MINHAS EFEMÉRIDES CIENTÍFICAS

Roberto S. Bigonha

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Minhas Efemérides Científicas

Roberto da Silva Bigonha

Belo Horizonte - MG

15 de julho de 2022

Prefácio

Os primórdios da Computação na UFMG compreendem o período 1967 a 1991, delimitado de um lado pela chegada do primeiro computador científico e, de outro, pela inauguração o atual prédio do ICEx. Essa foi, para nós, a época das *grandes descobertas* na área de Computação, na qual definiu-se a personalidade de DCC. Os anos 90 foram o período de consolidação dos Laboratórios de Pesquisa do DCC e do curso de pós-graduação em Ciência da Computação. Na primeira década de 2000, o Departamento estabelece-se com um dos grupos de excelência em Computação no Brasil. De 2009 a 2013, o Departamento expandiu seu quadro docente em quase 50%, iniciando uma nova era, com muitos jovens pesquisadores.

Vivemos todos esses períodos de desenvolvimento, atuando nas áreas de linguagens de programação e engenharia de software. Obtivemos os graus de Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Minas Gerais em 1971, o de Mestre em Ciências em Informática pela Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro em 1975 e o de PhD em Ciência da Computação pela Universidade da Califórnia de Los Angeles, Estados Unidos, em 1981.

Ingressamos na Universidade em 1967 como aluno da Escola de Engenharia. Nos anos 1969 e 1970, fomos monitor dao Departamento de Cálculo, incumbido de aulas de resolução de exercícios das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. Em 1971, fomos monitor do Centro de Cálculo Eletrônico da Escola de Engenharia, onde tínhamos o invejado privilégio de operar um IBM 1130. No segundo semestre de 1971, acumulamos a função de estagiário voluntário do Centro de Computação (CECOM) da UFMG. Em 1973, quando voltamos do mestrado na PUC-Rio, fomos admitido no corpo de pesquisadores do CECOM, como bolsistas do então BNDE, para desenvolver pesquisa sob a coordenação do professor Antônio Mendes Ribeiro, então diretor do Centro. Ingressamos no quadro permanente de professores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em agosto de 1974, por meio de um exame interno (naquela época havia isso), como *Auxiliar de Ensino*. Em 1977, fomos aprovado em concurso público, para o cargo de Professor Assistente. Em 1981, fomos automaticamente promovido, em razão da obtenção do doutorado, a *Professor Adjunto*. Em 1991, mediante concurso público, chegamos a *Professor Titular* e, em 2017, fomos premiado como o título de Professor Emérito da UFMG.

Sempre exercemos nossas funções na Universidade em regime de dedicação exclusiva, tendo atuado nas áreas de ensino de graduação e de pós-graduação, pesquisa, extensão

e administração acadêmica. Certamente, não aprendemos tudo, mas, assim como o Riobaldo de Guimarães Rosa, na verdade pouco sabemos, *mas desconfiamos de muita coisa*.

Nossas atividades de ensino, pesquisa, extensão e de administração sempre foram desenvolvidas em coautoria com vários colegas, alunos e profissionais da área, conscientes do alto valor do trabalho coletivo para o desenvolvimento da Ciência.

Em particular, agradecemos a valiosa contribuição dos seguintes pesquisadores que foram os responsáveis por tudo de positivo que produzimos nesses quarenta anos de UFMG.

- Aabdel A. Ed-Dbali, Ademir A. Oliveira, Adenilso Simão, Alberto Avritzer, Alberto Henrique Frade Laender, Alcione Oliveira, Ana Carolina Salgado, André Bigonha Toledo, André Luiz C. Tavares, Andrei Rimsa Álvares, Anolan Milanes, Antônio Alfredo Ferreira Loureiro, Antônio Otávio Fernandes,
- Bárbara M. Gomes, Beatriz Mintz, Bernardo Nunes Borges Lima
- Celso Souza Lima, Carlos Camarão de Figueiredo, César Francisco de Moura Couto, Claudionor J. Coelho, Clarindo Isaías Pereira da Silva e Pádua,
- Dalton Serey, Daltro José Nunes, David F. Martin, Dênis P. Pinheiro
- Eduardo Santos Cordeiro, Eliseu C. Miguel
- Fabio Tirelo, Fabíola Fonseca de Oliveira, Fabrice Restello, Fabrício Schmidt, Felipe S. Loredo, Fernando Magno Quintão Pereira, Flávia P. Ribeiro, Flávio Rech Wagner
- Gabriel de Godoy Correa e Castro, Giselle Machado N. Reis, Guilherme Henrique de Souza Santos,
- Heitor C. Almeida
- Ivan Moura Campos, Ítalo Giovani Abdanur Stefani
- João Eduardo de Rezende Dantas, João Saraiva, José Carlos Maldonado, José Jesus Perez-Alcazar, José Leite Silva Júnior, José Lopes Siqueira, José Marcos Silva Nogueira, José Monteiro da Mata, José Palazzo M de Oliveira, Juliana P. Salles, Jussara Almeida
- Kecia Aline M. Ferreira, Kristian Magnani dos Santos, Krzysztof Czarnecki
- Leila Ribeiro, Leonardo Teixeira Passos, Leonardo Vieira dos Santos Reis, Lucas Martins do Amaral, Lúcia Helena Souza de Toledo, Luciana Leal Ambrósio, Lucília Camarão de Figueiredo, Luiz Felipe O. Mendes, Luiz Henrique A. Vecchio, Luiz Mendes

