

Modelo Estruturado

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

Dados do Projeto e do Proponente

Sigla:	FINDPIX
Título do Projeto:	Recuperação de Informação Visual
Referência do Edital:	Edital Universal 01/2002
Linha(s) de atuação em que se insere o projeto (*):	<input type="checkbox"/> Pesquisa; <input checked="" type="checkbox"/> (7) Desenvolvimento tecnológico e inovação; <input type="checkbox"/> Projetos de demonstração e aplicações; <input type="checkbox"/> Tecnologias-chave <input checked="" type="checkbox"/> (6) Protótipos; <input type="checkbox"/> Serviços; <input checked="" type="checkbox"/> (5) Capacitação científica e tecnológica <input type="checkbox"/> Estudos prospectivos
Coordenador do Projeto:	Arnaldo de Albuquerque Araújo
Instituição Executora:	Universidade Federal de Minas Gerais
Data:	

Palavras-Chave: Recuperação de informação visual; Sistemas de informação multimídia, Processamento digital de imagens; Extração de atributos; Estruturas de dados para indexação de imagens.

Faixa de Submissão da Proposta

A	<input checked="" type="checkbox"/> Até R\$20.000,00
B	<input type="checkbox"/> De R\$20.001,00 a R\$50.000,00
C	<input type="checkbox"/> De R\$50.001,00 a R\$100.000,00

(*) Indicar a predominância da temática da proposta, utilizando-se de uma escala de um a sete. Exemplificando: caso uma proposta se apresente concentrada em três itens, estes receberiam pesos 7, 6 e 5, respectivamente, de acordo com sua ordem de domínio decrescente.

1. Caracterização e Justificativa (máximo de 1 página)

Descrever objetivamente, com fundamentação teórica, o problema focalizado, sua relevância e originalidade no contexto da área inserida e sua importância específica para o avanço do conhecimento.

A facilidade de captura e codificação de imagens digitais tem produzido uma quantidade gigantesca de informação visual *on-line*. Como consequência, grandes desafios se apresentam na área de sistemas de informação multimídia, envolvendo o armazenamento, a indexação e a recuperação de informação visual em grandes arquivos. O NPDI tem desenvolvido pesquisa envolvendo a recuperação de informação visual em bases de imagens controladas [Rodrigues02], [Rodrigues03a,b]; recuperação de imagens através da Web [Oliveira01], [Oliveira02a,b] e detecção de eventos em seqüências de imagens digitais [Guimarães01], [Guimarães02a,b], [Guimarães03a,b].

Por outro lado, o NPDI tem apoiado o CECOR/ EBA e o APM no desenvolvimento de sistemas de informação multimídia envolvendo, no caso do CECOR, uma base de informações sobre obras restauradas, seus materiais e técnicas, imagens geradas por métodos de análises, resultados de análises científicas, etc., e a base de informações/catalogação do acervo do pintor Guignard. Já no caso do APM, envolve o grande acervo de fotografias históricas do Estado de Minas Gerais, além de filmes, mapas, plantas, cartas, documentos, etc.

Este Projeto de Pesquisa solicita ao CNPq apoio para realização de pesquisa em sistemas de informação de multimídia e processamento digital de imagens, envolvendo o desenvolvimento de metodologias e soluções na área de recuperação de informação com base no conteúdo visual. Como plataforma, deveremos utilizar o software DB2 da IBM adquirido através do programa mundial *IBM Scholars*, também disponível para o Brasil. Espera-se, com este auxílio, desenvolver tecnologia para apoiar projetos regionais (CECOR, APM) que visam disponibilizar ao público um material multimídia de importância histórica, artística e cultural cujo acesso é hoje, por razões de conservação e segurança, restrito aos pesquisadores qualificados. Através da Internet, este patrimônio cultural estará acessível não apenas a nível nacional, como internacional, devido a sua importância para a América Latina e Península Ibérica.

Pretendemos, assim, estudar e analisar métodos representativos de extração de características invariantes, tais como: momentos estatísticos, transformadas de Fourier, transformadas de *wavelets* e redes de pulso acoplado paralelo e seqüencial; além de estudar e analisar estruturas de indexação, que são ferramentas fundamentais nos sistemas de gerenciamento de bancos de imagens envolvendo um grande volume de dados. Com a nossa experiência já adquirida no desenvolvimento de algoritmos e metodologias para a recuperação de informação visual em bases controladas, esperamos poder contribuir com novas metodologias para extração de características e estruturas de indexação visando sua aplicação em imagens fotográficas coletadas na Web e na grande base de fotografias históricas do APM.

Pretendemos, também, estudar a plataforma DB2 da IBM, visando seu uso para apoiar os projetos do CECOR e assim, contribuir para o desenvolvimento da informatização de dados científico-culturais em Minas Gerais. Além de promover intercâmbio de conhecimento entre os parceiros e formação de competência científico-tecnológica nas áreas de computação, informação multimídia e preservação do patrimônio cultural.

2. Objetivos e Metas (máximo de 1 página)

Explicitar os objetivos e metas a serem desenvolvidas no projeto.

