

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

Valmor José Prevedello

**BIBLIOTECAS DIGITAIS:
MOTORES DE BUSCA BASEADOS EM
LINGUAGEM NATURAL**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

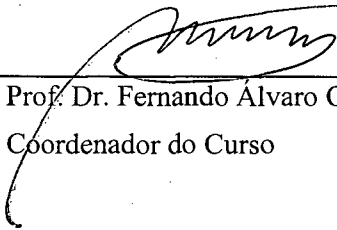
Orientador: Prof. Dr. Roberto Willrich

Florianópolis, setembro de 2002

**BIBLIOTECAS DIGITAIS:
MOTORES DE BUSCA BASEADOS EM
LINGUAGEM NATURAL**

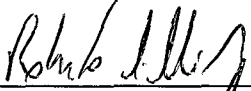
Valmor José Prevedello

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação Área de Concentração Sistemas de Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

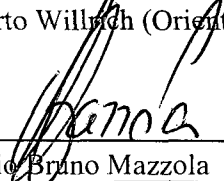


Prof. Dr. Fernando Alvaro Ostuni Gauthier
Coordenador do Curso

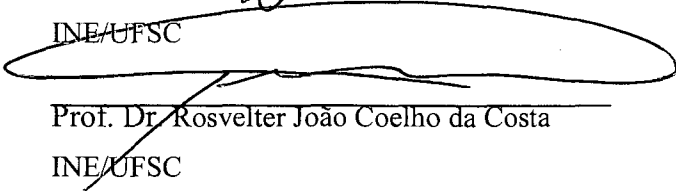
Banca Examinadora



Prof. Dr. Roberto Willrich (Orientador)
INE/UFSC



Prof. Dr. Vitor Bruno Mazzola
INE/UFSC



Prof. Dr. Rosvelter João Coelho da Costa
INE/UFSC

Agradecer! Agradecer a tantos... Meus pais, irmãos, professores e amigos que, desde 1988, quando iniciei a graduação, estão comigo. Agradecer a Deus, porque se hoje tenho muito, talvez nem tanto, ele também é responsável.

Agradecer principalmente a minha esposa, Gislaine (Naine), que sempre me motivou para os estudos. Também não poderia deixar de lembrar dos nossos filhos, Matheus e Renan, que, juntamente com a Naine, souberam esperar e entender as minhas ausências.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT	IX
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	10
1.1 A INTERNET.....	10
1.2 BIBLIOTECAS DIGITAIS.....	11
1.3 BUSCA NA INTERNET	12
1.4 LINGUAGEM NATURAL.....	13
1.5 OBJETIVOS.....	13
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
CAPÍTULO 2 - BIBLIOTECAS DIGITAIS.....	16
2.1 DEFINIÇÕES E CONCEITOS.....	16
2.2 CONSTRUÇÃO DE UMA BIBLIOTECA DIGITAL MULTIMÍDIA	19
2.2.1 <i>Etapas para o desenvolvimento de bibliotecas digitais.....</i>	<i>20</i>
2.2.1.1 Criação e captura	21
2.2.1.2 Gerência e armazenamento.....	21
2.2.1.3 Busca e acesso	21
2.2.1.4 Disponibilização	22
2.2.1.5 Tratamento de direitos autorais	22
2.3 ARQUITETURA PARA BIBLIOTECAS DIGITAIS	22
2.3.1 <i>Arquitetura para informações em bibliotecas digitais de [ARMS, 1997]</i>	<i>23</i>
2.3.2 <i>Arquitetura apresentada por [PULLIAN, 1996]</i>	<i>26</i>

2.3.3 Arquitetura da biblioteca digital de Berkeley	27
2.3.4 Biblioteca digital multimídia PSNC	28
2.3.5 Arquitetura de um sistema CBVQ (Content-Based Video Query) [CHANG, 1997]	30
2.3.6 BDMm (Biblioteca Digital Multimídia) [PISTORI, 2000].....	32
2.3.6.1 Arquitetura proposta por [PISTORI, 2000].....	32
2.3.6.1.1 Interface-Usuário	33
2.3.6.1.2 Interface-Autor	35
2.3.6.1.3 Interface-Administrador	36
2.3.6.1.4 Servidor <i>Web</i>	36
2.3.6.1.5 Gerenciador da Biblioteca Digital Multimídia (GBDMm)	36
2.3.6.1.6 Gateway	37
2.3.6.1.7 Cliente Z39.50	38
2.3.6.1.8 Servidor Z39.50	38
2.3.6.1.9 Interface Comum de Acesso aos Metadados (ICAMD).....	39
2.3.6.1.10 Repositório de Metadados (RM)	39
2.3.6.1.11 Servidores de Mídia.....	40
2.4 CONCLUSÃO	41
CAPÍTULO 3 - LINGUAGEM NATURAL	42
3.1 O QUE É LINGUAGEM?	43
3.2 SIMULAÇÃO DE LINGUAGEM NATURAL	44
3.3 INTERPRETAÇÃO DA LINGUAGEM.....	47
3.4 GRAMÁTICAS E ANALISADORES	48
3.5 TRABALHOS NA ÁREA DA LINGUAGEM NATURAL.....	53
3.6 CONCLUSÃO	56
CAPÍTULO 4 – BUSCA EM BIBLIOTECAS DIGITAIS USANDO LINGUAGEM NATURAL	57
4.1 DESCRIÇÃO GERAL	58
4.2 ANÁLISE	60
4.3 ANÁLISE LÉXICA.....	61
4.4 ANÁLISE SINTÁTICA.....	62

<i>4.4.1 Estrutura básica da frase em português [CAGNON, 2000]</i>	64
4.5 EXPERIMENTO REALIZADO ANTERIORMENTE	66
4.6 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DA INTERFACE DE BUSCA PROPOSTA	67
4.7 ANALISADOR SINTÁTICO	71
<i>4.7.1 Regras gramaticais definidas neste trabalho</i>	73
<i>4.7.2 Detalhamento para Implementação da Interface Proposta (Protótipo)</i>	74
4.8 ANÁLISE COM OUTRAS PROPOSTAS EXISTENTES	77
4.9 CONCLUSÃO	77
CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXO A	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arquitetura de Servidor de Vídeo [WILLRICH, 1999].....	19
Figura 2: Principais componentes da arquitetura da biblioteca digital [ARMS, 1997]	23
Figura 3: Estrutura básica de uma biblioteca digital proposta por [PULLIAN, 1996].	27
Figura 4: Arquitetura da Biblioteca Digital de Berkeley	28
Figura 5: Biblioteca Digital no PSNC.....	30
Figura 6: Arquitetura geral do sistema CBVQ [CHANG, 1997].....	31
Figura 7: Arquitetura da BDMm proposta por [PISTORI, 2000].....	33
Figura 8: Sentença ambígua	48
Figura 9: Classificação das Gramáticas segundo Chomsky.....	52
Figura 10: Formulário para busca avançada [PISTORI, 2000].....	58
Figura 11: Árvore sintática de sentença [CAGNON, 2000]	63
Figura 12: Analisador Sintático da LN [PREVEDELLO, 1998]	66
Figura 13: Esquema do PLN da Interface de Busca Proposta	67

RESUMO

As interfaces entre as máquinas e os seres humanos estão ficando mais sofisticadas e caminhando, aos poucos, em direção às formas mais humanas de comunicação. Porém, a interatividade entre homem e o computador ainda precisa ser melhorada. Os usuários da Internet, em geral, encontram dificuldades em formular suas pesquisas utilizando os mecanismos de busca tradicionais. Esta deficiência nas buscas ocorre também com as Bibliotecas Digitais, que além de armazenar informações tipicamente comuns como textos, armazenam também objetos complexos, do tipo Multimídia.. Neste sentido, este trabalho procura definir uma forma diferente de interface de busca em Bibliotecas Digitais. Pensando em minimizar os esforços nas buscas de informações, decidiu-se então, definir um Motor de Busca que utiliza a Linguagem Natural como forma de busca de informações via conteúdo dos metadados da Biblioteca Digital. Mais especificamente, na Biblioteca Digital Multimídia (BDMm), proposta por [PISTORI, 2000]. A forma de entrada da pesquisa dar-se-á através de um texto em Linguagem Natural ou por voz traduzida para texto por um parser, onde o usuário informa o que quer pesquisar, e a página devolve o resultado de forma padronizada.

ABSTRACT

The different interfaces between machines and human beings are becoming more sophisticated and are moving slowly towards more human-like means of communication. Nevertheless, interaction between a person and the computer still needs improvement. The users of the Internet, in general, find difficulties in doing some research using traditional web search tools. Such difficulty occurs also in Digital Libraries sites, that, besides storing typically common information as texts, store other complex objects, such as Multimedia. In this sense, the present paper tries to define a different way of interface search in Digital Libraries sites. Trying to minimize efforts in information search, it has been decided to define as a tool a Search Motor that uses Natural Language as means of information search metadata content of the Digital Library. More specifically, in the Digital Library Multimedia (DBMm) proposed by Pistori (2000). The process used for proceeding any research happens when the user informs what he/she wants to know through a text in Natural Language or voice translated to text by the parser, and the page gives him/her the results back in a standard way.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

As interfaces entre as máquinas e os seres humanos estão ficando mais sofisticadas e caminhando aos poucos em direção às formas mais humanas de comunicação. Porém, a interatividade entre homem e o computador ainda precisa ser melhorada.

Com a popularização da Internet, surge um novo conceito de interatividade do ser humano com o computador. [KOWALSKI, 1997] observa que a forma tradicional de armazenamento e recuperação de informações do computador toma novo formato. Pode-se então, numa mesma tela, ter acesso a vários tipos de objetos (vídeos, imagens, sons, textos, etc.) independentemente de sua localização física.

Apesar de todas as vantagens no uso da multimídia como forma de comunicação, existem alguns pontos que devem e podem ser melhorados a fim de tornar a interface do usuário com o computador mais amigável.

1.1 A Internet

A Internet desempenha um papel muito importante na atual Sociedade da Informação, apresentando muitas vantagens em relação aos meios de comunicação tradicionais. Entre as suas principais vantagens, destacam-se: aquisição e disponibilização fáceis e quase instantâneas de informação de e para todo o Mundo; elevada facilidade de publicação e conseqüente acessibilidade a todos os cidadãos; inclusão fácil de elementos multimídia nas páginas publicadas; possibilidade de referenciar outras publicações através de apontadores, que poderão ser seguidos pelo

leitor cômoda e rapidamente, o que pode tornar desnecessária a deslocação a bibliotecas. Trata-se, portanto, de um meio em que é possível aceder à informação mais atual e que abrange a maior parte das áreas de conhecimento.

Um dos grandes problemas da Internet é a dificuldade da pesquisa de informação relevante para o leitor, de forma simples rápida e eficaz. Este problema resulta fundamentalmente do crescimento contínuo do número de documentos publicados e conseqüentemente na queda de velocidade de envio e resposta, da atualização constante dos mesmos; da existência de alguns documentos com pouca qualidade. Outro fator, se não o mais importante para a maioria dos usuários, é a forma de interagir com a página na hora de montar ou entrar com a busca de informações.

1.2 Bibliotecas digitais

Até recentemente, a principal fonte de pesquisa eram as bibliotecas convencionais, ou seja, lugares onde milhares de livros e periódicos estão catalogados e dispostos de forma que as pessoas possam “pegá-los” e posteriormente, ali mesmo ou em outro local, manuseá-los para retirar as informações necessárias ou realizar uma simples leitura.

Com o avanço tecnológico, mais precisamente com a entrada do computador na vida das pessoas, o conceito de bibliotecas está mudando, e podem ser chamadas também de Bibliotecas Digitais. A partir do momento que se pode armazenar e recuperar praticamente todos os tipos de informações no computador, pode-se dizer que uma biblioteca é um local onde se pode ter acesso às informações, sendo este local uma sala com vários livros ou apenas um computador. Armazenar e/ou utilizar imagens, vídeos e áudio em um computador é cada vez mais fácil e comum para a maioria das pessoas do que ir a um determinado local, como uma biblioteca convencional. Num mundo globalizado onde as informações são o bem mais valioso, é de extrema necessidade que estas informações estejam disponíveis de forma prática, rápida e segura, e para o maior número de pessoas possível. Outro fator que faz crescer cada vez

mais o uso das bibliotecas digitais é a Internet. Com ela, as pessoas ou locais estão logo ali, e portanto, as informações fluem com uma velocidade e versatilidade incríveis. Navegadores poderosos, softwares com grande poder de manipulação de vídeos, áudio e imagens, aproximam cada vez mais o homem da máquina.

Apesar de toda esta tecnologia, o homem ainda não consegue interagir com a máquina de forma mais natural, ou seja, precisamos ainda de métodos formais para armazenar e recuperar informações, dificultando a interação homem-máquina. Percebe-se então a necessidade de aplicações mais poderosas ou mais interativas do homem com o computador. As bibliotecas, tradicionais ou digitais ainda não possuem instrumentos que informem o nível intelectual do conteúdo e a perfeita escolha de palavras-chave ou objeto-chave para o documento. Neste sentido, trabalha-se para que a biblioteca digital, num futuro próximo, possa incorporar a possibilidade de o usuário escolher o nível de conteúdo da informação, bem como o contexto no qual o mesmo pretende aplicá-la.

1.3 Busca na Internet

Buscar determinada informação na Internet, nem sempre é possível ou os resultados obtidos podem não ser os desejados. O ideal seria, buscar informações com o menor esforço possível. Pensando nisso, desenvolvedores de sites, dedicam boa parte de seu tempo, projetando novos motores de busca, onde um dos objetivos é diminuir o tempo de resposta e melhorar cada vez mais a interface.

Um dos problemas das buscas tradicionais é a forma da parametrização utilizada, ou seja, é comum encontrar nestes sites, campos que devem ser preenchidos para posterior submissão à pesquisa. Talvez, o melhor seria definir uma nova forma onde o usuário, independente de sua cultura de informática, interagisse com o site de forma mais amigável ou de forma mais informal.

O uso da Linguagem Natural como complemento na construção de sites de busca pode ser o caminho para a melhoria da interação dos usuários com o computador.

Independentemente do perfil do usuário, é possível encontrar a mesma resposta utilizando formas diferentes de pesquisa.

1.4 Linguagem natural

“Num sentido mais genérico, linguagem seria qualquer sistema de sinais de que se valem os indivíduos para comunicar-se” [ANDRE, 1979].

Normalmente, computadores estão aptos a compreender instruções escritas em linguagens de computação, mas possuem muita dificuldade em entender comandos escritos em uma linguagem humana. O simples fato de um computador processar uma sentença em Linguagem Natural, requer muito esforço de processamento e lógica de computação.

O objetivo final do Processamento de Linguagem Natural (NLP) é fornecer aos computadores a capacidade de entender e compor textos. E "entender" um texto significa reconhecer o contexto, fazer análise sintática, semântica, léxica e morfológica, criar resumos, extrair informação, interpretar os sentidos e até aprender conceitos com os textos processados.

1.5 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é a definição de um Motor de Busca que utiliza Linguagem Natural como forma de busca de informações via conteúdo dos metadados da Biblioteca Digital, mais especificamente, na Biblioteca Digital Multimídia (BDMm), proposta por [PISTORI, 2000].

Esta busca, dar-se-á em conteúdo, ou seja, os dados de entrada serão um texto em Linguagem Natural, denominado sentença, onde o usuário informa o que quer pesquisar. Esta sentença também pode ser obtida através de um parser que faz o

reconhecimento de voz e a converte para texto. Então, a página extrai a semântica e posteriormente faz seu processamento. Como resultado, serão exibidos os link's dos sites onde se encontram as informações solicitadas, de uma forma padronizada.

Abaixo, seguem os objetivos específicos a serem alcançados por esta dissertação:

- utilizar as definições de multimídia, linguagem natural, gramática da linguagem, Internet e banco de dados como subsídios para o desenvolvimento do trabalho;

- definir formas de acesso a bases de dados, utilizando as definições da gramática da linguagem;

- utilizar a linguagem natural como alternativa na construção de motores de busca na Internet;

- definir um motor de busca baseada em Linguagem Natural, para acessar as informações armazenadas na Biblioteca Digital Multimídia (BDMm) [PISTORI, 2000] via os metadados da Biblioteca Digital.

- implementar um protótipo do motor de busca proposto para validar a proposta.

1.6 Estrutura do trabalho

Após a introdução, o segundo capítulo, aborda as Bibliotecas Digitais. Nesta etapa, é caracterizado o que é e como funcionam as Bibliotecas Digitais, dando ênfase à Biblioteca Digital Multimídia (BDMm) [PISTORI, 2000] que servirá como base para o desenvolvimento do trabalho.

O terceiro capítulo trata dos aspectos que envolvem o Processamento da Linguagem Natural (NLP). Também descreve características de alguns trabalhos na área.

O capítulo quatro contempla a definição deste trabalho. Aqui são discutidos os objetivos, a descrição geral da proposta, as técnicas e etapas utilizadas para a definição do novo mecanismo de busca.

E, por fim, o capítulo da conclusão dedicado as considerações finais, bem como uma sugestão para trabalhos futuros e os anexos do protótipo desenvolvido.

CAPÍTULO 2 - BIBLIOTECAS DIGITAIS

Neste capítulo, são apresentados alguns conceitos e definições relacionados a Bibliotecas Digitais em especial, a arquitetura da Biblioteca Digital Multimídia (BDMm) proposta por [PISTORI, 2000]. Além disso, são descritas algumas arquiteturas de Bibliotecas Digitais como as de [ARMS, 1997], [PULLIAN, 1996], Berkeley apresentada por [OGLE, 1996], Pozna Supercomputing and Networking Centre (PSNC) descrita por [MAZUREK, 1998] e Content-Based Vídeo Query (CBVQ) proposta por [CHANG, 1997].

2.1 Definições e conceitos

Com o avanço tecnológico, mais precisamente com a entrada do computador na vida das pessoas, o conceito de bibliotecas está mudando, e podem ser chamadas também de Bibliotecas Digitais. A partir do momento que se pode armazenar e recuperar praticamente todos os tipos de informações no computador, é possível dizer que uma biblioteca é um local onde podemos ter acesso as informações, sendo este local uma sala com vários livros ou apenas um computador. Armazenar e/ou utilizar imagens, vídeos e áudio em um computador é cada vez mais fácil e comum para a maioria das pessoas do que ir a um determinado local, como uma biblioteca convencional. Num mundo globalizado onde as informações são o bem mais valioso, é de extrema necessidade que estas informações estejam disponíveis de forma prática, rápida e segura, e para o maior número de pessoas possível. Outro fator que faz crescer cada vez mais o uso das bibliotecas digitais é a Internet. Com ela as pessoas ou locais estão logo ali, e portanto, as informações fluem com uma velocidade e versatilidade incríveis.

Neste contexto, navegadores poderosos, software's com grande poder de manipulação de vídeos, áudio e imagens aproximam cada vez mais o homem da máquina.

Apesar de toda a tecnologia que cerca o mundo da informática, o homem ainda não consegue interagir com a máquina de forma mais natural, ou seja, precisamos ainda de métodos formais para armazenar e recuperar informações, a fim de facilitar a interação homem-máquina. Neste sentido, percebe-se então, a necessidade de aplicações mais poderosas ou mais interativas do homem com o computador. As bibliotecas tradicionais ou digitais ainda não possuem instrumentos que informam o nível intelectual do conteúdo e a perfeita escolha de palavras-chave ou objeto-chave para o documento, porém, trabalha-se para que a biblioteca digital, num futuro próximo, possa incorporar a possibilidade de o usuário escolher o nível de conteúdo da informação, bem como o contexto no qual o mesmo pretende aplicá-la.