- Marcelo de Almeida Maia, Marco Polo P. Gambogi, Marco Rodrigo Costa, Marco Túlio Oliveira Valente, Marcos Gonçalves Rios, Mark Alan J. Song, Maria Cecília Baranauskas, Maria Izabel C. Cabral, Maria Tereza Gonçalves Diniz, Mário C. C. Lobato, Mário Sérgio Ferreira Alvim Júnior, Mariza Andrade da Silva Bigonha, Martin Musicante, Miguel Jonathan, Mirlaine Clepalde, Newton Alberto de Castilho Lages
- Nicolas Antequil
- Orna Avissar
- Patrick Parrot, Pedro Pires, Pierre Deransart
- R. N. Moreira, Raquel de Oliveira Prates, Ricardo Terra Nunes Bueno Villela, Rodolfo Sérgio Ferreira Rezende, Rodolfo Schwaner, Rodrigo G. Ribeiro, Rosilene Terezinha Martins
- Sérgio R. Libório, Sérgio Vale e Pace
- Tays Cristina do Amaral Pales Soares, Therezinha S. Costa, Thiago Henrique Braga,
- Valeska G. Russo, Vladimir Oliveira Di Iorio
- Wagner Salazar Pires, Waldemar W. Setzer, Walace A. Rodrigues, Wânia S. Ribeiro, Wendell F. Taveira, Wilson de Pádua Paula Filho.

Agradecemos também aos seguintes funcionários e técnicos do Departamento de Ciência da Computação:

- Adriana Aparecida Costa, Ana Lúcia Ribeiro Diniz, Antônia Maria da Rocha
- Cláudia Lourenço Viana, David Júnio Gonçalves
- Emerlinda Soares Barbosa Fernandes, Emília Soares da Silva Godoy
- Flávia, Francisca
- Gabriel Igor Teixeira, Geraldo Felício de Oliveira, Gilmara V. Silva Stolé
- Heitor Motta Belisário de Moraes
- Jonas
- László Ernesto Barbosa de Miranda Pinto, Lizete da Conceição Barrêto Paula, Luciana, Luiz Felipe Cunha Martins
- Juliana

- Maria Aparecida Scaldaferri Lages, Maria Helena Braga Pinto, Maristela Soares Marques, Murilo Silva Monteiro
- Orlando Rodrigues da Silva
- Pollyana do Amaral Ferreira
- Renata Vianna Moraes Rocha, Ricardo Ferreira da Silva, Rosângela Fernandes, Rosencler Aparecido de Oliveira
- Saulo Araújo Resende, Selme
- Sheila Lúcia dos Santos Carneiro Sônia Lúcia Borges Vaz de Melo, Stella Mara Marques

E para expressar a profundidade do nosso sentimento de gratidão por todos que nos ajudaram nesses quarenta anos, transcrevemos abaixo literalmente uma passagem do livro **As Cidades Invisíveis** de Italo Calvino, que aprendemos com o professor Ramayana Gazzinelli. Essa passagem relata o imaginário diálogo entre Marco Polo, que acabara de descrever uma ponte, pedra por pedra, e o curioso e atento Imperador Kublai Khan, que *melancólico por não poder ver com os próprios olhos toda a extensão de seus domínios, faz de Marco Polo seu telescópio*:

> *— Mas qual é a pedra que sustenta a ponte? pergunta Kublai Khan.*
> *— A ponte não é sustentada por esta ou aquela pedra — responde Marco Polo —, mas pela curva do arco que estas formam.*
> *Kublai Khan permanece em silêncio, refletindo. Depois acrescenta:*
> *— Por que falar das pedras? Só o arco me interessa.*
> *Polo responde:*
> *— Sem pedras o arco não existe!*

R.S.B.

Sumário

1 Tempos Primordiais **1**

2 Formação Acadêmica **7**

3 Atividades de Pesquisa **13**

4 Administração Acadêmica **32**

5 Produção Científica **41**

5.1 Produção Científica 1974 41

5.2 Produção Científica 1975 42

5.3 Produção Científica 1976 42

5.4 Produção Científica 1977 42

5.5 Produção Científica 1978 43

5.6 Produção Científica 1979 43

5.7 Produção Científica 1980 43

5.8 Produção Científica 1981 43

5.9 Produção Científica 1982 44

5.10 Produção Científica 1983 44

5.11 Produção Científica 1984 44

5.12 Produção Científica 1985 45

5.13 Produção Científica 1986 45

5.14 Produção Científica 1987 46

5.15 Produção Científica 1988 46

5.16 Produção Científica 1989 47

5.17 Produção Científica 1990 48

5.18 Produção Científica 1991 48

5.19 Produção Científica 1992 49

5.20 Produção Científica 1993 49

5.21 Produção Científica 1994 50

5.22 Produção Científica 1995 50

5.23 Produção Científica 1996 51

5.24 Produção Científica 1997 53

5.25 Produção Científica 1998 53

5.26 Produção Científica 1999 54

5.27 Produção Científica 2000 57

5.28 Produção Científica 2001 59

5.29 Produção Científica 2002 61

5.30 Produção Científica 2003 62

5.31 Produção Científica 2004 62

5.32 Produção Científica 2005 64

5.33 Produção Científica 2006 66

5.34 Produção Científica 2007 66

5.35 Produção Científica 2008 68

5.36 Produção Científica 2009 69

5.37 Produção Científica 2010 70

5.38 Produção Científica 2011 71

5.39 Produção Científica 2012 72

5.40 Produção Científica 2013 73

5.41 Produção Científica 2014 75

5.42 Produção Científica 2015 75

5.43 Produção Científica 2016 76

5.44 Produção Científica 2017 77

5.45 Produção Científica 2018 77

5.46 Produção Científica 2019 77

5.47 Produção Científica 2020 77

5.48 Produção Científica 2021 78

6 Epílogo **79**

Capítulo 1

Tempos Primordiais

Nossa Universidade foi fundada no dia 7 de setembro de 1927, pelo Governo do Estado, inicialmente formada por quatro unidades acadêmicas ou escolas: Direito, Engenharia, Medicina e Odontologia/Farmácia, que já funcionavam isoladamente em Belo Horizonte. As escolas de Medicina e Engenharia haviam sido criadas em 1911, a de Odontologia e Farmácia em 1907, e, a mais antiga, a Escola de Direito, tinha sido criada em 1882 em Ouro Preto e transferida para Belo Horizonte em 1898, no ano da inauguração da nova capital de Minas. Oficialmente o ano de nascimento da UFMG é 1927, mas, sem dúvida, tudo começou em 1882, com a Escola de Direito. A Universidade tornou-se federal em 1948, quando a maior parte de atuais unidades de ensino já haviam sido criadas.

