 M
University Califórnia (Berkeley)	-	0,24 M	8,1 M
University of Michigan	-	0,25 M	6,7 M
Cambrige University	330 (em 1473)	0,5 M	3,5 M
M: milhões			

No tocante à preservação dos conhecimentos, muitas das necessidades de informação dos usuários não são mais supridas exclusivamente pelas bibliotecas. Em algumas áreas, os artigos passaram a ser armazenados em arquivos eletrônicos e um crescente percentual de profissionais divulga seus trabalhos diretamente na Internet. O esforço para recuperar as funções básicas da biblioteca universitária necessitará compreender que, de fato, mais e mais usuários estão resolvendo suas demandas informacionais por meio do ciberespaço. Além disso, a criação de acervo digital será um dos caminhos a serem trilhados com a re-alocação de recursos para projetos colaborativos. (Cunha, 1997)

Todos os softwares e aplicativos hoje existentes em bibliotecas estão voltados para o armazenamento da informação (dados do objeto que compreende informações do livro em questão, como por exemplo, título, ISBN, tombo, etc e dados do processo que compreende informações das atividades como por exemplo, quando, quem e para quem foi emprestada uma obra). Estas informações são manipuladas também e atualizadas mas de modo completamente desacoplado das ações reais que o sistema tem. Assim, por exemplo o resultado da aplicação de qualquer um destes softwares é que a retirada e devolução de livros é feita (manualmente) como uma etapa à parte do processo, defasada em tempo e criando várias possibilidades de inconsistência.

Um processo característico, por exemplo de empréstimo, seria: consultar obras disponíveis no assunto (eletronicamente) => requisitar ou buscar a obra (fisicamente) => registrar o empréstimo (fisicamente e eletronicamente) => sair. Algumas possibilidades de falha no processo deste caso são as seguintes:

a. livros em consulta (na própria biblioteca ou em poder do professor por curto prazo) são dados no sistema como disponível no acervo;
b. livros devolvidos mas ainda não colocados na estante, estando no carrinho de devolução, são dados no sistema como disponíveis;
c. livros localizados em fichas ou no computador não se encontram no lugar da estante, até por erro no processo de colocação na estante;
d. o processo de registro é um gargalo natural do processo em períodos de utilização intensa ou para bibliotecas e obras muito requisitadas;
e. estimula a tentativa de burlar o processo de registro (saída desautorizada).

Um número igual de possibilidade de falhas pode ocorrer nos demais processos de uma biblioteca automatizada, com acervo diversificado e polimídia, pela única razão da defasagem entre estado (do acervo) e ações que podem ser admitidas ou forçadas sobre este estado. Sequencialização forçada, defasagem no tempo, além de falhas operacionais, são a base destes problemas. Na verdade a automação é aqui direcionada somente para o estado do acervo (interpretado de maneira estática) desprezando quase que por completo as ações e interações. Não há portanto nenhuma informação sobre as ações que mudam o estado do acervo, ou estas são incluída nos bancos de dados defasada de sua ocorrência real.

2.3 A TECNOLOGIA DA IDENTIFICAÇÃO

Apesar do interesse deste trabalho pela tecnologia de identificação, não será abordada a vasta área de outras tecnologias da informação. A tecnologia de identificação é usada como uma interface entre o mundo físico de itens identificados e o mundo dos sistemas de informação. Na Tabela 2-2, Figura 2-2 e Tabela 2-3 é apresentada as principais áreas relacionadas à tecnologia da identificação.

Tabela 2-2 Diferentes tecnologias de identificação classificadas por tipo de aplicação e comparativo de performance das várias tecnologias de identificação, em suas principais aplicações de mercado (Kärkkäinen et al, 2001)

Aplicação / Tecnologia	Autenticação	Rastreio	Automação	Gerenciamento de Informação
Código de Barras		X	X	X
RFID	X	X	X	X
OCR			X	
Biometria	X			
Visão Computacional			X	
Tinta Magnetica	X		(X)	
Smart Cards	X			X
Memória de Contato			(X)	X
Tiras Magnéticas	X			
Bluetoofh	(X)	(X)	(X)	(X)
GPS		X		
Localização por GSM		X		

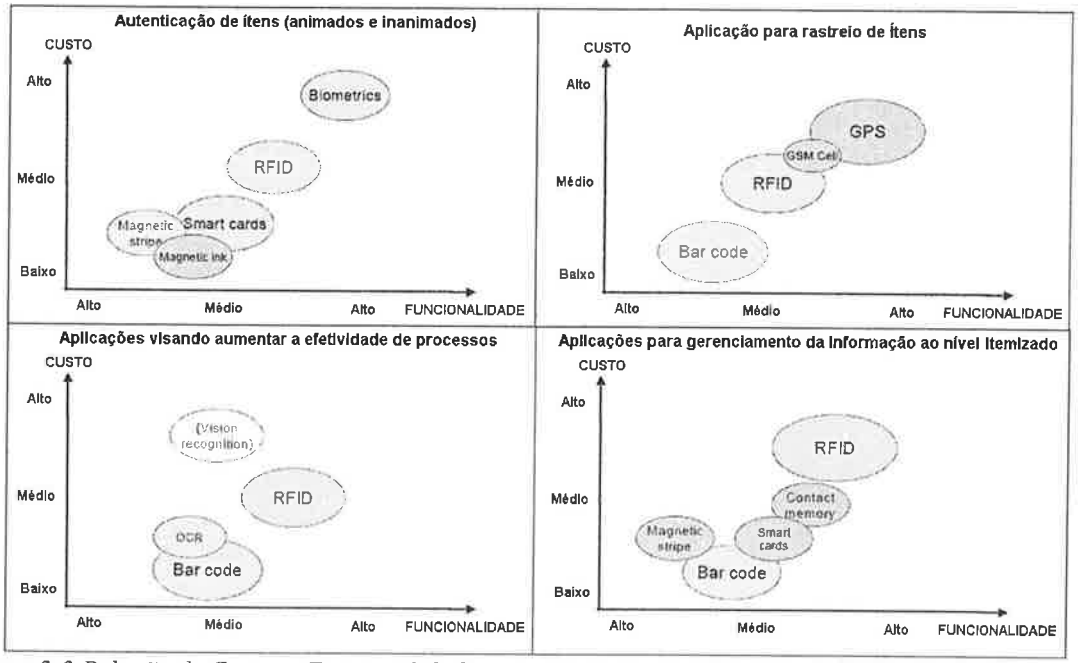


Figura 2-2 Relação de Custo vs Funcionalidade para as principais aplicações do RFID (Kärkkäinen, 2001)

Tabela 2-3 Comparação prática e tecnológica entre tecnologias de identificação (Traduzido Finkenzeller, 2003)

Parametros	Código de barra	OCR	Reconhecimento de Voz	Biometria	Smart card (Cartão Inteligente)	RFID
Quantidade de Dados (Bytes)	1-100	1-100	-	-	16-64k	16-64k
Densidade dos Dados	Baixa	Baixa	Alta	Alta	Muito alta	Muito alta
Legibilidade da Máquina	Boa	Boa	Cara	Cara	Boa	Boa
Legibilidade por Pessoa	Limitada	Simples	Simples	Difícil	Impossível	Impossível
Influência da Sujeira / Umidade	Muito alta	Muito alta	-	-	Possível (contato)	Sem influência
Influência da Direção / Posição	Baixa	Baixa	-	-	Unidirecional	Sem influência
Degradação / Desgaste	Limitada	Limitada	-	-	Contato	Sem influência
Custo de compra / Leitura eletrônica	Muito baixa	Média	Muito Alta	Muito alta	Baixa	Média
Custo operacional (exemplo Impressão)	Baixa	Baixa	Nenhuma	Nenhuma	Média (contato)	Nenhuma
Cópia não autorizada / Modificação	Ligeiro	Ligeiro	Possível * (fita de áudio)	Impossível	Impossível	Impossível
Velocidade de Leitura (incluindo manipulação do objeto)	Baixa (~4s)	Baixa(~3s)	Muito baixa (>5s)	Muito baixa (>5-10s)	Baixa (~4s)	Muito rápida (~0,5s)
Máxima distância entre o objeto e o leitor	0-50cm	<1cm (Scanner)	0-50cm	Contato direto **	Contato direto	0-5m (microonda)

* O perigo de "cópia" pode ser reduzido selecionando o texto para ser falado usando um gerador randômico.
** Isto somente se aplica a reconhecimento de digital. No caso de retina ou Íris, o contato direto não é necessário.

2.3.1 AUMENTO DE EFETIVIDADE EM PROCESSOS

Em muitas aplicações, a identificação automática é usada como um componente em soluções que visem aumentar a efetividade de processos. Em soluções de efetividade de processo, a identificação automática é usada para automatizar processos ou partes destes e/ou automatizar a acepção de dados para economia de tempo e redução de erros. A necessidade da automação de processos diferencia-se em fases distintas do ciclo de vida.

As aplicações mais comuns de identificação automática tem sido o uso em aplicações industriais, especialmente em armazenamento, e aplicações de varejo, especialmente capturam em pontos de venda e aplicações para gerenciamento de inventário.

Em aplicações, onde todo o processo é automatizado, a tecnologia de identificação é usada apenas como um meio para comunicar a identidade de certos itens (e manusear suas instruções) para o processo de infra-estrutura. Como as máquinas podem ler as identidades dos objetos sendo processados, e receber instruções relativas à como manipulá-los, todo o processo pode ser automatizado e ganhos significantes em eficiência e redução de erros são

obtidos. Exemplos de sistemas para automação completa são os sistemas de ordenação dos carregadores expressos ou os sistemas separação de bagagem nos aeroportos. Também, produtores de carro usam a tecnologia da informação como um viabilizador para linhas de produção automatizadas. As tecnologias mais comuns para esta tarefa são os códigos de barra e o RFID. Via de regra, o código de barra é utilizado em aplicações onde os identificadores são usados uma única vez, enquanto o RFID em aplicações onde os identificadores são reutilizáveis (freqüentemente unidos a peças recicláveis da infra-estrutura de logística). Um caso especial de processo de automação baseado no RFID é a construção de sistemas para alimentação automática de animais domésticos. Nestes sistemas, o animal é equipado com um identificador RFID e o sistema de alimentação reconhece o animal que entra na área de alimentação, e libera o tipo e quantidade certa de alimento.

Em aplicações onde a coleta de dados é automatizada, identificadores automáticos são usados para obter dados dos objetos e alimentar um repositório. A identificação automática (Auto-ID) produz tanto eficiência operacional quanto ausência de erros em condições favoráveis. Aplicações para manipulação de dados são comuns especialmente em armazéns e pontos finais de varejo. Em armazéns, a aplicação usualmente objetiva facilitar a manutenção do inventário. Listas de coleta, locais de armazenagem e freqüentemente também containeres são equipados com identificadores. Empregados dos armazéns usam estes identificadores para computar informações relativas ao processo de armazenagem (ex.: quais itens foram estocados e onde, e quais foram retirados) no banco de dados onde as informações pertinentes ao inventário são mantidas.

Em aplicações de captura automática de dados, a tecnologia de código de barras é a mais usual hoje no mercado, por exemplo em esteiras de logística, mas apesar disso, ainda é deficiente já que os produtos devem estar organizados, tendo necessitado de um trabalho e uma preocupação antecedente a captura automática dos dados. Entretanto, aplicações baseadas no RFID estão emergindo de uma forma mais flexível e efetiva (mais independente de intervenções humanas), embora custe significantemente mais, especialmente em aplicações onde o volume de dados é grande. A tecnologia OCR *(Optical Character Recognition*) também é usada para automatizar a captura e a entrada de dados em ambientes de escritório (com, por exemplo, no registro de cheques bancários).

Podemos dividir os sistemas de identificação em dois blocos: aqueles cuja recuperação dos dados de informação provocam um retardo nas ações características feitas sobre os elementos

a serem identificados, e aqueles em que a identificação é imediata, conforme capacidade de armazenamento de dados suportadas pelas tecnologias de identificação detalhadas por (Finkenzeller, 2003).

No primeiro bloco, temos trivialmente, por exemplo, o número de série de produtos no processo de manufatura: neste caso, a leitura implica na necessidade de posicionar, manusear e assim, ler a identificação / número de série (retardo). Para se ter informações adicionais ao número de identificação, por exemplo, descrição, modelo e tamanho do produto, é preciso recorrer a outros sistemas que dizem o que significa os três primeiros números, as duas letras seguintes, etc. No caso do código de barras temos o mesmo efeito mnemônico do número de série. A informação não é explícita o que inviabiliza algumas decisões imediatas (necessidade de consultar outros sistemas). Por exemplo da informação obtida se pode inferir que o produto de um determinado número passou ou está passando por um processo anômalo. Só se recuperarmos a receita de fabricação do produto, os passos por que acaba de passar, comparar um com outro, etc. é que podemos tomar alguma ação. Enquanto isso o que acontece com o produto? Fica parado? Ou fica com as informações defasadas por que já decorreram outros processos que não foram anotados.

No outro bloco temos uma leitura imediata, por exemplo, o RFID tem a possibilidade de reduzir este gap mostrando a identificação e informações básicas para inferência ao mesmo tempo ou em um tempo menor, já que possui alta capacidade de armazenamento de dados no chip da tag (anexa ao produto no momento da leitura).

De forma resumida, os aspectos mais importantes que diferenciam o RFID do código de barras estão dispostos na Tabela 2-4.

Tabela 2-4 Comparativo entre os sistemas com código de barras e sistemas RFID

Código de barras	RFID
Utiliza luz óptica	Utiliza radiofreqüência
Precisa de campo visual direto para realizar a leitura	Sem necessidade de contato físico ou visual direto, pode ler através de diversos materiais como plásticos, madeira, vidro, papel, cimento etc
No código de barras há 14 campos disponíveis para se preencher com letras, números e símbolos	Um chip de radiofreqüência tem 96 campos. Mais campos significa mais combinações para identificar cada produto
Código de barras não é eficiente em ambientes insalubres	Permite a codificação em ambientes insalubres
Não permite a inclusão de novos dados	Podem permitir a inclusão de novos dados para posterior recuperação por parte dos leitores
Maior tempo de resposta	Menor tempo de resposta, de 100 ms
Leitura individual	Várias etiquetas podem ser lidas simultaneamente
Mais barato	Mais caro
Maior risco de erros de leitura	Menor risco de erros de leitura

2.3.2 GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO NO NÍVEL DE ITENS

Em aplicações de gerenciamento da informação, identificadores são usados para armazenar informações relativas aos objetos aos quais os identificadores estão presos.

Num ponto de vista teórico, as informações a respeito de itens (ID, Tamanho, Estado, Histórico, Instruções) podem ser armazenadas tanto em identificadores como em repositórios. Quando a informação é armazenada num repositório de dados, o identificador é usado como uma referência primária para a localização dos dados complementares contidos no repositório, ou seja, como uma chave das informações dos itens.

Talvez o problema mais essencial em gerenciamento da informação para itens seja definir os diferentes níveis nos quais a informação é gerenciada. A alternativa mais comum para gerenciamento da informação é o gerenciamento da informação no nível de (Dos Santos, 2005):

- Tipo de produtos - geralmente produtos consumíveis, intercambiáveis, com as mesmas características. Por exemplo: Livros com mesmo assunto teórico (Classificação geral de Tombo do conselho de biblioteconomia);
- Nível de lotes - necessário quando diferentes lotes têm características diferenciadas, mas os seus produtos internos são semelhantes. Usualmente utilizado para produtos farmacêuticos

e perecíveis de varejo, pelo fato destes terem de ser controlados por uma data de validade. Por exemplo: Exemplares diferentes mas com mesmo ISBN;

- Nível de produtos individuais. Utilizado quando os atributos individuais dos produtos são de grande importância (valor do item, sua criticidade, vida útil, complexidade do sistema do qual ele faz parte, requisitos externos). Utilizados em equipamentos complexos (como aeronaves), que pedem por facilidade na manutenção. Por Exemplo: Livros com mesmo título, editora, autor e ISBN mas com numeração de Tombo diferente (A numeração de tombo é um número interno da Biblioteca que identifica cada obra do acervo – Quando foi comprada, etc). Se temos 2 exemplares de mesmo ISBN, teremos 2 diferentes número de tombo.

2.3.2.1 ISBN

O ISBN, *International Standart Book Number*, é um sistema internacional padronizado de numeração e identificação de títulos de livros em uma determinada edição, aplicado também a software. O fundamento do sistema é identificar um livro de uma determinada edição. Uma vez fixada a identificação, ela só se aplica àquela obra, naquela edição, não podendo jamais ser reutilizada. O ISBN é o resultado de um sistema numérico para livros utilizado pelos editores ingleses e amplamente aceito tanto pelo comércio de livros quanto pelas bibliotecas. A partir de uma reunião realizada em Berlim, em 1967, o sistema foi oficializado internacionalmente e ratificado posteriormente pelo ISO (*International Standart Organization*) como norma internacional, em 1972 (ISO 2108-1972).

Outras vantagens do ISBN é facilitar o controle de estoques, facilitar o controle de vendas, padronizar os pedidos de livros às editoras, facilitar a interligação de arquivos, a recuperação e a transmissão de dados em sistemas automatizados, eliminar barreiras lingüísticas na comercialização e facilitar o intercâmbio bibliográfico nacional e internacional. (Fundação Biblioteca Nacional. Manual do editor: ISBN: ISMN, 2000)

Através dos números ISBN de um livro, pode-se compor uma numeração EAN/UCC-13 específica para ser representada em código de barras EAN-13. Nessa situação os padrões EAN.UCC e ISBN se completam.

2.3.2.1.1 ESTRUTURA DO ISBN

Um ISBN sempre consiste de 10 dígitos procedidos das letras ISBN. Os 10 dígitos são dividido em 4 partes de tamanho variável no qual precisam ser separados por espaços ou hífens. Exemplo:

ISBN 0 571 08989 5 ou ISBN 90-70002-04-3

O número de dígitos nas 3 primeiras partes do ISBN (Identificador de Grupo, Identificador de Editora e Identificador de Título) varia. Todos grupos são identificados pela Agência Internacional de ISBN em Berlim.

2.3.2.1.1.1 IDENTIFICADOR DE GRUPO

A primeira parte do ISBN identifica um país, uma unidade regional ou uma área de idioma. Por exemplo: 3 equivale ao grupo de países que utilizam o idioma alemão; 982 equivale às publicações dos países do Pacífico Sul. Regiões com maior número de publicações são representadas por um número menor de dígitos.

Exemplo: ISBN **90-** ...

2.3.2.1.1.2 IDENTIFICADOR DO PUBLICADOR

A segunda parte do ISBN identifica um publicador ou editora dentro de um grupo regional. Este número identifica o endereço da editora e é dado de acordo com o número estimado de obras publicadas. Este número não pode ultrapassar 7 dígitos.

Exemplo: ISBN 90-**70002-** ...

2.3.2.1.1.3 IDENTIFICADOR DE TÍTULO

A terceira parte do ISBN identifica uma específica edição de uma publicação do seu publicador / editora. Este dígito consiste de até 6 dígitos. Como o ISBN precisa ter 10 dígitos, esta parte tem seus dígitos precedidos por 0.

Exemplo: ISBN 90-70002-**04** .

2.3.2.1.1.4 DÍGITO VALIDADOR

O útlimo dígito é o dígito validador de um ISBN. Ele é calculado a partir de um peso decrescente de 10 a 2. Este peso é multiplicado pelo dígito do ISBN respectivo. Somando-se

os valores resultantes, o total precisa poder ser dividido por 11 e não ter resto, conforme Figura 2-3.

For example: ISBN 0-8436-1072-7:

	Group identifier	Publisher identifier				Title identifier				Check digit
ISBN	0	8	4	3	6	1	0	7	2	7
Weight	10	9	8	7	6	5	4	3	2	
Products	0	+72	+32	+21	+36	+5	+0	+21	+4	+7

Total: 198

Figura 2-3 Exemplo ISBN - Dígito validador (International ISBN Agency, 2001)

Como 198 pode ser dividido por 11, o número 7 é o dígito validador e o ISBN é válido.

2.3.2.2 ISSN

O ISSN - Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas (*International Standard Serial Number*) é o identificador aceito internacionalmente para individualizar o título de uma publicação seriada, tornando-o único e definitivo. Seu uso é definido pela norma técnica internacional da *International Standards Organization* ISO 3297.

O ISSN é operacionalizado por uma rede internacional, e no Brasil o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, IBICT, atua como Centro Nacional dessa rede.

O ISSN identifica o título de uma publicação seriada (jornais, revistas, anuários, relatórios, monografias seriadas, etc.) em circulação, futuras (pré-publicações) e encerradas, em qualquer idioma ou suporte físico utilizado (impresso, online, CD-ROM etc.).

O ISSN é composto por oito dígitos, incluindo o dígito verificador, e é representado em dois grupos de quatro dígitos cada um, ligados por hífen, precedido sempre por um espaço e a sigla ISSN.

Exemplo: ISSN 1018-4783.

2.3.2.3 CLASSIFICAÇÃO DECIMAL UNIVERSAL

A Classificação Decimal Universal é um sistema multilíngüe de classificação bibliográfica de livros para a organização de bibliotecas inventado pelos biógrafos belgas Paul Otlet e Henri la Fontaine, entre 1904 e 1907. A Classificação Decimal Universal (ou simplesmente CDU) é baseada no sistema de Classificação decimal de Dewey. Desde a sua invenção sofreu uma série de aprimoramentos que a tornaram mais complexa e efetiva. Ela é capaz de indexar praticamente qualquer produção intelectual, independente do idioma ou meio de comunicação/armazenagem utilizados.

Assim como a classificação Dewey, na CDU os assuntos são divididos em 10 classes. São utilizados numerais indo-arábicos e sinais de pontuação para classificar os livros. Uma inovação em relação à classificação Dewey é que os assuntos de determinada obra podem ser correlacionados.

As classes são divididas em 100 subclasses e estas subsequentemente, são divididas em mais 1000. Com isso é possível descriminar cada obra de acordo com seu assunto.

2.3.2.3.1 CLASSES PRINCIPAIS

O sistema é composto por 11 categorias:

- 0 Generalidades. Ciência e Conhecimento. Ciências da Informação. Informática. Documentação. Biblioteconomia
- 1 Filosofia e psicologia
- 2 Religião. Teologia
- 3 Ciências Sociais. Sociedade. Política. Economia. Comércio. Direito. Seguro. Educação. Folclore. Estatística
- (4 Classe vaga. Não atribuída. Provisoriamente não ocupada)
- 5 Matemática e Ciências Naturais. Ciências Puras
- 6 Ciências Aplicadas. Medicina. Saúde. Tecnologia. Agricultura. Cozinha e Culinária
- 7 Belas Artes. Arquitetura. Música. Recreação. Turismo. Diversões. Esportes. Jogos
- 8 Linguagem. Língua. Lingüística. Filologia. Literatura
- 91 Geografia
- 92 Biografia. Genealogia. Heráldica
- 93/99 História. Arqueologia

2.3.3 IDENTIFICAÇÃO POR RADIO FREQÜÊNCIA (RFID)

2.3.3.1 DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

O RFID é meramente um termo mais recente para a família tecnológica de sensoriamento que existe a pelo menos 50 anos. O primeiro uso comumente aceito da tecnologia relacionada ao RFID ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial. Os britânicos instalaram *transponders* em suas aeronaves de forma a, quando interrogadas, conseguirem responder com um sinal de identificação apropriado. Esta tecnologia não permitia a identificação exata da aeronave, mas era suficiente para distingui-la dos aviões inimigos. Esta tecnologia de *transponder*, chamada de *Identify Friend or Foe* (IFF), passou por desenvolvimentos e até hoje é utilizada tanto na aviação civil como na militar (Eagle, 2002).

Figura 2-4 Conjunto de Radar + IFF durante a WWII (Dos Santos, 2005)

Na Figura 2-4 é mostrada a utilização de campo do IFF (tecnologia precursora do RFID). Na Tabela 2-5 traz um resumo do histórico de evolução e de adoção.

Tabela 2-5 Histórico do RFID (Landt, 2004)

Década	Eventos
1940 - 1950	Refino e uso do Radar (maior esforço de desenvolvimento da Segunda Guerra Mundial). O RFID é inventado em 1948.
1950 - 1960	Primeiras explorações sobre a tecnologia do RFID, experimentos laboratoriais.
1960 - 1970	Desenvolvimento da teoria do RFID. Primeiras aplicações de campo.
1970 - 1980	Explosão do desenvolvimento do RFID. Os testes são acelerados. Primeiras adoções.
1980 - 1990	Proliferação de aplicações comerciais.
1990 - 2000	Emergência dos primeiros padrões. Implantações em larga escala. O RFID se tona parte do cotidiano diário.

A identificação por rádio freqüência (RFID) faz uso de uma tecnologia sem fio de identificação automatizada, que permite a leitura sem-contato dos dados, que a torna eficaz para a ambientes agressivos ou de difícil acesso, onde as etiquetas de código de barras podem não se sair bem. As etiquetas de RFID têm o potencial de modernizar e melhorar o gerenciamento de estoques, permitindo aos gerentes rastrear o fluxo dos produtos de maneira mais eficiente. Um ambiente coberto com antenas de leitura RFID permite saber se o produto está neste local, sem a necessidade de interferência humana para a realização da captura dos dados, fatos que trazem comodidade e segurança.

O esquema de funcionamento das *tags* inteligentes é relativamente simples e composto por dois itens principais: A etiqueta (*transponder*), que possui um chip embutido chamado de EPC (Código Eletrônico de Produto) e um leitor (interrogador), que consegue recuperar as informações contidas no EPC através de rádio freqüência. As etiquetas ativas possuem bateria para fornecer eletricidade ao seu transmissor de dados. As etiquetas passivas são ativadas ao receberem as ondas de rádio do leitor remoto.

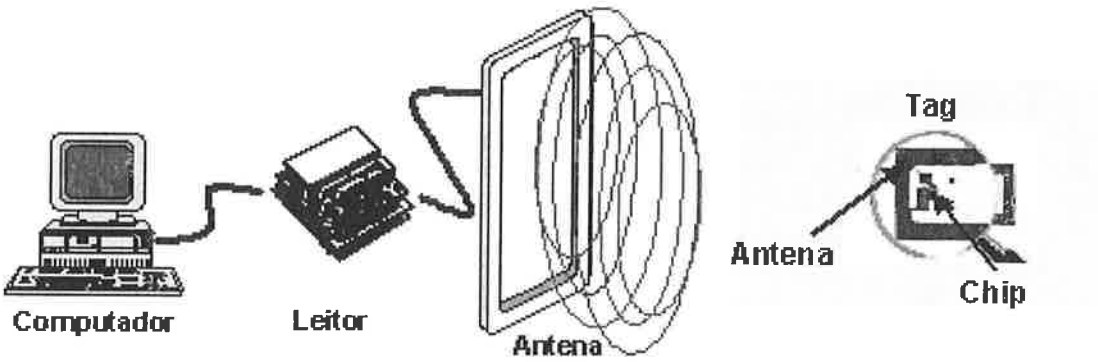


Figura 2-5 Esquema simplificado da tecnologia RFID (Dos Santos, 2005)

Por trás do leitor, entra em ação um computador qualquer com um programa desenvolvido de acordo com as necessidades de cada empresa ou instituição. Devido ao tamanho reduzido, os EPCs podem ser empregados em um vasto range de aplicações.

A informação armazenada na etiqueta pode variar de tão pouca informação, como um número de identificação, até *kilo-bytes* de informação dinâmica, como o histórico de temperatura, dependendo da capacidade de memória no chip. O *MIT Media Lab* desenvolveu uma série de dispositivos que usam uma abordagem de RFID sem chip, no qual as etiquetas individuais têm ressonâncias distintas que os leitores próximos podem discernir. Variações no acoplamento magnético de campo podem indicar o movimento das etiquetas. Mais

genericamente, o uso de materiais inteligentes pode modificar a freqüência de ressonância da etiqueta com base em condições ambientes, permitindo que as etiquetas meçam temperatura, força ou umidade. Infelizmente, o número de ressonâncias distinguíveis disponíveis a essas aproximações de dispositivos sem chip não é suficiente para permitir uma identificação globalmente única (Dos Santos, 2005).

A fabricante Hitachi desenvolveu um chip integrado RFID de dimensões extremamente reduzidas, como pode ser visto na Figura 2-6. A informação ID é armazenada durante a sua fabricação, impossibilitando falsificações ou que os seus dados de identificação sejam copiados.

Figura 2-6 O μ-chip (0,4 x 0,4mm) com acesso wireless em 2,45MHz (Takaragi, 2001)

Alguns usos questionáveis da tecnologia já começaram a surgir. Os EUA testaram as *tags* na última guerra do Iraque. Com isso o governo sabia exatamente onde estavam alimentos, suprimentos, etc. e quando iriam chegar ao destino (Dos Santos, 2005). Mas algumas outras iniciativas, como a mostrada em (Ogata, 2004) a está utilizando para fins bem mais nobres, como em atividades de aprendizado de línguas.

2.3.3.2 PARTICULARIDADES DA TECNOLOGIA RFID

Fatores críticos num sistema RFID incluem o range com o qual a comunicação pode ser mantida, o tamanho do espaço ocupado pela informação na *tag*, a taxa com a qual a comunicação pode ser estabelecida, o tamanho físico da *tag*, a habilidade do sistema em se comunicar com várias *tags* ao mesmo tempo e a interferência causada por algo bloqueando o caminho entre as *tags* e a leitora. Diversos fatores determinam o nível de performance que pode ser atingido. Outras questões incluem os níveis legais ou regulatórios de emissão RF permitida no país de uso, se as *tags* possuem fonte própria de energia para auxiliar na

comunicação com os leitores (se elas são do tipo passiva ou ativa), e a freqüência RF usada no transporte da informação.

O elemento mais significante na decisão sobre o tipo de sistema RFID é a freqüência sobre a qual ele opera. Como os sistemas de RFID emitem ondas de rádio, o seu uso é regulado para evitar impactos negativos sobre outros sistemas de rádio e organismos. Por essa razão, normalmente só é possível o uso de ranges de freqüência que foram reservadas especificamente para aplicações industriais, científicas ou médicas. Essas freqüências são classificadas no mundo inteiro como freqüência ISM (*Industrial-Scientific-Medical*), podendo também ser usadas para aplicações RFID.

Durante as décadas de desenvolvimento do RFID, a indústria desenvolveu várias soluções que contrabalançaram estas restrições de emprego mencionadas anteriormente. A vasta maioria dos sistemas atuais emprega poucas freqüências RF, que por sua vez incluem bandas relativamente estreitas nas freqüências (o que descreve a escolha das tags e leitoras, como mostrado na Figura 2-7 e Tabela 2-6).

- 125/134 kHz (LF)
- 13.56 MHz (HF)
- 868/915/950 MHz (UHF)
- 2.45 / 5.8 GHz (microonda)

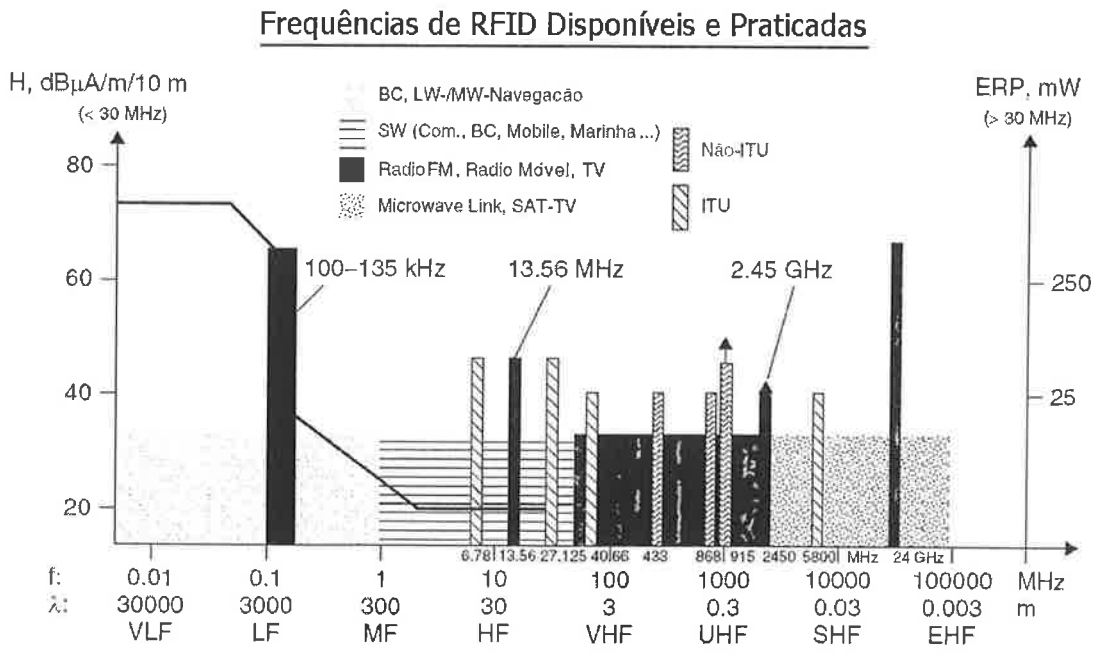


Figura 2-7 Freqüências de RFID disponíveis e praticadas (Finkenzeller, 2003)

Tabela 2-6 Comparativo entre as freqüências usadas no RFID

Freqüências	LF	HF	UHF	Microondas
Máximo alcance de leitura (tags passivas)	< 0.5 m	1 m	3 m	-1 m
Transmissão de Dados	Lento	←	→	Rápido
Habilidade de leitura próxima a superfícies metálicas ou úmidas	Melhor	←	→	Pior
Dimensões (tags passiva)	Maior	←	→	Pequeno

Além de freqüências ISM, o range de freqüência abaixo de 135 kHz é também conveniente, porque torna possível trabalhar-se com altas potências de campo magnético.

Há quatro freqüências principais de sistemas RFID que são globalmente disponíveis; 135 kHz e a baixo; 13,56 MHz, freqüências de UHF entre os ranges de 869 MHz a 928 MHz, e a banda de microondas 2,45 GHz. Os sistemas com ranges de freqüência de 6,78 MHz também existem, mas não são muito comuns.

Como regra geral, quanto mais alta a freqüência, maior será a capacidade de transferência de dados; e quanto mais baixo a freqüência, maior será a energia disponível para o *transponder* dos sistemas indutivos. Nas freqüências de microonda, a energia para o *transponder* não pode ser fornecida por acoplamento indutivo, portanto esses *transponders* sempre precisam de uma fonte de energia interna para fazer funcionar o chip de memória ou o microprocessador. (Kärkkäinen et al, 2001).

A Tabela 2-7 sintetiza os mecanismos de funcionamento de leitura da etiqueta eletrônica dos sistemas de baixa (30 a 500 KHz) e alta freqüência (850 a 950MHz e 2,4 a 2,5 GHz).

Tabela 2-7 Funcionamento dos sistemas de baixa e alta freqüência (Want, 2004)

Sistema de baixa freqüência	Sistema de alta freqüência
1) Um circuito integrado envia um sinal pro oscilador, que cria uma corrente alternada na bobina do leitor.	1) Um circuito integrado envia um sinal digital para um *transceiver*, que gera um sinal de rádio-freqüência que é transmitido por uma antena dipolo.
2) A corrente gera um campo magnético alternado que serve como fonte de energia para a etiqueta.	2) O campo elétrico dos sinais propagados dá origem a uma diferença de potencial através da antena dipolo da etiqueta, que causa um fluxo de corrente no capacitor. A carga resultante é presa pelo diodo.
3) O campo interage com a bobina na etiqueta, induzindo uma corrente que causa um fluxo de carga para um capacitor, onde tal fluxo fica preso pelo diodo.	
4) Enquanto a carga acumula no capacitor, a voltagem neste também aumenta e ativa o circuito integrado da etiqueta, que, então, transmite seu código identificador.	3) A voltagem através do capacitor liga o circuito integrado da etiqueta, que envia seu código identificador único por meio de uma série de voltagens altas e baixas - correspondentes a uns e zeros. O sinal vai para o transistor.
5) Altos e baixos níveis de sinal digital (uns e zeros) codificam o identificador ligando/desligando o transistor.	
6) Variações na resistência do circuito, resultantes do ligamento e desligamento do transistor, causam a geração de um campo magnético variável próprio da etiqueta, que interage com o campo do leitor. Nesta técnica, chamada modulação de carga, flutuações magnéticas causam mudanças no fluxo de corrente do leitor para a bobina no mesmo padrão dos uns e zeros transmitidos pela etiqueta.	4) O transistor liga e desliga pelas voltagens altas e baixas do sinal digital, alternadamente causando na antena a reflexão ou recepção de alguma energia de radio freqüência incidente do leitor.
	5) Variações na amplitude do sinal refletido, chamadas *backscatter modulation* correspondem a um padrão do transistor ligando e desligando.
7) As variações no fluxo de corrente na bobina do leitor são sentidas por um dispositivo que converte esse padrão num sinal digital. O circuito integrado do leitor, então, decodifica o código de identificação da etiqueta.	6) O *transceiver* do leitor detecta os sinais refletidos e os converte em um sinal digital que é retransmitido para o circuito integrado, onde o identificador único da etiqueta é determinado.

A potência da antena também é um fator de grande influência no range de leitura e escrita, apesar de etiquetas passivas de menor freqüência terem menor limite de range de leitura, é comprovado que antenas de 125KHz com grande potência podem ter alcance de leitura maior do que antenas de 915MHz de baixa potência, conforme citamos mais adiante nos testes realizados neste trabalho entre antenas e leitoras (30 cm) dos fabricantes Kimaldi e WJ Communications, e conforme explicação teórica abaixo.

Um aspecto importante do eletromagnetismo em diversas aplicações é que quando a radiação eletromagnética atravessa um condutor elétrico, induz uma corrente elétrica no condutor. Este efeito é utilizado nas antenas, amplamente empregadas atualmente. A antena é o dispositivo cuja função é transformar energia eletromagnética guiada pela linha de transmissão em energia eletromagnética irradiada, pode-se também dizer que esta lei serve também no sentido inverso, isto é, transformar energia eletromagnética irradiada em energia eletromagnética guiada para a linha de transmissão. Portanto, sua função é primordial em qualquer comunicação onde exista radiofreqüência. A relação entre as potências de emissão e recepção é proporcional e obedece à Fórmula de Friis.

A Fórmula de Friis (ou Lei de Friis) é usada em engenharia de telecomunicações e relaciona a potência transmitida de uma antena para outra em determinadas condições ideais.

Na sua forma mais simples, a Fórmula de Friis é a que se segue na Equação 2-1. Dadas duas antenas, o fator da potência recebida pela antena de recepcão, Pr, sobre a potência transmitida à antena de transmissão, Pt, é dado por:

Equação 2-1 Forma mais simples da Fórmula de Friis

$$\frac{P_r}{P_t} = G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2$$

onde Gt e Gr são os ganhos das antenas de transmissão e recepção, respectivamente, λ é o comprimento de onda e R é a distância entre elas. Os ganhos das antenas são medidos com respeito a antenas isotrópicas (em unidades lineares e não em decibéis), com o comprimento de onda e a distância nas mesmas unidades.

Um dos fatores de grande importância na avaliação para a aplicação de RFID é o range de leitura. O range de leitura depende de três fatores principais, potência da antena, formato e composição da etiqueta (inlay) e freqüência. Existem outros fatores que influenciam no range de leitura como interferências externas, etc. Resumidamente, podemos explicar que, em ambientes com condições propícias e controladas, quanto maior a freqüência e a potência da antena, maior será o limite de range de leitura. Já o formato (quadrado, redonda ou cruz) e composição do inlay da etiqueta podem resultar ranges de leitura bem diferentes. Conforme testes realizados na Universidade de Chicago e apresentado no encontro do RFID Journal em setembro de 2006, o formato do inlay pode fazer etiquetas terem melhor desempenho dependendo de sua aplicação (posicionamento / direcionamento da Antena). Vemos na Figura 2-8 alguns dos diferentes formatos de inlays. As antenas possuem sempre uma direção que emitem maior energia eletromagnética irradiada conforme explicaremos a seguir, e se o inlay da etiqueta tiver maior comprimento nesta direção para transformar energia eletromagnética irradiada em energia eletromagnética guiada, logicamente, será energizado com maior intensidade e poderá emitir sinais mais fortes, o que permite a leitura em maior alcance. Assim, um fator que infuencia no range de leitura é o posicionamento da Antena com o formato do inlay da etiqueta. No encontro de Chicago em questão, foi realizado uma demonstração com a antena da fabricante Allien e com etiquetas passivas de diferentes formatos e tamanhos. O range de leitura chegou a ser de 30 cm à 6 metros, dependendo do formato, da direção e da posição na sala da etiqueta.

