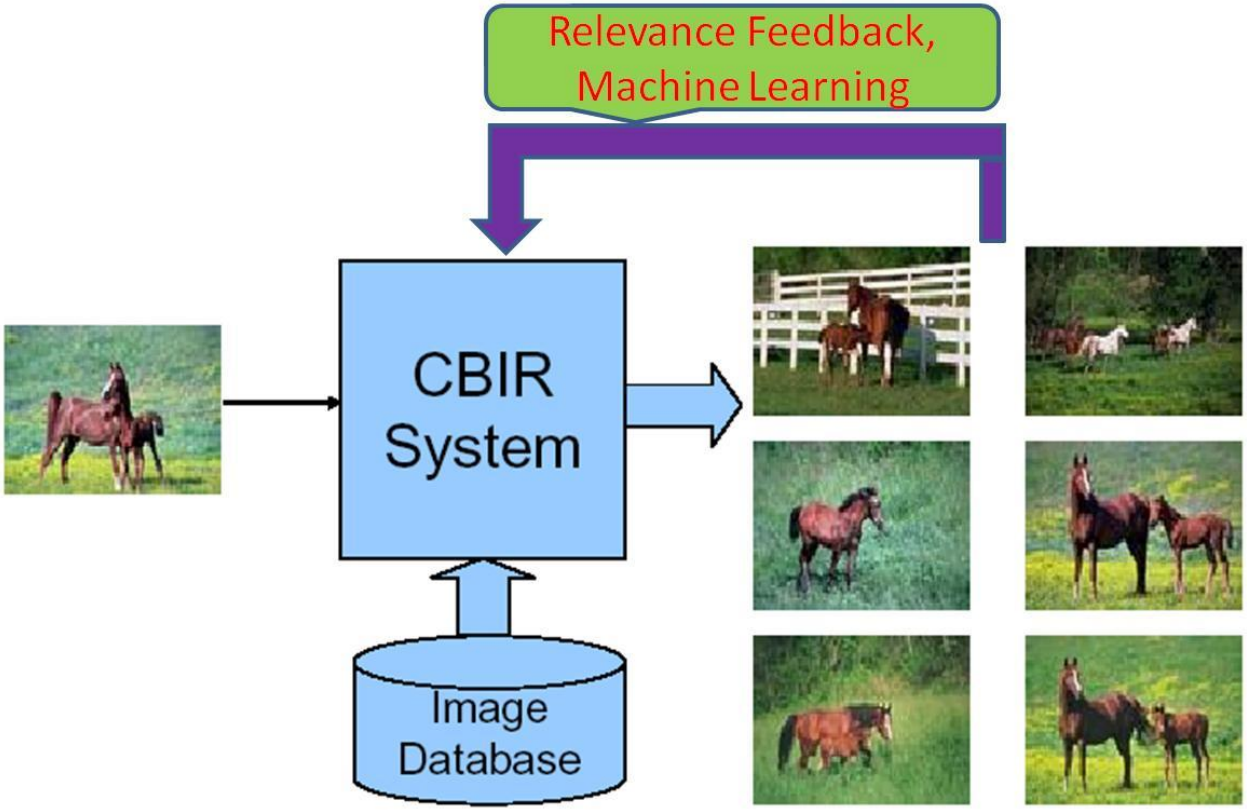
Indexação e Recuperação de Imagens por Conteúdo

Cleigiane Lemos
Josivan Reis
Wendeson Oliveira

Content-based Image Retrieval (CBIR)



Roteiro

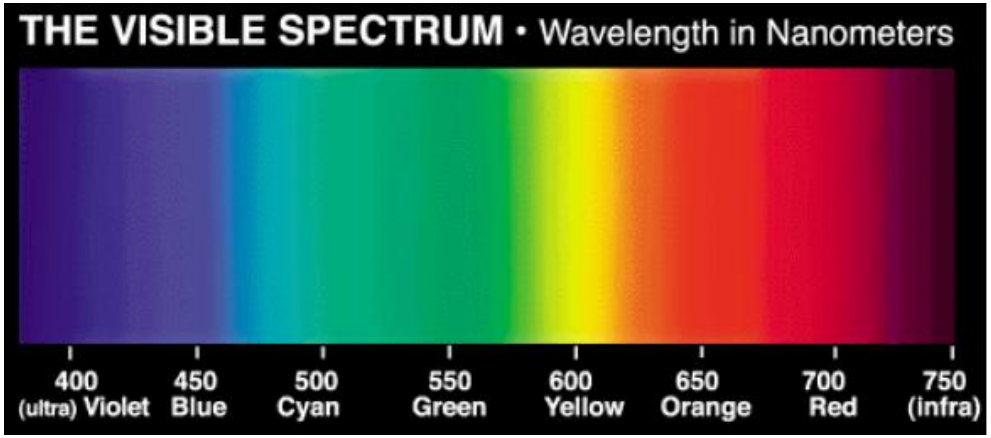
- Introdução
- Arquitetura
- Extração de Características
- Indexação
- Medidas de Similaridades
- Avaliação da qualidade
- Desafios
- Sistemas

Introdução

- Nós somos “criaturas visuais”;
- A maior parte das informações que adquirimos vem dos nossos olhos
- Cerca de 90 a 95% da informação que usamos no dia-a-dia vem do sistema visual

Introdução

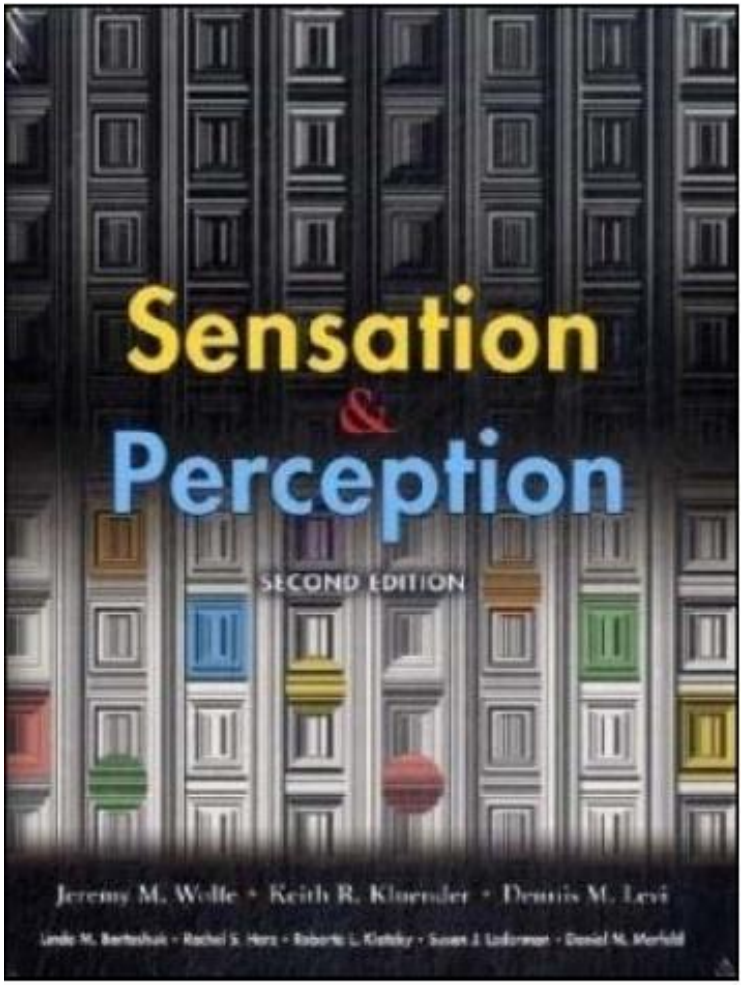
- Nossa visão depende de dois olhos frontais que detectam luz dentro de um conjunto específico de comprimentos de onda
  - Azul ao vermelho
  - Derivado dos primatas



Introdução

- Algumas culturas fixam sua atenção em um (ou poucos) objetos que estão no primeiro plano, ignorando os arredores
- Outras prestam mais atenção na cena completa e nos detalhes do background, notando a presença de objetos no primeiro plano, mas sem devotar muita atenção em seus detalhes
- Também o reconhecimento de um objeto em uma cena diminui (ou aumenta) nossa atenção (ou foco)

Introdução


Sensation
&
Perception
SECOND EDITION
Jeremy M. Wolfe • Keith R. Kluender • Dennis M. Levi

Introdução

- Com o crescimento dos diversos dispositivos de aquisição de imagens em meios digitais, tanto para uso pessoal quanto equipamentos de uso profissional, surgiu a necessidade do desenvolvimento de técnicas de recuperação;
- Na década de 80 é considerada a etapa inicial dos estudos envolvendo CBIR;

Introdução

- As imagens digitais, entretanto, constituem dados complexos cujo conteúdo pode ser interpretado de diversas maneiras. Com isso podemos levantar diversos questionamento, exemplo:
  - Como interpretar ou representar o conteúdo de uma imagem?
  - Quais medidas que podem caracterizar adequadamente este conteúdo?
  - Como recuperar imagens de um grande repositórios utilizando o conteúdo extraído?
  - Como estabelecer um critério de similaridade entre estas imagens?

Introdução

- Exemplo
  - Um médico diante de um exame pode querer consultar outros exames parecidos com a intenção de reforçar o seu parecer clínico sobre um caso em análise;
  - Um hospital-escola, os alunos de medicina podem recuperar imagens similares de diversos pacientes visando compreender o padrão de uma determinada doença.

Introdução

- Os sistemas de recuperação de imagens baseado em conteúdo (CBIR) permitem a recuperação de imagens utilizando características como:
  - Cor;
  - Textura;
  - Forma.

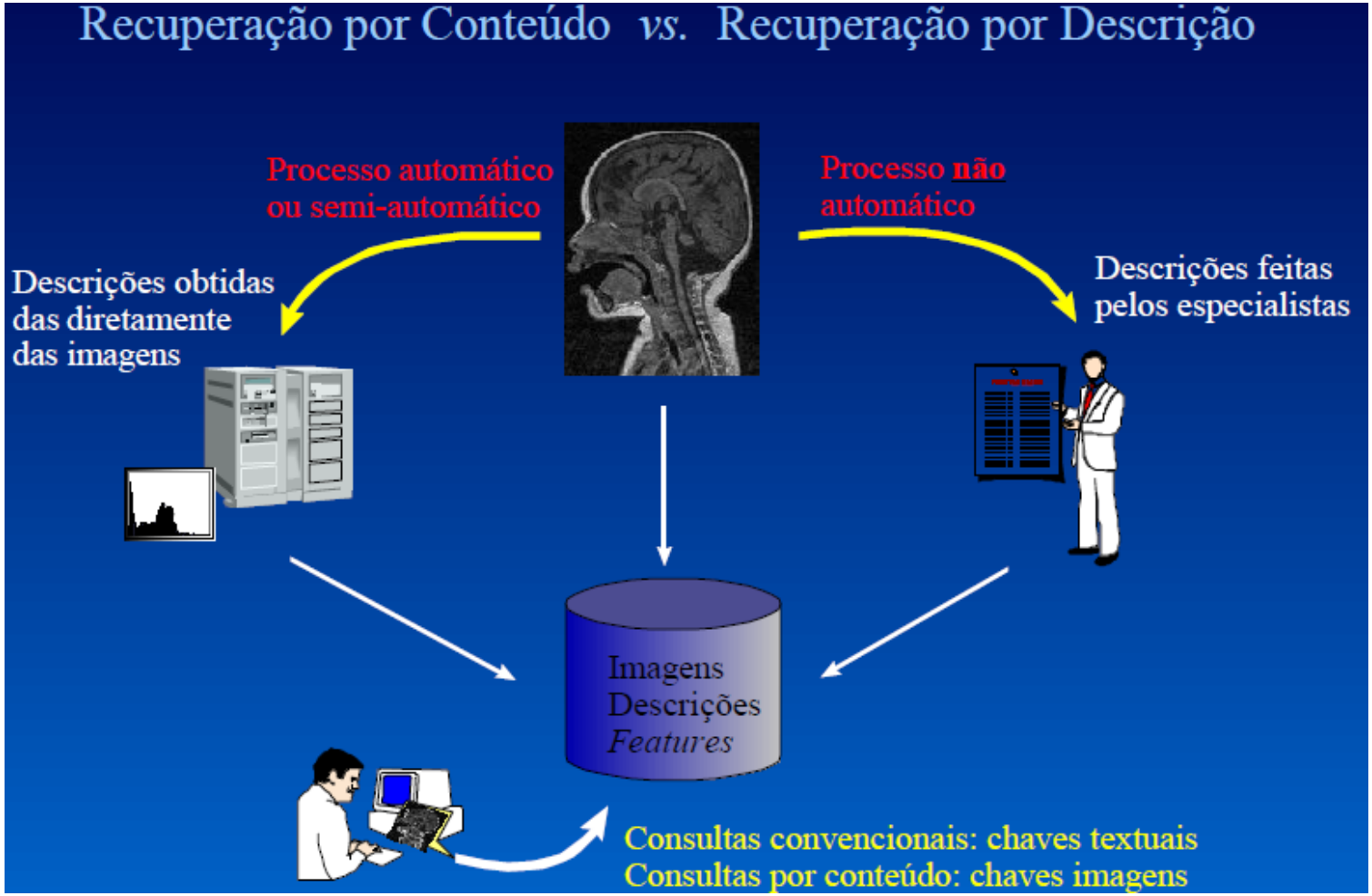
Introdução

- A pesquisa em CBIR pode ser classificada em três tipos:
- Recuperação por desenho (sketch): neste tipo de pesquisa, o usuário esboça uma imagem aproximada daquilo que ele deseja recuperar;
- Recuperação por exemplos (QBE – Query By Example): é a forma mais comum nos sistemas atuais. Nela, o usuário fornece uma imagem de exemplo, similar à qual ele deseja recuperar;

Introdução

- Busca Parametrizada: O usuário fornece parâmetros de busca que descrevem a imagem. Por exemplo, ‘buscar imagens com 60% de vermelho e 40% de verde’.

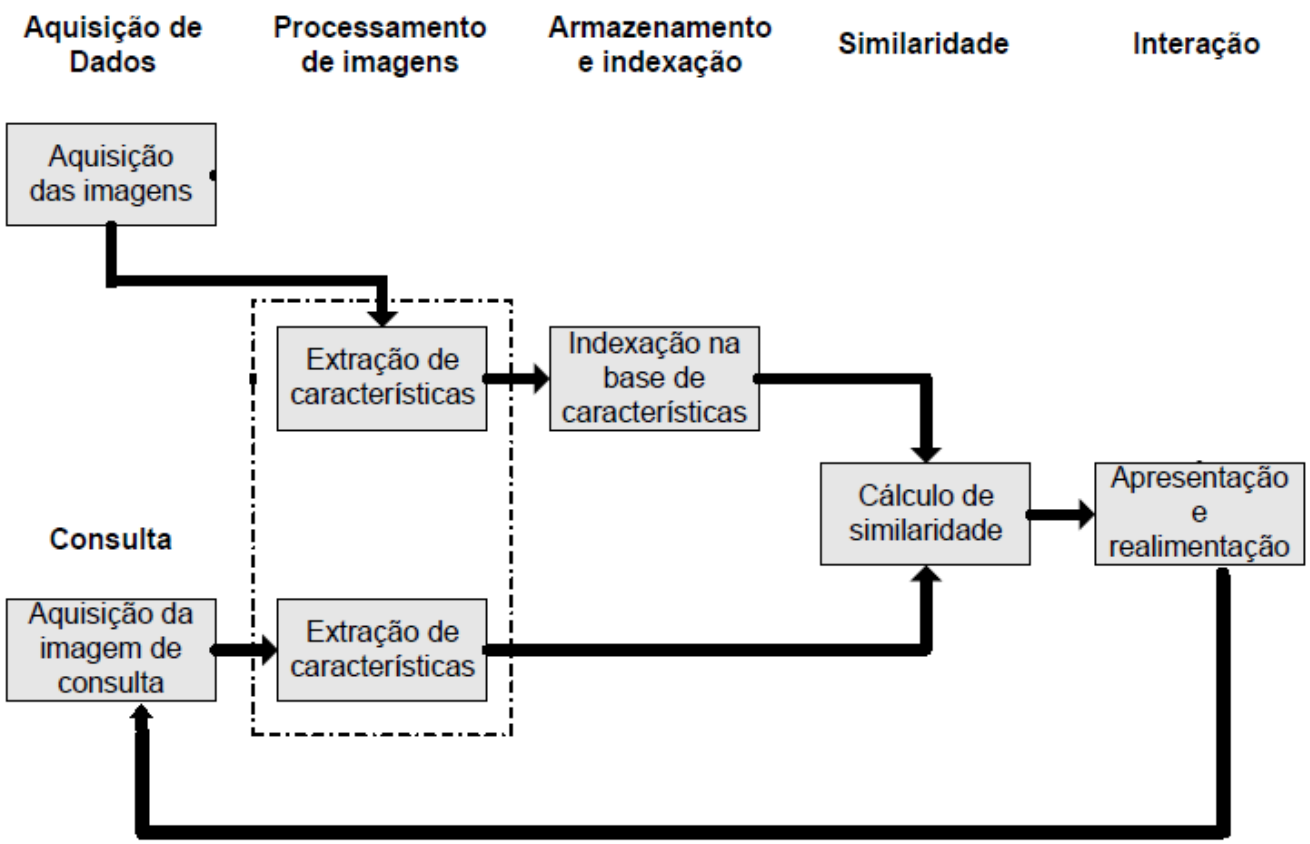
Introdução


Recuperação por Conteúdo *vs.* Recuperação por Descrição
Processo automático ou semi-automático
Processo **não** automático
Descrições obtidas das diretamente das imagens
Descrições feitas pelos especialistas
Imagens
Descrições
Features
Consultas convencionais: chaves textuais
Consultas por conteúdo: chaves imagens

Arquitetura

- Os sistemas de recuperação baseada em conteúdo são sempre compostos dos seguintes módulos:
- Interface gráfica de consulta
- Sistema de armazenamento e indexação de dados
- Medida de similaridade
- Extração de características e
- Sistema de recuperação (retrieval engine).

Arquitetura



Extração de Características

- Característica é uma função de uma ou mais medidas, calculadas de forma que quantifique alguma propriedade de um objeto.