Em 1968, foi realizada uma Reforma Universitária, instituída no Plano de Reestruturação da Universidade decretado pelo Governo Federal, da qual surgiu o Instituto de Ciências Exatas (ICEx), com os departamentos de Física, Matemática e Química. O Departamento de Matemática (DM) foi formado principalmente por professores da antiga Faculdade de Filosofia e do Departamento de Cálculo da Escola de Engenharia.

A Computação ou Informática surgiram no Brasil nos anos 60, quando a utilização dos computadores eletrônicos equipamentos expandiu-se rapidamente. O desenvolvimento do software, nessa época era notadamente voltado para fins administrativos e científicos. Os profissonais da Área tinham formação em áreas tão diversas como Engenharia, Economia, Administração e Ciências Exatas. Como nessa época ainda não havia no País cursos superiores de Informática, esses profissionais, os fundadores da área, adquiriram competência técnica diretamente do exercício profissional, pelo autodidatismo, e por meio de cursos no exterior.

Na década de 70, a Informática brasileira consolidou-se, atingindo um patamar de grande importância em seu desenvolvimento com a definição, pelo Congresso Nacional, de uma política industrial para o setor, e do ponto de vista profissional, com a criação dos primeiros cursos superiores na Área, ministrados principalmente por engenheiros e matemáticos.

Ainda estávamos na idade dos cartões perfurados, que eram vistos com curiosidade por muitos, como sugere o seguinte caso, reportado como verdadeiro.

Conta-se que nessa época um importante centro de pesquisa em Física, localizado na cidade do Rio de Janeiro, estava sob o comando de um coronel interventor, designado pelo governo militar que detinha o poder do País após o golpe de 1964. A designação de coronéis para o comando de instituições federais de ensino superior e de pesquisa era uma das estratégias daquele tempo usadas pelo poder central para melhor controlar a ação dos intelectuais que se opunham ao Regime. O fato é que o coronel citado acima, desejoso de tornar o ambiente de trabalho menos tenso, interpela um professor-doutor alemão, em seu caminho até a leitora de cartões perfurados, carregando nos braços seu programa FORTRAN, armazenado em três caixas de cartões perfurados. O Coronel, tendo iniciar uma conversação amigável, estabele o seguinte diálogo:

> *— Professor, por favor, o senhor poderia tirar-me uma dúvida?*
> *— Pois não, Coronel, responde o pesquisador alemão.*
> *— O senhor poderia me informar qual é o peso de um software? Pergunta o Coronel.*
> *— Software não tem peso, coronel! Responde prontamente o professor.*
> *— Como não tem peso!? — Questiona o coronel, que a seguir acrescenta:*
> *— Essas caixas que está carregando certamente contêm software e elas parecem-me pesadas.*
>
> *O professor coloca as caixas no chão, retira um dos cartões perfurados de seu programa, levanta-o contra a luz e, apontando o cartão com o dedo indicador, esclarece:*
> *— Software não tem peso, porque software são os furos!*

Foi nesse contexto, que, em 1972, uma parte dos professores do Departamento de Matemática criou o Departamento de Ciência da Computação e Estatística (DCCE), como resultado da divisão do Departamento de Matemática. Já havia naquele momento o desejo de inaugurar o Departamento de Ciênca da Computacão, mas ainda não existia a massa crítica que sustentasse o pleito e a aliança com os estatísticos foi o melhor caminho para os dois grupos. Quatro anos depois, em 1976, a divisão do DCCE tornou-se possível, e assim foram criados o Departamento de Ciência da Computação (DCC) e o de Estatística, sendo o DCCE declarado extinto. Os professores que formaram o corpo docente inicial do DCC foram:

- Professores Adjuntos: Harry Farrer, José Bernardino Reis, Newton Ribeiro dos Santos e Wilson de Pádua Paula Filho.
- Professores Assistentes: Ângela Gontijo Assunção Pimenta, Antônio Mendes Ribeiro, Carlos Antônio Ribeiro, Helvécio Botelho Pereira, Ivan Moura Campos, Pedro Américo Almeida Magalhães e Werner Streitwieser.

- Professores Auxiliares: Alberto Henrique Frade Laender, Antônio Pedro Lima Santos, Carlos Alberto Gonçalves, Eduardo Moreira da Costa, Henrique Pacca Loureiro Luna, João Eduardo de Rezende Dantas, José Antônio de Faria, Leônidas Conceição Barroso, Maria Teresa de Melo Carvalho, Maria Tereza Gonçalves Diniz, Marise Abreu Fudoli, Miriam Lourenço Maia, Newton Alberto de Castilho Lages, Nívio Ziviani e Roberto da Silva Bigonha.

Inicialmente, a equipe de professores do DCC ficava predominantemente instalada no Centro de Computação (CECOM), no prédio da Reitoria, onde toda a pesquisa em Computação era desenvolvida. A transferência do grupo para as instalações do ICEx, então localizadas num prédio que foi recentemente demolido para a construção do atual pavilhão de aulas da Escola de Engenharia, ocorreu em 27 de abril de 1978. DCC permaneceu nessas instalações até 1992, quando mudou-se para o novo e atual prédio do ICEx.

Na verdade, tudo começou um pouco antes. A Computação Científica na Universidade iniciou-se pela ação pioneira do professor Harry Farrer, que em 1967, coordenou a compra pela Escola de Engenharia de um computador científico, o IBM 1130, e a criação do Centro de Cálculo Eletrônico dessa Escola. Esse computador era um dos poucos na cidade de Belo Horizonte. Havia apenas um outro de mesmo modelo em uma pequena empresa na cidade. Os outros computadores em BH, que também eram poucos, eram ditos comerciais, porque tinham o compilador Cobol e mais área de disco.