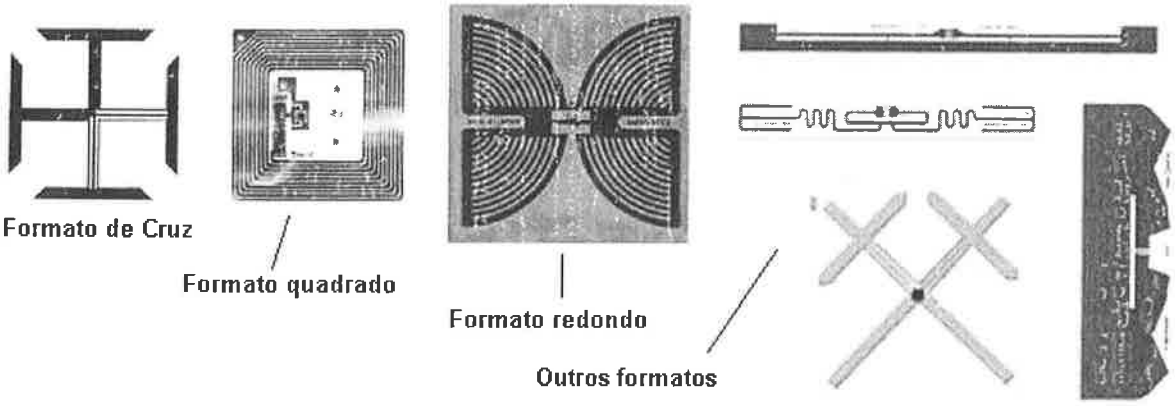


Figura 2-8 Diferentes formatos de inlays (tags passivas)

2.3.3.3 SISTEMAS RFID ABAIXO 135 KHZ

Os sistemas de RFID que funcionam em freqüências de 9 a 135 kHz são sistemas de indução acoplada. Com esses ranges de baixas freqüências, grandes ranges de operação podem ser alcançados com *transponders* de baixo custo.

As características básicas de sistemas RFID sobre as variedades de freqüência abaixo de 135 kHz podem ser resumidas como:

- Alto nível de energia disponível para o *transponder*;
- *Transponders* miniaturizados são possíveis (ID animal) devido à possibilidade de se usar antenas com enrolamentos de ferrite.
- Baixa taxa de absorção ou alta profundidade de penetração em materiais não-metálicos e água (explorada em identificação de animais).
- Obtenção de um range operacional superior a 1 metro.

2.3.3.4 SISTEMAS RFID DE FREQÜÊNCIA 6,78 MHZ

Os Sistemas que operam nesta freqüência (ondas curtas) são acoplados indutivamente e que podem ser usados para *transponders* de baixo custo e média velocidade. Esta freqüência é usada por um vasto range de serviços de rádio, como *broadcasting*, aplicações de clima e aeronáuticas e em agências de notícia. Suas características básicas são:

- Freqüência ISM, entretanto não usadas em alguns países (Alemanha);
- Energia disponível é ligeiramente maior que para 13,56 MHz;
- Apenas metade do clock de freqüência quando comparada a de 13,56 MHz;

2.3.3.5 SISTEMAS RFID PARA FREQÜÊNCIA 13,56 MHZ

Os Sistemas que operam nesta freqüência são acoplados indutivamente e podem ser usados para altas e médias velocidades de aplicação. Suas características básicas são:

- Banda disponível em todo o mundo como uma freqüência ISM;
- Rápida transmissão de dados (tipicamente 106 kbps)
- Alto *clock* de freqüência, logo funções de criptografia ou um microprocessador poder ser implementados.
- Capacitores paralelos para a antena do *transponder* (identificação de ressonância) podem ser implementados no chip;
- Ranges de leitura da ordem de 1 metro.

Este range de freqüência é usado para uma grande variedade de serviços de rádio (agências de notícia e telecomunicações). Outras aplicações ISM que operam neste range de freqüência, além dos sistemas de RFID, são os sistemas de controle remoto, modelos remotamente controlados, equipamentos de demonstração de rádio e *pagers*.

2.3.3.6 SISTEMAS RFID PARA FREQÜÊNCIAS UHF

Os Sistemas que operam em freqüências entre 869 e 928 MHz são coletivamente chamados de sistemas de ultra-freqüência. Oferecem boas funcionalidades, mas a indisponibilidade global de bandas nestas freqüências se torna um problema. Suas características básicas são:

- Longas distâncias de leitura (acima de 2-3 metros), o que cobre a maioria das aplicações na cadeia de suprimentos;
- As atuais regulamentações européias só permitem campos de rádio com distâncias de leitura da ordem de 0,7 metros;
- Nenhuma freqüência global disponível para sistemas RFID, e a sua viabilização pode levar vários anos.

2.3.3.7 SISTEMAS RFID PARA FREQÜÊNCIAS DE MICROONDAS

A freqüência de 2,45 GHz é uma freqüência ISM globalmente aceita, a qual também é usada por transmissores de telemetria e sistemas LAN wireless. A harmonização regulatória é o

maior problema com este tipo de banda, devido ao limites de radiação na Europa serem dezenas de vezes menores do que nos EUA.

Os sistemas RFID baseados em freqüências de microondas são tanto sistemas ativos (com baterias internas), como sistemas passivos (por reflexão das ondas emitidas pelos leitores). O range operacional e as funcionalidades dos sistemas aumentam conforme a fonte de energia, mas os sistemas passivos oferecem custos mais baixos e uma vida-útil maior. As *tags* passivas são geralmente de curta distância, com ranges operacionais da ordem de 10 m ou menos.

As suas características principais são:

- A banda de freqüência está disponível no mundo inteiro como uma freqüência ISM;
- Rápida transmissão de dados (10-15 kbps para tags passivas e 1 Mbps para tags ativas);
- Todos os níveis de segurança necessários estão disponíveis para o transporte de dados;
- Os sinais de microondas são atenuados e refletidos pelos objetos contendo água ou tecido humano, e refletido por objetos metálicos (entretanto, os sinais penetram facilmente em madeira, papel, papelão, roupas, tinta, sujeira e materiais similares);
- Ranges de leitura variam de 0,5 a 12 metros para *tags* passivas e acima de 30 metros para *tags* ativas.

2.3.3.8 PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO DOS LEITORES RFID

Um sistema RFID consiste de um leitor, uma antena e um número de *tags* dentro do range da antena. Os leitores podem ser configurados para vasculhar constantemente o entorno, procurando por *tags* no ambiente, ou somente quando disparado, por exemplo, por um sensor de passagem ou um operador humano. Quando isto ocorre, o leitor distribui um sinal, perguntando por todas as *tags* que possam ser detectadas e possam responder ao leitor.

Existem duas maneiras das *tags* se comunicarem com os leitores: por baixas freqüências (13.5MHz e mais baixas), os sistemas tendem a usar acoplamento indutivo, onde o campo magnético gerado pelo leitor é modificado pelo circuito das *tags* para transmitir seu número EPC. O leitor pode então detectar estas mudanças no campo. Os sistemas que utilizam freqüências UHF (866 MHz e acima) tendem a usar a tecnologia *backscatter* (baseada na dispersão e modulação na amplitude das ondas). Nestes sistemas, as *tags* recebem a

transmissão dos leitores e os refletem de volta, modularizando o sinal de retorno para enviar o EPC.

Os leitores primeiramente perguntam para todas as *tags* para transmitirem seus EPCs. Se mais de uma *tag* está no range do leitor, elas irão interferir umas com as outras e os números EPCs podem não ser lidos. Neste caso, o leitor precisa adotar um protocolo anti-colisão para os sinais, como o mostrado em (Ho, 2003). O leitor pergunta às *tags* cujo número EPC bate com uma máscara específica de transmissão (por exemplo, iniciada por 011). Se ainda assim existir colisão, a máscara se tornará mais específica, até que as *tags* buscadas transmitam seu EPC. O EPC é armazenado e as *tags* são solicitadas a permanecer em silencio enquanto o leitor busque pelas restantes, sem interferências. Embora pareça rebuscado, este processo é realizado em frações de segundos e cada leitor pode (em condições ideais) ler centenas de *tags* adjacentes por segundo.

A Figura 2-9 a seguir mostra a metade inferior do padrão de alcance de um leitor de 13.56 MHz. O leitor em si é uma estrutura retangular plana. Como característica, pode-se perceber que o alcance não é uniforme sobre a área frontal do leitor e que este é particularmente limitado em algumas áreas. Este detalhe não chega a ser um problema para os leitores, dado que as *tags* normalmente se movem através do campo induzido em velocidades relativamente baixas quando comparadas à taxa efetiva de leitura e das distâncias envolvidas. No esquema fornecido, também é possível verificar a diferença entre as operações de I/O (para etiquetas ativas, o range de gravação sempre é menor que o de leitura, como mostrado na Figura 2-10).

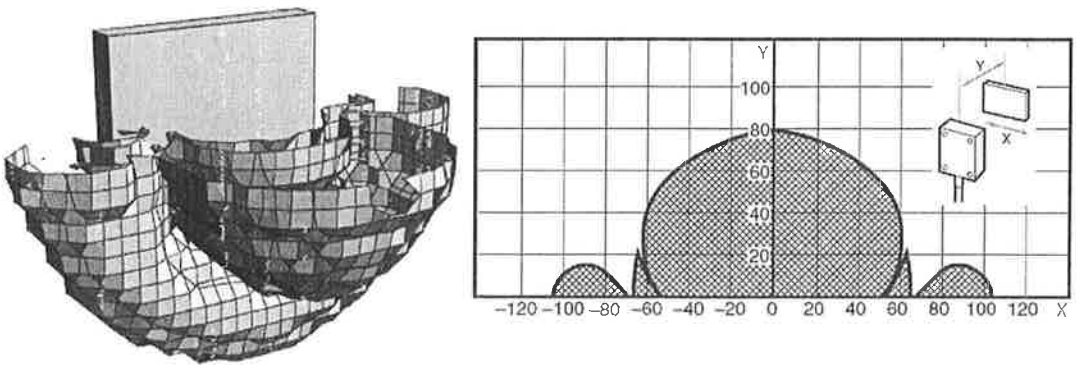


Figura 2-9 Padrão de emissão dos leitores RFID. Adaptado de (IfM, 2005)

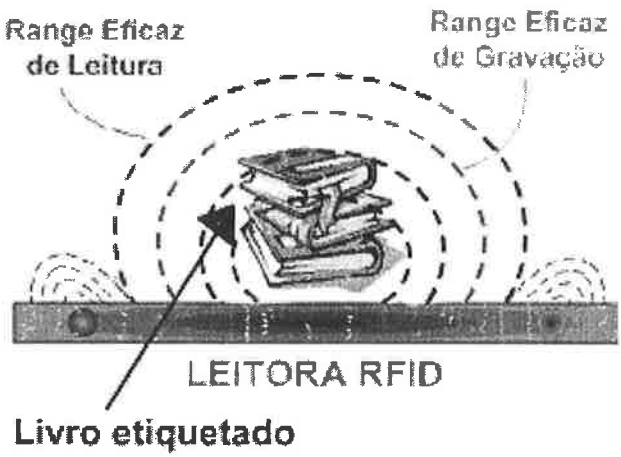


Figura 2-10 Diferença entre o processo de leitura e gravação das etiquetas. Adaptado de (Dos Santos, 2005)

2.3.3.9 POTENCIALIDADES GERAIS DOS SISTEMAS RFID

Ao se usar *tags* RFID, nenhuma linha de sinal ou visada física com o identificador precisa ser estabelecida para identificar o objeto portador da *tag* (como ocorre para o código de barras). Os produtos podem ser identificados sem esforço, durante o processamento e sem manuseios adicionais. Dessa forma, o grande benefício esperado é a diminuição ou até a eliminação do manuseio de produtos com a finalidade de identificá-los. As *tags* RFID podem ser lidas através de materiais não-metálicas e a quantidade de *tags* que podem ser lidas simultaneamente já é de algumas centenas.

Em (Juels, 2004) é mostrado a possibilidade de assincronismo na leitura das *tags*, de forma que muitas delas podem ser lidas simultaneamente, de forma a manter a integridade da informação na cadeia de suprimentos e propiciando uma produção livre de erros.

Fisicamente, as *tags* RFID são duráveis e resistentes à temperatura e outros fatores ambientais (sua capacidade de leitura não é prejudicada na maioria dos ambientes, particularmente os fabris). As *tags* RFID podem, desse modo, serem usadas em aplicações onde os códigos de barra seriam tecnicamente inviáveis (devido à temperatura ou sujeira). Também devido a sua robustez, as *tags* RFID podem ser usadas em aplicações onde os itens precisam ser manipulados com freqüência.

2.3.3.10 DEFICIÊNCIAS GERAIS DOS SISTEMAS RFID

Os sistemas RFID não são necessariamente infalíveis como tem sido propagado. Tais ocorrências podem dever-se a interferências no ambiente, reflexões não prevista ou

simplesmente uma instalação industrial que não está aderente às peculiaridades da tecnologia, como o excesso de ruídos (IfM, 2005).

Os leitores de RFID podem falhar na leitura das etiquetas por vários motivos:

- Distância e orientação das etiquetas em relação ao leitor;
- Certos materiais como metais ou líquidos podem distorcer ou absorver o sinal da etiqueta RFID;
- Ondas eletromagnéticas, ruídos de fundo gerados por outros equipamentos;
- A velocidade que as etiquetas se movimentam através dos leitores.

Uma das suas características (que poderia se tornar uma desvantagem num ambiente populado, caso não houvesse mecanismos anti-colisão) é que, embora dezenas de *tags* possam ser lidas simultaneamente, não é possível identificar deterministicamente qual delas está sendo lida num dado momento. Também não é possível escrever informações em somente uma de muitas *tags* dentro da área de leitura/escrita sem que alguma inteligência seja embutida nas *tags*. A *tag* precisa ser capaz de distinguir os pacotes de dados destinados a ela, ignorando os demais.

Os custos da tecnologia RFID são notavelmente maiores do que os análogos para os códigos de barra, apesar de nestes custos estarem relacionados o irrisório custo de tinta para impressão, os custos de associação, por exemplo a GS1, que depende de país para país e os custos de mão de obra por unidade logística, quando o processo não é automatizado ou etiquetado previamente.

Apesar do preço das etiquetas ter caído de US$0,80 em 1999 para US$0,40 em 2005 (atualmente o valor US$0.05 só é atingido para grandes quantidades: ~ 10^{10} etiquetas), as estimativas são otimistas para 2007 (previsão: US$0,15) visto decisões de grandes empresas do setor varejista na adoção ampla da tecnologia.

Em geral, o custo das *tags* tem sido um dos principais inibidores da implementação do RFID em processos que exijam a identificação de muitos itens não retornáveis. Entre as possibilidades para baratear as *tags* e os sistemas de leitura, temos:

- A redução no preço do chip com a tecnologia atualmente usada <=> houver redução na quantidade de silício;

- A diminuição da quantidade de informação armazenada no chip;
- Manter no chip somente o ID EPC. Outras informações devem ser armazenadas em repositórios de dados complementar, usando ID EPC como chave primária de referenciamento.

Além do preço, a falta de padrões globais está retendo os investimentos na tecnologia RFID. Existem alguns padrões disponíveis, mas poucos são relativos a freqüências significativas. Há algumas áreas com aplicação de padrões específicos, mas a padronização das características mais gerais ainda está em andamento.

Há alguns contribuidores relevantes à padronização global do RFID. O *Joint Technical Committee* da ISO e IEC é um dos mais importantes nesta área. Há várias dimensões na tecnologia RFID a serem consideradas e por isso, que existem vários grupos examinando estes assuntos dentro da ISO. Os padrões ISO e o seu estado atual são apresentados no Apêndice I.

O RFID não é uma tecnologia auto-utilizável, o que significa que se não houver a integração, os sinais não terão significado algum. Isto proporcionará ao mercado de integração de sistemas um potencial muito grande. Estas tecnologias já estão sendo desenvolvidas, algumas já existem, mas entre a disponibilidade e a utilização prática existe um longo caminho.

2.3.3.11 PREOCUPAÇÕES PARA APLICAÇÃO DO RFID NA BIBLIOTECA

- Papel: As etiquetas deverão ser colocadas do lado externo ao livro. A alta densidade dos livros, sucessivas camadas de papel, cria uma barreira para algumas freqüências. Se as etiquetas forem fixadas interiormente aos livros, vão fornecer mais dificuldades de leitura.
- Metal: As prateleiras do acervo são feitos, na maioria das vezes, de metal, o que bloqueia ondas de rádio. Este problema não é maior já que as etiquetas não são colocadas no metal, o que poderia criar dificuldades na leitura desta. Se as etiquetas fossem fixadas interiormente a compartimentos metálicos, iriam fornecer ainda mais dificuldades de leitura. A solução aconselhada seria trocar por prateleiras de plástico ou madeira.
- Corpo Humano: A grande concentração de água no corpo humano é uma barreira para algumas freqüências, podendo assim, gerar problemas em relação a segurança dos livros tirados.

- Orientação e colocação: a orientação de etiqueta (com respeito à antena do leitor) e a sua colocação sobre o produto influenciam na capacidade de leitura da etiqueta.
- Interferência: apesar da biblioteca ser preenchida com outras fontes de ondas rádio, inclusive telefones celulares e dispositivos sem fios 802.11, estes não devem interferir com as etiquetas da rede EPC.
- Perdas ou falta de leituras: os leitores devem "enxergar" todas as etiquetas que foram destinadas para serem lidas, sem perder nenhuma leitura.

Há também preocupações secundárias, como determinar de exatidão de leitura e a volume de informação tratada num ambiente de produção, bem como a capacidade de integração com os sistemas de informações corporativos (EIS) (Sun, 2003).

2.3.3.12 PADRONIZAÇÃO DE DRIVERS RFID

Muitos sugeriram que deveria ser criado para o *RFID* industrial um padrão muito semelhante ao que foi feito para o código de barras. O setor industrial de códigos de barra criou padrões relativos ao código de barra e como este é interpretado (tanto para os padrões de produtos quanto para os padrões de formato de dados). Criar um padrão alterável sem afetar o preço e o desempenho é completamente justificável, como foi o caso do código de barra.

Criar de um padrão que possa afetar o desempenho e impacte no uso de tecnologias é mais difícil, como é o caso com *RFID*. As diferenças entre fabricantes *RFID* e a variedade de aplicações não permitirão que um padrão se sobressaia dentro de todo o setor industrial *RFID*. Os mercados específicos e as aplicações específicas provavelmente criarão padrões pelos quais todas as companhias que desejem participar naqueles mercados tenham de se enquadrar a eles. Esta segmentação também é verdadeira com a atual padronização de código de barra, mas com a exceção que de existe um único padrão globalmente aprovado, o código de EAN/UCC.

Um padrão único baseado numa tecnologia específica para todo o setor industrial *RFID* é muito improvável. A criação de tal padrão causaria uma padronização de desempenho onde todas as aplicações poderiam não ser aceitáveis ou incorrer em preços excessivos. É mais provável que vários padrões paralelos desenvolvam-se, cada um atendendo às necessidades de algumas aplicações. Uma pergunta importante ainda permanece sem resposta: se um

padrão de estrutura global emergirá para acomodar algumas poucas sintaxes padronizadas de dados e tipos padrões de Etiquetas *RFID*.

A padronização da tecnologia *RFID* está ainda muito pouco encaminhada. O ambiente de gestão global da cadeia de suprimentos necessita de padrões para produtos, testes, interfaces e de definições de dados para o sistema.

A padronização de produto tem de incluir definições acerca dos tipos de etiquetas que podem ser usadas. A padronização da interface tem de endereçar a escolha da banda de freqüência, protocolos formatos de dados usados. Cada um desses é essencial para que cada sistema seja operacional, muito importante numa aplicação globalmente usada e que tem de adequar-se às características de ambientes muitos diferentes.

A mais desafiante de todas as decisões é a escolha da freqüência, pois ela afeta a capacidade de comunicação do sistema como um todo, além do espectro de rádio já estar quase totalmente alocado para as aplicações atuais. Não só é difícil encontrar freqüências ainda não utilizadas, mas o uso das freqüências também varia ao redor do mundo. Isto faz da padronização do uso das freqüências um problema vital para a aplicação do *RFID* global.

Para a integração interna de sistemas, um padrão de dados usado para identificação global (como o código de identificação EAN/UCC) tem de ser estabelecido. Além do mais, os campos de dados e a sintaxe têm de ser definidos para assegurar a interpretação unívoca dos dados em qualquer lugar que estes forem lidos.

Além disso, para adquirir uma massa crítica de usuários, a nova tecnologia tem de ser compatível com padrões existentes, particularmente os códigos de barra usados no setor industrial em questão. Caso contrário, o esforço de mudança para o novo sistema pode ser demasiadamente alto e fazer como efeito colateral que as companhias precisem buscar novas soluções baseadas em sistemas proprietários. De mesmo modo, deve haver uma boa disponibilidade dos equipamentos necessários e a preços razoáveis, de forma a permitir uma rápida adoção do sistema e possibilitar a racionalização da relação custo/eficiência esperada.

O setor industrial que despontou na liderança da adoção das aplicações globais de RFID é a indústria de varejo. Eles têm a experiência com a identificação uniforme de produtos (código de barras EAN/UCC) e o mais importante, os seus volumes de negócio são suficientemente

altos para viabilizar a massa crítica de usuários necessária. Isto faz da iniciativa EAN/UCC sobre a tecnologia RFID um participante significativo neste mercado. Uma característica interessante nessa tecnologia é a escolha da freqüência: o GTAG procura funcionar próximo da banda de 900 MHz, a alocação atual desta freqüência está um tanto fragmentada pelo mundo. A melhor aplicação conhecida sobre a mesma banda de freqüência é a rede de GSM européia.

Em geral, deve-se acrescentar valor às tecnologias de identificação competitivas. A alta capacidade de dados, melhor durabilidade em ambientes desfavoráveis, e inconstância dos dados são facilitadores a serem considerados como geradores de valor às companhias. Uma etiqueta RFID dificilmente poderá ser tão barata quanto uma de código de barras, mas como os preços globais das transações tendem a ser mais baixos com a nova aplicação, justificam-se os investimentos na nova tecnologia. Esses fatos têm de ser considerado durante a escolha da tecnologia para padronizar o uso global.

2.3.3.13 Potencial de Mercado

Em 2006, será vendido quase três vezes o volume de etiquetas de RFID vendidos durante os 60 anos anteriores, desde a sua invenção. Primeiramente, isto ocorrerá porque os varejistas e forças militares estão exigindo, pela primeira vez, que os seus fornecedores fixem aos paletes e cases para diminuir custos e melhorar os serviços, mas muitas outras aplicações estarão crescendo muito rapidamente.

A etiquetagem de itens em mercados não varejistas está crescendo fortemente em valor - em 2008 U$6.8 bilhões de etiquetas serão vendidos para a aplicação em remédios, bagagem, animais, livros, bilhetes e 15.3 bilhões de etiquetas para paletes e cases.

Este crescimento exponencial continuará e, por volta de 2015, o valor das vendas de etiquetas de RFID terá aumentado treze vezes em relação aos valores de 2005. O valor total do mercado, inclusive sistemas e serviço, subirá de 1.95 bilhões de dólares em 2005 para 26.9 bilhões de dólares em 2015 (Harrop, 2005).

As tecnologias de emissão e captura de sinais RFID, mesmo levando em conta todas as evoluções recentes, tratam somente de emitir e capturar os sinais. Para que isto seja realmente útil, os fornecedores de tecnologia precisam desenvolver, e as organizações implementar, analisando dois aspectos:

- O Gerenciamento dos sinais – a entrada e saída de objetos, a garantia do fluxo de sinais, a criptografia, quando necessária, e a proteção da rede da empresa.
- Garantir o entendimento do significado dos sinais e integrar com os outros sistemas da empresa.

2.3.3.14 ASPECTOS DE SEGURANÇA

A aplicação de tecnologias avançadas baseadas em rede, tais como voz sobre IP (VoIP) e a identificação por rádio freqüência (RFID) criam novas vulnerabilidades para as quais as empresas precisam estar vigilantes.

Empresas que adotam tais tecnologias estão expostas às formas de ataque existentes na Internet, pois passarão a estar sensíveis a ataques por vírus (previstos para chegar a rede por volta de 2006) ou ciberataques por força bruta como *denial-of-service* (por volta de 2007), que podem efetivamente degradar a performance da comunicação entre os compartilhadores de informação (Younker, 2004).

Considerado extremamente seguro e até infalível, o sistema de segurança RFID em chaves de automóveis perdeu sua supremacia técnica ao ter uma falha descoberta pela Universidade Johns Hopkins e os Laboratórios da *RSA Security*.

Criadas pela norte-americana Texas Instruments, que declara ter os sistema instalado em quase 150 milhões de carros somente nos Estados Unidos, as chaves RFID também equipam alguns veículos brasileiros das marcas Toyota e Ford.

Este sistema RFID consiste de um sistema passivo (sem necessidade de baterias) que emite resposta a sinais de radiofreqüência envidados por um sistema de segurança com um código encriptado para a liberação do sistema imobilizador e parte elétrica do veículo.

Segundo o professor de ciências da computação Avi Rubin da Johns Hopkins, com equipamentos de algumas centenas de dólares foi possível burlar o sistema mais moderno e obter informações para clonar uma chave. A chave-clone permite somente roubar combustível e desativar o alarme, mas não abrir as portas do carro.

O Supervisor de marketing e vendas da Texas Instruments do Brasil, Lincon Rebellato, declara que esta "descoberta" não compromete a segurança do sistema: "Quando o RFID foi

lançado, em 1997, foram realizados testes em universidades que conseguiram obter o código da chave. Porém o processo levava muito tempo, utilizava equipamentos que custavam muito mais que os carros e os chips deveriam estar a poucos milímetros do sistema burlador, ou seja, fora da chave".

Rebellato comenta que mesmo assim as chaves RFID são mais seguras que as chaves convencionais e que as montadoras, ao adotarem o sistema, estavam cientes de que estas condições não comprometeriam a segurança dos veículos.

2.4 REDE EPC

O RFID e a rede EPC vieram "ligar os bits aos átomos".
Dr. Duncan McFarlane – Cambridge University

2.4.1 DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DA REDE

O EPCglobal está liderando o desenvolvimento de padrões relativos ao EPC, baseados na identificação inequívoca de itens individuais. As principais atribuições desta rede são:

- Identificação unívoca de itens, viabilizado pelo código EPC (*Electronic Product Code*)
- Detecção da presença e identidade dos itens, realizada através da tecnologia RFID – (*Radio Frequency Identification*);
- Representação das características e movimentos dos itens, realizada através do PML – (*Physical Markup Language*);
- Armazenamento das características e movimentos dos itens, realizado através do EPCIS – (EPC *Information Service*);
- Captura ordenada dos dados oriundos das antenas, viabilizado pelo middleware Savant ou EPC Middleware;
- Busca de informações dentro da rede, realizado pelo ONS (*Object Name Service*).

A rede EPC captura e disponibiliza (pela internet e por solicitações autorizadas) outras informações que pertençam a um dado item para solicitantes previamente autorizados (EpcTagData, 2004). Essa rede desenvolveu uma estrutura inteligente, que integra os objetos físicos aos sistemas de informações e pessoas relacionadas automaticamente e

sincronizadamente (Clark et al., 2003). Um esquema da rede EPC está apresentado na Figura 2-11.

Como descrito em (Mcfarlane, 2003) e mais tarde, aprimorado em (Kim; Cheong, 2004), a arquitetura da rede EPC apresenta como principais componentes:

- Uma Tag ou etiqueta inteligente, capaz de armazenar um número de identificação único (através de um chip interno) atrelada ao produto e comunicar esse número por meio de um sistema de comunicação por RFID;
- Leitores de RFID conectados e sistema de processamento de dados capaz de coletar sinais de múltiplas Tags em alta velocidade, pré-processando os dados de forma a eliminar duplicações e erros de leitura;
- Um ou mais bancos de dados conectados armazenando informações relacionadas aos produtos (dados básicos, histórico para rastreabilidade, instruções de processamento) cujas referências são unicamente atreladas ao número de identificação do produto.
- Um Serviço de Informação EPC, associado ao ONS (*Object Naming Server*) - um servidor de nomes de objetos.
- ALE (*Application Level Events*), interface do EPC Middleware ou SAVANT com o EPCIS. (Traub et al., 2004)
- EPC Middleware para reduzir (filtrar) o volume de dados provenientes das várias fontes, como os leitores RFID, e rotear os eventos de interesse de cada aplicação.

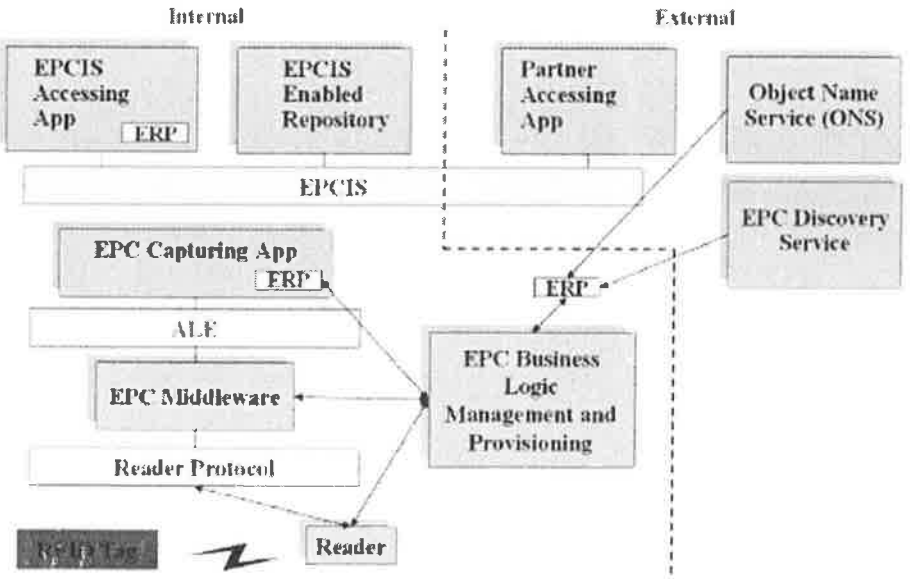


Figura 2-11 Rede EPC (Mealling, 2004)

2.4.2 TAG COM IDENTIFICAÇÃO INEQUÍVOCA DE PRODUTOS

As Tags ou etiquetas inteligentes refere-se a uma família de dispositivos que transferem dados sem uso de fios entre o objeto etiquetado e os leitores eletrônicos. Quando acoplados a uma rede de leitores, é possível rastrear continuamente objetos físicos identificados.

Um esquema de numeração unívoca para identificação de objetos físicos foi apresentado como sendo o número EPC. Essa numeração é similar ao endereço utilizado no protocolo de internet (IP) (Sarma et al., 2000). Foi definido um identificador geral ou GID como um conjunto de 96 bits compostos por quarto campos: cabeçalho, responsável pela numeração do produto, classe do produto e seu número serial, como mostra a Tabela 2-8 (EpcTagData, 2004) e a Figura 2 -12.

Tabela 2-8 Identificador geral ou GID - 96 bits (EpcTagData, 2004)

GID (96 bits)	Cabeçalho	Responsável	Classe	Número Serial
Número de bits	8	28	24	36
Número possíveis de combinações	0011 0101 (valor binário)	268.435.456	16.777.216	68.719.476.736

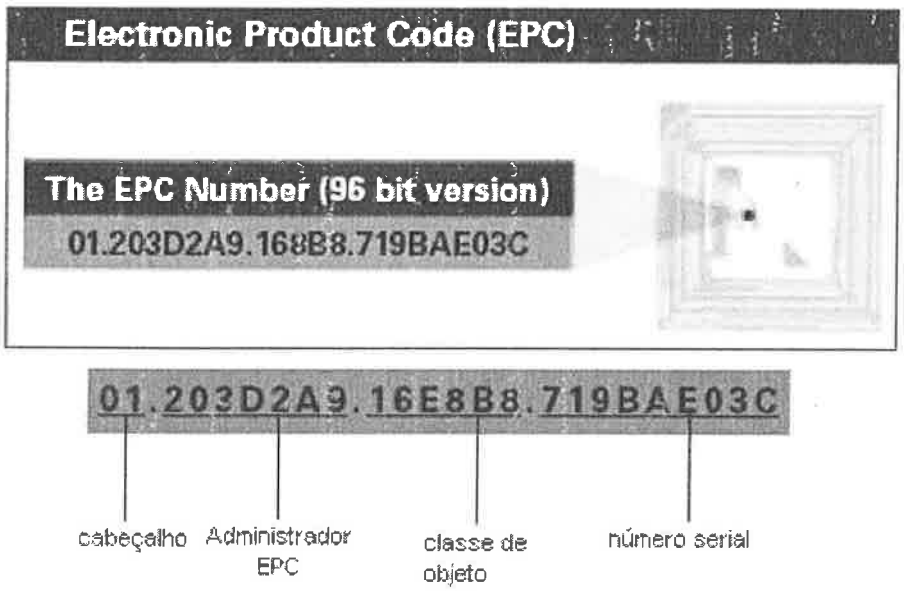


Figura 2-12 Exemplo de número EPC (96 bit)

O cabeçalho é um valor binário que define o tamanho e o formato dos campos dos valores referentes ao responsável, classe e número serial. O responsável identifica uma companhia ou organização que é a entidade responsável por manter os números subseqüentes. A classe identifica o tipo de objeto, e o número serial é uma numeração única para cada objeto de um

determinado tipo. Maiores informações sobre essa numeração estão disponíveis em (EpcTagData, 2004).

Esse código numérico é registrado num chip que deve ser atrelado aos produtos individuais e objetos físicos. A Tag pode ser passiva (o estímulo do leitor pode ser necessário para obter as informações) ou ativa (o próprio Tag transmite a informação). Caso exista um chip no Tag, é possível acrescentar dados ativos (registro de novas informações), sensores e memória. Assim, estados correntes, passados ou futuros do produto podem ser armazenados (Chokshi et al., 2003) (Palikad et al., 2003).

Apesar do esquema de identificação EPC e do Protocolo de Internet versão 6 (IPv6) serem muito semelhantes em estrutura e aparência, Engels mostra que, pela falta de intercambialidade, nenhum dos dois esquemas pode ser usado tanto como identificador único ou como endereço para comunicação via IP (Engels, 2002).

Número de Identificação de Ativo Retornável (GRAI): O número de identificação de ativo retornável é definido pelo Sistema EAN.UCC, e não requer nenhum campo adicional para ser atribuído também a identificação EPC. A identificação pura do GRAI consiste em três elementos básicos, a saber, o prefixo da companhia (responsável), o tipo de ativo (tipo de objeto) e de um número serial.

2.4.2.1 Leitor e Sistema de Coleta de Dados

Leitores são equipamentos que recuperam os dados da *tag* e os transferem do mundo físico para os SIs. Esses leitores além de possuir filtros simples para redução do número de dados coletados, também podem realizar gravação de dados (Price et al., 2003).

2.5 SAVANT-2 e EPCSIS-2

2.5.1 Savant ou EPC Middleware

É necessária uma estrutura para gerenciar os dados a serem transmitidos dos leitores aos SI, sendo assim foi desenvolvido o *Savant* ou EPC *Middleware*, que atua como um roteador, efetuando operações como monitoramento e transmissão de dados, gerenciamento de tarefas e geração de eventos. Essa estrutura é responsável pelo gerenciamento dos equipamentos que fazem a captura dos dados por rádio-freqüência e sua integração com as demais aplicações.

Os problemas que o EPC *Middleware* pretende solucionar estão relacionados com a quantidade de dados capturados e na sua correta disponibilização.

(Clark et al., 2003) descrevem o *EPC Middleware* como um *software* que se situa entre os leitores e as aplicações externas. Uma de suas atribuições está relacionada com a operação de redução de dados como filtragem, agregação e contagem de dados para aplicações externas. Outra atividade diz respeito à integração com outros componentes como ONS, Sistema de Informação EPC ou até mesmo outro *Savant*. Um esquema geral do Savant ou EPC *Middleware* está na Figura 2-13.

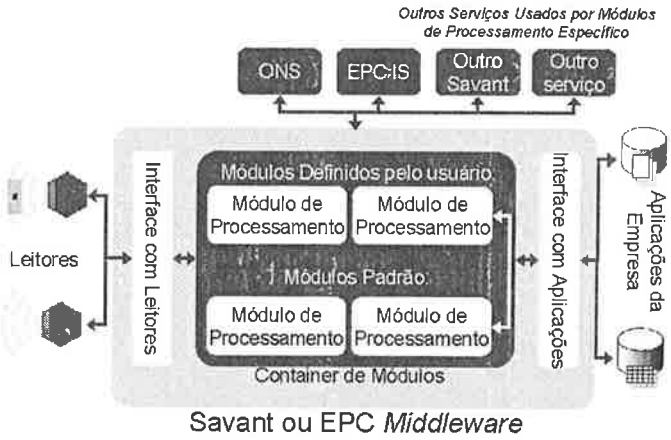


Figura 2-13 Esquema do Savant ou EPC Middleware (Tavares, 2006)

Há duas interfaces básicas, com os leitores e com as aplicações internas das empresas.

Os módulos de procedimento padrão especificados pelo EPCglobal, devem estar disponíveis em todos os EPC *Middleware* existentes e podem ser módulos requeridos (que sempre devam ser utilizados) ou opcionais (utilizados ou não conforme identificado pelo usuário).

Os módulos de processamento definidos pelo usuário são utilizados e desenvolvidos conforme a necessidade de cada aplicação.

Todos módulos de processamento podem interagir entre si, com outros serviços externos via interface específica, ou com outros EPC *Middleware*.

Neste trabalho, estaremos utilizando uma nova categoria de EPC Middleware, ao qual chamamos de SAVANT-2 (Dos Santos, 2005). Sua função difere daquela descrita para o middleware Savant original (associada à coleta, agregação e filtragem de informação de um grande número de etiquetas associadas a produtos), pois o SAVANT-2 tem a missão de tratar

das informações oriundas da biblioteca sobre os processos e seus contextos, através do mapeamento dos mesmos em Redes de Petri. Uma visão global do SAVANT-2 é mostrada na Figura 2-14.

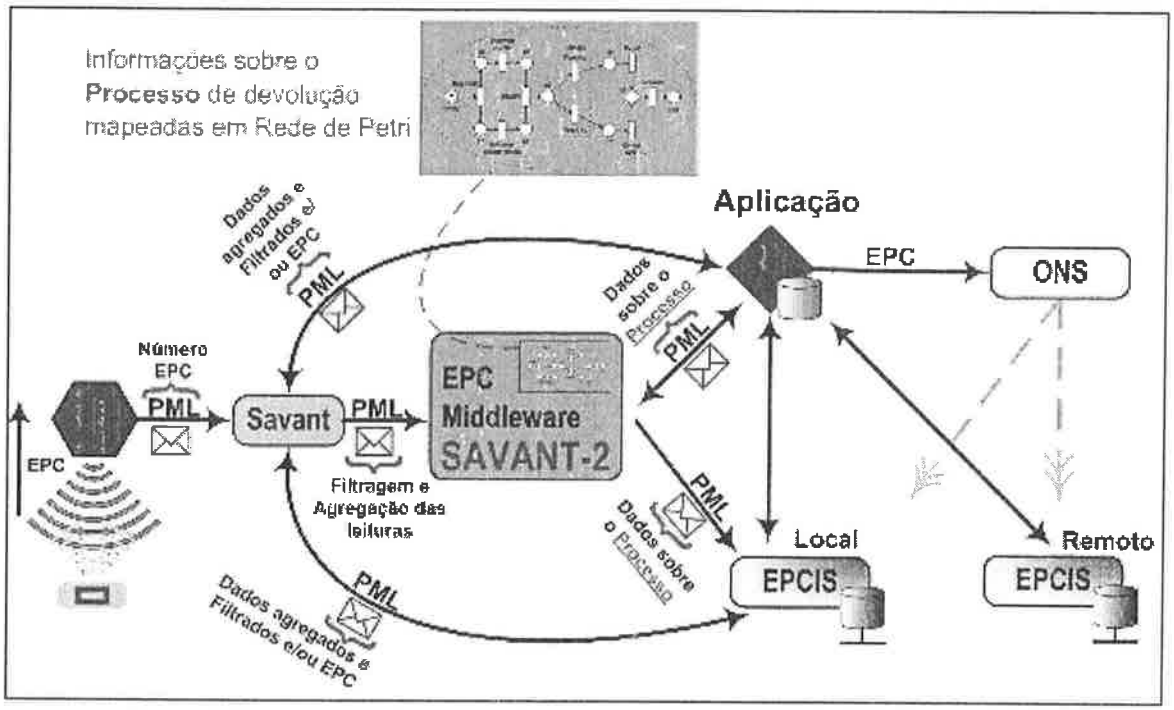


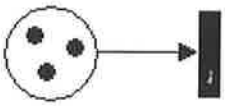
Figura 2-14 Integração do SAVANT-2 dentro da arquitetura EPC (Dos Santos, 2005)

2.5.2 Serviço de Informação EPC ou EPCIS

O Serviço de Informação EPC (EPCIS – EPC Information Service) disponibiliza os dados no formato PML (*Physical Markup Language*) para o serviço de subscrição e solicitação de dados.