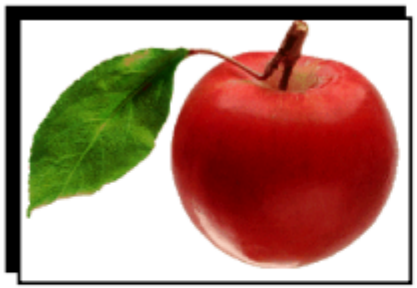


Imagem Original

Extração de Características

Vetor de Características

X1
X2
•
•
•
XN

Extração de Características

- Tipos de consultas por conteúdo:
  - Tipo 1 - Extração de características primitivas;
    - “Encontre imagens semelhantes a uma dada imagem”
  - Tipo 2 - Características derivadas com algum grau de inferência lógica
    - “Encontre imagens de bicicletas”
  - Tipo 3 - Características abstratas que envolve raciocínio sobre a intenção do usuário
    - “Encontre imagens de pessoas alegres”

Extração de Características

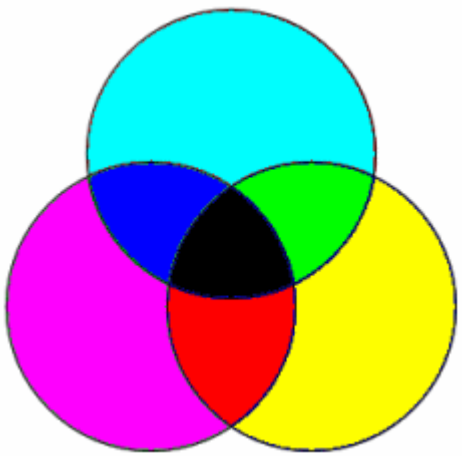
- Cor
  - Características baseadas em cor são as mais utilizadas em recuperação por conteúdo;
  - As cores podem ser representadas em diferentes sistemas. Entre eles:
    - RGB (red, green, blue) que é um modelo que mapeia diretamente as características físicas do dispositivo de exibição;
    - HSI (hue, saturation, intensity) que reflete mais precisamente o modelo de cores para a percepção humana.

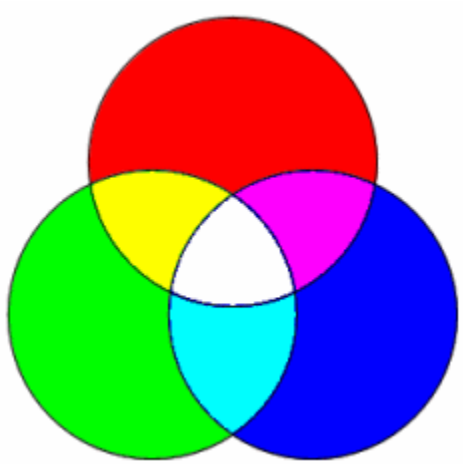
Extração de Características

- Cor

Escala de cinza

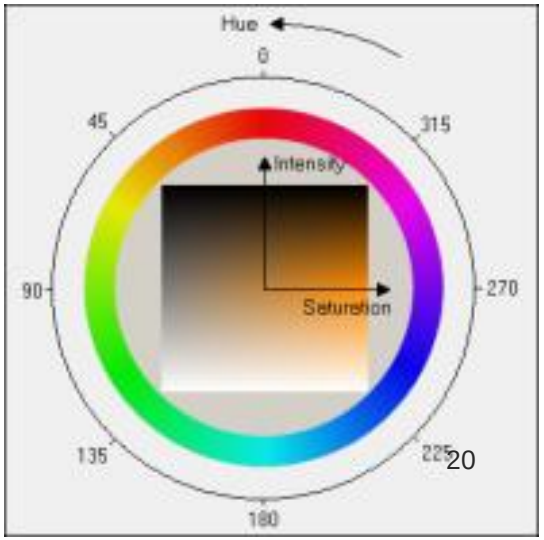
CMYK





RGB

HSI

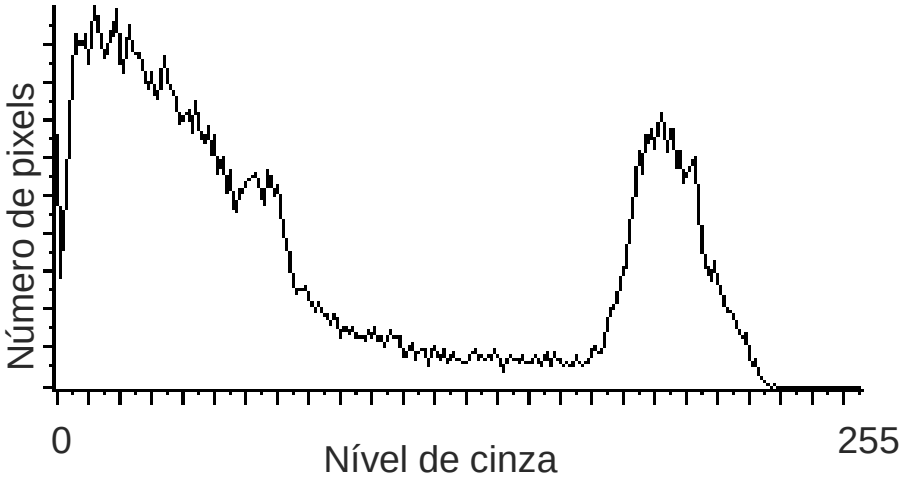


Extração de Características

- Cor
  - Histograma
    - Os histogramas são uma das formas mais usuais de medir a distribuição estatística de cores da imagem e a quantidade de pixel existente para cada cor, pois o cálculo é computacionalmente simples e barato e o histograma não é alterado caso ocorram pequenas alterações.

Extração de Características

- Cor
  - Histograma



Extração de Características

- Cor
  - Histograma
    - Desvantagens
      - Não apresenta informação sobre a distribuição espacial das cores. A solução é usar vetor de coerência, correlograma de cor, entropia da distribuição de cores, etc.
      - É necessário grande espaço em memória para seu armazenamento. Uma das soluções é usar histograma métrico.

Extração de Características

- Textura
  - Textura é um atributo que representa o arranjo espacial dos níveis de cinza dos pixels em uma região
  - Entre as técnicas para a extração de características de textura estão os filtros de Gabor e as Transformadas de Wavelets.
  - Esses métodos tentam capturar partes da imagem com relação à mudança de direção e escala, e são muito úteis para imagens ou regiões com texturas homogêneas.

Extração de Características

- Textura





Extração de Características

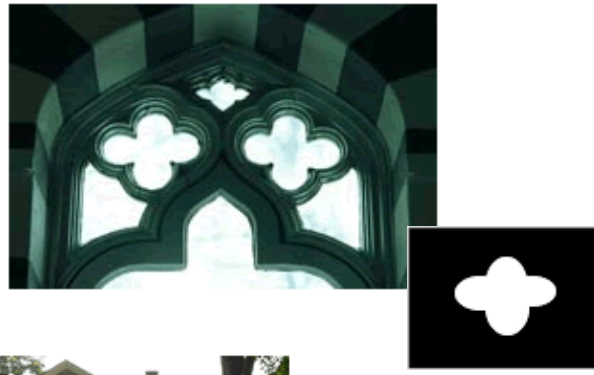
- Textura
  - A extração de características de textura pode ser feita por um histograma, porém não se deve analisar somente a distribuição de intensidade de cores da imagem, mas também as posições relativas aos “pixels” com valores de intensidade iguais ou similares.

Extração de Características

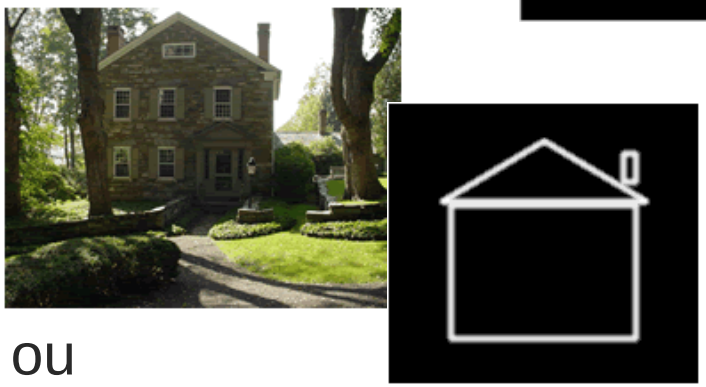
- Textura
  - O histograma de segunda ordem (matriz de co-ocorrência) é uma representação da distribuição de probabilidade de ocorrência de um par de valores semelhantes separados por uma distância.
  - A estatística desse histograma, como por exemplo, entropia, inércia e energia, correlacionam-se com as estruturas da imagem.

Extração de Características

- Forma
  - Toma como base a estrutura física dos objetos da imagem. Utiliza segmentação.

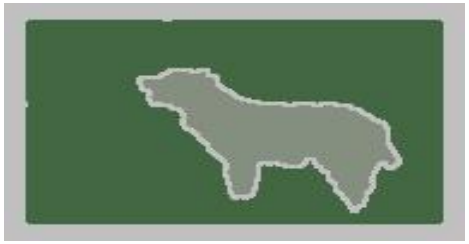


  - Segmentação
    - processo de dividir uma imagem digital em múltiplas regiões (conjunto de pixels) ou objetos;
    - O objetivo é extrair objetos da imagem.



Extração de Características

- Forma
  - Segmentação



Extração de Características

- Forma
  - Após a segmentação, os segmentos resultantes podem ser descritos como vetores de características de forma que podem ter dimensão fixa ou variável.
  - Métodos:
    - Curvature scale space;
    - Momentos de Zernike;
    - Transformada de Fourier.

Técnicas de indexação multidimensional

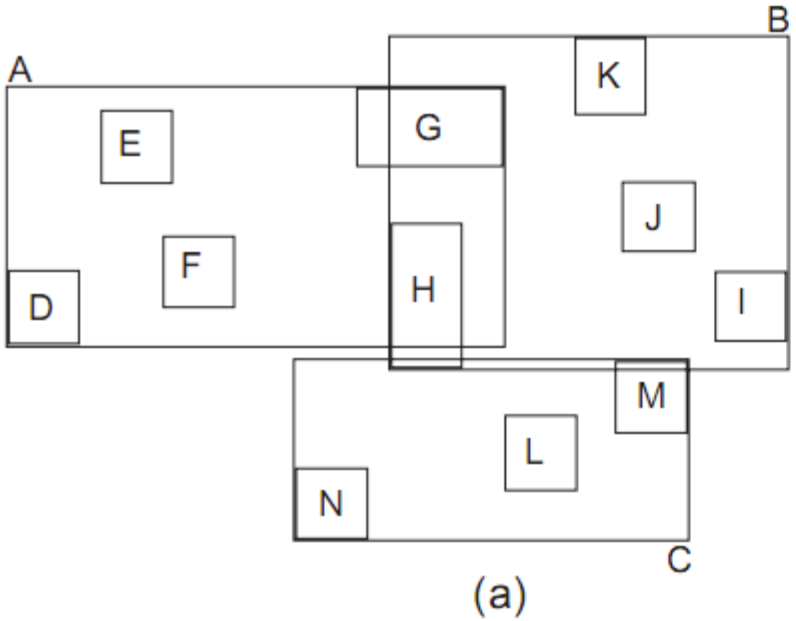
- Entre as técnicas de indexação multidimensional destacam-se:
  - Bucketing algorithm;
  - Kd-tree;
  - Priority k-d tree;
  - Quad-tree,
  - KD-B tree,
  - HB-tree;
  - R-tree e suas variantes RC-tree e R^+-tree

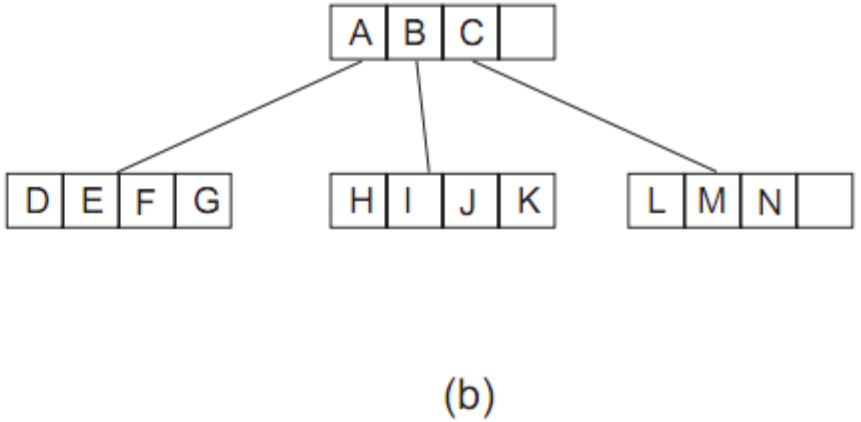
Técnicas de indexação multidimensional

- R-Tree
  - O método R-tree é uma estrutura hierárquica baseada no método B-tree que permite a organização dinâmica de um conjunto de elementos geométricos de dimensão *d* pela representação de retângulos envolventes mínimos.

Técnicas de indexação multidimensional

- R-Tree





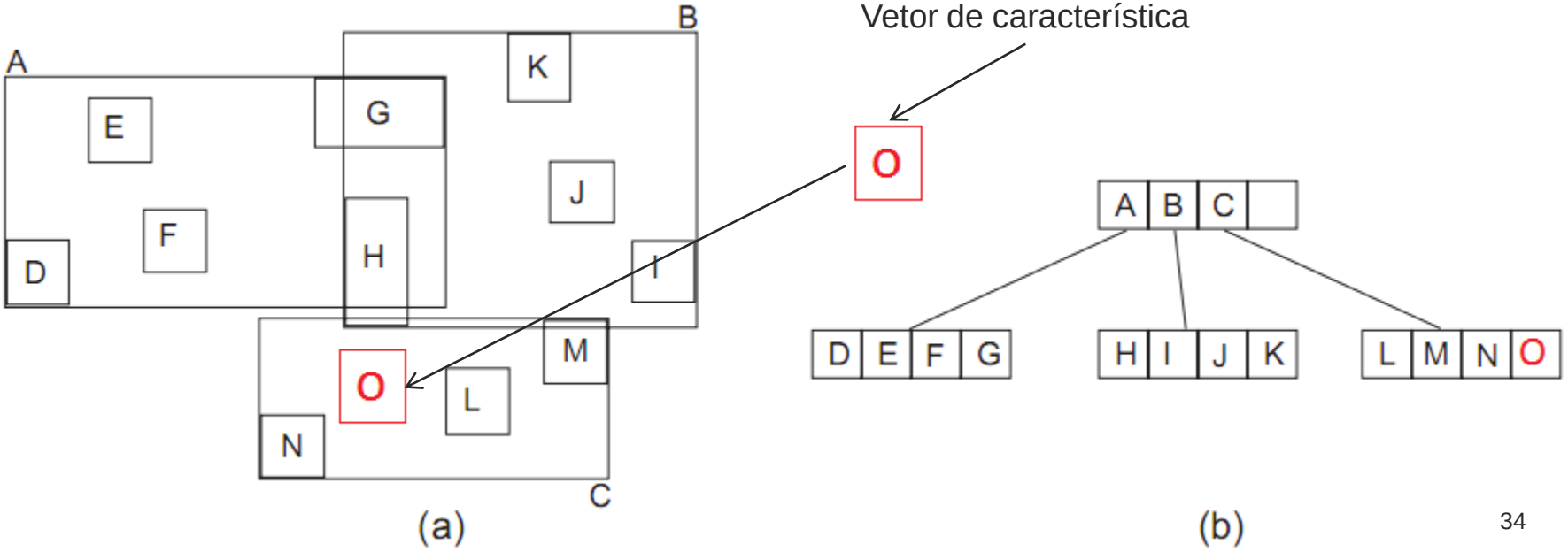
Distribuição espacial

Estrutura lógica

Técnicas de indexação multidimensional

- R-Tree
  - Inserção

Vetor de característica



Medidas de Similaridade

- Distância Euclidiana

$$E(x,y) = \sqrt{\sum_{a=1}^{n}(x_a - y_a)^2}$$

- Euclidiana Normalizada

$$En(x,y) = \sqrt{\sum_{a=1}^{n}\left(\frac{|x_a - y_a|}{\max(a) - \min(a)}\right)^2}$$

- Manhattan (city-block)

$$D(x,y) = \sum_{a=1}^{n}|x_a - y_a|$$

- Chebychev

$$D(x,y) = \max_{a=1}^{n}|x_a - y_a|$$

- Camberra

$$D(x,y) = \sum_{a=1}^{n}\frac{|x_a - y_a|}{|x_a + y_a|}$$

Medidas de Similaridade

- Distância de Hamming

$$H(x, y) = \sum_{a=1}^{n} h_a(x_a, y_a) \qquad h_a(x_a, y_a) = \begin{cases} 1, & se\ x_a \neq y_a \\ 0, & se\ x_a = y_a \end{cases}$$

- VDM –*Value Difference Metric*
  - Semelhança entre as distribuições das classes

$$VDM(x, y) = \sqrt{\sum_{a=1}^{n} vdm_a(x_a, y_a)}$$

$$vdm_a(x, y) = \sum_{c=1}^{C} \left| \frac{N_{a,x,c}}{N_{a,x}} - \frac{N_{a,y,c}}{N_{a,y}} \right|^q = \sum_{c=1}^{C} \left| P_{a,x,c} - P_{a,y,c} \right|^q$$

Avaliação da qualidade

- Matriz de confusão;

	Exemplo Positivo	**Exemplo Negativo**
Classificado como Positivo	Verdadeiro Positivo	Falso Positivo
Classificado como Negativo	Falso Negativo	Verdadeiro Negativo