Portanto, pode-se dizer que uma Biblioteca Digital nada mais é do que uma coleção de objetos multimídia, somente de forma digital, não contendo livros, vídeos, fitas, etc. na forma convencional. “A aplicação desse novo conceito promove uma mudança de paradigma nas bibliotecas, o que garante a facilidade e rapidez de acesso global às informações, minimizando as necessidades de aquisição e o acúmulo de coleções [PISTORI, 2000].

Já [ROCHA, 2000] descreve Bibliotecas digitais como “organizações que fornecem recursos, que inclui pessoal especializado para selecionar, estruturar e, oferecer acesso intelectual para, interpretar, distribuir, preservar a integridade e assegurar a persistência dos dados ao longo do tempo, das coleções de trabalhos digitais para que sejam fácil e economicamente disponíveis para uso de uma comunidade definida ou um grupo de comunidades”.

“Idealmente, uma biblioteca digital deveria transmitir informações para qualquer um, em qualquer lugar, a qualquer tempo. Mas muitas redes de computadores de hoje não satisfazem o requisito de grande largura de banda das bibliotecas digitais” [POHLMANN, 1998].

“Em termos mais simples, bibliotecas digitais poderiam ser definidas como sistemas capazes de armazenar dados em vários sites e fornecendo ao usuário uma interface para a procura de informações sobre estes vários repertórios em um único passo” [WILLRICH, 1999].

Conforme [SUNSITE, 1995], os elementos que têm sido identificados como comuns a maioria das definições de bibliotecas digitais são:

- Biblioteca digital não é uma entidade única.
- Biblioteca digital requer tecnologia para ligar recursos distribuídos.
- As ligações entre as várias bibliotecas digitais e serviços de informação são transparentes ao usuário final.
- Acesso universal às bibliotecas digitais e serviços de informação é uma meta.
- Coleções das bibliotecas digitais não são limitadas a armazenamento de documentos textuais, gráficos e imagens; elas incluem outros tipos de meios de apresentação que não podem ser representadas ou distribuídos nos formatos impressos, como áudio e vídeo.

A maior vantagem que surge com as bibliotecas digitais para o usuário, sem dúvida, é a forma de acesso, que abre as "portas" da biblioteca para uma imensidão de novos usuários. O formato digital do documento também possibilita ao usuários novas formas de pesquisa que até então não poderiam ser exploradas por bibliotecas tradicionais.

Quando armazenamos objetos multimídia na forma digital, necessitamos, em contrapartida, que a estrutura digital (biblioteca digital) seja capaz de armazenar e recuperar corretamente todas estas informações. Esta estrutura consiste num sistema servidor multimídia com clientes e servidores conectados a uma rede de alta velocidade. Como exemplo, [WILLRICH, 1999] mostra o modelo de um sistema simplificado multimídia distribuído, em que vários clientes e servidores são inter-conectados por uma rede de alta velocidade. O cliente apresenta uma interface ao usuário. O usuário então envia pedidos para os servidores apropriados pelo cliente. Quando os servidores

recebem estes pedidos, eles recuperam o dado pedido do seu dispositivo de armazenamento e o enviam para os clientes para ser apresentado aos usuários.

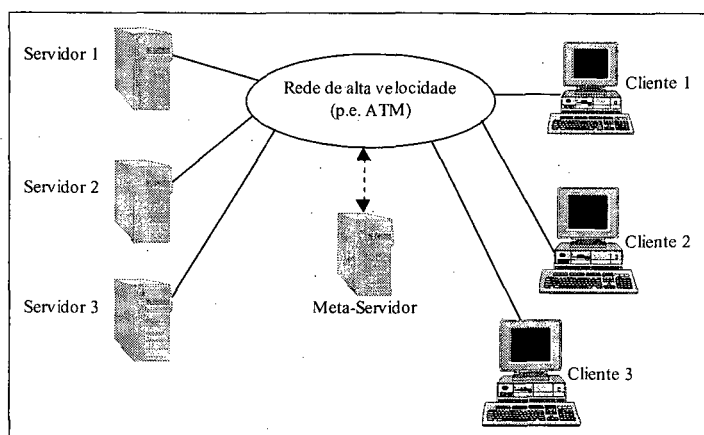


Figura 1: Arquitetura de Servidor de Vídeo [WILLRICH, 1999]

O meta-servidor fornece funções para os clientes. Por exemplo, um cliente pode perguntar ao meta-servidor os nomes e endereços dos servidores necessários para obter o fluxo de vídeo. O meta-servidor pode também fornecer informações para o cliente tal como nome de arquivos, tamanho de arquivos, taxa de quadros, esquema de compressão ou descrição do conteúdo do vídeo. Dependendo da informação recebida do meta-servidor, o cliente seleciona um servidor de vídeo apropriado.

2.2 Construção de uma biblioteca digital multimídia

Até recentemente, a principal fonte de pesquisas eram as bibliotecas convencionais, ou seja, lugares onde milhares de livros e periódicos estão catalogados e dispostos de forma que as pessoas possam “pegá-los” e posteriormente, ali mesmo ou em outro local, manuseá-los para retirar as informações necessárias ou realizar uma simples leitura.

Com o avanço tecnológico, mais precisamente com a entrada do computador na vida das pessoas, o conceito de bibliotecas está mudando. A partir do momento que se pode armazenar e recuperar praticamente todos os tipos de informações no computador, pode-se dizer que uma biblioteca é um local onde podemos ter acesso às informações, sendo este local uma sala com vários livros ou apenas um computador. Armazenar e/ou utilizar imagens, vídeos e áudio em um computador é cada vez mais fácil e comum para a maioria das pessoas do que ir a um determinado local, como uma biblioteca convencional. Num mundo globalizado onde as informações são o bem mais valioso, é de extrema necessidade que estas informações estejam disponíveis de forma prática, rápida e segura, e para o maior número de pessoas possível. Outro fator que faz crescer cada vez mais o uso das bibliotecas digitais é a Internet. Com ela as pessoas ou locais estão logo ali, e portanto as informações fluem com uma velocidade e versatilidade incrível. Navegadores poderosos, software's com grande poder de manipulação de vídeos, áudio e imagens, aproximam cada vez mais o homem da máquina.

Apesar de toda esta tecnologia, o homem ainda não consegue interagir com a máquina de forma mais natural, ou seja, precisamos ainda de métodos formais para armazenar e recuperar informações, dificultando a interação homem-máquina. Percebe-se então, a necessidade de aplicações mais poderosas ou mais interativas do homem com o computador. As bibliotecas tradicionais ou digitais ainda não possuem instrumentos que informem o nível intelectual do conteúdo e a perfeita escolha de palavras-chave ou objeto-chave para o documento. Neste sentido, trabalha-se para que a biblioteca digital, num futuro próximo, possa incorporar a possibilidade de o usuário escolher o nível de conteúdo da informação, bem como o contexto no qual o mesmo pretende aplicá-la.

2.2.1 Etapas para o desenvolvimento de bibliotecas digitais

As principais funções que concorrem para o desenvolvimento de um projeto de criação de uma biblioteca digital são [PISTORI, 2000]: criação e captura,

gerenciamento e armazenamento, busca e acesso, disponibilização e tratamento de direitos autorais.

2.2.1.1 Criação e captura

Envolve os processos de estudo e definição dos objetos a serem disponibilizados. Estes objetos podem ser produzidos originalmente sob forma digital (documentos produzidos por editores de texto, por exemplo), ou passarem por um processo de digitalização (por exemplo, um manuscrito). Assim, a criação envolve a disponibilização de um documento sob forma digital; e a captura, a transformação de um documento do formato não-digital para o digital.

2.2.1.2 Gerência e armazenamento

O armazenamento no formato digital envolve sempre grandes objetos em quantidade sempre crescente e que devem ser preservados indefinidamente. Essa função implica na definição de mecanismos de armazenamento que, por razões de desempenho, devem prever a distribuição dos objetos em múltiplos servidores e o mais próximo possível dos usuários. Além disto, é necessário definir procedimentos de backup automático e prover recursos de migração para novas tecnologias.

2.2.1.3 Busca e acesso

A indexação de objetos no formato digital normalmente é feita utilizando-se bases de dados separadas para os índices (catálogo) e para os objetos digitais. Estes índices, além de permitir a pesquisa por elementos tradicionais de identificação dos objetos digitais, tais como autores, títulos, assuntos, abstracts e palavras-chaves, devem permitir, também, pesquisa no conteúdo dos objetos digitais, como por exemplo, no texto completo (*full text*), no conteúdo das imagens (cor, forma, textura, etc). Deve-se definir se a biblioteca digital conterá somente links para o seu acervo, ou se conterão

também índices para dados virtuais em outras bibliotecas digitais. As ferramentas de consulta devem prever a utilização da lógica booleana, pesquisa em linguagem natural, parâmetros fonéticos e técnicas de inteligência artificial.

2.2.1.4 Disponibilização

Esta função trata do planejamento da infra-estrutura física de comunicação necessária para que as bibliotecas digitais possam prover acesso a todos os seus objetos digitalizados, por qualquer pessoa, a qualquer hora e de qualquer lugar.

2.2.1.5 Tratamento de direitos autorais

Estabelece mecanismos de proteção dos documentos contidos em bibliotecas digitais, prevendo critérios para acesso integral ou parcial a objetos digitalizados, mecanismos para liberação de cópias, remuneração dos autores, etc. Atualmente, este é um dos temas que envolvem grande discussão.

2.3 Arquitetura para bibliotecas digitais

As arquiteturas para Bibliotecas digitais podem ser centralizadas e distribuídas [PISTORI, 2000].

Arquitetura centralizada - Em uma biblioteca centralizada os objetos que compõem as coleções podem ser armazenados em servidores distintos, mas o gerenciamento e busca é feita de forma centralizada, possuindo quase as mesmas características da distribuída, porém não se preocupando com interoperabilidade entre bibliotecas digitais.

Arquitetura distribuída - A distribuição aqui se refere à existência de diversas bibliotecas digitais que poderiam ser acessadas via uma interface única do cliente. Nas

bibliotecas digitais distribuídas, o gerenciamento de seu acervo é centralizado, mas tanto a busca quanto o armazenamento são distribuídos. Nesses tipos de bibliotecas é necessária a utilização de padrões de interoperabilidade (protocolo), garantindo a comunicação entre as diversas bibliotecas digitais e participantes do sistema. O padrão mais adotado pelas bibliotecas digitais é o ISO Z39.50 (ISO, 1997), protocolo já bastante utilizado nas bibliotecas eletrônicas.

A seguir são apresentadas algumas das arquiteturas encontradas na literatura, que permitem a visualização da operacionalidade da biblioteca digital.

2.3.1 Arquitetura para informações em bibliotecas digitais de [ARMS, 1997]

A Fig. 2.2 apresenta os componentes-chave da arquitetura proposta por [ARMS, 1997]. Eles rodam em uma variedade de sistemas computacionais conectados por uma rede de computadores.

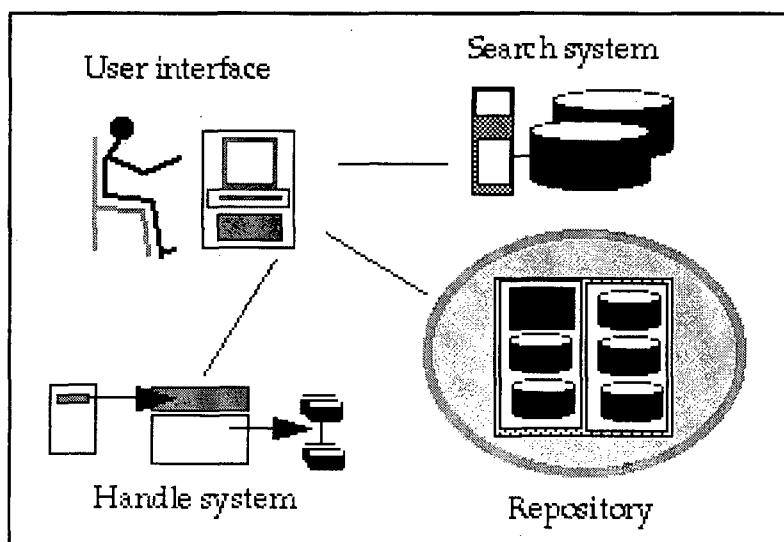


Figura 2: Principais componentes da arquitetura da biblioteca digital [ARMS, 1997]

Baseado nesta arquitetura, foi implementado um sistema piloto cujas componentes principais são:

Interfaces com o usuário: são duas interfaces: uma para o usuário da biblioteca e outra para os administradores da biblioteca que gerenciam a coleção. Elas são páginas *Web* interpretadas por qualquer navegador *Web*. Os navegadores conectam aos “serviços clientes”, que fornecem funções intermediárias entre o navegador e as outras partes do sistema. Os serviços-cliente permitem ao usuário decidir onde buscar e o que acessar; ele interpreta informações estruturadas como objetos digitais (componentes da coleção); ele negocia termos e condições, gerencia relacionamentos entre objetos digitais, lembra o estado da interação, e converte entre os protocolos usados pelas várias partes do sistema.

Repositório: armazena e gerencia objetos digitais e outras informações. Uma grande biblioteca digital pode ter vários repositórios de vários tipos, incluindo repositórios modernos, BD, servidores *Web*. A interface para este repositório é chamado protocolo de acesso ao repositório *Repertory Access Protocol* (RAP). Características do RAP são reconhecimento explícito de direitos e permissões que necessitam ser satisfeitos antes do cliente acessar o objeto digital, suportar uma grande faixa de disseminações de objetos digitais, e uma arquitetura aberta com interfaces bem definidas.

Sistema Handle: *Handles* são identificadores únicos de propósito geral que podem ser usados para identificar objetos digitais e gerenciar objetos armazenados em qualquer repositório ou BD. Um *handle* faz parte do metadado que descreve o objeto digital. O sistema *handle* é um sistema computacional que fornece um serviço de diretório distribuído para identificadores (*handles*) para recursos Internet. Quando usado com repositórios, o sistema *handle* recebe como entrada um identificador para um objeto digital e retorna o identificador do repositório onde o objeto está armazenado.

Sistema de procura: o projeto do sistema da biblioteca digital assume que haverá vários índices e catálogos que podem ser procurados para descobrir a informação antes de obtê-la de um repositório.

Para entender as funções destes componentes, será apresentado um exemplo de busca de uma informação:

O primeiro passo é procurar a informação, neste caso uma determinada fotografia digitalizada. Os serviços-cliente fornecem ao usuário um formulário para busca via navegador. O usuário preenche o formulário com uma consulta de busca (*search query*), perguntando pela fotografia. O formulário completado é enviado aos serviços-cliente. Estes transladam a questão nos formatos e protocolos requeridos pelo sistema de busca. O sistema de busca pode usar o Z39.50, por exemplo. Os serviços-cliente conduzem uma seção Z39.50 com o sistema de busca e obtêm a lista dos objetos digitais que satisfazem a pergunta. Cada objeto digital é identificado por seu *handle*.

O segundo estágio é a seleção, pelo usuário, de uma fotografia digitalizada para ver. Os serviços-cliente apresentam ao usuário, via navegador, a lista de objetos digitais encontrados através do sistema de busca (atualmente como uma página HTML com *links* selecionáveis por mouse). O usuário seleciona a fotografia desejada.

O terceiro estágio é a recuperação da fotografia digitalizada. Os serviços-cliente enviam o *handle* da fotografia escolhida para o sistema *handle*, que retorna ao endereço do repositório. Os serviços-cliente passam o *handle* para o repositório usando o protocolo RAP. Várias versões da fotografia podem estar armazenadas no repositório como um conjunto de objetos digitais, identificados pelo *handle*. Os serviços-cliente selecionam um, talvez um pequeno *preview (thumbnail)*, e pedem este ao repositório. Todas as transações RAP passam através de termos explícitos e passos de condições. Verificação em termos e condições associadas com esse objeto digital podem necessitar negociação entre o serviços-cliente e o repositório, ou interação direta com o usuário.

Finalmente, a fotografia digitalizada que foi escolhida é transmitida pelo repositório, via serviços-cliente, para o navegador do usuário e apresentado na sua tela.

2.3.2 Arquitetura apresentada por [PULLIAN, 1996]

[PULLIAN, 1996] apresenta uma estrutura de biblioteca digital composta de três componentes (Figura 3), todos inter-conectados através de um meio de transmissão:

Bibliotecas Fontes: providas de bancos de dados e serviços de arquivo para os outros dois componentes. Elas têm como usuários um conjunto restrito de pessoas autorizadas para adicionar ou modificar o repositório da biblioteca. O conteúdo de uma biblioteca fonte deveria incluir várias versões de formatos de cada documento origem para assegurar a perpetuação e integridade dos seus conteúdos.

Bibliotecas Campus: são componentes opcionais da biblioteca digital que poderia manter objetos das bibliotecas fontes para rápida distribuição e agir como pontos de acesso para as bibliotecas fontes para uma população de usuários. Sua existência tem três vantagens: aumento do desempenho para usuários distantes das bibliotecas fontes; fornecem um anonimato aos usuários que estão extraindo informações das bibliotecas fontes; serve como um ponto de acesso, se muitos usuários finais podem acessar bibliotecas fonte através de um canal melhor que vários canais com as bibliotecas fonte.

Estações de Trabalho dos usuários finais: são os vários pontos de acesso para a biblioteca digital através das bibliotecas campus ou diretamente para as bibliotecas fontes.

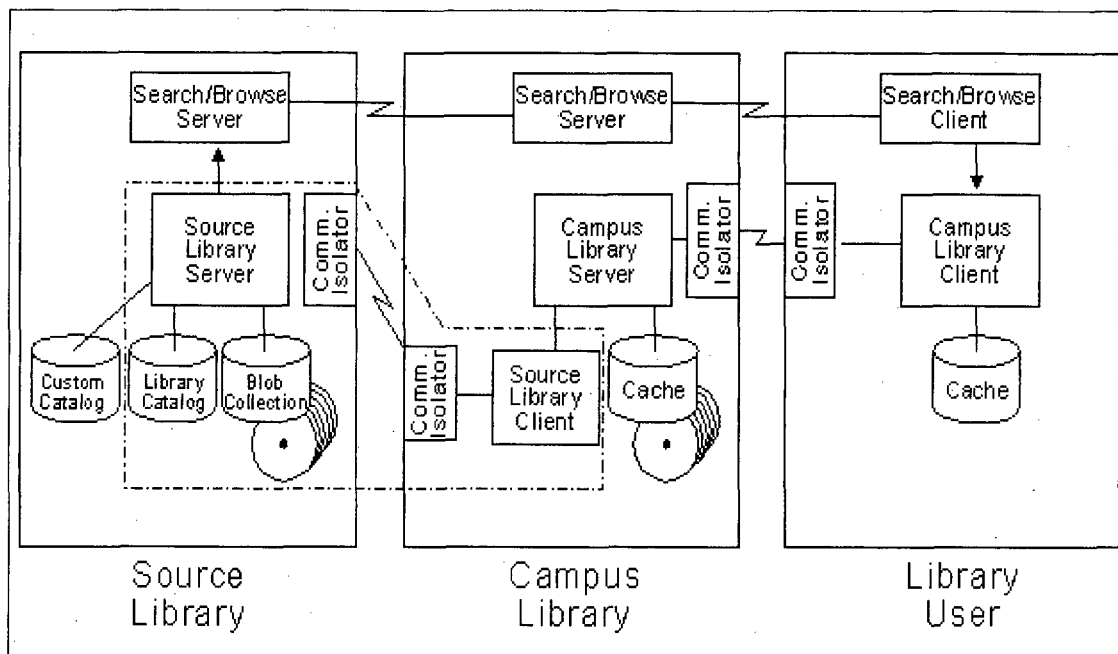


Figura 3: Estrutura básica de uma biblioteca digital proposta por [PULLIAN, 1996]

2.3.3 Arquitetura da biblioteca digital de Berkeley

[OGLE, 1996] apresenta a arquitetura da Biblioteca Digital de Berkeley (figura 4), onde todo o acesso é provido via protocolo HTTP. Note que esta biblioteca digital não permite a transferência tempo-real de áudio e vídeo. Como é mostrado nesta figura, o mecanismo CGI é usado para permitir a interação entre os clientes World Wide Web (WWW) e os sistemas. Entre estes sistemas está um servidor de BD relacional, que permite o acesso baseado em formas a quase todos os dados da biblioteca digital. Outros métodos além de formas são disponíveis para acessar o dado, tal como links e listas organizadas. Este e muitos outros são disponíveis via matriz de acesso, que fornece um ponto de acesso de alto nível para todos os dados da biblioteca.

