

DANILO DE SOUZA BITTENCOURT

BANCO DE DADOS DE IMAGEM: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

DANILO DE SOUZA BITTENCOURT

BANCO DE DADOS DE IMAGEM: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Área de Concentração:
Banco de Dados

Orientador :
Prof.^a Olinda Nogueira Paes Cardoso

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

DANILO DE SOUZA BITTENCOURT

BANCO DE DADOS DE IMAGEM: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em 24 de Março de 2007

Prof. André Luiz Zambalde

Prof. Reginaldo Ferreira de Souza

Prof.^a Olinda Nogueira Paes Cardoso
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Não há nada de brilhante em encolher-se, para que outras pessoas não se sintam inseguras em torno de você. É na medida em que deixamos a nossa própria luz brilhar que damos às pessoas permissão para fazerem o mesmo.” (Nelson Mandela)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter proporcionado a obtenção deste título e tudo em minha vida que foi conquistado, a minha família pelo apoio nos momentos difíceis aos amigos pelos momentos compartilhados.

Aos professores e funcionários do DCC, pela ajuda e aprendizado e a todos vocês, para que este trabalho possa ajudar de alguma forma.

BANCO DE DADOS DE IMAGENS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

Com a incessante evolução tecnológica e a crescente necessidade de se criar sistemas de informação capazes de gerenciar, de forma integrada, diferentes tipos de dados complexos como dados multimídia, observa-se que, o tratamento desses dados, ainda é um desafio para desenvolvedores de tais sistemas. Assim buscou-se, por intermédio de revisão bibliográfica, descrever quais os principais métodos de tratamentos de imagens em um Banco de Dados de Imagem, considerando-se tecnologias, padrões, pensamentos, problemas e anseios observados na atualidade e mostrando as melhores formas de busca.

Palavras-chave: Imagens, banco de dados de imagem, SGBD, processamento de imagens, busca de imagens, recuperação de informação.

IMAGE DATA BASE: A LITERATURE REVISION

ABSTRACT

With the continuous technological evolution and the increasingly necessity of creating information systems capable to manage, in an integrated manner, different types of complex data such as multimedia data, it was observed that, the treatment of these data, it is still a challenge for developers of such systems. Thus it is intended, by bibliographical revision, to show the main methods of image treatments in an image database, considering technologies, standards, thoughts, problems and yearnings observed in the present time.

Keywords: *Images, image database, DBMS, image processing, image searching, Information Retrieval*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO	1
1.1.1	<i>Objetivo</i>	2
1.2	METODOLOGIA.....	2
1.2.1	<i>Tipo de Pesquisa</i>	2
1.2.2	<i>Procedimentos Metodológicos</i>	2
1.3	RELEVÂNCIA NO ESTUDO	3
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	3
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1	SISTEMAS GERENCIADORES DE BANCO DE DADOS (SGBD)	4
2.1.1	<i>Modelo Relacional</i>	5
2.1.2	<i>Limitações dos SGBDR's</i>	6
2.1.3	<i>Evolução dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados</i>	7
2.1.4	<i>Banco de Dados Orientados a Objetos (SGBDOO)</i>	9
2.1.5	<i>Banco de Dados Multimídia</i>	10
2.1.6	<i>Conceitos e Características de um SGBD Multimídia (SGBDMM)</i>	12
2.2	BANCO DE DADOS DE IMAGEM	13
2.3	PIXELS.....	14
2.4	METADADOS	14
2.5	IMAGENS DIGITAIS	15
2.5.1	<i>Características de Imagens</i>	18
2.5.2	<i>Armazenamento de Imagens em um Banco de Dados</i>	19
2.5.3	<i>Métodos de Consulta de Sistemas de Recuperação de Imagens</i>	20
2.6	SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO	22
2.7	RECUPERAÇÃO DE IMAGENS	25
2.7.1	<i>Recuperação de Imagens por Conteúdo</i>	25
2.7.2	<i>Busca de Imagens por Metadados</i>	26
2.8	EXEMPLOS DE ALGORITMOS UTILIZADOS PARA COMPRESSÃO DE IMAGENS.....	28
2.8.1	<i>Run-Lenght</i>	29
2.8.2	<i>Algoritmo de Huffman e Codificação Aritmética</i>	31
2.8.3	<i>Compressão LZW (Lempel, Ziv E Welch)</i>	32
2.9	EXEMPLOS DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE BANCO DE IMAGENS	34
2.9.1	<i>Sistemas de Busca de Imagens pela Internet</i>	34
2.10	VISÃO GERAL SOBRE O QBIC (QUERY BY IMAGE CONTENT)	44
3	CONCLUSÃO.....	50
3.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
3.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	53
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2-1 EXEMPLIFICAÇÃO DE BUSCA POR CONTEÚDO ELABORADO PELO AUTOR	26
FIGURA 2-2 PÁGINA INICIAL ARA BUSCA DE IMAGENS DO YAHOO. (YAHOO, 2007)	35
FIGURA 2-3 EXEMPLO DE BUSCA DE IMAGENS AVANÇADA PELO SISTEMA DO YAHOO. (YAHOO, 2007).....	36
FIGURA 2-4 DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DE BUSCA AVANÇADA DE IMAGENS PELO SISTEMA DO YAHOO. (YAHOO, 2007).....	38
FIGURA 2-5 PÁGINA INICIAL PARA BUSCA DE IMAGENS NO GOOGLE. (GOOGLE, 2007)	40
FIGURA 2-6 EXEMPLIFICAÇÃO DE BUSCA AVANÇADA NO GOOGLE. (GOOGLE, 2007).....	41
FIGURA 2-7 RESULTADO DA BUSCA PARA A IMAGEM UFLA COM O GOOGLE. (GOOGLE, 2007).....	42
FIGURA 2-8 MODELAGEM BÁSICA DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO MULTIMÍDIA PARA RECUPERAÇÃO DE DOCUMENTOS HISTÓRICOS DO ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO. ADAPTADO DE ANDRADE (2000)	44
FIGURA 2-9 DEMONSTRAÇÃO DE UMA BUSCA POR TEXTO QBIC (2007)	46
FIGURA 2-10 DEMONSTRAÇÃO DE BUSCA POR SIMILARIDADE QBIC (2007)	47
FIGURA 2-11 JANELA DOS PARÂMETROS DO PICKER DA COR QBIC (2007).....	48
FIGURA 2-12 BUSCA UTILIZANDO “COLOR LAYOUT” QBIC (2007).....	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 2-1 CONJUNTO DE ELEMENTOS METADADOS DEFINIDOS PELO DUBLIN CORE DUBLIN CORE METADADA ELEMENT SET (DUBLIN CORE, 1999)	27
TABELA 2-2 PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CARACTERE – ALGORITMO DE HUFFMAN (ELABORADO PELO AUTOR)	32
TABELA 2-3 MODELO DE COMPRESSÃO LZW (ELABORADO PELO AUTOR)	33
TABELA 3-1 ANÁLISE ENTRE BUSCA DE IMAGENS POR METADADOS E BUSCA DE IMAGENS POR CONTEÚDO EM UM BANCO DE DADOS. (ELABORADO PELO AUTOR)	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGBDOO	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Orientado a Objeto
SGBDR	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional
CGM	Computer Graphics Metafile
JPEG	Joint Photographic Expert Group
GIF	Graphics Interchange Format
BMP	Microsoft Windows BitMap
TIFF	Tagged Image File Format
SGBDMM	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Multimídia
RI	Recuperação de Informação
PNG	Portable Network Graphics
JFIF	JPEG File Interchange Format
RGB	Red, Green, Blue
HSV	Hue, Saturation Value
CMYK	Cyan, Magenta, Yellow, Black
SRI	Sistema de Recuperação de Informação
CBIR	Content – Based Image Retrieval
DC	Dublin Core
RDF	Resource Description Framework
LZW	Lempel, Ziv E Welch
QBIC	<i>Query by Image Content</i>

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Motivação

As informações têm-se tornado o principal diferencial competitivo nas organizações empresariais, sendo sua utilização de vital importância para sobrevivência sua e manutenção na realidade de toda e qualquer empresa no mercado.

Atualmente, informações deixaram de ser apenas textos para tornarem-se multimídia. Assim, imagens já não são mais apenas objetos de lazer. Hoje em dia, imagens são usadas nas mais diversas áreas e com os mais diferentes fins. São encontradas, por exemplo, nos ramos da medicina (radiografias, tomografias, cintilografias), biologia, geografia, cartografia, meteorologia, astronomia, geologia, arqueologia e indústria e defesa.

Para poderem ser usadas nessas áreas, na maioria das vezes, as imagens precisam ser tratadas de alguma forma, de modo a melhorar a qualidade da imagem e para que informações importantes possam ser retiradas ou observadas nelas. Para isso é usado o processamento digital de imagens. Depois das imagens tratadas e com as informações relevantes observadas, normalmente, elas são armazenadas em um banco de dados que fazem a associação de cada imagem com suas informações relevantes.

Para armazenar imagens normalmente é necessário que se faça uma compactação, já que a quantidade de dados necessária para se representar cenas através de imagens digitais é geralmente elevada.

Dessa forma, tendo em vista a grande complexidade para tratamentos de imagens e a crescente expansão de caráter multimídia uma abordagem por parte do autor sobre banco de dados de imagem e os devidos processos realizados nele. Esta é a preocupação do presente trabalho, uma vez que, mesmo com a crescente evolução dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados, vê-se que, ainda não apresentam uma maturidade aceitável para gerenciamento desses dados em grande quantidade.

Para tanto, verifica-se que os métodos de armazenagem de dados, de caráter multimídia abrangem uma grande área de arquivamento de dados, pois proporciona suporte

a todas as informações de caráter multimídia. Daí observa-se o grande interesse pelo estudo desta área.

Esta pesquisa torna-se importante quanto ao fato de se tratar de uma Revisão de Bibliografia apenas relatando os métodos utilizados atualmente para tratamento de imagens, podendo então servir de base para outras pesquisas que abordem o assunto.

1.1.1 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é apresentar uma revisão de conteúdo sobre Banco de Dados de Imagens e os tratamentos que os dados podem sofrer, tendo em vista os principais métodos utilizados, tais como, armazenamento, consulta e recuperação dos dados específicos, além de demonstrar algumas tecnologias frequentemente utilizados para tratamento de imagens dentro do Banco de Dados de Imagens.

1.2 Metodologia

1.2.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa, aqui realizada, por objetivar, principalmente, a identificação de tendências e oportunidades de investimento em Banco de Dados de Imagem, por intermédio de revisão bibliográfica, pode ser caracterizada como:

- Tecnológica: quanto a sua natureza, devido ao fato de ter como um dos objetivos a aquisição de conhecimentos já existentes;
- Descritiva: quanto ao seu objetivo, já que esse estudo tem por finalidade observar, registrar e analisar os fenômenos sem, no entanto entrar nos méritos desse estudo;
- Revisão Bibliográfica: quanto aos seus procedimentos, uma vez que esse estudo tem por finalidade conhecer as diversas formas de contribuições científicas existentes realizadas sobre este assunto.

1.2.2 Procedimentos Metodológicos

A coleta dos documentos utilizados na revisão bibliográfica foi realizada no período compreendido entre novembro de 2006 a fevereiro de 2007, tendo a internet como fonte de pesquisa, seguida do estudo do material coletado como principal fonte.

1.3 Relevância no estudo

Apesar de se tratar de uma pesquisa de caráter exclusivamente descritivo, através de revisão bibliográfica, o conhecimento sobre o banco de dados de imagem e sobre seus tratamentos para imagem, é de extrema importância no que diz respeito ao entendimento das formas de armazenagem e tratamento desses dados no contexto atual.

Atualmente verifica-se o volume de informações produzidas em formatos digitais tem crescido sensivelmente. Entretanto, os meios que utilizamos para transportar e armazenar essa informação são instáveis e a tecnologia necessária para seu acesso tem sido rapidamente substituída por novas gerações mais poderosas que, ao final, se tornam incompatíveis com seus predecessores. Então, vê-se uma necessidade por parte do autor em relatar os principais métodos no que diz respeito à Banco de Dados de Imagens.

1.4 Organização do trabalho

O presente capítulo compõe a introdução do trabalho, com seus objetivos e relevância.

No Capítulo 2, são descritos os principais conceitos SGBD's (Sistemas Gerenciadores de banco de Dados) Multimídia, Imagens e seus níveis de acesso. Baseando-se em opiniões de importantes autores e pesquisas realizadas nos últimos anos, também são descritas as principais ferramentas, dificuldades e métodos mais utilizados no que dizem respeito à Banco de Dados de Imagem.

No Capítulo 3, apresentam-se as considerações finais obtidas através da revisão bibliográfica, apontando os caminhos, métodos e experiências mais utilizadas atualmente no Brasil e no mundo. Avaliação da importância da armazenagem de imagens em um banco de dados no mercado mundial e de seu grau de maturidade no contexto atual.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como principal objetivo apresentar os tratamentos para imagens dentro de um banco de dados. Nele serão apresentados conceitos referentes à SGBD's (Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados), Banco de Dados de Imagens, Tratamento de Imagens, Recuperação de Informação e busca por Metadados, como parte fundamental à compreensão de todo o trabalho. Nos tópicos seguintes, serão apresentadas as definições sobre as formas mais utilizadas no contexto atual.

2.1 Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD)

A década de 60 marcou a área de processamento de dados pela criação e utilização em ambiente comercial dos primeiros programas especializados no gerenciamento de bancos de dados. (Neto, 2000).

Entretanto, estes produtos careciam de versatilidade e facilidades para recuperação das informações e, fundamentalmente, não possuíam uma base teórica que permitisse a implementação de modelos matemáticos da realidade.

Nos anos 80 surgiu o modelo relacional como uma nova técnica para modelagem de banco de dados que viria a determinar a evolução do mercado de SGBD, com uma sólida base teórica. A utilização de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Relacionais (SGBDR's) tem sido muito mais utilizada pelos gerentes e administradores de informática para o desenvolvimento de sistemas de informação comerciais desde então.

Apesar de serem amplamente utilizados, os tradicionais SGBDR's apresentam limitações na implementação de aplicações que manipulem tipos complexos de informação como dados compostos e multivalorados, imagens, sons, textos, vídeos (multimídia), dados geoespaciais ou de tempo, ou qualquer dado que um usuário deseje definir. Apesar da tecnologia de orientação a objeto ser largamente aplicada no mercado de software desde a década de 80, foi na década de 90 que alguns Sistemas para Gerenciamento de Bancos de Dados Orientados a Objetos (SGBDOO's) surgiram no mercado, permitindo solucionar

duas das limitações dos bancos de dados relacionais: suporte para dados e aplicações multimídia e a modelagem de dados mais próxima do mundo real.