Avaliação da qualidade

- Taxa de verdadeiros positivos

$$\frac{VP}{VP + FN}$$

- Taxa de falsos positivos

$$\frac{FP}{FP + VN}$$

Avaliação da qualidade

- Revocação

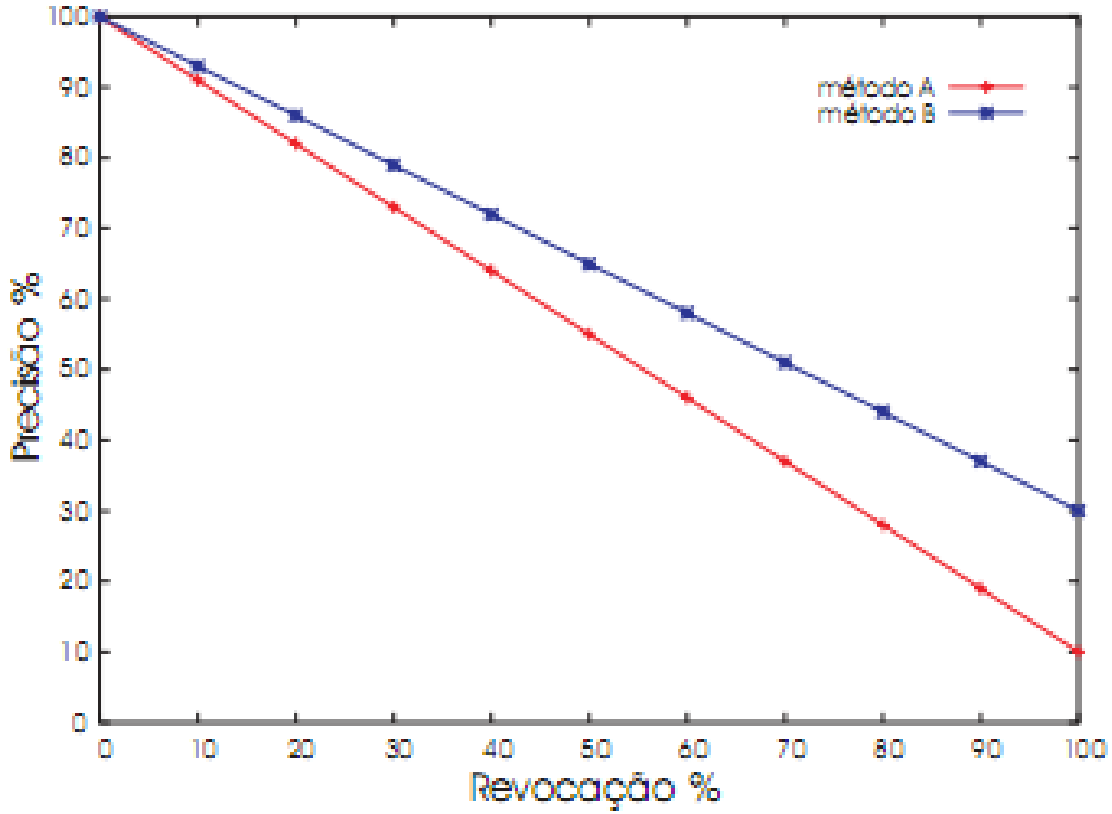
$$\frac{VP}{VP + FN}$$

- Precisão

$$\frac{TP}{TP + FP}$$

Avaliação da qualidade

- Curva ROC



Desafios

- Semantic Gap;
- Grande volume de dados;
- Descoberta de novas relações e mineração de padrões;
- Novas interfaces e técnicas de visualização de informação para anotação;
- ...

Sistemas CBIR

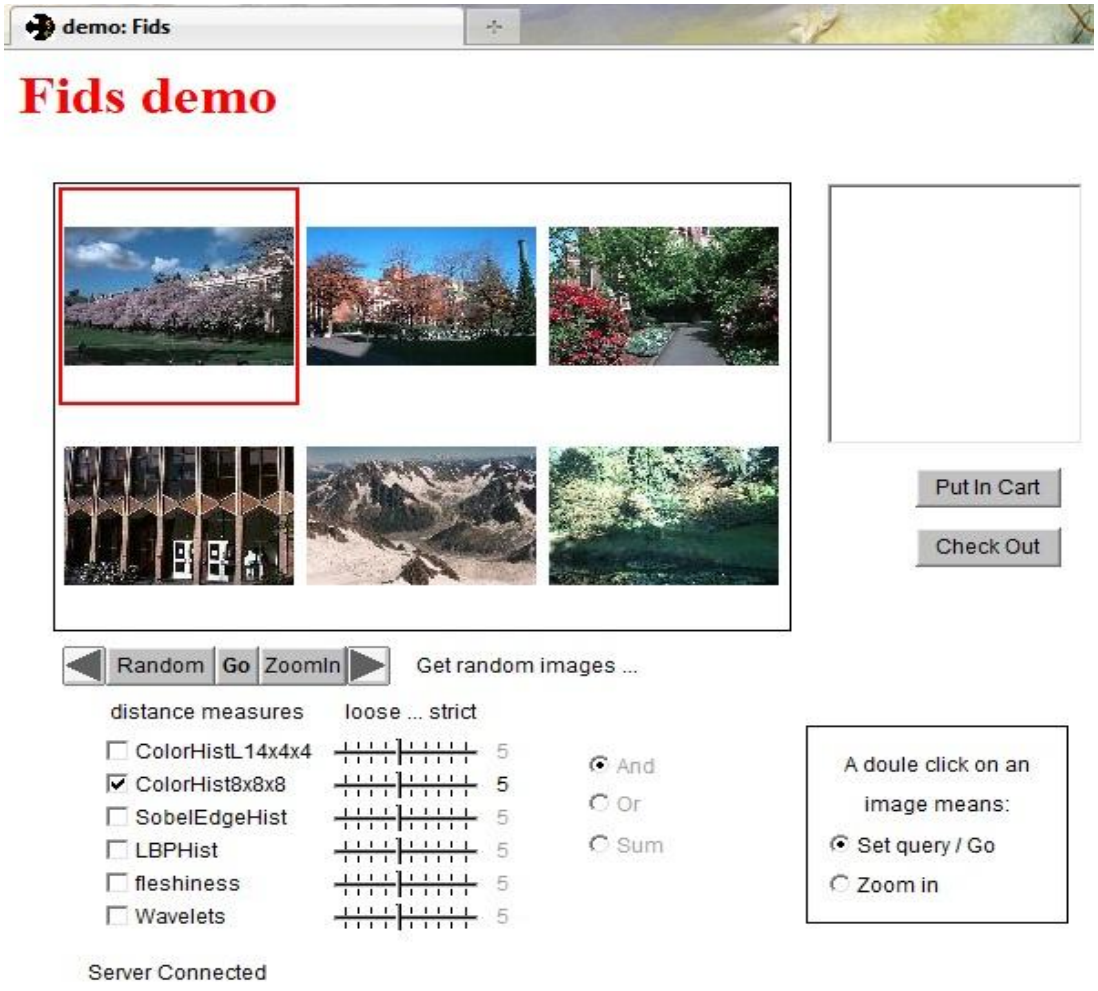
- FIDS (*Flexible Image Database System*)
- QBIC (*Query By Image Content*)
- ALIPR (*Automatic Linguistic Indexing of Pictures - Real Time*)
- BIRAM (Base de Imagem Relacional de Algoritmo e Métricas)
- SIMPLIcity *(Semantics-Sensitive Integrated Matching for Picture LIbraries)*
- SQUID (*Shape Queries Using Image Databases*)
- Surfimage
- ADL (Alexandria *Digital Library*)
- CalPhotos
- ...

FIDS - *Flexible Image Database System*

FIDS - *Flexible Image Database System*

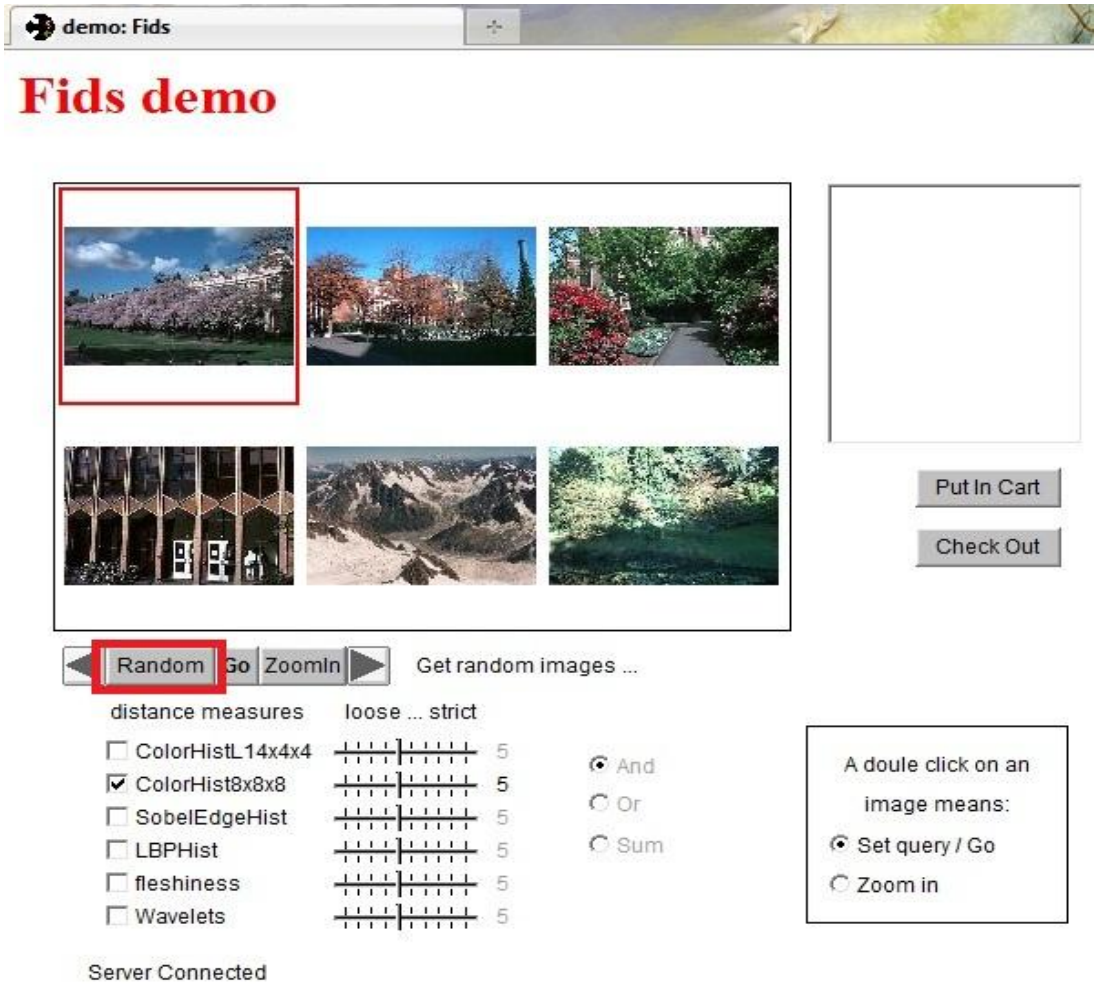
- FIDS permite ao usuário consultar o banco de dados com base em complexas combinações de medidas de distância pré-definidas.

FIDS - *Flexible Image Database System*



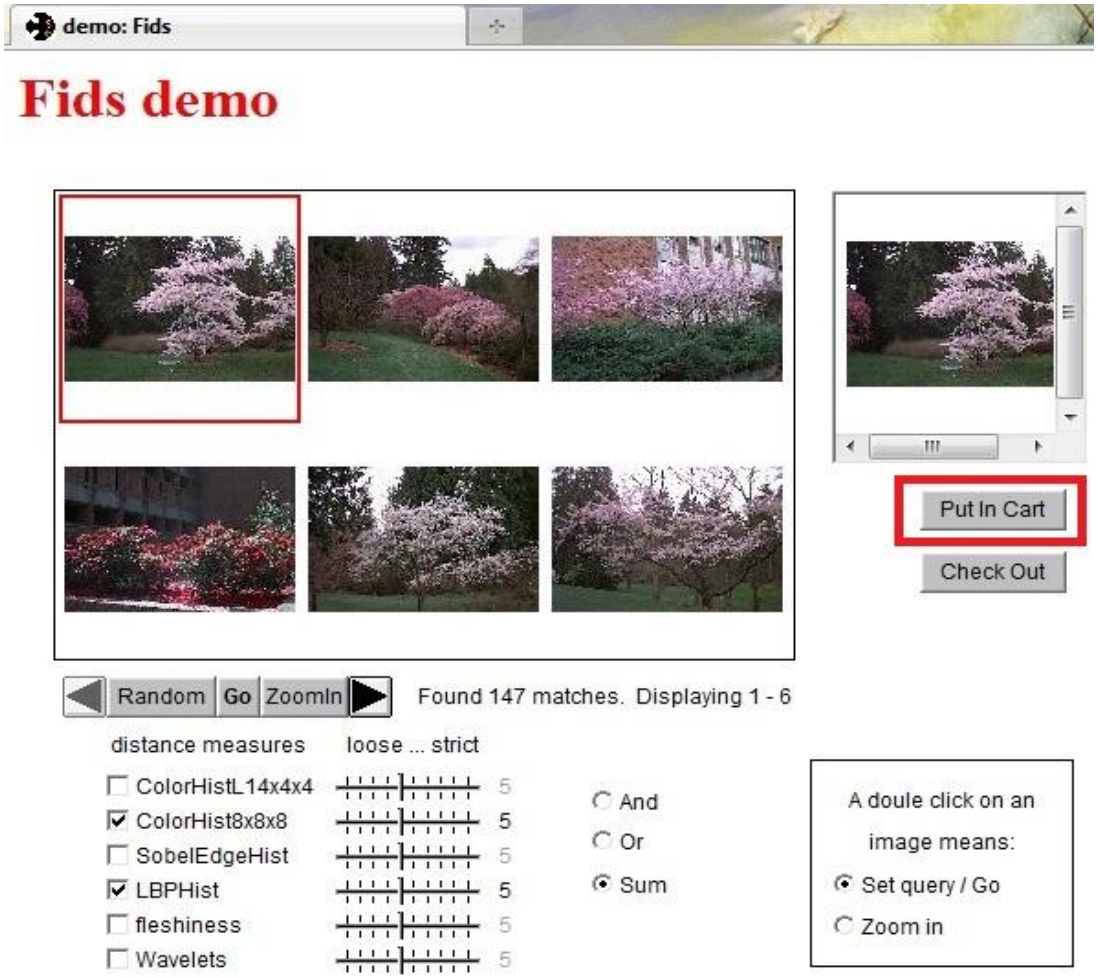
http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

FIDS - *Flexible Image Database System*



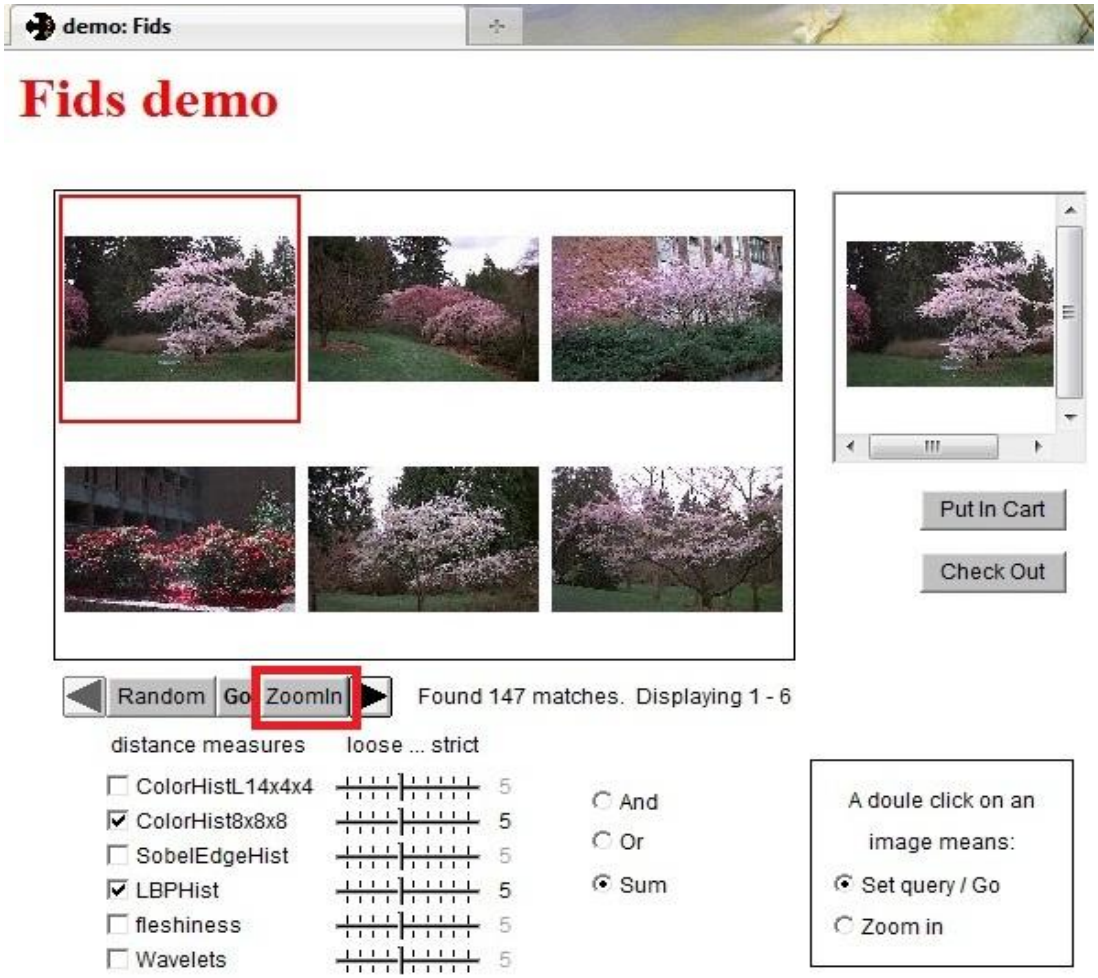
http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