O IBM da Escola de Engenharia, que era tratado por *cérebro eletrônico*, tinha apenas 32 Kbytes de memória de núcleo e uma unidade de disco removível de 1 Mbytes. Era programável em um subconjunto do FORTRAN, na linguagem RPG (Report Programa Generator) e em Assembler.

No fim da década de 60, praticamente não havia pesquisa em Ciência da Computação na UFMG. O IBM 1130 apenas dava suporte à pesquisa em outras áreas pela implementação de aplicativos para os domínios específicos. A pesquisa em Computação na Universidade somente ganhou impulso com a compra do sistema IBM /360 Modelo 40 no fim da década de 60 e a criação do Centro de Computação da UFMG (CECOM) em 1970.

Até então o processamento de dados na UFMG, voltado para a elaboração mensal da folha de pagamento de professores e funcionários, ficava a cargo do Departamento de Racionalização, que se utilizava de um pequeno computador IBM 1401. A mídia para entrada de programas e dados ainda era o cartão perfurado.

A compra do IBM /360 foi realizada por um convênio entre a UFMG e o Instituto de Pesquisa Radioativa (IPR), que tinha criado em 1952 e incorporado ao CNEN, em 1965. No acordo definido pelo Convênio, O computador foi instalado no subsolo da Reitoria, sob o controle do Cecom e para diretor foi designado Antônio Mendes Ribeiro, engenheiro do IPR. A princípio uma troca bastante engenhosa: a UFMG hospedava o valioso equipamento e o IPR detinha seu controle. Entretanto, não funcionou inteiramente, pois, mais

tarde, a UFMG contratou o Diretor para seus quadros.

O CECOM absorveu as atividades de processamento de dados da Universidade e, em particular, iniciou a mecanização da avaliação das provas do Vestibular, que, uma vez por ano, provocava a montagem de uma operação de guerra, com um aparato da Polícia Militar de MG isolando o prédio da Reitoria, onde ficava o IBM /360. Durante o Vestibular, somente os analistas responsáveis pela correção das provas tinham acesso ao Computador. No Apêndice ??? relatamos um curioso incidente envolvendo a Polícia Militar de MG, supostamente ocorrido no vestibular de 1973.

Foi nessa época, por recomendação do professor Ivan Moura Campos ao então reitor Marcelo Vasconcelos Coelho, que o ensino de Programação de Computadores começou a fazer parte dos currículos dos cursos das áreas de exatas e tecnológicas da UFMG.

A semente da pesquisa em Computação na UFMG foi efetivamente plantada em 1971, quando, por iniciativa do recém-contratado professor Wilson de Pádua Paula Filho, foi criada no CECOM a Divisão de Tecnologia, onde se passou a desenvolver projetos nas áreas de *software* básico e de *hardware*, nascendo assim a Ciência da Computação em Minas Gerais. Essa Divisão dispunha de um minicomputador PDP 11/40 para seu uso exclusivo. Foi dela que partiu a iniciativa de criar o Mestrado em Ciência da Computação e de onde vieram vários dos professores do atual Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas.

As primeiras pesquisas em Computação na UFMG foram desenvolvidas com o apoio do CNPq, CAPES, BNDE/FUNTEC, FINEP, Fundação Banco do Brasil e com recursos de convênios firmados com empresas estatais e privadas.

É interessante ressaltar que, no início da década de 70, desenvolveu-se nacionalmente uma consciência de que era imperativo que o Brasil construísse uma forte indústria nacional de computadores de forma a nos apropriamos de um completo ciclo de desenvolvimento tecnológico de uma importa área de segurança nacional. Dizem que o fato motivador foi a Marinha do Brasil ter adquirido da Inglaterra fragatas que vinham equipadas com computadores de bordo da empresa inglesa Ferranti. A precisão de tiro de seus canhões, dependia da disponibilidade e qualidade dos sistemas fornecidos pela Ferranti. Como isso criava uma incômoda dependência de tecnologia externa para o bom funcionamento dos equipamentos de segurança nacional, o governo federal decidiu apoiar várias iniciativas para o desenvolvimento de um computador nacional e de seu respectivo sofware básico. Exemplos dessas iniciativas foram a fábrica TRANSIT de portas TTL, instalada em Montes Claros, MG, o projeto G10 e o desenvolvimento do processador de dados estocásticos (PADE).

Apesar de, no início dos anos 70, a integração de alta escala, representada pelo INTEL 8008, já estar disponível, fez-se no Brasil uma clara opção pela construção de uma fábrica de circuitos básicos, de lógica TTL, com o objetivo de, assim, adquirir o completo domínio do ciclo tecnológico do setor.

O projeto G10 visou a construção do minicomputador Guaranys, que foi projetado na USP e teve seu sofware básico desenvolvido pela PUC-Rio. Esse minicomputador foi posteriormente passado para a empresa estatal Cobra – Computadores Brasileiros —, que o industrializou. O protótipo do Guaranys, desenvolvido na USP, foi denominado *Patinho Feio*.

O hardware do PADE foi projetado e construído no Setor de Matemática Pura e Aplicada da USP pelos professores Cláudio Zamitti Mammana e Sílvio Davi Paciornik. O grande desafio na época, segundo o próprio professor Mammana, é se, no Brasil, com as tecnologias disponíveis, seríamos capazes de projetar e montar um computador eletrônico, e fomos!

Na UFMG fez a montagem em circuito impresso de um segundo protótipo desse minicomputador e desenvolveu-se seu sofware básico, consistindo principalmente em Sistema Operacional (SOPA) e LInguagem de Programação Algorítmica (LAPA) desenvolvidos na UFMG.

Em 1974, o CECOM ganhou força com o convênio BNDE/FUNTEC, que ensejou a formação do embrião de uma equipe de pesquisadores, e a substituição do já obsoleto sistema IBM /360 por um Burroughs 6700. Este foi o equipamento computacional utilizado para ensino e pesquisa até 1983, quando foi criado o Laboratório de Computação Científica (LCC) da UFMG para atender exclusivamente à pesquisa e ao ensino de toda a Universidade.

O Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação em nível de Mestrado foi criado em 1974 com seis mestres focados na pesquisa em tecnologia da Computação e motivados pelo sonho da independência tecnológica. O Mestrado, embora criado em dezembro de 1974, já existia concretamente com uma subárea dentro do mestrado da Matemática. Isso explica por que na primeira reunião do Colegiado ocorrida em 19 de março de 1975, decidiu-se determinar que os orientadores encaminhassem ao coordenador relatórios sucintos da situação de seus orientandos e que a primeira defesa de tese de mestrado tenha ocorrrido já no início de 1975.

Participaram do primeiro colegiado do Curso os professores Wilson de Pádua Paula Filho (coordenador), Newton Ribeiro dos Santos, Henrique Pacca Loureiro Luna e Roberto da Silva Bigonha. O representante do corpo discente foi Eduardo Moreira da Costa, que mais tarde tornou-se professor do Curso.

Em 1981, o Mestrado recebeu conceito **B** da Capes e em 1993 foi promovida ao conceito máximo **A**. O curso com Doutorado foi autorizado a funcionar a partir de 1991, com conceito **B**.

A graduação em Computação, começou um pouco antes, em 1973, quando, por imposição do MEC, começou a funcionar na UFMG um curso superior de Tecnologia em Processamento de Dados (TPD), com duração de apenas dois anos. Diante do fato consumado de

se ter um curso superior com poucas disciplinas de formação teórica e de domínios conexos, professor Wilson liderou a iniciativa de substituí-lo por um Bacharelado completo. Assim, o Curso de TPD foi extinto em 1976, e, após a formatura da última turma desse curso em 1978, foi instalado o Bacharelado em Ciência da Computação.

Capítulo 2

Formação Acadêmica

Em dezembro de 1966, concluímos o curso científico no Colégio Estadual Raul Soares de Ubá, Minas Gerais. Como desejávamos seguir profissão na área tecnológica, fizemos o vestibular para a Escola de Engenharia da UFMG em janeiro de 1967. Naquela época, colégios estaduais ainda representavam uma boa alternativa, e nos foi possível obter aprovação para o curso de Engenharia Química.

A opção por este curso foi efetuada no ato da inscrição para o vestibular e deveu-se ao seu atraente currículo publicado no catálogo da UFMG. Naquela oportunidade, a nossa avaliação o apontou como uma opção mais *científica* e portanto mais próxima de nossas aspirações.

Das disciplinas que cursamos nos dois primeiros anos da Escola de Engenharia, as de Cálculo Diferencial e Integral despertaram-nos grande interesse, principalmente o curso do professor Alfredo Alves Faria sobre equações diferenciais. Este interesse nos levou, quando já estávamos no 3^{o} ano, ao concurso para provimento de vagas para *monitor* do Departamento de Cálculo da Escola, no qual conseguimos aprovação.

Nesse departamento, ficamos quase dois anos, de março de 1969 a dezembro de 1970, com as funções de lecionar aulas práticas e tivemos a oportunidade de aprender mais matemática, porque além das obrigatórias preparações de aulas práticas, tínhamos que frequentar cursos especiais como *Álgebra Linear*, *Análise no* R^n, *Cálculo das Variações* e *Teoria das Variáveis Complexas*. A maior parte destes cursos foi ministrada pelo professor Edmundo de Menezes Dantas.

O contagiante entusiasmo do professor Dantas, seu grande conhecimento da História da Matemática, muito nos motivou e nos ajudou a compreender os propósitos da investigação científica, a saber apreciar a beleza de um argumento matemático ou a elegância de uma prova de teorema. Com o professor Luís Flávio de Castilho, chefe do Departamento de Cálculo, aprendemos a apreciar o desafio de uma *integral* aparentemente intransponível e

a desenvolver o que ele chamava de *traquejo de cálculo*, que no fundo queria dizer familiaridade com os conceitos e a teoria matemática. Com o professor Alberto de Alvarenga Cunha, tivemos lições de como organizar uma boa aula.

Enquanto isto, o nosso curso de Engenharia Química prosseguia normalmente até que nos tornamos usuário do computador da Escola. A disciplina Programação de Computadores ainda não integrava os currículos das engenharias. Nosso primeiro contacto com a Computação foi em 1968 na disciplina de Cálculo Numérico, em que o professor inseriu algumas aulas sobre programação FORTRAN para o computador IBM 1130, sem grandes conseqüências.

O nosso interesse pela Computação surgiu somente dois anos mais tarde, quando decidimos utilizar computadores como ferramenta para processar resultados de nossas experiências de laboratório do curso de Engenharia Química. Essas experiências consistiam em monitorizar fenômenos que ocorriam durante uma reação química, como a variação, em alguma escala de tempo, no volume dos gases produzidos pela reação. De posse desses dados, era possível construir gráficos que exibiam a variação da concentração de reagentes versus o tempo de reação. Para se obter o perfil de velocidade das reações químicas, que é um dado de interesse industrial, fazíamos a leitura da derivada diretamente do gráfico quando a precisão desejada dos resultados não era crítica, ou então recorríamos a métodos numéricos de derivação. Nosso primeiro programa de computador, que foi escrito em FORTRAN do IBM 1130, era exatamente para calcular, usando um método baseado em diferenças finitas, a derivada de uma função cujos pares ordenados eram lidos de cartão.

A partir de então o nosso envolvimento com a Computação foi se tornando cada vez mais estreito, e gradativamente, começamos a nos interessar mais pelos problemas dessa nova área do que pelas suas aplicações em engenharia.

O passo seguinte foi nos transferir para o Centro de Cálculo Eletrônico (CCE) da Escola de Engenharia da UFMG, que era dirigido pelo professor Harry Farrer, através de um concurso para monitores, posição que ocupamos de janeiro a dezembro de 1971.