□ Estes produtos incorporam poderosos mecanismos para manipulação de objetos e dados não estruturados ou complexos. Apesar disto, ainda não chegaram a um grau de maturidade aceitável para o desenvolvimento de sistemas que gerenciem grandes volumes de dados ou processem um elevado número de transações.

Dentro do processo de evolução dos SGBDR's está a incorporação de recursos para armazenamento e manipulação de objetos, baseados no modelo relacional. Da extensão da capacidade de manipulação de dados complexos surgiu o termo Gerenciador de Banco de Dados Objeto Relacional (SGBDOR). (Guerra, 2001).

Estes produtos se aproveitam da versatilidade, robustez e tecnologia consagradas dos SGBDR's incorporando a flexibilidade e potencialidade da orientação a objetos num único produto, permitindo a recuperação de objetos complexos através da extensão do endereçamento do conteúdo relacional. Uma das principais características é permitir que o usuário defina tipos adicionais de dados, especificando a estrutura e a forma de operá-lo, e use estes tipos no modelo relacional. (Guerra, 2001).

Hoje praticamente todas as grandes empresas de software de gerenciamento de banco de dados do mercado oferecem produtos seguindo esta linha de evolução integrada em seus produtos, ou através de pacotes adicionais. Isto tem ocorrido de fato por que muitas empresas que usam SGBDR's não precisam dos recursos do modelo orientado a objeto em todas as suas aplicações, não existindo, portanto, um interesse unânime numa revolução tecnológica, mas sim em uma evolução dos atuais produtos.

2.1.1 Modelo Relacional

Nesta seção o SGBD é sustentado pelo modelo relacional, que é matematicamente conciso, completo, anti-redundante e consistente internamente. De acordo com Neves (2002), o banco de dados relacional é muito mais utilizado comercialmente e pode ser usado para resolver muitos problemas cotidianos.

O modelo relacional surgiu devido a seguintes necessidades: aumentar a independência de dados nos sistemas gerenciadores de banco de dados; prover um conjunto de funções apoiadas em álgebra relacional para armazenamento e recuperação de

dados; permitir processamento *ad hoc*. Este modelo foi resultado de um estudo teórico realizado por Codd, (1970), tendo por base a teoria dos conjuntos e álgebra relacional. O modelo foi apresentado num artigo publicado em 1970, mas que só nos anos 80, foi implementado.

O Modelo relacional revelou-se ser o mais flexível e adequado ao solucionar os vários problemas que se colocam ao nível da concepção e implementação da base de dados. A estrutura fundamental do modelo relacional é a relação. Uma relação é constituída por um ou mais atributos (campos), que traduzem o tipo de dados a armazenar. Cada instância do esquema (linha) designa-se por uma tupla (registro). O modelo relacional implementa estruturas de dados organizadas em relações (tabelas). Porém para trabalhar com essas tabelas algumas restrições tiveram que ser impostas para evitar aspectos indesejáveis no modelo relacional, tais como, repetição de informação, incapacidade de representar parte da informação e perda de informação. Essas restrições são: integridade referencial, chaves, integridade de junções de relações.

O modelo relacional representa o banco de dados como uma coleção de relações. Informalmente cada relação se assemelha a uma tabela de valores, ou, até certo ponto, a um arquivo de registros plano (*flat file*). (Elmasri & Navathe, 2005).

Um modelo de dados basicamente é uma combinação de um conjunto de estruturas de dados, a tabela (ou relação); um conjunto de operadores que formam a linguagem de manipulação do banco de dados; e regras de integridade que são definidas no esquema do banco de dados, e são aplicadas nas instâncias do banco de dados.

Quando uma relação é imaginada na forma de uma tabela de valores, cada linha na tabela representa uma coleção de valores de dados relacionados. No modelo relacional, cada linha de uma tabela representa um fato que corresponde geralmente a uma entidade ou a um relacionamento do mundo real. O nome da tabela e os nomes das colunas são utilizados para auxiliar na interpretação do significado dos valores em cada linha.

Na terminologia formal do modelo relacional, uma linha é chamada de tupla, o título da coluna é denominado de atributo e a tabela é chamada de relação. O tipo de dado que descreve os tipos de valores que podem aparecer em cada coluna é denominado de domínio.

2.1.2 Limitações dos SGBDR's

O avanço das aplicações impulsionadas pelo mercado de desenvolvimento de sistemas fez surgir novas características que foram adicionadas a elas. Surgiram as necessidades de se representar tipos de dados longos e complexos, expansão dos modelos de dados e linguagens de consulta para acomodar novos tipos de dados, suporte a transações longas, suporte ao processamento de conhecimento com tratamento de restrições e gatilhos, contando também o aumento no grau de inter-relacionamentos entre os dados. (Cardoso, 2003).

Alguns exemplos destas aplicações são aplicações para Automação de Escritório, Aplicações Médicas e Científicas, Aplicações de Geoprocessamento, Manufatura Industrial, Desenvolvimento de Software, Projetos de Circuitos Eletrônicos, Sistemas de Multimídia, Sistemas baseados em conhecimento e outras mais.

Os bancos de dados relacionais funcionam bem com tipos simples de dados, envolvendo poucas associações entre relações, entretanto apresentam algumas deficiências quando aplicações de banco de dados mais complexas precisam ser projetadas e implementadas.

Vale destacar as limitações quanto à ausência de tipos definidos pelo usuário: dificuldade em representar objetos do mundo real nas aplicações; incompatibilidade com as linguagens de programação; divergências entre os objetos da linguagem e as estruturas das entidades do modelo relacional; suporte a grandes bancos de dados; suporte a transações longas; e suporte a processamento de conhecimento. Os bancos de dados orientados a objetos foram propostos para fazer face às necessidades de aplicações mais complexas. O método de orientação a objetos oferece flexibilidade para lidar com algumas dessas exigências sem ser limitado pelos tipos de dados e linguagens de consulta disponíveis em sistemas de banco de dados convencionais. (Elmasri e Navathe, 2005). Para solucionar problemas gerados a partir de tais limitações surgiram os SGBBOO.

2.1.3 Evolução dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados

O desenvolvimento dos sistemas de gerência de banco de dados foi de grande importância para o uso da informática, principalmente no que diz respeito a aplicações com

grande volume de dados, dando ênfase não só na área administrativa mas como também na área de negócios.

Estes sistemas foram inicialmente projetados, como citado anteriormente, a partir da segunda metade desse século, para armazenar e manipular grandes volumes de dados. Estes dados tinham como característica o fato de serem dados alfanuméricos, então eram bem formatados e comportados, pois eram inicialmente utilizados para aplicações financeiras e comerciais, como afirma Melo (1988).

Os controles operacionais dessas ferramentas, como concorrência, integridade, recuperação e segurança eram típicos e totalmente voltados para um ambiente comercial, estabelecendo então um “paradigma comercial” que proporcionou a orientação da maioria das pesquisas em banco de dados.

Através da possibilidade de se compartilhar informações através de um único banco de dados, também da possibilidade de que cada usuário pudesse ter sua própria visão dos dados como se fosse o único que o estivesse utilizando e tendo em vista também as facilidades de acesso, manutenção, controle, e seguranças, todas proporcionadas pelo SGBD, fizeram com que esta ferramenta se tornasse imprescindível e amplamente utilizada para a maioria dos sistemas usados atualmente. (Andrade, 1998). Ele ainda afirma que, a partir de 1970, com a evolução tecnológica e à formulação de novos modelos de dados, permitiu-se a criação de SGBD's cada vez mais confiáveis e robustos que foram rapidamente inseridos no mercado consumidor.

Hoje em dia, têm-se que os SGBD's provenientes do modelo de dados relacional, dão suporte ao tipo de dado clássico, constituído de números, letras e caracteres e acabam por se tornarem restritos quanto ao armazenamento de outros tipos de dados.

No entanto, vê-se que, grande parte das organizações, tem a necessidade de armazenar e acabam por utilizar uma gama de dados com maior complexidade. Estes dados podem se apresentar nas formas de imagens, áudio, vídeo, mapas, plantas, dentre outros. Estes dados precisam de um tratamento com maior consistência e eficiência, para falarmos destes tratamentos teremos então que adentrar nos modernos sistemas de armazenamento de dados multimídia, onde são tratados com maior confiabilidade.

Os SGBD's disponíveis no mercado precisam se adaptar aos novos desafios tecnológicos e às novas demandas em sistemas de informação. Pode-se dizer que os sistemas gerenciadores de banco de dados adaptaram-se aos desafios encontrados para atender as aplicações comerciais das últimas décadas, só que precisam estar em continua

evolução, não para corresponder com sucesso às demandas de um novo e dinâmico ambiente tecnológico. Tais desafios podem ser observados na provisão de suportes a dados que contenham arquivos como áudio, vídeo, imagens e textos livres. (Tamer, 1997).

2.1.4 Banco de Dados Orientados a Objetos (SGBDOO)

No final da década de 1990, vários fornecedores lançaram produtos de SGBD “relacional/ objeto”, também conhecidos como servidores universais. (Date, 2004). A idéia geral de cada caso era que cada produto deve admitir recursos tantos de objetos quanto relacionais. Em outras palavras são tentativas de aproximações entre as duas tecnologias.

Sabe-se que os SGBDR's foram muito bem sucedidos para o desenvolvimento da tecnologia de banco de dados necessário para a maioria das aplicações convencionais de banco de dados comerciais. (Elmasri & Navathe, (2005). Entretanto tem algumas limitações, para tratamento de dados mais complexos e uma maior quantidade de dados.

Os bancos de dados orientados a objetos foram propostos para atender às necessidades dessas aplicações mais complexas. A abordagem orientada a objetos oferece a flexibilidade para lidar com alguns desses requisitos sem estar limitada pelos tipos de dados e linguagens de consulta disponíveis em sistemas de banco de dados tradicionais. (Elmasri & Navathe, 2005). Uma característica-chave dos bancos de dados orientados a objetos é o poder dado ao projetista para especificar tanto a estrutura de objetos complexos quanto as operações que podem ser aplicadas a esses objetos.

Segundo uma outra razão para se utilizar banco de dados orientados a objetos seria é o uso crescente de linguagens de programação orientadas a objetos. (Elmasri & Navathe, 2005).

A orientação a objetos envolve um suporte apropriado para tipos de dados, ou seja, o sistema orientado a objetos trata de tipos ou domínios.

Um problema nos primeiros bancos de dados orientados a objetos envolveu a representação de relacionamento entre objetos. A insistência no encapsulamento completo nos primeiros modelos de dados orientado a objeto levou ao argumento de que os relacionamentos não deveriam ser explicitamente representados, mas deveriam ser descritos pela definição de métodos apropriados que localizariam os objetos relacionados. (Elmasri & Navathe, 2005). Esta abordagem não funciona adequadamente para banco de

dados complexos com muitos relacionamentos, devido ao fato de ser interessante identificarem estes relacionamentos e torná-los visíveis para os usuários.

Sente-se então a necessidade de falar sobre os principais conceitos de banco de dados orientado a objetos.

- **Identidade de objeto:** Um SGBDOO fornece uma identidade única para cada objeto armazenado no banco de dados. Essa identidade única é geralmente implementada por meio de um identificador de objeto único gerado pelo sistema. Quando necessário pode ser atribuído a variáveis de programa de tipos apropriados.
- **Estrutura de objeto:** Em um banco de dados orientado a objetos, o estado de um objeto complexo pode ser construído a partir de outros objetos pelo uso de alguns construtores de tipo. O modo formal de representar um objeto é visualizar cada objeto como uma tripla (i, c, v) na qual i é o identificador, c o construtor de tipo e v o estado do objeto.
- **Construtores de tipos:** Os construtores de tipos podem ser utilizados para definir as estruturas de dados para um esquema de banco de dados orientado a objetos.

2.1.5 Banco de Dados Multimídia

Para que um SGBD tenha sucesso no armazenamento de dados multimídias, é necessário que se conheçam quais tipos de dados quanto a sua natureza, afim de serem armazenados e gerenciados da melhor forma possível.

Tem-se que, para dados complexos, sendo eles de caráter multimídia, ou seja, texto livre, vídeo, imagem e áudio, são diferentes de dados alfanuméricos clássicos, isso pode ser observado tanto para sua semântica quanto para a apresentação. Para tanto, do ponto de vista da sua apresentação, o dado multimídia ou complexo é enorme e pode desenvolver características dependes de tempo e espaço necessários para que possam ser consideradas e garantidas uma visualização coerente. Logo se deixa claro que a apresentação de uma dada

multimídia e a sua interação com o usuário estende os limites dos sistemas de bancos de dados tradicionais. (Andrade, 1998).

A composição e as características dos dados multimídia podem ser analisadas sob várias perspectivas e propriedades a eles inerentes como: a sobrecarga de informações, a inadequabilidade de descrições textuais, a multiplicidade, a natureza espacial e temporal e o gasto de grandes volumes de armazenamento. (David, 1997).

Os tipos de dados multimídia mais comuns, normalmente encontrados nos bancos de dados multimídia e nos sistemas de informação multimídia são como especificados abaixo:

- **Texto Livre:** grandes quantidades de textos organizados na forma de sentenças, parágrafos, seções e capítulos.
- **Gráfico:** esta categoria inclui desenhos e ilustrações codificadas através de padrões de descrições de alto nível, como Computer Graphics Metafile (CGM), Pict e Postscript. (Morra, 1996). Este tipo de dado pode ser armazenado de maneira estruturada em um banco de dados e pode ser pesquisado com maior facilidade através de metadados previamente definidos, como linhas, arcos e círculos.
- **Imagem:** é talvez o arquétipo do dado multimídia e o mais utilizado. Inclui fotografias, pinturas e gravuras cuja representação digital é definida por formatos padronizados como Joint Photographic Expert Group (JPEG), Graphics Interchange Format (GIF), Microsoft Windows Bitmap (BMP) ou ainda o formato Tagged Image File Format (TIFF). A representação da imagem em computador se dá por translação direta, ponto a ponto, não existindo o conceito de linha, arco ou círculo. Alguns formatos, como o JPEG, permitem a compressão da representação da imagem reduzindo seu tamanho, algumas vezes, à custa de perda de qualidade. (Andrade, 1998).
- **Animação:** é a seqüência temporal de imagens ou gráficos, geralmente gerados são organizados de maneira independente. O termo temporal significa que a imagem será apresentada e, em seguida, substituída pela imagem subsequente, numa ordem determinada.