FIDS - *Flexible Image Database System*



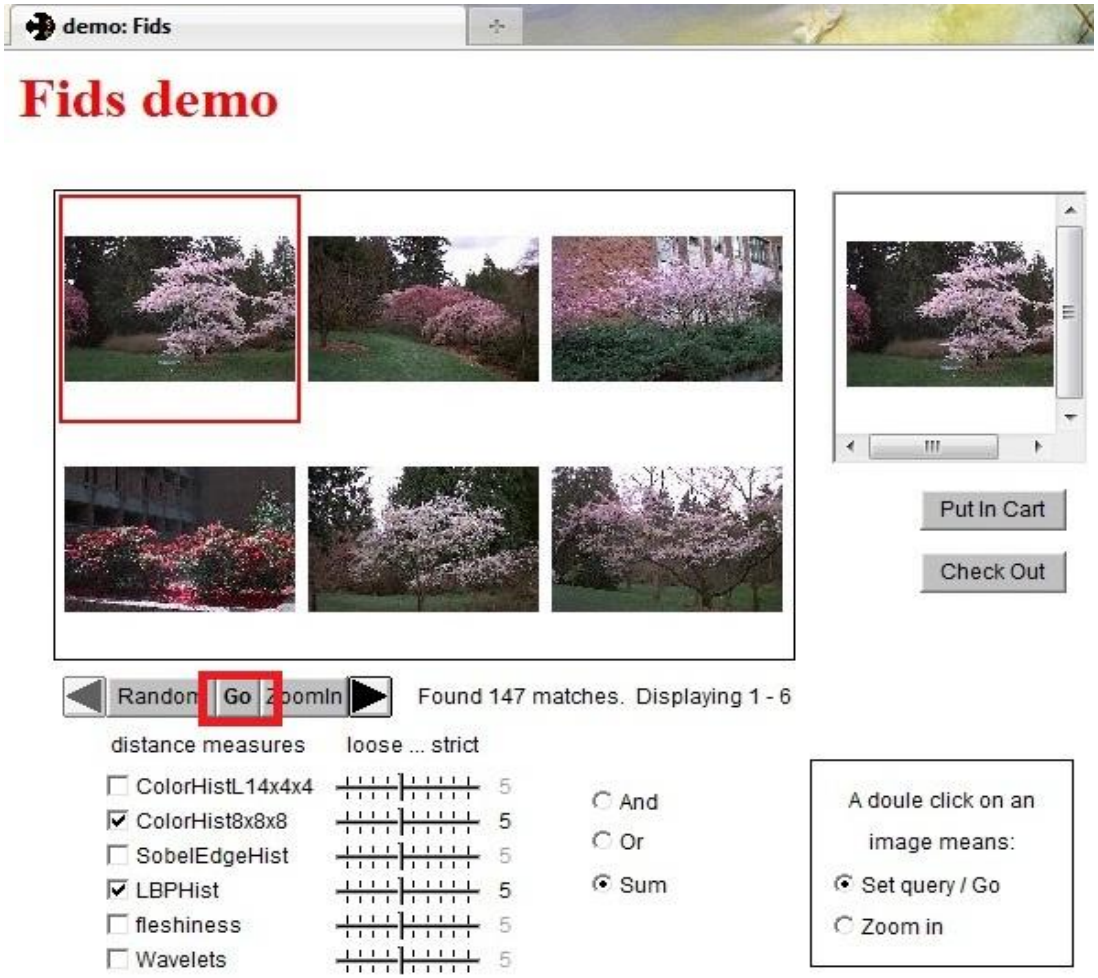
http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

FIDS - *Flexible Image Database System*



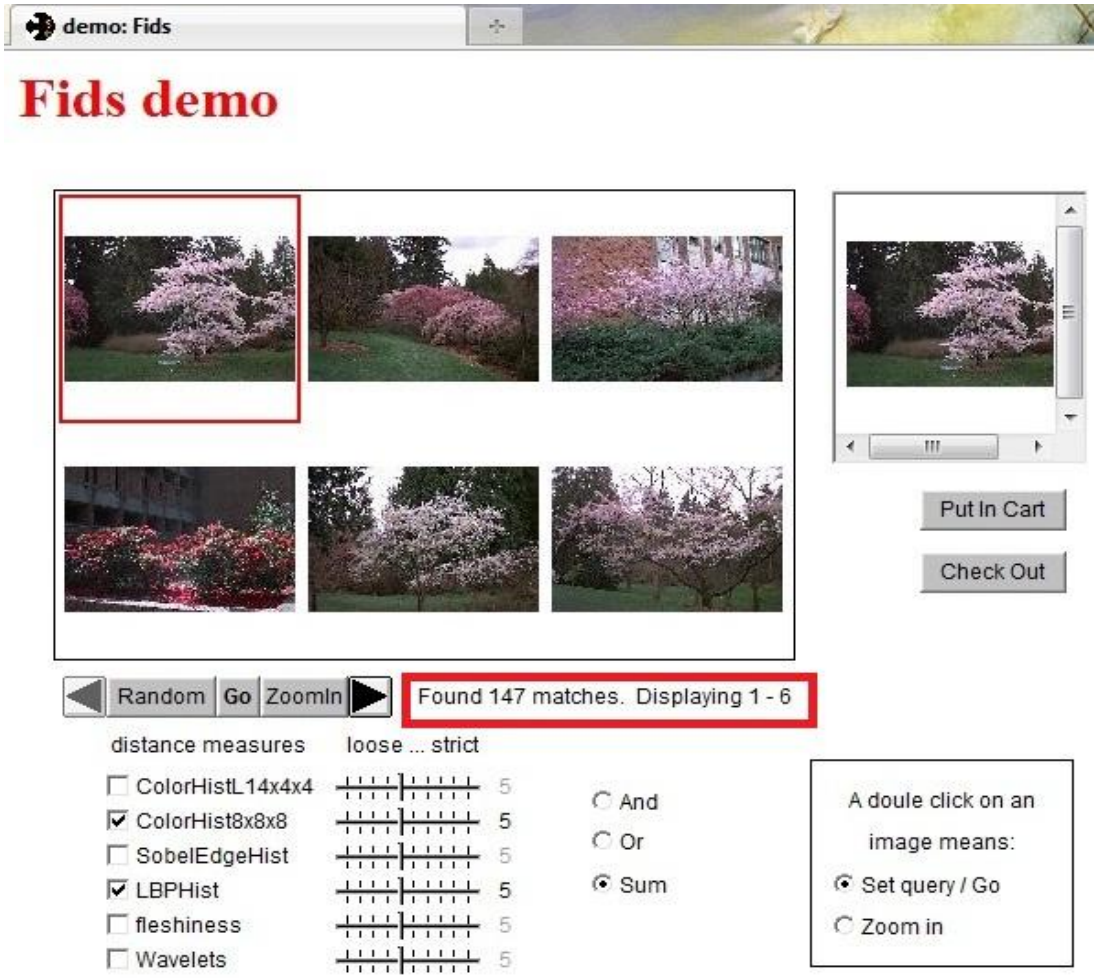
http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

FIDS - *Flexible Image Database System*



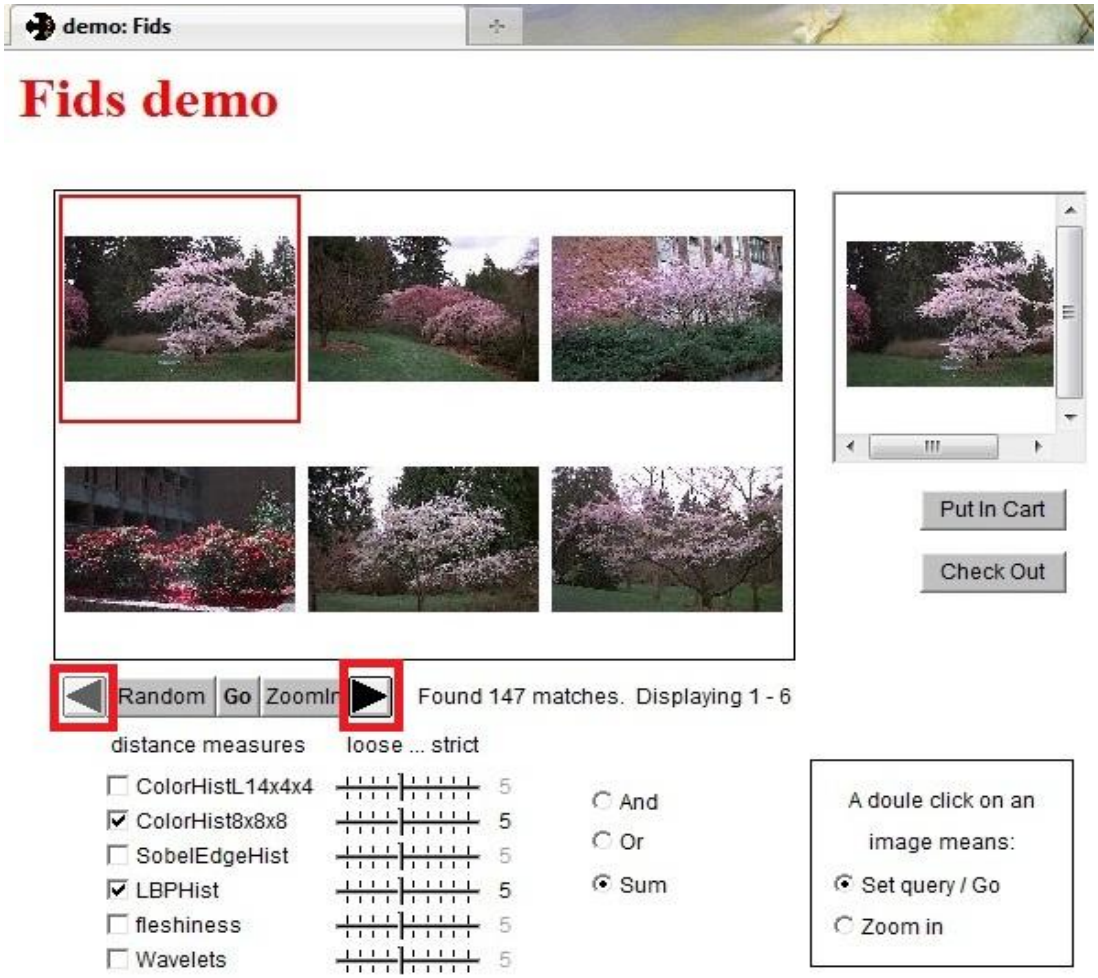
http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

FIDS - *Flexible Image Database System*



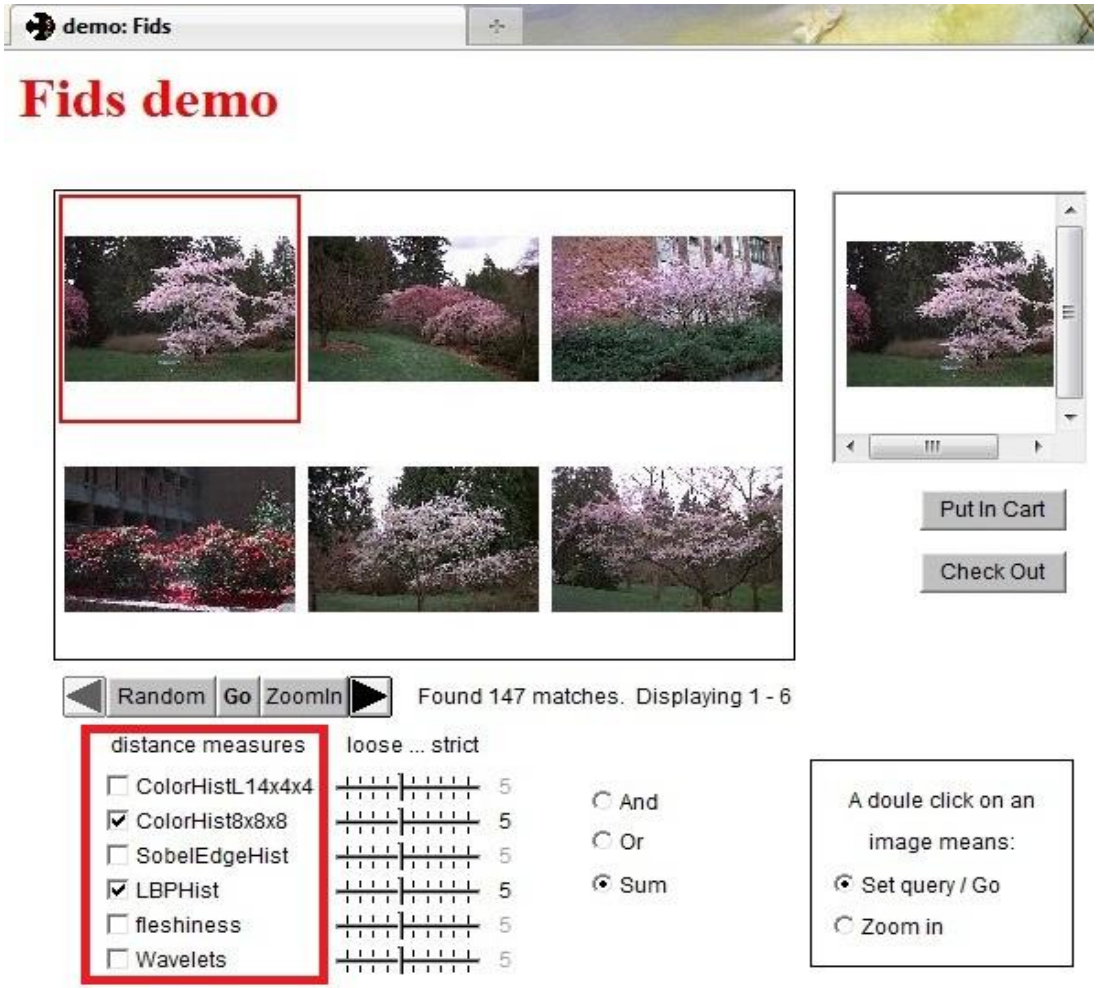
http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

FIDS - *Flexible Image Database System*



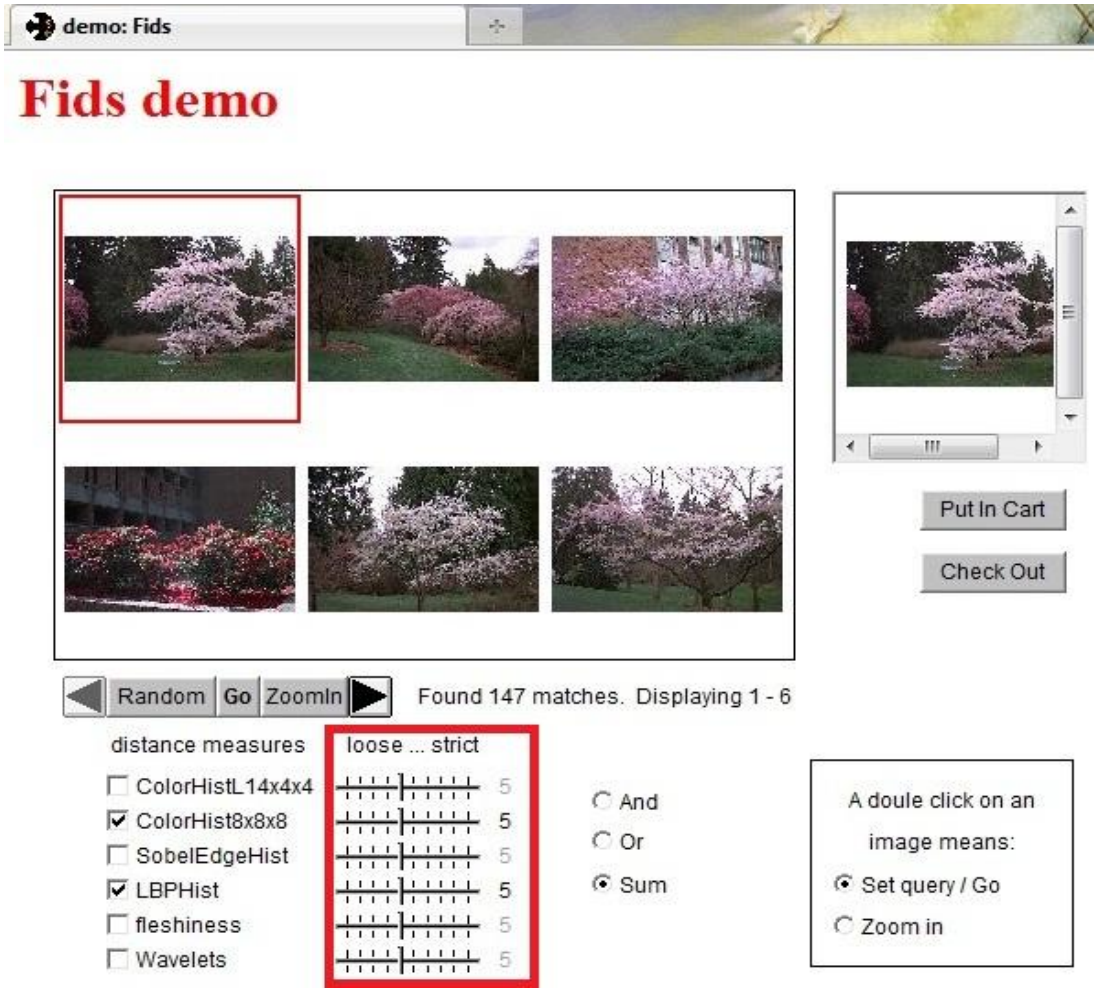
http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