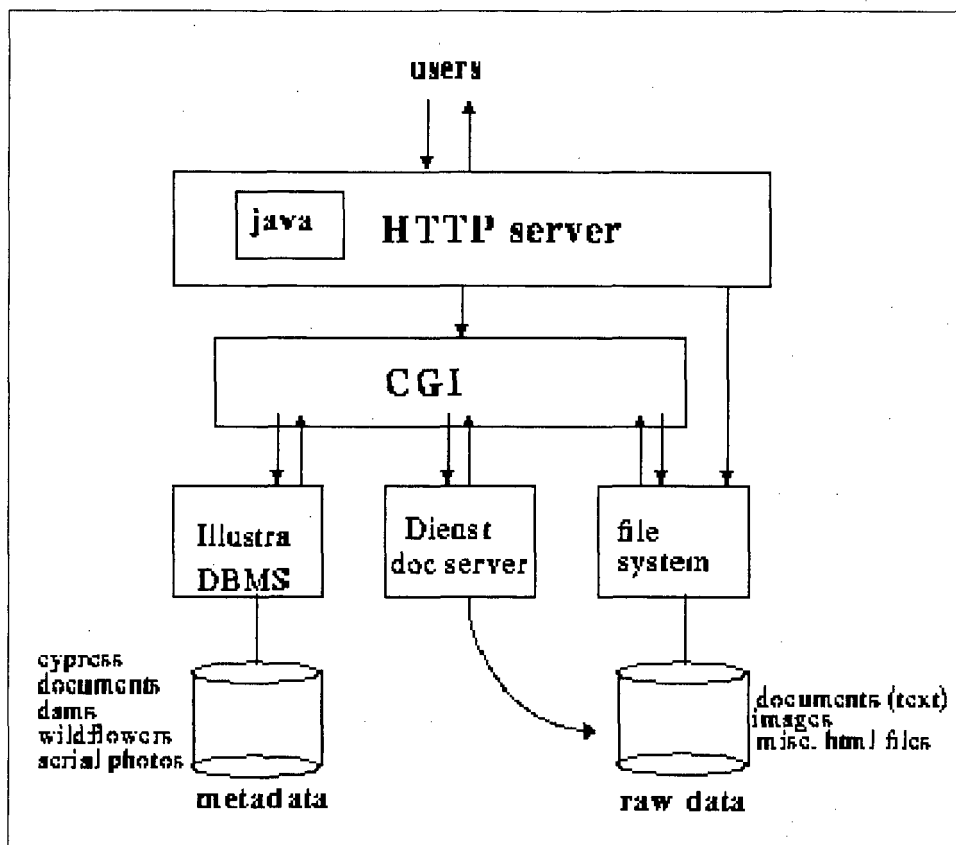


Figura 4: Arquitetura da Biblioteca Digital de Berkeley

Na biblioteca digital de Berkeley, os documentos são recebidos em papel. Destes são extraídos metadados (atributos do documento) bibliográficos tais como título, autor e data de publicação. O documento é escaneado para obter a imagem do papel. Um software OCR é usado nas imagens para obter um texto ASCII junto com informação de localização de palavra (arquivos XDOC). Os metadados são armazenados em um BD relacional e então as imagens da página, texto e XDOC arquivos no sistema de arquivo.

2.3.4 Biblioteca digital multimídia PSNC

[MAZUREK, 1998] apresenta a biblioteca digital do Pozna Supercomputing and Networking Centre (PSNC) - Polônia que está sendo implementada sob a rede nacional ATM da Polônia POL-34. A arquitetura deste sistema é apresentada na Figura 5. Esta biblioteca digital é baseada em poucos componentes. A comunicação inter-componentes

é baseada na rede, de modo que os componentes podem estar em diferentes computadores. Os principais componentes são:

- **Aplicação gerenciamento de metadados (Lógica DL):** implementada usando um servidor contendo procedimentos escritos em PL/SQL. Lógica DL significa regras impostas à biblioteca e estrutura do documento, privilégios do usuário e funcionalidades de busca. Estes procedimentos são a interface usada pelos outros componentes acessando metadados.

- **Servidores de conteúdo para armazenamento e transmissão de objetos digitais:** diferentes tipos de servidores, servindo a tipos específicos de objetos digitais, podem ser usados para armazenar objetos digitais. Este sistema usa os seguintes servidores: servidor de vídeo Oracle para armazenar objetos de vídeo; servidor RealAudio para armazenar objetos de áudio; servidor de aplicação *Web* Oracle para armazenar todos os outros arquivos. Este último servidor tem uma aplicação para apresentação e busca de documentos através de uma interface *Web*. Esta aplicação também é escrita na linguagem PL/SQL.

Servidor *Web* para apresentação do conteúdo da biblioteca.

- Aplicação gerenciamento para carga e gerenciamento de conteúdo: aplicação escrita em Java, permitindo a carga e gerenciamento de documentos na biblioteca. A aplicação usa regras de controle de acesso implementadas no BD, que permite acesso restrito a usuários particulares para documentos ou ramificação específicas da biblioteca. Isso permite um gerenciamento de conteúdo distribuído, onde cada usuário interessado na publicação pode ter suas próprias ramificações na biblioteca na qual os documentos são de sua responsabilidade. A aplicação usa o protocolo SQL*Net e driver JDBC para comunicação com o BD. Mas o conteúdo tem que ser armazenado em diferentes servidores dependendo de seu tipo. No caso do servidor RealAudio e o servidor Aplicação *Web*, o protocolo FTP é usado para transferir o conteúdo, mas o *Video Server* requer um agente para copiar arquivos de vídeo para o sistema de arquivo tempo-real.

- Banco de dados: o principal componente deste sistema é este BD Oracle, que armazena todos os metadados. Ele descreve o conteúdo da biblioteca e os privilégios do usuário. Metadados incluem autor, título, descrição ou palavras-chave.

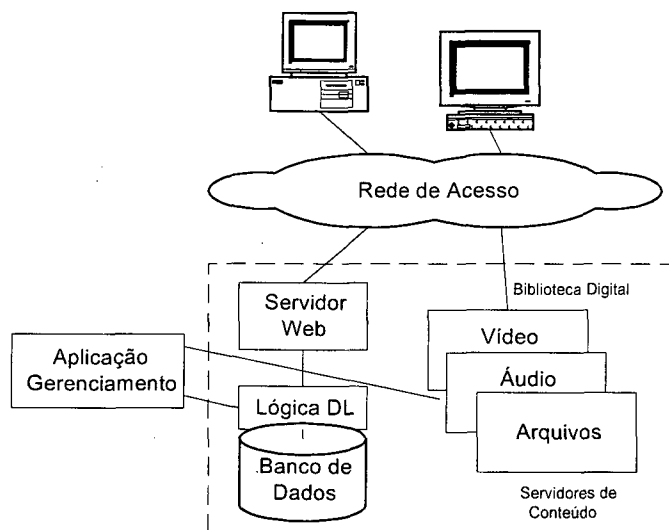


Figura 5: Biblioteca Digital no PSNC

A arquitetura apresentada acima foi apenas o ponto de partida da Biblioteca Digital PSNC. Várias limitações foram verificadas e novos requisitos apareceram. A principal limitação é que ela se trata de uma biblioteca digital centralizada. Especialmente em uma rede nacional, um aspecto importante é a possibilidade de criar várias bibliotecas digitais servindo a usuários locais, mas permitindo seu acesso global também. Isso requer um novo mecanismo para troca de informações entre bibliotecas, de modo que um usuário possa ver todas em um único ponto de entrada.

2.3.5 Arquitetura de um sistema CBVQ (*Content-Based Video Query*) [CHANG, 1997]

A Figura 6 mostra a arquitetura de um sistema para busca visual baseada em conteúdo proposta por [CHANG, 1997]. Nas arquiteturas anteriores, a busca de informações de áudio e vídeo era feita via anotações textuais. Estas são obtidas

manualmente, ou a partir de um sistema, por exemplo, através de um sistema de reconhecimento de voz ou de softwares. OCR. CHANG (1997) propõe uma arquitetura permitindo, além da busca baseada em anotação, a busca de informações de áudio e vídeo baseada no conteúdo destas informações, como características visuais das imagens. A análise das imagens e extração das características são uma tarefa importante, tanto nos processos on-line quanto off-line. Outros aspectos importantes do sistema incluem: a) o loop de interação (incluindo o usuário); b) o suporte a componentes do BD para obtenção e indexação; c) a integração com características multimídia; d) as interfaces com o usuário eficiente para especificação de questões e navegação de imagens.

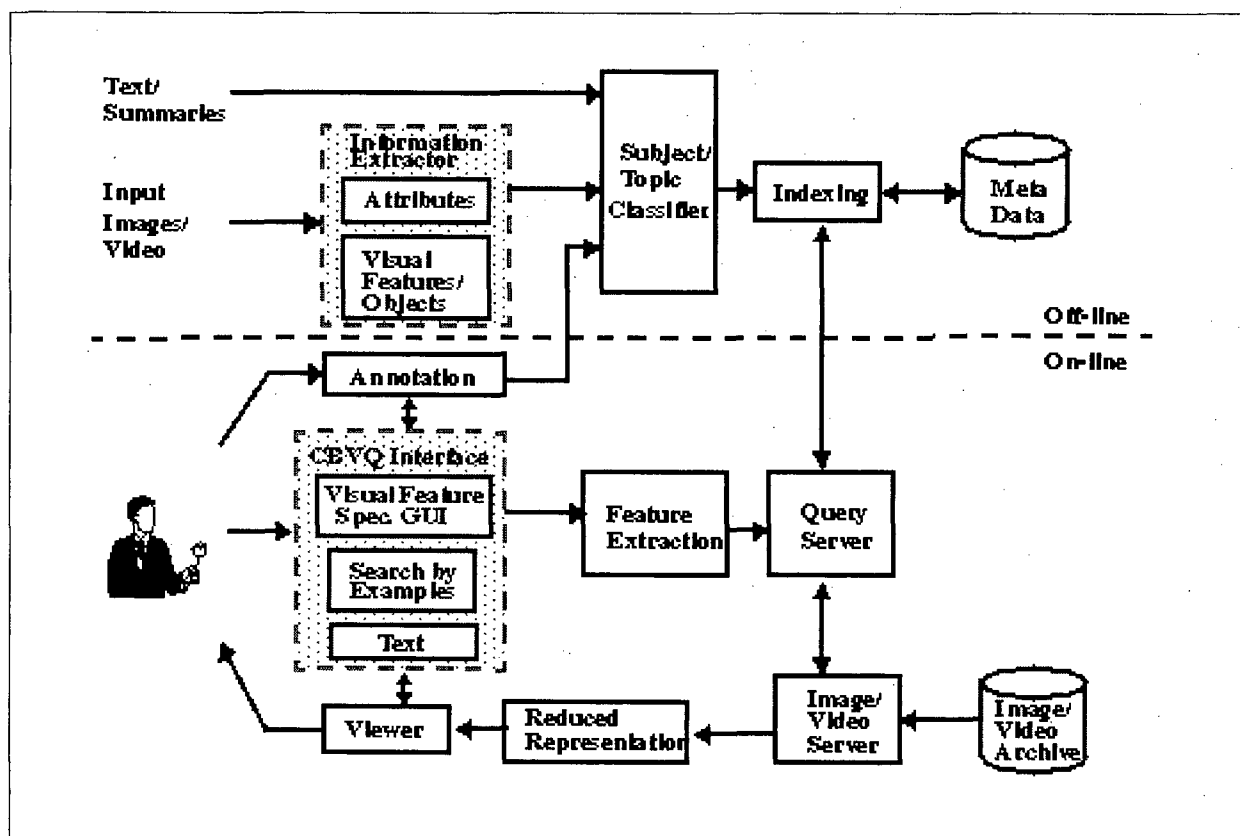


Figura 6: Arquitetura geral do sistema CBVQ [CHANG, 1997]

2.3.6 BDMm (Biblioteca Digital Multimídia) [PISTORI, 2000]

Conforme [PISTORI, 2000] descreve, existem diversas arquiteturas de bibliotecas digitais propostas na literatura. Mas infelizmente nenhuma delas disponibiliza, de maneira simples, as ferramentas necessárias à sua implementação. Além disso, poucas delas indicam explicitamente a capacidade de manipulação de diferentes tipos de mídia, como imagens, vídeos e áudios. Além disso, a maioria destas arquiteturas não são bibliotecas digitais distribuídas, baseadas em protocolos padrão de interoperabilidade entre bibliotecas. Segundo o autor, detectou-se também a ausência de mecanismos hábeis, fáceis e versáteis para a criação e gerenciamento de bibliotecas digitais. Sendo assim, tanto a implementação quanto a manutenção das bibliotecas digitais (inserção e retirada de elementos do acervo) requer a presença constante de especialistas na área de banco de dados com acesso via *Web*.

2.3.6.1 Arquitetura proposta por [PISTORI, 2000]

A arquitetura da BDMm proposta pelo autor, é composta de (Figura 7): a) Repositório de Metadados (RM); b) Servidor *Web*; c) Servidores de Mídias; d) Gerenciador da Biblioteca Digital Multimídia (GBDMm); e) Interface Comum de Acesso aos Metadados (ICAMD); e f) Interfaces com o Usuário, Autor e Administrador.

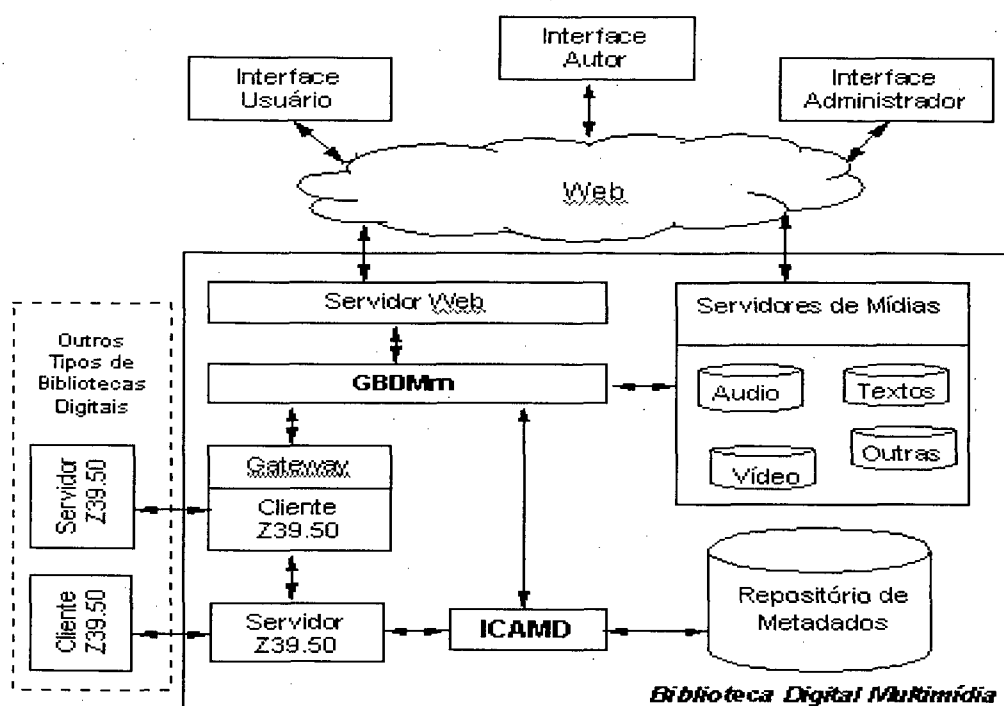


Figura 7: Arquitetura da BDMm proposta por [PISTORI, 2000]

Nas seções que se seguem, será apresentado cada um dos elementos da BDMm, apontando-se suas funcionalidades na arquitetura e indicando-se algumas ferramentas que podem ser utilizadas para a implementação da mesma.

2.3.6.1.1 Interface-Usuário

A Interface-Usuário é um conjunto de páginas *Web* que permitem aos diversos usuários da biblioteca realizarem buscas na BDMm e visualizarem os objetos digitais. Basicamente essas interfaces estão divididas em três partes: a) formulário de busca; b) visualização dos resultados; e c) recuperação da mídia.

Formulário de busca: através do qual o usuário poderá especificar os atributos do objeto digital que ele deseja buscar na BDMm. O usuário poderá, entre outros, optar pela realização da busca pelo título, autor, palavras-chave, tipo de mídia (texto, áudio, vídeo ou imagem). O usuário pode optar por um ou vários atributos. Diversas lógicas são definidas para refinar a busca. Por exemplo: o usuário pode optar por um nome

exato do autor, ou nome ou sobrenome, pelo título exato ou contendo as palavras indicadas. Além disso, esta interface permite ao usuário selecionar o número de resultados por página *Web*. Este formulário é gerado dinamicamente pelo GBDMm de acordo com as especificações definidas pelo administrador da BDMm e a partir das descrições dos atributos definidos no Repositório de Metadados. Por exemplo: se um novo tipo de mídia for definido, este novo tipo será inserido automaticamente na interface de busca.

Visualização dos resultados: onde é apresentada ao usuário uma listagem dos objetos digitais com as características definidas no formulário de busca. Essa interface também é gerada dinamicamente pelo GBDMm. Cada item desta lista contém informações básicas sobre o objeto digital, como nome, autor e descrição, além de um link para a recuperação do objeto digital. Essas informações correspondem a metadados registrados no Repositório de Metadados. Uma característica interessante é a escolha de quais metadados serão apresentados, tarefa que fica a cargo do administrador do sistema.

Recuperação da mídia: é a interface na qual o objeto digital será apresentado. Essa apresentação pode ser dada de várias maneiras, dependendo do tipo da mídia, mas a recuperação das mídias leva em conta preferencialmente a facilidade com que o usuário irá visualizar a mídia. Quando possível, é importante que o usuário utilize o próprio navegador *Web* para visualizar as mídias, acionando o plug-in necessário para o mesmo. Essa interface também é gerada dinamicamente pelo GBDMm levando em consideração as especificações de cada servidor de mídia.