Assim como outras linguagens do tipo ML, o PML pode ser convertido para o difundido formato XML (*eXtended Markup Language*), o que possibilita uma fácil tradução e mapeamento das informações EPC em Redes de Petri (PNML, ou representação de Rede de Petri em linguagem marcada (Tavares, 2006)).

A Figura 2–15 apresenta a representação gráfica em Rede de Petri de um local com três marcas atrelado a um arco que o relaciona a uma transição e sua representação correspondente em PNML.



```
<pnml xmlns="http://www.example.org/pnml">
        <net id="n1" type="http://www.example.org/pnml/PTNet">
                <name>
                        <text>An example P/T-net</text>
                </name>
                <place id="p1">
                        <graphics>
                                <position x="20" y="20"/>
                        </graphics>
                        <initialMarking>
                                <text>3</text>
                        </initialMarking>
                </place>
                <transition id="t1">
                        <graphics>
                                <position x="60" y="20"/>
                        </graphics>
                        <toolspecific tool=" GHENeSys" version="0.1">
                                <hidden/>
                        </toolspecific>
                </transition>
                <arc id="a1" source="p1" target="t1">
                        <graphics>
                                <position x="30" y="5"/>
                                <position x="60" y="5"/>
                        </graphics>
                </arc>
        </net>
</pnml>
```

Figura 2-15 Exemplo da Representação PNML de uma Rede de Petri Simples (Tavares, 2006)

Os dados disponibilizados pelo Serviço de Informação EPC podem incluir os dados lidos da *tag* coletados pelo EPC *Middleware*, por exemplo, para auxiliarem a rastreabilidades de números seriais; dados de níveis instanciados como dados de manufatura e outros; e dados de níveis de classe como informações de catálogos de produtos. Em resposta às solicitações, o Sistema de Informação EPC (EPCIS) integra uma variedade de fontes de dados internas a uma empresa e os traduz para o formato PML. Quando os dados EPC estão distribuídos ao longo da cadeia de suprimentos, uma indústria pode criar um registro de acesso que atuará como repositório para o Sistema de Informação EPC (Clark *et al.*2003).

A Figura 2-16 apresenta o Serviço de Informação EPC (EPCIS) inserido na rede EPC e a Figura 2-17, um exemplo da informação no formato PML.

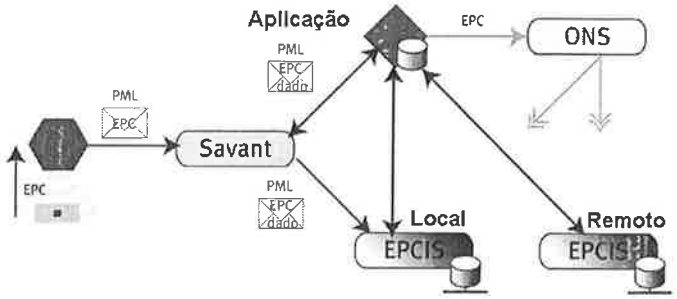


Figura 2-16 Esquema do Serviço de Informação EPC (Tavares, 2006)

```
<pmlcore: Sensor>
   <pmluid:ID>urn:epc:1:4.16.36</pmluid:ID>
   <pmlcore:Observation>
      <pmlcore:DateTime>2005-11-06T13:04:34-06:00</pmlcore:DateTime>
      <pmlcore:Tag>
         <pmluid:ID>urn:epc:1:2.24.400</pmluid:ID>
      </pmlcore:Tag>
   </pmlcore:Observation>
</pmlcore:Sensor>
```

Figura 2-17 Exemplo de Informação em PML – Leitor 1:4.16.36 lendo o livro no. 1:2.24.400 (Tavares, 2006)

2.5.3 Arquitetura: SAVANT-2 e EPCIS-2

A representação em caso de uso do sistema a ser implantado está descrita na Figura 2-18.

Como pré-requisito, é necessário mapear, formalizar previamente o fluxo das informações referentes às atividades pré-estabelecidas em Redes de Petri e os inserir no EPCIS-2 (Sistema de Informação EPC Modificado). O ator Planejador representa a interface de inserção do fluxo de atividades em rede de Petri.

Inicia-se o processo com um gerador de fluxos possíveis. As redes de Petri deverão ser analisadas de forma a vislumbrar todos os possíveis fluxos (marcações acessíveis das redes de Petri), em função dos requisitos e restrições do processo. O módulo Gerador de Fluxo agrupa essas funcionalidades.

A lista de possíveis fluxos deverá ser transmitida para três módulos distintos, a saber, Contextualizador, Verificador de Eventos e Validador de Fluxo. Para os dois últimos, esses fluxos servem de referência para comparações. No primeiro, o mesmo destrincha os estados e transições e os atribui a cada leitor existente. Em outras palavras, o Contextualizador cria formulários em PNML – rede de petri em linguagem marcada – e os associa aos leitores envolvidos conforme o produto lido / operação realizada (Tavares, 2006).

Os módulos de procedimento padrão do Savant previstos por (Clark et al, 2003) são:

1) *Event Management System* ou Sistema de Gerenciamento de Eventos (EMS): que é implementado no *Savant* para coletar os eventos de leitura das *tags*. O EMS possibilita adaptar vários tipos de leitores e coleta os dados EPCs dos leitores num formato padrão. O EMS efetua filtragens para suavizar e limpar os dados EPC, propicia a gravação de registro, como também armazena eventos para habilitar registros, filtros e adaptadores operar sem bloquear um ao outro;

2) *Real-time in Memory Data Structure* ou Estrutura de Dados em Memória Tempo Real (RIED): é uma base de dados em memória que pode ser usada para armazenar informações de eventos pelo *Savant*. O RIED provê a mesma interface como um banco de dados suportando buscas complexas e otimização de buscas; e

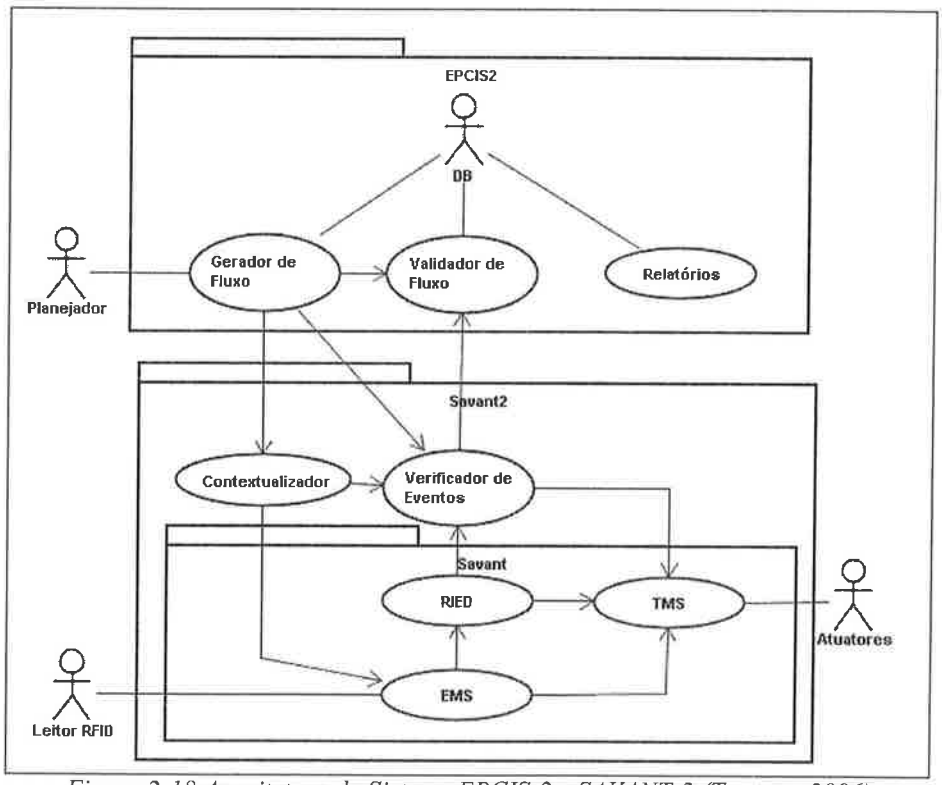


Figura 2-18 Arquitetura do Sistema EPCIS-2 e SAVANT-2 (Tavares, 2006)

3) *Task Management System* ou Sistema de Gerenciamento de Tarefas (TMS): gerencia tarefas, tal como um sistema operacional gerencia processos. O TMS provê muitas ferramentas, tais como, uma interface externa para agendar tarefas, uma máquina virtual independente de plataforma com carregamento de bibliotecas uniformes conforme demanda do servidor de classes, e um sistema robusto de informação persistente sobre as tarefas, capaz

de reiniciá-las no *Savant* em caso de queda de sistema. O TMS também suporta operações remotas, é o responsável pela comunicação externa (outros SAVANTs, por exemplo) e aplicações de auto-ressuprimento (foco logístico), alertas de roubos e datas de validade (foco distribuição e varejo).

Todos módulos de processamento podem interagir entre si, com outros serviços externos por meio de interface específica, ou com outros *Savant*.

O RIED (*Real-Time In Memory Data Structured*) provê ao módulo Verificador de Eventos a base de dados para se confrontar as informações coletadas frente às previamente definidas, restritas aos leitores abrangidos pelo SAVANT-2.

Os eventos atípicos surgem de duas fontes básicas, a saber, a não identificação de um formulário em PNML para uma dada leitura (isso é muito comum quando se trata de falta de alinhamento em base de dados e se busca informações de um objeto que não foi inserido previamente devido a erros procedimentais e falhas no mapeamento inicial); e a atribuição de um formulário PNML que não esteja previsto no fluxo previamente determinado (como é o caso do empréstimo de uma obra que ainda está emprestada e não foi devolvida).

No primeiro caso, o módulo em questão cria um estado de "exceção"; no último, um estado "inconsistente". Em ambos os casos, o módulo procura por invariantes (restrito ao seu domínio de leitura no fluxo) que possam identificar possíveis agrupamentos de causas para a conseqüência (atipicidade e inconsistência) encontrada. É importante salientar que há casos de erros intrínsecos aos processos e que já são identificados nas etapas de mapeamento do processo, como é o caso da criação de peças defeituosas do processo fabril (mesmo num processo com 6 Sigma de variação, há até 3 erros em 1 milhão de peças produzidas). Esses erros intrínsecos, quando pré-identificados, não fazem parte de eventos atípicos, mas são tratados como erros de processo e serão base de indicadores quantitativos e qualitativos.

O módulo Verificador de Eventos também computa os casos que se realizaram conforme o previsto e os consolida, transmitindo essas informações consolidadas ao módulo Validador de Fluxo, assim como as informações atípicas e inconsistentes.

O Validador de Fluxo agrupa dados de inúmeros SAVANT-2, e assim, consegue visualizar o processo de um ponto de vista mais amplo e relacionar invariantes, de atipicidades e

inconsistências identificadas, em etapas anteriores não visualizadas internamente nos módulos de Verificação de Eventos dos SAVANT-2 que os compõe.

Com a inclusão da PNML às informações coletadas, é possível preparar relatórios que incluam os estados pelos quais os objetos passam e criar vínculos entre objetos, vínculos esses que sem a representação formal do fluxo de materiais e de processos não seriam possíveis de serem captados pela proposta inicial da rede EPC.

Faz-se necessário frisar que caso de etapas de operações que ocorram em diferentes empresas, carecem de um sistema mais amplo, no caso o EPC *Registry* (Verisign, 2005). Todavia, para o propósito de fundamentar o fluxo das atividades da Biblioteca, esse produto abordará apenas o binômio EPCIS-2 e SAVANT-2.

A Figura 2-19 apresenta uma representação esquemática do SAVANT-2 e EPCIS-2, em especial a atribuição de uma camada em PNML [*Petri Nets Markup Language* ou Linguagem Marcada de Rede de Petri] ao PML.

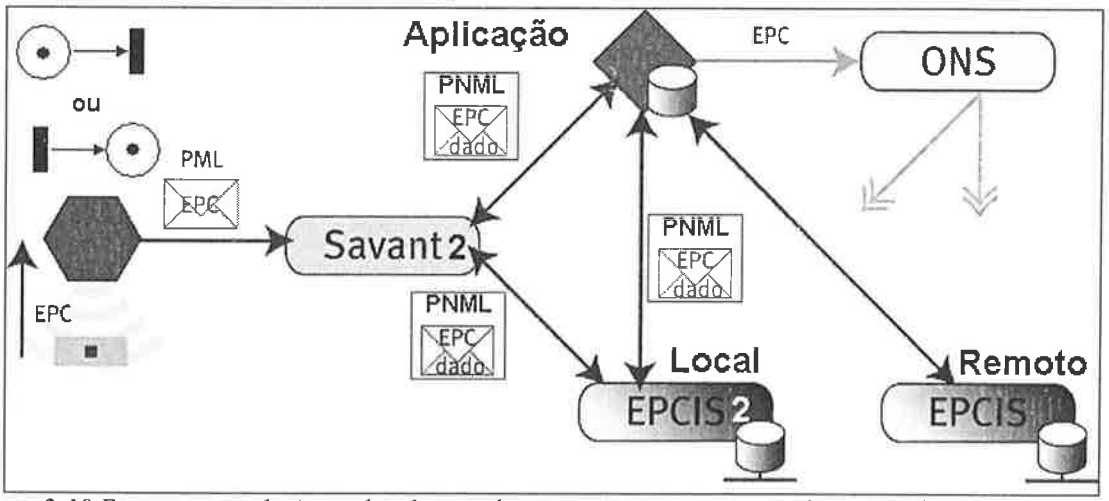


Figura 2-19 Esquema correlacionando a leitura de uma etiqueta com um estado pré-estabelecido por meio do SAVANT-2 e EPCIS-2 (Tavares, 2006)

2.5.4 ONS - OBJECT NAMING SERVER

O ONS provê um serviço global de busca para traduzir um número EPC em uma ou mais URLs [*Internet Uniform Reference Locators*] ou localizador de referência uniforme para internet, onde informações adicionais sobre o objeto ou produto podem ser encontradas. Essas URLs freqüentemente identificam um Sistema de Informação EPC, embora o ONS possa também ser utilizado para associar EPCs com sites e outros recursos relevantes da internet para um objeto.

ONS possui serviços estáticos ou dinâmicos. Serviços estáticos tipicamente se referem à URL's de informações mantidas pelo fabricante do objeto ou produto. Serviços dinâmicos gravam uma seqüência de informações, por exemplo quais foram os locais que um produto passou ao longo de sua vida útil.

ONS foi construído com a mesma tecnologia do DNS [*Domain Name Service*] ou serviço de nomes de domínios da Internet (Clark *et al.*2003).

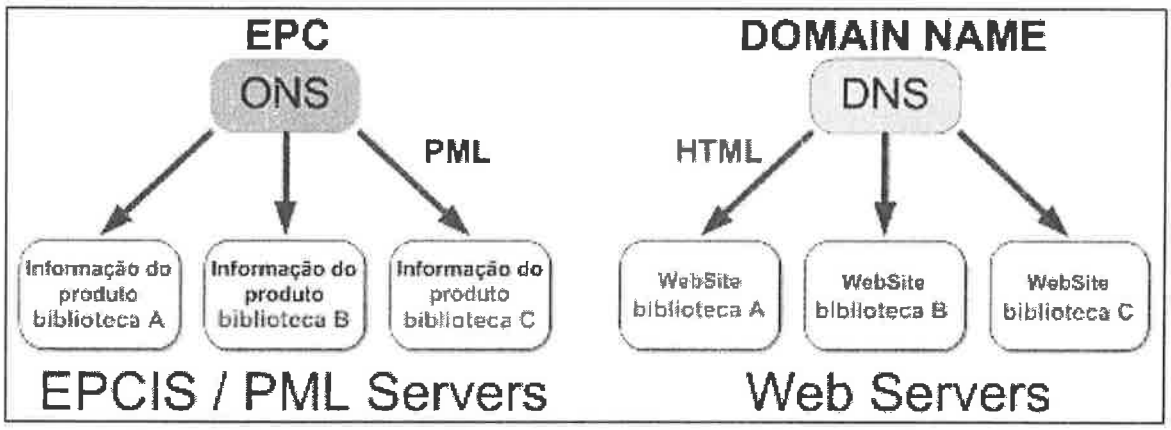


Figura 2-20 A analogia tecnológica entre a rede EPC e a Internet (Dos Santos, 2005)

Está prevista a criação do EPC *Discovery Service* o qual, essencialmente, é uma chave dos registros efetuados no EPCIS de cada parte ao longo da cadeia (Verisign, 2005).

O maior desafio dessa tecnologia, que é buscado por todos, está em agregar o maior valor possível a essas informações, além dos descritos acima. A integração dessa tecnologia com inteligência artificial, especificamente sistemas de planejamento automático de domínios, propiciará esse benefício tão desejado (Tavares, 2006).

3 ESPECIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA INFORMADA

A Biblioteca Informada tem como processo principal o controle da movimentação do acervo, eliminando a defasagem entre processo e ocorrência, já mencionado nos capítulos anteriores. A defasagem existente pode ainda ser eliminada com métodos de controle de circulação interna. No entanto trataremos neste trabalho do problema do empréstimo e devolução de itens do acervo.

A biblioteca automatizada com uso da tecnologia de identificação de rádio Freqüência (RFID – *Radio Frequency Identification*) terá em cada livro um chip ou etiqueta que se magnetiza quando dentro de um campo magnético gerado por uma antena. Esse chip, agora energizado, emite um sinal com um código específico (gravado conforme necessidade). A leitora lê esse sinal ou mesmo dados armazenados e identifica quais chips estão no seu raio de leitura. A vantagem desta solução é a multi-leitura sem contato direto, (fundamental ao código de barras – visada física e proximidade), assim, se houverem centenas de livros com chips ao redor da antena, a mesma em milésimo de segundo é capaz de identificar todos os livros que estão lá, desde que não haja interferência na transmissão dos sinais.

A Biblioteca Informada, aplicada em ambientes de grande circulação de pessoas, garante maior produtividade no atendimento, no empréstimo e devolução das obras, bem como oferece garantia de maior controle e segurança ao usuário e ao acervo. Além disso, permite flexibilidade e comodidade de horário de funcionamento, isto é, ter seu funcionamento livre de qualquer "intervenção humana" (nos processos de relacionamento com o usuário e não, em processos administrativos ou gerenciais). Esta biblioteca tem o objetivo de funcionar 24 horas por dia atendendo os usuários cadastrados sem a necessidade de um bibliotecário onde os processos de empréstimo e devolução funcionam com identificação automática, que registra o empréstimo, guarda no banco de dados o status da obra, permite a saída da obra através do portal da biblioteca, passando por uma leitora RFID que faz a leitura das obras retiradas pelo usuário e checa seus status, permitindo ou não (acionando uma sirene ou alarme de segurança) a saída.

Conforme visto no capítulo anterior, a Biblioteca Informada difere, principalmente, dos demais sistemas de gestão de bibliotecas, por registrar os processos enquanto acontecem, sem defasagem no tempo e por analisar anomalidades nos processos reais (diferente aos processos planejados).

Figura 3-1 Fluxos de transição de usuários dentro de uma biblioteca

Na Figura 3-1, vemos o fluxo interno de circulação de obras da Biblioteca Informada, note que facilmente, podemos citar algumas regras a serem percebidas.

1. Um livro retirado do Acervo não pode sair na biblioteca sem antes ter sido registrado no Auto-Atendimento.
2. Um livro não pode ser devolvido (Retorno de Livro – Drop-Down) sem antes ter entrado (Passagem pelo Portal de Entrada) na Biblioteca

Estes 2 (dois) casos de análise citados acima e muitos outros que "fugirem" da integração de processos da biblioteca previamente mapeados em rede de Petri serão analisados na Biblioteca Informada, que não somente analisará invariantes mas também gerenciará os estados tornando-os mais perceptíveis.

Lembramos novamente que este trabalho da Biblioteca Informada foi implementado em um piloto simplificado para controle do acervo do Design Lab e não em uma biblioteca de maior circulação visto a falta de recursos financeiros para aquisição de hardwares. Devido à disponibilidade de somente uma antena RFID neste trabalho, o retorno / devolução de obras no Design Lab se dá pelo terminal de auto-atendimento. O usuário realiza a devolução e, propriamente, guarda o objeto na prateleira. Em uma biblioteca, o usuário poderia ter um sistema de *drop-down* para devolução automática ou realizar a devolução no terminal de

auto-atendimento e posteriormente, depositá-los em uma caixa para serem repostos na prateleira pelo funcionário adequado da biblioteca.

3.1 Mapeamento de Informações através de Redes de Petri

Conceitualmente proposto por C. A. Petri em 1962, em sua tese de doutorado, na faculdade de Darmstadt - Alemanha, as redes de Petri surgiram para descrever sistemas de processamento de informações concorrentes, assíncronos, distribuídos e paralelos. Baseados no formalismo matemático das Redes de Petri, surgiram métodos de análise quantitativos do sistema modelado, tais como árvore de alcançabilidade, matriz de incidência, invariantes e equações de estado (Murata, 1989).

Uma rede de Petri é um grafo bipartido composto por dois tipos de nós: lugares e transições. Lugares são representados por círculos e as transições por barras. Arcos orientados conectam lugares a transições e vice-versa. Uma rede de Petri marcada contém um número inteiro de marcas que são distribuídas entre os lugares. Esta repartição descreve o estado discreto distribuído. A definição formal das redes de Petri ordinárias é apresentada abaixo.

As redes de petri (RP) possuem uma expressiva eficácia para a modelagem (gráfica ou matemática) dos processos, ressaltando a sua capacidade de formalização para verificação das propriedades dos sistemas modelados. Essa característica das RP facilita a transformação de tais modelos em rotinas computacionais que auxiliem na tarefa de análise dos processos.

No contexto deste trabalho, evidencia-se a grande dificuldade em se representar adequadamente eventos inesperados, uma vez que existe pouca (quando nenhuma) diferença perceptível daqueles eventos considerados normais. Entretanto em (Del Foyo; Silva, 2001), foi proposto uma Rede de Petri orientada à Objeto, onde eventos não-controláveis (atípicos e inesperados) são representados em pseudo-boxes (lugares), de uma maneira alinhada ao formalismo da rede

Em (Riascos, 2002), é proposta uma abordagem em que para situações normais, o processo é representado por redes principais, e para situações atípicas (por exemplo, devolução de obras que não entraram na biblioteca) no sistema modelado, são utilizadas sub-redes que podem auxiliar nos diagnósticos dos eventos inesperados.

Em qualquer biblioteca, um livro, em nível de classe, pode estar em qualquer um de 4 (quatro) estados: Emprestado (Livro com o usuário), Devolvido (Livro no carrinho de armazenagem), Armazenado ou em Consulta (Livro dentro da biblioteca, em poder de um usuário ou em processo de reposição na estante). A representação em Rede de Petri de estado dos livros pode ser visto na Figura 3-2.

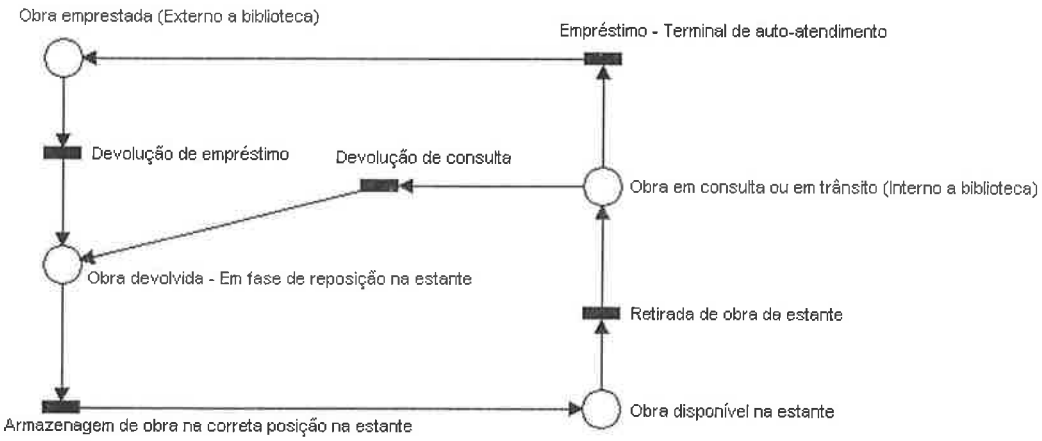


Figura 3-2 Representação de 4 Estados do livro em Rede de Petri

Neste primeiro desenvolvimento da Biblioteca Informada, as antenas de RFID serão instaladas para controle e captura automática de dados no processo de empréstimo e devolução, e por isso é capaz monitorar apenas três estados possíveis, colapsando os estados "Armazenado" e "Em consulta", Figura 3-3. Posteriormente será realizado a instalação de leitoras RFID em todo o acervo (prateleiras) e um portal entre o acervo e as salas de consulta e estudo, afim de deixar o acervo totalmente monitorado. Com este trabalho, será possível determinar 4 estados para os livros, sendo Emprestado (Livro com o usuário), Devolvido (Livro no carrinho de armazenagem), Armazenado (livro na prateleira) ou Em Consulta (Livro com usuário mas obrigatóriamente interno as instalações da biblioteca / região de estudo). A instalação de antenas em todo o acervo gera custos maiores que serão procurados futuramente e por isso sua aplicação será deixada como trabalho futuro. Com o monitoramento do acervo, poderemos perceber quando o livro foi retirado do acervo (prateleira) e quando foi retornado de consulta, devolução ou empréstimo (este último se o usuário que tem a obra emprestada não devolver em *drop-down* e sim, propriamente guardar a mesma na prateleira). Com este tipo de monitoramento, será possível reconhecer obras guardadas em locais errados, evitando assim, problemas em inventário e localização.

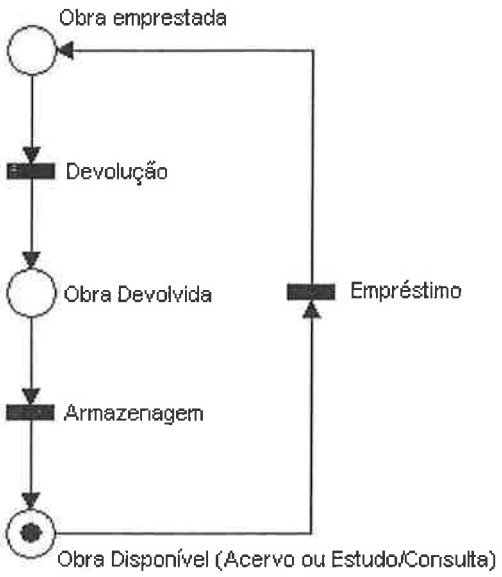


Figura 3-3 Representação de 3 Estados do livro em Rede de Petri

Para agilizar problemas relacionados a Inventário, pretendia-se utilizar antenas móveis (PDAs) para captura de informações. Esta captura necessitaria de intervenção humana já que o bibliotecário teria que percorrer todo o acervo fazendo a leitura automática. Para testes no protótipo realizado no Design Lab, o inventário será utilizado colocando todo o acervo no range de leitura da antena do auto-atendimento. Este procedimento já agiliza (multi-leitura) e oferece mais confiabilidade ao processo de contagem e conferências das obras do acervo.

Acima, o livro foi representado em nível de classe e agora, veremos a representação dos livros em nível de objeto. Quando representa-se a obra em nível de objeto em Rede de Petri, pode-se ver o fluxo que uma determinada obra sofreu (histórico) e assim analisar exceções.

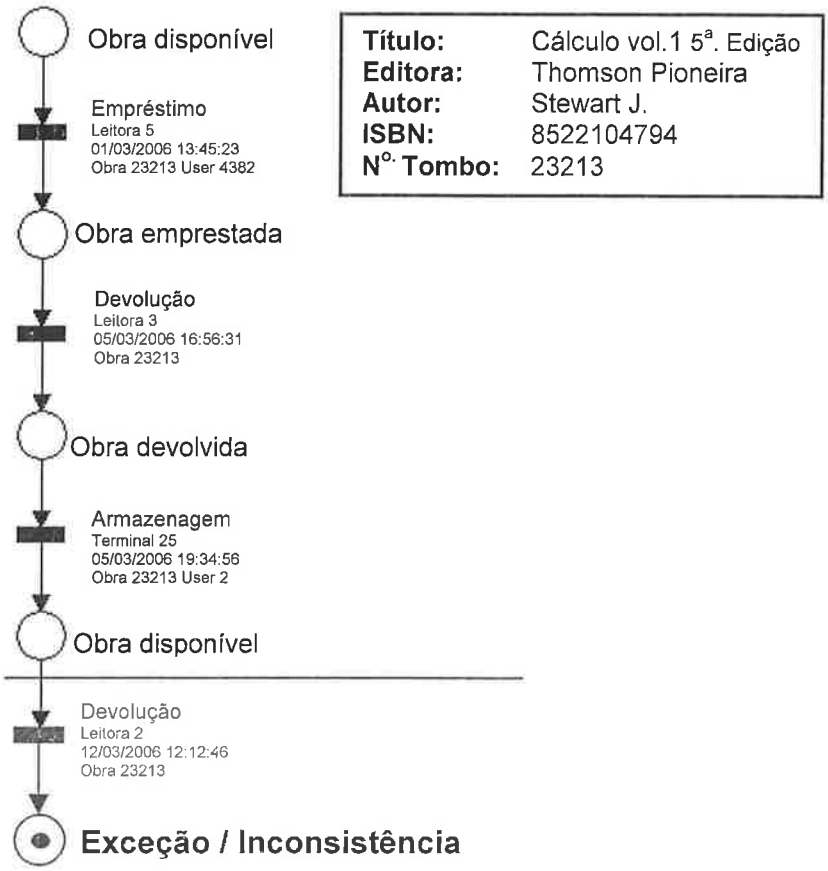


Figura 3-4 Representação em Rede de Petri do histórico da obra

Na figura 3-4, vemos facilmente o fluxo e histórico da obra número de tombo 23213. Veja que a mesma estava em estado "disponível" desde o dia 05/03/06. No dia 12/03/06, existiu uma ação / transição de devolução da obra. Esta ação, por exemplo, pode acontecer se um usuário pegar um livro do acervo para consulta e na hora de devolver, não colocá-lo na sua correta posição dentro do acervo e sim, jogá-lo no *drop-down* de devolução. Essa exceção deverá ser analisada pelo SAVANT-2 durante a devolução.

3.2 Mapeamento e Modelagem dos processos atuais da biblioteca da Escola Politécnica

As bibliotecas da Universidade de São Paulo, exceto as bibliotecas da Física – USP e São Carlos – USP, e especificamente a Biblioteca da Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval, possuem um processo um pouco diferenciado das demais bibliotecas universitárias brasileiras no que diz respeito ao controle do acervo.

As bibliotecas da POLI – USP possuem um sistema de controle de empréstimo e devolução, na plataforma da Intranet da Escola, não interligado com o sistema de controle e banco de

dados do acervo da Universidade de São Paulo. Em outras palavras, existem dois bancos de dados independentes, sendo um para o acervo e outro para as operações de empréstimo e devolução.

Como conseqüências negativas desta não conexão, pode-se citar:

1. Impossibilidade agilizada de informar a quantidade disponível em acervo para empréstimo e devolução (Quantidade total de exemplares do título em acervo menos (-) Quantidade de exemplares emprestados ou perdidos).
2. Possibilidade de um empréstimo de livro ou obra não cadastrada ou inexistente no acervo.

Analisando o processo atual de empréstimo e devolução da biblioteca de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval da EPUSP, podemos ilustrar o Diagrama de Use Cases (UML), segundo Figura 3-5.

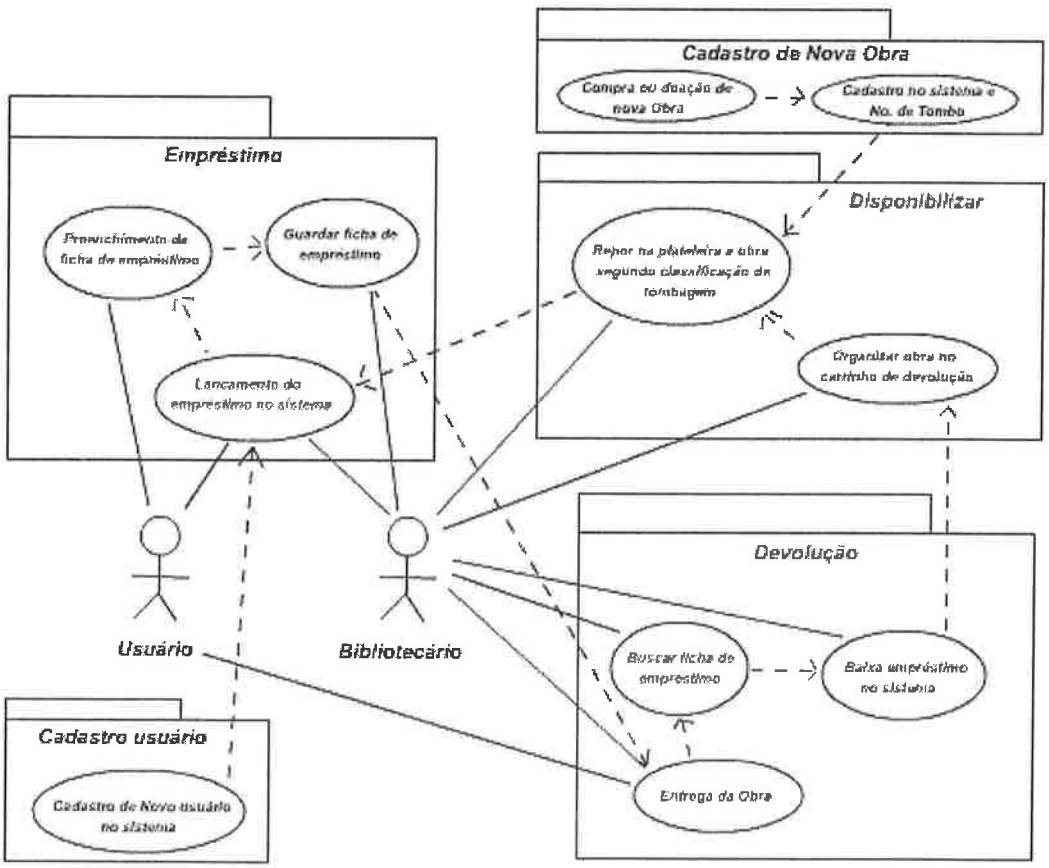


Figura 3-5 Diagrama de Use Cases do processo atual de empréstimo, devolução e armazenagem de biblioteca

Note que no processo atual da biblioteca, o objeto Bibliotecário é sobrecarregado de atividades, o que causa desgastes, por se tratar de um ser humano, e por aumentar as probabilidades de erro.

Na Figura 3-6, mostramos o diagrama de Use Case proposto na Biblioteca Informada. Note que o usuário trata-se de conforme mencionado anteriormente, o solicitante (usuário cadastrado na biblioteca (Aluno de Graduação, Aluno de Pós Graduação, Professor e Público externo)) e o pesquisador (usuário sem cadastro que tem permissão somente para pesquisar obras do acervo).

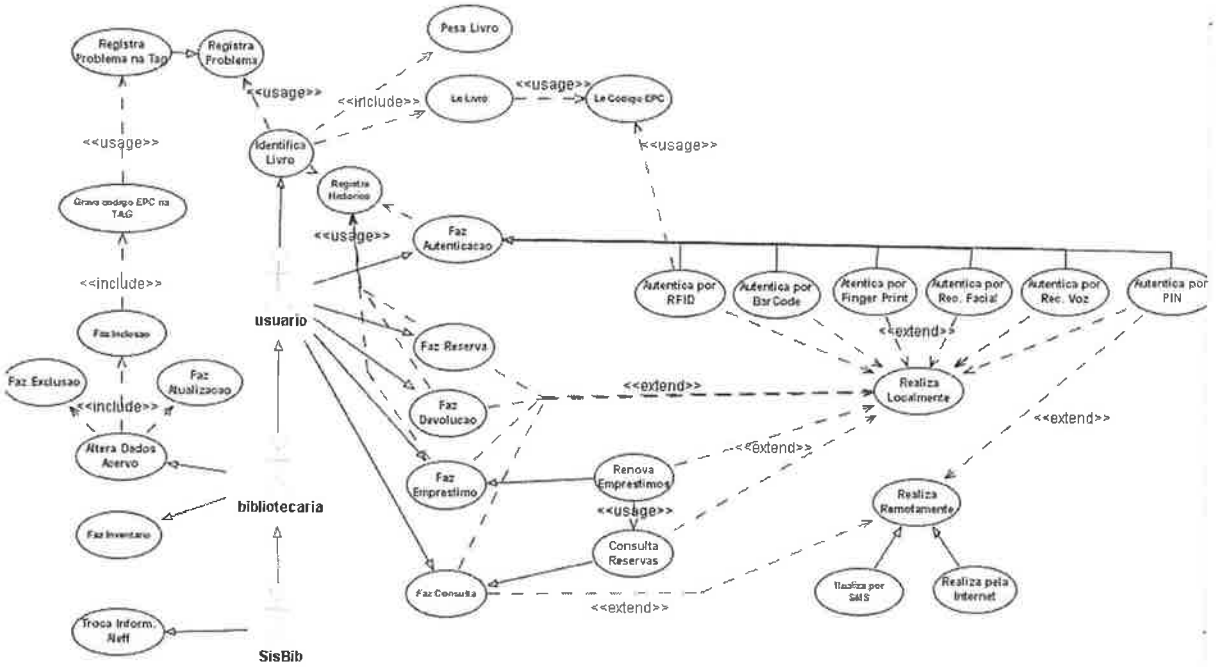


Figura 3-6 Diagrama de Use Case da Biblioteca Informada

3.2.1 PROCESSO DE EMPRÉSTIMO

O Fluxo principal de eventos do *Use Case* dentro do processo de empréstimo atual é descrito a seguir, utilizando a representação UML:

1. Conforme necessidade ou interesse do usuário, um funcionário da biblioteca recebe as obras para empréstimo;
2. Funcionário consulta o sistema de empréstimo e devolução que possui um banco de dados de cadastro de usuários (histórico de empréstimos, limite de obras a serem emprestadas (de acordo com o tipo de usuário), suspensões ou bloqueios, etc.);

3. Não havendo suspensão do usuário, realiza-se o empréstimo da obra ao mesmo no sistema, que deve ser inserido com as informações:

- Nome da obra como padrão (procedimento): *Last name* do autor, número de tombo;
- Data de devolução (de acordo com prazo de empréstimo do tipo de usuário);

4. Preenchimento por parte do usuário da ficha de empréstimo (identificação/No. Matrícula, data de devolução máxima e assinatura);
5. Empréstimo e organização das fichas de empréstimo.

Como possíveis erros do processo e meios alternativos de eventos, tem-se:

i. Como todos os processos são manuais, podem existir erros desde o empréstimo ao usuário errado (erro do bibliotecário na digitação ou seleção do número de matrícula ou nome do usuário) a erros de lançamento da data de devolução (erro de digitação ou erro de período de empréstimo).
ii. Também, segundo o modelo atual de empréstimo, pode-se haver empréstimo de obras não permitidas (obra de consulta ou obras reservadas).