O exercício da monitoria no CCE consistia em um grande privilégio no sentido de que ganhávamos acesso à sala do Computador, o qual até então só podia ser visto através do vidro, e aos manuais do sistema. Tínhamos nossas obrigações como monitores, é certo, mas a parte mais interessante era a grande disponibilidade de horas de máquina que dispúnhamos para realizar experiências e aprofundarmos estudos sobre o equipamento e seu *software* básico.

O contacto direto com o equipamento, além de facilitar em muito o entendimento do funcionamento dos computadores, revelou-se uma grande motivação para que, definitivamente, deslocássemos nossos interesses da Engenharia Química para a Ciência da Computação.

Essa grande liberdade de ação também permitiu que aprendêssemos linguagem de máquina, sistema de operação via cartão, funcionamento do sistema operacional, conceito de

interrupção, gerência de arquivos, aritmética de dupla precisão, traçado de gráficos bi-dimensionais, programação *assembler*, RPG (*Report Program Generator*) e um pouco de processamento de dados.

No segundo semestre de 1971, professor Ivan Moura Campos, que estava afastado para cursar o mestrado em Informática na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, trouxe aos monitores do CCE informações importantes sobre o curso da PUC/RJ, particularmente, sobre currículos, disciplinas, pesquisas e bolsas. Foi nessa oportunidade, que ouvimos falar pela primeira vez do livro *The Art of Computer Programming – Volume I* do professor Donald Knuth, o qual mostrava como dados poderiam ser organizados em pilhas, filas ou árvores, para nós uma grande novidade, que serviu para revelar nosso pouco conhecimento sobre Computação e a necessidade de uma pós-graduação na área.

Ainda em 1971, começamos também a estagiar junto ao CECOM. No CECOM, aprendemos do IBM /360: DOS , OS, PL/I, FORTRAN IV, Programação *Assembler* e os conceitos de canal de dados e acesso direto à memória. Mais importante, amadurecemos a idéia de seguir o caminho da pós-graduação.

O curso de Engenharia Química havia sido muito interessante, mas as potencialidades e meios para criação na área da Computação exerciam sobre nós um fascínio tão irresistível que já tínhamos decidido mudar de área de atuação profissional antes mesmo da colação de grau. A nossa passagem pela Escola de Engenharia foi, sem dúvida, proveitosa na medida em que conseguimos experimentar a convivência dos aspectos sistêmicos e tecnológicos da engenharia com as abordagens teóricas da matemática, a que fomos expostos no Departamento de Cálculo. Essa formação sempre influenciou nossas atividades de pesquisa.

A decisão de fazer o mestrado era também decorrente da necessidade de aprendermos de fato e formalmente Ciência da Computação, visto que até então todo o nosso conhecimento da área era resultado de autodidatismo e muito voltado para os aspectos operacionais da área, portanto muito limitado para se constituir uma profissão, mesmo fora da universidade. Cursar o mestrado em Informática da PUC/RJ, na época o único do País, era imprescindível para que pudéssemos ver a área de forma organizada e estruturada cientificamente em disciplinas, e aprender os seus conceitos e técnicas.

Em 12 de outubro de 1971, colamos grau em Engenharia Química. Em janeiro do ano seguinte, recomendados pelos professores Harry Farrer e Ivan Moura Campos, fomos admitidos no Mestrado em Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, com bolsa do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) e com o apoio do CECOM, através de uma bolsa da IBM, e com a perspectiva de contratação quando o mestrado fosse concluído.

Por influência do professor Ivan Moura Campos, conseguimos uma posição de *Auxiliar de Ensino e Pesquisa* no Departamento de Informática da PUC/RJ, com a função de lecionar, sob a orientação do professor Emmanuel Lopes P. Passos, *Cálculo Numérico*

para os alunos do Centro Técnico e Científico.

No ano de 1972, cursamos as seguintes disciplinas de pós-graduação: Linguagens de Programação, Estruturas de Informação, Linguagens Formais, Construção de Compiladores, Sistemas de Computação I e II, Simulação Discreta, Análise de Sistemas de Processamento de Dados e Álgebra Abstrata, num total de 320 horas-aula.

Em 1973, sob a orientação do professor Luiz Ferrara de Almeida Cunha, iniciamos trabalhos de pesquisa para a tese de mestrado na área de compiladores, com a proposta de projeto e desenvolvimento de um sistema para geração automática de analisadores sintáticos SLR(k), baseado em um método inventado por Donald Knuth, da Universidade de Stanford, e aperfeiçoado por F. DeRemer, da Universidade de Santa Cruz, Califórnia, Estados Unidos. Entretanto, em maio de 1973, tivemos que interromper por razões financeiras os trabalhos de tese. O pagamento das bolsas estava atrasado desde o mês de fevereiro daquele ano, por isto fomos forçados a ingressar no mercado de trabalho. Inicialmente, tentamos retornar ao CECOM, mas os recursos para a nossa contratação, do convênio BNDE/FUNTEC, ainda não haviam sido liberados. Mesmo assim, retornamos a Belo Horizonte e, enquanto aguardávamos a convocação do CECOM, implementamos o sistema de gerência hipotecária e de cardeneta de poupança da Economisa S/A, que era uma empresa vinculada ao Sistema Financeiro da Habitação.

Durante os sete meses que permanecemos nessa empresa, nada pudemos fazer para desenvolver a tese e isso nos incomodava muito. Assim, quando o professor Antônio Mendes Ribeiro, então diretor do CECOM, nos informou que já dispunha de recursos para a nossa contratação como analista de sistema, não tivemos dúvidas em nos transferir para a Universidade, embora a mudança de emprego implicasse em uma redução substancial de nosso salário.

De volta à UFMG, no início de 1974, retomamos à pesquisa para a nossa dissertação de mestrado, que foi concluída em julho de 1975, com a defesa da dissertação intitulada *Processador de Gramáticas SLR(k)*, perante a banca examinadora formada pelos professores: Luiz Ferrara de Almeida Cunha (orientador), Arndt von Staa e Roberto Lins de Carvalho.

