

EITIS:Um ambiente de ferramentas integradas para
desenvolvimento de sistemas interativos

Rubens N. Melo

Depto de Informatica PUC-RJ

R. Marques de S. Vicente 225-GAVEA-Rio de Janeiro-BRASIL

EITIS (Environment of Integrated Tools for Interactive Systems) e' um ambiente (ajustavel) para especificar, projetar, implementar e executar Sistemas Interativos de Banco de Dados com Interface de Usuario Grafica. Na realidade o EITIS comporta dois niveis de ambientes: no primeiro nivel (Meta-ambiente) e' definida a meta-informacao necessaria 'as transformacoes das descricoes dos sistemas em desenvolvimento. No segundo nivel essas transformacoes sao efetuadas guiadas pela meta-informacao especificadas no primeiro nivel. O projeto EITIS de certa forma integra uma serie de tecnicas e metodos de varias areas da tecnologia de Informatica (tais como Banco de Dados, Computacao Grafica Interativa e Engenharia de Software) ja' previamente desenvolvidas em projetos anteriores. Este artigo descreve brevemente a concepcao e as principais caracteristicas e decisoes de projeto adotadas no EITIS como uma evolucao de projetos precursores.

1) INTRODUCAO

EITIS (Environment of Integrated Tools for Interactive Systems) e' um ambiente (ajustavel) para especificar, projetar, implementar e executar interativamente Sistemas Interativos de Banco de Dados Nao Convencionais tais como Sistemas de CAD, de Office Automation e Sistemas de BD Graficos.

EITIS, que soa como 80's (dos anos 80 em ingles) e' uma evolucao de varios outras pesquisas desenvolvidas no departamento de Informatica da PUC-RJ desde meados da decada de 70. Ele herdou desses projetos anteriores algumas de suas caracteristicas essenciais:

a) Geracao semi-automatica de sistemas.

A ideia de geracao semi-automatica de sistema nos projetos de pesquisas precursores do EITIS existe desde os tempos de estudos sobre o sistema PSL/PSA da Universidade de Michigan que havia na PUC-RJ desde meados de 74.

Ja' em 1976 com um Processador de Macros desenvolvido para o projeto do mini-computador nacional G-10 [MELO76a], houve a tentativa em alguns trabalhos [BRAN77, ROME83] de gerar programas Fortran correspondentes as descricoes de processos em PSL. Em PSL, os processos (PROCESS) sao descritos como um comentario (COMMENT) e a ideia dessa pesquisa era usar na descricao dos processos um pseudo-codigo com macros possivel de ser traduzido para FORTRAN estruturado (FORTS-PUC) [MELO78a]. Mais tarde um dos projetos de pesquisa (SIMPLES: Um sistema para Implementar Sistemas) [MELO83] tentava gerar a partir de uma especificacao baseada em Entidades e Relacionamentos, o BD descrito em DDL (data definition language) e os programas em Fortran+DML (data manipulation language) do DBTGinho (Um DBMS tipo CODASYL desenvolvido em 75 e utilizado nos projetos e cursos de BD do departamento).

b) Meta descricoes.

Meta-descricoes sao fundamentais para permitir que os sistemas sejam flexiveis e genericos. Esta tem sido uma caracteristica marcante nos projetos precursores do EITIS.

No projeto MIDAS [MELO79a,c, CAMP81, ARAU81] que visava desenvolver um SGBD tipo rede segundo a proposta da CODASYL versao 78, com os tres niveis de descricao do Banco de Dados: externo, conceitual e interno, o conceito de meta esquema foi implementado. O esquema do BD dos usuarios era visto tambem como um BD segundo o mesmo modelo (de redes) e o seu esquema era o meta esquema. Desse modo o proprio SGBD era visto tambem como um sistema de BD, um "meta sistema de BD".

No projeto do SDDPUC [LOBE81a,b,MELO81a,ALVA82]o conceito de meta dicionario foi introduzido e implementado. O SDDPUC era um "sistema de dicionario de dados flexivel" que permitia o usuario "autorizar" (verbo estranho que foi usado na implementacao do SDDPUC) a linguagem a ser utilizada na descricao do sistema. Desse modo era possivel descrever o sistema em questao em diferentes niveis . Por exemplo podia-se descrever a visao conceitual ("gerencial") ou a visao operacional (de implementacao) do sistema bastando para isso mudar ("autorizar") no meta dicionario os conceitos a utilizar (os objetos, relacionamentos e atributos).