O processo de reserva é feito manualmente. Conforme é solicitada a reserva (fixado um cartão de reserva na ficha de empréstimo da obra), o bibliotecário, quando a obra é devolvida, deixa a mesma em um local reservado, impossibilitando outros usuários de a usarem (nem mesmo para consulta rápida).

Segundo procedimentos, se o usuário desejar renovar seu empréstimo, o bibliotecário deverá realizar o processo de devolução e posteriormente, refazer todo o processo de empréstimo, causando gargalos, e principalmente em momentos de pico de atendimento na biblioteca, o retrabalho não é completamente realizado. Isso acarreta problemas de falta de registro físico (assinatura e dados na ficha de empréstimo) e a possibilidade de empréstimo de uma obra reservada.

A Figura 3-7, ilustra a Rede de Petri equivalente ao processo proposto de empréstimo, devolução e armazenamento de obras na Biblioteca Informada. Através desta representação gráfica é muito mais acertivo fazer a verificação de quais são os possíveis erros do processo atual.

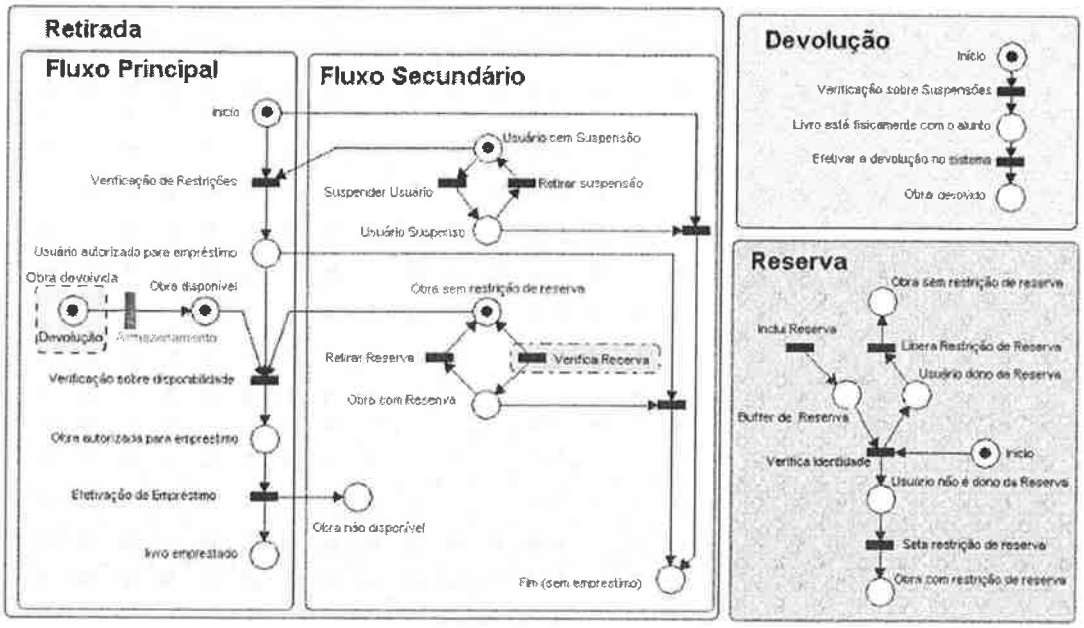


Figura 3-7 Rede de Petri dos Processos da Biblioteca Informada de empréstimo, devolução e reserva de obras

3.2.2 PROCESSO DE DEVOLUÇÃO

Similarmente ao processo atual de empréstimo, o processo atual de devolução não tem ligação com o banco de dados do acervo e não possui ferramentas de devolução instantânea do livro para disponibilizá-lo no acervo.

Para devolução, o fluxo principal de eventos do *Use Case* dentro do processo atual é descrito a seguir, de acordo pela UML:

1. Usuário, com o livro em mãos, deseja realizar a devolução;
2. Bibliotecário confere a data limite de devolução marcada com a data atual. Não havendo atraso de devolução, o bibliotecário efetua a baixa de empréstimo do usuário. Havendo atraso, o bibliotecário efetua a devolução e logo em seguida, efetua um empréstimo, somente em sistema, de uma obra, cujo nome é "Suspensão" afim de deixar esta informação em seu histórico (detalhe para a data de devolução que é a data do término da suspensão). Enquanto existir um empréstimo aberto de suspensão em seu nome com data de devolução maior que a data atual, o sistema bloqueia os campos de empréstimo. Note que neste ponto, podemos ter flexibilidade e ao mesmo tempo problemas, já que um bibliotecário pode suspender o usuário por um período diferente ao de procedimento.
   Regra de sistema:

- No processo de empréstimo, o sistema registra a biblioteca responsável por essa ação de acordo com *login* do bibliotecário. Somente poderá fazer a devolução de uma obra, um bibliotecário que possuir acesso ao cadastro da biblioteca que realizou o empréstimo. Isto é, se o livro foi retirado/emprestado na biblioteca da engenharia mecânica, o mesmo só poderá ser devolvido nela (ou por um bibliotecário desta biblioteca).
- Segundo o procedimento, e quando houver um atraso de devolução, o bibliotecário deve após a segunda suspensão (vista manualmente no histórico), lançar (ou emprestar) uma obra com nome "suspensão punitiva", com prazo de suspensão maior.

  Assim fica fácil perceber que se o bibliotecário quiser retirar a suspensão de um usuário antes do cumprimento de sua pena, o mesmo poderá fazer a devolução da obra "Suspensão", se pertencer a biblioteca que suspendeu este usuário.

  Também podemos perceber que se o bibliotecário não observar corretamente o histórico do usuário, poderá após a segunda suspensão, não lançar uma suspensão punitiva e sim, mais uma suspensão.

3. Feita a devolução, o bibliotecário deve procurar a ficha de empréstimo e juntá-la com o livro que agora deverá ser guardado no acervo. Havendo a ficha de reserva anexada a ficha de empréstimo, o livro deverá ser guardado em um local especial conforme mencionado acima.

3.2.3 Processo de Armazenagem ou Disponibilização

Realizada a devolução, os livros são colocados em um carrinho divididos por sua classificação de número (assunto), numeração que segue as normas do conselho federal de biblioteconomia. A classificação utilizada para agrupar títulos de mesmo assunto acadêmico, é utilizado nas bibliotecas da POLI-USP como número de localização e armazenagem em prateleiras.

3.3 Arquitetura do EPCIS-2 e SAVANT-2 na Biblioteca

Nesta primeira parte de desenvolvimento da Biblioteca Informada foram desenvolvidos os dois módulos SAVANT-2, de Empréstimo e Devolução, e analisado o EPCIS-2.

O SAVANT-2 (módulo operacional), cada qual que analisa um processo da biblioteca (empréstimo ou devolução) e integrado com a coleta das informações (PML) dos seus respectivos hardwares externos (balança, portal, leitora de RFID, cartão magnético ou código de barras, impressora, leitora biométrica), conforme Figura 3-8, analisa, agrega e filtra as informações, segundo o processo mapeado em Rede de Petri (PNML – Gerador de Fluxos do

EPCIS-2), devolvendo o fluxo realizado aos sistema informacionais de maior hierarquia (Validador de Fluxo do EPCIS-2). Em outras palavras, cada módulo SAVANT-2 realiza um eficiente diagnóstico dos eventos atípicos de um determinado processo da Biblioteca Informada.

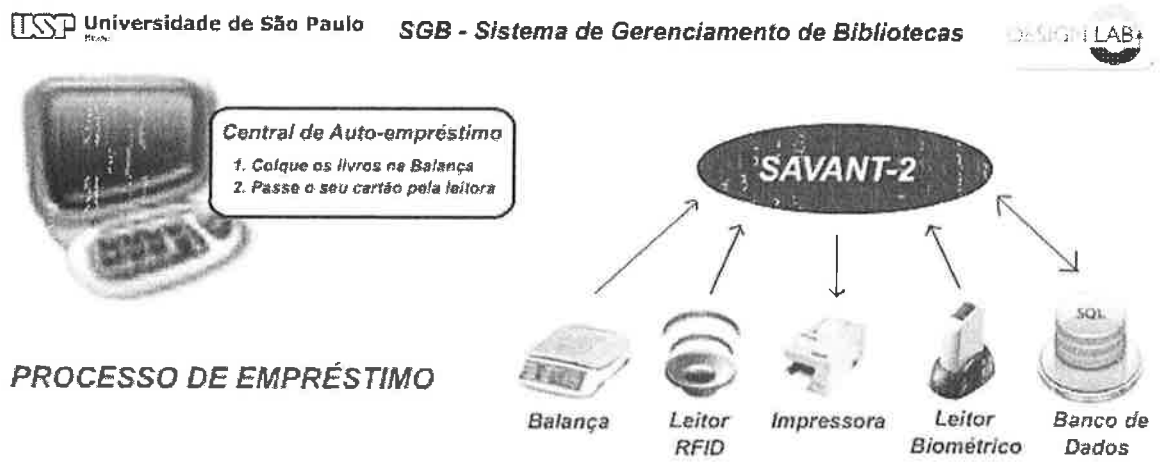


Figura 3-8 Esquema de hardwares conectados ao Middleware SAVANT-2

Por falta de recursos financeiros, neste protótipo da Biblioteca Informada dentro do Design Lab, não se integrou ao sistema, a balança (para realizar a conferência das obras lidas), a impressora (para imprimir o comprovante de empréstimo ou devolução) e o leitor biométrico (para identificar o usuário). Entretanto, para identificar e autenticar o usuário, utilizou-se de uma tela no sistema SGB para login (usuário e senha). Neste acervo do Design Lab, pretende-se integrar a solução de controle do acervo com um projeto para controle de acesso dos usuários do Design Lab ao laboratório através de cartões de acesso por RFID. Com tal solução, a identificação e autenticação do usuário no SGB seria feita mediante a colocação do crachá / cartão de acesso do usuário sobre a leitora de obras para empréstimo, devolução e inventário. Na Figura 3-9, apresenta-se a arquitetura desenvolvida no Design Lab para implementação do Acervo Informado.

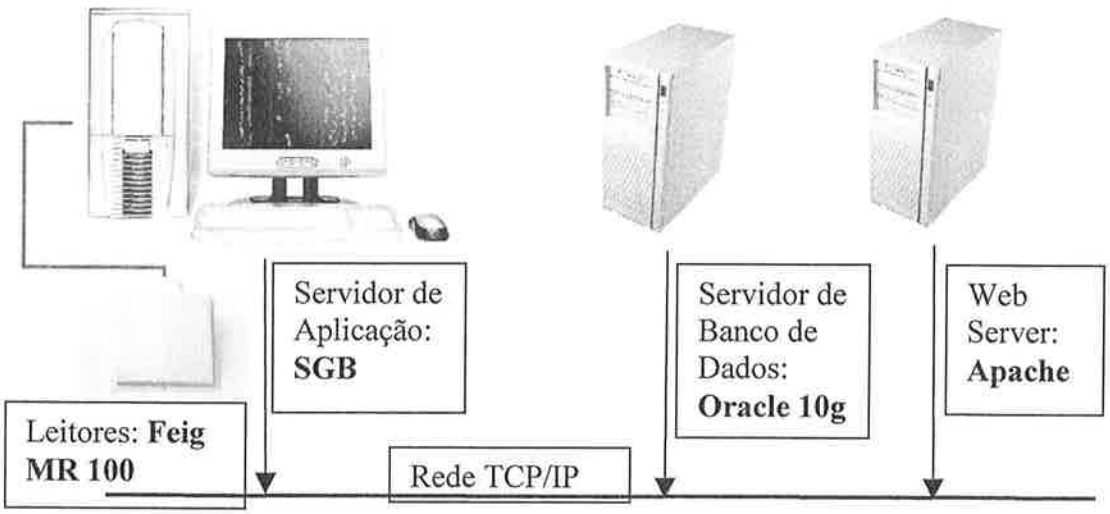


Figura 3-9 Arquitetura dos equipamentos do protótipo do Design Lab

O Servidor de Aplicação, SGB, coleta e trata as informações dos leitores RFID. Por uma rede TCP/IP, se conecta ao servidor de banco de dados Oracle 10g e ao servidor web, para as aplicações na Internet, como a Reserva.

Na Figura 3-10, mostra-se as tabelas e a estrutura do Banco de Dados Oracle da Biblioteca Informada. Note que a tabela de exemplares, tbl_exemplar, possui um campo (epc) para o número EPC da *tag*. O banco de dados e a estrutura das tabelas proposta foi baseada no banco de dados do sistema Dedalus, utilizado em todo o acervo da Universidade de São Paulo e base do sistema Aleph, sistema comercial líder na utilização de bibliotecas universitárias no Brasil.

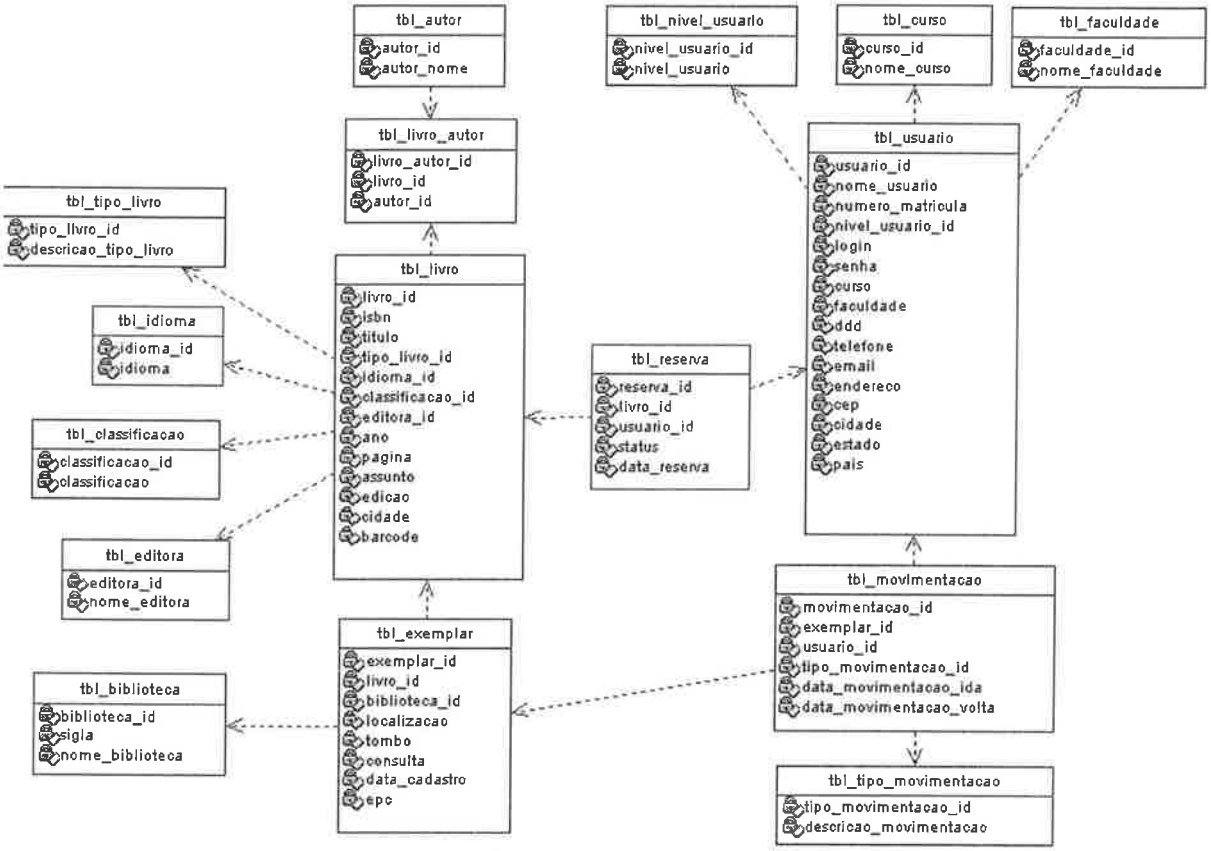


Figura 3-10 Estrutura das tabelas do Banco de Dados da Biblioteca Informada

A Figura 3-11 mostra o Servidor de Aplicação: SGB conectado ao leitor Feig MR-100 do piloto do Design Lab. O Servidor de Aplicação, neste caso, trata-se de um terminal de auto-atendimento para usuários do sistema realizarem empréstimos e devoluções de livros ou mídias. A Figura 3-12 mostra a tela do sistema SGB para empréstimo das respectivas obras lidas na leitora. Neste caso, foram colocados sobre a leitora 3 obras, sendo 1 software, 1 banco de dados e 1 livro.

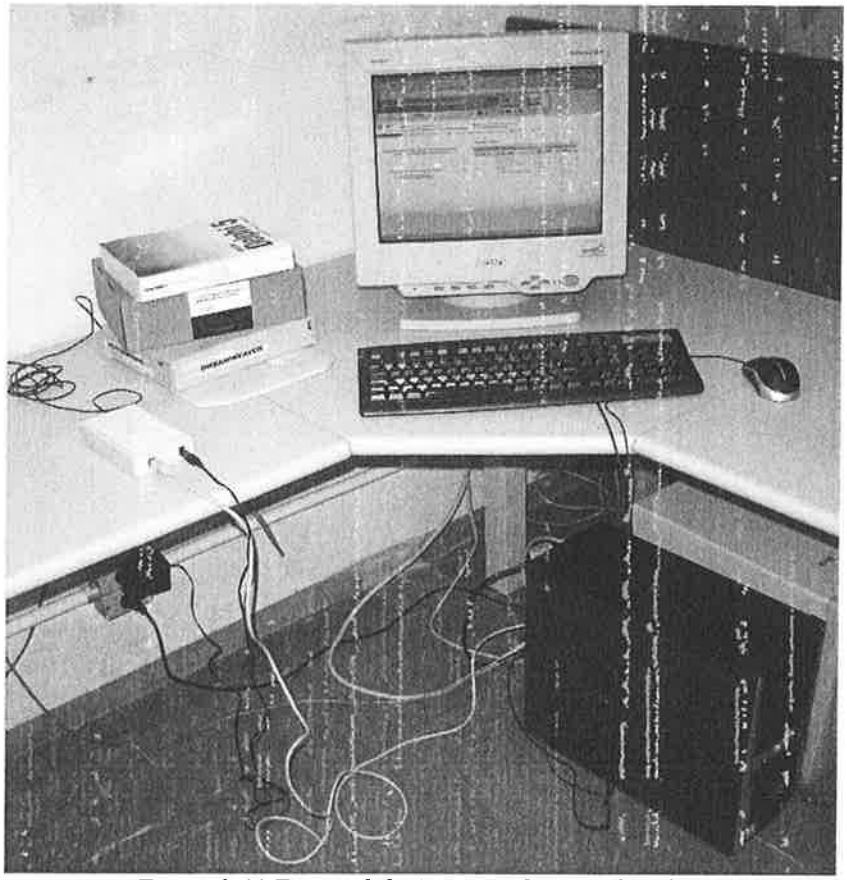


Figura 3-11 Terminal de Auto-atendimento do Piloto

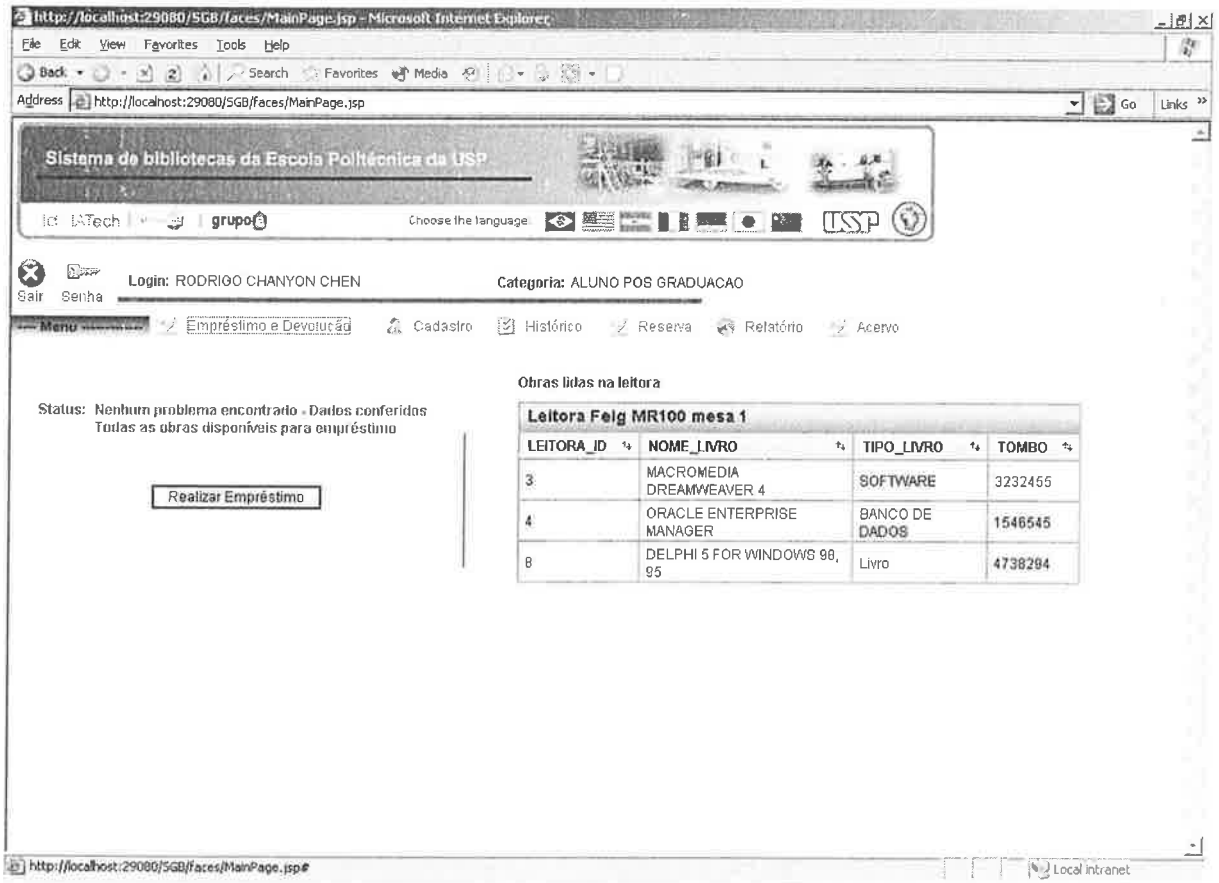


Figura 3-12 Tela de Empréstimo do SGB

As Figuras 3-13 e 3-14, apresentam, respectivamente, o servidor de Banco de dados e o servidor Web da arquitetura mencionada na Figura 3-9. Neste trabalho, foi colocada a máquina da Figura 3-14, na qual é o servidor web para a página do Design Lab e que não estava na rede interna do laboratório, para dentro desta rede. Este procedimento é necessário para que a mesma possa acessar o banco de dados da Ipanema, servidor da Figura 3-13. Por política de segurança do laboratório, nenhuma máquina da rede interna pode ser acessada por usuários externos a rede (não ter nenhuma porta aberta para invasão aos arquivos e aplicativos do Design Lab), entretanto, visando provar o funcionamento deste piloto, foi feita a configuração na rede para somente o servidor da Figura 3-14 poder ser acessado por usuários externos.

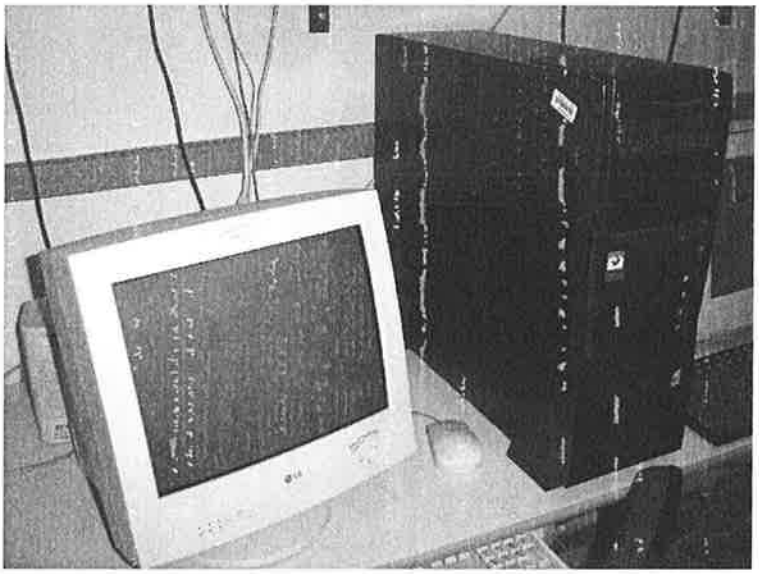


Figura 3-13 Servidor de Banco de dados

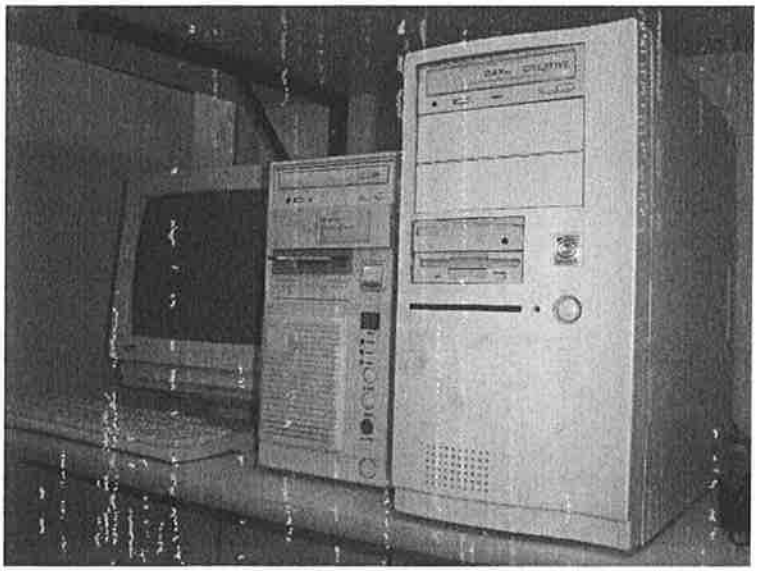


Figura 3-14 Servidor Web

A Figura 3-15 apresenta a prateleira / armário do laboratório Design Lab, onde os itens (softwares e livros) são disponibilizados. Este pequeno acervo não possui nenhuma antena (devido à falta de recursos) para monitoramento on-line das obras disponíveis (inventário).

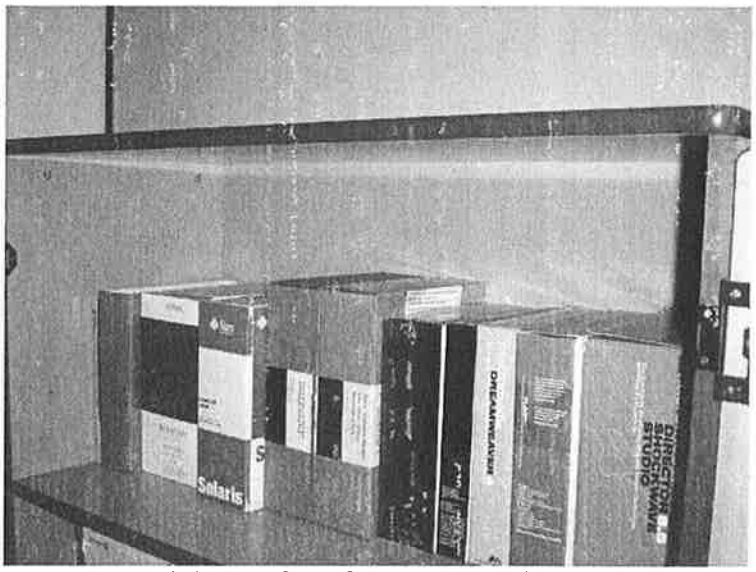


Figura 3-15 Prateleira de itens etiquetados com RFID

Apresenta-se até este momento a Biblioteca Informada, implementada no Design Lab, e sua arquitetura. Agora daremos mais importância e apresenta-se a arquitetura do EPCIS-2 e dos SAVANT-2 de Empréstimo e Devolução.

Conforme mencionado anteriormente, o foco deste trabalho é analisar, dentro dos diversos processos de uma biblioteca ou de um controle de acervo, o processo e as informações relacionadas ao empréstimo e devolução de obras do acervo. Um grande benefício de utilizar a tecnologia RFID, além de agilizar e oferecer mais confiabilidade nos processos, é de poder armazenar ao objeto informações relevantes da sua descrição mas também de gravar informações de seu estado dentro de um processo. Pode-se gravar na *tag*, por exemplo, informações de descrição como se a obra é somente para consulta ou não, entre outras. Também, pode-se ter acoplado ao objeto o estado da obra (Devolvido, Disponível ou Emprestado). Isso, se analisado em termos da operação informacional, tem grande valor pois não existe a necessidade de consultas constantes ao banco de dados e principalmente, dá a oportunidade de em um nível de menor hierarquia, analisar exceções. Por exemplo, se uma obra está em estado "emprestada" e o usuário tentar realizar seu empréstimo no terminal de auto-atendimento, o SAVANT-2 de empréstimo, ao ler as informações da *tag* da obra, pode em seu nível hierárquico, apontar uma inconsistência sem a necessidade de consultar as informações do estado da obra no banco de dados. Outro benefício pode ser visto no portal de

segurança da biblioteca em que a leitura das *tags* devem indicar as obras em estado "Emprestado", se não acionar o alarme. Realizar a leitura das obras identificadas pelo portal de segurança e seguir com uma consulta no banco de dados de seu estado pode levar um tempo muito grande e assim, deixar falho o sistema de segurança da biblioteca.

Na Figura 3-16 e a seguir, vamos detalhar as atividades de cada módulo do SAVANT-2 (Empréstimo e Devolução) e EPCIS-2 e mencionar o fluxo de informações.

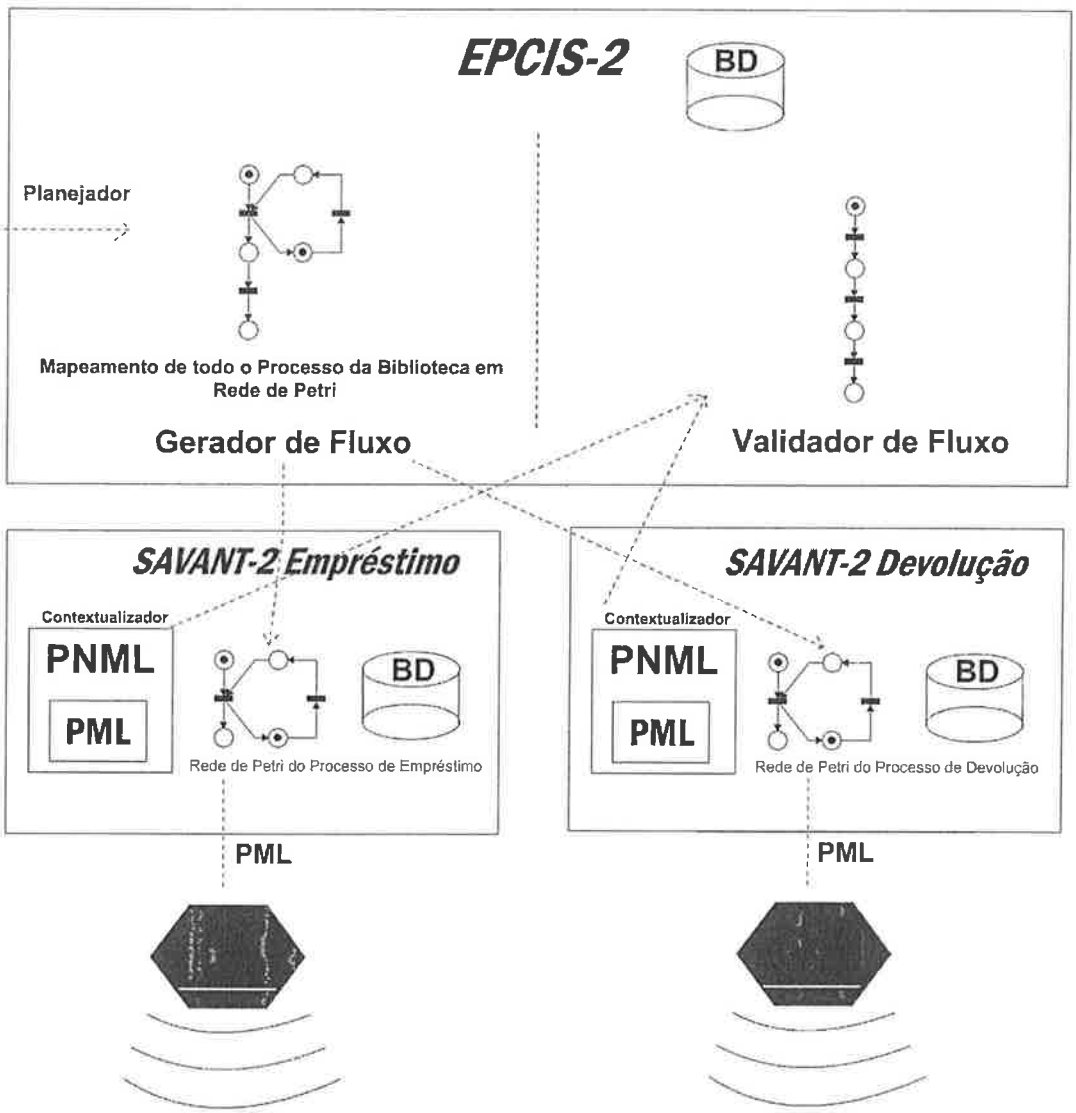


Figura 3-16 Arquitetura SAVANT-2 e EPCIS-2

O ator Planejador representa a interface de inserção do fluxo geral de atividades da biblioteca mapeadas em rede de Petri. O módulo Gerador de Fluxo do EPCIS-2 separa as atividades relacionadas a cada processo da biblioteca (empréstimo ou devolução) e gera o fluxo de cada processo mapeado em PNML ao módulo Contextualizador do SAVANT-2 que, através das

informações PML originadas dos leitores, contextualiza as informações em PNML e repassa para os módulos Verificador de Eventos do SAVANT-2 e Validador de Fluxo do EPCIS-2. Essa contextualização ficará mais clara no próximo item.

3.3.1 INTEGRAÇÃO PNML E PML

A Figura 3–17 apresenta um exemplo de leitura de obra a ser emprestada e do usuário em PML (Physical Markup Language). O PML, conforme mencionado anteriormente, é uma estrutura de dados proveniente dos leitores e sensores sobre informações de, por exemplo, que produto (código de identificação) foi lido? Quando e onde foi lido? Essa informação PML, integrada ao fluxo do processo em rede de Petri e contextualizada pelo SAVANT-2 está representada em PNML, onde além de informações do produto e sensores, podemos visualizar facilmente o estado do produto inserido no processo, na Figura 3–18.

```
<pmlcore: Sensor>
  <pmluid:ID>urn: epc:id:50:49.16</pmluid:ID> *identifica o local de leitura RFID*
  <pmlcore:Observation>
    <pmlcore:DateTime>2005-23-12T13:04:34</pmlcore:DateTime> *identifica o momento da leitura*
    <pmlcore:Tag>
      <pmluid:ID>urn:epc:id:grai:48:2.36.036</pmluid:ID> *identifica a obra com no. EPC 2.36.036*
    </pmlcore:Tag>
    <pmlcore:ID>urn:epc:id:52:4952.6</pmlid:ID> *identifica o usuário : no. EPC 4952*
  </pmlcore:Observation>
</plmcore: Sensor>
```

Figura 3-17 Leitor vinculado ao empréstimo da obra no. EPC 2.36.036 em PML (Adaptado de Tavares, 2006)

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<pnml>
 <net id="1" type="BlackTokenNet">
  <place id="1.1"> *esse é o estado inicial do empréstimo*
   <marking>
    <graphics>
     <offset page="1" x="0" y="0" />
    </graphics>
    <value> 1 </value> *identifica a quantidade de marcas – 1 Obra*
    <pmlcore: Sensor>
     <pmluid:ID>urn: epc:id:50:49.16</pmluid:ID>
     <pmlcore:Observation>
      <pmlcore:DateTime>2005-30-08T13:04:34</pmlcore:DateTime>
      <pmlcore:Tag>
       <pmluid:ID>urn:epc:id:grai:48:2.36.036</pmluid:ID>
      </pmlcore:Tag>
      <pmlcore:ID>urn:epc:id:52:4952.6</pmlid:ID>
     </pmlcore:Observation>
    </pmlcore:Sensor>
   </marking>
   <name>
    <graphics>
     <offset page="1" x="40" y="0" />
    </graphics>
    <value>Obra_Emprestada</value> *identifica o nome do estado correspondente*
   </name>
   <graphics>
    <position page="1" x="100" y="200" />
   </graphics>
  </place>
 </net>
</pnml>
```

Figura 3-18 Integração da Leitura da Tag 2.36.036 ao Estado "Obra Emprestada" do processo de empréstimo (Adaptado de Tavares, 2006)

3.3.2 PROCESSO DE EMPRÉSTIMO – SAVANT-2 DE EMPRÉSTIMO

A aplicação do trabalho realizado no Design Lab em uma biblioteca aberta ao público, necessita de processos de conferência sobre a leitora (se todas as obras que estão sobre a leitora foram corretamente lidas), e por isso, esta etapa já foi previamente prevista no desenvolvimento do piloto do Design Lab, mas que ainda não utiliza nenhuma balança de conferência do peso devido à falta de recursos financeiros. O detalhe do processo de macro-transição de empréstimo proposto no terminal de auto-atendimento está descrito segundo rede de Petri da Figura 3-7.

No processo de empréstimo temos diversos fluxos secundários existentes como análise de Reservas de obra, análise de Categoria da Obra (Consulta) e outras, mas como o foco deste trabalho é analisar a aplicação do SAVANT-2 no fluxo principal do Empréstimo e assim, analisar as informações e o estado das obras, temos na Figura 3-19, uma Rede de Petri simplificada no SAVANT-2 de Empréstimo. Nesta Figura, temos dois processos que devem ser paralelos, "Leitura da Obra" e "Identificação do Usuário", e que juntos, autorizam o

empréstimo de uma obra. Em preto, temos o fluxo principal para um processo de empréstimo e em vermelho, temos um fluxo secundário. As transições da Rede de Petri marcados em amarelo significam que envolvem a leitura por RFID e as transições em cinza, são ações sem uso do RFID.

Para o processo de identificação do usuário, também, foi mencionado a Rede de Petri principal e simplificada que deve ser analisada, no foco deste trabalho, pelo SAVANT-2 de empréstimo. Existem fluxo secundários que devem ser analisados em um processo de identificação como se o usuário está ou não autorizado para o empréstimo (suspensão), entre outros.

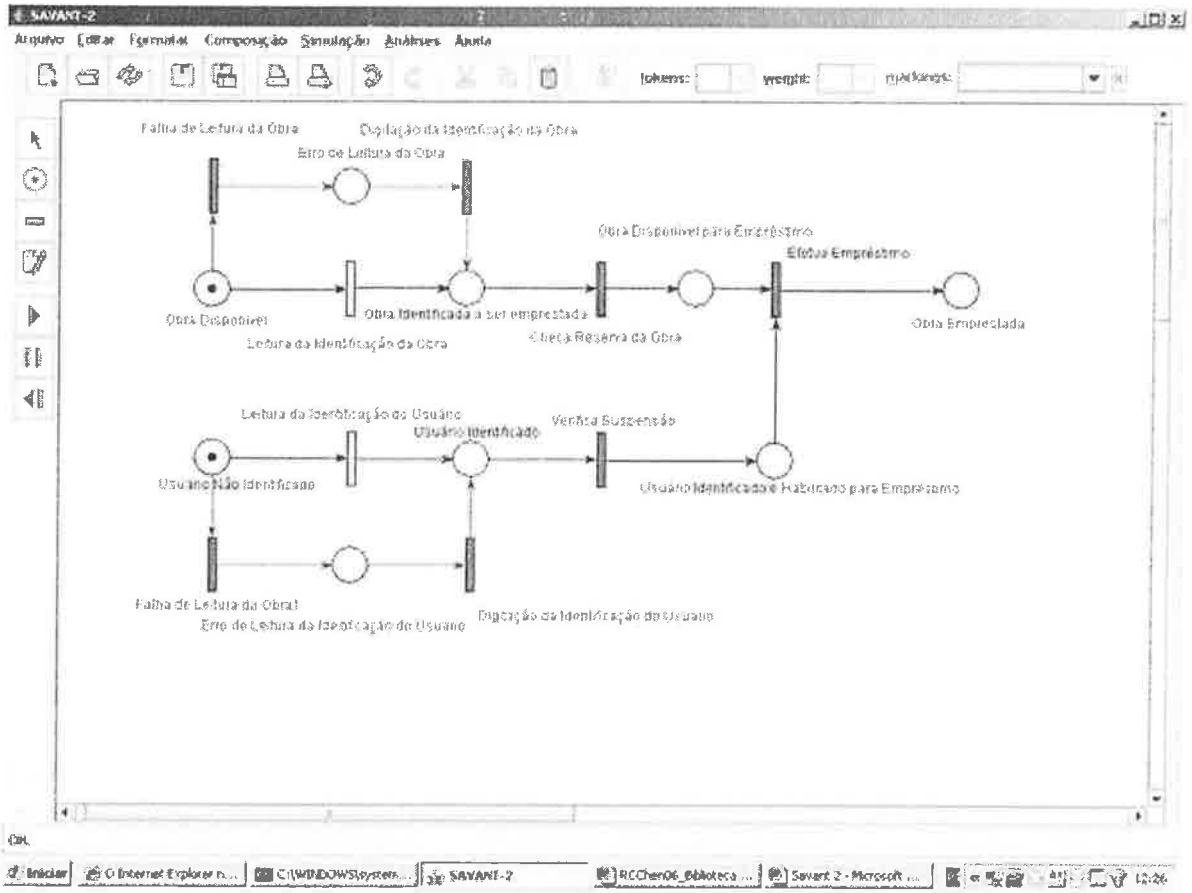


Figura 3-19 SAVANT-2 de Empréstimo

No SGB, o processo em Rede de Petri do SAVANT-2 foi mapeado de modo que cada estado fosse uma variável de valor 1 ou mais (número de marcas no estado) ou 0, sem marcas, Figura 3-20. As transições foram traduzidas no código do SGB segundo controles de "if" e "else", conforme vemos na Figura 3-21.