- **Vídeo:** é a seqüência de imagens (denominadas quadros) organizadas também de forma temporal. Diferentemente da animação, o vídeo representa geralmente um evento contínuo e real e é gravado por um dispositivo de captura de vídeo, como uma câmara digital, por exemplo.
- **Áudio:** é um conjunto de dados seqüenciais gravados por um dispositivo de gravação sonora. As unidades básicas de áudio são denominadas amostras. Dados de áudio também atendem a restrições de temporalidade.
- **Composto:** geralmente formado por uma combinação dos tipos acima descritos como, por exemplo, uma mistura de áudio e vídeo com anotações textuais suplementares.
- **Apresentações:** são objetos complexos compostos que descrevem orquestrações de diferentes tipos de dados multimídia. Podem descrever um ordenamento temporal simples como exibir o vídeo 1 seguido do vídeo 2 e do vídeo 3, ou estruturas mais complexas especificando de que forma o usuário, o sistema e a interação entre ambos vão determinar a apresentação resultante.

Logo, alguns tipos de dados multimídia como seqüências de vídeo, animação e áudio possuem requerimentos temporais que têm implicações em seu armazenamento, manipulação e apresentação. Essa característica então vem a se tornar mais crítica quando diversos tipos de dados de formas diferentes, precisam ser apresentados simultaneamente.

2.1.6 Conceitos e Características de um SGBD Multimídia (SGBDMM)

Segundo Adjero & Nwosu (1997), o sistema de gerência de banco de dados multimídia é considerado o eixo principal de um Sistema de Informação Multimídia e também pode ser entendido como o conjunto de processos utilizados para definir, criar, armazenar, indexar, gerenciar e pesquisar bancos de dados multimídia. Logo, como dito

anteriormente, um SGBD multimídia deve fornecer suporte para dados multimídia do mesmo modo que um SGBD tradicional suporta dados alfanuméricos simples.

Na verdade, os diferentes tipos de dados complexos envolvidos em um banco de dados multimídia, requerem métodos especiais para gerenciamento, armazenamento, acesso, indexação e recuperação dos dados, tornando o SGBDMM uma ferramenta mais sofisticada que o SGBD tradicional. (Andrade, 1998).

A arquitetura de um SGBD convencional consiste de módulos responsáveis pelo processamento de pesquisas, controle de transações, gerenciamento de arquivos e áreas de memória, sistemas de recuperação e segurança. (Grosky, 1997), (Andrade, 1998). As implementações diferem de acordo com o modelo de dados utilizado (relacional ou orientado objeto) ou se a arquitetura deste mesmo sistema é centralizada ou distribuída, porém a natureza desses módulos é basicamente a mesma.

O processamento de pesquisas em um ambiente multimídia tem um teor de complexidade maior do que em um banco de dados alfanuméricos, uma vez que seus resultados serão baseados em grau de similaridade e não em perfeita semelhança. (Grosky, 1994, 1997), (Adjeroh & Nsowu, 1997), (Andrade, 1998).

2.2 Banco de Dados de Imagem

Banco de dados de imagens são sistemas capazes de gerenciar grandes volumes de informação onde tem por característica particionamento e multi-resolução de informações, com metadados como parte importante na alocação consulta e recuperação de imagens e também uma ampla utilização de buscas por conteúdo. Ou seja, nada mais é do que uma ferramenta capaz de aliar imagem, conteúdo, acesso local e remoto e possibilidade de reprodução dos documentos; assegurar condições ideais de armazenamento e minimizar o acesso à documentação original

Bancos de Dados de Imagens combinam pesquisa em bancos de dados e processamento de imagens. Apresentam diversos desafios, envolvendo problemas que vão desde questões de armazenamento até interfaces amigáveis. (Smeulders et al, 2000), apud (Torres, 2005). O aspecto complicador reside no fato de que os objetos envolvidos (imagens) são muito mais complexos de gerenciar do que objetos textuais.

Vê-se então a grande importância da Recuperação de informação (R.I.) para a implementação de Banco de Dados de Imagem.

Do ponto de vista de armazenamento, imagens ocupam muito espaço. Além disso, a indexação de imagens deixa de ser uma questão de processamento de *strings* e passa a depender de outras características, inclusive de diferentes aspectos cognitivos relativos à interpretação visual. Vários outros problemas - linguagens de consulta, atualização - contribuem, para atraírem cada vez mais pesquisadores para esta área.

2.3 Pixels

De acordo com Langiano (2005), um conceito para *pixels* nada mais é do que a transformação de documentos em imagens digitais sob a forma de matrizes.

Para Garcia (1999), podem ser definidos como estruturas que contenham os dados da imagem. Esta estrutura é um vetor simulando uma matriz. *Pixels* são números interpretados para permitir a exposição de um determinado ponto (“*dot*”) com valores diferentes para luminosidade, cor e contraste. *Pixels* podem ser simples 0 ou 1, indicando branco ou preto para imagens estáticas em preto-e-branco.

2.4 Metadados

Metadados são informações vinculadas a um recurso, geralmente na forma de textos e palavras-chaves. Estas informações podem ser relativamente diretas, tais como nome do autor, data de criação, assunto, mas também, podem ser mais complexas e mais difíceis de serem definidas, tal como o consenso da opinião de várias pessoas sobre um mesmo livro.

Segundo Ercegovac (1999), apud Rosetto & Nogueira (2002), metadado é freqüentemente identificado como dado acerca de dado, ou informação sobre informação que está no espaço digital e virtual. É um sumário de informações sobre a forma e o conteúdo de um recurso eletrônico, ou não, que pode ser um objeto bibliográfico (livros, seriados, mapas, etc.), catálogo de registros bibliográficos, inventários e registros de arquivos, objetos geoespaciais (imagens de satélites, etc.) , recursos de museus e visuais, ou implementações de software.

A informação contida nos metadados é “pesquisável” e, conseqüentemente, auxilia na identificação e recuperação dos recursos. Metadados não só nos ajudam na descoberta dos recursos mas também no entendimento da natureza do que foi encontrado. Eles também ajudam o usuário a avaliar o recurso, fazer um julgamento sobre o mesmo, compará-lo com outros recursos e avaliar sua adequação para determinado propósito.

2.5 Imagens Digitais

Uma imagem de um objeto real é em princípio contínua tanto na sua variação espacial como nos níveis de cinza. Visando o seu processamento computacional a imagem deverá ser digitalizada. (Carvalho, 2003).

Nesta seção será apresentado o estudo relacionado aos formatos de imagens digitais e as etapas de processamento para tratar esse tipo de mídia, com o objetivo de identificar suas principais propriedades e uma especificação de descritores para as mesmas.

• Formatos de Imagens

O formato de uma imagem refere-se ao modo de como os dados da imagem estão armazenados em arquivos e como se faz a interpretação desses dados para a visualização da imagem.

Existem vários formatos de arquivo de imagem dentre os quais os mais conhecidos e utilizados são: JPEG (*Join Photographic Experts Group*), GIF (*Graphics Interchange Format*), BMP (*Microsoft Windows Bitmap*) e TIFF (*Tagged Image File Format*). (Murray, 1996) apud (Garcia, 1999).

I. Formato JPEG

Padrão desenvolvido pelo *Joint Photographic Experts Group* e é utilizada para a transmissão e armazenamento de imagens estáticas, armazena a cor de todos os *pixels* através de um método de compressão com perda, significando que sempre que uma imagem é gravada nesse formato ela poderá perder alguma informação.

O tamanho do arquivo JPEG resultante é muito pequeno, porém os dados que a contém é sempre uma aproximação da imagem original. O formato JPEG é o mais

utilizado no armazenamento e na transmissão de imagens estáticas em multimídia e na *internet*. Dentre as principais características do JPEG são ressaltadas a grande capacidade de compressão, a padronização internacional, pequena perda perceptível e uma ampla aceitação pela comunidade da *interne*. (Ramos, 2000).

II. Formato GIF

O formato GIF que foi criado pela CompuServe, armazena imagens usando codificação indexada, onde cada pixel é representado por um índice de inteiro dentro de uma paleta de cores. O tamanho da paleta é limitado a 256 cores, fazendo com que o GIF seja mais adequado para imagens que não contenham muitas gradações finas de cores. GIF usa uma técnica de compressão com pouca perda que pode resultar em arquivos muito pequenos. (Garcia, 1999).

III. Formato BMP

O formato bitmap foi desenvolvido pela *Microsoft* para aplicações no sistema *Windows R*. É um formato de estrutura muito simples, tornando mínimas as possibilidades de erros na interpretação dos dados. Os arquivos possuem geralmente a extensão .BMP e aceitam imagens com um, quatro, oito, 16, 24 e 32 *bits* por *pixel*. (Ramos, 2000) apud (Carvalho, 2003).

IV. Formato TIFF

Desenvolvido em 1986 em uma tentativa de criar um padrão para imagens geradas por equipamentos digitais, é capaz de armazenar imagens em preto ou branco, escalas de cinza e em paletas de cores com 24 ou com 32 *emphbits*. É reconhecido por praticamente todos os programas de imagem. (Carvalho, 2003).

Originalmente fora desenvolvido pela *Aldus Corporation*, e pode ser comprimido com algoritmos como: LZW, CCITT ou JPEG. Dois desses formatos mais utilizados evoluíram para novos formatos, apresentando características importantes para esse estudo. Os dois novos formatos são: PNG (*Portable Network Graphics*), que é sucessor do formato GIF (*Graphics Interchange Format*), e o SPIFF (*Still Picture Interchange File Format*), que é o

substituto oficial para o formato de arquivo JFIF (*JPEG File Interchange Format*) para armazenamento de dados JPEG. (Garcia, 1999).

- **Processamento**

Ferramentas de processamento de imagem são aplicações multimídia que possibilitam ao usuário criar, realçar, segmentar e editar imagens mapeadas por *bit*, sendo que a forma básica para o armazenamento dos *pixels* é por *bits*. Existem categorias ou domínios fundamentais de processamento de imagem digital. (Garcia, 1999)

Para Langiano (2005), um sistema genérico para processamento e análise de imagens é composto pelos seguintes módulos especificados abaixo:

- I. **Aquisição e digitalização de imagens:** consiste em transformar documentos em imagens digitais sob a forma de matrizes de valores chamados *pixels*.
- II. **Pré-processamento:** consiste em aprimorar a qualidade da imagem para as etapas subseqüentes. A imagem resultante desta etapa é uma imagem digitalizada de melhor qualidade que a original.
- III. **Segmentação:** consiste em identificar *pixels* com características semelhantes e agrupá-los em regiões relevantes da imagem. Segmentação significa agregar ou classificar regiões semelhantes da imagem.
- IV. **Identificação de Objetos:** a identificação e extração de objetos de imagens são necessárias em muitos casos. Por exemplo, um ambiente de montagem requer que peças diferentes possam ser identificadas, para que uma dada ação subseqüente possa ser realizada. Por exemplo, a junção de partes para formar o produto final. Devido a uma variedade de razões, os dados de imagens usados na entrada de um sistema de visão, nem sempre são perfeitos.
- V. **Reconhecimento e Interpretação:** reconhecimento é o processo de atribuição de um rótulo a um objeto baseado em suas características traduzidas por seus descritores. A interpretação, por outro lado, consiste em atribuir significado a um conjunto de objetos reconhecidos.

2.5.1 Características de Imagens

De acordo com Garcia (1999), uma característica é uma função de uma ou mais medidas, calculadas de forma que quantifique alguma propriedade de um objeto. Logo, o processo de extração de características é o cálculo de valores que descrevem alguma propriedade dos objetos.

Uma imagem é escrita por um conjunto de muitas características, tais como, forma e textura. É através dessas características que as imagens são indexadas. Esse processo de extração é crucial para a armazenagem e recuperação das imagens baseada em seu conteúdo, permitindo sintetizar propriedades inerentes da imagem, que serão utilizadas no seu processo de indexação e em sua própria recuperação.

Abaixo se segue uma breve descrição das características de cor, textura e forma.

i. Cor

Identifica o tipo padrão de cores usadas (por exemplo: RGB (*Red, Green, Blue*), HSV (*Hue, Saturation, Value*), CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow, Black*), etc.), na digitalização da imagem. Um histograma de cor representa a distribuição das cores existentes na imagem digital, de acordo com cada *pixel*. Suponha que a imagem tenha N cores; a idéia é responder a “quantos *pixels* a cor X tem associados?”, isto é, contar os *pixels* referentes a uma dada cor. (Garcia, 1999).

Um *pixel* de 24 *bits* em padrão RGB representa 224 ou aproximadamente 16.7 milhões de cores diferentes.

ii. Textura

Um elemento de textura é uma região de intensidade uniforme de formas simples que se repete dentro de um intervalo. Segundo Meyer (1997) apud Langiano (2005), não existe uma definição simples e sem ambigüidades para textura, e a razão para isso é o conceito fortemente intuitivo de textura, impossível de ser totalmente descrito em uma definição textual.

Regiões com textura são formadas por padrões espacialmente extensíveis baseadas em uma repetição de alguma célula unitária (subpadrão). Segundo Meyer (1997) apud

Garcia (1999), não existe uma definição simples e sem ambigüidades para o termo “textura” e a razão para isso é o conceito fortemente intuitivo de textura, impossível de ser descrito em uma definição textual.

O tratamento de textura difere do realizado sobre cores devido ao fato de que as texturas são definidas sobre regiões da imagem, e não sobre os *pixels* como as cores. A segmentação de uma imagem utilizando textura determina quais regiões da imagem possuem textura uniforme. Porém da mesma forma que o histograma de cores, há os mesmos problemas de ambigüidade e dimensionalidade, para a indexação de dados de textura.

iii. Forma

Esta característica se torna importante na representação do conteúdo de imagens médicas, permitindo, conseqüentemente, recuperação baseada em conteúdo.

A recuperação de imagens baseada em forma é um dos problemas mais difíceis de serem tratados por sistemas de recuperação de imagens por conteúdo. Isso porque se tornam difíceis de segmentar os objetos de interesses presentes na imagem, limitando então a recuperação por formas aos objetos mais bem discriminados presentes nas imagens. (Langiano, 2005).

A imagem é processada para buscar objetos de interesse. Após o objeto ser encontrado, sua borda precisa ser detectada utilizando algoritmos de Detecção de Bordas. Este processo se torna mais complexo quando são encontrados, além de ruídos, oclusão parcial de objetos, sombras sobre regiões das imagens e sobreposição de imagens. (Langiano, 2005).

2.5.2 Armazenamento de Imagens em um Banco de Dados

• Formato Vetorial

O método vetorial, é utilizado em computação gráfica, desenho de engenharia, jogos, etc. por esse método é armazenado no arquivo apenas os dados referentes à descrição do tipo de linha, figura ou sólido, sua coordenada de início, de fim, curvatura, cor, textura, etc. geralmente esses arquivos são do tipo texto. Os desenhos são apresentados

na tela após ser executada uma série de comandos de desenho, que a partir dos dados descritos no arquivo, desenha a imagem na tela do computador. Em outras palavras, o formato vetorial necessita de uma linguagem que traduza os comandos de desenho.