FIDS - *Flexible Image Database System*



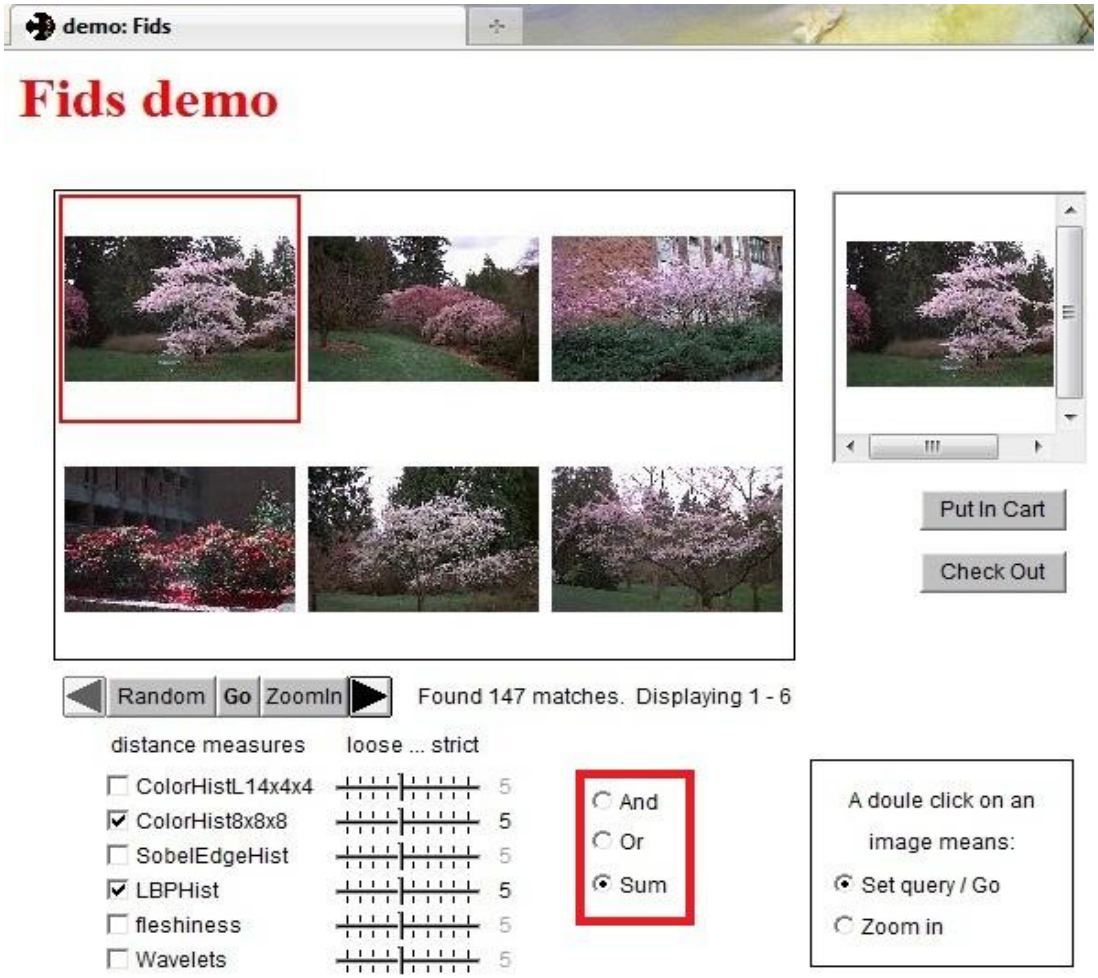
http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

FIDS - *Flexible Image Database System*



http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

FIDS - *Flexible Image Database System*



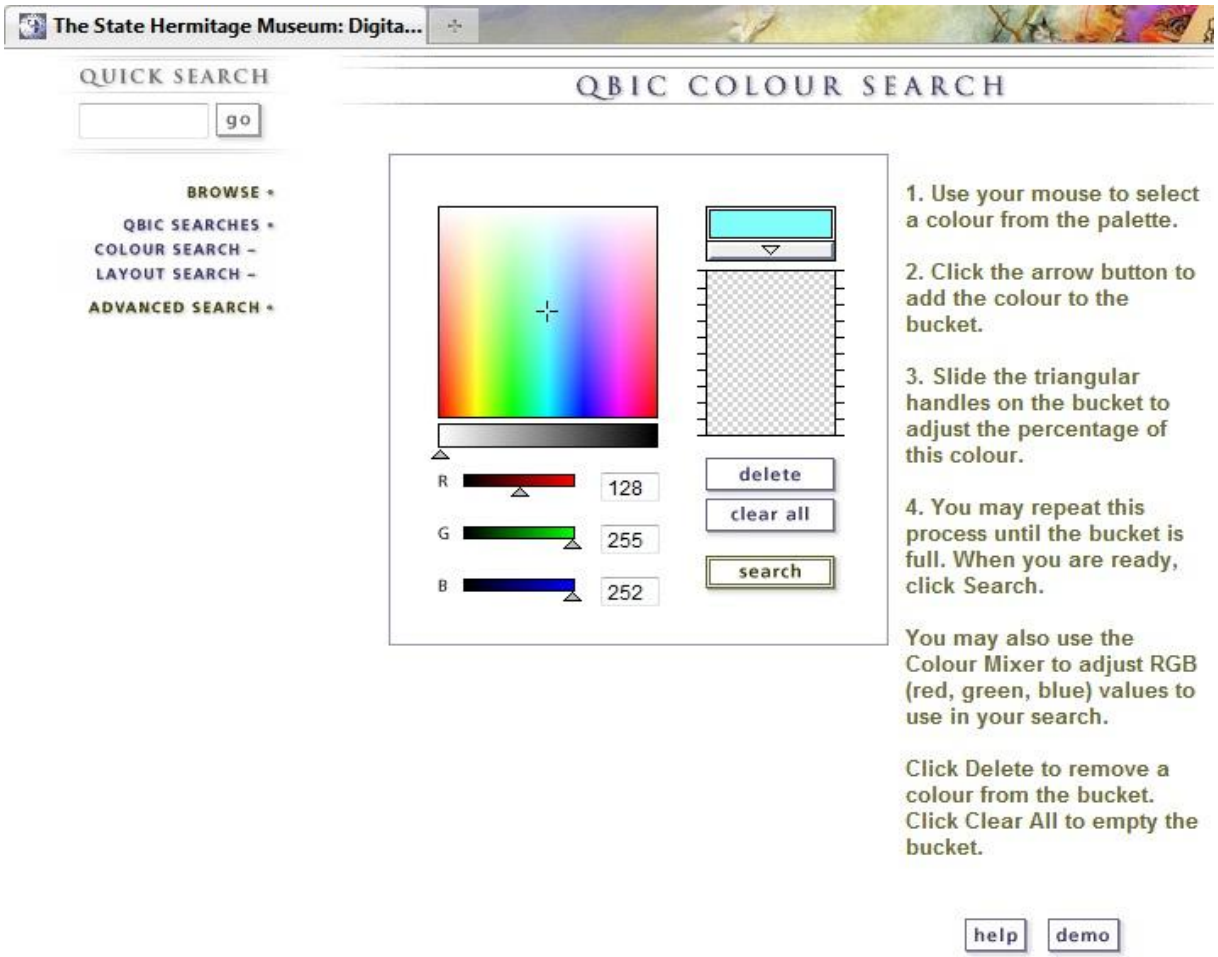
http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/

QBIC - *Query By Image Content*

QBIC - *Query By Image Content*

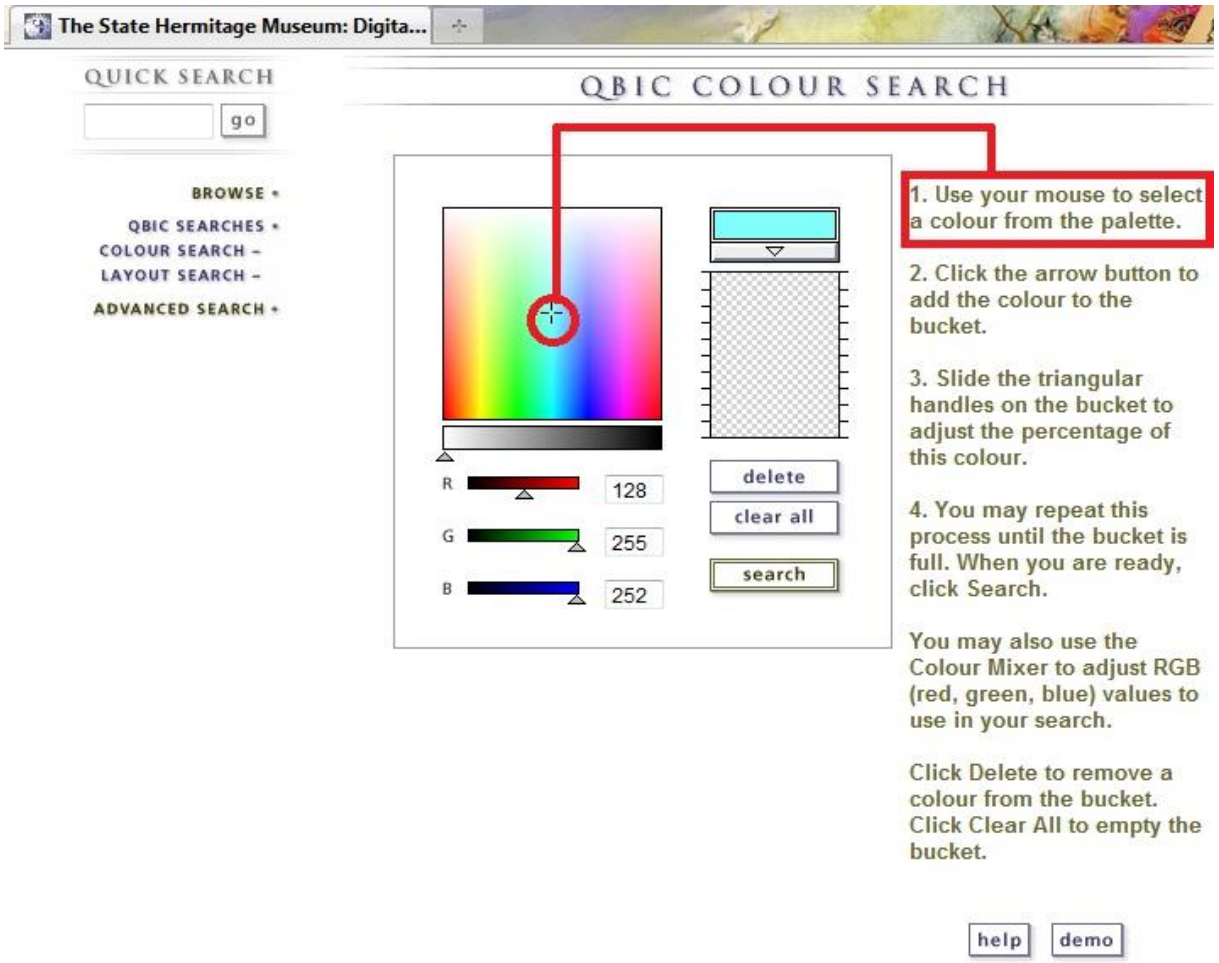
- QBIC permite consultas baseadas em imagens de exemplo, esboço construído pelo usuário e/ou padrões de cor e textura selecionados.

QBIC - *Query By Image Content*



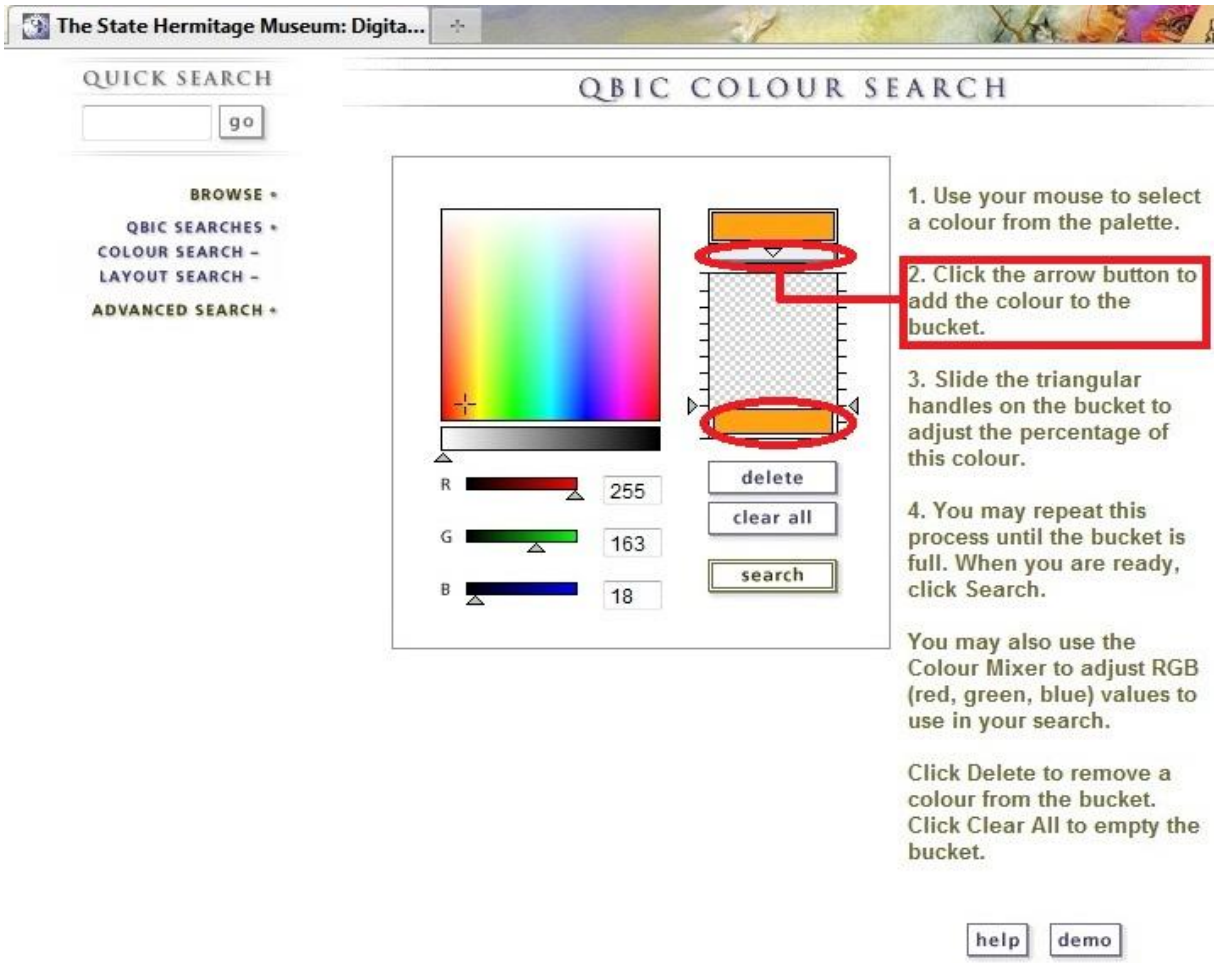
http://www.hermitagemuseum.org/fcgi-bin/db2www/qbicColor.mac/qbic?selLang=English

QBIC - *Query By Image Content*



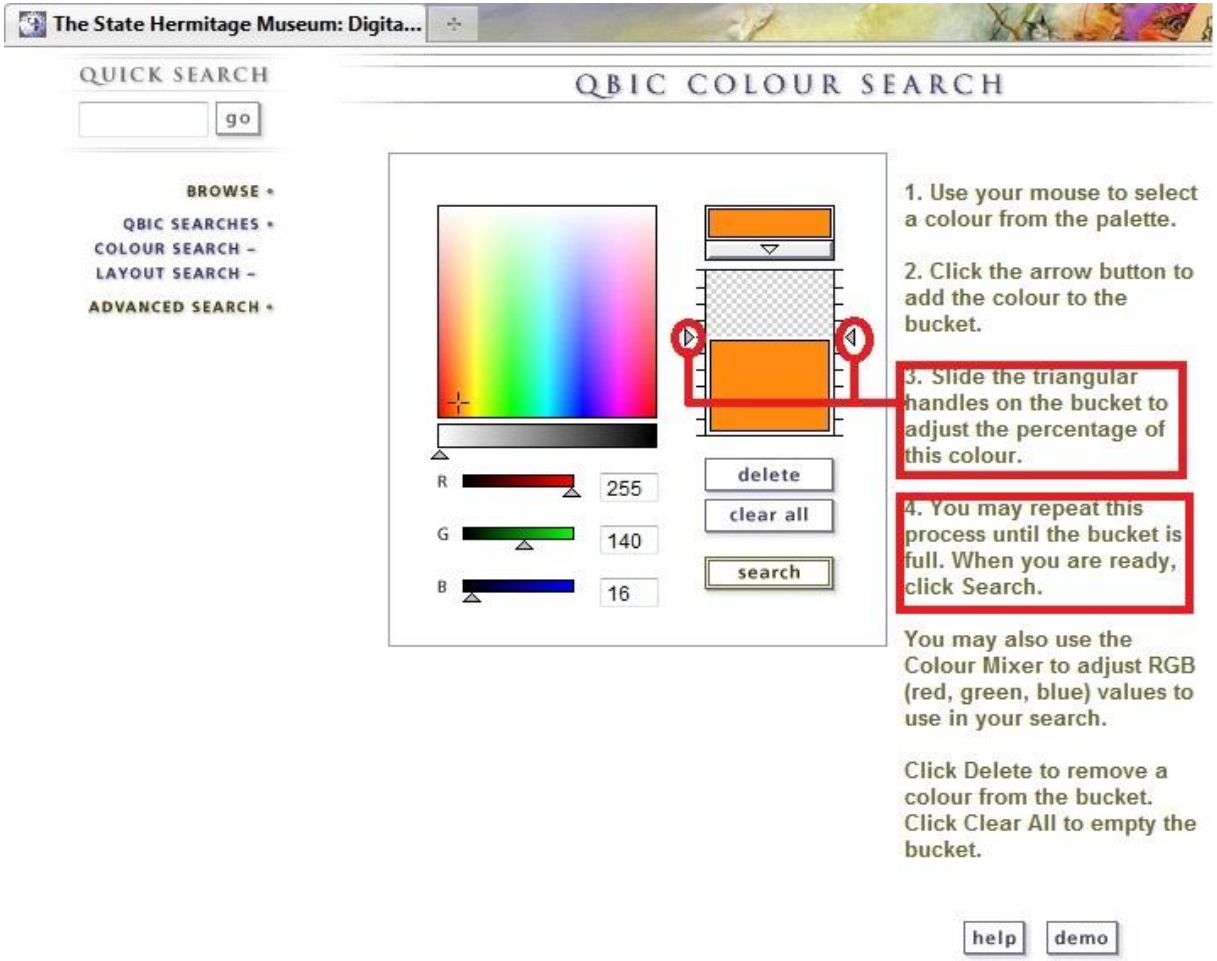
http://www.hermitagemuseum.org/fcgi-bin/db2www/qbicColor.mac/qbic?selLang=English