```
String user_ok = "1";
//Se user_ok = 1, usuario estah apto e sem suspensao ativa
//Identificado o usuario, verifica se tem suspensao ativa
//Seleciona as suspensoes do usuario
//Datas recebe a data que foi dada a suspensao
String datas = "";
sql =  "select * from TBL_SUSPENSAO where USUARIO_ID = '"+user_id+"' order by TO_NUMBER(SUSPENSAO_ID)";
stmt = theConn.createStatement();
rs = stmt.executeQuery(sql);
while (rs.next()) {
    //Verifica das suspensoes, se ainda existe alguma ativa
    datas = (String) rs.getString("DATA_SUSPENSAO");
    //Pega os horarios de suspensao (datas)
    String diasu = datas.substring(8, 10);
    String messu = datas.substring(5, 7);
    int diasui = Integer.parseInt(diasu);
    int messui = Integer.parseInt(messu);
    //Pega os horarios atuais
    int diasun = Calendar.getInstance().get(Calendar.DAY_OF_MONTH);
    int messun = Calendar.getInstance().get(Calendar.MONTH);
    //Verifica se suspensoes estao ou nao ativas
    //Se mesmo mes
    if (messui == messun){
        //20 dias de suspensao
        if ((diasun - diasui) >= 20){
            //usuario nao estah mais suspenso
        }else{
            user_ok = "0";
        }
    }else{
        //mes diferente
        if ((messun - messui) == 1){
            if ((30-diasui)+diasun <= 20){
                user_ok = "0";
            }else{
                //usuario nao estah mais suspenso
            }
        }else{
            //suspensao jah venceu
        }
    }
}
rs.close();
stmt.close();
```

Figura 3-20 Código SGB - Descrição de estado

```
//registra o emprestimo
//Emprestimo ocorre se obra e usuario estiverem OK
if (obra_ok == "1" && reserva_disp == "1"){
    if (user_ok == "1"){
        //Registra o emprestimo
        //Traz o ID do último registro
        String id_movimenta = "0";
        sql =  "select * from TBL_MOVIMENTACAO order by TO_NUMBER(MOVIMENTACAO_ID)";
        stmt = theConn.createStatement();
        rs = stmt.executeQuery(sql);
        while (rs.next()) {
            id_movimenta = (String) rs.getString("MOVIMENTACAO_ID");
        }
        rs.close();
        stmt.close();
        int idn = Integer.parseInt(id_movimenta);
        idn = idn + 1;
        id_movimenta = String.valueOf(idn);
        //Insere a movimentacao de emprestimo
        sql =  "insert into TBL_MOVIMENTACAO (MOVIMENTACAO_ID, EXEMPLAR_ID, USUARIO_ID, TIPO_MOVIMENTACAO_ID,
        DATA_MOVIMENTACAO_IDA) VALUES('"+id_movimenta+"','"+exemplar_id+"','"+user_id+"','1',sysdate)";
        PreparedStatement ps = theConn.prepareStatement(sql);
        ps.executeUpdate();
    }else{
        erro = erro + "Usuario com suspensão!";
    }
}else{
    erro = erro + "Obra detectada em estado incorreto! Jah estava emprestada";
}
```

Figura 3-21 Código SGB - Descrição de transição

O módulo SAVANT-2 de Empréstimo tratará e analisará as informações em PML (Quando e qual sensor fez a leitura? O que foi lido?) provenientes dos hardwares e as informações em PNML (mapeamento do processo de empréstimo em Rede de Petri) gerada pelo Gerador de Fluxos do EPCIS-2. Através destas informações, o módulo Contextualizador do SAVANT-2 criará os formulários em PNML (Processo com dados da leitura) para o Verificador de Eventos analisar os eventos atípicos através de comparação do ocorrido e do planejado. Após analisar exceções, o SAVANT-2 de Empréstimo reportará o fluxo do processo ocorrido ao Validador de Fluxo do EPCIS-2.

Na Figura 3-22, tem-se que o estado inicial de "Obra Disponível" deve seguir a transição da "Leitura da Identificação da Obra" por RFID ou, quando acontecer um erro de leitura por RFID, a transição de "Digitação da Identificação da Obra". Em ambos os casos, o estado final será "Obra Identificada a ser Emprestada" mas os formulários em PNML serão diferentes pois as estruturas PML de leitura serão diferentes (uma leitura foi realizada por um leitor RFID que capturou o número EPC da obra e a outra foi digitado, em um terminal, o número de tombo da obra) conforme Figura 3-23.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<pnml>
 <net id="1" type="BlackTokenNet">
  <place id="Obra Disponível"> *esse é o estado inicial do empréstimo *
   <marking>
    <graphics>
     <offset page="1" x="0" y="0" />
    </graphics>
    <value> 1 </value> *identifica a quantidade de marcas – 1 Obra*
    <pmlcore: Sensor>
     <pmluid:ID>urn:epc:id:50:49.16</pmluid:ID>
     <pmlcore:Observation>
      <pmlcore:DateTime>2005-30-08T13:04:45</pmlcore:DateTime>
      <pmlcore:Tag>
       <pmluid:ID>urn:epc:id:grai:48:2.36.036</pmluid:ID>
     </pmlcore:Observation>
    </pmlcore:Sensor>
   </marking>
   <name>
    <graphics>
     <offset page="1" x="40" y="0" />
    </graphics>
    <value> Obra Identificada a ser Emprestada </value> *identifica o nome do estado correspondente*
   </name>
   <graphics>
    <position page="1" x="100" y="200" />
   </graphics>
  </place>
 </net>
</pnml>
```

Figura 3-22 PNML do Estado de "Obra Identificada a ser Emprestada" que foi anteriormente lida por RFID

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<pnml>
 <net id="1" type="BlackTokenNet">
  <place id="Obra Disponível"> *esse é o estado inicial do empréstimo *
   <marking>
    <graphics>
     <offset page="1" x="0" y="0" />
    </graphics>
    <value> 1 </value> *identifica a quantidade de marcas – 1 Obra*
    <pmlcore: Sensor>
     <pmluid:ID>urn:terminal:id:12</pmluid:ID>
     <pmlcore:Observation>
      <pmlcore:DateTime>2005-30-08T13:12:34</pmlcore:DateTime>
      <pmlcore:Tag>
       <pmluid:ID>urn:tombo:id:254145</pmluid:ID>
     </pmlcore:Observation>
    </pmlcore:Sensor>
   </marking>
   <name>
    <graphics>
     <offset page="1" x="40" y="0" />
    </graphics>
    <value> Obra Identificada a ser Emprestada </value> *identifica o nome do estado correspondente*
   </name>
   <graphics>
    <position page="1" x="100" y="200" />
   </graphics>
  </place>
 </net>
</pnml>
```

Figura 3-23 PNML do Estado de "Obra Identificada a ser Emprestada" que foi anteriormente digitada - Erro de leitura RFID

Pode-se por estes formulários PNML já perceber se houve erro de leitura e assim, analisar os motivos que estão levando a este erro, por exemplo, falha da *tag* ou posicionamento das obras. Estas causas podem ser levantadas após ocorrências de erros e gravação no banco de dados deste histórico e assim, é possível avaliar se sempre esta tag não é lida (por exemplo, deve-se avaliar como procedimento se a *tag* está quebrada ou se a *tag* está mal posicionada) ou se em alguns casos, ocorre erro de leitura (avaliando se o erro sempre ocorre em situações semelhantes, isto é, se o erro sempre acontece quando a *tag* é disposta junto com outras determinadas *tags*, ou quando a obra é disposta em uma outra direção). Com as causas levantadas, pode-se propor melhorias ao processo, como sistemas mecânicos para orientação dos livros.

Entre algumas exceções a serem percebidas pelo Verificador de Eventos do SAVANT-2 de Empréstimo é:

- Com uso de uma balança para conferir se todas as obras foram lidas corretamente pela leitora RFID, o peso total das obras lidas e com o peso da balança devem ter uma

diferença de peso de até 5% (A justificativa de escolha deste grau de diferença se deve em base do peso aproximado mínimo (200 g), médio e máximo (2300 g) das obras da biblioteca). Esse processo envolve a segurança já que as leitoras RFID possuem a possibilidade de erro de leitura mesmo que baixa;

- Analisar e tratar as operações de estado / status da obra (Não se pode emprestar uma obra que esteja em status emprestado ou indisponível);
- Empréstimo somente se o usuário tiver cadastro ou não estiver em estado suspenso na biblioteca;
- Não pode-se emprestar uma obra em estado reservado (Sistema de reserva on-line) ou restrita a consulta.

3.3.3 Processo de Devolução – SAVANT-2 de Devolução

O Verificador de Eventos do SAVANT-2 de Devolução deve entre outras, analisar:

- Estado da Obra devolvida deve ser "emprestado". Em caso de irregularidade, deverá ser verificado a hipótese de falha de registro no empréstimo (SAVANT-2 de Empréstimo) ou outro motivo;
- Verificar data de devolução comparando-a a data limite e em caso de atraso, suspender o usuário.

Na Figura 3-24, tem-se a Rede de Petri simplificada do processo de Devolução. Semelhante ao processo de empréstimo mas mais simples, também, não foi detalhado nesta Rede de Petri os fluxos agregados como a conferência da devolução da obra dentro do prazo e procedimentos de suspensão em caso de atraso da devolução. Estes procedimentos devem ser avaliados em processos de devolução de obra mas neste trabalho, não foi considerado devido ao foco ser no estado e informações das obras.

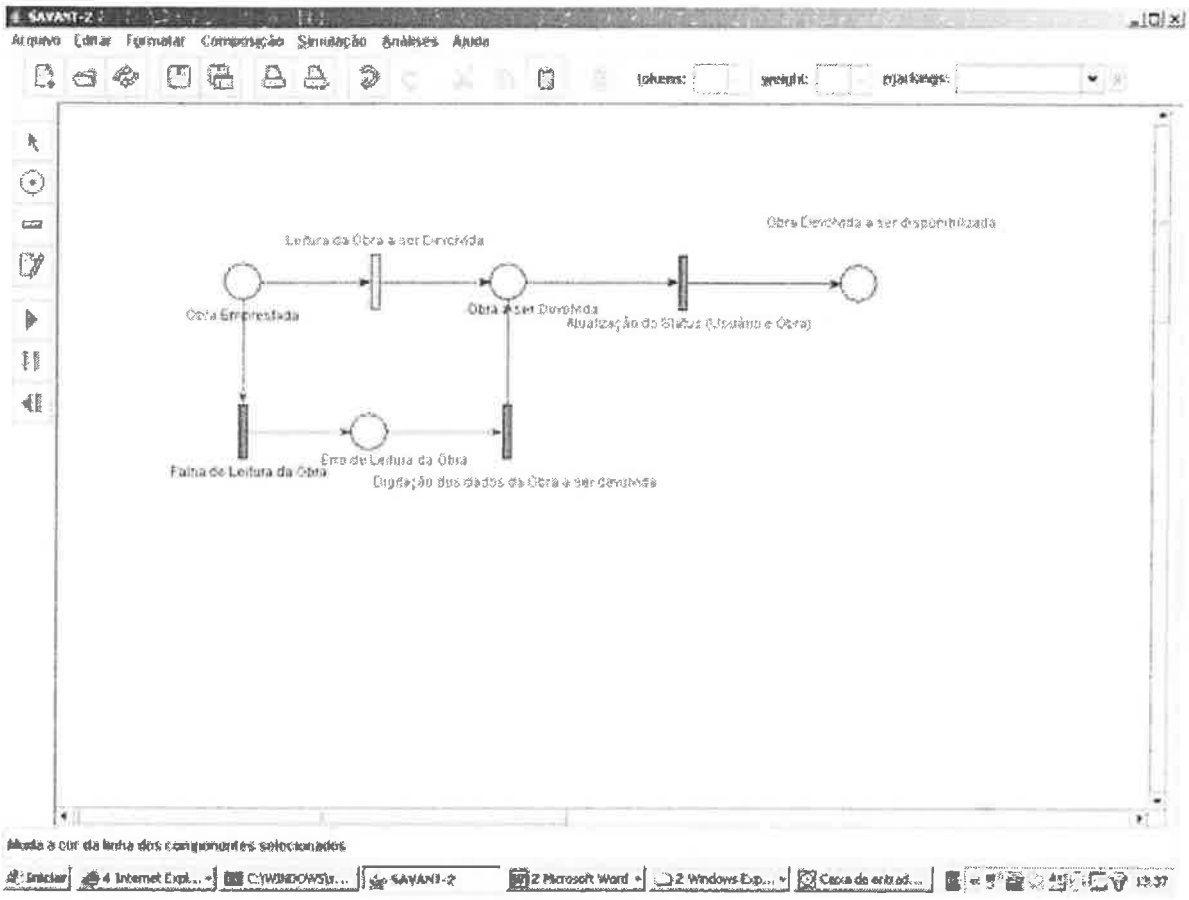


Figura 3-24 SAVANT-2 de Devolução

Da mesma forma que o processo de empréstimo, a Rede de Petri do processo de devolução também tem um fluxo principal com a leitura do número EPC da obra através de uma leitora RFID e um fluxo secundário para erro da leitura e necessidade de digitação do número de tombo em um terminal. Na Figura 3-25, tem-se o formulário PNML do estado de "Obra a ser Devolvida" proveniente da transição de "Leitura da Obra a ser Devolvida" pela leitora RFID (Obra identificada pela leitora).

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<pnml>
 <net id="1" type="BlackTokenNet">
  <place id="Obra Emprestada"> *esse é o estado inicial da devolução*
   <marking>
    <graphics>
     <offset page="1" x="0" y="0" />
    </graphics>
    <value> 1 </value> *identifica a quantidade de marcas – 1 Obra*
    <pmlcore: Sensor>
     <pmluid:ID>urn:epc:id:50:49.16</pmluid:ID>
     <pmlcore:Observation>
      <pmlcore:DateTime>2005-07-09T15:04:28</pmlcore:DateTime>
      <pmlcore:Tag>
       <pmluid:ID>urn:epc:id:grai:48:2.36.036</pmluid:ID>
     </pmlcore:Observation>
    </pmlcore:Sensor>
   </marking>
   <name>
    <graphics>
     <offset page="1" x="40" y="0" />
    </graphics>
    <value> Obra a ser Devolvida </value> *identifica o nome do estado correspondente*
   </name>
   <graphics>
    <position page="1" x="100" y="200" />
   </graphics>
  </place>
 </net>
</pnml>
```

Figura 3-25 PNML do Estado de "Obra a ser Devolvida" que foi anteriormente identificada por RFID

3.3.4 EPCIS-2

O EPCIS-2 irá administrar e tratar as informações provenientes dos SAVANTs-2 e de outros módulos como por exemplo, o módulo de web de reserva de obras. O EPCIS-2, através do módulo de Validador de Fluxo, tratará informações e exceções que só podem ser vistas no processo geral da biblioteca e não em processos isolados como de empréstimo e devolução (analisadas pontualmente pelos SAVANTs-2). Por exemplo, se um usuário realiza o empréstimo de uma obra e não mais a devolve para a biblioteca. Neste caso, o processo de empréstimo aconteceu sem erros segundo o SAVANT-2 de Empréstimo e não houve ainda operação analisada pelo SAVANT-2 de Devolução já que a obra não foi devolvida. Este problema e sua solução de alerta e cobrança ao usuário, só poderá ser percebido pelo EPCIS-2 que analisará as informações dos dois SAVANTs-2 e estudará as invariantes do processo geral da Biblioteca.

Na figura 3-26 é mostrado o fluxo dos dados tratados pelo SAVANT-2 e EPCIS-2 até a sua utilização final (em forma de informação pelos SI´s) ao dentro da hierarquia na Biblioteca Informada.

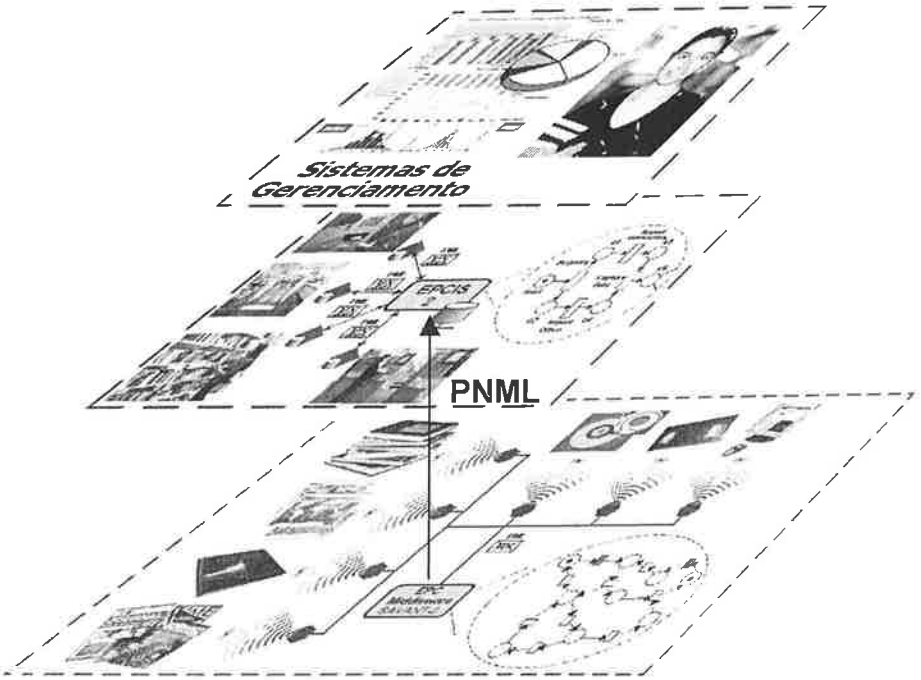


Figura 3-26 O SAVANT-2 e EPCIS-2 e a sua atuação dentro da hierarquia dos sistemas verticais

Acima foi mostrado a Rede de Petri simplificada dos SAVANT-2 de Empréstimo e Devolução. Podemos ver que elas se complementam, isto é, o estado final do processo da Rede de Petri do empréstimo é o estado do início da Rede de Petri da Devolução, mas ainda existe a necessidade de uma Rede de Petri do processo que descreve a transformação do estado de "Obra Devolvida a ser Disponibilizada" para "Obra Disponível". Esta transição é analisada pelo EPCIS-2.

3.4 Implementação da Biblioteca Informada

A implementação do sistema da Biblioteca Informada foi realizada em um protótipo no acervo do Design Lab devido à falta de recursos financeiros. Porém, como o intuito é, em um trabalho futuro, implementar tal solução na biblioteca de Engenharia Mecânica da EPUSP, foram realizados alguns levantamentos que seguem e que não são necessários no Design Lab devido ao pequeno tamanho de seu acervo e do número de usuários. No subcapítulo 3.2, mostra-se o mapeamento dos processos realizado na biblioteca de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica. Neste tópico, mostra-se mais alguns levantamentos realizados dentro desta biblioteca.

A biblioteca "Prof. Dr. Alfredo Coaracy Brazil Gandolfo", possui uma circulação diária média de 158 usuários por dia, sendo este número de visitas aumentado para a média de 498 usuários durante períodos de provas.

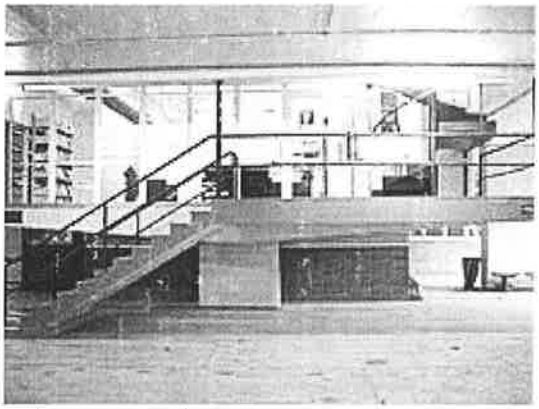


Figura 3-27 Foto da fachada de entrada da biblioteca de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval da Escola Politécnica

O primeiro passo da implementação da Biblioteca Informada será o estudo do *layout* a fim de facilitar e agilizar a circulação dos usuários. Neste ponto, alguns levantamentos foram feitos como: Será que o número de armários / porta-volumes na biblioteca está corretamente dimensionado?

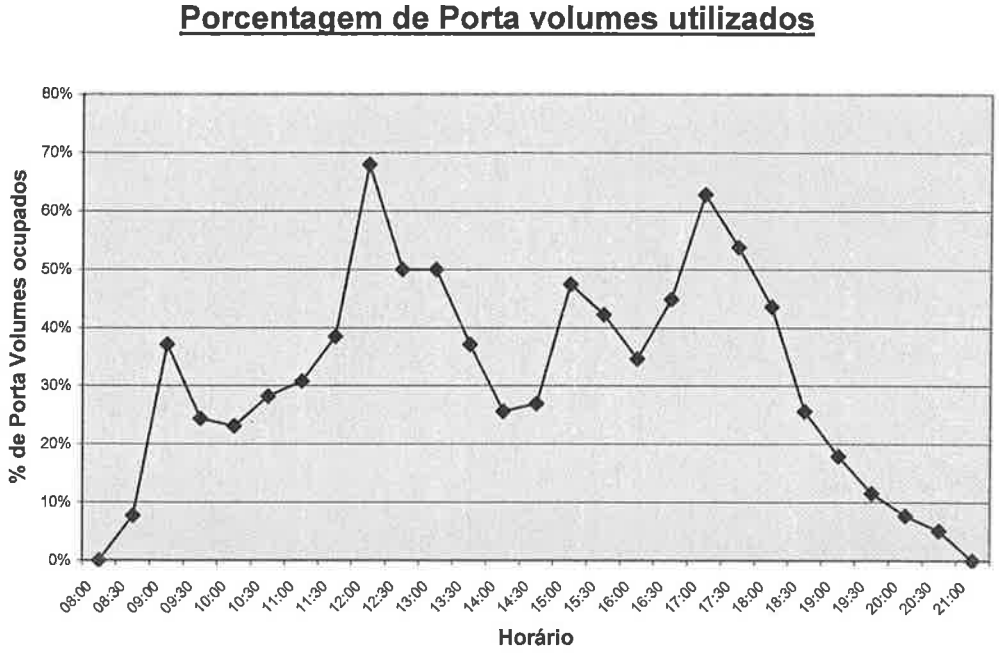


Figura 3-28 Gráfico de utilização de armários por usuários em período normal

Para o levantamento da Figura 3-28, foi acompanhada a evolução de uso dos porta-volumes da biblioteca durante 15 dias de período normal de aula de diferente meses. Podemos ver claramente que, na média, em nenhum horário do dia foi utilizado mais de 70% dos porta volumes existentes (Capacidade de 73 porta-volumes), mas em épocas de grande

movimentação, por exemplo, período de provas, a utilização deste armários chega a aumentar 89% da circulação normal, o que resulta em falta de capacidade.

Figura 3-29 Esboço em escala proporcional da planta atual da biblioteca

A fim de facilitar a circulação de obras baseado no processo em Rede de Petri anteriormente citado, e tornar o mesmo intuitivo ao usuário mas sem gerar altos custos de mudança e reforma do *layout* (deslocamento do acervo e cabeamento), citamos na Figura 3-30 o projeto da planta a ser implementado.

Figura 3-30 Esboço em escala proporcional da planta da Biblioteca Informada piloto

3.4.1 HARDWARE

Agora, descreveremos o tipo de hardware utilizado na automação da Biblioteca Informada e a estrutura de seu sistema.

Conforme mencionado no capítulo anterior, as freqüências de RFID indicadas para esta utilização, levando-se em consideração custos e aplicabilidade (range de leitura, ambiente, etc), é freqüência de 13,56MHz. Neste piloto do Acervo Informado serão utilizados leitores RFID modelo MR-100 da fabricante Feig Eletronics, empresa alemã, com especificações que segue em anexo a este trabalho. Os motivos que levaram a escolha desta antena são explicados adiante.

A etiquetas ou *tags*, Figura 3-31, será, naturalmente, também na freqüência de 13,56 MHz, já que a antena operante na solução atende essa freqüência e não é multi-freqüencial. Visto que as etiquetas devem ser baratas e com pouca taxa de manutenção, as *tags* serão passivas, isto é, sem utilização de fonte de energia.

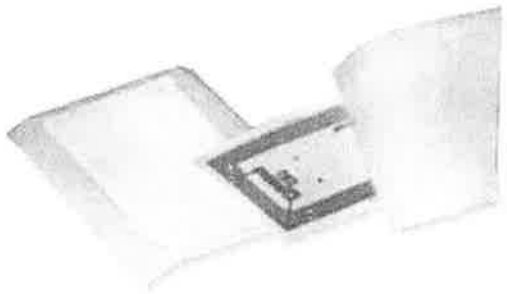


Figura 3-31 Imagem da tag utilizada (Texas Instruments SL-ISO15693-1k, 13.56MHz ISO15693 Smart labels, i-Code, 1Kbits Memory, R/W)

Para efeito de escolha e decisão da leitora e antena do piloto, foram testadas, no ambiente da biblioteca da Engenharia Mecânica e Naval da Escola Politécnica da USP, duas leitoras RFID de freqüências de 13,56MHz e 916MHz, conforme resultados abaixo da Tabela 3-1. Os testes realizados na leitora de RFID de freqüência 125KHz, foram realizados por um distribuidor da fabricante Kimaldi em um ambiente similar na Cidade do México (biblioteca fechada). Leitoras de freqüências de 2GHz e acima, não foram submetidas aos testes devido ao seu alto custo e inviabilidade para esta aplicação (sendo antenas nesta freqüência indicada para locais com necessidade de leitura de objetos em movimento de grandes velocidades – em torno de 60Km/h, com grande interferência (como objetos metálicos e água) e com necessidade de grande range de leitura, como controle de cancelas em Rodovias – "Sem Parar").

Apesar da freqüência de 125KHz oferecerem bons resultados de leitura, ela não foi utilizada devido ao seu tempo de resposta, isto é, a leitora demora em média 0,8 a 1,3 segundo para identificar as etiquetas/tags. Este tempo não causa problemas nos processos de empréstimo e devolução, mas podem ocasionar erros em processos como inventário e influenciar na segurança do acervo (não conseguir monitorar com agilidade a entrada e saída de obras da biblioteca). Também, esta freqüência oferece baixo alcance de leitura, cerca de 5 a 30 cm em média. Para alcances e ranges maiores, necessário em portais, por exemplo, seria necessário antenas especiais com maior potência o que implica em aumento de custo.

O problema de colisão de leitura das etiquetas / *tags* foi outro ponto criterioso na escolha da leitora / antena. A leitora MR-100 da FEIG possui função anti-colisiva, o que facilita a

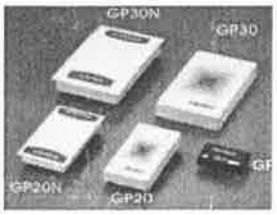
identificação simultânea de diversos objetos. Quando existem inúmeras *tags* no range de leitura, elas podem responder ao mesmo tempo, gerando colisões nas respostas enviadas à leitora. É necessário que a *tag* possua uma lógica para o controle anti-colisão. O controle Anti-Colisão funciona da seguinte maneira: Sempre que uma *tag* iniciar o processo de identificação para a leitora, o controle anti-colisão é ativado. O processo é simples e utiliza a seguinte lógica: Um grupo de *tags* é selecionado, no caso de mais de uma *tag* responder ao mesmo tempo, a leitora envia um comando de falha (*fail*) para todas as *tags*, o que indica que aconteceu uma colisão. Ao receber este comando, o bloco de controle gera um bit randômico que vai definir se a *tag* vai entrar na fila de espera ou se vai enviar novamente a resposta da leitora / *reader*. No caso dela entrar na fila, um contador interno é incrementado e nenhuma resposta ao *reader* é enviada. Depois que o contador é incrementado, sempre que a *tag* receber um comando *fail*, ela será incrementado novamente sem o uso do número randômico, o que significa que só entrará na disputa por envio da resposta a *tag* que estiver em primeiro na fila, com o contador zerado. O processo se repete até o *reader* não receber nenhuma resposta daquele grupo de *tags*, o que significa que as *tags* estão possivelmente enfileiradas. Então, um comando de sucesso (*sucess*) é enviado e todos os contadores são decrementados, a *tag* que tiver o seu contador zerado vai enviar o seu ID. Uma a uma as *tags* vão enviando seu ID para o *reader*, até que todas elas tenham sido identificadas através de uma série de comandos *fail* e *success* (Hessel; Azevedo, 2006).

A frequência de 916MHz possui algumas deficiências específicas. Esta freqüência, apesar de ter maior alcance de leitura, sofre interferências com superfícies metálicas e líquidos. Como temos as prateleiras das bibliotecas em material metálico, seu rendimento de leitura não foi satisfatório. Já freqüências de 13,56MHz e 125KHz, não sofrem interferência sob superfícies metálicas e não sofrem interferência sob líquidos (o corpo humano possui grande concentração de líquido).

Em média, segundo matéria da revista ComputerWorld, as etiquetas RFID oferecem uma taxa de precisão de leitura de 99,8%, ao contrário das etiquetas com código de barra, que só apresentam aproximadamente 85%. Além de a etiqueta de código de barras necessitar obrigatoriamente de visibilidade para leitura.

Na Tabela 3-1, vemos a comparação entre as antenas sugeridas para uso no piloto da biblioteca da POLI-USP.

Tabela 3-1 Comparação entre Leitoras

Freqüência RF	125 KHz – LF	13,56MHz - HF	916MHz - UHF
Fabricante leitora	Kimaldi	FEIG	WJ Comunications
Modelo	GP-30	MR-100	MPR-5000
Range máximo de leitura	30 cm	30 cm	30 cm
% de leitura em range médio *	94,92%	96,27%	83,53%
Aplicação	Mesa e Parede	Mesa	Móvel – *Mobile devices*
Custo	US$ 452,00	US$ 1386,00	US$ 1078,00
Imagem			

* Teste realizado com 1000 leituras no ambiente da biblioteca da Escola Politécnica da USP

Maiores detalhes das características de cada uma das 3 leitoras testadas e suas especificações técnicas podem ser vistas nos *datasheets* em anexo a este trabalho.

Visto que a escolha foi da Leitora / Antena FEIG MR-100, vamos explicar como foi feita sua integração com o sistema SGB. Na Figura 3-32, temos a estrutura da Orientação de Dados.

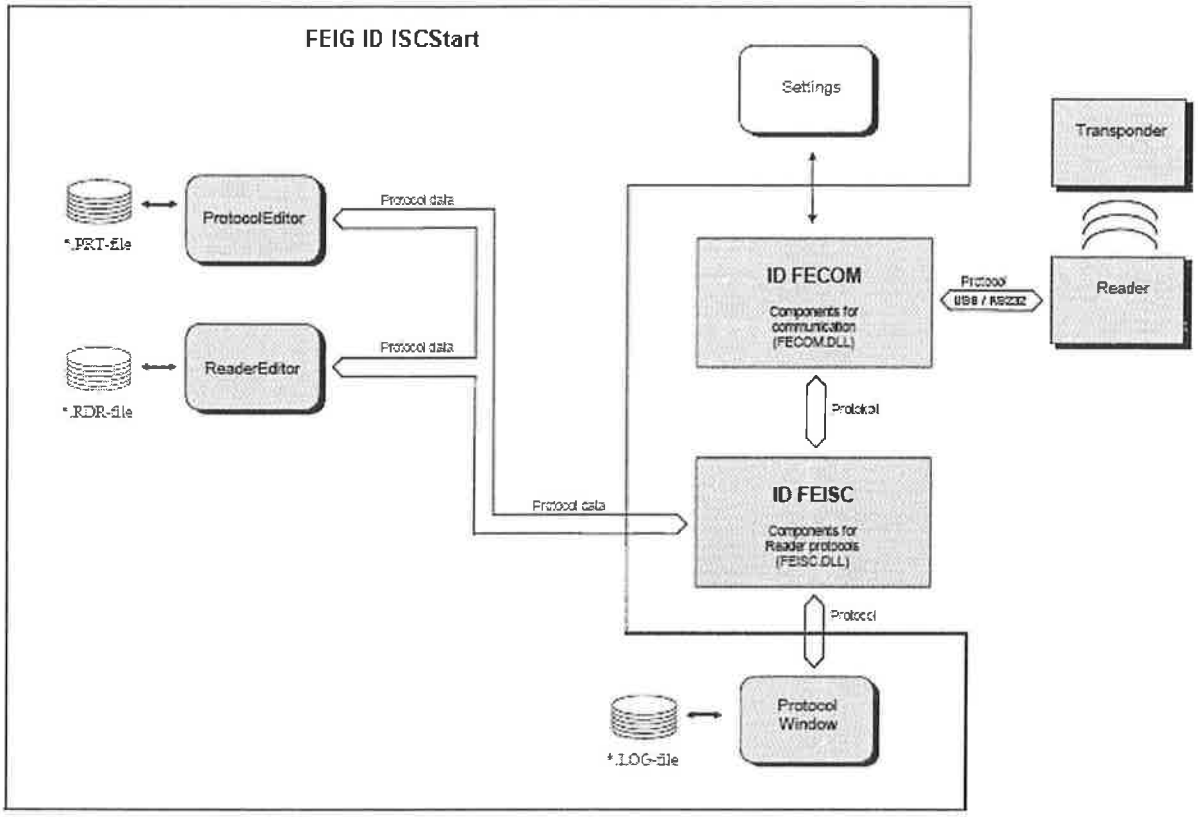


Figura 3-32 Estrutura da Orientação de Dados - FEIG ISC MR-100

Existem duas bibliotecas / DLL (*Dynamic Link Library*) para estabelecer a comunicação entre a leitora da FEIG / OBID e a aplicação, que são FECOM (Componentes para comunicação, protocolos que abrem e fecham a porta de comunicação e estabelecem a troca de informações) e FEISC (Componentes para protocolos de leitura, atividades e procedimentos de captura e repasse das informações). Estas duas bibliotecas são fornecidas pelo fabricante em linguagem de programação C++. Como o SGB foi desenvolvido em Java, foi feito um JNI. O JNI é uma interface de comunicação (API) desenvolvida pela Sun que permite, aos códigos executados pela VM (*Java Virtual Machine*), interoperarem de forma bidirecional com aplicações e bibliotecas desenvolvidas de outras linguagens, como C / C ++.

Outro hardware, em planejamento, a ser instalado na Biblioteca Informada Piloto é a leitora biométrica de digital / polegar da fabricante Nitgen, modelo Hamster, Figura 3-33. Essa leitora, instalada no terminal de auto-atendimento e consulta, tem o objetivo de identificar o usuário. A identificação do usuário nos terminais de consulta é fundamental para o plano do módulo de inteligência artificial da Biblioteca Informada, que com base nas pesquisas realizadas, poderá definir o perfil do usuário. No controle de acervo do Design Lab, é planejado a identificação e autenticação dos usuários através de crachá / cartão de acesso RFID a ser lidos pelas antenas do terminal de auto-atendimento.

Figura 3-33 Leitor Biométrico de Polegar Nitgen Hamster

A identificação do usuário através de biometria no terminal de auto-empréstimo traz a segurança necessitada pela biblioteca e uma assinatura digital do mesmo para o empréstimo. Com o auto-empréstimo, não haverá um procedimento comum em bibliotecas que refere-se à assinatura do usuário no cartão de empréstimo, não mais existente na Biblioteca Informada. A vantagem de usar a identificação do usuário por biometria soluciona dois pontos hoje despercebidos em bibliotecas automatizadas com identificação do usuário por crachá ou cartão magnético ou código de barras.

1. Evita a possibilidade de um terceiro realizar o empréstimo de obras em nome do usuário cadastrado na biblioteca, com ou sem autorização do último (cartão emprestado ou roubado);
2. Possibilita ao usuário cadastrado realizar o auto-empréstimo mesmo quando esquecer seu cartão de identificação ou qualquer outro documento para empréstimo junto ao bibliotecário;
3. Agiliza o processo de identificação e assinatura do usuário.

3.4.2 SOFTWARE – SGB

Neste trabalho, fez-se a integração do middleware SAVANT-2 ao SGB e Banco de dados Oracle 10g. As atividades de Empréstimo e Devolução visualizadas no SGB são em outro nível, mapeadas e analisados nos SAVANT-2.

O SGB permite ser configurado em diferentes idiomas visto que bibliotecas universitárias possuem um grande número de estrangeiros. As Figuras 3-34, 3-35, 3-36, 3-37, 3-38 e 3-39, mostram algumas telas do SGB para interação com os usuários. No protótipo realizado no Design Lab, a devolução de objetos deve ser realizada no terminal de aplicação, porém, em sua implementação na biblioteca de Engenharia Mecânica da EPUSP, pretende-se montar uma caixa (*drop down*) para devolução automática de obras.