Armazenar esse tipo de imagem em um banco de dados é tarefa fácil, já que a imagem é armazenada em formato texto. Um banco de dados relacional cumpriria muito bem essa função.

A vantagem desse problema é o pequeno tamanho do arquivo e a velocidade na criação e na movimentação de imagens não muito complexas, recursos que são muito explorados em jogos. A grande desvantagem é que é sempre necessária uma linguagem para traduzir as imagens.

- **Formato Matricial**

O grande problema de se armazenar uma imagem em um banco de dados é que, tudo o que é armazenado em um banco de dados, deve ter um tipo definido. Por ser a imagem um objeto não linear, é muito difícil criar um tipo imagem. Por isso, alguns SGBD's utilizam uma técnica chamada Sistema Dual. Nesse sistema, a imagem não é armazenada no banco de dados, mas apenas os dados referentes a ela. A imagem é armazenada num diretório definido pelo SGBD e, o endereço da imagem é então armazenado junto com os dados, para que quando acessada, o banco recupere a imagem e os dados relativos a ela.

Nos SGBD's que não utilizam esse sistema, a única saída é armazenar cada *pixel* da imagem de forma separada. O tipo de banco de dados mais conveniente, seria um banco de dados objeto-relacional, onde cada objeto de uma tabela seria um *pixel* da imagem.

2.5.3 Métodos de Consulta de Sistemas de Recuperação de Imagens

Para Langiano (2005), nos últimos anos a recuperação de imagens por conteúdo se tornou uma crescente área de estudo. Muitos sistemas de recuperação de imagens foram criados. A maioria desses sistemas suporta métodos de consulta tais como:

- **Browsing**

É uma técnica interativa de recuperação de informações, que usa as capacidades cognitivas humanas para evitar os problemas de interação homem-máquina (os humanos são melhores para reconhecer a informação desejada do que para descrevê-la). Nessa técnica, a formulação de uma consulta ao sistema não requer que o usuário tenha conhecimento de uma linguagem de consulta ou da arquitetura do banco de dados.

O navegador possui apenas botões que indicam ao usuário o caminho a seguir e é adequada quando a informação está mal-definida, por proporcionar ao usuário a determinação da informação necessária, ou ainda, seria adequada quando o usuário quer ter uma impressão sobre o conteúdo de uma coleção de dados, onde o navegador oferece uma visão geral dos dados da coleção.

- **Consulta por Imagem Exemplo**

Consulta por Imagem Exemplo, como o próprio nome diz, é uma consulta na qual o usuário tem interesse em encontrar imagens similares a uma imagem que ele tem como exemplo.

Um dos maiores problemas da recuperação de imagens por conteúdo é que sistemas tradicionais de busca trabalham apenas com o conceito de igualdade, o que não seria útil no caso da busca por imagens. A abordagem consulta por imagem exemplo não lida com igualdade, mas sim com operadores de similaridade.

Esta abordagem é muito utilizada em sistemas que usam as características cor e textura e em sistemas onde é comum o usuário possuir uma imagem para a consulta. Por exemplo, um profissional na área médica pode ter interesse em encontrar uma imagem de mamografia. Como esse tipo de imagem é comum nessa área, é possível que o profissional possua um exemplo disponível, e deseje procurar uma outra com características semelhantes.

- **Consulta por Esboço**

Essa abordagem assemelha-se ao caso ao anterior, já que o usuário deve fornecer como entrada um esboço da informação que precisa. O sistema pode oferecer uma ferramenta interativa que permita que o usuário faça um desenho sobre o assunto que

procura ou oferecer partes das imagens para o usuário compor um esboço a partir de fragmentos de imagens.

- **Consulta por Texto**

Uma maneira intuitiva de descrever uma imagem é usando palavras. Estas abstrações são chamadas descrições ou anotações. Consulta Direta por Descrições é o método de recuperação no qual uma consulta por imagens consiste apenas de valores de características especificados pelo usuário. Estes valores são associados às imagens através do conhecimento humano no momento da sua inserção. Assim, a consulta se referirá às descrições e o resultado será um conjunto de imagens associado às descrições, sendo necessário o uso de um método de indexação.

- **Consulta por Características**

Consulta Direta por Características da Imagem é o método de recuperação onde a consulta consiste de valores diretamente derivados da imagem. Uma característica é uma abstração de uma imagem a valores numéricos que um computador pode processar.

A principal vantagem desse método é que as abstrações podem ser derivadas das imagens automaticamente e objetivamente. A desvantagem é que a formulação de consultas é difícil para o usuário porque as condições têm que conter valores das características das imagens. Além disso, aplicações de sistemas de recuperação usando características das imagens são usualmente restritas a domínios específicos para reduzir a complexidade do modelo de extração de característica necessário.

2.6 Sistemas de Recuperação de Informação

De acordo com Gey (1992), recuperação de informação é uma subárea da ciência da computação que estuda o armazenamento e recuperação automática de documentos, que são objetos de dados, geralmente textos.

Rudek (2001) sugere que a abordagem da Recuperação de Informação (RI) consiste na recuperação de todos os documentos cujas propriedades são similares às apresentadas

na consulta. As técnicas para recuperação podem ser classificadas em duas: técnicas de casamento exato e casamento parcial.

Os componentes do sistema de recuperação de informação qualquer incluem documentos, necessidades do usuário, gera a consulta formulada, e finalmente o processo de recuperação que, a partir das estruturas de dados e da consulta formulada, recupera uma lista de documentos considerados relevantes.

Na recuperação de informação a consulta pode ser melhorada, permitindo ao usuário expressar explicitamente um grau de incerteza, e possibilitando a recuperação de imagens, mesmo existindo um casamento parcial entre a consulta e a imagem existente. (Rudek, 2001).

A explosão documentária aumentou significativamente a dificuldade de recuperar informação em sistemas manuais, logo se sentiu a necessidade de se armazenar estes documentos. Com o advento da informática, indexar, armazenar e recuperar informações tornou-se uma tarefa mais simples e eficiente, por haver recursos que permitem maior rapidez nestes três processos.

Atualmente verifica-se que é cada vez mais freqüente o uso de interfaces gráficas em sistemas de recuperação de informação, visando à simplificação das atividades do usuário final, pois antes elas se baseavam em comandos, tornando-se confusas, de difícil entendimento e impenetráveis pelo usuário inexperiente.

Visando a recuperar informação de forma eficiente e eficaz, os mais diversos centros de documentação, serviços de informação e bibliotecas construíram suas bases de dados, que são fontes de informação automatizada que podem ser pesquisadas de diversos modos.

I. Indexação

O processo de indexação envolve a criação de estruturas de dados associados à parte textual dos documentos, por exemplo, as estruturas de arranjos de sufixos e arquivos invertidos. Estas estruturas podem conter dados sobre características dos termos na coleção de documentos, tais como a freqüência de cada termo em um documento.

A indexação de imagens através de um vetor de comportamento, que segundo ele representa um subespaço de informações que caracteriza uma imagem. (Rudek, 2001).

O vetor é gerado à medida que a imagem é inserida no sistema. Após a criação do vetor, a imagem pode ser armazenada numa área de disco, referenciada pelo seu índice. Assim, todas as operações de consulta são realizadas sobre os índices, o que torna o processo de recuperação da informação robusto e rápido. O procedimento de indexação é dado pela:

- Criação do índice;
- Associação do índice à imagem;
- Armazenamento ou busca da imagem no banco de dados de imagens.

A indexação deverá então ser associada a um método de busca. Através da análise de comportamento entre uma imagem exemplo (amostra) e os índices do banco de dados, é possível encontrar a imagem procurada, ou um grupo de imagens semelhantes, que possuem o mesmo comportamento. (Rudek, 2001).

II. Consultas

Processo de especificação da consulta geralmente é uma tarefa difícil. Há freqüentemente uma distância semântica entre a real necessidade do usuário e o que ele expressa na consulta formulada. Essa distância é gerada pelo limitado conhecimento do usuário sobre o universo de pesquisa e pelo formalismo da linguagem de consulta.

III. Recuperação

O processo de recuperação consiste na geração de uma lista de documentos recuperados para responder a consulta formulada pelo usuário. Os índices construídos para uma coleção de documentos e são usados para acelerar esta tarefa. Para Rudek (2001), um procedimento de busca deve estar associado à indexação. A forma de como os índices é procurada podem influenciar na velocidade de resposta do sistema. Quanto maior o nível de significância usado num processo de busca, mais precisa será a resposta, quanto menor, menos precisa a resposta, entretanto pode ocorrer uma melhora no agrupamento de imagens. Um agrupamento de imagens poderá ser obtido, diminuindo-se o nível de significância entre elas.

Em síntese, são possíveis três tipos de resposta, que são:

- i. Existência de total coincidência com apenas uma alternativa de resposta.
- ii. Não ocorrência de total coincidência de valores na comparação dos vetores.
- iii. Existência de total coincidência com mais de uma alternativa de resposta.

2.7 Recuperação de Imagens

2.7.1 Recuperação de Imagens por Conteúdo

Um sistema CBIR (*Content-Based Image Retrieval*) usa o próprio conteúdo das imagens para buscá-las, ao invés de utilizar descrições textuais feitas por seres humanos (legendas ou palavras-chave, por exemplo). A busca, como especificado anteriormente, pode também ser associada à tradicional busca baseada em texto. Mas, se por um lado, a recuperação textual é rápida, por outro lado ela não é efetiva quanto a imagens com teor de complexidade maior: Deve-se levar em conta no entanto que a interpretação humana é muito variável, da mesma forma que é enorme o esforço requerido para anotar toda a base de dados.

Nos Sistemas de recuperação de Imagens Baseada em Conteúdo, as imagens podem ser indexadas a partir de suas próprias características visuais, como cor, forma e textura. Tais sistemas surgiram na década de 1990 devido ao rápido crescimento das coleções de imagens digitais e conseqüente dificuldade de anotação manual das imagens nos sistemas baseados em texto. (Batista, 2004).

As implementações dos sistemas de CBIR usam vários tipos de imagens para *query* (Hare 2006): exemplos, na qual o usuário faz a busca com uma imagem exemplo e o sistema procura devolver imagens similares à mesma, ou esboços, na qual o usuário desenha um esboço da imagem desejada e o sistema procura devolver imagens similares ao mesmo.

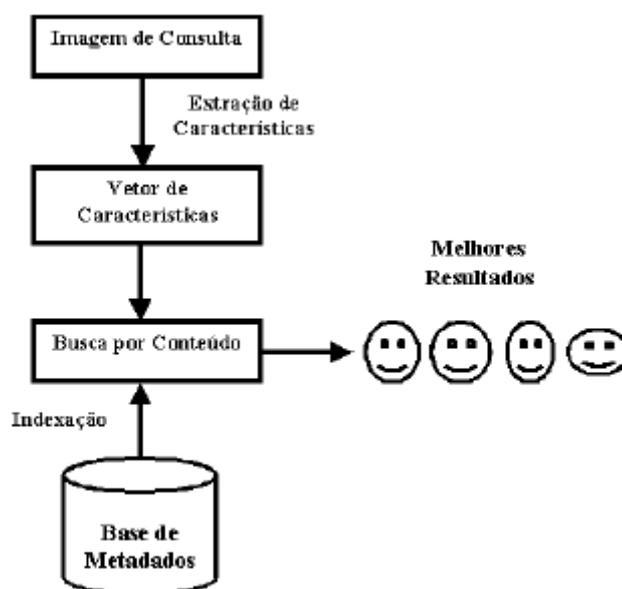


Figura 2-1 exemplificação de busca por conteúdo elaborado pelo autor

2.7.2 Busca de Imagens por Metadados

Nada mais é do que uma recuperação baseada em palavras-chaves, o usuário define um conjunto de termos que serão consultados no banco de anotações. Então, as imagens são ordenadas de acordo com a incidência daqueles termos nas suas anotações. As imagens com maior número de termos encontrados são devolvidas.

Segundo Langiano (2005), já existem sistemas de recuperação de imagens automáticos que utilizam a semântica da imagem e processamento de linguagem natural,

onde a recuperação é feita com base nas descrições. Entretanto existem falhas, pois esses sistemas não são capazes de recuperar totalmente a semântica de uma imagem.

Assim, o trabalho de associar palavras-chaves a imagens pode ser superado, mas a ambigüidade das descrições continua sendo um problema. Um exemplo disso é quando uma imagem está associada a uma palavra-chave em um contexto e a outra em um outro momento.

Para a indexação por descrições geralmente uma equipe de pessoas é contratada. Nesse caso, mesmo que a equipe seja especializada, pode acontecer de cada membro da equipe possuir sua própria interpretação da imagem. Todavia, o principal problema é que para a recuperação de imagens o importante não é o que o indexador pensa que a imagem representa, mas sim o que o usuário associa à imagem. Essa associação depende do objetivo de usuário. (Langiano, 2005).

• O Formato Dublin Core (DC)

Atualmente há uma grande variedade de formatos de metadados, dentre eles, o *Dublin Core Resource Description* (DC). O DC é um formato menos estruturado e mais flexível, que adota a sintaxe do *Resource Description Framework* – RDF. Estabelecido pelo Consórcio W3C, responsável pelo gerenciamento da Internet, propicia um conjunto de 15 elementos padrão, permitindo a inclusão de elementos adicionais para atender às particularidades de cada usuário. Foi estabelecido por consenso de um grupo internacional e interdisciplinar de profissionais – bibliotecários, analistas, lingüistas, museólogos, entre outros, e é utilizado para descrever uma variedade de recursos existentes na Internet, com o propósito de ser um meio de comunicação e de procura de informações disponíveis nessa rede. Tem sido adotado por importantes instituições e como padrão nacional em agências governamentais. (Dublin Core, 2001) apud (Rosetto, 2002). A Tabela 1 relacionado o conjunto de elementos metadados definidos pelo Dublin Core.

Tabela 2-1 conjunto de elementos metadados definidos pelo Dublin Core Dublin Core metadata element set (Dublin Core, 1999)

• Título	- um título dado ao recurso
• Criador	- uma entidade principal responsável pela elaboração do conteúdo do recurso
• Assunto	- assunto referente ao conteúdo do recurso

• Descrição	- uma descrição sobre o conteúdo do recurso
• Editor	- a instituição responsável pela difusão do recurso
• Contribuinte	- uma entidade responsável pela contribuição ao conteúdo do recurso
• Data	- data associada com um evento no ciclo de vida do recurso
• Tipo	- a natureza ou gênero do conteúdo do recurso
• Formato	- manifestação física ou digital do recurso
• Identificação	- identificação não ambígua do recurso dentro de um dado contexto
• Fonte	- uma referência para um outro recurso o qual o presente recurso é derivado
• Idioma	- idioma do conteúdo intelectual do recurso
• Relação	- uma referência a um outro recurso que se relaciona com o recurso
• Cobertura	- a extensão ou cobertura espaço-temporal do conteúdo do recurso
• Direitos	- Informações sobre os direitos do recurso e seu uso

Entre as várias aplicações do Dublin Core pode-se citar como exemplos a *Networked Digital Library of Theses and Dissertations*, disponível em: <<http://www.ndltd.org>>; *The Nordic Metadata Project*, disponível em: <<http://www.lib.heilsink.fi/meta/index.html>>. E, em nível nacional há a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, cuja base de dados foi estruturada utilizando-se o conjunto de elementos desse modelo de metadados, e encontra-se disponível em: <<http://www.teses.usp.br/>>.