A implementação da Interface-Usuário pode ser feita utilizando a linguagem Hypertext Markup Language (HTML) que dispõe de funcionalidades para definição de campos de textos, botões. Para implementar a geração dinâmica de páginas (no caso das interfaces de visualização dos resultados e a recuperação da mídia), poderão ser utilizadas linguagens de geração de HTML. Para tanto, podem-se utilizar linguagens como Hypertext Processor (PHP), Active Server Page (ASP), ou programas escritos em

C, Perl, utilizando a CGI do servidor *Web*, ou ainda utilizar outros mecanismos como os Applets Java.

2.3.6.1.2 Interface-Autor

A Interface-Autor é utilizada pelos contribuintes da biblioteca, aqui denominados autores, que são os cadastradores responsáveis pela inserção dos objetos digitais na BDMm. Ela só poderá ser utilizada por usuários previamente cadastrados e autorizados pelo administrador da BDMm. Por isso, terão que ser utilizados mecanismos de controle de acesso, por exemplo, senhas. Esta interface permite que o autor preencha um formulário com as informações que serão utilizadas no metadado do objeto digital. As informações a serem preenchidas irão depender do tipo da mídia, já que cada mídia possui características próprias de descrição. As informações comuns são: o título do objeto digital, nome do autor, nome do contribuinte, data da criação e o tipo de mídia, os metadados serão descritos mais adiante. Além de preencher o formulário, o autor deverá indicar o arquivo contendo o objeto digital para efetuar o upload automático.

No momento da submissão do formulário, esta interface irá acionar as ferramentas contidas no GBDMm a fim de que os dados sejam cadastrados no Repositório de Metadados e o objeto digital seja armazenado no Servidor de Mídia especificado. A Interface-Autor, da mesma forma que a Interface-Usuário, é gerada dinamicamente pelo GBDMm de acordo com as especificações definidas pelo administrador da BDMm e descrições dos atributos definidos no Repositório de Metadados. Ela poderá ser escrita em HTML e gerada dinamicamente utilizando os mesmos mecanismos usados na Interface-Usuário.

2.3.6.1.3 Interface-Administrador

A Interface-Administrador são páginas *Web* que disponibilizam aos administradores da BDMm um conjunto de ferramentas de administração. Esta interface também é gerada dinamicamente pelo GBDMm.

As ferramentas disponibilizadas pela Interface-Administrador permitirão que os administradores possam gerenciar o acesso ao sistema, eliminar ou alterar algum objeto digital na BDMm, inserir novos tipos de mídias, cadastrar novos servidores de mídias e autores e outras funções que por ventura vierem a ser identificadas como importantes para a administração do sistema.

Esta Interface pode ser escrita com geração dinâmica de HTML, ou utilizando outros mecanismos de acesso a Banco de Dados via *Web*.

2.3.6.1.4 Servidor *Web*

Na arquitetura proposta, o servidor *Web* tem como função prover o acesso a BDMm via Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Para a implementação da BDMm pode-se utilizar qualquer servidor *Web*, desde que este consiga prover um intercâmbio entre o GBDMm e as Interfaces.

2.3.6.1.5 Gerenciador da Biblioteca Digital Multimídia (GBDMm)

O GBDMm é o conjunto de programas responsáveis pelo funcionamento da BDMm. As principais funções são:

Geração de páginas HTML: todas as interfaces (usuário, autor, administrador) são baseadas na *Web*. O GBDMm terá que ser capaz de gerar automaticamente os códigos HTML, de acordo com as solicitações do usuário.

Acessar o Repositório de Metadados através da ICAMD: o GBDMm conterà rotinas específicas para realizar chamadas a funções contidas no ICAMD, por exemplo a busca de objetos digitais.

Fornecer ferramentas para a administração da BDMm: que irão viabilizar a administração da BDMm.

Fazer a interação com o Cliente Z39.50: o GBDMm terá que ser capaz de interagir com o cliente Z39.50 trocando pedidos e respostas, a fim de promover o acesso da Interface-Usuário a outros tipos de bibliotecas digitais. Essa interação é realizada através do gateway (visto mais adiante).

As ferramentas que compõem o GBDMm podem ser escritas em várias linguagens de programação e poderá também fazer uso de ferramentas já existentes, objetivando implementar algumas das funções necessárias para o funcionamento da BDMm. Como pode ser notado, o GBDMm é o núcleo do sistema.

2.3.6.1.6 Gateway

Como o protocolo de interoperabilidade Z39.50 foi proposto inicialmente, levando em consideração a arquitetura de rede OSI, sua implementação é feita na camada de apresentação, camada não utilizada pela arquitetura de rede Internet (TCP/IP).

Para a utilização do Cliente Z39.50 na arquitetura TCP/IP, faz-se necessário a utilização de um gateway entre as interfaces *Web*, que utilizam a configuração HTTP/TCP/IP e o Cliente Z39.50 que utiliza Z39.50/TCP/IP [IGZ39.50, 2000]. A função principal do gateway é a tradução do HTTP para o Z39.50. Por exemplo: a Interface-Usuário solicita uma determinada consulta preenchendo os campos do formulário HTML; as informações contidas neste formulário são transferidas para a

BDMm através do http; o gateway irá traduzir os dados recebidos do formulário para algum formato conhecido pelo Z39.50 e vice-versa.

Já existem estudos para que o Cliente Z39.50 seja implementado nos navegadores *Web* [IGZ39.50, 2000], mascarando o Z39.50 dentro do HTTP e eliminando a necessidade do gateway.

2.3.6.1.7 Cliente Z39.50

O Cliente Z39.50 tem a função de estabelecer uma conexão com servidores Z39.50 de outras bibliotecas digitais, utilizando as especificações A-association do Z39.50 [Z39.50, 2000]. O cliente Z39.50 solicita uma conexão com o servidor Z39.50 que responde à solicitação do cliente, enviando uma resposta afirmativa ou negativa. Se a resposta for positiva, é fornecida ao cliente a informação de quais metadados são usados pela biblioteca digital do servidor Z39.50 e a conexão é estabelecida. A partir deste ponto inicia-se a troca de informações; o cliente solicita a busca de determinadas palavras no conteúdo dos metadados e o servidor responde seu pedido. Este processo permanece até que uma das partes solicite o término da conexão.

Atualmente, existem algumas implementações gratuitas de clientes Z39.50 disponíveis e que poderiam ser utilizadas na implementação desta arquitetura, como ZETA perl, Zed Kit for Unix e Zprise.

2.3.6.1.8 Servidor Z39.50

O Servidor Z39.50 é outra ferramenta necessária para a utilização do protocolo de interoperabilidade Z39.50. Ele atende os pedidos dos Clientes Z39.50, sempre utilizando o protocolo de interoperabilidade Z39.50. Na arquitetura proposta, o Servidor Z39.50 realiza acessos ao Repositório de Metadados através da ICAMD. Alguns

servidores Z39.50 estão disponíveis na *Web*, um exemplo é o servidor ASFserv, e podem ser utilizados na implementação da arquitetura proposta neste artigo.

2.3.6.1.9 Interface Comum de Acesso aos Metadados (ICAMD)

A Interface Comum de Acesso aos Metadados (ICAMD) fornece funções que possibilitam o acesso do Servidor Z39.50 ao Repositório de Metadados. Este componente permite também a busca local na BDMm sem a necessidade de utilização do Cliente Z39.50. Este último minimiza o tempo de resposta quando o acesso à BDMm for realizado apenas localmente.

O ICAMD é conjunto de programas escritos em qualquer linguagem de programação que seja compatível tanto para Servidor Z39.50 quanto para GBDMm, viabilizando o acesso ao Repositório de Metadados. Estes programas especificamente fazem a busca, inserção, alteração e retirada de metadados no Repositório de Metadados.

2.3.6.1.10 Repositório de Metadados (RM)

Metadado é um conjunto de informações utilizadas para descrever um objeto, ou seja, são os atributos dos objetos digitais. O conjunto de metadados utilizados para descrever um objeto digital depende do tipo de mídia. Alguns metadados são comuns para todos os tipos de mídia, como o título, autor, data de criação, tipo de mídia, descrição, palavras-chaves, contribuinte e a identificação do servidor de mídia contendo o objeto digital. Estas informações são utilizadas no momento da busca do objeto digital e também no momento da geração da lista de resultados da busca. O RM mantém os metadados dos objetos digitais e fornece um conjunto de funções de manipulação destes metadados, tais como: mecanismos de busca, inserção, atualização e eliminação.

A implementação do RM pode ser feita por vários arquivos de texto contendo os metadados ou utilizando um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). A

utilização de um SGBD para armazenamento de metadados é a mais indicada, porquanto já implementa os mecanismos necessários para a manipulação dos metadados e ainda fornece outras funções que poderiam ser utilizadas por outros requisitos da BDMm (por exemplo, manter as informações sobre os servidores de mídia e dados de controle de usuários), além da própria segurança dos dados fornecidos pelo controle de integridade e facilidades para backup's.

2.3.6.1.11 Servidores de Mídia

Os Servidores de Mídia são responsáveis pela distribuição e armazenamento dos objetos digitais. Podem ser utilizados vários tipos de servidores, dentre eles os servidores de áudio e vídeo em tempo real e servidores de mídias estáticas (imagens, textos, etc.).

Para a BDMm, os servidores de mídias podem estar em diversos sites da rede. Através da Interface-Administrador, o administrador da BDMm poderá cadastrar os servidores existentes. Existe um campo no metadado da mídia especificando em qual servidor ou servidores de mídias está localizado o objeto digital.

É importante destacar que a arquitetura da BDMm fornece uma independência dos servidores de mídia adotados. A configuração irá depender da disponibilidade de recursos e do uso da BDMm. Pode-se utilizar o RealServer como servidor de vídeo e áudio, e/ou outras soluções como os servidores StreamWorks e o ClipStream, por exemplo. Para mídias estáticas ou transferências assíncronas (telecarga), pode-se utilizar um servidor *Web* qualquer.

A arquitetura proposta não objetivou propor mecanismos de armazenamento dos objetos-multimídia; apenas propõe uma catalogação dos servidores de mídias, a fim de promover uma independência entre servidores.

2.4 Conclusão

Com o avanço tecnológico e a valorização da informação, os produtos de hardware e software tendem a aproximar cada vez mais o homem da máquina de uma forma cada vez mais amigável. Neste contexto, as Bibliotecas Digitais Multimídia surgem como um novo conceito de armazenamento e recuperação de informações, deixando de lado, até certo ponto, as bibliotecas convencionais.

Mesmo com todas estas inovações, o padrão dos sistemas de busca, ainda hoje, requerem padronização nos dados de entrada para que as informações desejadas sejam encontradas com mais precisão e/ou rapidez. A fim de possibilitar a realização de buscas de forma mais informal e eficaz, seria interessante definir mecanismos de interface de busca mais amigáveis. Para tanto, uma alternativa que vem sendo abordada por diversos pesquisadores, é o uso da Linguagem Natural nos sistemas como meio de comunicação entre o homem e o computador.

Neste sentido, este capítulo abordou algumas definições de Bibliotecas Digitais Multimídia e algumas arquiteturas propostas na literatura. Porém, procurou-se detalhar melhor a arquitetura da BDMm, na qual a proposta deste trabalho está centrada (descrita no capítulo 4).

O próximo capítulo, aborda a Linguagem Natural, com suas definições e características. Comenta, também, a estrutura da linguagem escrita e suas interpretações. Trata também, gramáticas gerativas de linguagens e sobre alguns sistemas na área de IA, que envolvem a Linguagem Natural como principal componente na definição destes sistemas.

CAPÍTULO 3 - LINGUAGEM NATURAL

Durante milhões de anos o cérebro humano foi desenvolvido e evoluiu para a capacidade de comunicação social através da linguagem. Atualmente os computadores e equipamentos eletrônicos nos obrigam a aprender formas não intuitivas de comunicação através de comandos precisos, linguagens de programação, menus, links e botões. As interfaces entre as máquinas e seres humanos estão ficando mais sofisticadas e caminhando aos poucos em direção às formas mais humanas de comunicação. Muitas vezes ainda precisamos emitir comandos do tipo "copy c:\file.doc a:\" para copiar um arquivo para o disquete, ou podemos fazer isso de forma gráfica, mas estamos (ou melhor, estávamos) longe de poder dizer "Computador, copie para o disquete o texto que acabei de salvar".

O Processamento de Linguagem Natural (NLP, sigla em inglês) é o conjunto de métodos formais para analisar textos e gerar frases escritas em um idioma humano. Normalmente, computadores estão aptos a compreender instruções escritas em linguagens de computação como o Java, C, PERL, Basic, etc., mas possuem muita dificuldade em entender comandos escritos em uma linguagem humana. Isso se deve ao fato das linguagens de computação serem extremamente precisas, contendo regras fixas e estruturas lógicas bem definidas que permitem o computador saber exatamente como deve proceder a cada comando. Já em um idioma humano, uma simples frase normalmente contém ambigüidades, nuances e interpretações que dependem do contexto, do conhecimento do mundo, de regras gramaticais, culturais e de conceitos abstratos.

Este capítulo descreve o que são Linguagem e Linguagem Natural, listando quais são os componentes envolvidos. Além disso, são apresentadas as formas de

interpretação da linguagem, as gramáticas gerativas e alguns trabalhos relacionados. O objetivo principal deste capítulo é encaminhar uma forma de pensamento que envolve o homem e o computador, para que no próximo capítulo seja possível a definição da proposta deste trabalho.

3.1 O que é linguagem?

Língua, no contexto da gramática, pode ser definida como um conjunto de sentenças, sendo cada uma delas formada por uma cadeia de elementos (palavras ou morfemas). A estrutura das sentenças não se resume à colocação desses elementos em seqüência uns após aos outros, mas compreende também unidades intermediárias hierarquicamente dispostas.

“Linguagem é a utilização oral ou escrita da língua. Em tal sentido é que empregamos a palavra nas expressões Linguagem Oral e Linguagem Escrita. Num sentido mais genérico, linguagem seria qualquer sistema de sinais de que se valem os indivíduos para comunicar-se.” [ANDRE, 1979]

Mesmo com tanta diversidade de falas dentro de uma comunidade, é imprescindível manter-se a unidade da língua, pois graças a ela é que nós nos entendemos.

“O conhecimento de uma língua é como uma espécie de mecanismo que permite a formação e a interpretação de sentenças, e a lingüística é como uma tentativa de deslindar as peças e o funcionamento desse mecanismo.” [CANTARELLI, 1998]

Entre os variados níveis de fala, existe uma linguagem padrão, utilizada pelas pessoas que necessitam expressar-se com mais clareza e precisão. A linguagem escrita têm por objetivo representar a fala, e apesar de suas limitações esta linguagem é de valor incalculável para a humanidade. Basta dizer que toda a cultura do homem tem sido preservada e perpetuada, através dos séculos, pela linguagem escrita.

3.2 Simulação de linguagem natural

O objetivo do Processamento da Linguagem Natural (NLP) é fornecer aos computadores a capacidade de entender e compor textos. E "entender" um texto significa reconhecer o contexto, fazer análise sintática, semântica, léxica e morfológica, criar resumos, extrair informação, interpretar os sentidos e até aprender conceitos com os textos processados. Pertencente à área da Inteligência Artificial(IA), o Processamento da Linguagem Natural tem por objetivo dotar as interfaces de computadores da capacidade de comunicar-se com seu usuário na língua deste. E para que este processamento se realize, duas etapas são necessárias, a primeira é a compreensão e a segunda é a produção. A compreensão, envolve reconhecimento com exatidão da linguagem, exigindo etapas de análise; e a produção é a construção das gramáticas em si.

Um usuário normal, num guichê da secretaria, reportar-se-ia ao atendente da seguinte forma:

“Meu nome é João da Silva e eu gostaria de saber as médias das minhas disciplinas no semestre”.

Então o atendente, revirando seus arquivos, procuraria as respostas para a pergunta do João da Silva.

Enquanto em um ambiente informatizado, o computador usando uma linguagem de quarta geração, faria a seguinte consulta:

```
“Select nomealuno, nomedisciplina, media, semestre from aluno, disciplina, nota
where aluno.codigo=nota.codaluno and disciplina.codigo=nota.coddisciplina and
nomealuno like ‘João da Silva%’”.
```

Não se sabe se um dia os computadores poderão igualar (ou superar) a capacidade humana de entender ou compor textos. Atualmente estas capacidades são

bastante limitadas, mas muitos resultados práticos já são possíveis e utilizados por diversos tipos de programas.

Para a construção de programas com a capacidade de se comunicar através da linguagem, é preciso que se apresente recursos de comunicação escrita. Sistemas mais complexos necessitam meios de captação de sons, separação de ruídos, separação de ambigüidades do sinal de áudio (como por exemplo a não separação de vocábulos).

"O entendimento da linguagem natural é difícil, pois requer conhecimentos de lingüística e do domínio do discurso. Estes conhecimentos, em boa dose, o ser humano os adquire naturalmente, desde tenra idade. À medida que a pessoa se desenvolve intelectualmente, acumula mais e mais conhecimentos e experiências que vão enriquecendo a possibilidade de comunicação" [RABUSKE, 1995, p. 117]. O mesmo autor observa algumas dificuldades iniciais na implementação de sistemas inteligentes de língua natural. Na fala cotidiana, comunica-se com uma variedade de termos regionais, sotaques, expressões típicas e uma grande tolerância para a quantidade de erros cometidos. Rabuske observa que ao passo que tais deslizes são facilmente perdoados (e até ignorados, poderia se acrescentar) se exige perfeição na "fala" de robôs. Ele sugere que a máquina se compara a uma pessoa de função pública. Isto é, espera-se desses dois modelos que não sejam meios de difusão de erros.

É preciso salientar, porém, que programas de conversação são normalmente produzidos para grandes mercados, isto é, não visam este ou aquele estilo específico. Inclusive, aponta-se que é mais fácil implementar frases sintaticamente corretas do que reproduzir as características particulares de alguém. Para tanto, pode-se basear o programa em gramáticas existentes, que permitam o estabelecimento de um padrão comum de comunicação.

Alguns princípios, que são seguidos intuitivamente em comunicação entre as pessoas também devem ser observados na implementação:

- a. **Princípio do mínimo esforço** – utilizar apenas os recursos necessários e relevantes para uma comunicação completa e adequada. Deve-se valorizar a simplicidade, a ausência de exageros;
- b. **Princípio da qualidade** – a comunicação deve se basear na segurança e confiabilidade do que é transmitido.

E para discutir aspectos relativos ao processamento da linguagem natural e sua utilização como interface de busca, formulam-se as seguintes questões:

- Como identificar cada palavra de uma sentença, solicitada pelo usuário, e consequentemente verificar sua existência ou função dentro do contexto da busca?

- Como validar uma sentença sintaticamente?

- Como traduzir uma sentença em linguagem natural para linguagem de máquina?

- Como tratar a ambigüidade das palavras ou frases? Ex: “Casa na fazenda” que dizer uma casa para morar na fazenda ou uma casa de um botão numa roupa?

A partir destas questões, conclui-se que para processar uma determinada busca que utiliza textos não estruturados em linguagem natural como forma de entrada de dados ou até mesmo o reconhecimento de voz, requer do sistema de computação, capacidade de interpretação léxica, sintática, semântica e pragmática no contexto.