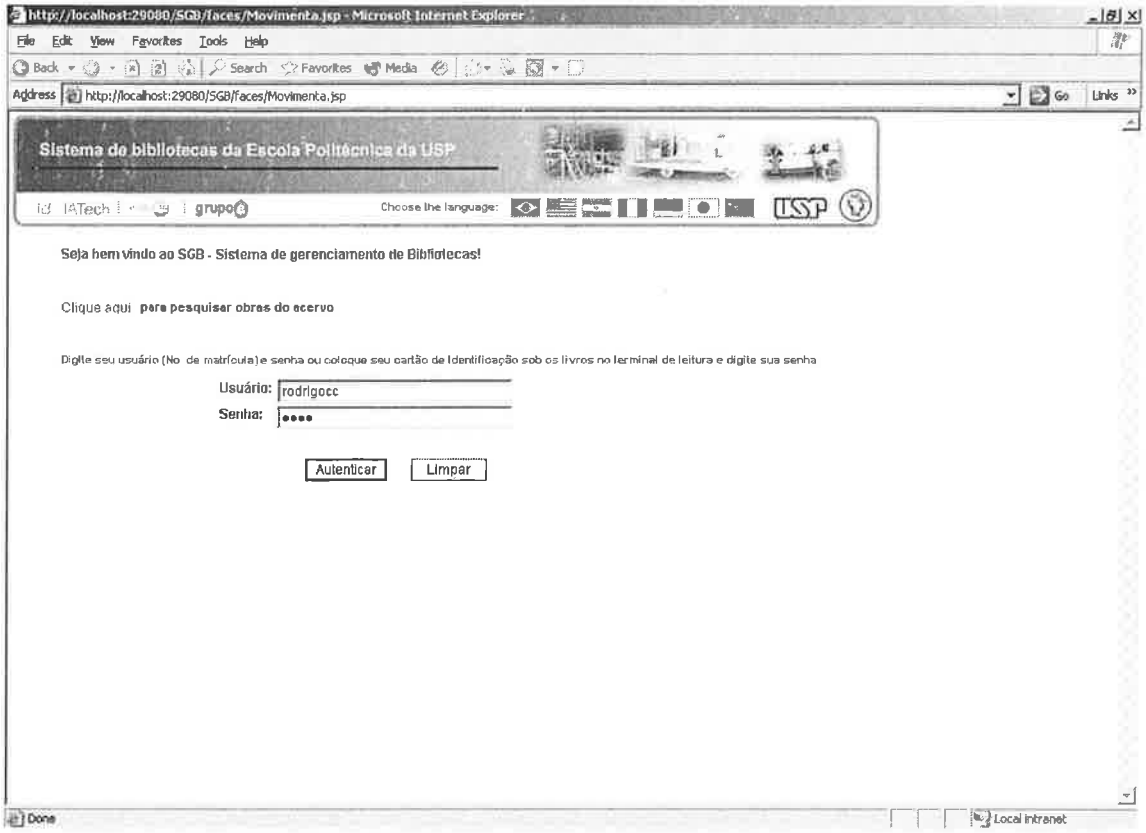


Figura 3-34 Tela de autenticação de usuário do SGB

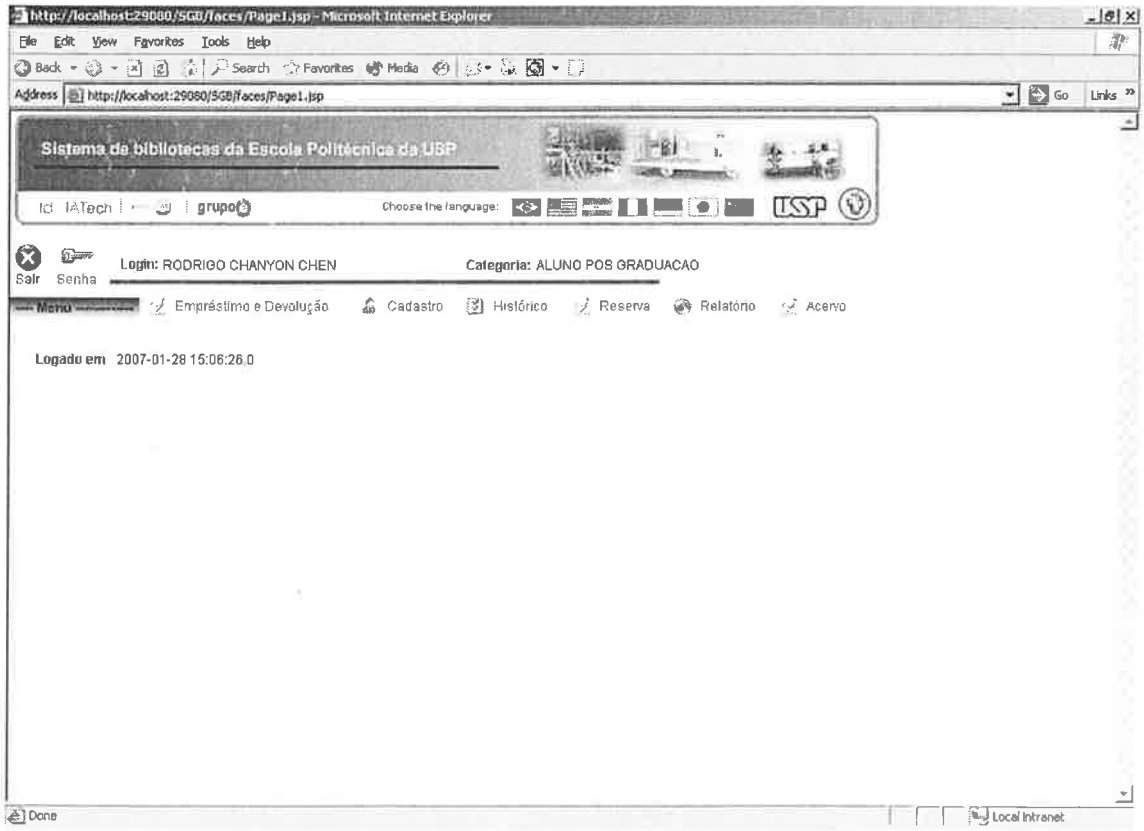


Figura 3-35 Tela de Entrada para Usuário do SGB

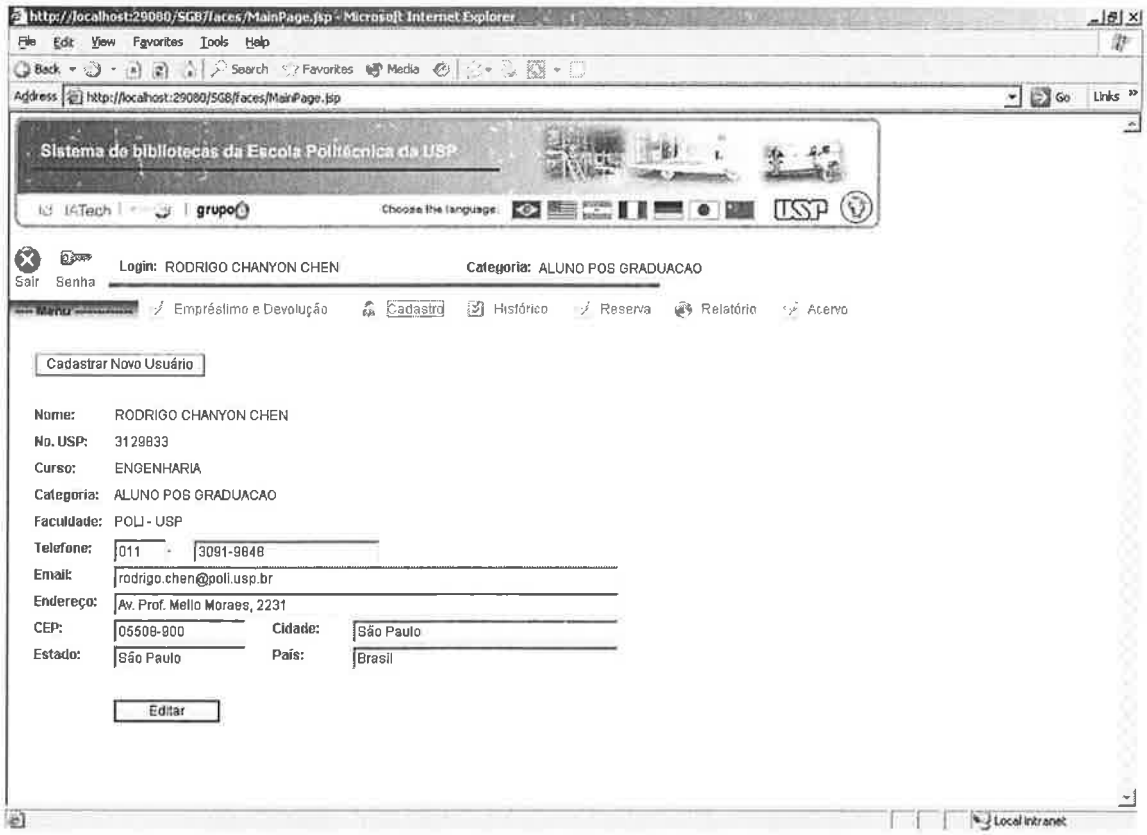


Figura 3-36 Tela de Alteração de Cadastro do Usuário

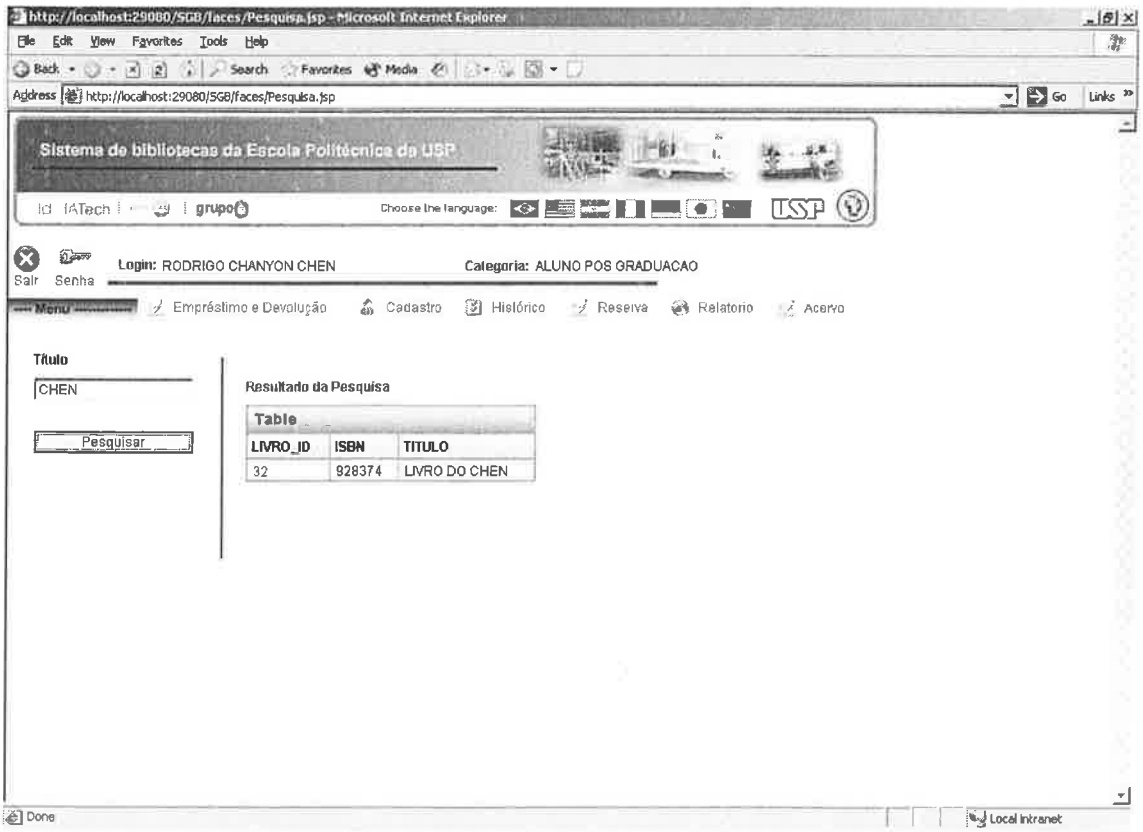


Figura 3-37 Tela de Pesquisa de Obras

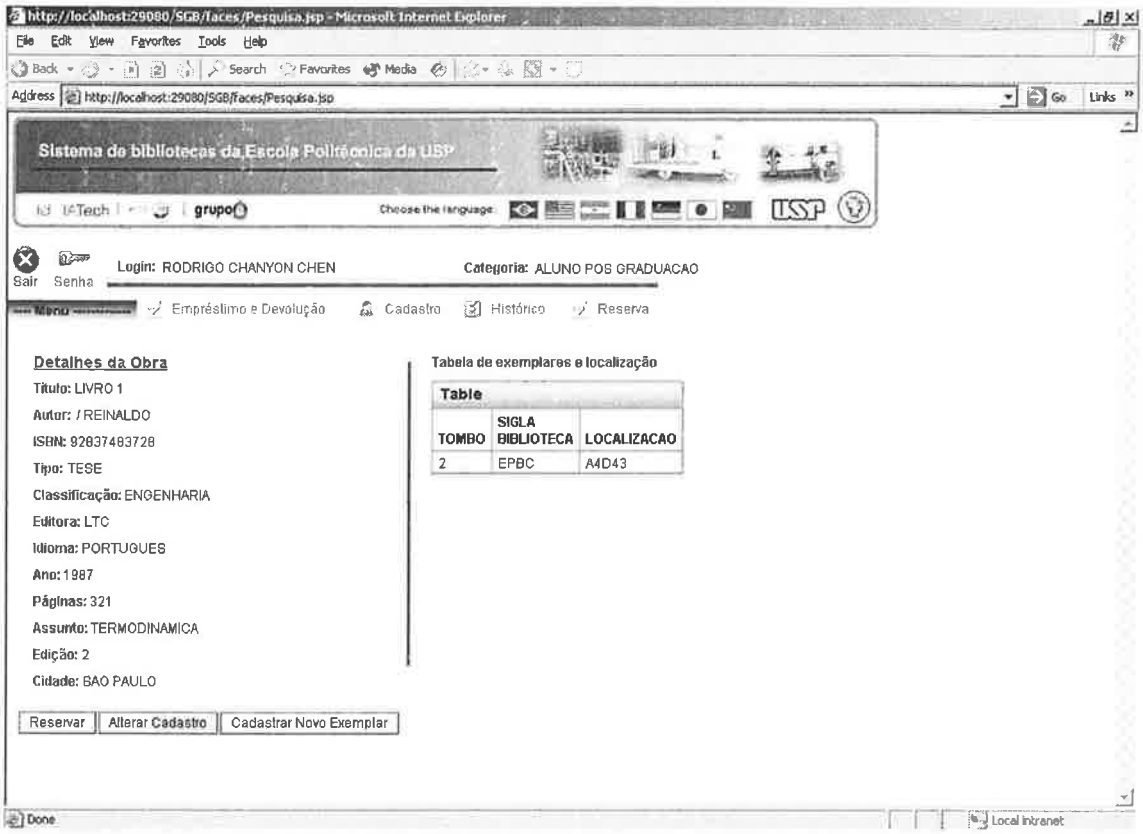


Figura 3-38 Tela de Detalhes da Obra

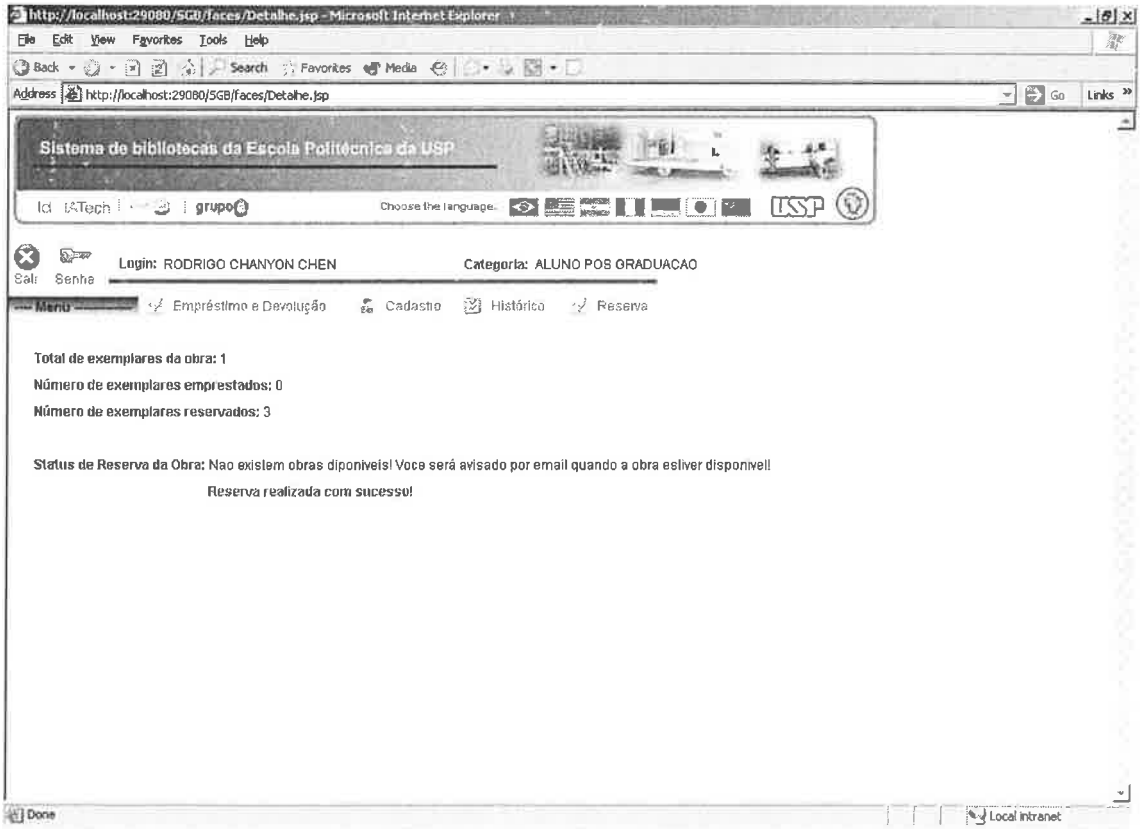


Figura 3-39 Tela de Reserva de Obra

Conforme mencionado no capítulo 1.4, a Figura 3-39 mostra a reserva de uma obra que possui 1 exemplar e 3 reservas, sendo destas 1 reserva "Firme" e 2 reservas "A confirmar".

4 CONCLUSÃO

Conclui-se com este trabalho que a implementação da Automação Informada vai além de um sistema que não somente visualiza e estuda os objetos, como livros e mídias, e suas informações, mas principalmente analisa estes dados integrados ao processo e planejamento de ações do ambiente. A tecnologia RFID ajuda muito na velocidade e confiabilidade da captura e coleta das informações, mas o tratamento destes dados deve estar integrado com os processos, senão estas informações serão inúteis ou pouco aproveitadas, não dando visibilidade ao negócio. O acervo do Design Lab muda o padrão de análise de dados, deixando a operação (leitura, registro, etc) não mais separada do processo e do estado do objeto (Sistemas Semânticos).

De forma geral, também se pode concluir que nesta classe de sistemas informados, a identificação é essencial mas não é o principal aspecto a ser considerado. Na verdade, o processo informado, já investigado em outros trabalhos (Tavares, 2006) (Dos Santos, 2005), isto é, a formação de um par ordenado composto da identificação e da informação disponível sobre o item identificado, é o que de fato agrega valor. A composição de sistemas automatizados onde itens físicos carregam consigo informação não parametrizada sobre si mesmos é a base de aplicações RFID que de fato se distanciam das aplicações em código de barra. Os módulos SAVANT-2 e EPCIS-2 permitem analisar, de forma segura e eficiente, inconsistências na informação durante o processo e o objeto nele inserido através da tecnologia de RFID e outras tecnologias de identificação automática.

Pretende-se buscar investimentos para a aquisição de hardwares e implementar a Automação Informada na biblioteca de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval da Escola Politécnica da USP para não somente trazer visibilidade e transparência nas informações dentro do processo mas também agilizar e dar credibilidade nas informações dos processos desta biblioteca.

5 TRABALHO FUTURO

O Biblioteca Informada, em escala reduzida, foi implementada e testada no laboratório Design Lab, gerenciando os livros e as mídias do laboratório e servindo de mostruário da aplicação do RFID em controle de acervos. No trabalho futuro, o sistema e sua infra-estrutura deverá ser montado e testado na Biblioteca de Engenharia Mecânica, Mecatrônica e Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP "Prof. Dr. Alfredo Coaracy Brazil Gandolfo". A seguir pretende-se estender o SGB para outras bibliotecas da EPUSP, de forma a compor um sistema distribuído de maior porte e testar a escalabilidade deste mesmo projeto.

Em um outro trabalho, faremos o aprimoramento da Biblioteca Informada, isto é, propomos o desenvolvimento do algoritmo de inteligência artificial da biblioteca para planejamento, por exemplo, do acervo e do processo da biblioteca em geral. Com ferramentas de inteligência artificial, poderemos dispor melhor o acervo e estruturar melhor as compras visto que sua demanda e descrições dos livros. Também, a modelagem do domínio do plano para definir melhores fluxos e processos para as bibliotecas será baseado na ferramenta ItSimple de Vaquero (Vaquero, 2006). O ItSimple é uma ferramenta de *planning* e *schedule*, e dessa forma será capaz, por exemplo, de visto a demanda de livros conforme picos de horários (hora do almoço) e períodos (época de provas), planejar diferentes e novos processos (Redes de Petri), por exemplo de empréstimo e devolução, para a biblioteca. Essas mudanças farão a transformação da Biblioteca Informada para a Biblioteca Inteligente ou Centro de Pesquisa Informado.

Outro aspecto importante é a introdução do sistema EPC que foi mencionado várias vezes neste trabalho. Além da importância direta de permitir a identificação do produto seja qual for e onde quer que esteja o fornecedor, este processo, aplicado a sistemas informados semânticos também tem a vantagem de mapear os acordos entre bibliotecas. Por exemplo, no caso da implementação nas bibliotecas da Escola Politécnica, o sistema de classificação (que já é baseado nos facets canônicos dos sistemas de biblioteca) podem ser facilmente ser ampliados para todo o sistema Sibi/USP, facilitando o empréstimo cruzado entre as bibliotecas da Poli e da Matemática ou da Física. Outros cruzamentos entre a FFLCH (Filosofia, Letras e Ciências Humanas) e Escola de Comunicação e Artes, a Geografia e a Arquitetura podem ainda ser cobertos pelo sistema ampliado. O Sibi/USP é sistema que gerencia todas as bibliotecas da Universidade de São Paulo e é composto de 39 bibliotecas

com um volume de pouco menos de 2 milhões de livros, 1,6 milhões de empréstimos, 4,5 milhões de consultas e 3,8 milhões de visitas.

Na verdade qualquer combinação ou qualquer convênio beneficiando mútuamente os usuários pode ser inserido na classificação de modo que, estes usuários, uma vez cadastrados em outra biblioteca podem ter este dado inserido no seu tag, sem a necessidade de múltiplos cartões de identificação. A amplicação da classificação inclui um campo identificador da biblioteca cujo uso é facultado, e um campo identificador de usuário para esta biblioteca.

Um acordo mais firme pode ainda simplificar estes identificadores. O mesmo pode ser feito para bibliotecas em todo o território nacional criando um sistema nacional unificado, embora este seja um objetivo mais ambicioso e mais difícil politicamente. Seja como for, o que nos compete neste trabalho é fornecer as condições técnicas para a unificação do sistema e para maior comodidade do usuário. Este sistema nacional unificado poderia ser criado com base na rede EPC, que permitiria uma biblioteca, quando necessário, buscar informações do usuário de qualquer outra biblioteca da rede (EPC). Isto é, por exemplo, uma biblioteca da Universidade Estadual de Londrina, poderia reconhecer e capturar todos os dados de um usuário da biblioteca de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e assim, realizar empréstimos e devoluções sem necessidade de um processo burocrático de cadastro.

6 BIBLIOGRAFIA

Chen R.C.; Silva, J.R.; Tavares, J.J.P.Z.S. "SGB: Sistema de Gestão e Controle da Informação para Bibliotecas com RFID", to be presented in 4º. Contecsi/USP. São Paulo, 2007.

Chokshi, N.; Thorne, A.; McFarlane, D. "Routes for Integrating Auto-ID Systems into Manufacturing Control Middleware Environment", White Paper CAM-AUTOID-WH026, 2003. Acessível em <http://www.autoidlabs.org/researcharchive>

Clark, S.; Traub, K.; Anark, D.; Osinski, T. "AutoId Savant Specification – 1.0", Auto-ID Center, MIT, 2003. Disponível em http://www.autoidlabs.org/researcharchive.

Computers in Libraries 24 no3 19-20, 22-4 Mr, 2004.

Cunha, M.B.da "As tecnologias de informação e a integração das bibliotecas brasileiras", Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 182-189, maio/ago. 1994.

Cunha, M.B.da "Biblioteca digital: bibliografia internacional anotada. Ciência da Informação", v. 26, n. 2, p. 195-213, 1997. URL: http://www.ibict.br/cionline

Del Foyo, P.M.G.; Silva, J.R. "Towards a Unified View of Petri Nets and Object-Oriented Modeling". Annals of COBEM 2001, Bauru.

Dos Santos, M. "Geração de Conhecimento Explícito na Manufatura Informada", Dissertação de Mestrado. 118p. Departamento de Engenharia Mecatrônica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

Dos Santos, M.; Tavares, J.J.P.Z.S., Silva, J.R.: "Management and Collecting Data in the Informed Manufacturing" – Proc. of 18th International Congress of Mechanical Engineering - COBEM 2005 November 6-11, 2005, Ouro Preto, MG.

Eagle, J. "RFID: The Early Years", 2002 – Acessível em <http://members.surfbest.net/eaglesnest/rfidhist.htm>

Engels, D.W. "A Comparison of the Eletronic Product Code Identification Scheme & the Internet Protocol Address Identification Scheme", Technical Memo MIT-AUTOID-TM-008, 2002. Acessível em <http://www.autoidlabs.org/researcharchive>

EpcTagData Standard. 2004. Versão 1.1 Revisão 1.27. 2005. Disponível em http://www.autoidlabs.org/researcharchive.

Ferreira, S.M.S.P. et al. "FUTURA" : uma base de dados sobre a biblioteca do futuro. Ci. Inf., Brasília, v. 26, n.2, p.218-220, maio/ago. 1997.

Finkenzeller, K. "RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification", Second Edition, 2003

Fundação Biblioteca Nacional. Manual do editor: ISBN: ISMN. 3. ed. Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Livro, 2000. 207 p

Harrop, P.; Das, R. "RFID Forecasts, Players and Opportunities 2005-2015" – IDTechEx - 2005

Hawkins, B.L. "Creating the library of the future: incrementalism won't get us there!", v. 24, n. 3-4, p. 17-47, 1994.

Hessel F.; Azevedo L. R. "Tag RFID – Bloco de Controle", 2006.

Ho, J.K. "Solving the Reader Collision Problem With a Hierarchical Q-Learning Algorithm" - Master Thesis - MIT 2003

IfM - Institute for Manufacturing of Cambridge Universit - Centre for Distributed Automation and Control - http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/automation/research/RFIDTesting.html - acessado em jun. de 2005

Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - IBICT. ISSN - Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas. Disponível em:<http://www.ibict.br>. Acesso em : 30 ago. 2003.

International ISBN Agency, ISBN Users' Manual, 2001

Jacobson, I.; Booch, G.; Rumbaugh, J. The Unified Software Development Process. Addison Wesley, 1999.

Juels, A. "Yoking-Proofs for RFID Tags" - Proceedings of the Second IEEE Anual Conference on Persative Computing and Communications Workshops (PERCOMW'04) - 2004

Kärkkäinen, M.; Ala-Risku, T.; Kiianlinna, P. "Item Identification – applications and technologies" - TAI Research Centre, Espoo, Finland, 2001

Kim, Y.; Cheong, T. "RFID Data Management and RFID Information Value Chain Support with RFID Middleware Platform Implementation", 2004

Landt, J. "Shrouds of Time: The History of RFID". Assn. for Automatic Identification and Data Capture Technologies, 2004. Acessível em <www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds_of_time.pdf>

Lesk, M. Practical Digital Libraries: Books, Bytes, and Bucks, 1997

Marchiori, P.Z. A Comissão de articulação de informações do núcleo interdisciplinar de meio ambiente e desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos : UNIVAP, 1994.

McFarlane, D. "The Impact of Product Identity on Industrial Control", AutoID Center MIT, 2003 - Disponível em http://www.autoidlabs.org/researcharchive.

Mealling, M. EPCglobal Object Name Service (ONS) 1.0 Working Draft, April 15 2004

Murata, T. Petri Nets : an Overwiew, IEEE Proceedings, 1989

Ogata, H.; Yano, Y "Context-Aware Support for Computer-Supported Ubiquitous Learning" - Proc. of IEEE WMTE2004, Taiwan, 2004.

Parlikad, A.K.; McFarlane, D.; Fleisch, E.; Gross, S. "The Role of Product Identify in End-of-Life Decision Making" White Paper CAM-AUTOID-WH-017, Auto-ID Center, MIT 2003 – Disponível em <www.autoidlabs.org>

Price, J.; Jones, E.; Kapustein, H.; Pappu, R.; Pinson, D.; Swan, R.; Traub, K. "Auto-ID Reader Protocol Specification 1.0." 2003 Disponível em http://www.autoidlabs.org/researcharchive

Riascos, L.A.M. "Metodologia para detecção e tratamento de falhas em sistemas de manufatura através de Rede de Petri". Tese USP - Junho, 2002. pag (29-30)

Sarma, S.; Brock, D.L.; Ashlon,K. "The Networked Physical World: Proposal for Engineering the Next Generation of Computing, Commerce & Automatic-Identification". White Paper MIT-AUTOID-WH-001, Auto-ID Center, MIT. 2000. Disponível em <www.autoidlabs.org>

Sun 2003 - "Improving Manufacturing Operations Efficiency Using RFID" - Estudo de Caso - Newark, Califórnia -12/03. Acessível em <http://www.sun.com/aboutsun/media/presskits/rfid2004/SunSun_RFID_d1b.pdf>

Takaragi, K. et al: "An ultra small individual recognition security chip", IEEE Micro, November-December 2001

Tavares, J.J.P.Z.S. "Sistema Multiagentes e Rede Epc: Chave do Sistema de Informação para Processos Dirigidos ao Consumidor", 2005a. In Proc. of Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Joinville - Brazil.

Tavares, J.J.P.Z.S., Silva, J.R. "Sistemas de Informação na Manufatura Informada", 2005. In: Proceedings of VII SBAI – Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, São Luiz, Brasil, 2005.

Tavares, J.J.P.Z.S. "Fundamentos da Realimentação de Informação pela Manufatura Informada", tese de doutorado, 165 páginas + Anexos, Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos, EPUSP, 2006.

Traub, K.; Bent, S.; Osinski, T.; Peretz, S. N.; Rehling, S.; Rosenthal, S.; Tracey, B. "The Application Level Events Specification", Version 1.0 Candidate Specification, October 2004

Vaquero, T.S.; Tonidandel, F.; Barros, L.N.de; Silva, J.R. "On the Use of UML for Modeling a Real Application as a Planning Problem", 2006

Verisign, 2005. "The EPC Network: Enhancing the Supply Chain". White paper. Available in <www.verisign.com/static/002109.pdf>.

Want, R. "RFID: A Key to Automating Everything", Scientific American, pp. 56-65, Janeiro 2004

Weber, M.K. "The Petri Net Markup Language", 2002. Lecture In Notes for Computer Science series "Advances in Petri Nets". Acessível em http://www.informatik.hu-berlin.de/top/pnml/download/about/PNML_LNCS.pdf

Younker, E.; Das, R. "Management Update: Predicts 2004 and Critical Infrastructure Protection" – (IGG-01212004-03) – Gartner Group - Research Products - 2004

Zang, N.; Filipiak, E.; Senger, I.; Silva, T.L. "Biblioteca virtual: conceito, metodologia e implantação", Revista de Pesquisa e Pós-Graduação, Erechim, 2000.

7 REFERÊNCIAS

EPCglobal Inc - <http://www.epcglobalinc.org>

AUTOID LABS 2006 - <http://www.autoidlabs.org>

Adelaide Auto-ID Centre 2006 - <http://autoidlab.eleceng.adelaide.edu.au/>

Cambridge Auto-ID Lab 2006 - < http://www.autoidlabs.org.uk/>

Fudan Auto-ID Lab, China 2006 - <http://www.autoidcenter.cn/>

ICU, South Korea 2006 - <http://rfcmos.icu.ac.kr/>

Keio Auto-ID Lab, Japan 2006 - <http://www.kri.sfc.keio.ac.jp/english/laboratory/AutoID.htm>

MIT Auto-ID Lab, US 2006 - <http://autoidlabs.mit.edu/>

St. Gallen Auto-ID Lab, Switzerland 2006 - <http://www.m-lab.ch/>

APÊNDICE I

RESUMO SOBRE A PADRONIZAÇÃO DOS SISTEMAS RFID

RFID ISO / IEC JTC1 / SC31 / WG4 RFID para Gerenciamento de Itens

Este grupo de trabalho concentra-se na gestão da cadeia de suprimentos, rastreamento de ativos, controle de estoques e vigilância de artigos eletrônicos, que o faz um grupo particularmente interessante na busca por uma implementação global do RFID em propostas para a gestão da cadeia de suprimentos. Outras áreas do interesse deste grupo de trabalho são a padronização de formatos, sintaxe, estruturas e criptografia de dados, e tecnologias para processar a captura e a identificação automática de dados. Outras áreas para as quais outros comitês de ISO existem, são enumeradas a seguir.

Os Padrões ISO produzidos ou atualmente em concepção são: 15418, 15434, 15459, 15960, 15961, 15962, 15963, 18000, e 18001. Todos os padrões ISO/IEC de código de barras de também foram produzidos por grupos de trabalho deste sub-comitê, inclusive padrões que especificam métodos de teste para os códigos de barra.

O padrão mais relevante deste grupo é o 18000, que se concentra na padronização da interface aérea do RFID. Ele terá partes específicas para a parametrização da comunicação sobre cada uma das freqüências de 135 kHz, 13.56 MHz, 2.45 GHz e 5.8 GHz.

ISO/IEC JTC1 / SC17 – Identificação de cartões e serviços associados

Este sub-comitê concentra-se em questões relacionadas a cartões de identificação, inclusive cartões de circuito integrados sem contatos. As principais áreas desta padronização são identificação e documentos relacionados, cartões e dispositivos associados com o seu uso em aplicações entre as indústrias e permutas internacionais.

Padrões ISO de interesse em aplicações RFID: 7812, 7816, 10536, 14443, e 15693.

ISO TC 104 / SC4 – Contêineres para frete

Este sub-comitê está concentrado na codificação, identificação e marcação de containeres de frete. Um pouco desse conhecimento pode ser utilizado em outras aplicações de RFID.

Padrões de ISO associados: 6364 e 10374

ISO TC 204 Sistemas de controle e transporte de informação

Este comitê técnico concentra-se em identificação automática de equipamentos e veículos, bem como taxação automática e cobrança em pedágios.

Padrões ISO associados: 14813, 14815, 14816, 14904, 14906, e 15624.

ISO TC 23 / SC19 / WG3 - Eletrônicos para a Agricultura

Este grupo de trabalho desenvolveu padrões da identificação automática de animais usando bandas de baixa freqüência.

Padrões ISO associados: 11784 e 11785

Padrões ETSI genéricos relativos a de dispositivos de curto alcance SRD (Short Range Devices)

O ETSI publicou padrões que discutem a radiação máxima permitida , entre outras coisas, sobre diferentes bandas de freqüência. Essas vastas regulamentações européias podem ser encontradas com os nomes:

I-ETS EN 300330 (para 9 kHz - 30 MHz)
I-ETS EN 300220 (para 25 MHz - 1000 MHz)
I-ETS EN 300440 (para 1 GHz - 25 GHz)

Atividades de padronização ANSI

A ANSI NCITS 256-1999 é um padrão destinado a viabilizar a compatibilidade e estimular a interoperabilidade de produtos RFID dentro dos Estados Unidos.

Time de projeto RFID EAN-UCC

Embora não seja um corpo oficial de padronização, o consórcio industrial EAN-UCC persegue uma aplicação globalizada de aplicações RFID para as necessidades de cadeia de

suprimentos. Para esta proposta, eles possuem a sua própria proposta de projeto chamado GTAG. Como autor da tecnologia de identificação de produto globalmente mais aceita até aqui (o código de barras EAN/UCC), os seus esforços são de muito peso na competição por um padrão global do RFID.

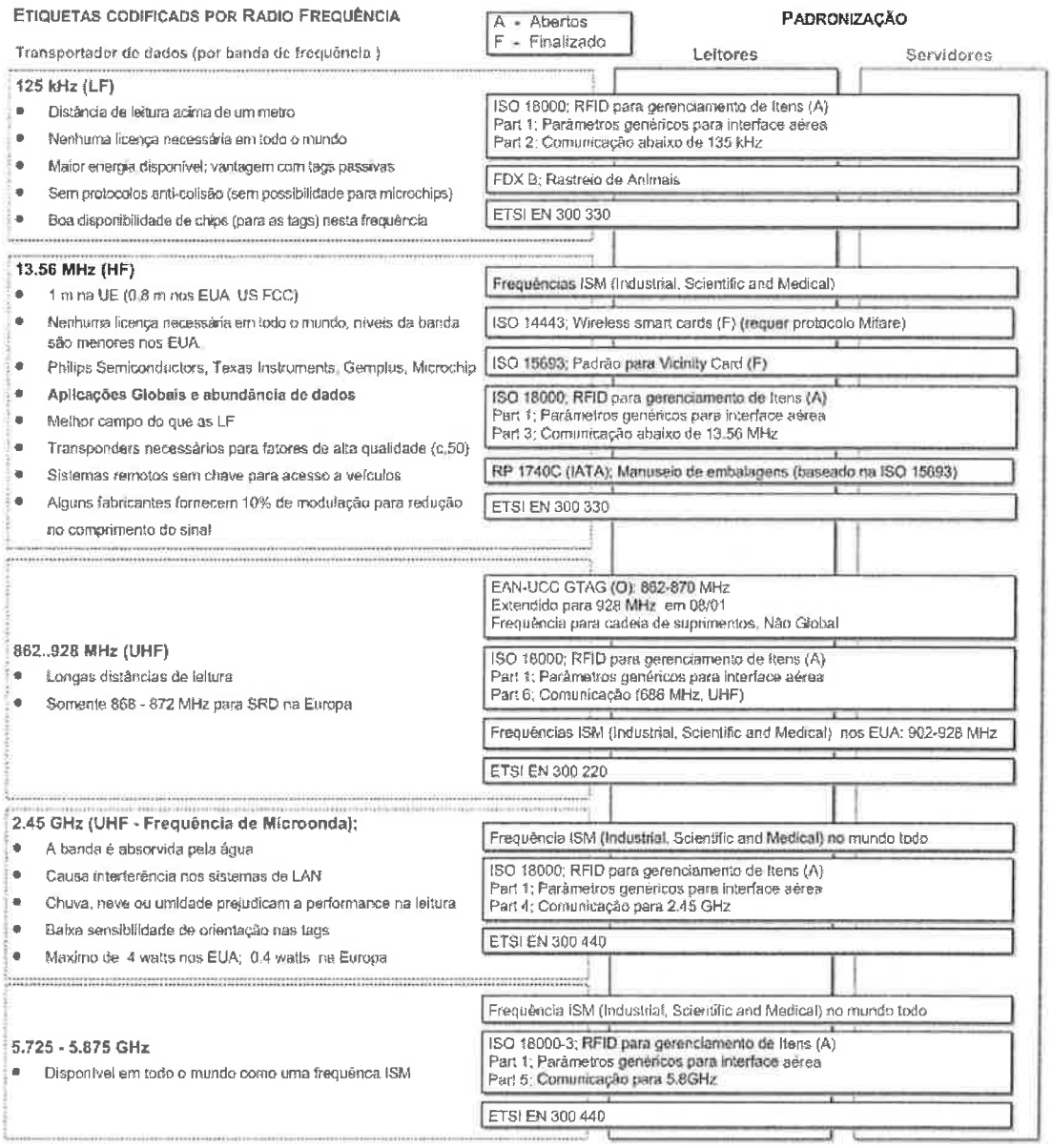


Figura I-1 - Resumo da atual padronização sobre as freqüências usadas em RFID (Kärkkäinen, 2001)

APÊNDICE II

O RFID E SUAS APLICAÇÕES

A identificação por rádio freqüência (RFID) é uma tecnologia sem fio de identificação automatizada, que permite a leitura sem-contato dos dados, que o torna eficaz para a manufatura e outros ambientes agressivos, onde as etiquetas de código de barras podem não se sair bem.

As etiquetas de RFID têm o potencial de modernizar e melhorar o gerenciamento de estoques, permitindo aos fabricantes introduzir mais eficientemente e rastrear o fluxo das mercadorias.

Segundo o Gartner, em 2006 será vendido quase três vezes o volume de etiquetas de RFID vendidos durante os 60 anos anteriores, desde a sua invenção.