QBIC - *Query By Image Content*



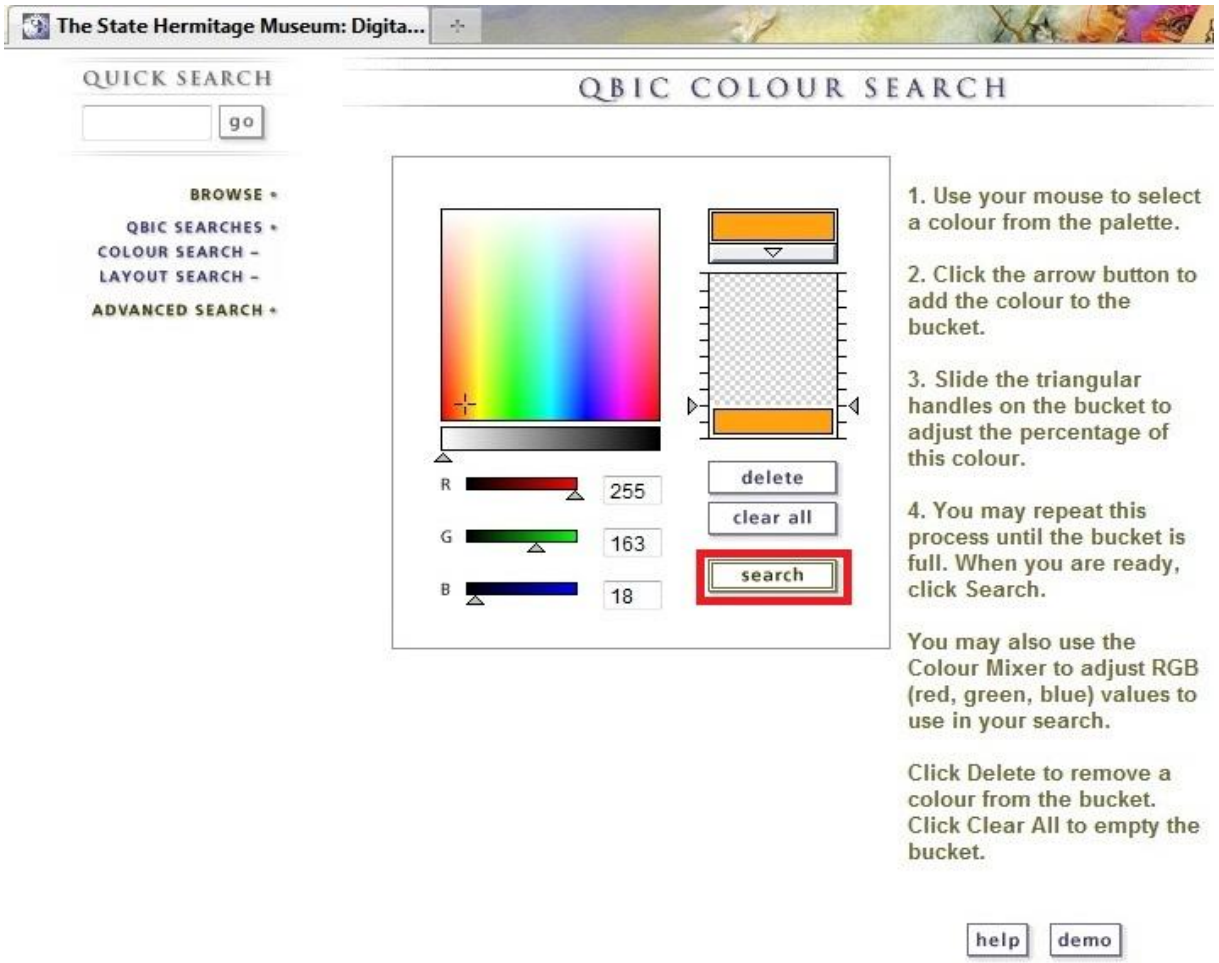
http://www.hermitagemuseum.org/fcgi-bin/db2www/qbicColor.mac/qbic?selLang=English

QBIC - *Query By Image Content*



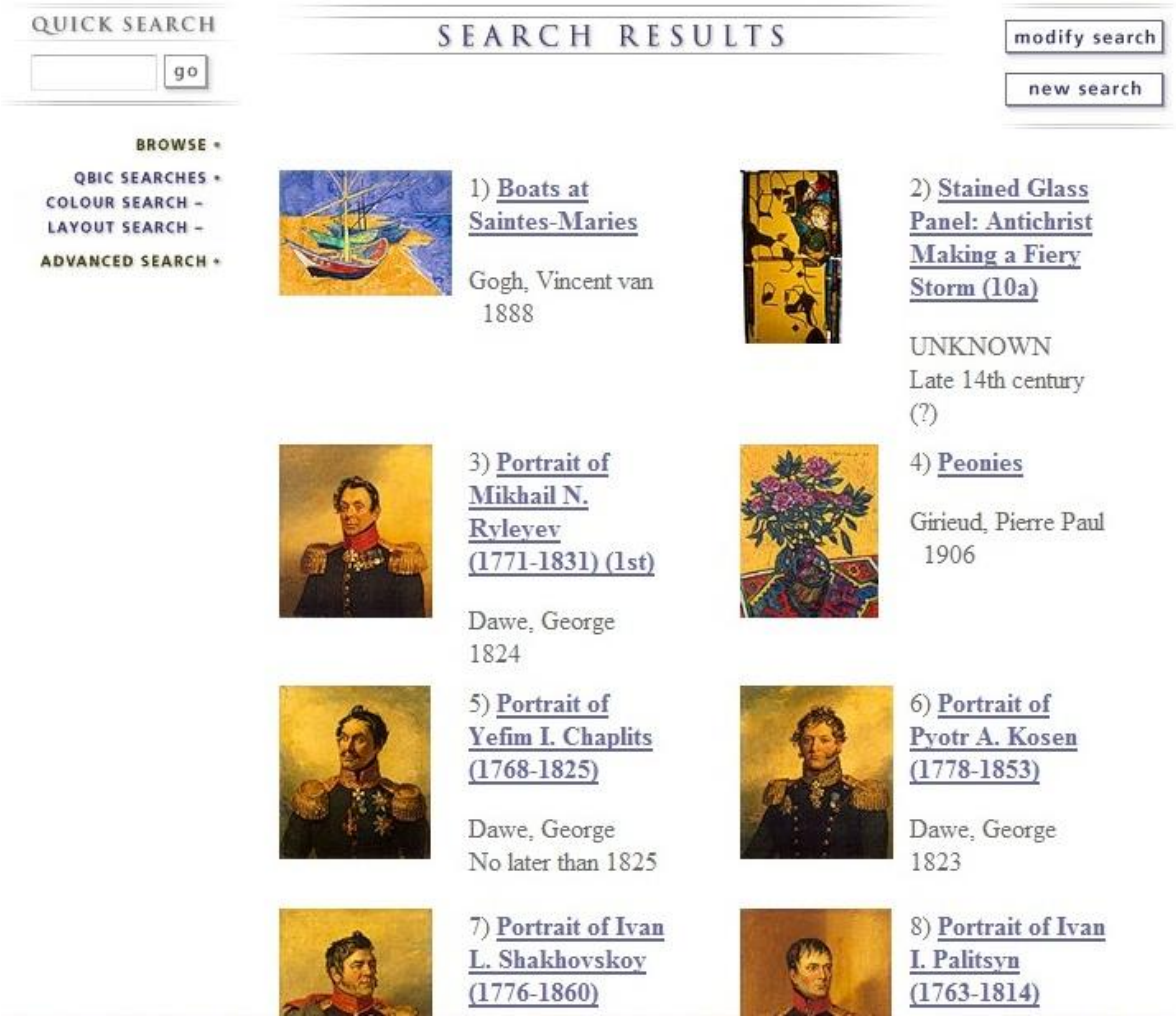
http://www.hermitagemuseum.org/fcgi-bin/db2www/qbicColor.mac/qbic?selLang=English

QBIC - *Query By Image Content*



http://www.hermitagemuseum.org/fcgi-bin/db2www/qbicColor.mac/qbic?selLang=English

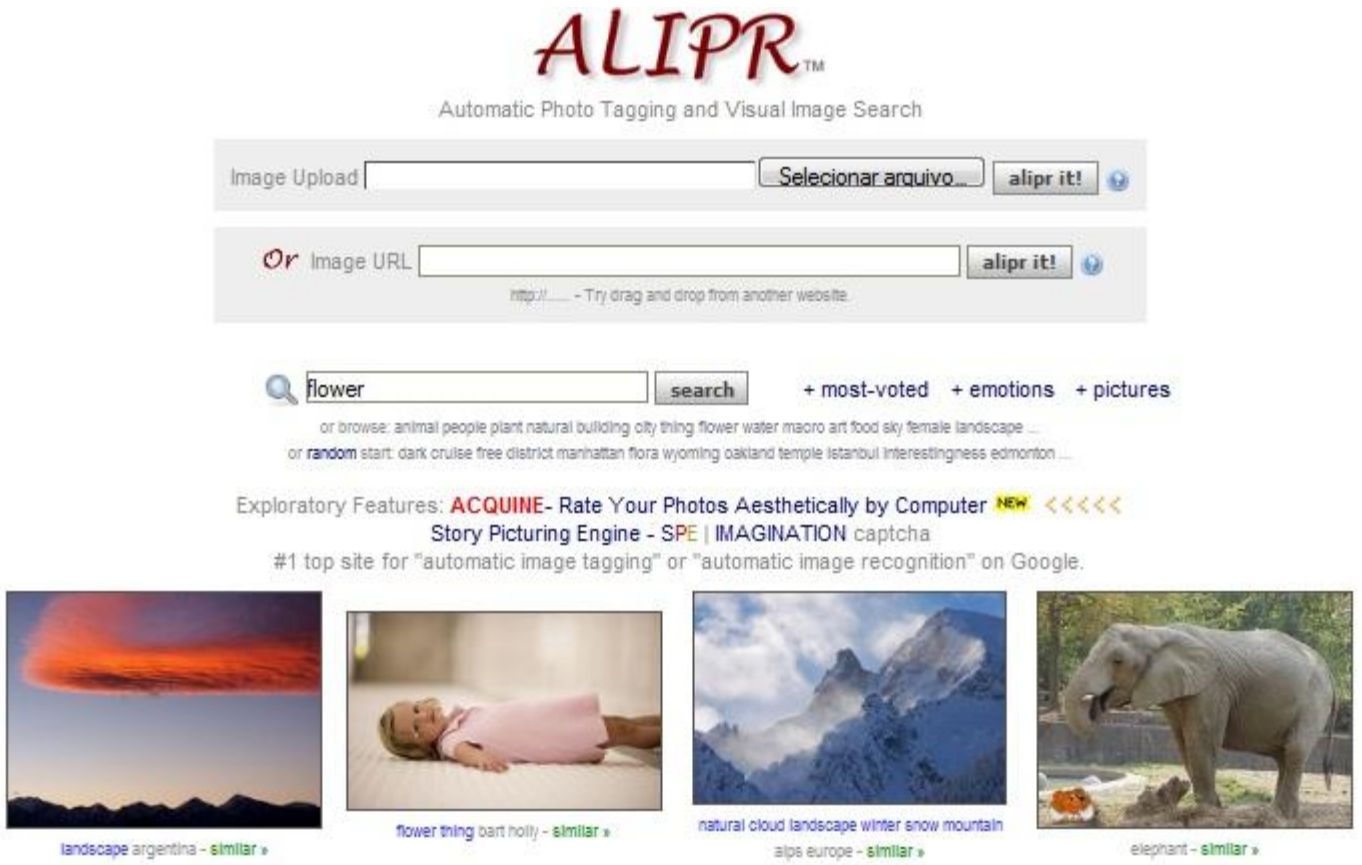
QBIC - *Query By Image Content*



http://www.hermitagemuseum.org/fcgi-bin/db2www/qbicColor.mac/qbic?selLang=English

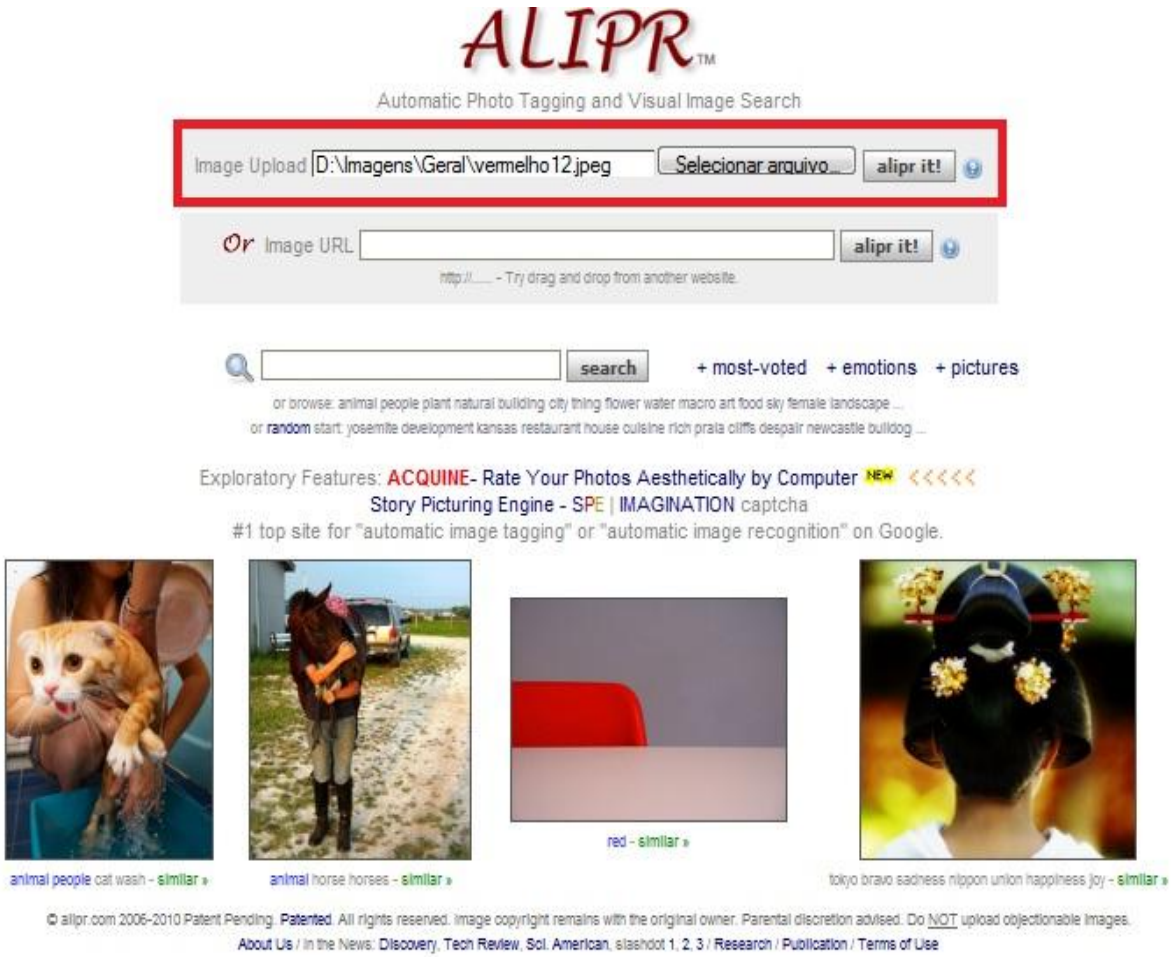
ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*