Objetivos:

Estender e consolidar pesquisa em desenvolvimento no NPDI é o objetivo principal deste projeto. Interagindo com outras instituições locais, contando com o apoio de uma Cooperação Internacional CAPES/COFECUB, esperamos desenvolver algoritmos e metodologias para solucionar problemas nas áreas de sistemas de informação multimídia e processamento digital de imagens, envolvendo a recuperação de informação com base no conteúdo visual. Como plataforma deveremos utilizar o software DB2 da IBM adquirido gratuitamente através do programa mundial IBM Scholars, também disponível para o Brasil. Estarão envolvidos no projeto, nas duas linhas de pesquisa, três doutorandos e um mestrando em Ciência da Computação. Alunos de graduação também participarão através de projetos orientados. São objetivos específicos:

- Estudar e analisar os métodos representativos de extração de características invariantes, tais como: momentos estatísticos, transformadas de Fourier, transformadas de *wave/ets* e redes de pulso acoplado paralelo e seqüencial.
- Estudar e analisar estruturas de indexação, que são ferramentas fundamentais nos sistemas de gerenciamento de bancos de imagens envolvendo um grande volume de dados.
- Estudar a plataforma DB2 da IBM, visando seu uso para apoiar projetos do CECOR: RECICOR, coordenado pelo prof. Luiz Souza e GUIGNARD, coordenado pela profa. Claudina Moresi.
- Contribuir para o desenvolvimento da informatização de dados científico-culturais em Minas Gerais.
- Promover intercâmbio de conhecimento entre os parceiros e formação de competência científico-tecnológica nas áreas de computação, informação multimídia e preservação do patrimônio cultural.
- Formação humana a níveis de graduação, mestrado e doutorado.

Metas:

- Desenvolver um protótipo de um sistema para a recuperação de imagens com base em características de cor, que torne possível buscar imagens específicas em um banco de dados de imagens coletadas na Web.
- Apoiar o desenvolvimento de protótipo de um sistema de informação multimídia destinado ao armazenamento de informações textuais, visuais e audiovisuais e acesso às obras de Guignard.
- Apoiar o desenvolvimento de protótipo de um sistema de informação multimídia destinado ao armazenamento de informações sobre obras restauradas no CECOR, seus materiais e técnicas, imagens geradas por métodos de análises, resultados de análises científicas.
- Fornecer mais um meio de indexação para a grande base de fotografias históricas do APM, através de sua classificação em cenas do tipo externas X internas, bucólicas X urbanas, grupos X individuais, etc.
- Desenvolvimento de uma interface para um sistema de recuperação de informação visual.

3. Metodologia e Estratégia de Ação (máximo de 1 página)

Descrever a metodologia empregada para a execução do projeto e como os objetivos serão alcançados.

Estaremos, neste projeto, atacando as seguintes frentes de pesquisa envolvendo sistemas de informação multimídia e recuperação de informação visual: Classificação de imagens coletadas na *Web* com base no conteúdo cor; Estudo e implementação de métodos usando características invariantes obtidas através de transformadas; Estudo e implementação de métodos para classificação de cenas e sua aplicação no grande acervo fotográfico do APM. Estudo da plataforma DB2 da IBM adquirida, sem custo, através do programa mundial IBM *Scholars*, visando seu uso nas aplicações do CECOR/UFMG; Desenvolvimento de uma interface para um sistema de recuperação de informação visual.

Estima-se que existam mais de dez milhões de imagens na *Web* sem falar nas imagens que são trocadas diariamente. A *Web* é grande, distribuída, hipermídia e um sistema de informação não estruturado. O desenvolvimento de ferramentas que tornem possível buscar imagens específicas em um banco de dados tão grande é de uma utilidade inquestionável [Abb99], [Smith95]. Visamos o desenvolvimento do protótipo de um sistema para a recuperação de imagens com base na cor. O sistema analisará as regiões cromáticas de uma imagem, suas adjacências e variações espaciais (modelo estatístico para obter a distribuição da cor no domínio espacial, [Park99]). O processamento da base de imagens para obter estas informações será feito *off-line* e as imagens serão indexadas através de uma estrutura capaz de manipular estruturas multidimensionais, neste caso uma *R*-tree*, [Brown98].

Ao gerenciar e manipular informações complexas e volumosas, um dos problemas a serem tratados é o de como armazenar e recuperar tais informações de maneira rápida e precisa. Uma técnica usual é a extração de características (parâmetros) da imagem que idealmente possibilitem a identificação da mesma de forma inequívoca, ou com a menor ambigüidade possível. Uma comparação dos diferentes métodos existentes sob transformações geométricas (rotação, escala e translação), variância de iluminação, tolerância ao ruído mostraram um desempenho com certas limitações [Schmid97]. Muitas vezes, o processo de extração de características é baseado na redução da dimensionalidade dos dados: parâmetros são extraídos das imagens e a seguir utilizados para indexá-las agilizando sua busca e recuperação. As estruturas de indexação são ferramentas fundamentais nos sistemas de gerenciamento de banco de dados de interesse dentre um grande volume de dados. Estruturas de dados para espaços métricos (que englobam tanto dados espaciais com dimensão definida quanto dados adimensionais) que endereçam essa necessidade estão começando a ser estudadas, embora existam ainda poucos trabalhos na área, todas apresentando resultados ainda preliminares. As principais estruturas métricas existentes são: a *fixed query tree* [Baeza-Yates94], a *mvp-trees (multi-vantage point tree)* [Bozcaya97], *vp-tree (vantage-point tree)* [Chiueh-94], a GNAT [Brin95], a *M-Tree* [Ciaccia97], a *R*-tree* [Brown98] e a *Slim tree* [Traina99]. Dessas estruturas, apenas a *M-tree* e a *Slim-tree* são dinâmicas, ou seja, permitem a inclusão e remoção de novos objetos depois da árvore já estar criada - as demais estruturas são criadas em uma única operação sobre o conjunto de dados, imutável depois da criação da árvore. Um outro trabalho relacionado ao mapeamento de dados multidimensionais é [Faloutsos95].