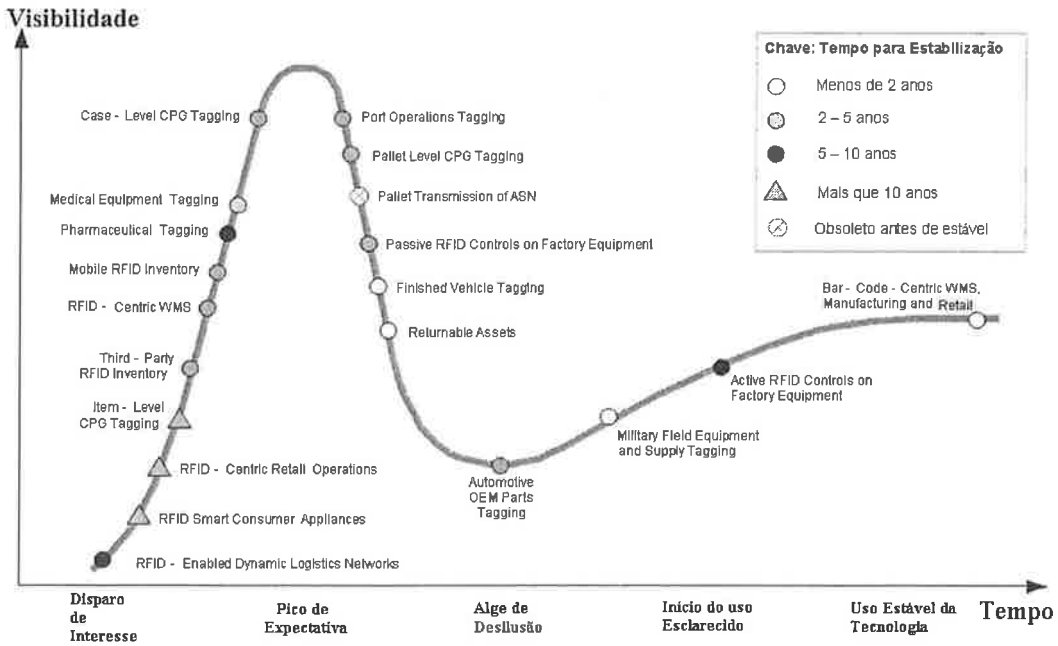


Figura II-1 – Panorama de Aplicação da Tecnologia RFID. (Gartner, 2005)

Primeiramente isto ocorrerá porque os varejistas e forças militares estão exigindo, pela primeira vez, que os seus fornecedores fixem aos paletes e cases para diminuir custos e melhorar os serviços, mas muitas outras aplicações estarão crescendo muito rapidamente.

Este crescimento exponencial continuará e, antes de 2015, o valor de vendas de etiquetas de RFID terá aumentado treze vezes em relação aos valores de 2005. O valor do mercado total, inclusive sistemas e serviço, subirá de 1.95 bilhões de dólares em 2005 para 26.9 bilhões de dólares em 2015. Principalmente, isto será conduzido por outro desenvolvimento novo e dramático. A etiquetagem de itens de alto volume - notavelmente mercadorias para o consumidor final, medicamentos e pacotes postais - a pedido de varejistas, forças militares e autoridades postais e por razões legais. Nesses casos, os benefícios complementares primários buscados serão mais abrangentes, reduzindo crimes, melhorando a segurança e o serviço ao cliente.

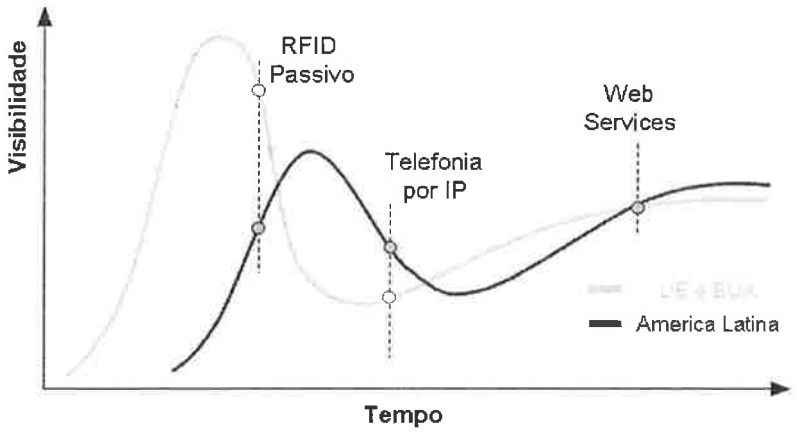


Figura II-2 – Adoção da tecnologia RFID na AL. (Gartner, 2005)

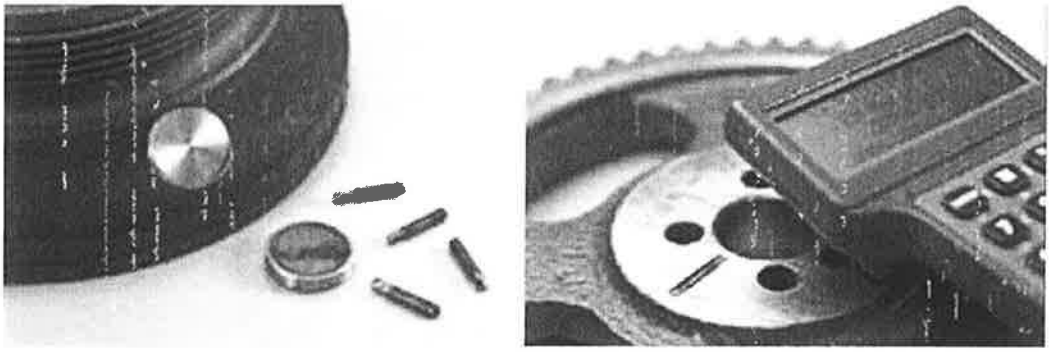
O uso de RFID no controle industrial existe a quinze anos, na maioria de casos como um complemento aos códigos de barra. Muito similar às aplicações de varejo, com o uso de sensoriamento RFID no controle da manufatura espera-se aliviar as preocupações com os Códigos de barra devido à disponibilidade do mecanismo de sensoriamento remoto. Isto permite também escanear ou filtrar Tags múltiplos de acordo com padrões específicos.

As aplicações chaves de RFID, independentes daquelas dos códigos de barra incluem:

- Recuperar e rastrear informações de agregados tais como paletes ou carregamentos unitários;
- Armazenando de instruções operatrizes em tags para assegurar a consistência entre diferentes centros ou estações da manufatura (em aplicações automobilísticas);
- Facilitar o controlar de sistemas AS/RS etc.

A seguir são mostradas algumas aplicações gerais para o RFID:

Identificação em metais



Até a alguns anos, o uso de RFID em metais era considerado inviável sob o ponto de vista técnico. Hoje este uso se tornou tecnicamente possível e é uma das mais promissoras áreas para o uso de RFID em grande escala.

Esta tecnologia é baseada no uso de transponders convencionais de baixo custo (freqüência padrão de125KHz) e que funcionam no e sobre o metal (aço, alumínio, titânio, cobre, etc.). A incorporação dos transponders no metal traz muitas vantagens, sendo a principal à proteção mecânica natural do tag.

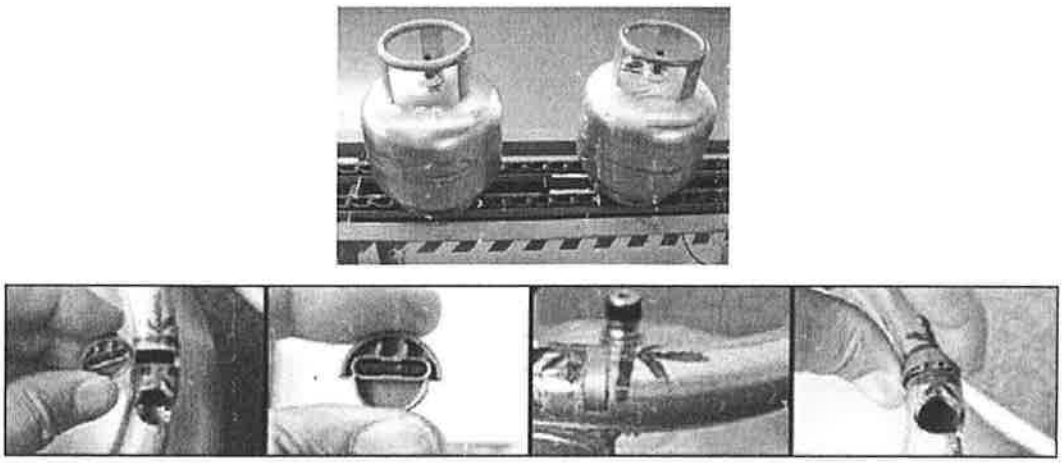
Veja abaixo algumas possíveis aplicações para metais:

Derivados do Aço	Produção do aço, lingotes, molas, trilhos, etc.
Ferramentas	Ferramentas industriais em geral, cilindros para indústria gráfica, etc.
Moldes	Moldes metálicos
Peças	Autopeças, peças de reposição para aeronaves, tratores, barcos, etc.
Equipamentos mecânicos	Impressoras, máquinas de venda direta, etc.
Transporte	Engradados metálicos, paletes, containeres e caixas, barris e cilindros de gás.
Veículos	Autos, motocicletas, caminhões, barcos, tratores, etc.
Alumínio	Lingotes, peças e ferramentas.
Manutenção	Válvulas, canos e bombas.
Outros produtos	Dispositivos elétricos residenciais, ferramentas, computadores, eletrônica em geral.

Construção	Pontes, tratores, estruturas metálicas, vigas mestras e moldes de concreto.
Exército e polícia	Armamentos, munição e armas de fogo em geral (em substituição da numeração facilmente adulterável).

Cilindros de Gás

A segurança é a principal preocupação no setor industrial de gás, tanto para o GLP atmosférico como para os gases regulares. Para proteger e estocar gases inflamáveis, é necessário guardá-los em um cilindro normalmente metálico, para o transporte e venda ao consumidor final. Usualmente esses cilindros têm algum valor e não são descartáveis, razões estas que motiva a necessidade destes serem identificados.



Esta identificação é muito importante para o controle produtivo, logístico e de manutenção. A utilização de rótulos com códigos de barra é ineficaz, uma vez que estes se soltam facilmente pelo manuseio e inviabiliza a tarefa de repintar o cilindro, um processo muito comum no ciclo de vida de cilindro.

A solução por RFID já está sendo adotada em alguns países. Esta consiste em incorporar tags aos cilindros de modo a permitir uma identificação automática em esteiras transportadoras nas estações de reabastecimento e/ou identificação manual no transporte e descarga dos caminhões.

Manutenção e Inspeção

Este é o campo vasto para o uso do RFID. Equipamentos e máquinas precisam de um controle preciso da manutenção preventiva e corretiva. O uso de tags RFID permite não só a identificação, mas também o armazenamento de informações sobre peças modificadas, a data da última visita, o técnico responsável, etc.

Entre a mais habituais, algumas se destacam como as aplicações chaves: maquinas de auto-atendimento(ATM), check-outs, telefones públicos, hidrantes de água, elevadores, máquinas copiadoras, computadores, transformadores, bombas de água, containeres, vagões e motores de trem, tratores e empilhadeiras.

Transporte de minério

As esteiras transportadoras de minério possuem uma grande pré-disposição a falhas. Isto se reflete em grandes danos para o processo de mineração, devido ao tempo e despesas para se rastrear a origem do problema (geralmente estas esteira possuem grandes comprimentos e muitas peças móveis), além do preço da reparação.

Tags especiais RFID incorporadas ao longo da esteira são monitoradas por leitores dispostos em pontos estratégicos no trajeto do transportador. Quando o material da esteira se desgasta, os tags se danificam, interrompendo a transmissão de dados e permitindo ao leitor identificar o lugar exato onde o dano ocorreu. A grande vantagem, além da localização precisa da falha, é que a manutenção preventiva obtida com o uso de RFID evita reparos corretivos, trazendo uma economia considerável de recursos e tempo.

Outra aplicação possível para esta área é a identificação das carretas de transporte de minério em minas subterrâneas, que podem ser identificadas automaticamente colocando leitores ao longo dos trajetos.

Centros de Distribuição

Ao longo dos anos, os distribuidores tornaram-se operadores logísticos. É sabido que o gerenciamento logístico dessas companhias é uma grande excelência competitiva. As grandes cadeias comerciais e industrias operam os seus próprios centros de distribuição, uma parte essencial na gestão da cadeia de suprimentos. O uso do código de barras tornou-se predominante em muitos desses centros, mas devido às limitações operacionais que se intensificam gradualmente com a complexidade da operação desenvolvida.

O RFID é uma forma de identificação que permite o controle totalmente automático, uma vez que não necessita de intervenção humana. Em outras palavras, ele aumenta a velocidade e a confiança no processo de pedidos e no trânsito de mercadorias. A identificação automática de paletes e caixas está para tornar-se a chave que irá revolucionar o sistema de gestão da cadeia de suprimentos nos próximos anos. Depois do passo, as iniciativas da EAN e UCC para a adoção de um padrão comum para este mercado foram um fator encorajador para uma rápida difusão do RFID nos Centros de Distribuição.

A adoção de larga escala do RFID no setor comercial é uma questão de tempo. Quando passa pelo check-out em uma loja, todos os produtos no carrinho serão lidos ao mesmo tempo dentro de segundos e o valor total poderá ser automaticamente debitado da conta corrente ou cartão de crédito do cliente, este último também identificado por uma tag de RFID em formato de cartão, relógio ou chaveiro. Sem filas ou desperdício de tempo.

Identificação de Paletes

O palete, de madeira, plástico ou metálico, é um ativo anônimo da companhia. Ele é um bom investimento em muitos casos - o problema é que o seu vai e vem entre fornecedores e clientes, torna o seu rastreamento é uma tarefa difícil. Os códigos de barra são freqüentemente usados, mas com pouca eficiência.

Devido ao fato de ser um item que precisa de extremo manuseio, é muito comum identificar os paletes com rótulos que são facilmente perdidos ou cujos dados de identificação são facilmente danificados por sujeira ou atrito. Uma tag de RFID, disponíveis em diferentes formas e tamanhos, pode ser incorporada no palete, e desde que estes não necessitem de um campo visual para leitura, podem ser identificados sem qualquer problema mesmo quando ocultos, embutidos, sujos, molhados ou congelados.

Identificação de pneumáticos

Do ponto de vista da segurança, o pneu é um dos componentes mais críticos em um veículo. O seu rastreamento tornou-se muito importante no caso dos recalls (troca de produtos incorretos) ou mesmo pela manutenção ou controle das recauchutagens.

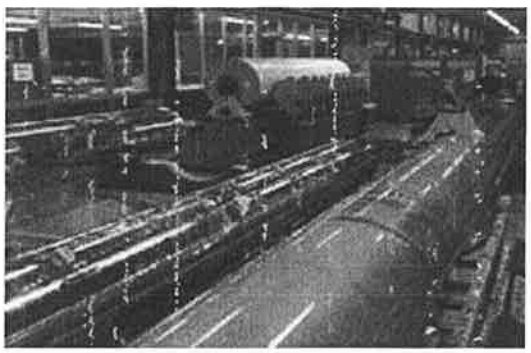
O desafio: um sistema de identificação com o preço viável e que possa suportar as condições extremas as quais o pneu é submetido, além da possibilidade de leitura sem um desmonte da roda. A solução: a tag de RFID preenche totalmente a essas exigências e funciona como um ID permanente, invisível e extremamente eficiente para o pneu.

Identificação de Ferramentas

As ferramentas são ativos que, geralmente, precisam de rastreio. O uso de Tags de RFID muito pequenas como cápsulas embutidas ou discos permitem a identificação e o rastreamento de quase qualquer ferramenta.

As industriais usam milhares de ferramentas e frequentemente falham em rastrear todas elas, o que causa perdas consideráveis devido a uma manutenção desajustada, roubo ou imperfeições no controle de estoques.

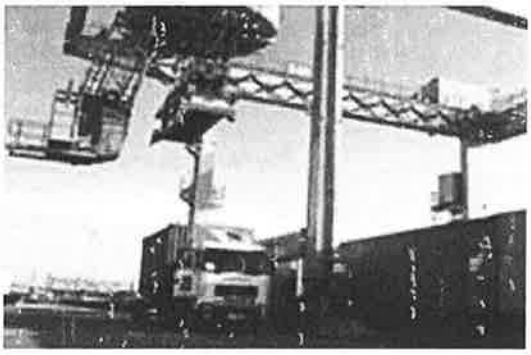
Setor industrial gráfico



O setor industrial gráfico é um setor que possui muitos ativos, como cilindros de impressão e máquinas. Os profissionais gráficos reconhecem a dificuldade na identificação de cilindros de aço usados em impressoras de rotogravura e flexográficas. Estes são ativos importantes e é fundamental localizá-los rapidamente para uma execução dinâmica dos trabalhos. Também, não há nenhuma vantagem na utilização de etiquetas de código de barras para identificá-los, devido à sua estrutura, uso e particularidades de manutenção.

Uma etiqueta de RFID formada como uma pequena cápsula pode ser incorporada em cada cilindro, permitindo a sua identificação e reduzindo erros drasticamente comuns na troca. Os leitores também podem ser unidos às máquinas e programados para identificar os cilindros corretos de cada emprego de impressão.

Containeres



Os containeres são usados no mundo inteiro para mover grandes volumes de mercadoria dentro e entre os países (importação e exportação). Eles são ativos em constante movimento, passando por operadores logísticos, portos e depósitos.

Rastreamento deles, na maior parte dos casos, depende da identificação escrita fora de cada container, que é sujeito ao erro humano.

O uso tags de RFID ativos (grande variedade) ou passivos tornou-se muito comuns nesta área. Numa operação típica, quando da introdução de um operador logístico, o container recebe uma identificação única (uma tag fixa de RFID) que acompanha o container ao longo do seu trajeto. O maior benefício adicional é a possibilidade de associar cada container a um endereço no depósito para uma localização imediata quando necessária.

Controle de Ativos

O controle de ativos é uma necessidade em cada companhia, em uma multinacional, uma instituição financeira, seguradora ou uma pequena companhia familiar. As chapas metálicas, inicialmente com a identificação visual e depois com o código de barra foram largamente usadas. Contudo, ambas possuem uma vida curta, uma vez que a identificação impressa pode desgastar-se com o tempo.

As tags de RFID em rótulos ou cápsulas são uma excelente opção para esta aplicação. Com o uso de tags de RFID, muitos ativos podem ser identificados de forma invisível ou muito discreta, sem danificar o seu design ou as suas características. Os computadores e seus periféricos, por exemplo, podem ter tags de RFID incorporadas dentro de peças, embaixo dos monitores ou dispositivos de entrada e saída. A mesma aplicação pode ser usada para a mobília, máquinas e veículos. Os rótulos podem se auto-destruir em caso da tentativa da

remoção da identificação. A identificação invisível é um dos grandes benefícios complementares desta aplicação.

Um benefício adicional alcançado com o uso dos tags de RFID: proteção segura contra roubos ou furtos. Quando o ativo é identificado de maneira não-visível (um notebook, por exemplo), o furtador não irá se preocupar em remover a identificação. O tag de RFID tem um código único, possibilitando que o bem seja identificado por uma assinatura única. Dessa maneira, no caso de danificação do bem segurado, este terá uma evidencia inequívoca de propriedade.

Indústria Petrolífera

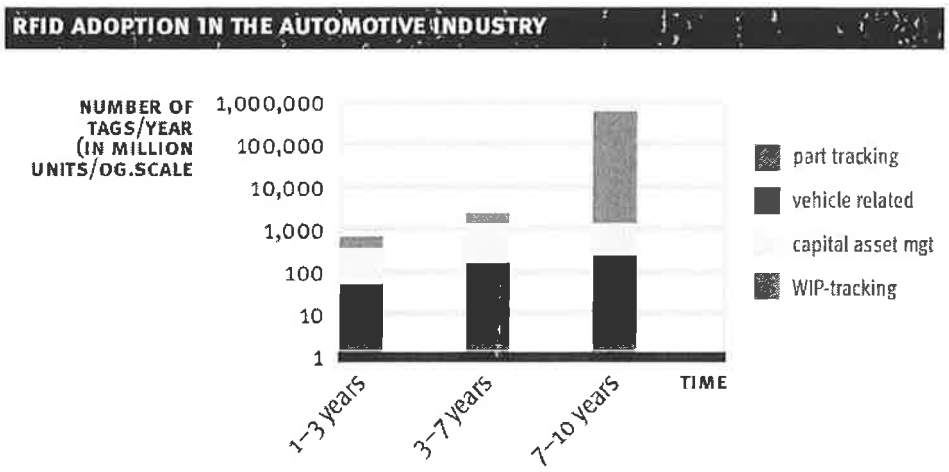
Existem muitas aplicações para o RFID neste setor. Começando com a identificação de ativos, que são muitos, passando pelo controle da manutenção das tubulações e válvulas, completa identificação dos cilindros de gás GLP até o gerenciamento de bombas de combustível em postos de gasolina e frotas de caminhões tanque.

Leitores especiais de RFID concebidos para ambientes sob risco de explosão podem ser usados de muitos casos.

O controle de ativos, tais como ferramentas e máquinas, pode ser feito de uma maneira eficiente com a adoção de tags de RFID em vários tamanhos e formatos, tais como etiquetas, cápsulas ou pequenos discos.

É uma grande preocupação para a indústria petrolífera confiar na correta manutenção preventiva dos tubos e válvulas. Deste modo, é sábio usar de um método de identificação digno de confiança para evitar imperfeições. Etiquetas de RFID muito pequenas identificam essas instalações permanentemente. Os empregados providos de coletores de dados de RFID portáteis podem registrar corretamente cada etiqueta, não dependendo da informação on-line.

Setor industrial automotivo



Definitivamente o RFID é útil em muitas etapas da montagem de veículo nas plantas. Entre as razões principais está a necessidade da identificação dos ativos (veículos e peças) e rastreando o desde a linha de montagem e o pátio até o cliente final (concessionários) e acima de tudo, pelo fato que o código de barra - basicamente empregado para esta finalidade - não preenchem todos os requisitos de aplicação.

Durante as etapas do seu processo de fabricação, um veículo atravessa uma série de áreas extremamente degradativas, como a de pintura (onde as temperaturas podem chegar a 300 ° C) e a de soldagem. Deste modo as tags RFID, naturalmente mais resistentes a tais condições, são a melhor opção para identificação e rastreio.

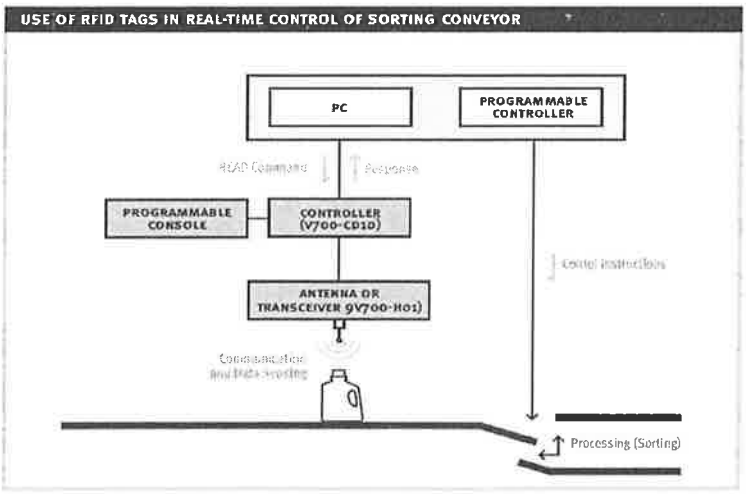
Além de suportar tais condições extremas do uso, as tags de RFID podem ser programadas com informações ao longo do processo de montagem, permitindo que o sistema seja independente de uma conexão on-line.

Produtos químicos

Os produtos químicos em geral e a matéria-prima da manufatura plástica, como o PVC, são normalmente armazenados em sacos de alta resistência ou barris, muitas vezes reutilizados. A utilização de etiquetas com o código de barra não é uma boa opção para esta aplicação, porque eles não podem resistir ao contato com muitos produtos químicos.

Uma etiqueta de RFID embutida no barril ou saco significa a grande confiabilidade na identificação dos seus conteúdos, bem como a data de fabricação, vencimento, etc. A etiqueta também permite a identificação automática com o uso de esteiras transportadoras.

A figura a seguir descreve um exemplo de interação entre um leitor de RFID e um controlador programável da lógica ou um computador pessoal responsável pela implementação de uma rotina de controle. Os leitores de tags rotineiramente fornecem de volta informação de identificação do produto ao PLC, baseado em qual PLC decide por quais ações de controle devem ser tomadas e como devem ser executadas. Perceba que, a mesma infra-estrutura poderia também ser usada para um mecanismo de detecção baseado em código de barras.



Ambos os leitores código de barra e de RFID fornecem normalmente a informação do tag como uma string ASCII. Isto conduziu ao interfaceamento de ambos os tipos e leitores diretamente com os módulos ASCII dos PLCs. A informação detalhada do tag poderia então ser extraída usando "string" que processa instruções dentro da lógica ladder ou usando linguagem de "texto estruturado". Alguns fornecedores suportam também o uso de linguagens de alto-nível tal como BASIC (Omron) ou C/Java (Rockwell Automation) para tais finalidades.

Um exame das ferramentas industriais de RFID sugere que a exigência de uma comunicação confiável e determinística conduziu os vendedores de RFID a fornecer ferramentas padronizadas de comunicação tais como o uso de protocolos Fieldbus (por exemplo, Devicenet, Profibus) para comunicação entre os leitores de RFID e PLCs. Outra tendência tem sido fornecer um módulo de hardware separado que coubesse na placa traseira de PLCs (sistemas de RFID EMS, Balogh e Omron). Tais módulos conectam-se a mais de um leitor e fornecem aos PLCs a informação de identificação do produto numa forma estruturada de memória que possa diretamente ser acessado dentro da lógica ladder ou instruções programáveis similares.

Ao contrário das aplicações de varejo, tem havido pouca pressão até o momento em aplicações de RFID industriais para reduzir o custo das tags de RFID em contraste com a possibilidade de incorporar maiores quantidades de informação nas tags e/ou para aumentar seu range de leitura por meio de alimentação a baterias. Em aplicações automobilísticas, tais tags carregam informações de montagem do produto sobre quais peças devem ser montadas nas carrocerias quando estas passam por uma operação específica de montagem. O sistema de RFID detectaria o Tag e interagiria subseqüentemente com os controladores tempo-real para dirigir adequadamente as ações de controle. Em uma aplicação de empacotando de produtos, foi sugerido também o reuso das tags uma vez que os paletes ou produtos deixassem o deposito.

Uma vez que o uso convencional do RFID tem sido limitado somente à informação do nível de produto, a quantidade de informação gerada em uma aplicação espera-se permanecer restrita a variedade dos produtos manipulados num dado momento. Além disso, as estratégias convencionais para despacho de produtos ao longo das rotas da produção não aconselham a mistura de múltiplos produtos ao longo do ciclo de vida da produção. Isso significa que em um ciclo típico da produção, WIP ou itens terminados passariam em lotes ou sub-lotes e

observariam operações de processamento exatamente similares dentro de cada lote ou sub-lote. Como resultado, detectar a identificação dos agregados, como paletes ou unidades de carga, garantiria automaticamente que todos os itens dentro de tais agregados têm as características similares àquelas do palete como um todo deveria possuir. Esta lógica explicaria em parte a observação do porque o uso da tecnologia de RFID no controle da manufatura permaneceu esporádico quando comparada ao uso dos códigos de barra. Talvez esta também seja a razão pela qual a tecnologia de RFID recebeu muito menos investimento em termos da sua integração aos ambientes industriais de controle, por exemplo, a provisão das instalações para processar e filtrar as informações do Tag, etc. não tem se apresentado ainda como uma questão relevante.

Enfim, os benefícios e problemas que esta tecnologia traz são bastante claros e a troca dos códigos de barras será natural, mas ainda existem questões técnicas, jurídicas e sociais que precisam ser discutidas, podendo levar décadas para o surgimento de um supermercado que seja totalmente automatizado.

APÊNDICE III

SOFTWARES DE BIBLIOTECAS

Foram pesquisados os catálogos da Biblioteca Etelvina Lima da Escola de Biblioteconomia da UFMG, da Biblioteca do IBICT e as bases de dados *on-line* da USP, Unicamp e UFRGS.

Para este estudo, foram considerados somente os *softwares* citados na literatura brasileira, cujo o universo é menor que a totalidade dos *softwares* existentes no mercado. Por isso, sugere-se que este levantamento seja complementado com outras fontes como livros, manuais, a rede Internet etc.

Por meio da literatura nacional sobre *softwares* aplicados à biblioteconomia pôde-se notar uma predominância absoluta de relatos de experiências na utilização do MicroISIS na automação de bibliotecas. Outra parcela significativa dos artigos relata aplicações de *softwares* comerciais. Há também o caso de sistemas de automação isolados (programas *in house*). Por desconhecimento da disponibilização de *softwares* no país, pelo rigor da lei de reserva de mercado na área de informática que predominou até 1993 ou, ainda, pela crença da necessidade de *softwares* sob medida, muitas bibliotecas tentaram desenvolver isoladamente seus próprios programas (ver Tabela abaixo). Essa tendência tende a diminuir devido à dificuldade de os programas *in house* se comunicarem com outros formatos padronizados ou participarem de redes de intercâmbio e, também, devido à sua desvantagem diante da grande flexibilidade e praticidade proporcionada pelos *softwares* comerciais.

Disponibilização	**Comercial**	**in house**
Softwares	Aleph, Dobis/Libis, GB, ILS, Sibil, Stairs, Sys bibli, InMagic Plus, LighBase, MicroISIS, Ortodocs, Pro-Cite, SRI, VTLS	Berbibli, Ainfo, BIB/Dialogo BIB/Bacth, Saber, SAB, SABi, SAB2, Calco, Patplus
Total	14	10

Do total de artigos consultados que tratam de catalogação automática e *softwares* para automação de bibliotecas, centros de documentação ou serviços de informação, a utilização do *software* MicroISIS, como gerenciador de bases de dados textuais, é o programa mais utilizado e estudado por bibliotecários no Brasil. Alguns fatores contribuíram para isso. Entre eles, a utilização do MicroISIS pela rede Bibliodata como formato de saída, tornando-o uma linguagem comum para as bibliotecas do Brasil e da América Latina, bem como a natureza

não lucrativa deste programa, desenvolvido pela Unesco e distribuído pelo IBICT desde 1986, e, finalmente, a dificuldade de aquisição de *softwares/hardwares* funcionalmente mais diversificados no mercado brasileiro e a organização periódica de eventos nacionais na área.

Os avanços tecnológicos na área de tratamento da informação destacam-se primeiramente nos serviços de catalogação e, depois, na indexação automatizada. Com freqüência, nos projetos de automação de bibliotecas, a primeira demanda se concentra na organização do catálogo e na solução de seus problemas mais freqüentes, como a geração de registros no controle da coleção, sua disponibilização e a flexibilização do seu acesso. Nessa tarefa, o gerente de informação, dentro do novo perfil profissional que delineia-se nessa área, dispõe de três tipos básicos de *software*:

1. sistemas de gerenciamento de bibliotecas;
2. sistemas de gerenciamento de base de dados bibliográficos;
3. sistemas de gerenciamento de banco de dados.

Os sistemas de gerenciamento de bibliotecas são sistemas de bases de dados com uma finalidade específica, projetados para controlar as atividades essenciais de uma biblioteca. Geralmente, funcionam em computadores de grande porte, destinados a centro de informações maiores, permitindo uma padronização, integração, compatibilidade e intercâmbio de um grande volume de informações. No Brasil, entre os gerenciadores de bibliotecas estão o *Virginia Tech Library System* (VTLS), utilizado pelo Sistema de Bibliotecas da UFMG, Bibliotecas da Unicamp e pelas Bibliotecas da Universidade de Santa Catarina; o *Automated Library Expandable Program* (ALEPH), que é um *software* desenvolvido na The Hebrew University, em Jerusalém, Israel (comercializado pela Ex Libris), implantado na Rede de Bibliotecas da USP e no Sistema de Bibliotecas da Fiocruz; o Sysbibli, desenvolvido pela Contempory, utilizado no Banco do Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), Universidade de Guarulhos, Agroceres (SP) e Datamec (RJ) e também o Informa Biblioteca Eletrônica, que é utilizado na Assembléia Legislativa do Rio de Janeiro, no Colégio Cristo Rei/ES, no Instituto Cultural Itaú/SP e na Universidade Metodista/SP.

Gerenciadores de bases de dados bibliográficas, como *Endnote, Papirus, PRO-CITE, Acervum, Reference Manager, MicroISIS, LightBase*, são *softwares* que rodam em microcomputadores, destinados a uma clientela que inclui não apenas bibliotecários, mas também usuários pessoais, principalmente professores e pesquisadores acadêmicos. São

programas que apresentam facilidades e vantagens na sua utilização devido às suas interfaces amigáveis. Alguns vêm com formatos pré-estabelecidos para atender às necessidades bibliográficas e facilitar a entrada de dados.

Já os Sistemas de Gerenciadores de Banco de Dados, como Access, File Maker e dBASE, são *softwares* de espectro comercial mais amplo, que suportam o armazenamento de grandes quantidades de informação. Possuem habilidades de recuperação segundo diferentes critérios de cruzamento, o que é uma característica importante para a maior parte das funções bibliotecárias. Apesar de serem considerados opções naturais na manipulação de bases de dados contendo o acervo de uma típica biblioteca brasileira (Sayão *et al.* 1989), esses gerenciadores apresentam limitações, a exemplo dos sistemas de campos fixos e saídas em forma colunar, que dificultam sua utilização pelo bibliotecário. Comparados com os sistemas de gerenciamento de bibliotecas que permitem informatizar todas as funções de uma biblioteca, tanto os gerenciadores de banco de dados, quanto os gerenciadores de bases de dados bibliográficos têm aplicações restritas em bibliotecas, uma vez que não atendem a diversas demandas de manipulação de informação. Sua adaptação na realização de algumas tarefas pode resultar em um aproveitamento inadequado de algumas funções, ou mesmo comprometer o serviço prestado. Sua utilização, entretanto, é justificável pelo baixo custo e possibilidade de operar em sistemas mono-usuários.

APRESENTAÇÃO DOS SOFTWARES CITADOS NA LITERATURA

Esta seção descreve, em ordem alfabética e a partir da bibliografia consultada, as características básicas e locais de aplicação de 24 *softwares*. Ao mesmo tempo em que visa a reunir informações sobre programas virtualmente desconhecidos da maioria dos bibliotecários e professores de biblioteconomia, pretende servir como ponto de partida para comparações e eventuais aquisições.

AINFO

Ainfo é uma ferramenta para gerenciamento de bases de dados documentais e processos bibliográficos, desenvolvida pelo Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura (CNPTIA) em Campinas, São Paulo, para ser utilizada no ambiente de *software* NTIA, criado na própria Embrapa. Durante o V Seminário de Automação em Bibliotecas e Centro de Documentação, (Lenk, 1994) apresentou sucintamente esse aplicativo, explicando como se dá o gerenciamento local da informação técnico-científica nas

unidades de pesquisa dessa empresa, distribuídas por todo o território nacional. No VI Seminário de Automação em Bibliotecas e Centro de Documentação, Oliveira e Antures (Oliveira; Antunes, 1997) apresentaram o Ainfo mais detalhadamente, descrevendo sua estrutura, seus módulos básicos e os relacionamentos entre suas bases de dados.

ALEPH (*AUTOMATED LIBRARY EXPANDABLE PROGRAM*)

O software Aleph é um gerenciador de bibliotecas, desenvolvido na The Hebrew University, em Jerusalém, Israel. Comercializado no Brasil pela Ex Libris, está sendo utilizado por instituições como a USP e a Fundação Osvaldo Cruz (Fiocruz). Durante o VI Seminário sobre Automação de Bibliotecas e Centros de Documentação, (Moraes, 1997), relatou a experiência de automação do Sistema de Bibliotecas da Fiocruz, particularmente o Programa de Controle de Qualidade Total na Biblioteca de Manguinhos. Abordou também a mudança na indexação dos documentos para cooperação com as bases Lilacs e Secs.

BIB/DIALOGO E BIB/BATCH

Desenvolvidos por Jaime Robredo no Departamento de Biblioteconomia da Universidade de Brasília e com o apoio do Centro de Processamento de Dados daquela universidade, o BIB/Dialogo e o BIB/Batch são sistemas escritos em linguagem Cobol standard, para computadores Burroughs B6700 e terminais Skopus TVA 800, de fabricação nacional. Enquanto o primeiro é um sistema em linha para armazenagem e recuperação de dados bibliográficos, o segundo é um sistema completo de processamento da informação documentária em lotes. O próprio (Robredo, 1982), no artigo Dois novos sistemas com computadores para o processamento completo da informação documentária, sugeriu que esses seriam os primeiros sistemas de informática documentária desenvolvidos e utilizados para fins de ensino e pesquisa em uma universidade de um país em desenvolvimento. (Moreira 1991) relatou sua experiência utilizando o BIB/Dialogo durante o planejamento e criação do banco de dados Pró-música sobre suportes de informação musical, projeto que foi o trabalho final do autor na disciplina Tópicos Especiais em Documentação e Ciência da Informação, do Curso de Mestrado em Biblioteconomia e Documentação da Universidade de Brasília.

DOBIS/LIBIS

Em 1991, dois trabalhos foram apresentados no XVI Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação relatando as experiências de automação de acervos da Secretaria Municipal de Cultura de São Paulo utilizando o Dobis/Libis. No primeiro trabalho, (Hueso et al., 1991) descrevem sua utilização na implantação do sistema Fast-cat, criado para atender às funções de pré-catalogação e agilizar o processamento técnico, após a incorporação do acervo do Departamento de Bibliotecas Infanto-Juvenis. No segundo trabalho, (Mattes, 1991) aponta as dificuldades na implantação desse software pelo Departamento de Bibliotecas Públicas e os problemas decorrentes da falta de critérios técnicos básicos (inexistência de suporte, treinamento de usuários, levantamento das necessidades dos usuários etc). Relata, também, o processo de automação do acervo bibliográfico, documental e musical da Secretaria de Cultura do Município de São Paulo.

A experiência de informatização da rede da Secretaria Municipal de Cultura de São Paulo (SMC) foi ainda relatada por (Melo et al., 1994) no Seminário sobre Automação de Bibliotecas e Centros de Documentação. As autoras descrevem esse gerenciador de bibliotecas de origem belga-alemã que pode atuar em rede. O Dobis/Libis é conversacional, multilíngüe, compatível com o formato Marc, com descrição bibliográfica para todos os tipos de materiais e emissão de relatórios e estatísticas. Suas funções de pesquisa, catalogação, resumos, circulação, aquisição, controle de periódicos, correio eletrônico e saídas impressas (como emissão de etiquetas de código de barras) podem ser integradas. Sua rede no Brasil contava, na data da publicação do artigo, com a participação de 79 bibliotecas. Contava também com serviços periódicos de manutenção e cursos e atualização.

GB (GESTOR DE BIBLIOTECAS)

Brunhera (Brunhera, 1992) relatou como, juntamente com analistas de sistemas, criou esse software para gerenciamento de bibliotecas e centros de informação e documentação. Distribuído pela Biblioinfo S/C Ltda., o GB foi desenvolvido para atender especialmente às bibliotecas especializadas em direito. Entre as principais características deste software, a autora destaca a catalogação de uma grande diversidade de materiais (inclusive jurisprudência), a recuperação simplificada por meio de várias entradas, o fácil controle de empréstimos, a possibilidade de impressão de listagens, a manutenção de estatísticas atualizadas e o help on-line.

GERBIBLI (GERENCIADOR DE BIBLIOTECAS)

O sistema Gerbibli foi descrito por (Santos et al., 1994). Surgido de um trabalho integrado entre analistas e bibliotecários, este software foi desenvolvido para cadastramento, controle e recuperação da informação de materiais bibliográficos. Criado para atender às necessidades da biblioteca especializada da BPS (uma empresa de projetos e integração de sistemas nas área de telecomunicações, automação e informática) o Gerbibli possui quatro conjuntos bibliográficos (livro, manual, periódico e catálogo) e cinco comandos (cadastro, etiqueta, movimento, remover e pendência). Os nomes dos comandos são auto-explicativos, não havendo dificuldade na uso de suas funções.