2.8 Exemplos de Algoritmos Utilizados para Compressão de Imagens

A quantidade de dados necessária para se representar cenas através de imagens digitais é geralmente elevada. O objetivo da codificação, ou compressão de imagens é o de reduzir, tanto quanto possível, o número de *bits* necessários a esta representação.

A compressão de imagens apresenta três campos básicos de aplicação:

- Armazenamento;
- Transmissão;
- Análise das imagens;

Os métodos de compressão de imagens são aplicáveis a qualquer um dos campos, mas é importante observar que, a escolha de uma determinada técnica depende, além de outros fatores, da aplicação específica.

São exemplos de aplicações da compressão de imagens, (a) otimização da utilização de recursos de memória de bancos de imagens para uso científico, educacional, médico, artístico, etc.; (b) transmissão de imagens comprimidas de satélites, TV, radar, teleconferência, fac-símile e outros tipos de comunicação via sinais digitais; (c) redução da quantidade de dados processados por algoritmos de reconhecimento de padrões.

O processo de compressão de imagens pode ser modelado por uma seqüência de três operações. O mapeamento transforma os dados de entrada (imagem original) do domínio dos níveis de cinza, para outro domínio específico, onde a quantização e a codificação poderão ser mais eficientemente aplicadas. Na quantização, cada dado mapeado é restrito a um conjunto finito de valores possíveis, para que uma quantidade menor de *bits* possa representá-lo. Finalmente, na codificação, uma palavra é associada a cada saída quantizada.

Serão exemplificados três dos mais usados algoritmos de compressão: Run-Lenght, algoritmo de Huffman e Codificação Aritmética e LZW, todos eles sem perdas, ou seja a imagem pode ser reconstituída completamente após a compressão.

Vale lembrar que, se a imagem adquirida for uma imagem analógica e ela for digitalizada, então, o próprio processo de digitalização será uma compressão.

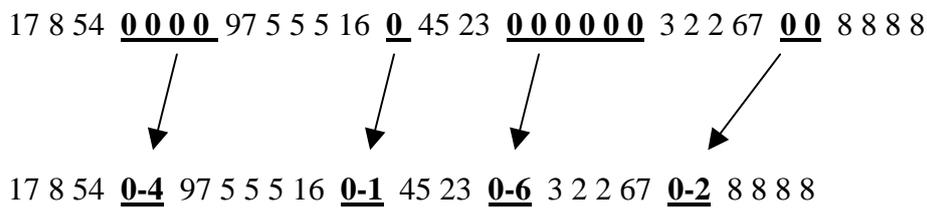
2.8.1 Run-Lenght

Um dos primeiros algoritmos de compressão de imagens, um método muito aplicado para imagens binárias, embora também possa ser utilizado na codificação de imagens com múltiplos níveis de cinza. Trata-se de uma técnica preservadora de informação, de fácil implementação, que gera imagens binárias com entropia de até 1 *bit/pixel*, dependendo das características da imagem. (Jayant, 1984) apud (Silva, 1993).

Frequentemente encontram-se seqüências de caracteres repetidos ao longo de um arquivo de dados. A idéia desse algoritmo é substituir seqüências iguais de caracteres por dois caracteres que indicam a existência de uma repetição e informa a quantidade de caracteres repetidos.

O algoritmo básico de compressão Run-Lenght determina qual o caractere que apresenta maior quantidade de repetições seqüenciais, sendo que cada bloco desse caractere será substituído pelos dois *bytes*, gerando a compactação do arquivo.

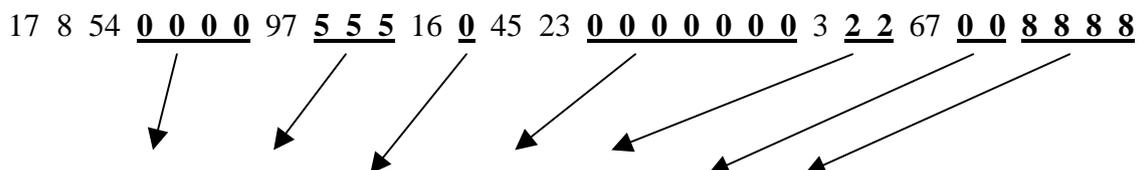
No exemplo a seguir, é representado um arquivo que contém seqüências repetidas de caracteres, sendo que o caractere zero é o que apresenta maior quantidade de repetições na cadeia de caracteres.



Muitos esquemas diferentes do código Run-Lenght foram implementados, sendo que ele pode ser usado para indicar apenas um único tipo de caractere repetitivo em um arquivo, como visto no exemplo anterior, ou indicar qualquer caractere que seja repetitivo.

Um desses esquemas é chamado de *Packbits*. Nesse algoritmo cada byte do arquivo, composto por oito bits é substituído por um agrupamento de nove *bits*. O *bit* extra é representado como um sinal de que o caractere anterior deverá se repetir e os oito *bits* subsequentes indicam quantas vezes o caractere se repetirá. (Silva, 1993).

Utilizando o mesmo exemplo anterior tem-se o seguinte arquivo comprimido:



17 8 54 0-4 97 5-2 16 0 45 23 0-5 3 2-2 67 0-2 8-4

O problema dessa implementação é que, se o arquivo contiver um número razoável de redundância, pelo fato de seus caracteres usarem nove *bits* em vez de oito *bits*, acabará gerando um arquivo de saída maior que o originou. O programa de compactação deverá interpretar esse tipo de problema, para que nesse caso o arquivo retorne ao seu formato original.

2.8.2 Algoritmo de Huffman e Codificação Aritmética

Um método para geração de códigos ótimos unicamente decodificáveis, que resulta em taxa média mínima de *bits*, é o chamado *método de Huffman*. (Lim, 1990) apud (Silva, 1993).

A tabela ASCII contém 256 caracteres diferentes, que podem ser letras maiúsculas, números ou sinais, além de caracteres especiais como o de mudança de linha ou final de arquivo. Porém, estudos mostram que em um texto qualquer em língua inglesa, apenas 31 caracteres diferentes estarão presentes em 96% do texto. Se a tabela ASCII for rearranjada de forma que os caracteres mais utilizados sejam representados por menos *bits*, pode-se ter uma boa economia no tamanho do arquivo.

O algoritmo numa primeira passagem lê todos os caracteres e calcula a probabilidade de ocorrência de cada uma, em seguida o algoritmo monta uma tabela de conversão de caracteres ordenada em ordem decrescente de probabilidade. Para cada arquivo é montada uma tabela diferente, pois a probabilidade de ocorrência de cada caractere provavelmente é diferente. (Silva, 1993).

Com base na tabela de probabilidade, é associado o menor código de Huffman para o caractere de maior probabilidade de ocorrência e assim sucessivamente, até todos os caracteres existentes no texto terem um código correspondente.

É apresentado na Tabela 2, a partir de um texto qualquer, um exemplo de probabilidade de ocorrência de caracteres e qual o código de Huffman correspondente.

Arquivo de texto: G A C E D F B A E . . .

Tabela 2-2 Probabilidade de ocorrência de caractere – Algoritmo de Huffman (Elaborado pelo autor)

LETRA	PROBABILIDADE	CÓDIGO DE HUFFMAN
E	0.154	1
B	0.110	01
G	0.072	0010
D	0.063	0011
A	0.059	0001
F	0.015	000010
C	0.011	000011

Arquivo original: G A C E D F B A E . . .
 Arquivo codificado: 0010 0001 000011 1 0011 000010 01 0001 1
 Agrupado em bytes: 00100001 00001110 01100001 001000011 . . .

O trecho do texto original que continha nove *bytes* passa a ocupar apenas quatro *bytes*, o que corresponde a uma taxa de compressão de 2,25:1. Usualmente se consegue uma taxa de compressão de aproximadamente 1,6:1.

Uma outra variante da codificação de Huffman é a codificação aritmética, na qual é calculada a probabilidade de ocorrência de grupos de caractere e não apenas de caracteres individuais. Esses grupos são substituídos pelos menores códigos, em função do seu diagrama de frequência. Essa técnica melhora a Codificação de Huffman de 5% a 10%.

2.8.3 Compressão LZW (Lempel, Ziv E Welch)

O esquema de codificação proposto por Lempel e Ziv, ao contrário do código de Huffman, não necessita do conhecimento prévio da tabela de palavras e não gera palavras de tamanhos diferentes para valores com diferentes probabilidades. O processo de codificação se inicia com uma tabela contendo tantas palavras quantos forem os valores possíveis, sendo estas palavras de tamanho fixo, ou variável. Na medida em que o processo de codificação avança, novas palavras são adicionadas ao código, adaptativamente. (Ziv, 1978) apud (Silva, 1993).

O funcionamento desse algoritmo dá-se de forma mais eficiente quando a imagem esta formatada em preto e branco, utilizando-se apenas dois bits (duas tonalidades de cores ou *bilevel*), como aparelhos de fax.

Essa técnica baseia-se na criação de uma tabela de conversão que poderá conter no máximo 4.096 registros (no máximo 12 *bits*). Os primeiros 256 registros desta tabela (códigos de 0 a 255) representam exatamente os caracteres da tabela ASCII. Desde o código 256 até o código 4.096, eles passam a representar seqüências de caracteres.

O algoritmo analisa o nível de redundância do arquivo, para determinar a quantidade de *bits* que deverá ser utilizada na montagem da tabela de conversão. No limite, caso não tenha nenhuma redundância, essa tabela conterà apenas 8 *bits*, ou seja, conterà apenas a tabela ASCII. (Silva, 1993).

A seqüência de montagem da tabela é da forma mais simples possível. Simplesmente as letras são agrupadas sequencialmente, de duas em duas. Caso essa seqüência já exista na tabela, é agrupada de três em três e assim sucessivamente até não se encontrar redundância na tabela.

O algoritmo LZW é simples e com algumas dezenas de linhas de programação é passível de ser implementado.

Exemplo de compactação pelo algoritmo LZW.

Pensem/nas/crianças/mudas/telepáticas/pensem/nas/meninas/cegas

Tabela 2-3 Modelo de compressão LZW (Elaborado pelo autor)

STRING	JÁ EXISTE?	CÓDIGO
pe	Não	256
en	Não	257
ns	Não	258
se	Não	259
em	Não	260
m/	Não	261
/n	Não	262
na	Não	263
as	Não	264

...
as	Sim	
a/	Não	273

O programa realiza a compressão em duas passagens: a primeira determina a tabela de conversão (Tabela 3) e a segunda substitui os grupos de caracteres pelo código correspondente da tabela de conversão.

2.9 Exemplos de Desenvolvimento de Sistemas de Banco de Imagens

Neste tópico encontram-se exemplos de alguns sistemas de busca de imagens, mais conhecidos, pela internet e alguns programas que implementaram o banco de dados de imagens para seu próprio uso.

2.9.1 Sistemas de Busca de Imagens pela Internet

Segundo Langiano (2005), a indexação de imagens é feita tradicionalmente de forma manual e textual. A idéia é fazer anotações em forma de texto sobre as imagens e usar gerenciadores de banco de dados convencionais para fazer a recuperação. Devido a isso, uma abordagem muito utilizada para recuperação de imagens é a baseada em texto. Esta primeira solução, deve-se em parte, à evolução da recuperação no campo textual, com o desenvolvimento de sistemas capazes de recuperar a informação de forma eficiente, como o AltaVista, o Google e o Yahoo.

- **Yahoo**

De acordo com Yahoo (2007) a busca de imagens do Yahoo, permite ao usuário buscar imagens em milhões de paginas da *Web*. Um exemplo de como pode ser visualizada a busca de imagens no Yahoo, pode ser vista na Figura 2.

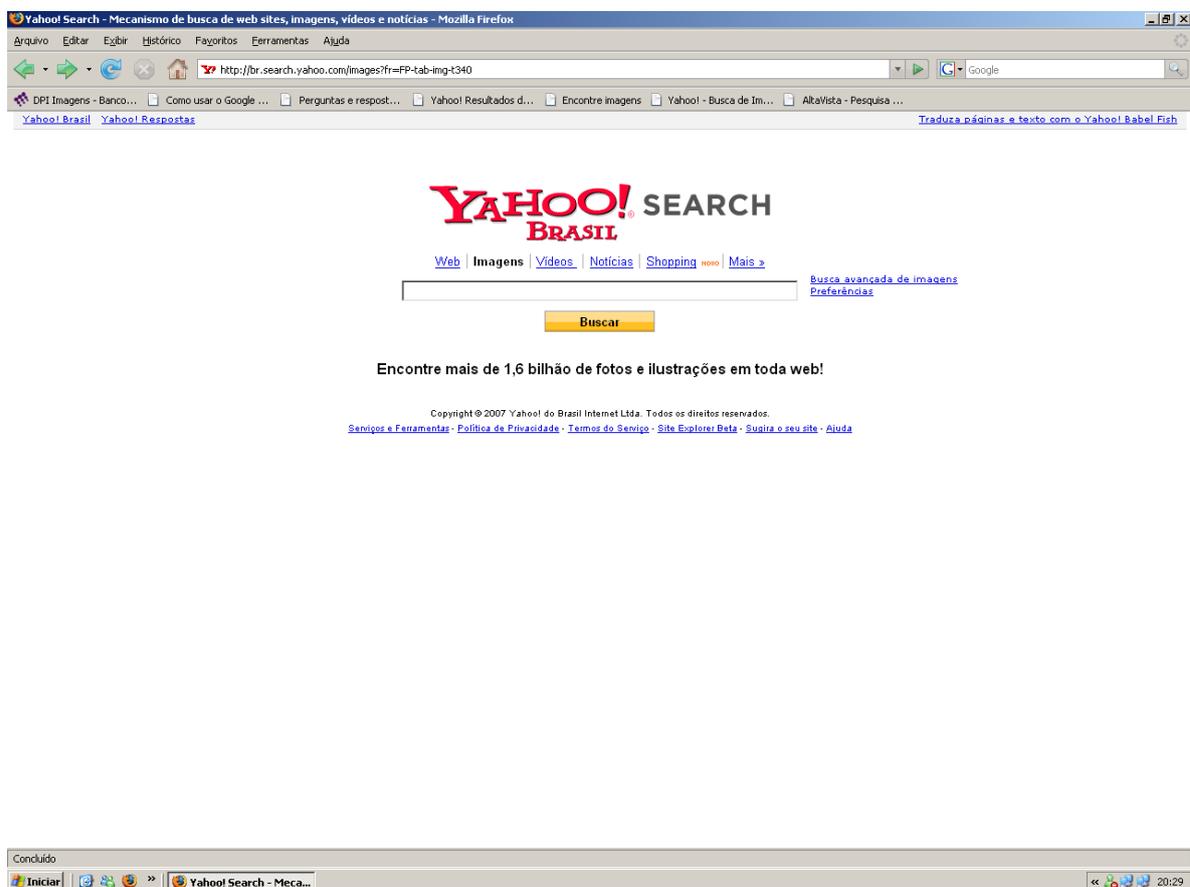


Figura 2-2 Página inicial ara busca de imagens do Yahoo. (Yahoo, 2007)

Essa busca é realizada através de metadados e quando se desejar uma busca de imagens com um grau mais avançado de pesquisa, pode-se optar então pelo método de busca avançada de imagens, como mostrada na Figura 3.