Características das imagens serão obtidas através da extração de dados que descrevam adequadamente as imagens, bem como características invariantes às transformações geométricas, e através de tais características as imagens serão indexadas e recuperadas utilizando a *Slim-tree*. O objetivo deste trabalho é desenvolver um conjunto de técnicas para a extração de características de imagens. Através dessas características extraídas, as imagens poderão ser organizadas em um sistema, possibilitando sua recuperação por conteúdo. Estudar e analisar os métodos representativos de extração de características invariantes, tais como: momentos estatísticos, transformadas de Fourier, transformadas de *wavelets* e redes de pulso acoplado paralelo e seqüencial. O módulo de extração de características desempenhará um papel muito importante dentro do sistema geral de recuperação de imagens proposto.

4. Resultados e Impactos Esperados (máximo de 1 página)

Descrever os resultados e/ou produtos esperados. Estimar a repercussão e/ou impactos sócio-econômicos, técnico-científicos e ambientais dos resultados esperados na solução do problema focalizado.

Indicadores de Progresso ao final de cada 6 meses de projeto:

Ao final de 06 meses: atualização permanente de bibliografia; estudo da documentação da plataforma DB2 da IBM; definição de métodos de extração de características e estruturas de indexação de dados; geração de relatórios.

Ao final de 12 meses: atualização permanente de bibliografia; implementação de métodos de extração de características e estruturas de indexação de dados; análise de resultados; submissão de artigos em congressos. Realização do V Workshop em Tratamento de imagens (2004) com divulgação de resultados obtidos nestes projetos.

Ao final de 16 meses: atualização permanente de bibliografia; implementação dos protótipos dos sistemas de informação multimídia dos projetos apoiados pelo NPDI no CECOR; testes realizados com a grande base de fotografias históricas do APM, visando sua classificação em cenas diversas; implementação do protótipo para classificação de imagens fotográficas coletadas na Web; Desenvolvimento de uma interface para um sistema de recuperação de informação visual; geração de relatórios.

Ao final de 24 meses: todos protótipos operacionais e fornecendo acesso via Internet; contribuição em termos de novos algoritmos de extração de características e estruturas de indexação de dados; submissão de 2 artigos em periódicos; formação de mestrandos e doutorandos, além de alunos de graduação. Realização do VI Workshop em Tratamento de imagens (2005) com divulgação de resultados obtidos nestes projetos.

Indicadores de resultados ao final do projeto:

Além de uma capacitação tecnológica esperada, estaremos apoiando a formação de três doutorandos e um mestrando, além dos alunos de graduação que estarão envolvidos em projetos orientados e bolsas de iniciação científica. Em termos de publicações, esperamos publicar pelo menos quatro artigos em congressos (no Brasil e no exterior) e ao final da pesquisa, esperamos poder submeter dois artigos em periódicos indexados. O projeto pretende, também, apoiar a disponibilização ao público de um material audiovisual de importância histórica, artística e cultural cujo acesso é hoje, por razões de conservação e segurança, restrito aos pesquisadores qualificados.

Repercussão e/ou impactos dos resultados:

Acreditamos que a capacitação adquirida com este projeto será de grande utilidade para incrementar nosso apoio aos projetos desenvolvidos no CECOR/UFMG, no APM e que poderá ser utilizada em outros projetos do Estado de Minas Gerais, que apresenta uma posição de destaque no país nesta área de conservação e disponibilização do patrimônio histórico. Através da divulgação de nossos resultados em congressos nacionais estaremos difundindo este conhecimento a nível nacional.

5. Riscos e Dificuldades (máximo de 1 página)

Comentar sobre possíveis dificuldades e riscos potenciais que poderão interferir na execução das ações propostas e comprometer o alcance das metas e objetivos preconizados. Explicitar as medidas previstas para contornar ou superar essas dificuldades.

Acreditamos que os riscos potenciais para o comprometimento do alcance das metas previstas sejam mínimos. Já dispomos de um conhecimento considerável sobre o assunto de sistemas de informação multimídia e a recuperação de informação visual. Os projetos do CECOR e do APM apoiados pelo NPDI dispõem de financiamento próprio e a formação de suas bases de informação encontra-se em pleno desenvolvimento. Um fato que poderia ocorrer seria a desistência de algum aluno envolvido no projeto, mas que sempre poderia ser substituído, não sem causar algum atraso. O auxílio solicitado melhorará nossa capacidade de computação, assim como de aquisição de imagens. Nossos recursos atuais começam a apresentar dificuldade frente ao processamento de grandes bases de dados, no sentido de que torna a realização de experimentos mais lenta. Isto tira o estímulo a experimentar muitos e variados métodos, mas não impediria o alcance de nossas metas, embora demoraríamos mais tempo.

6. Melhores práticas do grupo no tema ou área proposta (máximo de 1 página)

Informe as principais realizações, competências, realizações e experiências do pesquisador/grupo no tema ou área propostos nos últimos cinco anos.

Em seus doze anos de existência, o NPDI sempre procurou interagir com outras instituições, desenvolvendo pesquisa aplicada e buscando soluções e metodologias para os problemas de seus parceiros, entre eles, podemos citar: na UFMG, CECOR, Anatomia Patológica, Engenharia Mecânica, Farmacologia, Geociências, e regionalmente, CDTN/CNEN, CETEC, FUNED, APM, PRODEMGE, SSP/MG. Através do Acordo de Coop. CAPES/COFECUB no. 204/97/99 (jan. 1997 a fev. 2001), conseguimos oficializar interação antiga com a École Supérieure d'Ingénieurs en Électrotechnique et Électronique - ESIEE Paris, França, iniciada em 1990. Este convênio foi renovado, tendo recebido o no. 396/02 (jan. 2002 a fev. 2004). Temos, desta maneira, seguido a orientação de internacionalização da UFMG.