No SDDPUC O usuario interagiu com linguagem ("natural") de formato livre ou atraves de uma interfaces de menus [OPPE82]. Um subsistema de verificacao da consistencia da especificacao foi projetado em [deMELO82]. As linguagens de especificacao geradas mantinham a mesma estrutura, somente os termos, os verbos, os atributos mudavam. O meta-modelo era o "Entidades-Relacionamento-Atributos" (modelo E-R) [CHEN76].

c) Tipos abstratos e Modelos Conceituais de BD

Em todos os projetos anteriores ao EITIS as ferramentas e sistemas desenvolvidos eram orientados para Sistemas de Informacao baseados em Banco de Dados[GUSM77].

Desde muito tempo atras o enfoque "infologico" para sistemas de informacao [LANG66,SUND73,GUSM77,TEIX79,ANDR82b] preconizava a descricao conceitual de Sistemas de BD. A partir da proposta da ANSI/SPARC [ANSI75] varios modelos conceituais ou semanticos tem sido propostos na literatura, sendo os modelos baseados em Entidades e Relacionamentos os mais aplicados em geral quer em sistemas de BD ou convencionais. O enfoque de E-R combinado com metodologia de analise e projeto estruturado de sistemas [GANE83] foi introduzido em [SOUZ81]

Ha' alguns anos varios estudos comparativos de modelos semanticos tem sido feitos [PENAB83,MELO84b,ZAKI85]. Dentre esses modelos o modelo E-R e suas extensoes tem tido papel importante nos projetos anteriores ao EITIS

O uso do modelo E-R e suas extensoes como modelo para especificacao de sistema foi utilizado em varios projetos anteriores [MELO77,MELO79b,ANDR82b] e como modelo de SGBD foi utilizado no projeto REDAS: "Relation-Entity Data System" [GOME77,MELO78b]. Mais tarde um outro projeto de pesquisa o REDAS II, incluia extensoes ao modelo E-R e tecnicas de Tipos abstratos.

O uso de Tipos abstratos em Banco de Dados e' ideia antiga [MELO76b] e como extensao de BD Relacional para aplicacoes nao convencionais foi utilizado no projeto STAD: "Sistema de Tipos Abstratos de Dados" [NIGR84, MELO84a, BARB85] onde o conceito de objeto complexo em BD para CAD ja' era abordado.

d) Computacao Grafica Interativa e Interfaces de Usuario

Aproveitando a experiencia anterior com computacao grafica em projetos antigos [MELO72a,b,c,d] e com novas possibilidades de recursos graficos (estacoes graficas, micros, etc...) o uso de tecnicas graficas para as interfaces de usuarios se intensificou no projeto EITIS.

Implementacoes de pacotes graficos padronizados tipo CORE e GKS [ALVA84, CAVA85, TANAB5a,b] e de editores Graficos [CAVA85] e de gerenciadores de janelas sao contribuicoes recentes para o projeto EITIS.

Interfaces amigaveis para interacao com Banco de Dados foram projetadas e implementadas em sistemas anteriores [OPPE82, THOM84]. O conceito de SGIU (Sistema de Gerencia de Interface de Usuario) que generaliza o conceito de Interface de Usuario foi inicialmente estudado em [FUKS84] e em [THOM84] e tem papel muito importante no EITIS.

2) O PROJETO EITIS

A juncao do conceito de SGIU com o conceito de meta descricoes do MIDAS e SDDPUC, com as ideias de geracao semi-automatica de sistemas dos projetos antigos e os desafios modernos das novas areas de aplicacao de BD, tais como CAD [CABR85, MELO85b], Office Automation e outras [LANZ86, LANZ87], deram inicio ao projeto EITIS. A ideia basica era integrar uma variedade de ferramentas de tal forma que fosse possivel configurar varios ambientes. Por exemplo, um ambiente para desenvolver sistemas de CAD, outro voltado para sistemas de SAD (Sistema de Suporte a Deciso'es), outro para sistemas de BD Graficos, etc.. A fig. 1 mostra os principais componentes do ambiente EITIS.