Grande parte das pessoas, em especial os usuários ocasionais, poderia fazer bom uso dos recursos disponíveis de software, solucionando muitos dos seus problemas, não o fazem por “medo” do computador, da complexidade e da diversidade das interfaces utilizadas. Os que se aventuram na tentativa de descobrir todos os segredos do sistema só o conseguem adaptando-se a interface oferecida pelo sistema. O grande desafio, então, é disponibilizar recursos que possibilitem o processamento desta linguagem da computação. Encontrar um método ideal para processar a linguagem natural á assunto que vem preocupando profissionais em várias áreas do conhecimento, seja na Ciência

da Computação, informática, tradução automática, robótica, engenharia do conhecimento e também em áreas de pesquisa específicas.

3.3 Interpretação da linguagem

Com a evolução da linguagem, juntamente com a evolução das experiências que queremos comunicar, nenhum programa de linguagem natural pode ser completo, porque novas palavras, expressões e significados podem ser gerados com bastante liberdade.

“Um dos grandes debates filosóficos deste século priorizou a questão do que significa uma frase. A compreensão da linguagem envolve seu mapeamento para alguma representação que seja apropriada a uma determinada situação. Fica então difícil responder o que significa uma frase, e o que é compreensão da linguagem. Usamos a linguagem em uma variedade de situações tão ampla que nenhuma única definição de compreensão é capaz de responder por todas elas.” [RICH, 1993]

A ambigüidade é um complicador no processo de entendimento da linguagem. Se faz necessário então, encontrar não apenas uma interpretação, mas todas possíveis, ao contrário não se pode definir o significado da seguinte frase: “a cortina de seda antiga”. As interpretações poderiam ser:

- A cortina de seda em si que é antiga (evidente neste caso, que a seda também é antiga).
- A seda é que é antiga (podendo a cortina em si ter sido fabricada recentemente, não necessariamente).

Segundo [PER, 76], as estruturas de sentença gerando ambigüidade seriam:

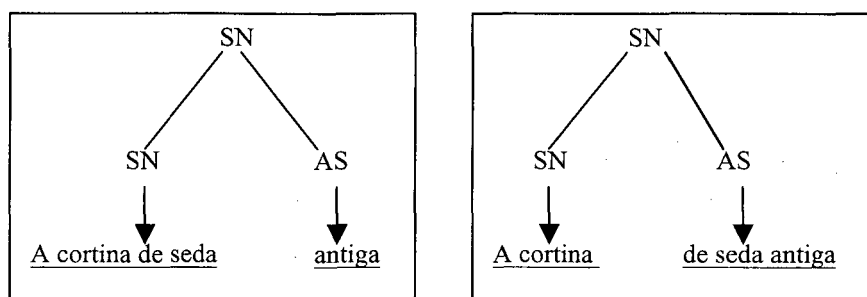


Figura 8: Sentença ambígua

Onde:

SN → sintagma nominal

SA → sintagma adverbial

SP → sintagma preposicional

3.4 Gramáticas e analisadores

As gramáticas são objetos de diferentes classificações em função de sua complexidade. Caso a linguagem seja composta por um conjunto finito de sentenças, a gramática pode ser uma simples listagem de todas as sentenças válidas. Por outro lado, para as linguagens infinitas, é necessário um formalismo mais complexo. No primeiro caso, o das linguagens finitas, o analisador pode ser implementado como um simples algoritmo de pesquisa sobre o conjunto das sentenças válidas. No segundo caso, o das linguagens infinitas, que correspondem a maioria das linguagens utilizadas, o analisador é um algoritmo que caminha sobre a representação gramatical da linguagem determinando se a sentença pertence, ou não, à linguagem.

A gramática de uma língua é uma descrição finita, capaz de gerar todas as sentenças da língua. Uma linguagem formal construída com base em um alfabeto, também chamado de vocabulário terminal, é um subconjunto de todas as cadeias formadas pelos elementos deste alfabeto. A operação de base é chamada reescrita, que permite substituir um axioma S por cadeias compostas de elementos terminais e/ou auxiliares, sendo estes últimos representados por letras maiúsculas.

O processo de compreensão de uma frase poderá ser um grande processo de busca, muitas vezes exaustivo. Há necessidade de decidir se todos os caminhos serão explorados ou se apenas um, e com este produzir o resultado. Em todos os processos de busca emerge o problema de decisão, qual caminho ou quantos caminhos devem ser seguidos e como trabalhar.

Para a compreensão e processamento da linguagem natural, é necessário entender os componentes do processo, se dividem em:

- **Analisador Léxico-Morfológico:** Realiza um tratamento a nível das palavras, permitindo reconhecer as palavras sob as diferentes formas que sua sentença lhes confere. Ele identifica, numa sentença as palavras ou expressões elementares da língua, e obtém, para cada uma delas, as diferentes categorias em que podem estar atuando com outras informações disponíveis através do léxico.
- **Análise Sintática:** O analisador sintático funciona com um *parser*. Utilizando gramática da linguagem a ser analisada, e uma seqüência de informações provenientes da análise léxico-morfológica, a respeito das palavras, busca construir árvores de derivação para cada sentença (onde são explicadas as relações entre as palavras que compõem a sentença), determinando a gramaticalidade ou não das sentenças. Seqüências lineares de palavras são transformadas em estruturas que mostram como as palavras são relacionadas entre si. Algumas seqüências podem ser rejeitadas se violarem as regras da linguagem. Ex: “Maria a vai cinema ao”.
- **Análise Semântica:** As estruturas criadas pelo analisador sintático recebem significados. É feito um mapeamento entre as estruturas sintáticas. As seqüências lingüísticas, cujo sentido o analisador semântico deve calcular, compõem-se de um certo número de palavras,

identificadas pela análise morfológica, e reagrupadas em estruturas de análise sintática.

- **Análise Pragmática:** A estrutura que representa o que foi dito é reinterpretada para determinar o que realmente quis dizer. A análise semântica se restringe, normalmente, a lidar com os significados das sentenças tais quais são determinados pelos significados de suas partes, integrando o ponto de vista léxico e o gramatical. Mas normalmente a compreensão não ocorre assim, por partes. À medida que avançamos, vamos construindo uma interpretação do todo. Isso exige a resolução das ligações anáforas e de outros fenômenos de referência.

“Todos os componentes vistos são importantes em um sistema que processe a linguagem natural, mas nem todos os programas são escritos exatamente com esses componentes, às vezes, dois ou mais são omitidos. Esta omissão resulta em um sistema mais fácil de ser criado, porém mais difícil de ampliar no caso de uma abrangência mais extensa.” [RICH, 1993].

Alguns conceitos básicos são necessários a uma introdução nesta área, são eles:

Gramática gerativa: Número limitado de regras a partir do qual se pode gerar um número infinito de frases que formam uma língua, dando-lhe um caráter aberto, dinâmico e criativo.

Frase: É uma unidade de linguagem que comunica um pensamento ou a intenção de uma pessoa.

Sintaxe: É o estudo das regras que determinam quais cadeias de palavras de um vocabulário podem formar frases.

“Nem toda cadeia de palavras sintaticamente correta é uma frase”. [LOB, 1986]

Para ilustrar o conceito de gramática gerativa, vamos supor um vocabulário limitado a um par de letras {a,b}. E frases bem formadas que respeitam a sintaxe da linguagem, seriam as seguintes:

abba

bbaaabbbaabb

bababbabab

onde, a metade é igual à primeira invertida. As regras sintáticas que geraram estas frases podem ser as seguintes:

S → aa

S → bb

S → aSa

S → bSb

Estas regras geram frases conforme o seguinte procedimento: Inicia-se com o símbolo S e o substitui pelo lado direito da regra, se este lado também possuir um S, repete-se o processo até que não haja mais S. Ex:

S

aSa

abSba

abbSbba

abbaSabba

abbabbabba

Os elementos escritos em minúsculo são chamados *terminais* (no caso a e b), ou seja, partindo somente deles não é mais possível aplicar-se qualquer regra. Enquanto os escritos em maiúsculo são *não-terminais* (no caso S).

A partir deste exemplo, pode-se ilustrar como se forma uma gramática (G). Ela é composta por quatro conjuntos de elementos:

$G = (N, \Sigma, P, S_0)$, onde

N – conjunto dos *não-terminais*

Σ - conjunto de *terminais*

P – regras gramaticais ou de produção

S_0 – é um *não-terminal* que serve como símbolo inicial

Ex: $G = (\{S\}, \{a,b\}, \{S \rightarrow aa, S \rightarrow aSa, S \rightarrow bb, S \rightarrow bSb\}, S_0)$

A linguagem gerada por esta gramática é representada como:

$L(G) = (\text{conjunto de todas as frases de } G)$

As regras de produção podem ser formadas de muitas maneiras, caracterizando seu poder de expressão e conseqüentemente, implicando na complexidade da linguagem. Chomsky classificou as gramáticas como sendo de quatro tipos: linear, livre de contexto, sensível ao contexto e irrestrita, onde a irrestrita engloba as demais até chegar na linear, como mostra a figura 9:

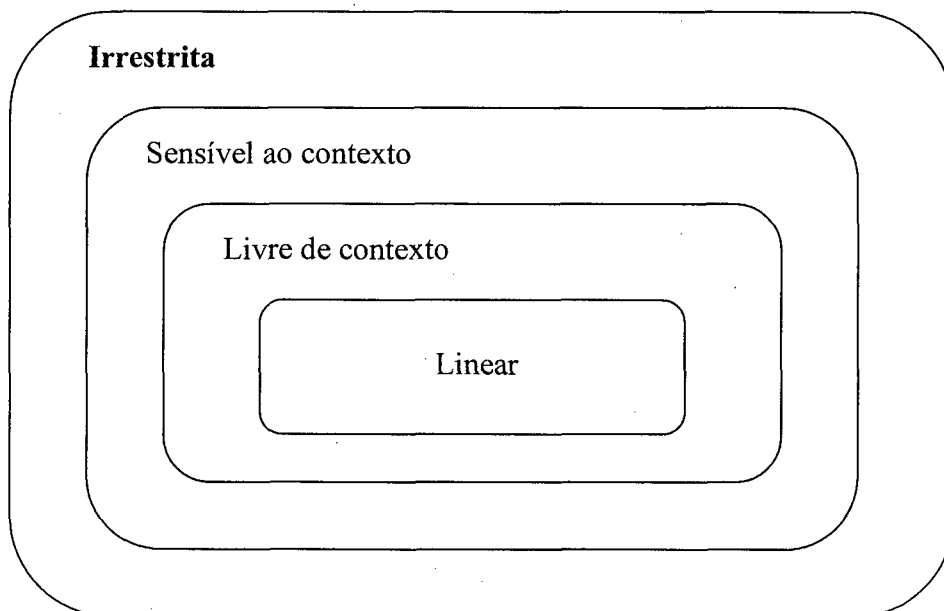


Figura 9: Classificação das Gramáticas segundo Chomsky

Uma Gramática Livre do Contexto é dita na *Forma Normal de Chomsky* (FNC), se todas as suas produções são da forma:

$A \rightarrow BC$ ou $A \rightarrow a$

onde A, B e C são variáveis e a é um terminal.

As gramáticas que “produzem” essas linguagens são chamadas de gerativas. Cada categoria é capaz de gerar a classe correspondente, e as nela contidas. As gramáticas regulares e livres de contexto são insuficientes, por exemplo, para a partir delas produzir frases como: “Ana, Maria e Paula são as esposas de José, Mário e Mauro, respectivamente”. Por outro lado, as gramáticas sensíveis ao contexto se tornam ineficientes, por introduzirem ambigüidade e por conterem regras complexas e de difícil leitura. [CANTARELLI, 1998].

3.5 Trabalhos na área da linguagem natural

Desenvolvedores de software do mundo inteiro utilizam a linguagem natural, para aproximar cada vez mais o usuário de computador com o mundo real. Vários trabalhos e experimentos que contemplam o assunto foram desenvolvidos ou estão em desenvolvimento.

Um experimento realizado por [PREVEDELLO, 1998], denominado LN, possibilitava um usuário recuperar informações de uma base de dados utilizando a Linguagem Natural.

O objetivo principal do LN era permitir que os usuários pudessem construir suas próprias pesquisas na base, sem a necessidade de prévia programação, de uma forma informal, ou seja, a sentença de entrada consistia num texto em linguagem natural. O software consistia de uma base de dados (no ambiente do SGBD ZIM 4.20), onde havia algumas tabelas como clientes e suas respectivas cidades. Além das opções tradicionais de um sistema, como: cadastros, listagens e relatórios, havia janelas onde era possível ao usuário, cadastrar gramáticas gerativas de linguagem; cadastrar sinônimos dos objetos do metadados da base; cadastrar sinônimos dos comandos padrões da linguagem SQL. Porém, o mais importante para o usuário era digitar sentenças em Linguagem Natural, que eram submetidas ao NLP (Processamento da Linguagem Natural). Após o processamento da sentença, o software devolvia as palavras desconhecidas e/ou erros

encontrados no processamento. Em caso de sucesso, o resultado da pesquisa era exibido no monitor.

Exemplo de uma sentença de entrada, submetida ao processamento do LN:

“Mostre o nome, o salário dos clientes que moram em Fortaleza e que possuem o sexo F”.

Software's como o **InSearch** e o **InBot**, desenvolvidos pela Insite (Empresa brasileira de soluções Internet), são outros exemplos de aplicativos que usam recursos de IA (Inteligência Artificial). As características descritas a seguir, estão no site da empresa (<http://www.insite.com.br>).

O **InBot** é descrito como um software aplicativo de Inteligência Artificial para criação de uma Consciência Sintética, concebido para simular conversação, reconhecendo e respondendo frases dos usuários, utilizando linguagem natural, nos idiomas português e inglês. O objetivo é simular métodos do pensamento humano para criar personagens capazes de conversar como se estivessem em uma sala de chat.

Os robôs de conversação (Chatter Bots), um exemplo é o **InBot**, são utilizados na Internet para atendimento on-line como uma nova forma de comunicação que pode complementar ou substituir outras formas de acesso à informação, dando respostas diretas às questões dos usuários, podendo manter um diálogo coerente por diversos minutos como se estivesse conversando com uma outra pessoa. Os métodos de Inteligência Artificial, utilizados no InBot, permitem a criação de personagens com capacidades de reconhecimento e interpretação da linguagem escrita, mantendo contexto coerente ao assunto durante a conversa, com memória e lógica para escolha das respostas mais apropriadas para cada questão.

Para conversar com o InBot não é preciso aprender comandos especiais nem utilizar nenhuma forma de navegação no site. A simplicidade de operação faz com que sua utilização seja fácil e acessível a qualquer pessoa.

Já o **InSearch** é um software que permite encontrar qualquer página contendo as palavras procuradas através da parametrização de dados de entrada. Pode ser utilizado em intranets, sites de conteúdo, provedores de informação, etc. Utilizado pelos sites da Universidade de São Paulo para indexar mais de 310 mil documentos, além de ser utilizado pela Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP para realizar buscas em todo seu conteúdo.

Características principais do **InSearch**:

- Robô de busca que permite indexar sites remotamente e unificar a busca de diversos domínios ou servidores.
 - Busca pelo conteúdo de arquivos tipo HTML, texto, PDF, RTF e DOC (Word).
 - Permite busca por palavras-chave (utiliza campos META do HTML para descrição e palavras-chave)
 - Utiliza Identificação Automática de Idiomas para classificação de documentos.
 - Alta performance, permite indexar e buscar em centenas de milhares de páginas.
 - Ordena resultado da busca por relevância. Permite parâmetros de busca booleana (OR, AND, NOT).
 - Modos "busca simples" e "busca avançada".

Busca avançada contém:

- Selecionar idioma de resultado (ex: trazer apenas resultados em inglês, português e outros).
- Permite selecionar data de atualização das páginas (ex: trazer somente páginas atualizadas nos últimos 15 dias).
- Permite selecionar resultados apenas de um domínio ou de determinado diretório ou área do site.
- Configuração do modo de resposta (número de resultados por página; resultados completos ou resumidos).

- Mostra na tela de resposta o caminho feito na navegação do site para chegar na página encontrada.
- Gera tela de estatísticas sobre os sites indexados.
- Configurável com a lista de domínios que vai indexar. (Ex: *.insite.com.br indexa todos os domínios encontrados com a extensão .insite.com.br).
- Páginas que não existem mais são removidas do índice.
- O sistema de busca não sai do ar enquanto as páginas estão sendo indexadas.

3.6 Conclusão

Buscar formas alternativas de expressão é uma característica das pessoas, onde se pode eleger, entre as várias formas de comunicação, a linguagem escrita e a visual com as mais comuns. Neste sentido, o computador é de vital importância no processo de evolução das formas de comunicação. A Internet, um dos principais veículos de divulgação da informação, permite que a informação seja apresentada de diversas formas. Entre as mais recentes, estão o áudio e o vídeo. Então, o uso de Bibliotecas Digitais, contempla todo o esforço do ser humano, de aproximar o homem do computador de uma forma mais amigável. Como parte deste processo, o uso da Linguagem Natural como um dos principais meios desta aproximação, faz com que, estudos nesta área sejam intensificados, objetivando a definição e construção de sistemas interativos e amigáveis.

Os conceitos e definições descritos neste capítulo contemplam os aspectos envolvidos no processamento da Linguagem Natural, bem como, alguns trabalhos que utilizam esta área da IA. O próximo capítulo trata da proposta deste trabalho, onde são discutidos os objetivos, a descrição geral da proposta, as técnicas e etapas utilizadas para a definição do novo mecanismo de busca.

CAPÍTULO 4 – BUSCA EM BIBLIOTECAS DIGITAIS USANDO LINGUAGEM NATURAL

“A Internet abriga uma quantidade gigantesca de informação em ciência e tecnologia de natureza variada. Apesar das incontáveis ferramentas de recuperação de informação existentes na rede, como os motores de busca, catálogos e guias, tal informação não apresenta uma organização que permita aos pesquisadores consultá-la com facilidade, obtendo, em tempo hábil, resultados capazes de atender às suas necessidades. Também porque a popularização da Internet e a facilidade das pessoas em criar seu *Website* e disponibilizar seus próprios trabalhos faz da biblioteca digital, não só uma forma de organização da informação como também a conseqüência natural de um mundo digital onde cada usuário de computador é um autor de obras em potencial. Desta forma, a biblioteca digital cumpre seu papel histórico de disponibilizar a informação ao público de forma organizada e coerente.” [NANI, 2000].

Os sistemas de consulta a informações, como bibliotecas digitais, são exemplos de onde a utilização de interfaces em linguagem natural é interessante, por possibilitar que o usuário não especialista possa fazer consultas em sua própria língua. Porém o processamento da linguagem natural é muito complexo, sendo esta justamente uma das maiores limitações deste tipo de interface [LEI 98].

O objetivo deste capítulo, é descrever uma interface de busca (motor de busca na Internet) que utiliza a Linguagem Natural, capaz de recuperar informações via conteúdo dos metadados da Biblioteca Digital Multimídia (BDMm) proposta por [PISTORI, 2000]. Ao longo do capítulo, serão descritos as técnicas e os passos necessários para a definição desta interface, a qual foi validada pelo protótipo desenvolvido conforme descrito no anexo A .

4.1 Descrição geral

Muitas bibliotecas digitais já incorporam novas opções de busca, com a finalidade de localizar itens relevantes com maior rapidez, porém a diversidade das opções, suas terminologias e sintaxes, acabam inibindo o usuário a usá-las. [CAR, 1999] descreve as principais funcionalidades de busca das Bibliotecas Digitais como: Boolean Logic, Fuzzy Expansion, Wildcard, Exactly like/stem expansion, Proximidade, Case Sensitivity, Stopwords, entre outros. Um exemplo desta diversidade, é a arquitetura proposta por [PISTORI, 2000], onde a parametrização dos dados da interface de busca está bem definida, conforme mostra a figura 10.