Nossas primeiras incursões na área de bases de imagens remontam aos anos 90 e foram desenvolvidas juntamente com o prof. Luiz Souza do CECOR/UFMG. Envolveram a análise de imagens de raios-x de estátuas de madeira [Araújo92a,b], desenvolvimento de protótipo para base de dados para documentos históricos [Araújo93] e a análise de imagens de fotografias, em infravermelho, de pinturas [Araújo96a,b], [Araújo97], [Araújo98]. Atualmente apoiamos dois projetos do CECOR: RECICOR, coordenado pelo prof. Luiz Souza [Nunes02a,b], e GUIGNARD, coordenado pela profa. Claudina Moresi [Moresi02a,b].

Com o Arquivo Público Mineiro (APM), desenvolvemos um protótipo de sistema de informação multimídia para a coleção de documentos do ex-presidente Arthur Bernardes [De Andrade98a,b,c] [De Andrade00]. Este protótipo motivou a direção do APM a levantar recursos externos no sentido de desenvolver novo sistema piloto, visando um programa mais amplo, que tem como objetivo auxiliar, com a utilização de novas tecnologias, as entidades culturais que, no cumprimento de suas funções, guardam ou desenvolvem trabalhos com acervos documentais de valor permanente (...) devendo impulsionar a utilização de novas tecnologias no tratamento de acervos significativos para a memória de Minas Gerais e do País, com ênfase na recuperação do conteúdo documental [Valle02a,b], [Valle03]. Da mesma forma, apoiamos o desenvolvimento de um protótipo para o Instituto de Criminalística/MG, visando o acesso de laudos importantes que possam ser considerados como modelos para a elaboração de outros laudos, principalmente, por peritos localizados no interior do estado. Foram realizados testes para verificação da melhor maneira de digitalização dos diversos tipos de dados existentes nos laudos (texto, fotografias, vídeo, resultados de testes laboratoriais, etc.) [Mitre01].

Por fim, em nossa linha de pesquisa em recuperação de informação visual com base no conteúdo, conseguimos realizar um grande levantamento bibliográfico, o que nos capacitou a preparar um curso tutorial [Araújo00] para o SIBGRAPI 2000, assim como tem servido para a apresentação de diversas palestras convidadas. Estes estudos realizados nos levaram a iniciar pesquisa em três aplicações diferentes: recuperação de informação visual em bases de imagens controladas [Rodrigues02], [Rodrigues03a,b]; recuperação de imagens coletadas na Web [Oliveira01], [Oliveira02a,b] e detecção de eventos em seqüências de imagens digitais [Guimarães01], [Guimarães02a,b], [Guimarães03a,b], onde temos obtido resultados importantes.

A formação de alunos de Pós-Graduação tem sido uma preocupação constante de nossas atividades. Foi assim que, neste período, conseguimos formar cinco doutores e 19 mestres na área de PDI, além de orientação de cerca de 50 alunos de graduação. Nossos resultados foram publicados em cerca de 80 artigos em congressos e periódicos, nacionais e internacionais.

Encontram-se submetidos três outros artigos em periódicos internacionais, resultantes dos últimos trabalhos de doutorado. Acreditamos que estes artigos tenham grande chance de aceitação porque refletem resultados importantes alcançados em nossas pesquisas, envolvendo o desenvolvimento de novos algoritmos e metodologias.

7. Outros Projetos e Financiamentos (máximo de 1 página)

Indique outros projetos de pesquisa em andamento dos quais participem membros da equipe proponente, incluindo o título, vigência, a dedicação em hora/homem/mês, a origem e o valor do financiamento.

Informe se uma proposta idêntica ou equivalente foi submetida a outro Edital (mesmo em outra agência financiadora): Não foi.

Atualmente, o NPDI apóia dois projetos do CECOR/UFMG, ambos suportados com financiamento do CNPq: RECICOR, coordenado pelo prof. Luiz Souza [Nunes02a,b], e GUIGNARD, coordenado pela profa. Claudina Moresi [Moresi02a,b].

O CECOR reuniu um enorme acervo sobre as obras que foram restauradas em seus 21 anos de funcionamento. Esse acervo é composto por dados bibliográficos, materiais e técnicas utilizados, fotografias e outras informações inéditas no Brasil e na América Latina. Dessa forma, esse acervo se tornou uma rica fonte de pesquisa para os profissionais da área. Mas o acesso a essa informação é lento e trabalhoso, além de necessitar que as pessoas interessadas tenham que se deslocar até o CECOR. Encontra-se em fase de desenvolvimento o Projeto RECICOR, visando a implementação de um sistema de banco de dados que seja acessível pela Internet e torne o cadastro e a consulta ao acervo mais rápido e simples. Da equipe listada no projeto FINDPIX, participam do projeto RECICOR: Prof. Luiz (coordenador), Prof. Arnaldo (colaborador), mestrando em CC Flávio Nunes.