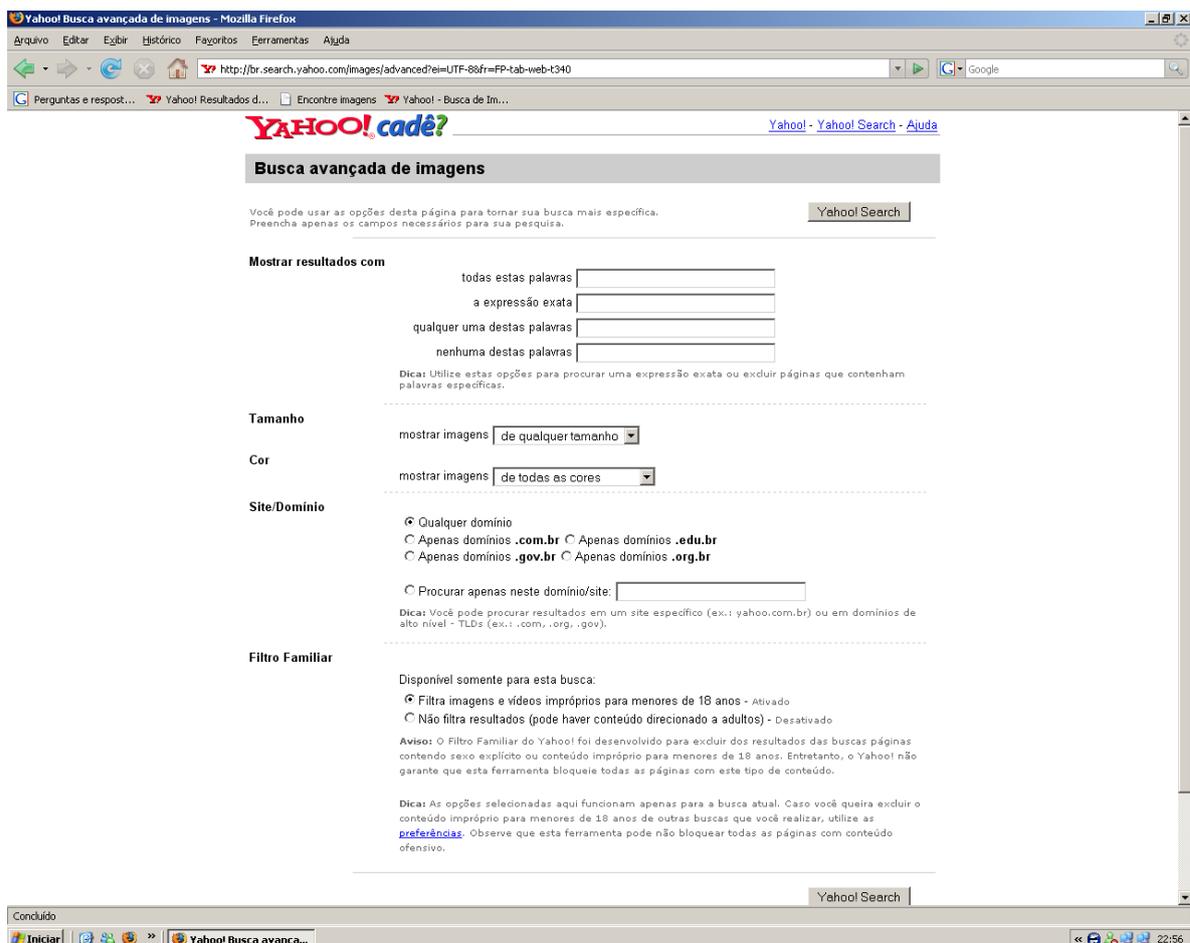


Figura 2-3 exemplo de busca de imagens avançada pelo sistema do Yahoo. (Yahoo, 2007)

Ao se optar por este tipo de busca tem-se que ressaltar que a pesquisa a ser realizada agora se trata de uma busca de imagens por contudo, pelo fato de haver opções de configuração de pesquisa como, tamanho e cor. Características estas pertencentes à busca pro conteúdo.

De acordo com Yahoo (2007), a busca avançada de imagens pode ser útil para restringir sua pesquisa a imagens de certo tamanho, tipo de arquivo ou coloração. As opções que você escolher serão válidas somente para a busca naquele momento.

Para resultados mais precisos, as caixas de texto dão à Busca do Yahoo instruções específicas sobre as palavras que você submeter. A maioria possui símbolos equivalentes que também podem ser usados na caixa de busca básica.

- i. Todas as palavras:** Inclui todas as palavras que o usuário digitar na caixa de busca. É similar à inserção de um "E" entre palavras ou o símbolo "+" antes de cada termo.
- ii. Pelo menos uma das palavras:** Procura por resultados que combinam com uma ou mais das palavras submetidas.
- iii. A frase exata:** Procura pelas palavras na ordem exata que o usuário as submeteu.
- iv. Nenhuma das palavras:** Exclui palavras da busca do usuário.
- v. Tamanho:** Permite que o usuário escolha o tamanho das imagens que aparecerão listadas nas páginas de resultados.
- vi. Cor :**Aqui o usuário define de que cores serão as imagens listadas em seu resultado.
- vii. Site/Domínio:** Restringe a busca a sites com um sufixo específico de domínio, como .com, .edu, ou .gov.
- viii. Filtro Familiar:**Pode-se optar pela filtragem de conteúdo explícito e adulto de seus resultados de busca.

Esta busca também fornece uma ferramenta de mostrar resultados de acordo com a necessidade do usuário e pode ser explicitada pela Figura 4.

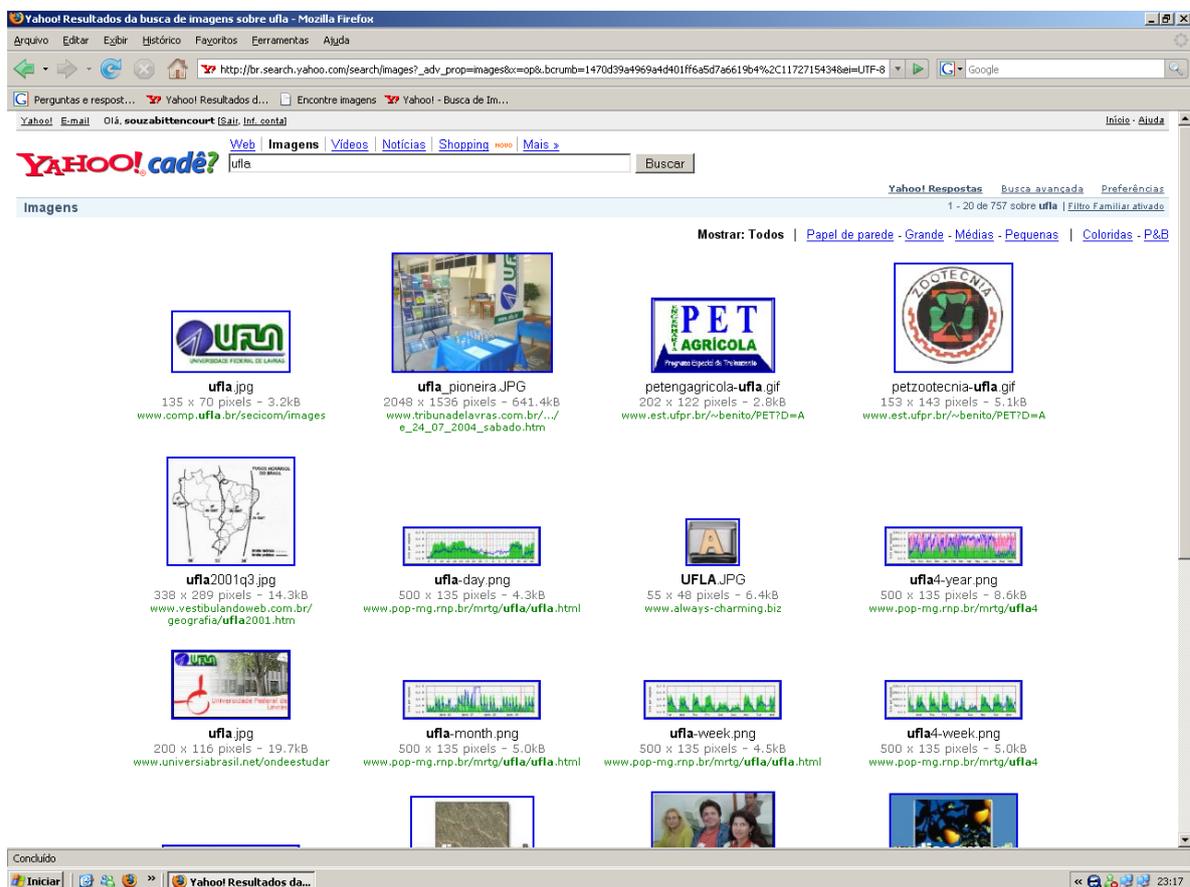


Figura 2-4 Demonstração de resultados obtidos através de busca avançada de imagens pelo sistema do Yahoo. (Yahoo, 2007)

A parte de cima mostra uma versão maior da imagem, bem como o nome, o tamanho, e o tipo do arquivo (.jpg, .gif, ou .png). Clicando na imagem chega-se ao arquivo atual. Dependendo do tamanho da original, a imagem pode não ser maior daquela exibida nesta página. A parte de baixo mostra o site que contém a imagem. Se o usuário desejar navegar neste site sem a informação da Busca de Imagem do Yahoo no topo, basta clicar no link "Fechar barra superior do Yahoo!" à direita, no canto superior. (Yahoo, 2007).

As páginas de resultados exibirão 20 thumbnails (versões reduzidas das imagens) por página. Pode-se clicar no thumbnail para ver o tamanho original da foto, juntamente com a página da web onde a imagem está localizada.

Segundo Yahoo (2007), As imagens que encontradas como resultados na Busca de Imagens podem estar protegidas por direitos autorais. O Yahoo não controla essas imagens nem tem domínio sobre elas, portanto não se pode garantir ao usuário o direito de usá-las de outra forma que não apenas visualizando na Web.

- **Google**

Segundo Google (2007), a pesquisa de imagens é realizada da seguinte forma, O Google analisa o texto adjacente à imagem, na legenda da imagem e dezenas de outros fatores que determinam o conteúdo da imagem. O Google também utiliza algoritmos sofisticados para removerem duplicados e garantir que as imagens com maior qualidade aparecerão em primeiro lugar nos resultados. Neste sentido, percebe-se que este sistema de busca do Google, se baseia principalmente em uma busca por metadados, como pode ser observado na Figura 5.



Figura 2-5 Página inicial para busca de imagens no Google. (Google, 2007)

Ativando-se porem a busca avançada, observa-se então uma busca que se caracteriza como busca por conteúdo de imagem como explicitado na Figura 6.



Figura 2-6 Exemplificação de busca avançada no Google. (Google, 2007)

Esta busca se caracteriza como avançada pelo fato de se poder escolher o tamanho, tipo e coloração da imagem.

O retorno de imagens no Google é obtido através de um frame, como observado na Figura 7, que permite ao utilizador do sistema visualizar uma versão levemente maior dos resultados e fornecer a url (endereço) da imagem. Isto permite ao utilizador ver a imagem no contexto em que foi originalmente mostrada. (Google, 2007).

De acordo com Google (2007), pode-se procurar por mais de 330 milhões de imagens na Web utilizando a Pesquisa de Imagens do Google. No entanto, há muitas mais imagens na Internet que o Google ainda não acrescentou ao seu índice.

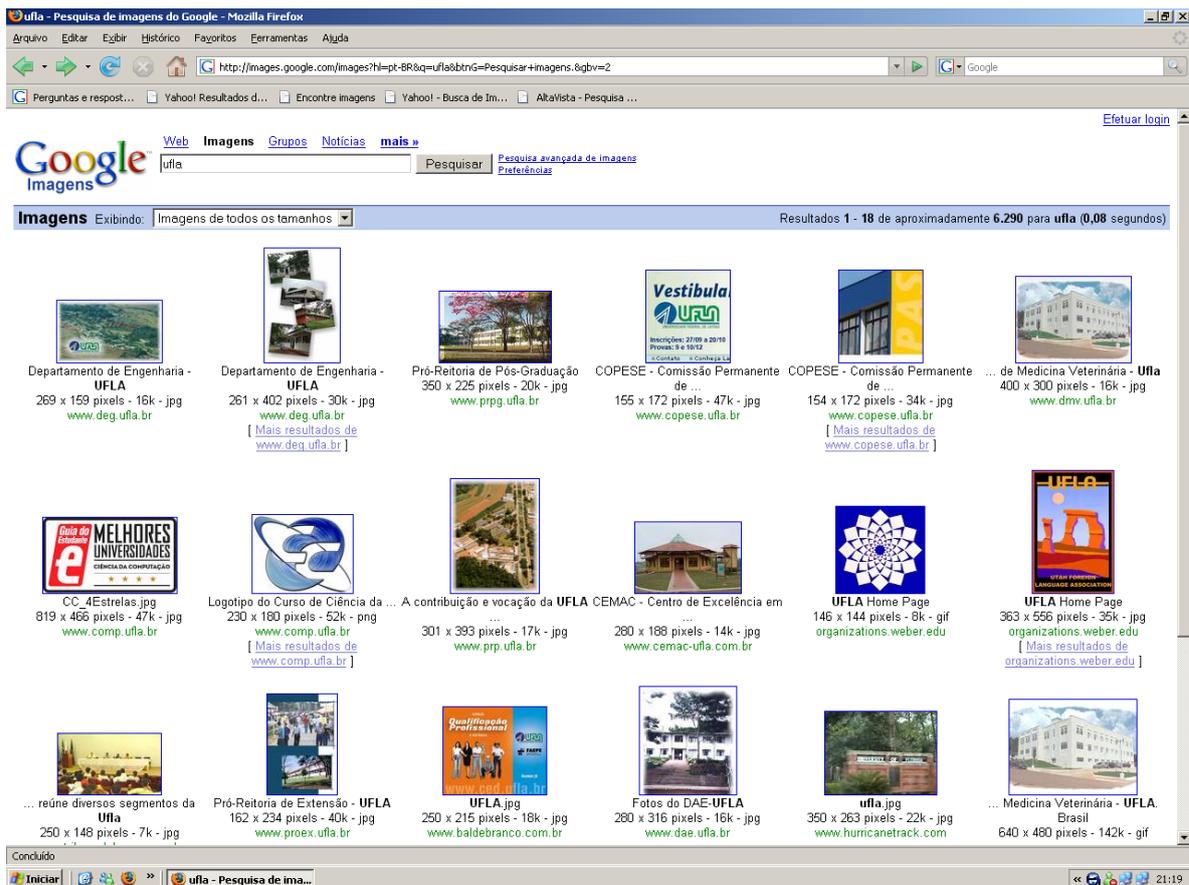


Figura 2-7 Resultado da busca para a imagem UFLA com o Google. (Google, 2007)

- **Sistema de Informação Multimídia para recuperação de documentos históricos do Arquivo Público Mineiro.**

O protótipo de sistema de informação multimídia desenvolvido por Andrade (2000), tem como finalidade principal, de ser um catalisador para um processo de informatização mais abrangente do Arquivo Público Mineiro.