Figura 10: Formulário para busca avançada [PISTORI, 2000]

Procurando melhorar o modelo de interface proposta por [PISTORI, 2000], optou-se então, por definir uma nova forma de recuperação de informação, onde o usuário tem a liberdade de informar o que quer encontrar, através de um texto livre utilizando a linguagem natural. A entrada da sentença pode ser via teclado ou através de

um parser que fará o reconhecimento da voz (*ViaVoice-IBM* por exemplo: <http://www-3.ibm.com/software/speech/br>) do interlocutor e transforma-a em texto. Um exemplo de busca utilizando esta nova interface poderia ser: “*Encontre textos ou vídeos, onde o autor é Olavo Bilac*”. Mesmo podendo ser utilizada em vários tipos de sistemas, esta interface proposta direcionou-se para Bibliotecas Digitais, porque havia a necessidade de melhorar a forma de busca das informações, já que o projeto de Bibliotecas Digitais no qual se insere a proposta de [PISTORI, 2000], visa atender um grande número de diferentes usuários.

Usando linguagem natural, o usuário desprende-se um pouco do formalismo que é imposto, quando utiliza buscas ditas “convencionais”. Porém, utilizando esta nova interface, surgem algumas questões quanto ao desenvolvimento e execução, como por exemplo:

- Qual a forma mais amigável ou interativa para grupos de usuários diferentes?
- De que forma será a resposta do sistema a uma consulta do usuário?
- Como o sistema irá interpretar parágrafos inteiros submetidos a consulta?
- Deve-se utilizar sinônimos de palavras ou interpretar frases exatas?
- A análise de uma sentença será até a etapa sintática ou até a semântica?

Portanto, além da eficiência esperada, a interface de busca em Biblioteca Digital deve ser de maneira que o usuário saiba utilizá-la. Neste contexto, a pesquisa em PLN (Processamento em Linguagem Natural), tem dois objetivos:

- a) Construção de modelos computacionais da língua para facilitar a comunicação entre o ser humano e a máquina;
- b) Utilização do computador para validar as teorias lingüísticas.

Para entender como funciona o processo de emissão e recepção de um enunciado (enunciado é um trecho de uma fala ou texto), é necessário entender primeiro as etapas envolvidas na interpretação e processamento deste enunciado.

4.2 Análise

Se dois agentes inteligentes precisam se comunicar para realizar uma tarefa, existem essencialmente duas técnicas: modificar diretamente a representação interna do outro agente, ou utilizar uma linguagem. No primeiro caso, o processo será muito eficiente, mas inviável em situações complexas. No segundo caso, tem o custo de produzir e decodificar mensagens na linguagem usada, mas também tem a vantagem que não é preciso se preocupar com representação interna do agente. É claro que quanto mais estereotipada a linguagem, mais fácil será o processo. Mas isso não é sempre possível. Em muitas aplicações, especialmente quando um agente humano está envolvido, é preciso lidar com uma língua natural. Desta forma, o PLN não é uma tarefa fácil. No caso de produção de um enunciado, é uma tarefa de planejamento. Devemos escolher entre várias maneiras de apresentar as coisas, e várias maneiras de expressar isso em português. E tudo isso dependerá da intenção do emissor da mensagem e do efeito desejado sobre o receptor, e também dos conhecimentos que eles têm naquele momento. O processo inverso da interpretação de uma mensagem é uma tarefa de reconhecimento de plano. O agente deve tentar reconhecer no enunciado qual era a intenção do locutor, e qual é o conteúdo vinculado. Para isso, será necessário resolver algumas ambigüidades que podem aparecer.

A análise de um enunciado requer vários processos:

- **Análise fonética:** Reconhecimento das sílabas a partir dos sons que formam o enunciado.

- **Análise morfológica (Derivação da análise léxica):** Identificação dos elementos básicos que formam as palavras. Por exemplo, o verbo chegou expressa a ação de chegar mas também, devido à presença do sufixe -ou, temos a informação que essa ação aconteceu no passado. Outro exemplo, a palavra pessoas contém o sufixo -s que indica que a palavra denota mais de uma pessoa.

- **Análise sintática:** O resultado da análise morfológica é um conjunto de palavras cujas categorias foram identificadas, junto com todas as informações pertinentes que foi possível extrair da composição morfológica. A análise sintática tenta identificar como as palavras se combinam para determinar a estrutura da frase.

- **Análise semântica:** A estrutura produzida pela análise sintática é normalmente uma árvore cujas folhas são as palavras e os nodos internos, categorias. A partir das folhas, informações são propagadas até a raiz para produzir uma representação do conteúdo vinculado pela frase.

- **Análise do discurso:** Para interpretar uma frase, às vezes é preciso se referir às frases anteriores. É o caso com os pronomes. Considere, por exemplo, a segunda frase do seguinte discurso: Há muito tempo que João está com meu livro. Eu gostaria de recuperá-lo. Para interpretar o pronome da segunda frase, é preciso procurar um antecedente na frase que precede. Nesse caso, teremos um mecanismo para relacionar o pronome com o meu livro e não com João.

A definição das análises léxica e sintática para sentenças em português submetidas ao PLN descritas nos itens 4.3 e 4.4, são derivadas de algumas definições encontradas em [CAGNON, 2000].

4.3 Análise léxica

Na análise léxica, o interpretador utilizado, interpreta as sentenças recebidas de algum dispositivo de entrada (console, página *Web*, arquivo). Esta entrada é lida pelo analisador léxico que divide o código recebido em tokens (palavras), para verificar no dicionário a sua existência.

Além de identificar tokens exatos, a análise léxica deve possuir a capacidade de reconhecer tokens derivados de elementos básicos (Análise Morfológica). Por exemplo: *bibliotecas* é um token derivado de *biblioteca*, que representa o plural desta.

Como premissa, um analisador léxico, deve reconhecer pelo menos estes tipos de tokens: Identificadores; Palavras-chave; Strings; Números inteiros; Inteiros longos; Números de ponto flutuante; Números imaginários; Operadores; Delimitadores; Caracteres com significados dependentes do contexto; Caracteres totalmente inválidos; entre outros.

4.4 Análise sintática

Para analisar uma frase é preciso usar uma gramática para a linguagem e um analisador léxico.

Uma gramática consiste de um conjunto de produções que combinadas, descrevem a geração de diferentes seqüências de símbolos. A partir de uma gramática podemos construir um algoritmo, chamado de analisador sintático, que consegue reconhecer todas possíveis seqüências geradas pela gramática, tornando uma gramática útil tanto na caracterização de conjuntos de seqüências, como no reconhecimento de categorias de seqüências de símbolos. Então, uma gramática descreve como uma frase pode ser decomposta em sintagmas. E um sintagma é uma seqüência de palavras que formam uma unidade significativa. Cada sintagma tem uma palavra principal, que é chamada núcleo e outras palavras dependentes desse núcleo. Recursivamente, as palavras que acompanham o núcleo podem formar outros sintagmas.

Considere por exemplo a frase *João viu Maria*. Nessa frase, a palavra *Maria* forma um grupo com o verbo *viu*. Isso é o sintagma verbal *viu Maria*, que denota a ação de *ver Maria*. Esse sintagma, combinado com *João*, forma a sentença. Pode-se ver então, como um analisador pode processar tal frase. Primeiro, precisa-se de uma gramática para representar o fato que uma sentença (S) pode ser formada por um nome próprio (NP) seguido de um sintagma verbal (SV). Recursivamente, a gramática deve conter uma regra que permite combinar um verbo e um nome próprio para formar um sintagma verbal. Eis as duas regras que essa gramática contém:

$$S \Rightarrow NP, SV$$

$$SV \Rightarrow V, NP$$

Para determinar a estrutura, é preciso um léxico que relaciona as palavras com as categorias que pode lhe ser atribuídas:

viu: V

Maria: NP

João: NP

Com essa gramática e esse léxico, podemos identificar uma estrutura ou árvore sintática para a sentença *João viu Maria*:

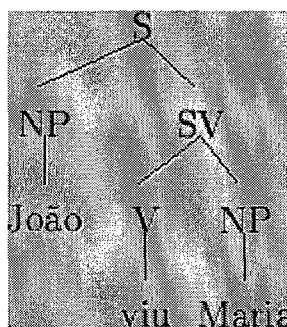


Figura 11: Árvore sintática de sentença [CAGNON, 2000]

[MENEZES, 2000] descreve que para uma determinada Gramática Livre de Contexto, a representação da derivação de palavras na forma de árvore, denominada *Árvore de Derivação*, é como segue:

- A *raiz* é o símbolo inicial da gramática;
- Os *vértices interiores* obrigatoriamente são variáveis. Se A é um vértice interior e X_1, X_2, \dots, X_n são filhos de A , então $A \rightarrow X_1, X_2, \dots, X_n$ é uma produção da gramática e os vértices X_1, X_2, \dots, X_n estão ordenados da esquerda para a direita;
- Um *vértice folha* é um símbolo terminal, ou o símbolo vazio. Neste caso, o vazio é o único filho de seu pai ($A \rightarrow \text{vazio}$).

4.4.1 Estrutura básica da frase em português [CAGNON, 2000]

Em português distinguimos quatro tipos de sintagmas:

<i>Tipo de Sintagma</i>	<i>Abreviação</i>	<i>Núcleo</i>
Verbal	SV	Verbo
Nominal	SN	Substantivo
Preposicionado	SP	Preposição
Adjetival	AS	Adjetivo

Uma sentença é composta de um sintagma nominal (que tem a função de sujeito) seguido de um sintagma verbal. Como é possível omitir o sujeito (comei uma maçã), uma sentença pode conter somente um sintagma verbal. Finalmente, é possível acrescentar um sintagma preposicionado que tem a função de adjunto adverbial, isto é, um elemento não essencial à estrutura da frase. Portanto, as regras básicas da sentença são as seguintes (com exemplos):

S → SN, SV → [João]SN [comprou uma casa]SV

S → SV → [Comprei uma casa]SV

S → SN, SV, SP → [Meu irmão]SN [dormiu]SV [em casa]SP

S → SP, SN, SV → [Para ficar mais tranquilo]SP, [meu irmão]SN [fechou a porta]SV

S → SV, SP → [Comprei uma casa]SV [na semana passada]SP

Aqui não são consideradas outras ordens possíveis (por exemplo, o sujeito pode aparecer depois do sintagma verbal).

Para validar as definições anteriores, [CAGNON, 2000], descreve a seguir, a gramática básica do português, bem como alguns exemplos de palavras contidas no dicionário léxico:

Gramática:

S==>SN, SV ou SV ou SN, SV, SP ou SP, SN, SV ou SV, SP ou SP, SV ou Det, Mod, N, Mod ou Pro

Det==>Quant, Ident, Poss, Num

Mod==>SA ou SP ou []

SP==>Prep, SN ou Prep, SV ou Adv

SA==>A ou Adv, A ou A, SP

SV==>V ou V,SN ou V,SP ou V,SN, SP ou V,SP,SP ou SN,V ou SN,V,SP ou Cop,SA ou Cop,SN ou Cop,SP

Dicionário léxico:

Ident = o, a, os, as, um, uma, ums, umas, este, esta, estes, estas, esse, essa, esses, essas

Poss = meu, minha, meus, minhas, seu, sua, seus, suas, nosso, nossa, nossos, nossa

Quant = todo, todos, algum, alguns, nenhum

Num = dois, duas, três, quatro

Prep = a, de, para, por, com, sem

Pro = eu, ele, ela, você, nós, eles, elas, me, te, se, o, a, lhe, nos, os, as, lhes, mim, ti, si

Adv = bem, mais, bastante

N = Maria, João, mulher, mulheres, maçã, maçãs, irmã, irmãs, casa, casas, casaco, casacos

A = novo, nova, novos, novas, cansado, cansada, cansados, cansadas, bonito, bonita, bonitos, bonitas, grande, grandes

V = dormir, dormi, dormiu, dormimos, dormiram, encontrar, encontrei, encontrou, encontramos, encontraram, comprar, comprei, comprou, compramos, compraram, comer, comi, comeu, comemos, comeram, oferecer, ofereci, ofereceu, oferecemos, ofereceram, falar, falei, falou, falamos, falaram

Cop = ser, sou, é, somos, são, estar, estou, está, estamos, estão, parecer, pareço, parece, parecemos, parecem

Considerar uma gramática finita para o processamento da LN é algo utópico. A própria trajetória da evolução do ser humano, prova que conceitos considerados imutáveis podem ser alterados com o passar dos tempos. Neste sentido, a necessidade

de constante ampliação das regras da gramática, torna qualquer sistema de PLN, suscetível a constantes manutenções na sua base de dados.

4.5 Experimento realizado anteriormente

Um experimento realizado anteriormente, descrito em [PREVEDELLO, 1998], identificou-se como uma ótima solução o emprego da Linguagem Natural na recuperação de informações de um sistema comercial. Neste experimento, também mencionado no capítulo 3 - item 3.5 deste, a análise sintática está restrita a um conjunto limitado de regras gramaticais, onde a busca de informações se dá em apenas uma entidade (tabela) por vez. O processamento (somente sintático) concentra-se em verificar se as palavras da sentença de entrada estão armazenadas no dicionário, e após verifica se esta sentença pode ser traduzida conforme as regras gramaticais previamente cadastradas. Outro ponto a ser considerado é a forma de substituição de palavras, onde cada uma delas pode possuir um comando ou equivalência na linguagem SQL padrão. Feito isto, a sentença “traduzida” é submetida ao processamento do SGBD, gerando resultados com ou sem sucesso, mostrados na interface.

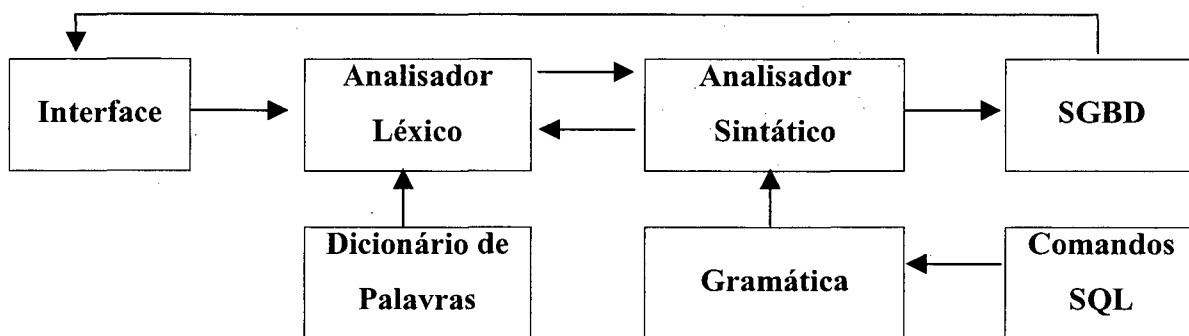


Figura 12: Analisador Sintático da LN [PREVEDELLO, 1998]

4.6 Descrição dos processos da Interface de Busca Proposta

A partir deste momento, começa-se a definir a estrutura e o funcionamento da interface que está sendo proposta. A figura 13 mostra o esquema dos processos envolvidos no PLN da interface.

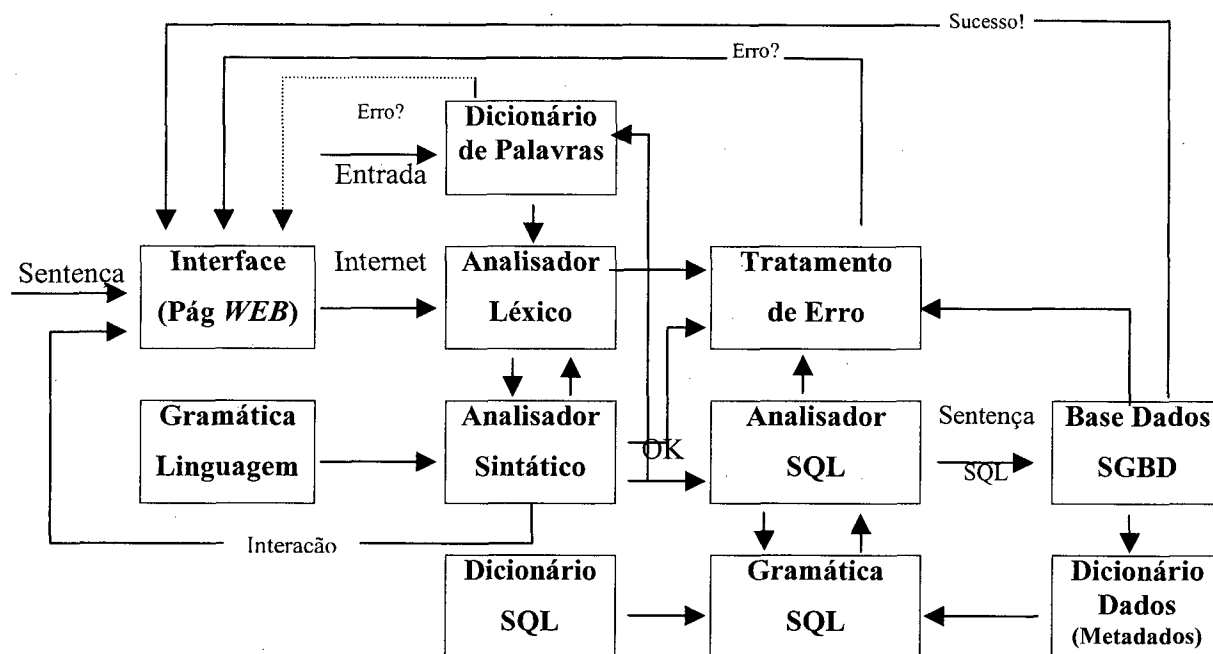


Figura 13: Esquema do PLN da Interface de Busca Proposta

Interface WEB: Este processo é responsável pela comunicação direta com o usuário. Serve como entrada das sentenças em LN, bem como, saída dos resultados obtidos pelo processamento das sentenças. Os resultados obtidos podem ser: um erro qualquer; um erro tratado pelo módulo de tratamento de erros; o resultado de um acesso com sucesso a base multimídia. Além disso, a página de interface, é responsável pela parametrização e/ou configuração definida por cada usuário (filtros). Ex: Pesquisar somente os primeiros dez resultados; Listar os resultados por determinada ordem; etc. Um fator também importante neste módulo, é a resposta (de forma interrogativa) que o sistema pode devolver ao usuário, ou seja, ao processar uma sentença o sistema mostra o que foi entendido (o que ele, o sistema, processou). Desta forma, o usuário de forma interativa concorda, corrige ou descarta o resultado. Em caso de aceite/sucesso, a sentença SQL é processada, caso contrário ele é corrigida, descartada ou processada pelo módulo de *Tratamento de Erro*.

Analizador Léxico: Responsável pela verificação de cada palavra ou símbolo contido na sentença, classificando conforme sua classe (verbo, substantivo, artigo, pronome, etc.). Esta verificação é feita através de consultas ao *Dicionário de Palavras*. Se ocorrer algum erro, este é tratado pelo módulo de *Tratamento de Erro*. Caso contrário, a sentença é repassada para o *Analizador Sintático*.