Já o Projeto GUIGNARD visa o desenvolvimento de protótipo de um sistema de informação multimídia destinado ao armazenamento de informações textuais, visuais e audiovisuais e acesso às obras de Alberto da Veiga Guignard (1896 - 1962), considerado grande mestre da pintura moderna, formador de escola e de várias gerações de artistas. Teve grande produção artística, desconhecendo-se ainda a totalidade de suas obras, que compreende desenhos, pinturas sobre madeira, pinturas sobre tecido, pinturas murais e forros. Apesar da vasta literatura - livros referentes à sua biografia, análises estéticas da obra, incluindo relatos de depoimentos, livros sobre a criação da escola Guignard, dentre outros, o artista permanece desconhecido do grande público. O projeto pretende promover a compreensão da obra de Guignard, desenvolvendo uma metodologia de análise e caracterização, priorizando o uso de técnicas não-destrutivas. Trata-se de desenvolver, consolidar e difundir nova concepção de pesquisa e conservação, alicerçadas em bases multidisciplinares. Como resultado, o grande público terá acesso a este rico acervo através da Internet. Da equipe listada no projeto FINDPIX, participam do projeto GUIGNARD: Profa. Claudina (coordenadora), Prof. Arnaldo (colaborador), bolsista DTI em CC FAPEMIG Clarissa Lima, bolsista IC em CC FAPEMIG Gláucia Tavares.

8. Atendimento aos Critérios do Edital

Destaque os aspectos relevantes da proposta quanto aos critérios para avaliação constantes no Edital.

Este Projeto de Pesquisa solicita ao CNPq apoio para realização de pesquisa em sistemas de informação de multimídia e processamento digital de imagens, envolvendo o desenvolvimento de metodologias e soluções na área de recuperação de informação com base no conteúdo visual. Como plataforma, deveremos utilizar o software DB2 da IBM adquirido através do programa mundial *IBM Scholars*, também disponível para o Brasil.

Também, com a nossa experiência já adquirida no desenvolvimento de algoritmos e metodologias para a recuperação de informação visual em bases controladas, esperamos poder contribuir com novas metodologias para extração de características e estruturas de indexação visando sua aplicação em imagens fotográficas coletadas na Web e na grande base de fotografias históricas do APM.

Enfim, estaremos contribuindo para o desenvolvimento da informatização de dados científico-culturais em Minas Gerais, além de promover intercâmbio de conhecimento entre os parceiros e formação de competência científico-tecnológica nas áreas de computação, informação multimídia e preservação do patrimônio cultural.

A formação humana, a níveis de graduação, mestrado e doutorado, encontra-se nas metas deste projeto.

Além dos critérios constantes no Edital, que outros critérios você destacaria para serem considerados em favor de sua proposta?

Espera-se, com este auxílio, desenvolver tecnologia para apoiar projetos regionais (CECOR, APM) que visam disponibilizar ao público um material multimídia de importância histórica, artística e cultural cujo acesso é hoje, por razões de conservação e segurança, restrito aos pesquisadores qualificados. Através da Internet, este patrimônio cultural estará acessível não apenas a nível nacional, como internacional, devido a sua importância para a América Latina e Península Ibérica.

9. Referências Bibliográficas

Relacionar as obras da literatura citadas, de acordo com as normas da ABNT.

Abate, A.F. et al. IME: an image management environment with content-based access. *Image and Vision Computing*, 17:967-980, 1999.

Abbadeni, N., Ziou, D. & Wang, S. *Image classification & retrieval on the www*. Proceedings of the 4th ACM Conference on Digital Libraries, 1999, Berkeley, CA USA, p. 208 – 209.

Araújo, A. de A., Guimarães, S.J.F. & Cerqueira, G.C. New approach for old movie restoration, IS&T/SPIE Electronic Imaging 2001, San Jose-CA, USA. In: Frank, A.M. (Editor), Conference on High-Speed Imaging and Sequence Analysis III, SPIE, ISBN no. 0 8194 3986 X, vol. 4308, 2001, pp 67-77.

Araújo, A. de A. & Guimarães, S.J.F. Recuperação de informação visual com base no conteúdo em imagens e vídeos digitais, Edição Especial em Computação Gráfica e Processamento de Imagens, Revista de Informática Teórica e Aplicada - RITA, UFRGS, Porto Alegre-RS, Brazil, vol. 7, no. 2, ISSN no. 0103 4308, 2000, pp 43-72.

Araújo, A. de A., Hadad, R.M. & Coelho, B.V. Enhancement of sketch contours on paintings infrared photographs: a comparison, Proceedings of the 9th. European Signal Processing Conference - EUSIPCO, Island of Rhodes, Greece. In: Theodoridis, S., Pitas, I., Stouratis, A. & Kalouptsidis, N. (Editors), Signal Processing IX: Theories and Applications, EURASIP, ISBN no. 960 7620 07 0, vol. II, 1998, pp 853-856.

Araújo, A. de A. & Hadad, R.M. Enhancement of sketch contours on paintings infrared photographs by optimal filtering, Proceedings of the II Workshop on Cybernetic Vision, IEEE Computer Society Press, São Carlos-SP, Brazil, 1997, ISBN no. 0 8186 8058 X, pp 231-236.

Araújo, A. de A. & Bertrand, G. Enhancement of paintings infrared photographs using mathematical morphology and topological processing, Proceedings of the International Symposium on Optical Science, Engineering, and Instrumentation - SPIE, Denver-CO, USA. In Tescher, A.G. (Editor), Applications of Digital Image Processing XIX, SPIE, ISBN no. 0 8194 2235 5, vol. 2847, 1996, pp 677-685.

Araújo, A. de A. & Bertrand, G. Cooperative use of mathematical morphology and topology algorithms to enhance sketch contours on paintings infrared photographs, in Banon, G. (Editor), Proceedings of the II Brazilian Workshop on Mathematical Morphology, São Paulo-SP, Brazil, 1996, <http://www.inpe.br/~banon/URLib2/>.