http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*

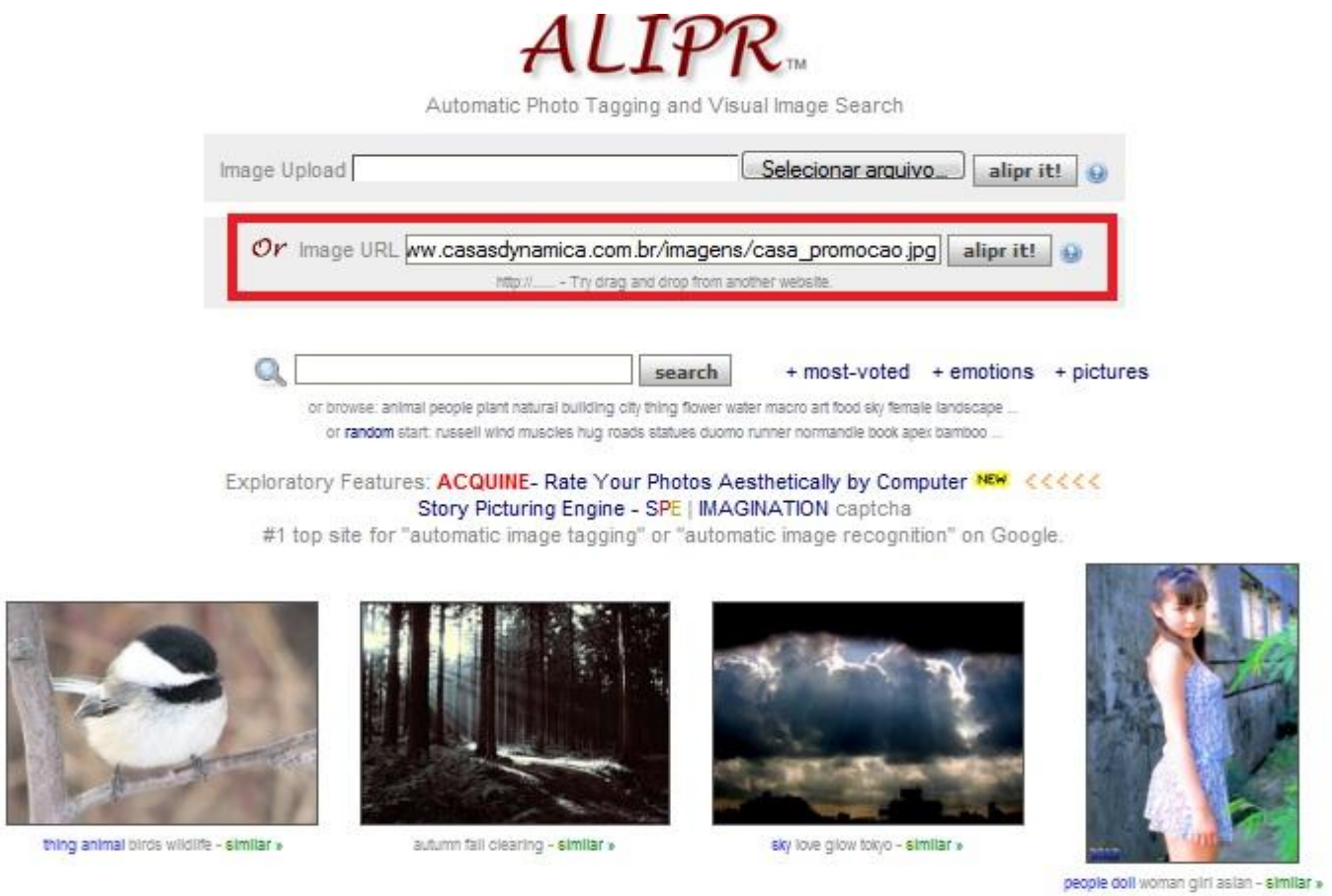


http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*

http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*

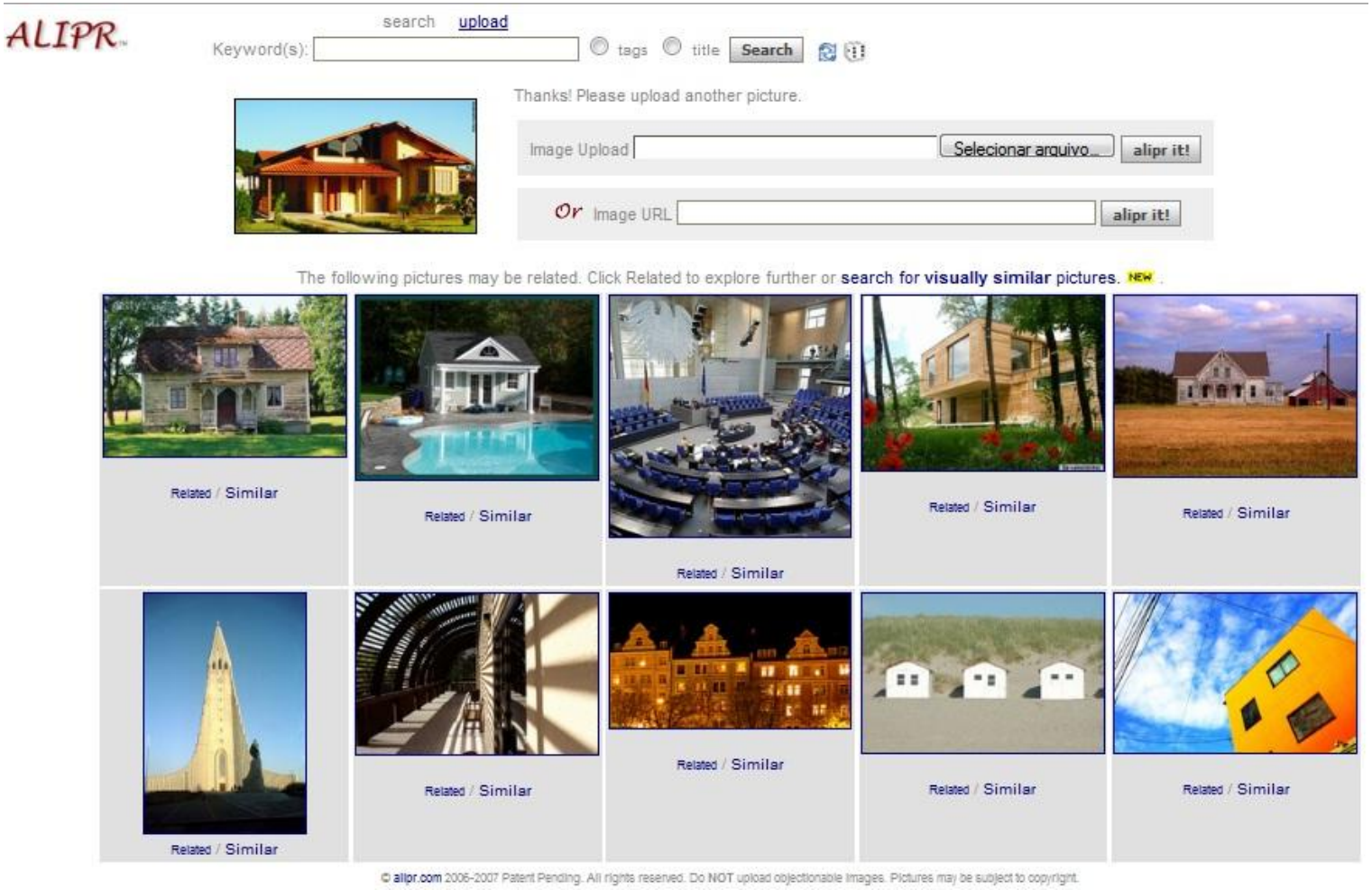


http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*

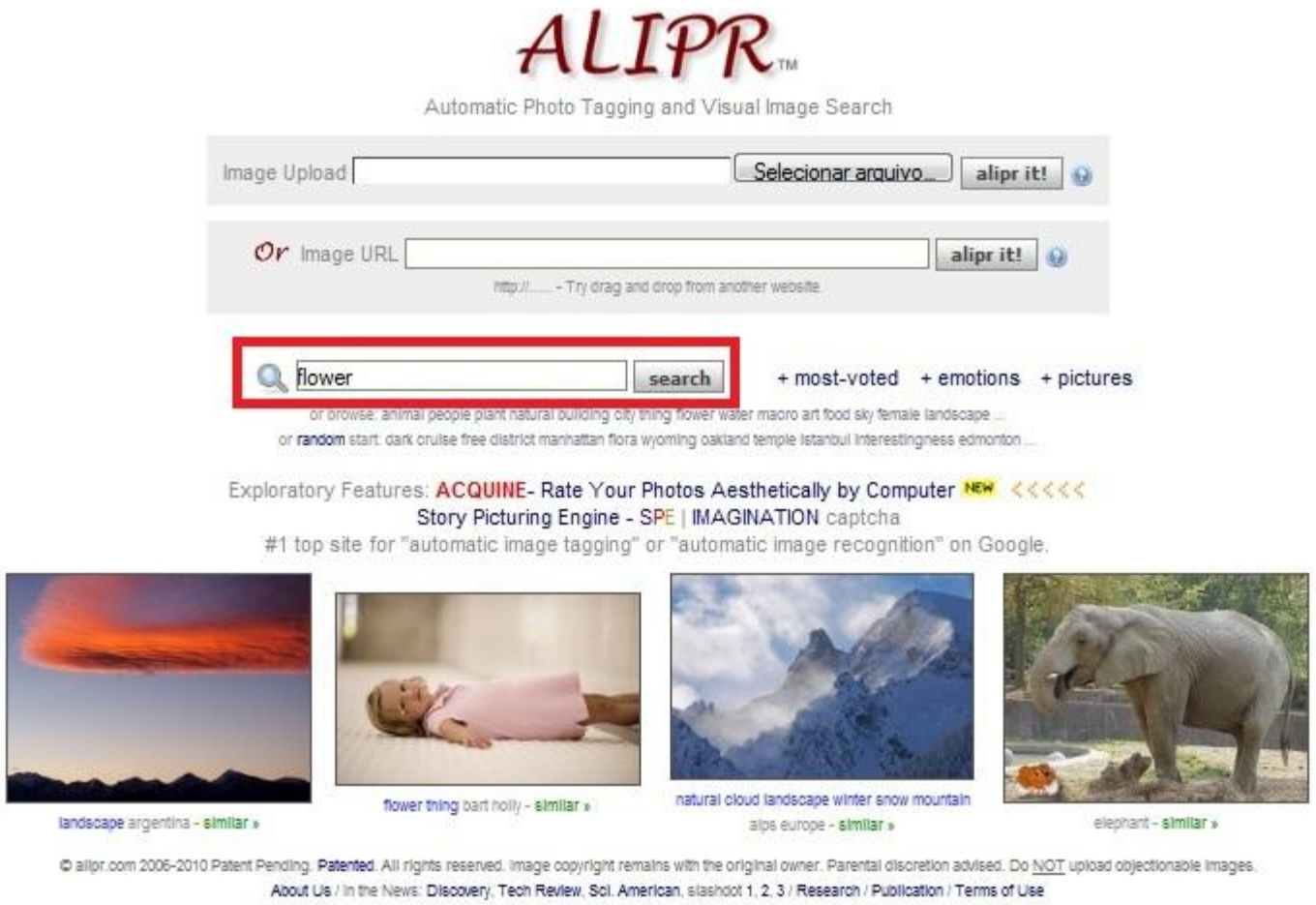
http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*



http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*

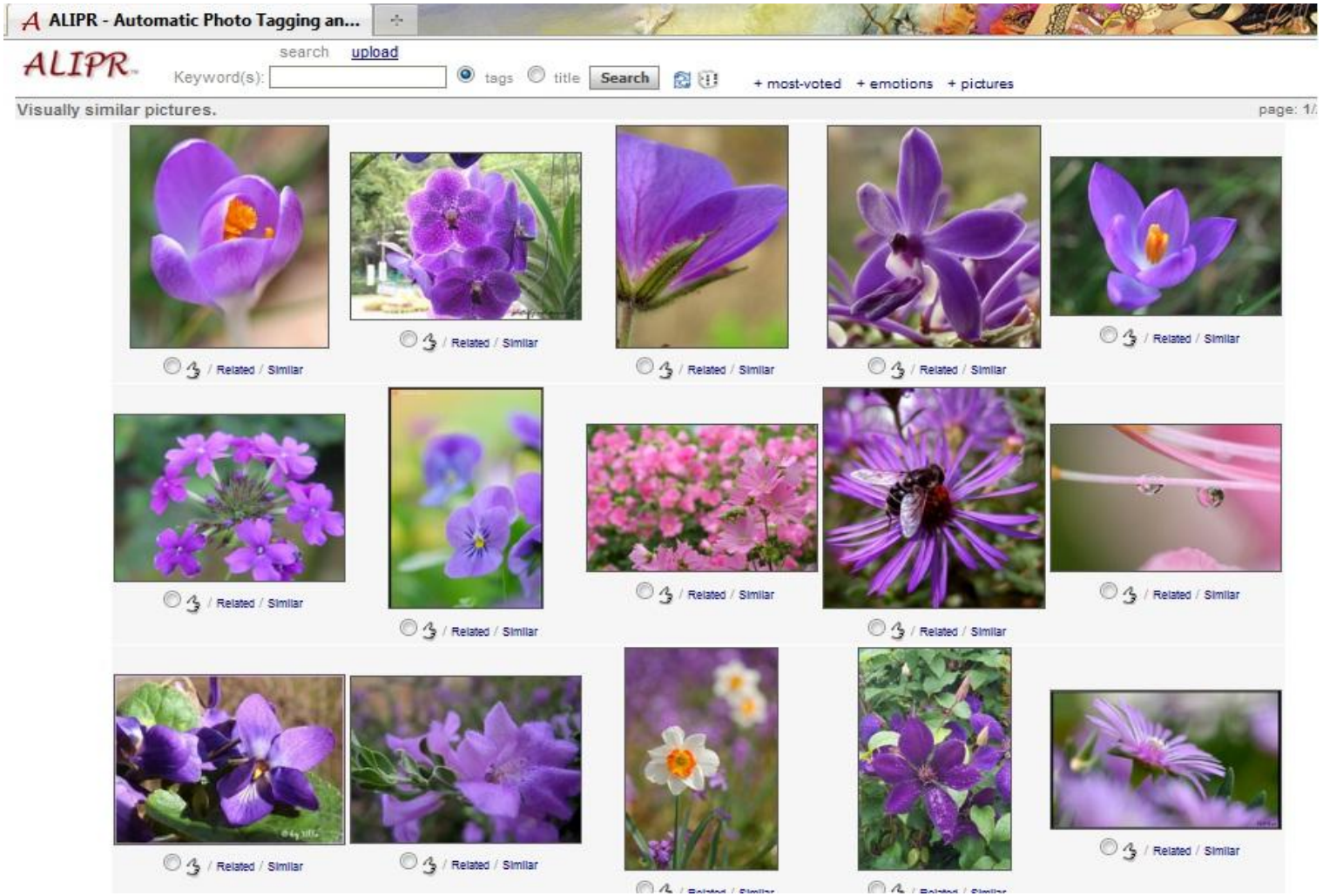


http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*

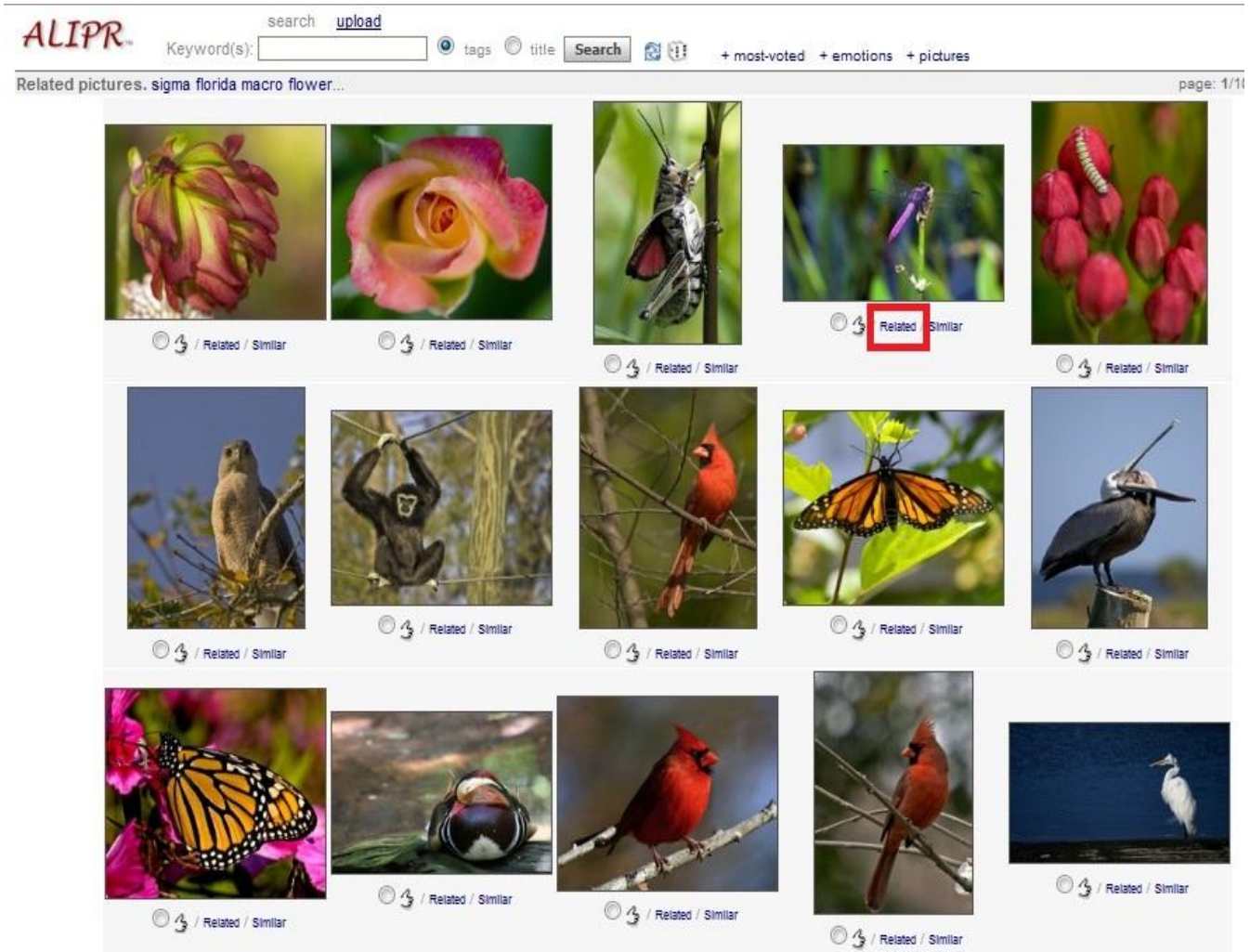
http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*



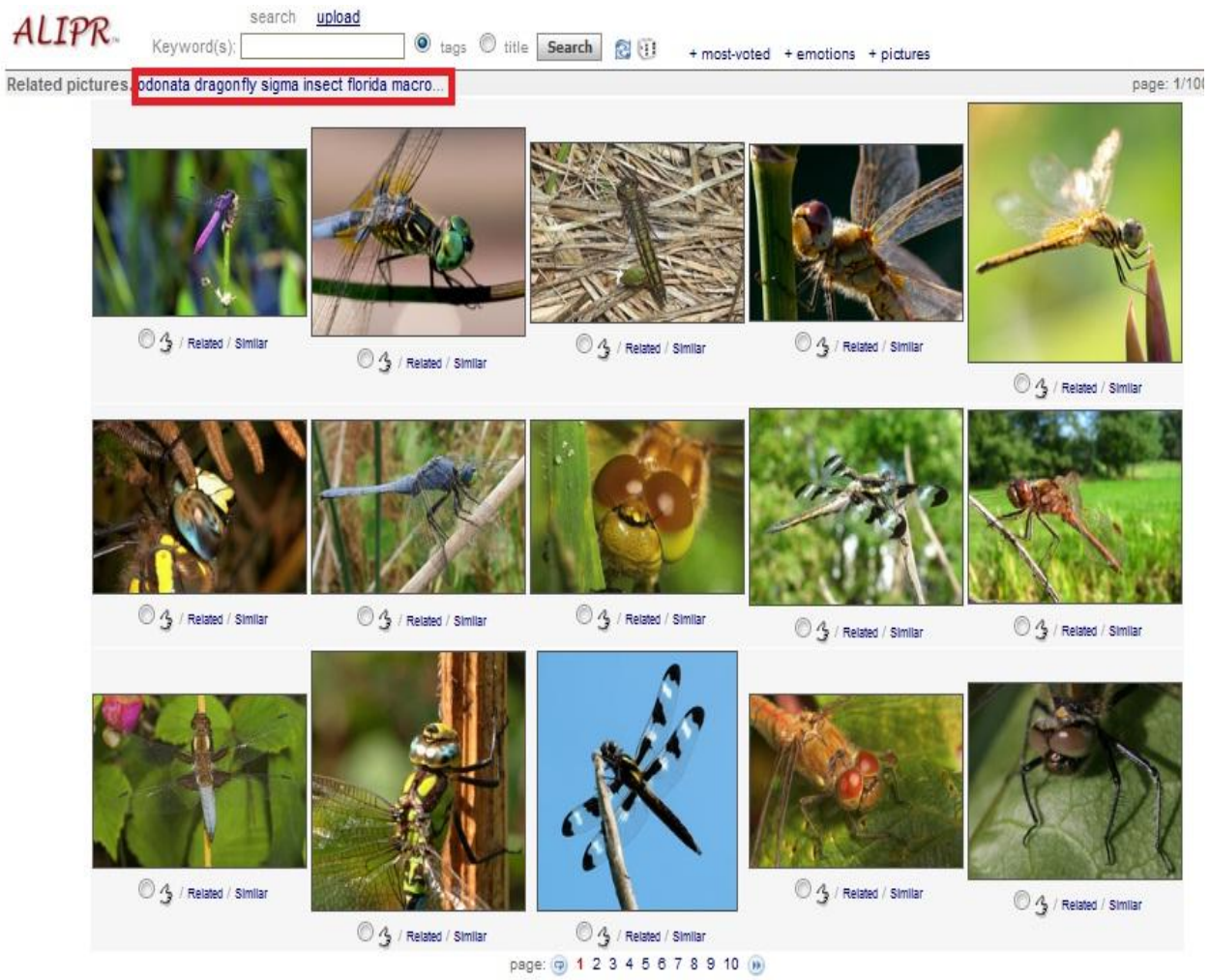
http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*



http://alipr.com/

ALIPR - *Automatic Linguistic Indexing of Pictures Real Time*



http://alipr.com/

BIRAM - Base de Imagem Relacional de Algoritmo e Métricas

BIRAM - Base de Imagem Relacional de Algoritmo e Métricas

- Protótipo desenvolvido em Java, que permite a utilização de diferentes algoritmos para a busca e recuperação de imagens por conteúdo.