O acervo do Arquivo Público Mineiro é dividido em coleções ou fundos. Existem vários tipos de coleções: textual, fotográfica, iconográfica etc.

De acordo com Andrade (2000), cada coleção, visando facilitar a pesquisa e de acordo com sua catalogação, é dividida em séries e subséries, sendo a divisão por séries cronológicas mais utilizadas. A coleção, bem como suas séries e subséries, é composta por documentos. Um documento é formado por ou mais de um "componente de documento" que pode ser um texto, uma imagem, um vídeo, uma gravação de áudio ou qualquer tipo de informação independente de sua mídia.

O diagrama de objetos mostrado na figura 8 ilustra essa situação. O sistema de informação multimídia implementado a partir desse modelo procura prover grande flexibilidade na consulta e recuperação de informações referentes às coleções de um arquivo público.

O sistema tinha como principal objetivo, motivar um projeto abrangente de informatização do Arquivo Público Mineiro, que buscasse compatibilizar novas tecnologias em Ciência da Computação, principalmente aquelas baseadas em bancos de dados multimídia e sistemas de informação multimídia, com as necessidades específicas de um arquivo público na conservação do acervo documental sob sua guarda e ao mesmo tempo torná-lo disponível ao público.

Resumindo a implementação deste projeto de informatização justifica-se por vários aspectos, mas os mais importantes foram: A preservação do acervo original de um arquivo público, evitando o manuseio direto dos documentos e seu extravio, facilidade na consulta ao acervo de documentos digitalizados através de diferentes métodos de pesquisa, permitindo o acesso por vários usuários simultaneamente e em locais geograficamente distintos, possibilidade de melhorar a qualidade dos documentos apresentados ao usuário ou realçar aspectos interessantes dos mesmos com a utilização de técnicas de processamento digital de imagens (PDI) como controle de brilho, contraste e realce de bordas, sem alterar o documento digitalizado original e a implementação de métodos de pesquisa alternativos como busca textual e utilização de palavras-chave, além da utilização usual de catálogos dentre outros. (Andrade, 2000).

Eis uma modelagem básica do sistema:

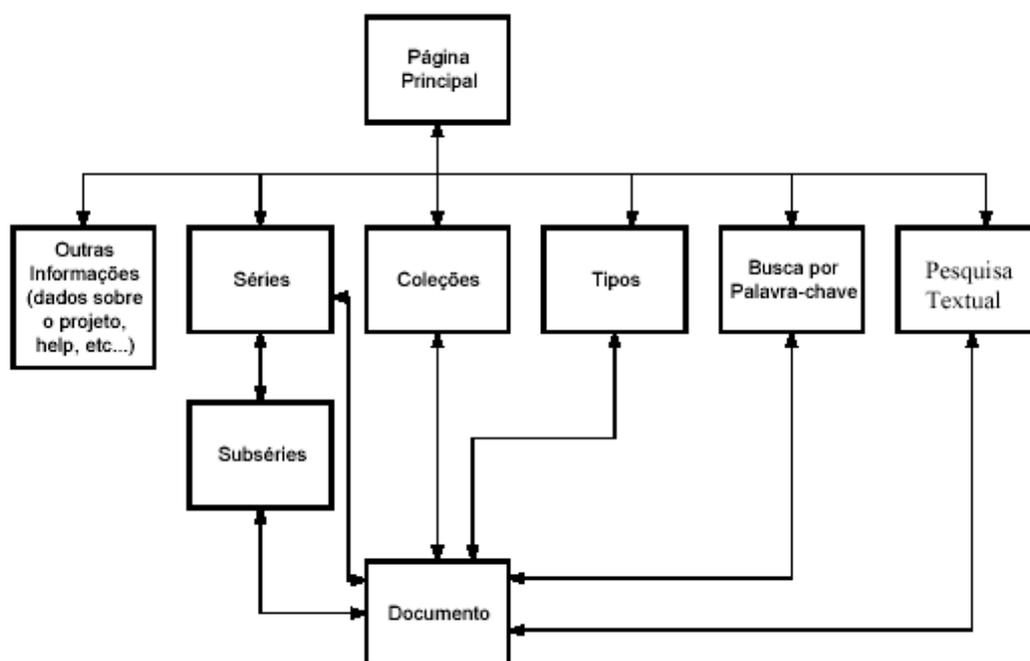


Figura 2-8 Modelagem básica do Sistema de Informação Multimídia para recuperação de documentos históricos do Arquivo Público Mineiro. Adaptado de Andrade (2000)

2.10 Visão Geral sobre o QBIC (*Query by Image Content*)

Neste tópico será feita uma abordagem sobre o Sistema QBIC™ (*Query by Image Content*), da IBM (*International Business Machines*), que é um Sistema de busca de imagens em um Banco de Dados. Para tanto devemos salientar que este sistema é uma ferramenta para gerenciamento e recuperação de imagens *on-line* de coleções digitalizadas. (Qbic, 2007).

Foram criadas então dois banco de dados de imagem para o QBIC. Um é um *Web site* conectado à *Home Page* do departamento que permite aos estudantes e ao público em geral o acesso das imagens dos desenvolvedores que trabalham no departamento de Davis na Universidade da Califórnia. O outro é uma versão que não esta disponível na *Web* que permite o acesso a um banco de dados de imagens de um terminal X da seção de arte da biblioteca.

As imagens frequentemente são difíceis de se descreverem precisamente por palavras, uma limitação controlada pela funcionalidade do QBIC de executar as buscas baseando-se com que essa imagem se parece.

O usuário pode executar as suas buscas baseando-se em imagens exemplos. Uma imagem do *thumbnail*, é então indicada e o sistema poderá então procurar por outras imagens com cor, textura ou disposição total similar à da imagem especificada. O usuário pode também utilizar-se de ferramentas gráficas para especificar características arbitrárias tais como um histograma da cor: 20% de uma máscara específica do azul, 30% de uma máscara verde. (Qbic, 2007).

A busca retornará resultados no formulário das imagens do *thumbnail* organizadas de ordem decrescente de acordo com a probabilidade de imagens compatíveis. Ou seja, a imagem com maior compatibilidade aparecerá primeiramente e a imagem com menor grau de compatibilidade aparecerá por último. Atributos de texto, tais como, nome do artista, podem ajudar a restringir a busca.

A versão *Web* do QBIC, financiada pela IBM, começou a ser pesquisada em 1993 quando o departamento começou a testar o QBIC em larga escala para um banco de dados de imagens de arte do departamento de bibliotecas da Universidade da Califórnia.

O departamento de arte da biblioteca da Universidade da Califórnia em Davis, dispõe atualmente de uma coleção de aproximadamente 200.000 documentos e de aproximadamente 90.000 reproduções montadas no banco de Dados. Essas coleções servem como um recurso visual base para a pesquisa e são organizada em ordem alfabética de acordo com o país, pela data quando cronologicamente, e alfabeticamente pelo artista.

O usuário pode optar por uma busca textual do sistema, Figura 9. Existe também um campo de pesquisa que serve para retornar buscas de trabalhos similares, “*texture similarity*”. Este tipo de busca pode ser executada deixando-se o espaço de busca textual em branco e ajustando a busca por característica de textura. Então o usuário poderá clicar sobre o botão o *thumbnail* de uma pintura de Hollowell que esteja indicada, por exemplo, e o software retornará imagens com texturas similares de todos os artistas do banco de Dados, Figura 10. (Qbic, 2007).

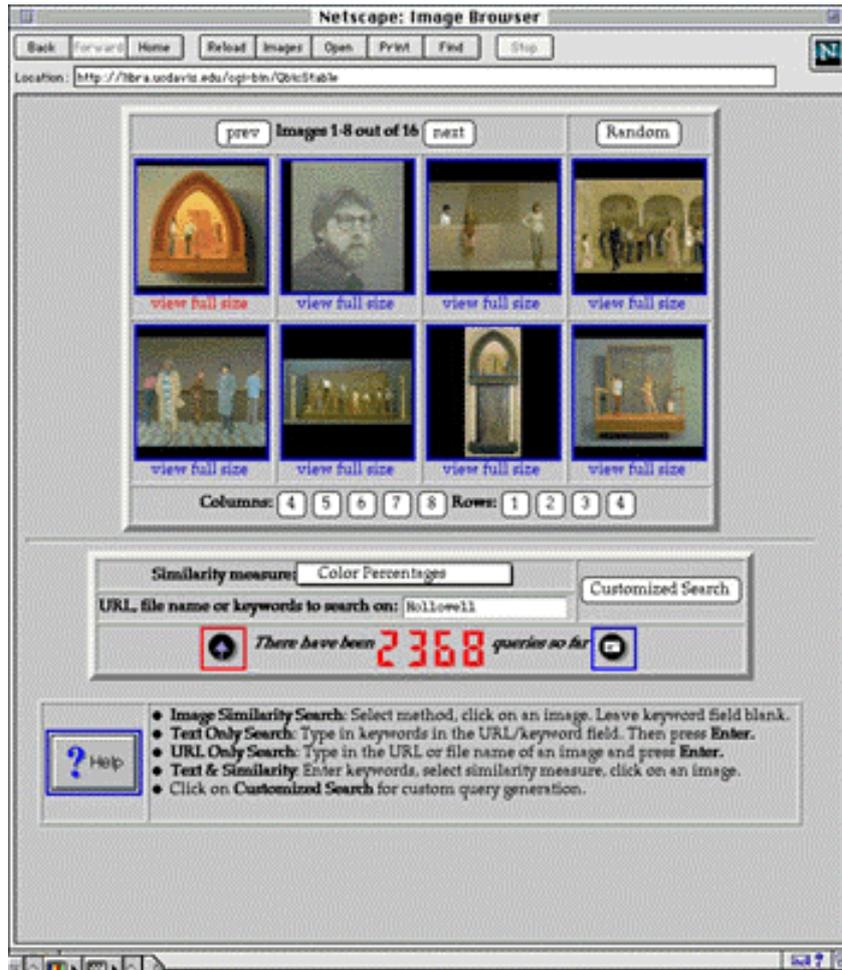


Figura 2-9 Demonstração de uma busca por texto Qbic (2007)

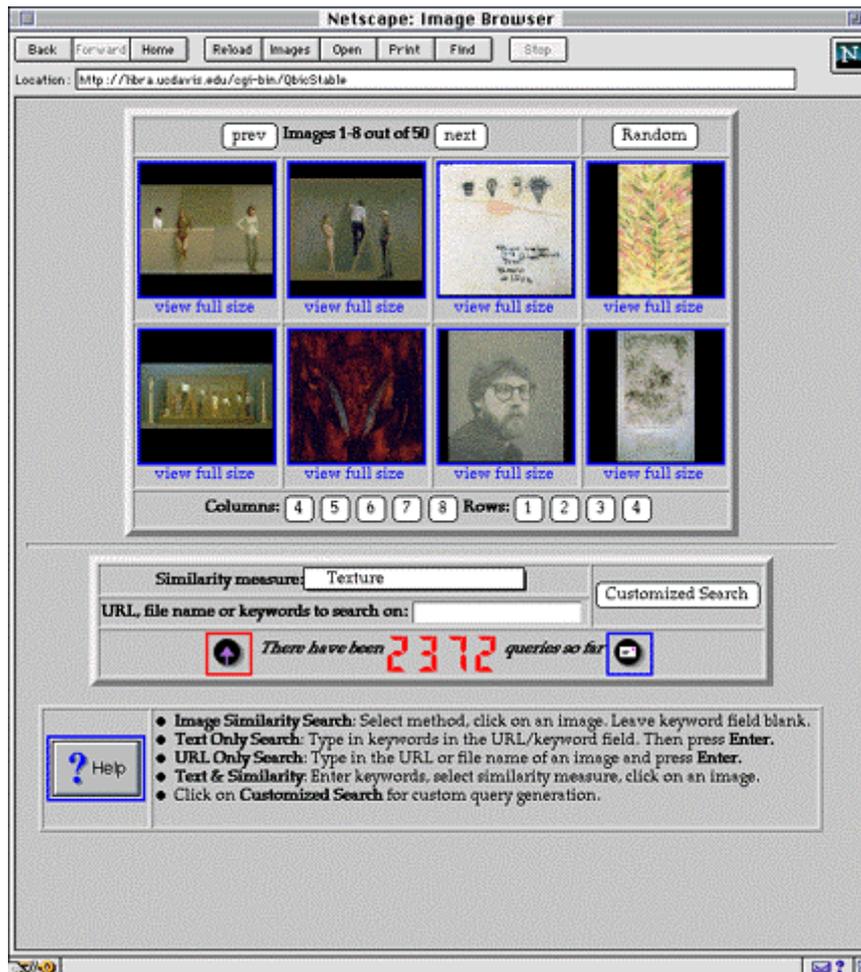


Figura 2-10 Demonstração de busca por similaridade Qbic (2007)

Pode-se realizar uma busca por cores clicando-se em “*customized search*”. Aparecerá uma janela “*Color picker parameters*” onde o usuário poderá designar as cores específicas e sua porcentagem para busca. O usuário pode escolher mascaras específicas de vermelho e de verde, por exemplo, e suas porcentagens em uma composição e serão obtidos no software tipos em ordem decrescente de acordo com o grau de compatibilidade, Figura 11.