Um ambiente EITIS considera que todo sistema a desenvolver tem tres aspectos fundamentais : Dados , Processos e Controle. O processo de desenvolvimento segue o metodo de transformacoes de descricoes do sistema em varios niveis de abstracao [BATI86, MELO86]. Em cada nivel ha' ferramentas para descricao dos tres aspectos dos sistemas e tambem para a verificacao. Cada transformacao e' guiada pelas descricoes anteriores e por meta-informacoes inicialmente geradas previamente (e possivelmente atualizadas) pelos operadores das transformacoes (especificadores do nivel conceitual, projetistas, usuarios finais, etc)

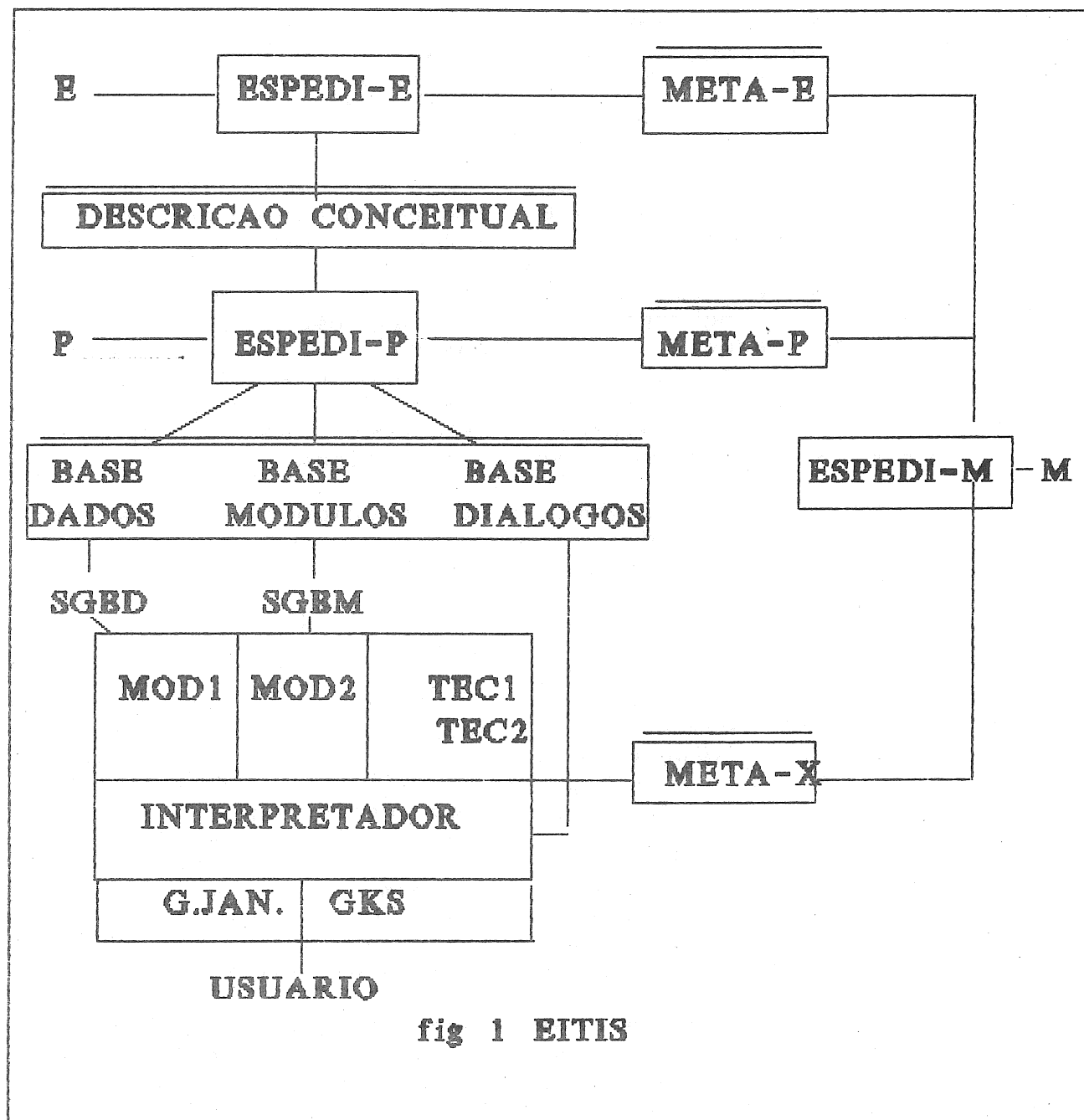


fig 1 EITIS

O projeto EITIS considera dois niveis de ambientes: O meta ambiente que "autoriza" , isto e' ,define as meta-informacoes do ambiente tais como as linguagens dos usuarios especificadores, regras de mapeamento para os projetistas, perfis de usuarios iniciais na execucao etc.

No nivel de especificacao o subsistema ESPEDI-M [SILV85,MELO85a] permite a definicao do meta dicionario contendo os termos e verbos a utilizar na especificacao (por exemplo ESTADO, TRANSICAO, ACONA MODULO, ENTIDADE, ATRIBUTO,)

O especificador usando essa linguagem especifica atraves do subsistema ESPEDI-E o sistema a ser gerado. Nessa especificacao pode-se descobrir os tres aspectos do sistema: Os dados da aplicacao, os processamentos e a dinamica de acionamento desses processamentos (a interface do usuario). Nesse nivel a linguagem de descricao usa algum modelo conceitual de dados(ER por exemplo), algum modelo de descricao de processos (DFD por exemplo) e algum modelo de descricao de dialogos (ATN - Augmented Transition Network - por exemplo). Os dialogos descrevem como o usuario controlara a ativacao dos modulos do sistema.

Uma parte do subsistema ESPEDI-E comporta funcoes que permitem o especificador analisar a descricao feita e verificar sua consistencia e completeza.

Os tres aspectos do sistema sao mapeados em todos os niveis.