Araújo, A. de A., Laender, A.F.H., Silva Jr., N.I. & Coutinho, R.N. Image coding for storing historical documents in a database, Proceedings of the 1993 Picture Coding Symposium - PCS, Lausanne, Switzerland, 1993, pp 5.5-6.

Araújo, A. de A., Laender, A.F.H., Silva Jr., N.I., Coutinho, R.N., Veloso, B.R. & Coelho, B.V. An image data base system of brazilian historical documents, Proceedings of the

2nd. International Conference on Automation, Robotics and Computer Vision - ICARCV/IEEE, Singapore, vol. 2, 1992, pp cv-16.6.1-5.

Araújo, A. de A., Davis Jr., C.A., Daker, A.L.V., Souza, L.A.C. & Leal, A.S. Digital processing of x-rays of sculptures: A case study of Aleijadinho's work, Proceedings of the 4th. International Conference on Image Processing and its Applications - IPA/IEE, Maastricht, The Netherlands, ISBN 0 85296 543 5, 1992, pp 617-620.

Athitsos, V., Swain, M.J. & Frankel, C. *Distinguishing photographs and graphics on the www*. Proceedings of IEEE Workshop on Content-Based Access of Image and Video Libraries, Puerto Rico, June 1998.

Baeza-Yatez, R. & Ribeiro-Neto, B. Modern Information Retrieval, Wesley, 1999.

Berman, A.P. & Shapiro, L.G. A flexible image database system for content-based retrieval. CVIU 75(1/2):175-199, 1999.

Blatner, M.M. & Dannenberg, R.B. Multimedia Interface Design, ACM Press, 1992.

Bozcaya, T. & Ozsoyoglu, M. *Distance-Based Indexing for High-Dimensional Metric Spaces*. ACM SIGMOD 1997. pp. 357-368.

Brin, S. *Near Neighbor search in large metric spaces*. VLDB 1995. pp. 574-584.

Brown, L. & Gruenwald, L. *Tree-based indexing for image data*, JVICR, December, 1998, 9(4):300-313.

Brunelli, R., Mich, O. & Modena, C.M. *A survey on the automatic indexing of video data*. Journal of Visual Communication and Image Representation, 10(6):78--112, June 1999.

Catell, R.G.C. Object-oriented and Extended Relational Database-Systems, Addison-Wesley, 1994.

Chang, S.F., Huang, Q., Huang, T., Puri, A. & Shahraray, B. *Advances in Multimedia: Systems, Standards and Networks*, chapter Multimedia Search and Retrieval. New York: Marcel Dekker, 1999.

Chiueh, T. *Content-Based Image Indexing*. VLDB 94. pp.582-593.

Ciaccia, P., Patella, M. & Zezula, P. *M-Tree: An efficient access method for similarity search in metric spaces*. VLDB 1997. pp. 426-435.

CONWAY, P. *Preservação no universo digital*. Coordenação de Ingrid Beck, tradução de Olga de Souza Marder. Rio de Janeiro, Arquivo Nacional, 1997.

De 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.

De Andrade, N.S., Araújo, A. de A. & De Melo, C.H. A multimedia information system for governmental historical documents, Proceedings (CD-ROM) of the Museums and the Web: An International Conference, Toronto, Ontario, Canada, 1998.

De Andrade, N.S., Araújo, A. de A. & De Melo, C.H. Um sistema de informação multimídia para recuperação de documentos históricos do Arquivo Público Mineiro, Anais (CD-ROM) do XII Congresso Brasileiro de Arquivologia, João Pessoa-PB, Brazil, junho 1998.

De Andrade, N.S. Sistemas de Informação Multimídia. 1998. 73 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Fundação João Pinheiro. Orientador: Araújo, A. de A.

Del Bimbo, A. Visual Information Retrieval, Morgan Kaufmann, 1999.

Descrição do Programa *Minas Gerais: Memória, Patrimônio Documental e Informação Digital*. Belo Horizonte, Secretaria de Estado da Cultura, 1999.

Elmasri, R. & Navathe, S. *Fundamentals of Database Systems*. 3ª. Ed. Reading MA, Addison Wesley Longman, Inc. 2000.

Faloutsos, C. & Lin, K. *FastMap: A Fast Algorithm for Indexing, Data-Mining and Visualization of Traditional and Multimedia Datasets*. SIGMOD 1995 pp. 163-174.

Formulário para Apresentação de Projeto Cultural, *Digitalização de Imagens: A preservação da memória fotográfica de Minas*. Belo Horizonte, Associação Cultural do Arquivo Público Mineiro, 1999.

Faulus, D.S. & Ng, R.T. *An expressive language and interface for image querying*, Machine Vision and Applications, 10, 1997, pp 66-73.

Flickner, M. et al. *Query by image and video content: the QBIC system*. IEEE Computer, 1995, v. 28, n. 9, p. 23 - 32, September.

Frakel, C., Swain, M. J. & Athitsos, V. *Webseer: An image search engine for the world wide web*. Technical Report TR-96-14. Computer Science Department, University of Chicago, 1996.

Gaede, V. & Gunther, O. *Multidimensional Access Method*. ACM Computing Surveys. Vol. 30. Nº 2. pp. 170-231, 1998.

Gevers, T. & Smeulders, A.W.M. *Contentbased image retrieval by viewpointinvariant color indexing*. Image and Vision Computing, 17(7):475--488, May 1999.

Gonzales, R.C. & Woods, R.E. *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, 1993.