BIRAM - Base de Imagem Relacional de Algoritmo e Métricas

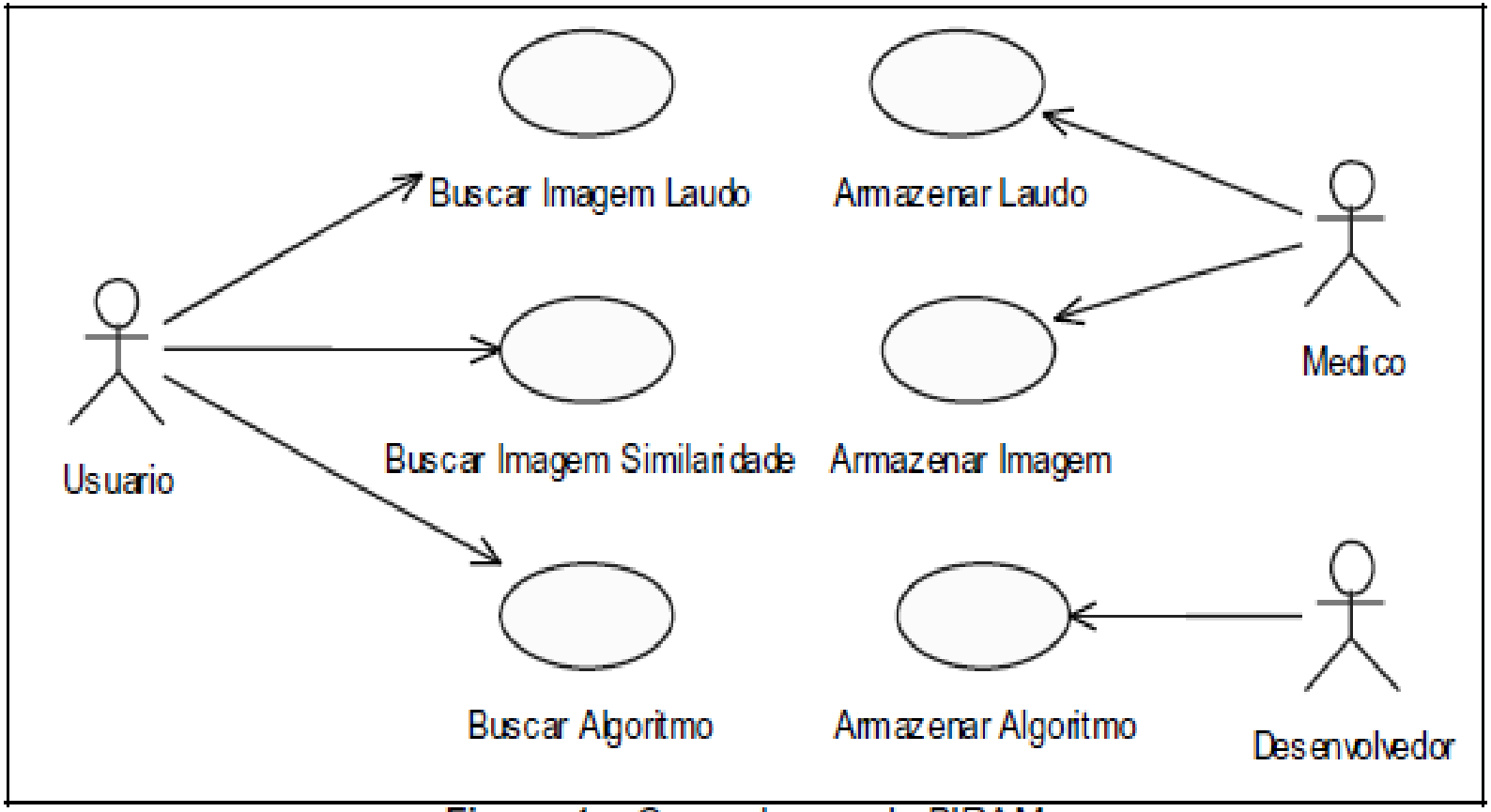


Figura 1 – Casos de uso do BIRAM

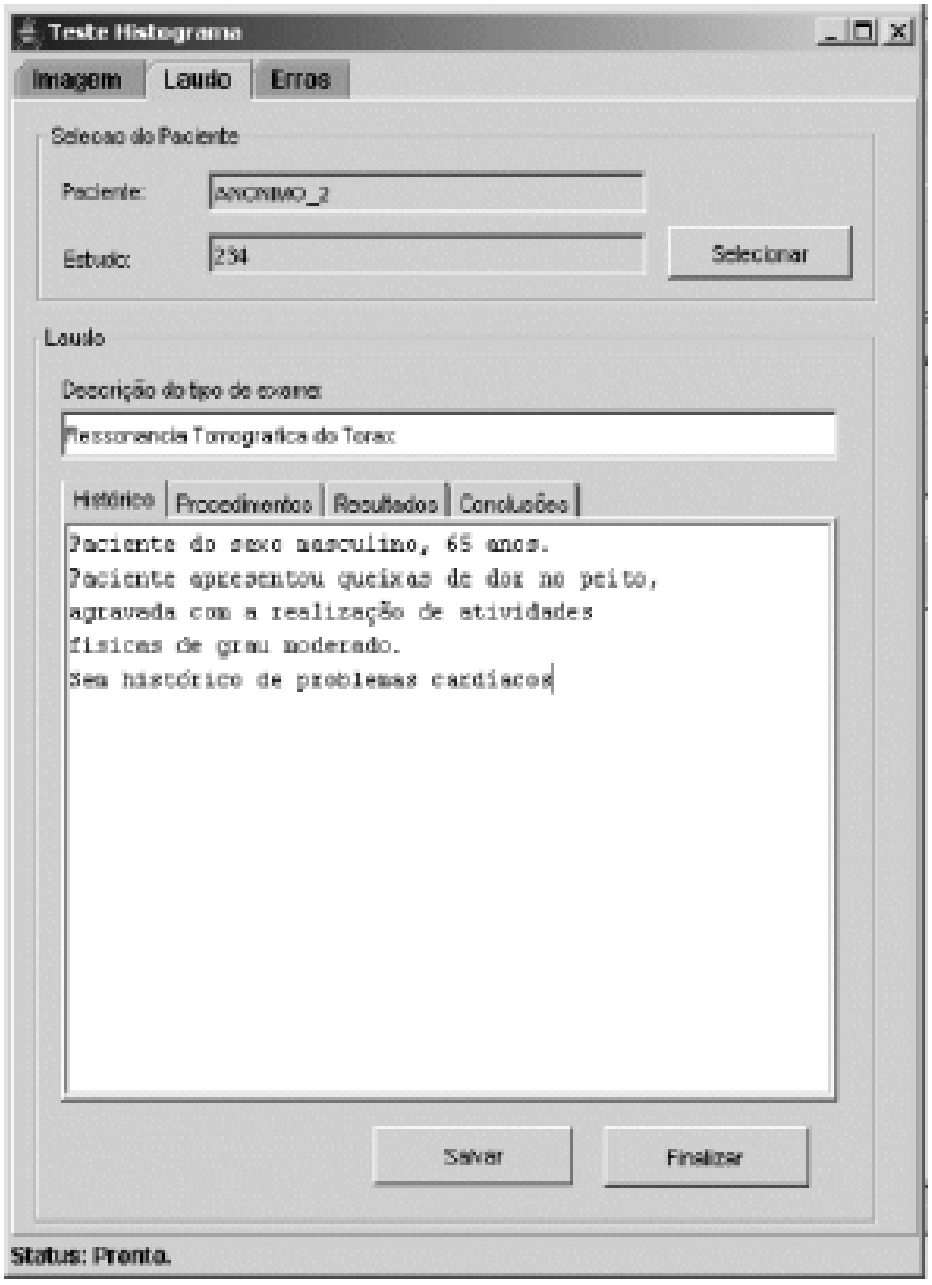


Figura 4 – Visualização de laudos

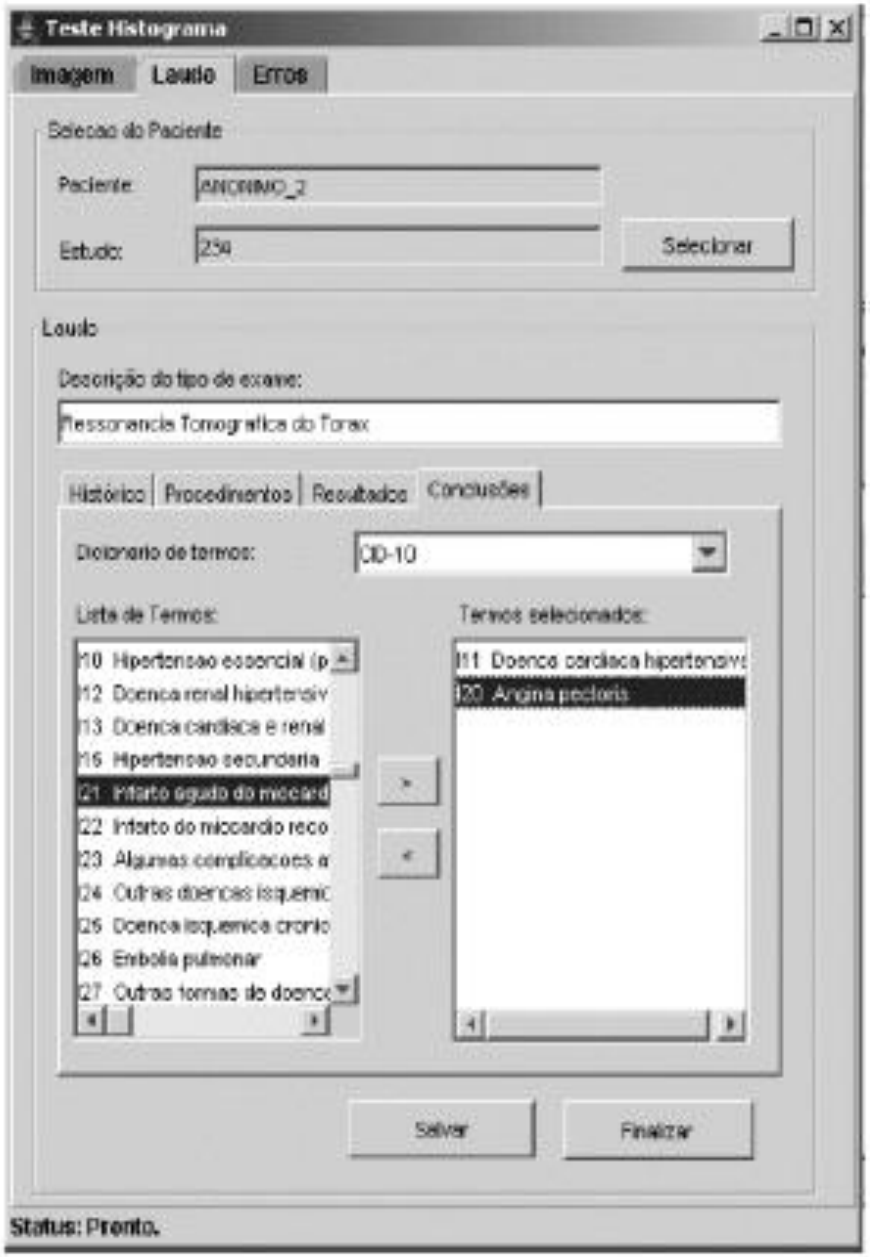


Figura 5 – Atribuição de uma condusão ao laudo

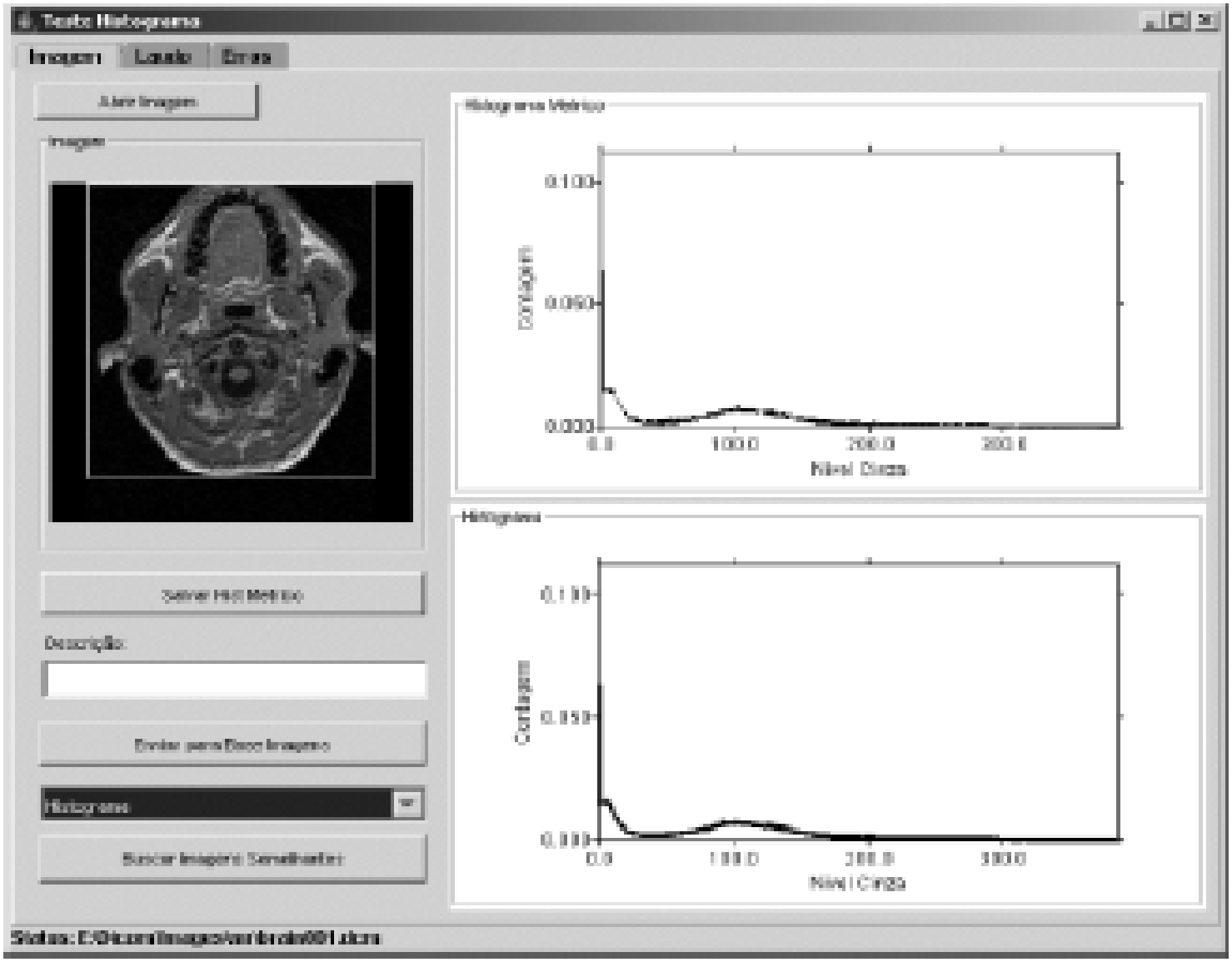


Figura 6 – Tela de busca de imagens semelhantes

Figura 7 – Resultado de pesquisa utilizando histograma métrico

Referências

- TORRES, R.S. and FALCÃO, A. X. *Content-Based Image Retrieval: Theory and Applications. In*: RITA, Volume XIII, Nº 2, 2006
- RAZENTE, H. L. Adequando consultas por similaridade para reduzir a descontinuidade semântica na recuperação de imagens por conteúdo. São Carlos – SP, 2006 (tese de doutorado).
- COMER, M. L. and DELP, E. J. *The EM/MPM Algorithm for Segmentation of Textured Images: Analysis and Further Experimental Results. In*: IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 9, Nº. 10, 2000.
- BALAN, A. G. R.; TRAINA, A. J. M.; TRAINA, C. Jr.; MARQUES, P. M. A. Integrando Textura e Forma para a Recuperação de Imagens por Conteúdo.
- MORENO, R. A. ; FURUIE, S. S. . BIRAM: Sistema para Recuperação de Imagens por Conteudo. In: X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006, Florianópolis. Anais do X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006. p. 554-559.

Referências

- FIDS: http://www.cs.washington.edu/research/imagedatabase/demo/fids/
- QBIC: http://www.hermitagemuseum.org/fcgi-bin/db2www/qbicColor.mac/qbic?selLang=English
- ALIPR: http://alipr.com/

Indexação e Recuperação de Imagens por Conteúdo

Perguntas?