No nivel de projeto de implementacao o ESPEDI-M define regras para o mapeamento da especificacao em estruturas logicas de dados (Relacional por ex.), de processamento (DEM por ex.) e de interface de usuario (Dialogos). O projetista atraves do ESPEDI-P sera ajudado por estas regras (META-P) para efetuar a transformacao da descricao conceitual em estruturas de implementacao do sistema. Uma parte do ESPEDI-P comporta funcoes que permitem o projetista verificar a consistencia do projeto. A transformacao da descricao de dialogos representados por ATNs em estruturas de dados de um BD tipo rede foi estudada em [GUER86].

No nivel de execucao o meta ambiente orienta em termos de que conjunto de tecnicas de interacao sao apropriadas aos usuarios (estilos de usuarios). Esses estilos podem ser iniciais e serem atualizados durante a interacao do usuario com o sistema.

No nivel de execucao o usuario interage com o sistema atraves de facilidades graficas (Janelas, menus, etc) de acordo com o estilo determinado por seu perfil [FUKS84,BATIS6,MELO86]. O acionamento de modulos ocorre durante a interpretacao do dialogo. Os modulos sao acessados

na base de modulos via facilidades de Gerencia de Base de Modulos de maneira similar ao acesso aos dados do BD atraves de Gerenciador de BD.

As meta-informacoes utilizadas pelos ambientes EITIS podem ser vistas como "bases de conhecimento" das metodologias empregadas. Por exemplo na analise de consistencia, feita pelo ESPEDI-E, da descricao conceitual ele se vale da meta-informacao (base de conhecimento) que define as regras de consistencia e completeza (Um relacionamento incompleto, um processo sem saidas, etc). Da mesma maneira no mapeamento do nivel conceitual para o de implementacao as regras de transformacao de relacionamentos em tabelas, ou criterios para definicao de indices secundarios formam uma base de conhecimento sobre esse metodo de implementar sistemas.

3)A EVOLUCAO DO PROJETO EITIS

Basicamente o meta ambiente sugerido pelo EITIS e' do tipo "configurativo interativo" que pode ser (no futuro) tambem orientado por assistentes especialistas que usam bases de conhecimentos sobre os ambientes objetos desejados e sobre metodologias adequadas.