Exemplo do *Dicionário Léxico*, com a taxonomia da palavras:

-Determinante (artigo)

determinante (o, a, os, as, um, uma, uns, umas)

-Preposição

preposição (com, de, de+a, em)

-Verbo

verbo (mostre, liste, relacione, mostrar, listar, relacionar)

Analizador Sintático: Utilizando-se da sentença já analisada pelo *Analizador Léxico*, este módulo verifica se a sentença está sintaticamente correta, ou seja, verifica se a sentença pertence à linguagem definida pela gramática. Se houver sucesso, esta sentença passa a ser processada pelo *Analizador SQL*. Em caso de erro, o devido tratamento é feito pelo *Analizador de Erro*. Outra possibilidade, é adicionar palavras ainda não conhecidas pelo *Dicionário de Palavras*.

Analizador SQL: Ao receber a sentença do *Analizador Sintático*, sua tarefa é verificar e substituir as palavras em LN, pelos comandos correspondentes em SQL, considerando a sintaxe de um comando em SQL, definida pela *Gramática SQL* e pelo *Dicionário SQL*. Em caso de sucesso, esta sentença, já transformada no formato de comando SQL, é enviada a *Base de Dados(SGBD)* para ser processada. Se houver algum erro, este é tratado pelo módulo de *Tratamento de Erro*.

Tratamento de Erro: Este módulo é responsável pelo tratamento dos erros gerados por todos os módulos da Interface. Quando ocorre determinado erro, este é enviado para o módulo, de forma parametrizada, a fim de permitir o seu tratamento, independentemente do seu tipo ou severidade.

Gramática Linguagem: Aqui estão armazenadas todas as regras que determinam a estrutura da linguagem. É a partir desta gramática que pode-se, por exemplo, verificar se a frase “Encontre os livros onde o autor é Monteiro Lobato”, está sintaticamente correta.

Gramática SQL: Aqui estão armazenadas todas as regras e sintaxe que determinam a estrutura de um comando SQL. É a partir desta gramática que pode-se, por exemplo, verificar se o comando “Select * from livros where autor='Monteiro Lobato' ”, está sintaticamente correto. A sintaxe dos comandos em SQL padrão pode se verificada em [DATE, 1989].

Dicionário de Palavras: Armazena as palavras, símbolos e seus sinônimos, classificando-os conforme a classe (verbo, substantivo, artigo, pronome, etc.). A alimentação com novas palavras ou símbolos é feita por usuário autorizado. Este cadastro pode ser feito em tempo de três formas:

- Durante o processamento de uma sentença, um usuário com autorização, pode adicionar novas palavras.

- A partir de uma página, um usuário autorizado, pode adicionar novas palavras.

- A partir de uma página ou módulo específico, um usuário autorizado, pode fazer a adição de palavras através da importação de dicionários inteiros ou parciais. Estes dicionários podem ser por exemplo, dicionários utilizados por processadores de textos. [LIMA, 1996] desenvolveu um protótipo de um dicionário seqüencial de bases do português.

Dicionário SQL: Armazena os sinônimos em LN correspondentes aos comandos SQL e Metadados da base de dados. É neste local, que o módulo *Gramática SQL* busca os comandos correspondentes das palavras em LN, provenientes da sentença de entrada. Busca também, sinônimos para os objetos Metadados consultados na base de dados.

Considere a seguinte sentença em LN, correta sintaticamente, submetida ao *Analisador SQL*:

“Encontre os livros onde o autor é Lobato”.

LN	SQL	Gramática
Encontre	Select	Verbo
Os	*	Artigo
Livros	Table	Substantivo comum
Onde	Where	Pronome relativo
O	Sem função	Artigo
Autor	Field	Substantivo comum
É	=	Verbo
Lobato	Data	Substantivo próprio

Dicionário de Dados (Metadados): Contém todos os objetos do banco de dados necessários a Gramática SQL. Fornece principalmente o nome das tabelas, seus atributos e tipos de dados, os quais serão utilizados na tradução da sentença. Em [KORTH, 1993] encontram-se detalhes de como definir e manter metadados.

Base Dados (SGBD): Definida em [PISTORI, 2000], esta base de dados contida no SGBD, recebe e processa a sentença de entrada em LN (convertida em comandos SQL válidos). Mesmo passando pelo módulo *Analisador SQL*, erros podem acontecer. Estes erros podem ser devidos, por exemplo, a nomes de tabelas e/ou atributos de tabelas inexistentes ou com tipos de dados incompatíveis. Além deste tipo de erro, outros podem existir, como por exemplo, erros ocorridos no próprio SGBD. Independente da origem, os erros ocorridos, são tratados pelo módulo de *Tratamento de Erro*. Em caso de sucesso (OBJETIVO DA INTERFACE DE BUSCA), o(s) resultado(s) da consulta, são transmitidos de volta até a interface(página *WEB*) que deu origem a esta consulta.

Considerando que o módulo do *Analisador Sintático* e o do *Analisador SQL* são os mais importantes no processo de validação e conversão da sentença em LN, estes módulos são detalhados a seguir.

4.7 Analisador sintático

Nesta fase do PLN, é necessário seguir regras da linguagem para verificar se uma sentença é sintaticamente válida ou não. Portanto, o *Analisador Sintático*, deverá “provar” regras, tanto determinísticas (com uma hipótese de solução) como indeterminísticas (com n hipóteses de solução).

Para montar uma regra, são necessários dois componentes: lado esquerdo e lado direito. O lado esquerdo da regra é o que deseja provar, e o lado direito as condições para o lado esquerdo ser verdadeiro. O lado direito pode combinar elementos terminais e não-terminais, desta forma todos os elementos devem ser provados para que a sentença seja verdadeira.

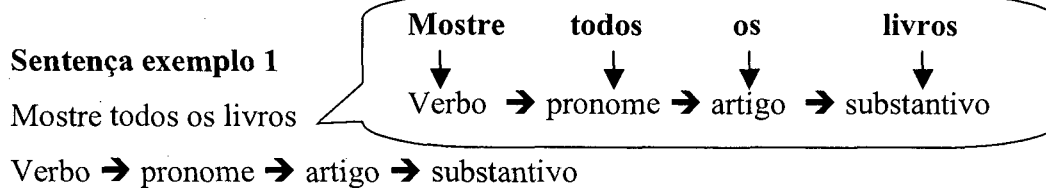
Quando ocorre indeterminismo o *Analisador Sintático* deverá provar uma das regras definidas, caso não consiga, tenta provar a outra, e assim sucessivamente até conseguir provar uma das regras, ou esgotarem as hipóteses. Caso não conseguir, a frase não pertence a linguagem definida pela gramática.

O indeterminismo aumenta consideravelmente o tempo que o *Analisador Sintático* dispense para analisar a sentença. Por exemplo:

- a) B → substantivo
- b) B → substantivo C
- c) B → código C

Para provar um B, ou se prova a primeira regra, ou a Segunda, ou ainda, a terceira. Quando tentar provar (a) se verifica se a palavra atual é um substantivo, ou seja, pedirá ao *Analisador Léxico* consultar a taxonomia da palavra (substantivo, verbo, artigo, pronome, etc.). Caso não se trate de um substantivo a regra falha. Tentará provar (b), e novamente consultará o léxico realizando uma tarefa já feita e falha. Tentará provar (c) novamente consulta o léxico agora para ver se a palavra é um código, o que resulta em sucesso.

Uma introdução ao esquema das regras de gramáticas proposta neste trabalho e utilizada no protótipo é:



Sentença exemplo 2

Liste as obras do autor Lobato

Verbo → artigo → substantivo → preposição → substantivo → valor

Para processar as sentenças em LN anteriores, teríamos as seguintes regras gramaticais:

- A → pronome B
- B → artigo C
- C → substantivo
- C → substantivo D
- D → preposição E
- E → substantivo X
- S → V
- V → verbo A
- V → artigo C
- X → valor

A seguir são apresentadas novas regras gramaticais para complementar o conjunto definido anteriormente. Também é válido lembrar, que este conjunto de regras é utilizado no protótipo descrito no anexo A e não preenche todas as condições para o PLN da interface, sendo necessário a definição de novas regras, sempre que houver a necessidade.

4.7.1 Regras gramaticais definidas neste trabalho

A	→	artigo B
A	→	artigo BB
A	→	pronome relativo B
A	→	pronome relativo C
A	→	pronome relativo P
A	→	verbo auxiliar A
AP	→	preposição I
AP	→	preposição II
AV	→	verbo2 AP
B	→	99 A
B	→	99 D
B	→	substantivo
B	→	substantivo AV
B	→	substantivo E
B	→	substantivo K
B	→	substantivo R
B	→	substantivo2 D
BB	→	substantivo AV
C	→	artigo B
D	→	preposição B
E	→	advérbio F
E	→	advérbio O
E	→	C F
F	→	99 FS
F	→	99 G
F	→	substantivo2 F
FS	→	substantivo G
G	→	advérbio H
G	→	advérbio I
G	→	verbo2 I
H	→	artigo I
I	→	valor
I	→	valor AV
I	→	valor J
II	→	99
J	→	C F
K	→	preposição L
L	→	99 M
M	→	preposição I
O	→	artigo F
P	→	preposição B
R	→	pronome relativo T
S	→	verbo A
T	→	99 M

Onde:

99 - Código referindo-se a valor de campo

Valor- Refere-se ao registro do campo 99

Com estas regras pode-se, por exemplo, verificar se as seguintes sentenças são válidas:

- ↳ Liste o autor, o título dos vídeos.
- ↳ Encontre os vídeos com tamanho superior a 100 ordenados pelo título.
- ↳ Busque as obras do autor Monteiro.
- ↳ Mostre as mídias onde o autor é Valmor e o tamanho = a 50 e a qualidade for média.
- ↳ Outras...

Como pode ser visto através dos exemplos anteriores, o sucesso do processamento de uma sentença em linguagem natural, depende diretamente da constante evolução e construção de novas regras gramaticais.

4.7.2 Detalhamento para Implementação da Interface Proposta (Protótipo)

Ao construir uma sentença, o usuário deve fazê-la considerando a lógica da linguagem, ou seja, montar um raciocínio lógico no sequenciamento das palavras. Para detalhar os passos envolvidos no PLN, será usado o exemplo a seguir de sentença de entrada:

“Liste as obras do autor Lobato”

Verbo → artigo → substantivo → preposição → substantivo → substantivo-valor

Após a entrada da sentença, o módulo Analisador Léxico, utilizando o Dicionário de Palavras, quebra a sentença em palavras (tokens) para que seja possível identificá-las. Nesta identificação, é considerado a existência de cada token no Dicionário, bem como sua classe (verbo, artigo, pronome, etc.). Neste momento pode-se

decidir por recusar uma sentença onde um ou mais de seus tokens não estão cadastrados ou seguir a diante deixando para o Analisador Sintático tentar formar uma frase sintaticamente correta a partir dos tokens identificados, ignorando (se for o caso) os não identificados. Ao identificar os tokens, o Analisador Léxico, associa a estes a sua classe. Se ocorrer algum erro, dependendo de sua severidade, o mesmo é transmitido para o Analisador de Erro para ser devidamente tratado.

Com a sentença previamente reconhecida (em termos tokens), o sistema agora irá analisá-la seguindo as regras da Gramática da Linguagem cadastradas. As regras são percorridas conforme suas classes, ou seja, tomando-se o exemplo anterior o Analisador Sintático encontra o token “Liste”, ele sabe que se trata de um verbo, então procura as regras gramaticais da linguagem cadastradas onde a entrada se inicia por um verbo e vai concatenando numa nova sentença gramaticalmente correta. Em seguida o token “as” é identificado como um artigo e então procura as regras onde o antecessor é um verbo e concatena este token na nova sentença gramaticalmente correta. E assim por diante, até encontrar todas as regras capazes de traduzir a sentença de entrada. Na procura da regra capaz de satisfazer a combinação do token mais a esquerda, as vezes é necessário percorrer de forma exaustiva combinações semelhantes. Porém, para se atingir o sucesso, é necessário guardar o caminho já percorrido para evitar a repetição de testes.

Ex: Na gramática básica definida neste trabalho e utilizando o exemplo anterior, quando o Analisador Léxico for interpretar a sentença “Liste as ...”, irá repetir recursivamente o teste das regras a seguir, quando fizer a passagem do verbo para o artigo:

A → artigo B

A → artigo BB

Com a possibilidade de a sentença ser recebida neste módulo com alguns tokens não identificados pelo Analisador Léxico, o Analisador Sintático pode atualizar o Dicionário de Palavras com estes tokens, atribuindo a estes suas classes mediante a iteração do usuário.

Em caso de erro, o Analisador Sintático passa-o para o módulo de Tratamento de Erro para que o mesmo seja devidamente tratado.

De posse da sentença traduzida pela gramática, o Analisador Sintático a envia ao Analisador SQL. Neste módulo a sentença é preparada para ser submetida ao processamento no SGBD. Para que isto seja possível, o módulo utiliza-se do Dicionário SQL da Gramática SQL e do Dicionário de Dados (metadados).

No Dicionário SQL estão todos os comandos da linguagem com suas classes, semelhante ao Dicionário de Palavras. Ex: (SELECT – verbo); (* - pronome).

Na Gramática SQL estão as regras sintáticas do SQL, semelhante a Gramática da Linguagem. É nesta tabela que podemos verificar por exemplo que a sentença “SELECT * FROM OBRAS” está sintaticamente correta; e a sentença “SELECT FROM * OBRAS” não está.

No Dicionário de Dados ou metadados, está definido o nome das tabelas, seus atributos e tipos de dados, bem como seus respectivos sinônimos. Estes metadados servem para validar ou não nomes atribuídos aos objetos do Banco de Dados Multimídia encontrados na sentença.

Com estas informações, o Analisador SQL é capaz de traduzir a sentença em LN para uma sentença em SQL sintaticamente correta, que irá ser submetida ao processamento no SGBD. Em caso de erro, este é passado ao módulo de Tratamento de Erro onde será devidamente tratado.

Quando a sentença em SQL é executada com sucesso no SGBD, o resultado é enviado a interface *WEB*. A interface do protótipo, como pode ser visto no anexo A, é uma tela simples que não contém todos os recursos descritos na proposta. O uso de filtros pode ser de grande valia e quem irá determinar quais e qual a função destes, é o usuário. A interface final, provavelmente deverá passar por muitas alterações, até se chegar a um lay-out amigável para o usuário.

4.8 Análise com outras propostas existentes

Após uma ligeira análise em relação a outras propostas existentes como: [EDITE – TORRES, 1997]; [InBot - <http://www.inbot.com.br>]; [InSearch - <http://insearch.insite.com.br>]; chegou-se a conclusão de que esta proposta possui características específicas que se encaixam bem no projeto BDMm definida por [PISTORI, 2000].

Com esta estrutura proposta, a interface não necessita de agentes externos ao sistema para cumprir sua função. Dotada de mecanismos capazes de traduzir uma sentença em LN para uma sentença em SQL que posteriormente é executada no SGBD Multimídia, a Interface introduz um novo conceito de busca e interatividade na Internet, tornando-se inédita se for levado em conta suas características e o meio em que será inserida. O diferencial deste novo modelo de interface de busca, é a simplicidade com que o usuário interage com a máquina. O que precisa é apenas entrar com uma sentença obedecendo as regras gramaticais da linguagem, solicitando que o sistema encontre livros, textos, vídeos, etc... com determinadas características. A única dificuldade, se é que pode ser chamada de dificuldade, é o usuário saber quais as características que os objetos da Biblioteca Digital possuem como *título, nome, tamanho, data, etc...*

4.9 Conclusão

Quando se define uma nova forma de interagir com o computador, é natural que num primeiro momento, certos usuários imponham restrições em usá-la. Mesmo assim, é imprescindível o interesse de muitos pesquisadores e desenvolvedores, em criar, definir, propor novas tecnologias e formas de interação homem-máquina.

Neste sentido, procurou-se neste capítulo, contribuir com uma nova proposta de interface de busca para a Internet, na qual o usuário interage de forma direta com o computador, usando a linguagem natural para realizar suas buscas.

Utilizando definições e exemplos de regras gramaticais com o detalhamento do esquema dos processos envolvidos na entrada e processamento de uma sentença em LN, provou-se que a proposta é viável para implantação no modelo de biblioteca digital proposta por [PISTORI, 2000]. Além disso, esta nova interface pode ser implantada/adaptada para outros sistemas.

O protótipo desenvolvido que está descrito no anexo A, contribui para validar a proposta detalhada neste capítulo. Os resultados obtidos mostram a viabilidade de implementação de um sistema mais completo. É importante lembrar também, que o protótipo mostra além dos resultados positivos, os problemas e as questões relativas quanto ao desenvolvimento e operação desta nova interface, onde o PLN é a principal abordagem.

CONCLUSÃO

A interação entre homem e máquina vem evoluindo com o passar do tempo. Com a utilização de novos recursos de hardware e/ou software, a proximidade do homem com a máquina aumenta.

Neste sentido, projetistas e desenvolvedores de software estão sempre buscando formas de interação cada vez mais amigáveis entre o usuário e o computador. Apesar de toda esta tecnologia, o homem ainda não consegue interagir com a máquina de forma mais natural, ou seja, precisamos ainda de métodos formais para armazenar e recuperar informações, dificultando a interação homem-máquina. Grandes volumes de informações geradas diariamente pelos sistemas de computação, também dificultam, até certo ponto, a definição de interfaces mais amigáveis. Percebe-se então a necessidade de desenvolver aplicações mais poderosas ou mais interativas entre homem e o computador.

A Internet por sua vez, encurta as distâncias entre as pessoas possibilitando também, o acesso rápido a uma grande variedade de informações espalhadas no mundo todo. Formatar estas informações para viabilizar o seu armazenamento e recuperação é um dos seus principais objetivos. O lay-out de sua interface, é tão importante quanto o armazenamento e/ou velocidade de acesso, já que é a partir dela que armazenamos e recuperamos todo o seu conteúdo.

Inserido neste contexto, o conceito de Bibliotecas Digitais está mudando. Agora homens e máquinas trabalham para armazenar e recuperar estas novas informações que antes eram encontradas em meios específicos como fitas, livros, discos, etc.

Quando se define uma nova forma de interagir com o computador, é natural que num primeiro momento certos usuários imponham restrições em usá-la. Mesmo assim, é imprescindível o interesse de muitos pesquisadores e desenvolvedores em criar, definir, propor novas tecnologias e formas de interação homem-máquina. Em relação a Internet, um dos principais obstáculos que os usuários criam ou encontram nas interfaces de busca, é a parametrização dos dados de entrada que serão utilizados na consulta.

Este trabalho propôs a definição e detalhamento de uma nova interface de busca para a Internet, onde as informações recuperadas serão da Biblioteca Digital Multimídia proposta por [PISTORI, 2000]. Nesta definição o enfoque foi na forma de entrada dos dados da pesquisa, onde o usuário digita uma sentença em Linguagem Natural e o sistema transforma-a em uma sentença válida em SQL que é processada pelo SGBD.

Para que este processo seja possível, é necessário além dos conhecimentos de funcionamento da Internet e computador, conhecer os fundamentos da linguagem e sua gramática. Não é tarefa fácil traduzir uma sentença em LN para uma sentença válida em SQL, devido as grandes variações da linguagem que ocorrem constantemente.