ILS (*INTEGRATED LIBRARY SYSTEM*)

O ILS, desenvolvido pelo Centro de Processamento de Informações Científicas da Comunidade Européia, Itália, serve à automatização de todos os serviços de uma biblioteca. Sousa, Bellizia e Guedes (Sousa et al., 1989) relataram a experiência da Divisão de Informação e Documentação Científica (DIDC) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) com esse software na automação do seu sistema e restruturação do catálogo de assunto. Mais tarde, no V Seminário sobre Automação de Bibliotecas e Centros de Documentação, (Igami, 1994) expôs os motivos que levaram as bibliotecas do Ipen a trocar de software, relatando como se deu a migração de dados para sistemas alternativos. (Lourenço; Cavalieri, 1994) também citaram o ILS como uma alternativa de software estrangeiro disponível no mercado nacional. Deve-se observar, porém, que não há na literatura uma descrição mais detalhada sobre o mesmo.

INMAGIC PLUS

O InMagic Plus foi criado nos EUA na década de 80, tendo sido utilizado em mais de 50 países. No Brasil, foi estudado em um projeto-piloto na USP, apresentado por (Duckworth, 1994) no V Seminário de Automação em Bibliotecas e Centros de Documentação. Com esse software, criou-se a base de dados Projetos, que facilitava o acesso aos relatórios dos projetos de pesquisa da Escola do Futuro, em um programa ligado à Pró-Reitoria de Pesquisa da USP, otimizando suas informações e gerenciamento.

LIGHTBASE

Segundo (Pimentel; Pimentel, 1994), o LightBase é um software destinado ao gerenciamento de bases de dados textuais, que possibilita o armazenamento e recuperação de informações

por meio de pesquisas por qualquer dado, ou seja, palavra, valor, data etc., sem necessidade de marcação prévia. Os autores descreveram a utilização desse software no desenvolvimento inovador de uma base de dados de usuários, destacando a importância da mesma para melhorar o relacionamento dos bibiotecários com o público. Como principais características do LightBase, apontaram sua interface amigável, a facilidade de pesquisa e a enorme capacidade em relação ao do tamanho das bases de dados e extensão dos registros.

MICROISIS

No final de 1985, adaptando o Sistema ISIS que operava em computadores de grande porte, a Unesco lançou o MicroISIS, especialmente em países em desenvolvimento, para gerir bases de dados documentais em microcomputadores IBM-PC e compatíveis. Este programa permite construir e gerenciar bases de dados estruturadas e não-numéricas, derivadas de coleções de objetos homogêneos, constituídas principalmente de textos descritivos. A popularização do MicroISIS no Brasil, a partir do início de sua distribuição pela Unesco, em 1986, deu-se nas mais diversas áreas do conhecimento. Sua aplicação vai da catalogação automatizada de fotografias até a criação de guias de fontes de informação. O primeiro artigo sobre esse programa, Implantação do MicroISIS no Senac, relata sua experiência pioneira no país. (Cruz; Leme,1988) descrevem o programa, bem como etapas de planejamento e definição das bases de dados do Senac, a definição de padrões para entrada de dados e a formatação de relatórios e pesquisa. Fazem também uma análise dos pontos positivos e negativos de sua estrutura. Posteriormente, (Miki, 1989) publica MicroISIS: uma ferramenta para o gerenciamento de bases de dados bibliográficas, que é, ainda hoje, uma referência básica na literatura sobre esse programa. Nesse artigo, o autor descreve as características funcionais do Micro-ISIS e recursos disponíveis, bem como suas limitações e perspectivas no Brasil. A publicação mais recente sobre o MicroISIS no Brasil foi apresentado por Lima e Mendonça (1998), em que sumariamos, historicamente e por áreas de aplicação, outros 37 artigos sobre esse programa, publicados desde 1988. Mencionamos também as mais recentes versões do programa e endereços eletrônicos para demonstração, aquisição e fórum de discussão internacional. Atualmente, no Brasil, as informações sobre o MicroISIS concentram-se nos sites da Bireme cujo o endereço eletrônico é http//:www.bireme.br e da Contempory (http//: www.contempory.com).

ORTODOCS

O Ortodocs, fruto da tecnologia brasileira de microinformática, permite desenvolver várias funções da biblioteca, incluindo a catalogação, reconversão de catálogos e a geração de bases de dados de autoridade, reunindo autores pessoais/coletivos e cabeçalhos de assunto. (Zanaga, 1994) descreveu a mudança dos procedimentos adotados na catalogação automatizada do Sistema de Bibliotecas da Unicamp e justifica a adoção do Ortodocs por agilizar a catalogação e permitir que todos os procedimentos sejam efetuados on-line, desde a pesquisa do acervo até a inserção de um novo registro ou aproveitamento de registros já existentes na Base Bibliodata/Calco. (Almeida et al., 1994) relataram o projeto de automação da Rede de Bibliotecas da Unesp utilizando esse software, destacando sua característica de permitir a importação de registros bibliográficos de qualquer formato e convertê-los em formato Marc.

PATPLUS

O Patplus é um sistema para recuperação de informação em bancos de dados organizados na forma de texto completos, implementado em linguagem Pascal para microcomputadores de 16 bits. Utiliza um sistema operacional do tipo DOS e requer uma memória interna mínima de 256 KB e discos flexível. (Zivianni, 1990) descreveu este programa, suas características e módulos principais: o módulo de conversão, o módulo que permite a construção de um índice invertido e o módulo de consulta. Naquela época, o Patplus estava sendo utilizado experimentalmente em alguns departamentos da UFMG, instituição na qual foi desenvolvido com a coordenação do autor anteriormente citado.

PRO-CITE

Desenvolvido em 1983 por um professor de biblioteconomia da Universidade de Michigan, a primeira versão do Pro-Cite chamava-se *Personal Bibliographic System* e funcionava em microcomputadores Apple. No Brasil, este software foi estudado por (McCarthy, 1989). No primeiro artigo, o autor apresentou seu sistema de definição de dados bibliográficos. Por ser um software destinado ao gerenciamento de referências bibliográficas, o Pro-Cite destaca-se por oferecer formatos prontos para materiais bibliográficos e audiovisuais. Bastante amigável, dispõe de menus ou listas de comandos em cada etapa, sendo muito apropriado às bases de dados pequenas. Na entrada de dados, o sistema permite, em todos campos, um número ilimitado de qualquer tipo de caracteres. Dentre as principais vantagens desse sistema, podemos destacar a facilidade na entrada de dados, a produção de bibliografias e

referências bibliográficas, a geração de índices e a economia de memória. Como desvantagens, o autor destacou o custo (US$ 395.00), a pouca difusão no país e a destinação ao usuário pessoal com limitações nas operações em bibliotecas. Um outro problema é o fato de o formato de saída do sistema estar de acordo a normalização bibliográfica norte-americana, e não da ABNT.

No segundo artigo sobre o Pro-Cite, (McCarthy, 1991) relata a utilização desse software na criação de uma base de dados para publicações locais em Pernambuco. Esse projeto tinha, como um dos seus principais objetivos, registrar publicações especializadas, a "literatura cinza" e outras publicações não submetidas ao controle bibliográfico. A entrada catalográfica semelhante ao AACR2 e o formato final compatível com outros formatos bibliográficos, como Marc e Calco, foram apontados como pontos bastante positivos. Apesar de o software não possuir limites de caracteres nos campos, um dos problemas encontrados foi a inclusão de letras acentuadas, cuja solução foi sua representação com códigos de três dígitos.

SAB (SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE BIBLIOTECAS)

Desenvolvido na biblioteca técnica da BSM – Sistema e Métodos S.A, o SAB tinha como objetivo automatizar todos os serviços oferecidos por esta empresa. (Medina e Albuquerque 1986) apresentam esse software como sendo destinado basicamente à recuperação e armazenamento de informações bibliográficas através de funções on-line.

SAB2 (SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE BIBLIOTECAS 2)

Resultado de um convênio entre a Fundação Universidade do Rio Grande-RS (FURG), a Fundação Getúlio Vargas e a IBM do Brasil, o SAB2 foi criado com o objetivo de desenvolver e implantar um sistema de automação de bibliotecas que permitisse a integração desse sistema ao processo de catalogação cooperativa baseado no padrão nacional de intercâmbio de dados bibliográficos.

(Becalli et al., 1994) relataram a experiência de utilização desse software na informatização do Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade Federal do Espírito Santo (SIB/Ufes). Os autores descreveram o SAB2 como um aplicativo que permite a implantação imediata de serviços e produtos, tais como cadastro de usuários, controle de circulação de acervo, pesquisa bibliográfica, além de permitir o acesso on-line.

SABER

O Saber foi desenvolvido em forma interativa, para computadores de grande porte, do tipo IBM 3032. (Sá et al.,1985) descreveram esse sistema projetado com objetivo de processar, arquivar e recuperar, automaticamente por meio de disco magnético, referências bibliográficas de interesse dos usuários da Biblioteca Central do IBGE. Além da recuperação em linha, com utilização da lógica booleana, e da emissão automática do boletim bibliográfico, o sistema permite a emissão de listagens por qualquer um dos campos recuperáveis, bem como listagens de estatística de uso.

SABi (SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE BIBLIOTECAS DA UFRGS)

(Silva; Caregnato, 1994) descreveram o SABi como um sistema integrado, desenvolvido pela UFRGS, que prevê automação de todas as funções de bibliotecas universitárias. Elaborado com base no CCAA2, esse software foi implantado em 1989 para organizar monografias e publicações seriadas, podendo também incluir materiais especiais. Utiliza o MicroISIS para geração de alguns módulos, sendo compatível com o Formato IBICT. O SABi foi disponibilizado à comunidade pela Internet.

SIBIL (SISTEMA DE INFORMAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS)

Desenvolvido pela Scientia e pela Companhia de Tecnologia Industrial, o Sibil é composto de seis subsistemas: entrada e crítica de dados; monitoração de acesso e uso; pesquisa bibliográfica em modo conversacional; disseminação seletiva de informações, apoio documental; controle de empréstimo e reservas. (Oliveira; Araújo, 1985) relataram a experiência com esse software na implantação do sistema de automação do acervo e serviços da rede de bibliotecas do Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro). Além de permitir a organização dos catálogos individuais de cada biblioteca, por autor, título e assunto, o sistema emite etiquetas e um boletim bibliográfico, que funciona como catálogo coletivo de todo o acervo da rede, evitando aquisições desnecessárias e duplicação do acervo.

SISTEMA CALCO

O Sistema Calco foi desenvolvido pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) a partir do Sistema Marc, da *Library of Congress*, para automatizar os processos de catalogação cooperativa, permitindo o intercâmbio via rede Bibliodata. (Aronovich et al., 1985) descreveram o processo de automação na Biblioteca Nacional com a adoção do formato Calco e sua

integração ao sistema Bibliodata/Calco em 1982. (Decourt, 1987), no artigo O sistema CALCO e a Rede Bibliodata, descreveu esse sistema, seus objetivos e produtos oferecidos, frisando que sua grande vantagem é a cooperação, permitindo que várias bibliotecas utilizem simultaneamente e contribuam com a entrada de dados no mesmo arquivo central de dados. Implantado como banco de dados, esse sistema permitia consultas off-line.

SRI (SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES)

O SRI é um banco dados de informações textuais criado pela Pantheon Informática, empresa nacional sediada em Brasília. (Schaurer, 1992) relatou a utilização do SRI no processo de automação no Centro de Documentação da Price Waterhouse, empresa prestadora de serviços na área de auditoria, consultoria, planejamento, informação e controle empresarial. O autor ressaltou que a montagem e gerência de bancos de dados criados com o SRI pode ser feita por qualquer bibliotecário ou auxiliar de biblioteca, com conhecimento mínimo de informática. Contribuem para isto os menus em português e o recurso da lógica booleana, que permite uma pesquisa bastante rápida.

STAIRS (*STORAGE AND INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM*)

Segundo (Graeff; Lima, 1985), esse software da IBM consiste de um conjunto de programas que permite ao usuário, através de um terminal, dialogar diretamente com o computador. Além de sua utilização no Prodasen (Centro de Processamento de Dados do Senado Federal), descrita anteriormente pelos autores, há diversas experiências com este software no Brasil. (Miashiro, 1985) descreveu a utilização desse software na implementação do acesso on-line do Sistema de Informação Técnico-Científico (Sitce) da Embrapa. (Teixeira; Gomes, 1986) apresentaram a automação dos serviços bibliográficos da Rede Ferroviária Federal S.A., enquanto Nunes (Nunes et al. 1991) trataram da automatização das bibliotecas da Universidade do Rio Grande, ressaltando sua importância na aceleração deste processo. Finalmente, (Soler, 1992) descreveu a experiência com o Stairs no Centro de Informação Tecnológica da Metal Leve S/A (CIT), explicando que sua escolha se deu por permitir o trabalho com operadores lógicos (lógica booleana), por rodar em mainframe e pela sua potência na recuperação da informação.

SYSBIBLI

(Lourenço; Cavalieri, 1994) apresentaram o gerenciador de bibliotecas Sysbibli como um software com aplicativos completos para a automação de arquivos, bibliotecas e centros de informação. Esse sistema engloba as rotinas para a mecanização dos processos técnicos, atendimento ao usuário e rotinas administrativas. Desenvolvido no Brasil pela Contempory – Consultoria Empresarial, era comercializado em três versões: uma para bibliotecas públicas, outra para bibliotecas universitárias e escolares e uma terceira para bibliotecas especializadas. Suas principais funções são o gerenciamento de acervo a um custo reduzido, a racionalização e organização dos processos técnicos, além da promoção da disseminação da informação em vários níveis. Anteriormente, (Cruz; Kelmer, 1990) haviam descrito a aplicação do Sisper – Sistema de Controle de Automático de Periódicos (um dos cinco módulos do Sysbibli) – no Senac.

VTLS (*VIRGINIA TECH LIBRARY SYSTEM*)

O VTLS é um gerenciador de bibliotecas que oferece todas as funções de catalogação e atende a outras necessidades de automação das atividades diárias de unidades de informação. (Souza et al., 1997), no artigo Metadados: catalogando dados na *Internet*, citam a utilização desse *software* pela Fundação Getúlio Vargas na modernização tecnológica da rede Bibliodata. Nessa mudança, a migração da base de dados para uma plataforma cliente-servidor possibilitou a disponibilização da base de dados em cd-rom, a consulta *on-line* via Internet, a implantação de um novo sistema de entrada de dados e a utilização de sistemas locais de automação compatíveis com os padrões internacionais no formato Usmarc.

Com a chegada de sistemas gerenciadores de bibliotecas, como o ALEPH e o VTLS, abrem-se as portas para os serviços de cooperação com a utilização de um formato bibliográfico único, permitindo a padronização das informações, a compatibilização de dados e o acesso *on-line*. O número de fornecedores de *softwares* apresentou um aumento significativo, trazendo mais opções ao mercado brasileiro, o que dá mais liberdade ao profissional da área na escolha de programas para automação de bibliotecas e centros de documentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, G.M.O.B. et al. Projeto de automação da rede de bibliotecas da UNESP. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos: UNIVAP, 1994. p.141-146.

Aronovich, G.B., Alves, M.A.M., Dias, S., Processos de automação na Biblioteca Nacional. R. Bibliotecon. Brasília, v.13, n.2, p.195-204, jul./dez.1985.

Becalli, A.M. et al. Informatização do Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade Federal do Espirito Santo: relato de experiência. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos: Univap, 1994 p.57-61.

Brunhera, M.I.P., GB- Gestor de bibliotecas. In: Congresso de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação, São Paulo: APB, 1992, p. 334-336.

Cruz, A.M.V., Kelmer, H., Controle automático de periódicos no SENAC. Ci. Inf. Brasília, v.19, n.1, p.86-89, jan./jun. 1990.

Cruz, A.M.V., Leme, N.M.P., Implantação do MicroISIS no SENAC. Ci. Inf., Brasília, v.17, n.2 ,p.131-39, jul./dez. 1988.

Decourt, E., O sistema Calco e a Rede Bibliodata. R.Bibliotecon. Brasília, v.15, n.1, p.79-84, Jan./Jun. 1987.

Duckworth, A.M., "InMagic Plus Software: utilização em projeto piloto na Escola do Futuro, Pró-Reitoria de Pesquisa/USP. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos. Anais...São José dos Campos : UNIVAP, 1994. p.189.

Graeff, C.M.P., Lima, Y.M.C., As bases de dados da biblioteca do Senado Federal e a sua operação por uma rede de bibliotecas. Rev. Bibliotecon. Brasília, v.13, n.2, p.169-78, jul./dez. 1985.

Hueso, L.M.F., Mattes, R.N., Bertonazzi, S.R.C., Sistema Fastcat: a pré-catalogação de 300.000 exemplares. In: Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, 16, Salvador: APBEB, 1991 p. 1064-1076.

Igami, M.P.Z., O Processo de migração do acervo bibliográfico da Biblioteca do IPEN. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos: UNIVAP, 1994. p. 147-149.

Lenk, L.M., Aplicativo AINFO. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos: UNIVAP, 1994. p.190.

Lima, G.A.B., Mendonça, A.M., A Utilização do MicroISIS no Brasil. Perspectiva em Ciência da Informação, Belo Horizonte, v.3, n.1, p.81-95, jul./dez. 1998.

Lourenço, C.A., Cavalieri, A.B.C., Sysbibli: um software aplicativo para automação de bibliotecas. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, São José dos Campos: UNIVAP,1994 p.183-188.

Mattes, R.N., Automação do acervo bibliográfico, documental & musical da Secretaria de Cultura do Município de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, 16, Salvador. Anais... Salvador: APBEB, 1991. p. 1058-1063.

McCarthy, C.M., Pro-cite: um software para gerenciamento de bases de dados bibliográficos. Ci. Inf., Brasília, v.18,n.2, p.191-98, jul./dez. 1989.

McCarthy, C.M., Uma base de dados para publicações locais. In: Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, 16, Salvador: APBEB, 1991. p. 912-928.

Medina, E., Albuquerque, M.E.B.C., SAB - Sistema de Automação de Biblioteca. In: Encontro Nacional de Informática e Documentação Jurídica, 2, Brasilia. Anais... Brasilia: ABDF/IBICT, 1986, p. 186-193.

Melo, M.A.O., Brandão, M.R.M., Santos, P.M.L., Informatização da rede de Bibliotecas: a experiência da Secretaria Municipal de Cultura de São Paulo. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos : UNIVAP, 1994. p. 65-72

Miashiro, W., As bases de dados operadas pela EMBRAPA. R. Bibliotecon. Brasília, v.13, n.2, p.:jun/dez 1985

Miki, H., MicroISIS: uma ferramenta para o gerenciamento de bases de dados bibliográficas. Ciência da Informação, Brasília, v.18, n.1, p.3-14, jan./jun. 1989.

Moraes, A.F., Automação tatal da Biblioteca de Manguinhos com qualidade. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 6, 1997, Águas de Lindóia: INPE, 1997. p.134-139.

Moreira, J.A., Informação musical: um projeto de banco de dados. In: Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, 16: APBEB, 1991. p.980-989.

Nunes, C.O.I. et al. Automação dos serviços de informação na Universidade do Rio Grande e o desenvolvimento do sistema de administração de bibliotecas II - Sab-II. In: Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, 16, Salvador: APBEB, 1991. p.990-1007.

Oliveira, M.G.C., Araújo, R.M.C.S., Sistema de informações seletivas especializadas (INFO-SEL&S). R. Bibliotecon. Brasília, v.13, n. 1, p. 49-57, jan./jun. 1985.

Oliveira, S.R.M., Antunes, J.F.G., AINFO: uma ferramenta para gerenciamento de bases de dados documentais e processos bibliográficos. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 6, 1997, Águas de Lindóia. Anais... São José dos Campos: INPE, 1997. p.181-186.

Pimentel, C.D.P., Pimentel, C.E., Desenvolvimento de uma base de dados de usuários. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos. Anais...São José dos Campos: UNIVAP, 1994. p.134-138.

Robredo, J., Dois novos sistemas com conmputadores para o processamento completo da informação documentária. R. Bibliotecon. Brasília, v.10, n. 1, p.69-72, jan./jun. 1982.

Sá, R.A., Donnard, H.M., Dantas Filho, L.E., Uma base de dados bibliográficos em áreas sócio-econômicas. R. Bibliotecon. Brasília, v.13, n.2, p. 241-249, jul./dez. 1985.

Santos, G.C., Truzzi, M., Ferroni, E.L., Gerenciador de biblioteca - GERBIBLI. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos : UNIVAP,1994. p. 79-86.

Sayão, et al. Avaliação do processos de automação em bibliotecas universitárias. Transinformação, v. 1, n. 2, p. 233-254, maio/ago. 1989.

Schauer, M.B. Câmara. Automação do centro de documentação da Price Waterhouse. In: Congresso de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação, 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: APB , 1992 . p.267-275.

Silva, E.A., Caregnato, L.F., et al. Automação do sistema de bibliotecas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. In: Seminário sobre Automação de bibliotecas e centros de documentação, 5, 1994, São José dos Campos. Anais...São José dos Campos: UNIVAP,1994 p. 110-113

Soler, R.C.A., Thesaurus e sistema automatizado de recuperação: a união que resulta qualidade. In: Congresso de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação, 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: APB, 1992. p. 185-283.

Souza, T.B., Catarino, M.E., Santos, P.C., Metadados: catalogando dados na Internet. Transinformação, v.9, n.2, p.93-105, maio/agosto, 1997.

Teixeira, A.L.D.A., Gomes, A.M.C., Os serviços bibliográficos automatizados da RFFSA. In: Encontro Nacional de Informática e Documentação Jurídica, 2, 1986, Brasília. Anais... Brasília: IBDF/IBICT, 1986. p.481-486.

Zanaga, M.P., Coversão Retrospectiva e cooperação no processamento técnico de materiais bibliográficos. In: Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias, 8, 1994, Campinas. Anais...Campinas: Unicamp, 1994. p.59-68

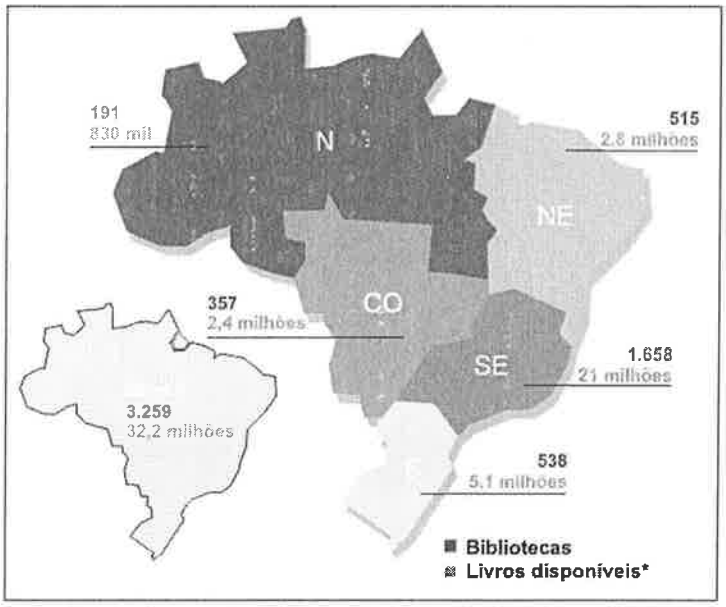
Ziviani, N. Um sistema para recuperação eficiente de informação e textos. *Revista Brasileira de Computação,* Rio de Janeiro, v.5, n.3, p.3-15, jan./mar. 1990

APÊNDICE IV

CENÁRIO DAS BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS NO BRASIL

Segundo pesquisas realizadas em 2002 pelo INEP / MEC, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, nas instituições de educação superior do País funcionam 3.259 Bibliotecas, com 32,2 milhões de livros com títulos diferentes, totalizando 68,2 milhões de exemplares. Metade delas está no Sudeste, mas a região concentra 65,2% das publicações disponíveis nas Bibliotecas universitárias, levando-se em conta a diversidade de títulos. Os dados foram obtidos a partir do Censo da Educação Superior de 2002. A Figura abaixo apresenta um mapa das bibliotecas universitárias por região geográfica.

No levantamento do Inep consta, ainda, o número de periódicos nacionais e estrangeiros. Segundo informações prestadas pelos estabelecimentos de ensino, há, nas Bibliotecas, 3,4 milhões de periódicos, sendo 1,2 milhão de títulos internacionais. O Censo foi respondido por 1.637 instituições, com 3,5 milhões de alunos em 14,4 mil cursos de graduação.



* Quantidade de títulos diferentes (Inep/Mec, 2002)

Também, segundo dados do INEP, as Bibliotecas estão segmentadas da seguinte forma: Bibliotecas universitárias: 42% Federais, 10% Estaduais, 2% Municipais e 46% Instituição privada, e 10 das maiores universidades (4 públicas) concentram 13% do total de alunos (3.479.913) no país.

APÊNDICE V

DATASHEETS DE HARDWARES

wj communications

Multi-Protocol MPR 5000 RFID Card

EPC Class 0/1 and 0+ with Integral UHF Antenna

Compact *Efficient* *Low Cost*

Product Features

Multi Protocol
- EPC Class 0 (read only)
- EPC Class 1 (read & program)
- Class 0+ (read & program)
- Firmware Upgrade (UHF G2 & Others)

Communication Interfaces
- Standard 68-Pin Parallel PCMCIA
- Serial TTL Interfaces

Integral UHF Antenna

Extended PCMCIA Type II Package

FCC Part 15 Certified by WJ
- FCC ID: NTTWJMPR5XXX

Just plug it in, install it and read tags...

WJ's MPR 5000 RFID Card takes the mystery out of RFID. It's simple to use and works with any standard PCMCIA Type II slot—as found on most laptop computers and many handheld computers and PDAs. It offers all the breakthrough performance of the MPR 6000 and includes an integrated antenna. This reader card is ideal for software developers and anyone wanting to experiment with RFID technology. Each RFID Card includes the analog RF, digital circuitry and embedded firmware required for EPC Class 0 (read only), EPC Class 1 (read/write) and Class 0+ (read/write) operation. Plug it into any PC Card™ socket, load the driver and operate it via a WJ GUI program. The standard PCMCIA control interface coupled with a simple but powerful command set allows for fast creation of custom API and host applications. The integral antenna provides a platform for software and system development for anyone wanting to read/program tags and experiment with RFID technology. The MPR 5000 is easy to use, affordable and allows reading tags anywhere.

Copyright WJ Communications March 2006. Subject to change without notice.
All trademarks, trade names, service marks, and logos remain the property of the rightful owners

WJ Communications 401 River Oaks Parkway, San Jose, CA 95134 WWW.WJ.COM

wj communications

Multi-Protocol MPR 5000 RFID Card

Technical Specifications

Frequency Hopping

- UHF 902-928 MHz (U.S. ISM)

Protocol Support

- EPC Class 0 and Class 1
- Class 0+ Compatibility
- Firmware Upgrade For Future

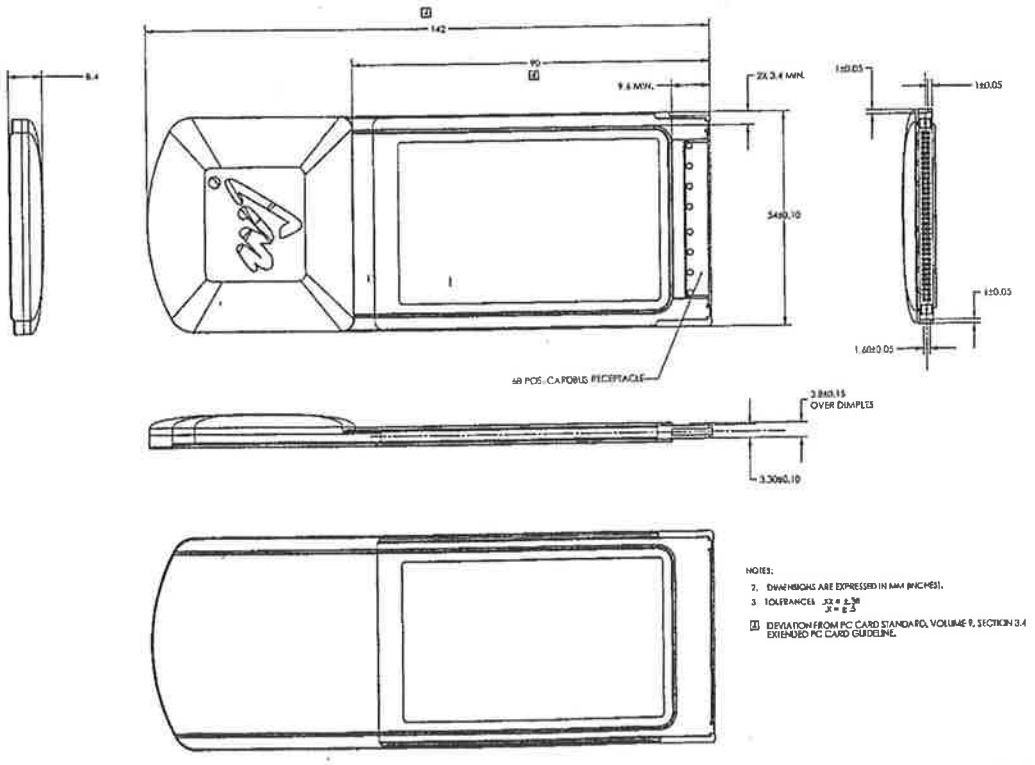
FCC Part 15 Certified, FCC ID: NTTWJMPR5XXX

Standard PC-Card™ Power and Interface

- 5VDC Nominal
- 150-250mA Average Current
- 750mA Peak Current

Temperature

- 0 to 40 C Operating
- -20 to 70 C Storage



Copyright WJ Communications March 2006. Subject to change without notice.
All trademarks, trade names, service marks, and logos remain the property of the rightful owners

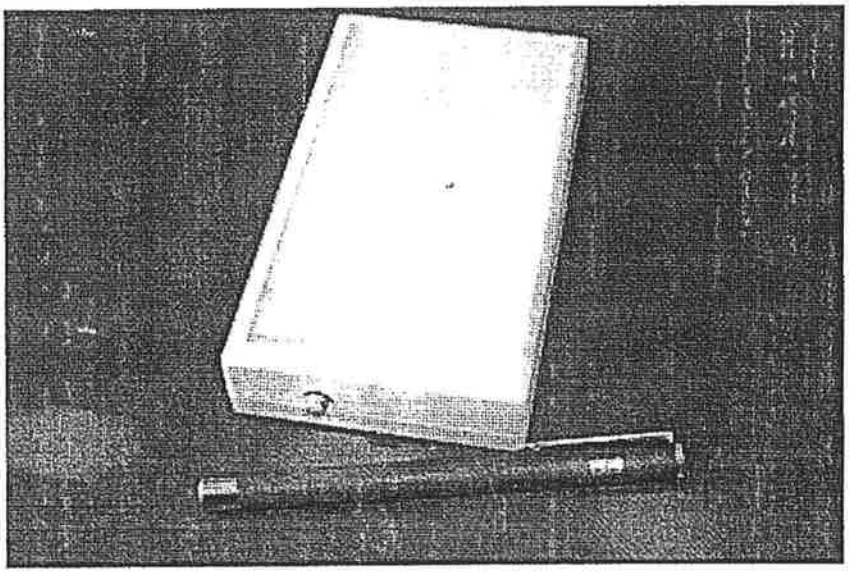
WJ Communications 401 River Oaks Parkway, San Jose, CA 95134 WWW.WJ.COM

OBID®

advanced reader technologies

i-*scan*

Mid range reader
ID ISC.MR100-A/
-USB



Multi-tag mid range reader for identification of Smart Labels in the fields of application retail, rental services and industry.

Features:

- Anticollision function,
- OBID® i-*scan* SMP (Standard Multi-tag Protocol)
- Multi-tag reader (I•CODE, Tag-it, ISO 15693)
- Several antenna types available

RFID by FEIG ELECTRONIC

FEIG ELECTRONIC

Short description and technical information

Short description

Just as any device of the OBID® *i-scan* product family, the mid-range reader ID ISC.MR100-A/-USB works with Smart Labels which are based on transponders with an operating frequency of 13,56 MHz. Depending on the antenna used, the reader has a maximum reading distance of up to 40 cm.

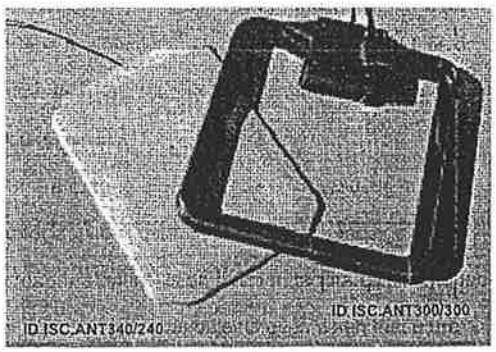
The elegant Pad-Antenna ID ISC.ANT340/240 reaches distances of up to 30 cm and is above all suitable for desk-applications including the identification of files or documents, registration of the lending and return of goods or books, ect.

The more rugged type ID ISC.ANT300/300 is mainly used for applications in industrial surroundings.

The reader's anticollision function facilitates simultaneous identification of several objects even when these are wrapped.

Technical data

Housing	Plastic
Colour	RAL 9018 (light grey)
Dimensions (LxWxH)	145 x 85 x 31 mm
Protection class	IP 30
Weight	170 g
Power supply - variant -A (RS232/RS485)	12-24 V DC +/- 15% via external power supply
- variant -USB	12 V via external power supply
Power consumption	approx. 6 VA
Operating frequency	13,56 MHz
Transmitting power	approx. 0,8 up to 1 W
Modulation factor	10% and 100% (via software adjustable)
Antenna connection	1 x SMA-female plug (50 Ω)
Reading distance	max. 40cm with ID ISC.ANT300/300
Interfaces	RS232 / RS485 (switchable) or USB
Signal generator	1 LED (multicoloured; red / green)
Processable transponders	I-CODE, Tag-It and ISO 15693
Temperature range - operation	-25° C up to 60° C
- storage	-25° C up to 85° C
FLASH	64 kByte (software may be updated via interface)



Standard conformity

Radio license - Europe - USA	 EN 300 330 FCC Part 15
EMV	EN 300 683
Safety - Europe	 EN 60950

FEIG ELECTRONIC GmbH
Lange Straße 4, D-35781 Weilburg
Tel.: +49 (0) 6471 / 3109-0, Fax: -99
Internet: http://www.feig.de
e-mail: OBID@feig.de

FEIG ELECTRONIC reserves the right to change the specification without notice at any time.

Kimaldi

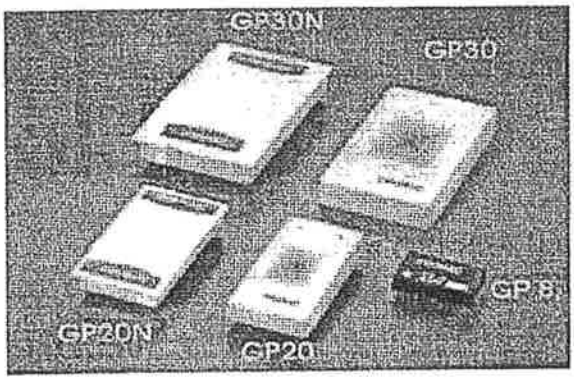
Lectores de proximidad ProxID

GP20 – GP30

Los lectores ProxID funcionan desde 5 a 12,5 voltios con una distancia de lectura alta incluso a 5V. Haciéndolos ideales para una gran variedad de aplicaciones, particularmente en sistemas de control de accesos. La característica principal es que el lector básico puede ser configurado para las salidas más usuales de formato interface, incluyendo Wiegand, banda magnética, Clock/Data y salida RS-232 serial ASCII, haciéndolo muy fácil de aplicar en instalaciones ya existentes.

Características:

- Bajo coste
- Alto rango de lectura
- Dimensiones reducidas
- Encapsulado para usos externos
- Interface externo programable
- Resistente al agua



Modelos disponibles:

. GP20 – lector para hasta 20 cm de lectura, para instalación sobre pared.

. GP30 – lector para hasta 30 cm de lectura, para instalación sobre pared.

. Otros lectores de mayor alcance: - GP60 – hasta 60cm

Características técnicas:

Voltaje:	5-12.5V
Interface:	Wiegand, Magstripe ABA TK2, Clock/Data ó serial ASCII (RS-232)
Frecuencia:	125 KHz
Formato:	64 bits, código Manchester
Transponder:	sólo lectura
Dimensiones:	GP20 – 78x43x15mm – GP30 – 104x63x20mm

Kimaldi Electronics, S.L. Terrassa (Barcelona) Spain Tel. +34 93 736 1510 Fax +34 93 736 1511 kimaldi@kimaldi.com
Kimaldi Lusa, Lda. Lisboa – Portugal Tel. +351 21 715 6303 Fax +351 21 715 6295 portugal@kimaldi.com
Kimaldi de México, S.A. Puebla- México Tel.+52 222 1309463 Int. Rep. 01 222 1309463 Fax +52 222 1309464 mexico@kimaldi.com
www.kimaldi.com

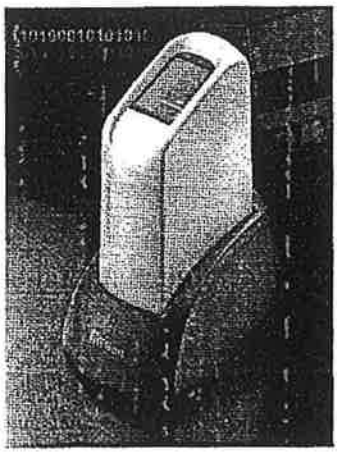
Lector de huella dactilar Nitgen

Hamster

El lector de huella digital Nitgen Hamster es un periférico para la Seguridad del ordenador y seguridad informática en general. Está equipado con un módulo de lectura de huella dactilar basado en la tecnología única de Biometría Nitgen.
Es un sistema de altas prestaciones, mucha precisión y larga durabilidad. Lector que se conecta directamente al ordenador y de forma muy segura reemplazamos la password que es vulnerable al fraude y difícil de recordar.
El Hamster ha sido diseñado por la tecnología más Optimizada de reconocimiento de huella dactilar y es muy robusto a posibles impactos físicos externos, aspectos ambientales y corriente estática.

Principales características

- Rápida y perfecta autenticación gracias a su excelente Algoritmo.
- Excelente diseño y tamaño reducido para su fácil manejo.
- Lector robusto que asegura su larga vida.
- Conexiones disponibles: USB y paralelo.
- Software de Seguridad eNDeSS ™ incluido con el lector.
- SDK disponible para integradores. Librerías que permiten al programador de una forma muy sencilla integrar el Hamster en sus aplicaciones.
- Aplicable a distintos campos donde la autenticación personal por reconocimiento dactilar sea necesaria.

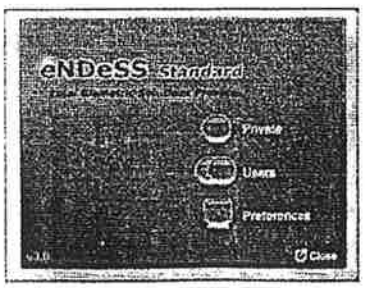


Software de Seguridad eNDeSS™

Con el lector se incluye el software para seguridad de PC eNDeSS, con las siguientes funciones:

- Logon de Windows: Control de Acceso a Windows biométrico.
- Gestor centralizado de usuarios y configuración del sistema.
- Protector de Pantalla – identificación dactilar para desbloquear el PC.
- Protector de ficheros y directorios con encriptación de huella.
- Pantalla Listado de Eventos: histórico de Logons e intentos ilegales.

Máxima protección biométrica mediante huella digital del PC, workstations o red de ordenadores.



Aplicaciones

- Seguridad para el ordenador, softwares y la red informática
- Comercio electrónico
- Seguridad para la banca, instituciones financieras
- Sistema de información médica
- Muchas otras aplicaciones que requieren autenticación de usuario

Características técnicas

Tipo interfaces	USB	Paralelo
Caract. Interfaces	USB 1.1	SPP, EPP
Sensor de huella	OPP01	OPP02
Resolución	500 +-10 (DPI)	505 +- 10 (DPI)
Tamaño	25,3 Ancho x 40,7 Largo x 67,7 Alto (mm)	
Sistema operativo	Windows 95/98/NT 4.0, 2000, ME, XP	
Temperatura	0 – 40 °C	
Voltaje	5 (Vdc)	
Certificados	EMI, CE, FCC, UL	

Kimaldi Electronics, S.L. Terrassa (Barcelona) Spain Tel. +34 93 736 1510 Fax +34 93 736 1511 kimaldi@kimaldi.com