Atualmente os ambientes EITIS seguem o paradigma de processo de projeto em fases (especificacao conceitual, projeto de implementacao, execucao) com transformacoes semi-automaticas entre as descricoes ajudadas por base de conhecimento sobre os mapeamentos. Espera-se que interativamente (com o ESPEDI-M) possa-se escolher os modelos e ferramentas apropriados em cada nivel

Varias topicos estao sendo analisados dentro do ambiente EITIS visando sua generalizacao de aplicacao. Por exemplo:

3.1) Generalizacao do ESPEDI-M

A busca de um Meta Modelo dos Ambientes gerados e' fundamental para que se possa ter como instancias de ambientes gerados, ambientes variados tais como de CAD, CASE, CAI, SAD, etc.

Visando a generalizacao de aplicacao as ferramentas sendo desenvolvidas sao alternativas para configuracao de diferentes ambientes. Por exemplo mais de um DBMS, diferentes gerenciadores de janelas, diferentes interpretadores universais de dialogos, diferentes nucleos de rotinas graficas, etc....

Com a ideia de configuracao interativa inteligente, o ESPEDI-M conversaria com o "meta-projetista" e utilizando uma base de conhecimento de ambientes, os dois

configurariam um ambiente desejado a partir de varias ferramentas existentes, por exemplo um DBMS Relacional + um Interpretador de dialogos em ATN + um Gerenciador de Janelas superpostas seriam configurados num ambiente para sistemas de CAD e assim por diante.

3.2) A integracao via base de dados orientada p/ objetos

A orientacao para Objetos tem sido considerado um possivel paradigma integrador de varias areas como as de Inteligencia Artificial, Linguagens de Programacao e Banco de Dados [MELO87].

No EITIS tanto os dados no BD como os modulos na Base de Modulos como os Dialogos sao objetos que devem ser manipulados de maneira similar na execucao. Estes objetos tem caracteristicas tais como: versoes (em tempo), alternativas (de projeto), etc... que seriam melhor tratadas com um Gerenciador de Banco de Dados Orientado para Objeto.

Estudos de modelagem orientada para objetos dos tres aspectos de sistemas nos ambientes EITIS estao em andamento visando favorecer a integracao desejada entre as ferramentas componentes.

4) CONCLUSOES

A busca de ambientes integrados para desenvolvimento de software tem se tornado uma das areas de pesquisa mais importantes em Engenharia de Software.

Neste artigo foi feito uma breve descricao do EITIS, um ambiente que esta sendo desenvolvido no departamento de Informatica da PUC-RJ. Nessa descricao foi mostrado como este ambiente, que incorpora varios aspectos importantes da tecnologia atual em Engenharia de Software, evoluiu naturalmente de outros projetos de pesquisa anteriores.

Referencias

- [MELO72a] Melo, R.N. "Um pacote de subrotinas para uso do Display IBM 2250 em Fortran", Div. de Comp., ITA, 1972
- [MELO72b] Melo, R.N. "Desenho animado no Display IBM 2250", Div. Comp., ITA, 1972
- [MELO73c] Melo, R.N. "Corte e aterro de pistas de aeroportos interagindo com um display IBM 2250", Div. Comp., ITA, 1972
- [MELO72d] Melo, R.N. "Representacao e manipulacao de superficies $x(u,v)$, $y(u,v)$ e $z(u,v)$ no display IBM 2250", Div. Comp. ITA, 1972
- [MELO76a] Melo, R.N., Schwabe, D. "Extending the Control Structures of FORTRAN via Macro Generator", Technical Report n.1/1976, PUC-RJ
- [MELO76b] Melo, R.N. "Towards a DBMS based on Abstract Data Types" in Processings of "Simposio Internacional sobre Metodologias para Projeto e Construcão de Sistemas de Software e Hardware" Rio de Janeiro 1976
- [MELO77a] Melo, R.N., Lellis, L. "O Mapeamento da Especificacao Conceitual em Banco de Dados Gerenciado pelo TOTAL", Technical Report n.14/1977 PUC-RJ
- [MELO78a] Melo, R.N., Steinbruck, P. "FORTS - Um Preprocessador para Programacao Estruturada em FORTRAN" Technical Report n. 19/1978 - PUC-RJ
- [MELO78b] Melo, R.N., Gomes, A. F., Silva, C. S. "REDAS: Um Sistema de Gerencia de Banco de Dados Baseado no Modelo de Entidades e Relacoes" in Proc of "IV Seminario Integrado de Hardware e Software", Rio de Janeiro - 1978
- [MELO79a] Melo, R.N., Gomes, A.F. "Aspectos Significativos da Especificacao de um Sistema de Gerencia de Banco de Dados tipo DBTG" In Proc of EXPODATA 79, Valparaiso, Chile, 1979
- [MELO79b] Melo, R.N., Lellis, L. "O Mapeamento da Especificacao Conceitual em Esquema Interno Gerenciado pelo ADABAS in Proc of XII congresso Nacional de Processamento de Dados" - Sao Paulo - SP - 1979
- [MELO79c] Melo, R.N. "The Monitoring of Integrity Constraints in a CODASYL like DBMS in Proc of V International Conference on Very Large Data Base" Rio de Janeiro - RJ - 1979
- [TEIX79] Teixeira, C., Melo, R., N. "An Experience with the ANSI/SPARC approach to Data Base Design" in Special Issue on Work in Progress in Developing Countries" of "V Int Conf on Very Large Data Base" RJ -1979