Com a definição e detalhamento da proposta mostrada neste trabalho, é possível implementar uma interface de busca capaz de processar uma sentença de entrada em LN que recupere o conteúdo dos metadados contidos no SGBD da BDMm proposta por [PISTORI, 2000]. Esta sentença de entrada poderia ser por exemplo: “Encontre os livros escritos pelo autor Lobatto no ano 1940”. Os passos necessários a este processamento foram descritos neste trabalho, bem como as gramáticas necessárias. Ficou claro também, que para expandir a quantidade de sentenças sintaticamente possíveis e corretas, é necessário criar constantemente novas regras gramaticais.

Os resultados obtidos com este trabalho foram satisfatórios, bem como os objetivos foram atingidos. Como continuidade, sugere-se para trabalhos futuros a implementação desta interface, a partir das definições feitas nesta proposta. Como ponto de partida, poderia utilizar-se o protótipo desenvolvido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[ANDRE, 1979] ANDRÉ, Hildebrando A de. **Gramática Ilustrada**. Editora Moderna – São Paulo, 1979.

[ARMS, 1997] ARMS W.Y., Bianchi C., Overly E.A., **An Architecture for Information in Digital Libraries**. **D-Lib Magazine**, URL: <http://www.dlib/february97/cnri/02arms1.html> February, 1997.

[CAGNON, 2000], Cagnon, Michel. **PROCESSAMENTO DA LINGUAGEM NATURAL**, <http://www.inf.ufpr.br/~michel/Disciplinas/Bac/IA/PLN/pln.html#NocPrel>, 2000.

[CANTARELLI, 1998] CANTARELLI, Elisa Maria Pivetta. **Acesso à Base de Dados Através da Linguagem Natural**. Trabalho de Conclusão do Curso de Informática – URI/FW. Frederico Westphalen-RS, 1998.

[CHANG, 1997] CHANG S.F. et alli., **Finding Images/Video in Large Archives**. **D-Lib Magazine**, <http://www.dlib.org/dlib/february97/columbia/02chang.html>. February, 1997.

[DATE, 1989] DATE, C.J.. **Guia para o Padrão SQL**. Ed. Campus-Rio de Janeiro, 1989.

[IGZ39.50, 2000] Implementors Group. **WWW/Z39.50 Gateway**. URL: <http://www.lcWeb.loc.gov/z3950/gateway.html#about>.

[KORTH, 1993] KORTH, Henry F. e SILBERSCHATZ, Abraham. **Sistemas de Banco de dados**. 2.ed. makron Books – São Paulo, 1993.

[KOWALSKI, 1997] KOWALSKI, Gerald. **Information Retrieval Systems: Theory and Implementation**. Kluwer Academic Publisher: Massachusetts, 1997.

[LIMA, 1996] LIMA, Vera Lúcia Strub de. **Processamento da Linguagem Natural – Premissas e Desafios**. Anais – IV Escola regional de Informática, 1996. ou <http://www.inf.pucrs.br/~linatural/lexis>.

[LOB, 1986] LOBATO, Lúcia Maria Pinheiro. **Sintaxe gerativa do Português**. Editora Vigília Ltda – Belo Horizonte, 1986.

[MAZUREK, 1998] MAZUREK C., Stroinski M., Szuber S., **Digital Library for Multimedia Content Management**. Pozna Supercomputing and Networking Centre, Poland, 1998.

[MENEZES, 2000] MENEZES, Paulo Fernando Blauth, **Linguagens Formais e Autômatos**. Editora Sagra Luzzatto – Porto Alegre, 2000. ou <http://teia.inf.ufrgs.br/cgi-bin/moore.pl?curso=LivroAnimado&estado=281>.

[NANI, 2000] . Jiani Cordeiro Cardoso. **I-Lib, Uma Proposta De Interface Personalizável Para Biblioteca Digital**. http://www.inf.pucrs.br/~nani/seminario_ilib.html. PUC – Porto Alegre-RS – Curso de Mestrado em Informática, 2000.

[OGLE, 1996] OGLE V., Wilensky R., **Testbet Development for the Berkeley Digital Library Project**. D-Lib Magazine, July/August 1996. URL: <http://www.dlib.org/dlib/july96/berkeley/07ogle.html>.

[ORTIZ, 2000] ORTIZ, Jorge. **Definite Clause Grammars Intelligent Parser**. University of Puerto Rico, Mayagüez Campus – Puerto Rico, 2000. http://mayaweb.upr.clu.edu/crc/crc2002/papers/Valle_Moraima.pdf.

[PER, 1976] PERINI, Mário A, **A Gramática Gerativa**. Editora Vigília Ltda – Belo Horizonte, 1976.

[PISTORI, 2000] PISTORI, Jeferson. **Arquitetura de Implementação de uma Biblioteca Digital Multimídia Distribuída**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação – UFSC. Florianópolis, 2000.

[POHLMANN, 1998], POHLMANN Ken and Andrew Bonime. 1998. **Writing for New Media: The Essential Guide to Writing for Interactive Media, CD-ROMs, and the Web**. New York: John Wiley and Son.

[PREVEDELLO, 1998] PREVEDELLO, Valmor José. **Protótipo de Acesso à Base de Dados Usando a Linguagem Natural**. , Prevedello Informática, Frederico Westphalen-RS, 1998.

[PULLIAN, 1996] PULLIAN D., Allen J., Clagett J., **Digital Libraries: A Technology Assessment by Benjamin Franklin Scholars**. For Benjamin Franklin Capstone Course (E 467S). North Carolina State University. URL: <http://www4.ncsu.edu/unity/users/j/jherkert> , 1996 .

[RABUSKE, 1995] RABUSKE, Renato Antônio. **Inteligência Artificial**. Florianópolis: UFSC, 1995.

[RICH, 1993] RICH, Elaine e Knight, Kevin. **Inteligência Artificial**. Makron Books do Brasil – São Paulo, 1993.

[ROCHA, 2000] ROCHA, Carlos Gustavo Araújo da,. **Um Framework Para Provisão de Qualidade de Serviço em Redes IP**. II Workshop RNP2, Belo Horizonte-MG, 2000.

[SUNSITE, 1995] Association of Research Libraries at SunSITE. **Definition and Purpose of a Digital Libraries**. URL: <http://sunsite.berkeley.edu/ARL/definition.html>, 1995.

[TORRES, 1997] TORRES, Maria Luísa. **Edite – Um Sistema de Acesso a Base de Dados em Linguagem Natural Análise Morfológica, Sintáctica e Semântica**. Universidade Técnica de Lisboa – Lisboa, 1997. ou <http://digitais.ist.utl.pt/cstc/le/Papers/CSTCLE-5.PDF>

[WILLRICH, 1999] WILLRICH, Roberto. **Apostila de Sistemas Multimídia Distribuídos**. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação – UNOESC. Chapecó, 2000.

Bibliografias Complementares (Sites):

Projeto Rede Metropolitana de Alta Velocidade de Florianópolis. URL: <http://www.rmav-fln.ufsc.br>, consultado em 09/2002.

Laboratório de Sistemas Distribuídos – Bibliotecas Digitais Multimídia - Projetos . URL: <http://www.lucy.inf.ufsc.br/projetos.html>, consultado em 03/2002.

Multimedia Tools and Applications - An International Journal. URL: <http://www.kluweronline.com/issn/1380-7501/current>, consultado em 04/2002.

Apache Software Foundation. URL: <http://www.apache.org>, acessado em 02/2002.

PHP: Hypertext Preprocessor. URL: <http://www.php.net>, acessado em 02/2002.

MySQL – Open Source Database. URL: <http://www.mysql.com>, acessado em 02/2002.

Grupo de Linguística da Insite - Processamento da Linguagem natural. URL: <http://linguistica.insite.com.br/nlp.phtml>, acessado em 05/2002.

Insite – Sistemas de Busca. URL: <http://insearch.insite.com.br>, acessado em 02/2002.

Inbot – Inteligência Artificial para Conversação. URL: <http://www.inbot.com.br>, acessado em 02/2002.

Se7ezoom: Hostess. URL: <http://www.closeup.com.br>, acessado em 06/2002.

Departamento de Informática e Estatística – Home Page de Roberto Willrich. URL: <http://www.inf.ufsc.br/~willrich/ensino/INE5375>, acessado em 08/2002.

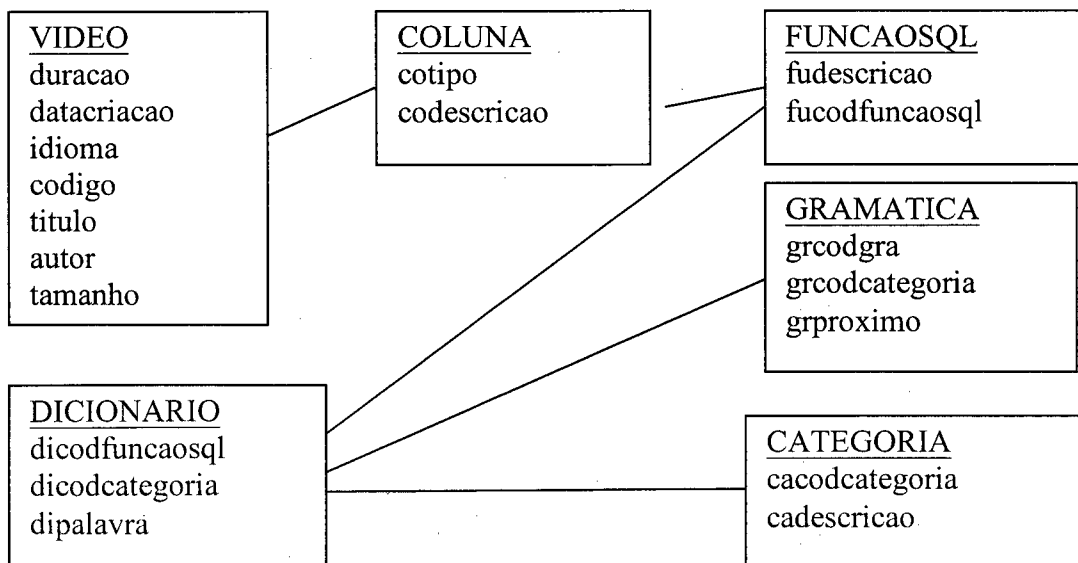
ANEXO A

Nesta seção, são apresentados os anexos referentes ao protótipo desenvolvido a fim de validar a proposta.

Características do Protótipo:

- ✓ Apenas uma tabela para pesquisa(video).
- ✓ Pequeno número de gramáticas.
- ✓ Cadastro de Vídeos, Dicionário, Gramática, Coluna, Funcaosql, Categoria.
- ✓ Limitado ao Analisador Léxico e Sintático.
- ✓ Resposta (terminal, arquivo).

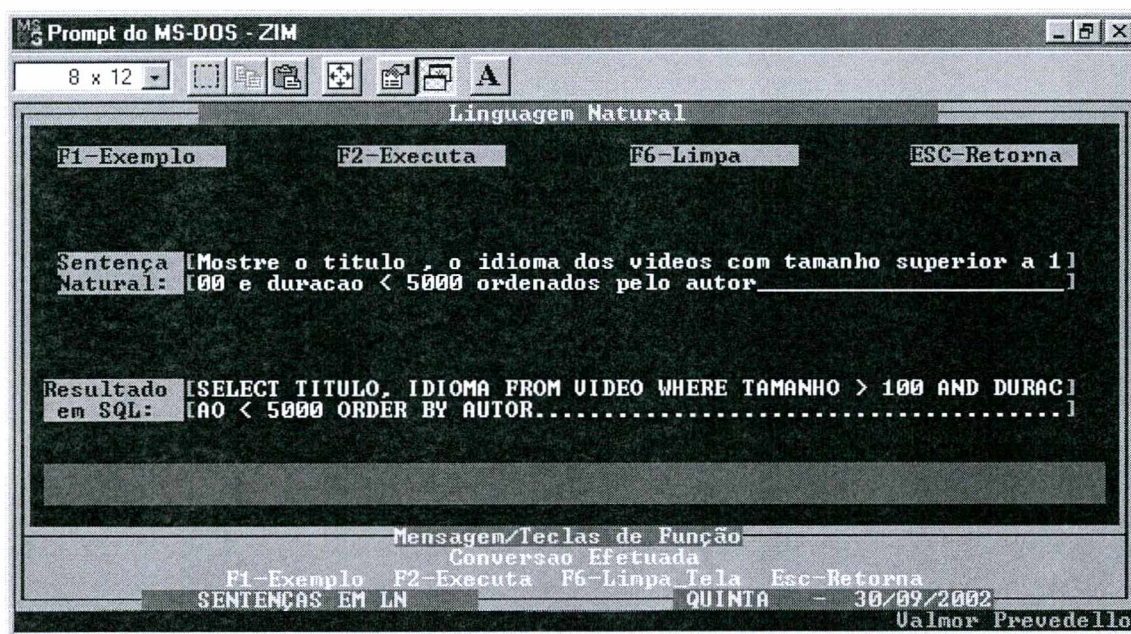
Lay-Out e descrição das tabelas



- Tabela VIDEO: Armazena os registros referentes aos vídeos da biblioteca digital. Suas colunas mapeam as características de cada vídeo.

- Tabela COLUNA: Armazena as colunas da tabela VIDEO (metadados) com seus respectivos tipos de dados.
- Tabela DICIONARIO: Armazena todas as palavras que podem ser utilizadas pelo protótipo, bem como o código da categoria, e o código do comando em SQL.
- Tabela FUNCAOSQL: Armazena os comandos em SQL.
- Tabela CATEGORIA: Armazena a categoria de cada palavra do dicionário (Verbo, pronome, artigo, etc.).
- Tabela GRAMATICA: Armazena as gramáticas válidas com as quais o protótipo irá utilizar para percorrer as sentenças em LN a fim de validá-las.

Lay-Out de Tela (Sucesso na busca)

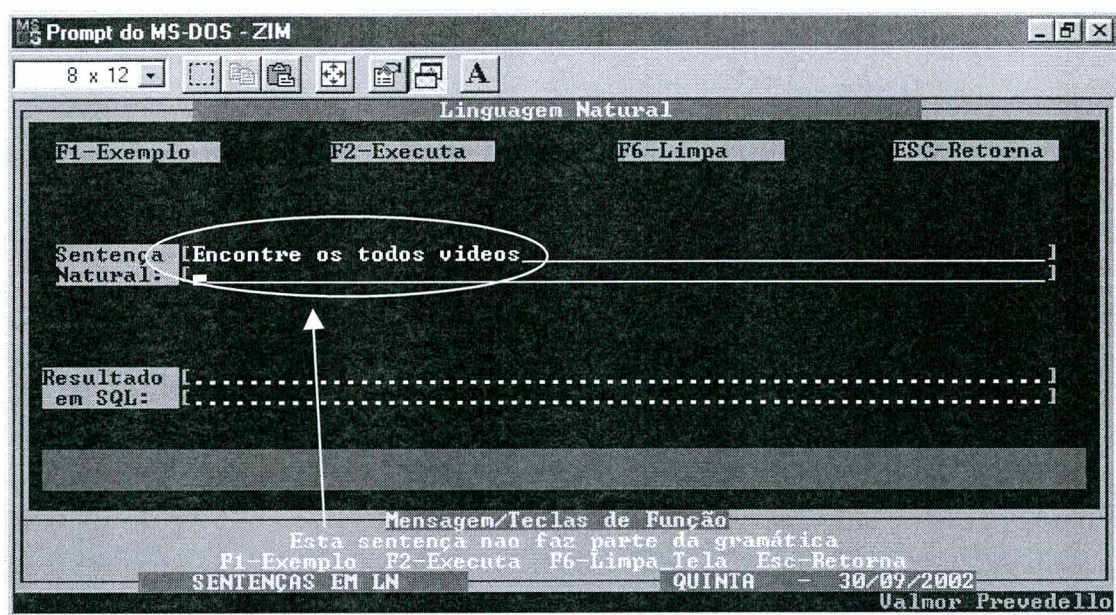


Resultado →	<u>Título</u>	<u>Idioma</u>
	PRAIA DA JOAQUINA	Português
	VISTA DE FLORIANÓPOLIS	Inglês

Esta tela mostra o resultado do processamento de uma sentença em LN com sucesso. A partir da entrada da sentença, o protótipo percorre-a de forma a identificar todos os tokens (palavras) a fim de identificá-los. O próximo passo é verificar se as palavras reconhecidas estão sequenciadas numa gramática válida (gramáticas previamente cadastradas). Com estas informações, o sistema já é capaz de converter as

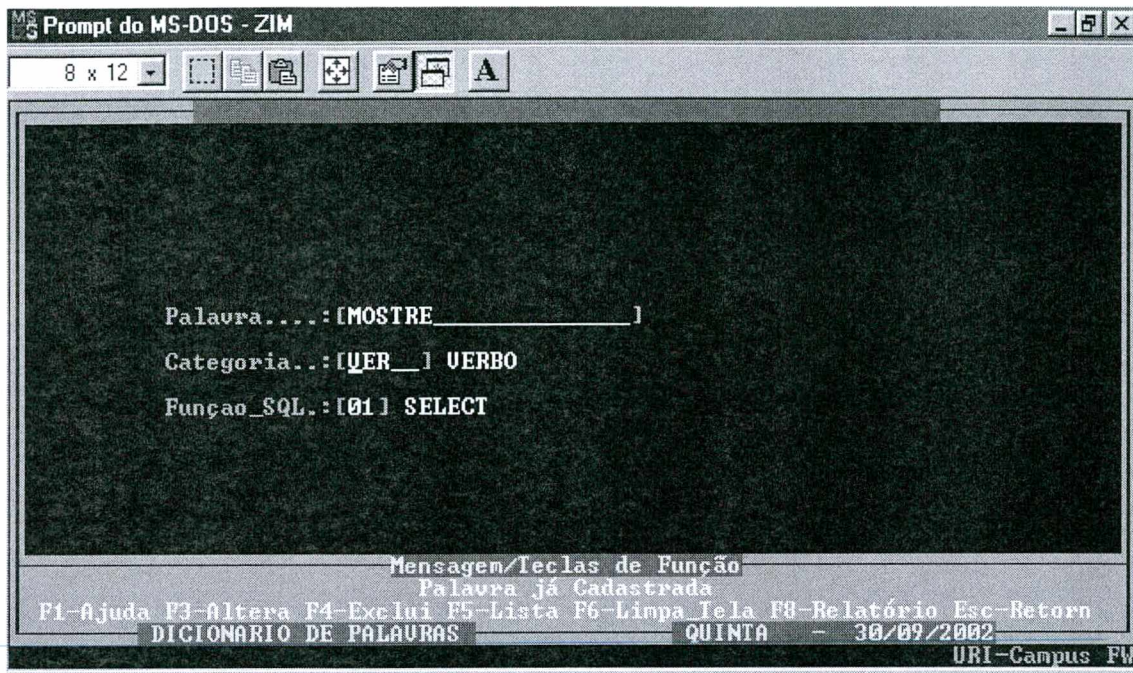
palavras em um comando SQL que posteriormente será executado. Ao processar o comando SQL, a interface mostra além do comando gerado o resultado da busca, conforme mostrado no exemplo anterior.

Lay-Out de Tela (Busca sem sucesso)



Um resultado sem sucesso, ocorre quando o sistema não consegue reconhecer a(s) palavra(s) da sentença ou quando estas palavras não estão sequenciadas numa gramática válida.

Lay-Out de Tela (Cadastro de Palavras do Dicionário)



Esta tela mostra como é possível cadastrar as palavras que farão parte do dicionário, com sua categoria e comando SQL correspondente (quando for o caso). De forma semelhante, é feito o cadastro das gramáticas utilizadas pelo protótipo e dos metadados.