Goodrum, A. & Spink, A. Image searching on the excite web search engine. Information Processing and Management, 2001, v. 37, p. 295 – 311.

Gu, C. & Kunt, M. *Contour simplification and motion compensated coding*, Signal Processing: Image Communications, Elsevier, 1995, 7:279-296.

- Gudivada, V. N. & Raghavan, V. V. *Content-based image retrieval systems*. IEEE Computer, 1995, v. 28, n. 9, p. 18 - 22, September.
- Guimarães, S.J.F. Identificação de Transições em Vídeo Baseada na Análise de Imagens 2D. 2003. Tese (Doutorado em Ciência da Computação), UFMG – Orientador: Araújo, A. de A.
- Guimarães, S.J.F., Couprie, M., Araújo, A. de A. & Leite, N.J. Video segmentation based on 2D image analysis, *Pattern Recognition Letters*, Elsevier, Amsterdam, Holand, v. 24, n. 07, p. 947-957, 2003.
- Guimarães, S.J.F., Couprie, M., Leite, N.J. & Araújo, A. de A. Video fade detection by discrete line identification. In: Kasturi, R., Laurendeau, D. & Suen, C. (Editors), *Proceedings of the 16th. International Conference on Pattern Recognition - ICPR*, Québec City-QC, Canada, IAPR/IEEE, ISBN no. 0 7695 1699 8, vol. 2, 2002, pp 1013-1016.
- Guimarães, S.J.F., Leite, N.J., Couprie, M. & Araújo, A. de A. A multi-scale, directional and parametrized transition detection algorithm, *Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing - SIBGRAPI*, IEEE Computer Society Press, Fortaleza-CE, Brazil, ISBN no. 0 7695 1846 X, 2002, pp 261-268.
- Günsel, B. & Tekalp, A.M. *Shape similiraty matching for query-by-example*, *Pattern Recognition*, 31/7, 1998, pp 931-944.
- Gupta, A. & Jain, R. *Visual information retrieval*. *Communications of the ACM*, 1997, v. 40, n. 5, p. 71 - 79, May.
- Guttman, A. *R-Tree: A dynamic Index Structure for Spatial Searching*. *ACM SIGMOD* 1984. pp. 47-57.
- Hermes, T. et al. Image retrieval for information systems. *SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases III*, pp 394-405, 1995.
- Hu, M.K. *Pattern Recognition by Invariant Moments*, *Proc. IRE Transactions on Information Theory*, 1961, pp 179-187.
- Jin, J.S. & Kurniawati, R. A scheme for intelligent image retrieval in multimedia databases. *Journal of VCIR*, 7(4):360-377, 1996.
- Johnson, J. *Pulse-coupled neural net: translation, rotation, scale, distortion, and intensity signal invariance for images*, *Opt. Soc. of America*, vol. 33, no 26, 1994, pp 6239-6253.
- Kan, C. & Srinath, M.D. *Invariant character recognition with Zernike and orthogonal Fourier-Mellin moments*, *Pattern Recognition*, vol. 35, 2002, pp 143-154.
- Khoshafian, S. & Baker, A. B. *Multimedia and Imaging Databases*, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1996.
- Lipson, P. et al. Configuration-based scene classification and image indexing. *IEEE CVPR*, pp 1007-1013, 1997.

Mitre, T.K.. Sistema de Informação Multimídia para Consulta a Laudos Periciais. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - UFMG. Orientador: Araújo, A. de A..

Moresi, C.M.D., Neves, A.R.A., Veloso, B.R., Araújo, A. de A., Valle Jr., E.A., Trindade, S.M.C., Julião, L., Teixeira, I.A.C., Vinhosa, F.L.T. & Hadad, R.M. Estudo e digitalização da obra de Guignard, pintor modernista, Anais (CD-ROM) do III Workshop em Tratamento de Imagens, DCC/UFMG, Belo Horizonte-MG, Brazil, 2002, 6p.

Moresi, C.M.D., Neves, A.R.A., Veloso, B.R., Trindade, S.M.C., Juliao, L., Teixeira, I.A.C., Araújo, A. de A., Hadad, R.M., Vinhosa, F.L.T. & Vieira, I.L. Documentação e estudo da obra de Guignard, Proceedings (CD-ROM) of the Committee International for Documentation Conference - CIDOC/ICOM, Porto Alegre-RS, Brazil, 2002, 2 p.

Nunes, F.H.C., Souza, L.A.C., Araújo, A. de A. & Correa, M.A. Disponibilizando e Preservando o Acervo sobre Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis do CECOR, Revista Eletrônica de Iniciação Científica – REIC, SBC, ano II, vol. II, no. III, ISSN 1519 8219, 2002, <http://www.sbc.org.br/reic>.

Nunes, F.H.C., Souza, L.A.C., Araújo, A. de A. & Correa, M.A. Um sistema de informação multimídia para o CECOR, Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Multimedia and Hypermedia Systems - SBMIDIA, Tools and Applications Workshop, Fortaleza-CE, Brazil, 2002, pp 391-394.

Oliva, A. et al. Global semantic classification of scenes using power spectrum templates. The Challenge of Image Retrieval, UK, 1999.

Oliveira, C.J.S., Araújo, A. de A., Severiano Jr., C.A. & Gomes, D.R. Classificação de Imagens Coletadas na World Wide Web, Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Multimedia and Hypermedia Systems - SBMIDIA, Fortaleza-CE, Brazil, 2002, pp 306-313.