- [MELO81a] Melo, R.N., Lobel, E.R. "SDDPUC : Um Sistema de Dicionario de Dados Flexivel"- Congresso Nacional de Processamento de Dados SUCESU - 1981
- [LOBE81a] Lobel, E.R., Melo, R.N. "Um Estudo sobre Dicionario de dados" Tec. Rep PUC-RJ Rio de Janeiro - RJ - 1981
- [ANDR82a] Andrade, A.D., Veras, P., Melo, R.N. "Um Estudo sobre Metodologia de Programacao" Tec. Rep. PUC-RJ - Rio de Janeiro - 1982
- [ALVA82] Alvarenga, C., D'Ipolito, C., Melo, R.N. "Manual do Usuario do SDDPUC" - Tec. Rep. PUC-RJ Rio de Janeiro - 1982
- [MELO83] Melo, R.N., Silva, J.G., Araujo, F.S.S., "SIBER - Sistema Integrado Baseado em Entidades e Relacionamentos" - XIV Congresso Nacional de Informatica - SUCESSU Sao Paulo - SP - 1983
- [ALVA84] Alvarenga, C., Tanaka, A., Melo, R.N., "Padronizacao em Sistemas Graficos" Tec Rep Depto Inform. Puc 84
- [MELO84a] Melo, R.N., Nigri, V. "STAD Uma Interface de Tipos Abstratos de Dados para BD para CAD" SUCESU 84
- [MELO84b] Melo, R.N., Zakimi, B., Cordero, J. "Um estudo comparativo de Modelos Semanticos de BD" " RBC-(Revista Bras. de Comp.) Julho-84
- [ZAKI85] Zakimi, B., Vieira, M., T., P., Melo, R.N., "Ferramentas Graficas para o Projeto de BD" SUCESU 84 e na Conf. Internacional da Espanha 85
- [MELO85a] Melo, R.N., Silva, D., S., "Uma ferramenta para especificar sistemas interativos" SUCESU 85
- [MELO85b] Melo, R.N., Zakimi, B., Vieira, M., "SGBDs orientados p/ applicacoes de CAD" SUCESU (Brasilia 85)
- [MELO86] Melo, R.N., Batista, G., R., "Sistemas graficos Interativos: Um ambiente de software e uma metodologia de projeto", SUCESU 86
- [TANA85a] Tanaka, A., K., Melo, R.N., "Implementacao do GKS-Graphical Kernel System", SBC/Soft. Basico - Belo Horizonte, 1985
- [LANZ86] Lanzelloti, R., Melo, R.N., "O Uso de Tecnicas de Inteligencia Artificial no Projeto de Ling. de Consulta de BD" SEMISH 86 SUCESU 86
- [LANZ87] Lanzelloti, R., Melo, R.N., "A base de conhecimento de um otimizador de consultas a BD Relacional", SEMISH 87
- [MELO87] Melo, R.N. "Banco de Dados Nao Convencionais". VI JAI, VII Congresso SBC, Salvador 1987
- [GANE83] Gane, C., Sarson, I. "Analise Estruturada de Sistema", LTC, 1983