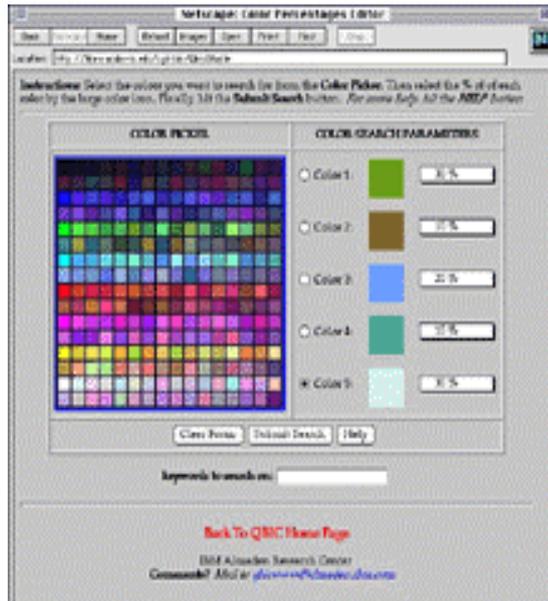


Figura 2-11 Janela dos parâmetros do Picker da cor Qbic (2007)

A opção “*color layout*” permite que o usuário selecione máscaras de uma ou mais cores e fornece ferramentas para extrair e preencher a fim de especificar o local e a quantidade para a busca Figura 12.

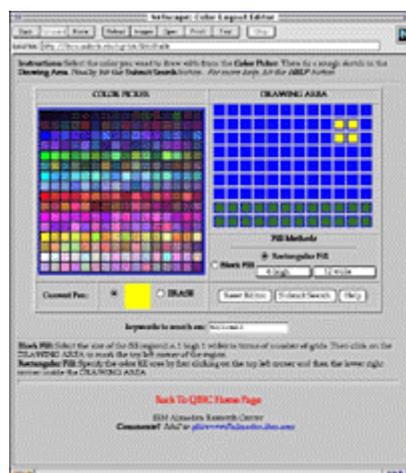


Figura 2-12 Busca utilizando “color layout” Qbic (2007)

O sistema trabalha bem com a verificação de soletração “*spelling check*”, ele pode processar uma palavra em um banco de dados apresentando uma escala de imagens e perguntado, “era isso que você queria, ou isto, ou isto?”. O sistema permite ao usuário o retorno de um grande numero de imagens em uma rápida sucessão, refinando assim a sua busca baseando-se no que aparece na tela.

Por fim, torna-se importante relatar que é muito mais atraente para os usuários serem orientados visualmente, do que serem orientados por uma forma textual, tendo em vista que, pode ser mais difícil para o usuário descrever as qualidades visuais exatas que estão procurando.

3 CONCLUSÃO

3.1 Considerações Finais

Neste capítulo tem-se uma análise entre os métodos de tratamentos de imagens em um banco de dados. Essa análise será realizada para o confronto entre busca por conteúdo e busca por metadados. Como fora demonstrado, as citações dos autores delataram que a busca de imagens por conteúdo é uma forma de se buscar um dado através de seu conteúdo de imagem, enquanto que busca por metadados se caracteriza por uma forma de se buscar dados através de palavras-chave.

O presente trabalho, por intermédio da pesquisa bibliográfica realizada, observa-se que existem muitas dificuldades para o tratamento de imagens, primeiramente no que se diz respeito a banco de dados, como fora demonstrado no Referencial Teórico, sabe-se que os Sistemas Gerenciadores de banco de dados ainda não atingiram um amadurecimento aceitável para tratar de dados com teor de complexidade maior, ou que processem uma grande gama de operações.

Logo, subentende-se que para tratamento de dados com teor multimídia como, por exemplo, dados do tipo imagem, foi considerado pelos autores citados como um dos dados mais difíceis de serem gerenciados em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados.

Sabendo que metadados são conceituados como dados sobre dados, ou seja, uma palavra-chave referencia um dado qualquer, o trabalho de se referenciar palavras-chave a uma imagem pode ser superado. Um exemplo desse sistema pode ser observado na anteriormente, onde a ambigüidade das descrições continua a ser um problema, pois uma imagem qualquer, ou dado qualquer pode estar referenciado por mais de um metadado em um mesmo momento.

Este problema deve ser tratado durante a sua indexação, que é feita por uma equipe de pessoas. Eis um grande problema, uma vez que essa indexação é feita por uma equipe, mesmo sendo ela uma equipe especializada, pode haver um fato interessante o qual cada membro desta equipe, ou mesmo dois destes membros, interpretem uma mesma imagem de uma forma diferente.

Para os formatos de metadados conhecidos tem-se o *Dublin Core* como o formato menos estruturado e mais flexível. A sua sintaxe propicia um conjunto de 15 elementos

padrões que permitem a inclusão de elementos adicionais, atendendo assim as particularidades de cada usuário.

Tem-se também que seu formato é utilizado para descrever uma variedade de recursos da internet, com o objetivo de ser um meio de procura de informações e de comunicação para os mesmos.

Sabe-se que já existem sistemas de recuperação de imagens automáticos que utilizam a característica da imagem. Porém este sistema ainda não é completamente confiável apenas por meio desta especificação, pois ao se descrever uma imagem existem maiores tratamentos a serem feitos, logo ele falha neste quesito.

Uma busca por conteúdo pode ser executada de algumas formas, desde que se utilizem o próprio conteúdo da imagem para que ela se realize. Esta busca também pode ser baseada em texto, mas como visto, não é muito confiável para a uma busca de imagens com um teor de complexidade maior, então ela se baseia principalmente em formas como: cor, textura e forma.

Ainda para este sistema de busca de imagens observa-se que um dos seus maiores problemas é que sistemas tradicionais de busca trabalham apenas com o conceito de igualdade. O que não se torna muito útil quando se trata de uma busca de imagens, logo este tipo de busca deve, quando abordada para imagens, se referenciar com operadores de similaridades e não de igualdades.

Analisando ambas as partes observa-se na Tabela 4, algumas comparações entre essas duas formas de gerenciamento de imagens em um banco de dados de imagem.

Tabela 3-1 Análise entre busca de imagens por metadados e busca de imagens por conteúdo em um banco de dados. (Elaborado pelo Autor)

	BUSCA POR METADADOS	BUSCA POR CONTEÚDO
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de referencia mais simples; • Amplamente utilizada em Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados via Web; 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de se buscar uma imagem baseado em seu conteúdo; • Possibilidade de busca de imagens com características mais complexas;
DESVANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionamento da imagem à palavra-chave, pode ser ambíguo, uma imagem pode estar relacionada a mais de uma palavra-chave; • Difícil tratamento para dados com teor de complexidade maior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pode ser realizada por conteúdo textual. • Dificuldade para buscas em sistemas tradicionais; • Dificuldade para busca em sistemas que utilizam o conceito de igualdade entre imagens; • Dificuldade para implementação de seus algoritmos.

Através da análise nesta tabela pode-se então perceber que existem vantagens e desvantagens para os dois tipos de busca a imagens, portanto seria imprudente afirmar qual método de recuperação é melhor. Podendo apenas afirmar qual método de busca de imagens será mais adequado de acordo com a complexidade do problema.

3.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

A partir deste trabalho e de um melhor entendimento sobre banco de dados de imagem poder-se-ia então utilizar os conceitos e ilustrações apresentadas para uma implementação de um sistema de armazenamento de dados e gerenciamento de imagens.

Um exemplo para implementação poderia ser observado na construção de um sistema de controle de entrada e saída de produtos que pudesse armazenar imagens e fazer uma busca por conteúdo e por metadado.

Este sistema deveria ter um campo de inserção de imagem para que o usuário pudesse realizar as buscas por meio de imagens exemplos. O retorno das imagens se basearia na similaridade entre as imagens encontradas. As que apresentassem maior porcentagem de similaridade seria a imagem mais adequada para o retorno ao usuário, dentre uma grande quantidade de imagens retornadas.

Para implementação sugere-se a utilização de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados de Imagem Multimídia (SGBDMM), uma vez que, o suporte para este tipo de dados é muito bem tratado.

Sugere-se também a utilização de uma linguagem Web para que o usuário pudesse fazer uma pesquisa no banco de dados através da internet.

Tendo em vista então as ferramentas que poderiam ser utilizadas e os conceitos aprendidos neste trabalho, nota-se que se teria uma grande probabilidade de sucesso para o sistema modelado.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADJEROH, D. A., NWOSU, K. C. *Multimedia Database Management –Requeriments and Issues*. *IEEE Multimedia*, v. 4, n. 3, jul.-set. 1997, p. 24-33.

ANDRADE, N.S., & ARAÚJO, A. de A. **Multimídia para acesso a acervos históricos**, Revista iP-Informática Pública, Belo Horizonte, MG, Brazil, vol. 2, no. 1, ISSN no. 1516-697X, 2000, pp 49-66.

ANDRADE, N. S. de **Sistemas de Informação Multimídia**. Dissertação de mestrado junto à Fundação João Pinheiro/ M.G. e UFMG. Belo Horizonte 1998. 70 p.

BATISTA, L. B. **Aprendizagem e Recuperação de Imagens utilizando Mapas Auto-Organizáveis e Representação Log-Polar**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, Paraíba, 2004

CARDOSO, O. N. P. **Banco de Dados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003.

CARVALHO, A. A.; **Estudo e Implementação de Algoritmos Clássicos para Processamento Digital de Imagens**. Projeto de monografia. UFLA – Lavras 2003

CODD, E. F. *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*. *Communications of the ACM*, V. 13 n.6, 1970.

DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de banco de Dados**, Editora Campus, 2004

DAVID, M. M. *Multimedia Databases*. *Database Programming & Design*, v. 10, n. 5, may 1997, p. 26-35.

DUBLIN CORE METADADA INITIATIVE. *Dublin Core metadada element set, version 1.1: reference description*. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/dces/>> Acesso em: 09 nov.2001.

ELMASRI, R. & NAVATHE, S. B. **Sistemas de Banco de Dados** 4ª Edição, São Paulo: Addison Wesley, 2005.

ERCEGOVAC, Z. *Introduction. Journal of the American Society for Information Science*, v.50, n.13. 1165-1168, 1999.

GARCIA, S. S.; **Metadados para Documentação e Recuperação de Imagens**. Instituto Militar de Engenharia - IME; Rio de Janeiro – RJ 1999

GEY, F. *Models in Information Retrieval. Folders of Tutorial Presented at the 19th ACM Conference on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR)*, 1992

GONZALEZ, R.C., WINTZ, P., *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, 2nd Ed., 1977.

GOOGLE, disponível em: <[http:// http://images.google.com.br/intl/pt-BR/help/faq_images.html](http://http://images.google.com.br/intl/pt-BR/help/faq_images.html)> Acesso em 28 Fev 2007.

GROSKY, W. I. *Managing Multimedia. Communications of ACM*, v. 40, n. 12, dec. 1997, p. 73-80.

GROSKY, W. I., Mehrotra, R. *Image Database Management. IEEE Computer*, v. 22, n. 22, dec. 1989, p. 7-8.

GUERRA, D.C.; ZAMBAN, L.B.; SANTOS, M.S. dos - **Bancos de Dados Objeto – Relacionais**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/Faculdade de Informática. Acessado em 22 de Fevereiro de 2007.

HARE, J. S., “*Saliency for Image Description and Retrieval*”. *Ph.D. Thesis, Faculty of Engineering, Science and Mathematics, School of Electronics and Computer Science, University of Southampton*. Southampton, Hampshire, England, 2006.

JAIN, A.K., *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall, 1989.

JAYANT, N.S., Noll, P., *Digital Coding of Waveforms, Principles and Applications to Speech and Video*, Prentice-Hall, 1984.

LANGIANO, B. C. **Um mecanismo para automatizar a criação dos metadados das imagens de bibliotecas digitais e prover buscas por conteúdo**. Dissertação de mestrado junto à Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2005. 58 p.

LIM, J.S., *Two-Dimensional Signal and Image Processing*, Prentice-Hall, 1990.

MELO, R. N. **Bancos de dados não convencionais: a tecnologia do BD e suas novas áreas de aplicação**. Unicamp Campinas: VI Escola de Computação, 1998.

MEYER, W. **Metodologias para classificação de texturas e consulta a base de imagens**. Master's thesis, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 1997.

MURRAY, J. D. & VANRYPER, W. - "*Encyclopedia of Graphics File Formats*" – 2ª edição, O'Reilly & Assoc., 1996, 1120p.

NETO, E.W. **Administração de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Objeto Relacional em Ambiente Distribuído**, URL:
<http://www.mestradoinfo.ucb.br/Aluno/eneto/sbd/sgbdor.htm>, 2000.

NEVES, D. L. F. **PostgreSQL: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Érica, 2002.

QBIC, *Query By Image Content*, desenvolvido pela Universidade da Califórnia, Davis, disponível em: <<http://www.asis.org/annual-97/holt.htm>> 2007, IBM Corporation. Acesso em 01 Març 2007.

ROSETTO, M.; NOGUEIRA, A. H. **Aplicação de elementos metadados Dublin Core para descrição de dados bibliográficos on-line da biblioteca digital de teses da USP**.

In: Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias, 12, 2002, Recife. **Anais**.Recife: UFPE, 2002.

RUDEK, M. **Uma Abordagem para Indexação e Recuperação Automática de Imagens Baseada em Vetor de Comportamento para Automação Industrial**. PUC PR. Curitiba, In: V Simpósio de Automação Inteligente, SBAI, Gramado. 2001.

SILVA JR., N.I. **Um Sistema de Compressão de Imagens Aplicado a Documentos Históricos**. 1993. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - UFMG. Orientador: Araújo, A. de A.

SMEULDERS, A. W. M., WORRING, M., SANTINI, S., GUPTA, A., and Jain, R.. **Content-Based Image Retrieval at the End of the Years**. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(12):1349-1380. 2000.

TAMER, O. M. **A new foundation**. *Database Programming & Design*, v. 10, n. 3, p. 38(5), mar, 1997.

TEIXEIRA, C. M. S.; SCHIEL, U. **A Internet e seu impacto nos processos de recuperação da informação**. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 26, n. 1, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651997000100009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 Fev 2007.

TORRES, R. S., MEDEIROS, C. B., FALCÃO, A. X.; **Ambiente de Gerenciamento de Imagens e Dados Espaciais para Desenvolvimento de Aplicações em Biodiversidade**. Instituto de Computação - Universidade Estadual de Campinas. 2005

YAHOO, disponível em: <<http://br.search.yahoo.com/images?ei=UTF-8&fr=FP-tab-web-t340&p=>> acesso em 28 Fev 2007.

ZIV, J., LEMPEL, A., **Compression of Individual Sequences via Variable-Rate Coding**, *IEEE Trans. on Information Theory*, pp. 530-536, 1978.