Trabalhamos na Divisão de Tecnologia do CECOM, de março de 1974 até dezembro de 1976, quando nos afastamos em busca do doutorado em Ciência da Computação na Universidade da Califórnia, em Los Angeles. A nossa principal função no CECOM foi desenvolver as pesquisas para a tese de mestrado e lecionar no ciclo básico das engenharias e no curso de Pós-Graduação recém-criado no Departamento de Ciência da Computação e Estatística (DCCE) da UFMG. Participamos também de projetos de pesquisa e de desenvolvimento de *software* básico para o PADE (Processador para Aquisição de Dados Estocásticos), que era um minicomputador projetado no Setor de Matemática Aplicada do Instituto de Física da USP.

A nossa contratação para o quadro de professores da UFMG ocorreu em 01 de agosto de 1974 para o cargo de *auxiliar de ensino*, inicialmente em regime de tempo parcial,

embora já trabalhássemos em dedicação exclusiva à Universidade, exercendo funções no CECOM, que funcionava na prática como o órgão executor das pesquisas em Computação da Universidade. A maior parte dos professores dessa área do DCCE também era do CECOM. Em setembro de 1975, tivemos nosso projeto de dedicação exclusiva aprovado, e em maio de 1976, fomos aprovados em exame para *Reclassificação do Magistério*. A promoção para *Professor Assistente* dependia de concurso público, o que só ocorreu em agosto de 1977, quando já estávamos nos Estados Unidos em programa de doutoramento, e tivemos que retornar para prestar os exames. O ponto sorteado para a prova escrita foi *Linguagem de Montagem e Montadores*, e o da prova didática, *Programação Estruturada*. Havia 10 candidatos no concurso e tivemos a fortuna de conseguir uma boa colocação na classificação final.

A decisão de prosseguir os estudos em direção ao doutoramento apoiou-se em grande parte em nosso reconhecimento de que a carreira de professor universitário deveria — e ainda deve — ser baseada fundamentalmente no mérito, e que mérito requer preparação. O doutoramento em uma universidade de qualidade é o caminho mais seguro para uma boa preparação. E ainda, a melhor pesquisa para um mestre é aquela que conduz ao doutoramento, principalmente porque o processo de se produzir uma tese de doutorado normalmente traz mais contribuições para a formação do doutor do que à própria pesquisa.

Desde aquela época já estava claro que a Computação na UFMG só cresceria se fosse implementada uma política de capacitação de seu corpo docente. Consonante com este espírito, professor Wilson de Pádua Paula Filho, então chefe da equipe de pesquisa da Divisão de Tecnologia do CECOM, um dos mentores dessa política para a área de Computação, foi o primeiro a obter o grau de doutor. Os professores Ivan Moura Campos e Henrique Pacca Loureiro Luna, também defensores dessa política de capacitação docente, foram os seguintes.

Em 1975, uma apresentação do programa de pós-graduação da Universidade da Califórnia de Los Angeles, feita pelo professor Ivan Moura Campos, que havia vindo ao Brasil atendendo a um chamado do Reitor, precipitou a nossa saída para o doutoramento. Por sugestão dos professores Wilson de Pádua Paula Filho, Ivan Moura Campos e Antônio Mendes Ribeiro, pedimos o afastamento para cursar o doutoramento na Universidade da Califórnia de Los Angeles (UCLA), a partir de janeiro 1977.

Nos dois primeiros anos no Departamento de Ciência da Computação da UCLA, cursamos as seguintes disciplinas: *Computer System Architecture I, System Programming, Computer System Architecture II, Programming Languages, Advanced Topics on Programming Languages, Operational Semantics of Programming Languages, Software Engineering, Algebraic and Denotational Semantics, High Level Language Computer Architectures, Data Base Management Systems, Formal Languages* (ouvinte)*, Privacy and Security in Computer Information System, Computer Memories and Memory Systems* e *Compiler Construction* (ouvinte)*.*

Em meados de 1979, pensamos em desenvolver uma tese de doutorado sobre o projeto e

avaliação de linguagens de programação tendo em vista os paradigmas e metodologias de desenvolvimento de programas. No processo de revisão da literatura, acabamos convergindo para a busca de soluções dos problemas inerentes a legibilidade e modularidade de definições formais de linguagens de programação.

Sob a orientação do professor David F. Martin, desenvolvemos a tese de doutorado intitulada *A Denotational Semantics Implementation System*, que defendemos no dia 05 de março de 1981, perante a banca formada pelos professores: David F. Martin, Kirby A. Baker, Daniel M. Berry, Milos D. Ercegovac e Yiannis Moschovakis.

Retornamos ao Departamento de Ciência da Computação da UFMG no dia 16 de março de 1981. Desde então temos comparecido a uma média de dois eventos científicos por ano, com o objetivo de mantermos informados dos avanços de nossa área e interagir com pesquisadores de outros centros.

Capítulo 3

Atividades de Pesquisa

Nosso principal interesse de pesquisa sempre foi *Linguagens de Programação*. Desde quando escrevemos nosso primeiro programa em 1969, em FORTRAN do IBM 1130, linguagens e compiladores nos têm fascinado.

Sem desejarmos estabelecer comparações com outras ferramentas da Computação, linguagens de programação sempre ocuparam uma posição de destaque, sendo, em geral, um dos componentes centrais na maioria dos sistemas de programação já projetados. Metodologias e técnicas para desenvolvimento de sistemas, por exemplo, dependem do suporte de uma notação apropriada, que permita organizar e realizar as idéias do programador. Frequentemente, a qualidade e sucesso de uma metodologia estão atrelados aos atributos da linguagem de programação a ela subjacente. O grande esforço de pesquisa, em todo o mundo, despendido na área de linguagens contribuiu para colocá-la em um elevado patamar de desenvolvimento, principalmente em relação a métodos de formalização e de organização de seus conceitos em disciplinas, conferindo-lhe uma importância ainda maior para os estudiosos da Computação.