- [LANG66] Langfors, B. "Theoretical Analysis of Information Systems", Student-litteratur and Aucherbach, Sweden, 1966
- [SUND73] Sundgren, B. "An infological approach to Data Bases". Phd Thesis, University of Stockholm, 1973
- [CHEN76] Chen, p. p. "The Entity-Relationship model: Towards a unified view of data". ACM TODS v.1, March 1976
- [ANSI75] ANSI/X#/SPARC Study Group on DBMS. Interim Report. FD1 (ACM SIGMOD) n.2 1975
- [GUSM77] Gusmao, E., D. "Especificacao Conceitual de Sistemas de Informacao Apoiados em Banco de Dados". Tese de mestrado, Depto Inf PUC-RJ. 1977
- [BRAN78] Brandao, L., C. "Ferramentas para a Implementacao de Sistemas de Informacao Apoiados em Banco de Dados". Tese de mestrado. Depto Inf PUC-RJ. 1978
- [ANDR82b] Andrade, D. A. "Uma Sistematica para Projeto de Sistemas de Banco de Dados". Tese de mestrado. Depto de Informatica. PUC-RJ. 1982
- [ROME83] Romero, M., A. "Geracao Automatica de Programas usando a Metodologia de Jackson". Tese de mestrado. Depto Inf PUC-RJ. 1983
- [PENAB3] Pena, J., C. "Estudo Comparativo dos Modelos de Dados Semanticos". Tese de mestrado. Depto Inf PUC-RJ. 1983
- [LOBE81b] Lobel, R., E. "Uma Contribuicao para a Especificacao e Implementacao de Sistemas de Dicionario de Dados Flexiveis". Tese de mestrado. Depto Inf PUC-RJ. 1981
- [SOUZA81] Souza, C, T. "O Enfoque de Entidade e Relacionamentos na Analise e Projeto Estruturados de Sistemas". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ. 1981
- [CAMP81] Campos, R. L. "Um Subsistema de Definicao de Dados para um SGBD CODASYL-78". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ. 1981
- [ARAUS1] Araujo, P. S. S. "Um Subsistema de Manipulacao de Dados para um SGBD CODASYL-78". Tese de mestrado. Depto Inf PUC-RJ. 1981
- [OPEN82] Oppenheimer, M. "Uma Facilidade para Usuario Final do SDDPUC". Tese de mestrado. Depto Inf. 1982.
- [deMEL82] de Melo, S. R. V. "Uma Facilidade para Verificacao da Especificacao de Sistemas com SDDPUC". Tese de mestrado. Depto de Inf PUC-RJ. 1982
- [FUKS84] Fuks, H. "Sistemas de Gerencia de Interface de Usuario ". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ. 1984
- [THOM84] Thome, L. F. "Sistemas Interativos de Banco de Dados". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ. 1984
- [NIGR84] Nigri, V. "STAD Uma interface de Tipos Abstratos de Dados para BD p/ CAD". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ
- [TANA85b] Tanaka, A. "Sistema grafico de apoio a projetos de engenharia". tese de mestrado. Instituto Militar de Engenharia (IME). 1985
- [SILV85] Silva, S. D. "Uma ferramenta para especificacao de Sistemas Interativos". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ. 1985

- [CAVA85] Cavalcanti, P.R. "Ferramentas para Modelagem Geometrica e Edicao Grafica". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ
- [CABR85] Cabral, J. "Extensao de Sistemas de Gerencia de Banco de Dados para CAD". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ
- [BARB85] Barbosa, A. "Facilidades de BD Relacional para aplicacoes nao Convencionais". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ
- [BATI86] Batista, G.R., "Metodologia de projeto de Dialogos em Sistemas Graficos Interativos". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ
- [GUER86] Guerreiro, A. "SGIU : A Geracao e Interpretacao de Dialogos". Tese de mestrado. Depto Inf. PUC-RJ
- [GOME77] Gomes, A.F. "O modelo de dados do sistem REDAS". Tese de mestrado. ITA, 1977