Oliveira, C.J.S., Araújo, A. de A., Gomes, D.R. & Severiano Jr., C.A. Protótipo de um sistema de recuperação de imagens baseado na cor, Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Multimedia and Hypermedia Systems - SBMIDIA, Tools and Applications Workshop, Fortaleza-CE, Brazil, 2002, pp 411-414.

Oliveira, C.J.S., Araújo, A. de A., Severiano Jr., C.A. & Gomes, D.R. Classifying images collected on the World Wide Web, Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing - SIBGRAPI, IEEE Computer Society Press, Fortaleza-CE, Brazil, ISBN no. 0 7695 1846 X, 2002, pp 327-334.

Oliveira, C.J.S. Classificador de Imagens Fotográficas Coletadas na World Wide Web. 2001. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - UFMG. Orientador: Araújo, A. de A.

Paek, S. et al. Integration of visual and text-based approaches for the content labelling and classification of photographs. ACM SIGIR99 – W. on Multimedia Indexing and Retrieval, 1999.

Park, I. K., Yun, I. D. & Lee, S. U. *Color image retrieval using hybrid graph representation*, Image and Vision Computing, Elsevier, 17(7):465-474, 1999.

Rodrigues, P.S.R. Um modelo Bayesiano combinando Análise Semântica Latente, Agrupamento de Imagens e Atributos Espaciais Globais para Recuperação de Informação Visual. 2003. Tese (Doutorado em Ciência da Computação), UFMG – Orientador: Araújo, A. de A.

Rodrigues, P.S.R. & Araújo, A. de A. A Bayesian Network to Improve Content Based Image Retrieval, submetido, IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2003.

Rodrigues, P.S.R. & Araújo, A. de A. A region-based object recognition algorithm, Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing - SIBGRAPI, IEEE Computer Society Press, Fortaleza-CE, Brazil, ISBN no. 0 7695 1846 X, 2002, pp 283-289.

Roth, V. Contentbased retrieval from digital video. Image and Vision Computing, 17(7):531--540, May 1999.

Rui, Y., Huang, T. S. & Chang. S.-F. *Image retrieval: current techniques, promising directions, and open issue*, Journal of Visual Communications and Image Representation, 1999, v. 10, p. 39 – 62.

Rui, Y. & Huang, T.S. *Image Retrieval: Current Techniques, Promossing Directions and Open Issues*, The NECI Scientific Literature Digital Library.

Sabharwal, C.L. & Bhatia, S.K. *Image databases and near-perfect Hash table*, Pattern Recognition, 30/11, 1997, pp 1867-1876.

Schmid, C. & Mohr, R. *Image retrieval using local characterization*, Fourth DELOS Workshop, Image Indexing and Retrieval, 1997.

Schweitzer, H. Organizing image databases as visualcontent search trees. Image and Vision Computing, 17(7):501—511, May 1999.

Sclaroff, S. & Taycher, L. & La Cascia, M. *ImageRover: A Content-Based Image Browser for the World-Wide Web*. IEEE Workshop on Content-based Acess for Image and Video Libraries. V. 6. 1997.

Sethi, I.K. & Coman, I. *Image retrieval using hierachical self-organizing feature maps*. Pattern Recognition Letters, no. 20, 1999, pp 1337-1345.

Shen, D., Wai, W.H. & Horace, H. S. . *Affineinvariant image retrieval by correspondence matching of shapes*. Image and Vision Computing, 17(7):489--499, May 1999.

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 et al. *Content-Based Image Retrieval at the End of the Early Years*. IEEE Trans. on PAMI, vol. 22, no. 12, 2000, pp 1349-1381.
- Smith, J.R. & Chang, S.F. Searching for images and videos on the www. TR CU/CTR 459-96-25, Columbia Univ. 1996.
- Stricker, M. & Dimai, A. *Spectral covariance and fuzzy regions for image indexing*, Machine Vision and Applications, 10, 1997, pp 66-73.
- Szummer, M. & Picard, R. Indoor-outdoor image classification. IEEE Int. W. on Content-based access of Image and Video Databases, pp 42-51, 1998.
- Traina Jr., C., Traina, A. J. M. & Faloutsos, C. *Distance Exponent: A New Concept for Selectivity Estimation in Metric Trees*. Technical Report. CMU-CS-99-110. 1999.
- Vailaya, A., Jain, A. & Zhang, H.J. *On image classification: city vs. Landscape*. Proceeding of IEEE Workshop on Content-Based Access of Image and Video Libraries, Santa Barbara, California, June 1998.
- Valle Jr., E.A. Sistemas de informação multimídia para documentos históricos. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Orientador: Araújo, A. de A.
- Valle Jr., E.A. & Araújo, A. de A. Preserving Historical Collections Using Multimedia Information Systems, Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Multimedia and Hypermedia Systems - SBMIDIA, Thesis and Dissertation Workshop, Fortaleza-CE, Brazil, 2002, pp 317-324.
- Valle Jr., E.A., Araújo, A. de A., Vieira, F.M. & Costa, C.C.P. A tool for workflow management in the composition of multimedia databases from preexistent documents, Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Multimedia and Hypermedia Systems - SBMIDIA, Tools and Applications Workshop, Fortaleza-CE, Brazil, 2002, pp 379-382.
- Wang, J.Z. *Wavelets and Imaging Informatics: A Review of the Literature*, Jornal pf Biomedical Informatics, vol. 34, 2001, pp 129-141.
- Watanabe, S. *Pattern Recognition: Human and Mechanical*, Wiley, 1985, New York.
- Wolfram, S. *Statistical Mechanics of Cellular Automata*, Rev. Mod. Phys. vol. 55, 1983, pp 601-644.