A área de *Linguagens de Programação* relaciona-se de forma intensa com muitas outras, entre as quais gostaríamos de destacar:

- *Banco de Dados*: Linguagens para recuperação de informação em Banco de Dados compartilham muito de seus conceitos com linguagens de programação. Em particular, têm sido projetadas linguagens em que bancos de dados são tratados como as suas demais estruturas, permitido fácil programação das transações ou operações.
- *Interação homem-máquina:* As linguagens de programação são projetadas para que possam ser lidas por nós e pelos computadores, criando compromissos a serem observados.
- *Sistemas Operacionais:* Linguagens de comandos compartilham muitos conceitos

das linguagens de programação. Suporte para gerência de memória e de entrada/saída é essencial para uma boa implementação de linguagens.

- *Arquitetura de Computadores:* Conjuntos de instruções de máquina de alto ou baixo nível, reduzidos ou complexos, recursos especiais da arquitetura, como por exemplo pilhas de *hardware*, exercem influência significativa na forma de implementação de linguagens, e as linguagens também exercem de volta sua influência, sugerindo e moldando novas arquiteturas.

- *Engenharia de Software:* O produto final de uma obra de engenharia de software são os programas, que para serem concretizados de forma correta demandam recursos e linguagens apropriados

A importância do relacionamento entre essas áreas praticamente definiu os campos de interesse nos quais buscamos capacitação em nosso doutorado. As disciplinas que cursamos e os exames de qualificação a que fomos submetidos definiram *Linguagens de Programação* como nosso campo principal de pesquisa, e *Sistemas Operacionais* e *Arquitetura de Sistemas de Computação*, os campos secundários.

A maior parte das pesquisas que desenvolvemos sempre foi voltada para a investigação de soluções para os problemas de projeto, definição formal e implementação de linguagens de programação. Essas pesquisas visavam o uso de computadores para automatizar essas atividades, dentro de uma linha que denominamos *Ambientes para Definição e Implementação de Linguagens*.

Nossa segunda linha de pesquisa, que chamamos de *Ferramentas de Software*, compreende projetos de linguagens e de desenvolvimento de compiladores e interpretadores.

Nossa terceira linha trata do desenvolvimento de *software* para controle de tempo real em telefonia. Os projetos nessa linha compreendem aqueles desenvolvidos no Departamento da Ciência da Computação com recursos de convênio com a TELEMIG. A essa linha de pesquisa atribuímos o nome *Sistemas Computadorizados para Telefonia*.

A seguir apresentaremos, em ordem quase cronológica, as pesquisas de que participamos. Para cada projeto, apresentaremos as justificativas, motivação e objetivos.

Processador de Gramáticas SLR(k)

Nosso primeiro envolvimento real em atividades de pesquisa, veio com a tese de mestrado, intitulada *Processador de Gramáticas SLR(k)*, que desenvolvemos no período de março de 1974 a julho do ano seguinte. O problema que propunhámos a resolver tratava-se da construção de um sistema que permitisse gerar automaticamente analisadores sintáticos a partir da gramática associada. Luiz Ferrara de Almeida Cunha, na época professor da

PUC/RJ, orientou nossos trabalhos e utilizou o sistema que desenvolvemos na construção de um compilador da linguagem LPS para o minicomputador brasileiro G-10.

Em 1974, também estudamos os problemas de implementação de linguagens do tipo PL/I, principalmente os relativos à sua eficiência de execução, e sugerimos técnicas de uso dessa linguagem de forma a obter melhor desempenho na fase de execução, sem prejudicar a boa estrutura do programa.

PL/I já era conhecida internacionalmente pelos seus inúmeros defeitos e ineficiências. Em particular, o desenvolvimento de compiladores eficientes para essa linguagem era muito trabalhoso. Por exemplo, a possibilidade de variáveis serem declaradas após o uso e o conceito de blocos encaixantes dificultavam o reconhecimento do escopo de variáveis em um único passo de compilação. A esse respeito, fizemos uma proposta de organização de tabelas de símbolos em que seria possível resolver essas questões em um único passo.

Linguagem Algorítmica do PADE

Após a defesa da tese de mestrado em 23 de julho de 1975, incrementamos nossa partipação no projeto de implementação da LAPA, a linguagem algorítmica do computador PADE, que havia se iniciado em 1974. O objetivo era desenvolver um sistema de programação baseado na linguagem LAPA, consistindo em um tradutor de programas (TRAPPA) para uma linguagem intermediária (LIPA), um interpretador de LIPA e um pacote para formatação de entrada e saída (FOPA).

O projeto LAPA fazia parte do SAPPA (Sistema Automatizado de Programação do PADE), que era coordenado pelo professor Wilson de Pádua Paula Filho. O SAPPA nasceu de convênio de cooperação científica envolvendo pesquisadores do Setor de Matemática Pura e Aplicada (SEMA) do Instituto de Física da USP e do Centro de Computação da UFMG. No SEMA, havia sido projetado e desenvolvido o protótipo de um dos primeiros minicomputadores do Brasil, o PADE, e na UFMG uma versão desse computador em circuito impresso estava em construção.

Também participaram dessa pesquisa, na época alunos de mestrado, hoje professores do DCC, José Monteiro da Mata, que definiu uma linguagem intermediária LIPA e implementou seu interpretador, Clarindo Isaías Pereira da Silva e Pádua, que trabalhou na implementação de um tradutor de LAPA para LIPA e Maria Tereza Gonçalves Diniz, que desenvolveu o pacote para formatação de entrada/saída, tendo em vista sua implementação em *hardware*.

Participamos do projeto LAPA até dezembro de 1976, quando nos afastamos para doutoramento.

Sistema de Implementação de Semântica

No doutoramento, de janeiro de 1977 a março de 1981, continuamos a trabalhar na linha de desenvolvimento de *Ambientes para Definição e Implementação de Linguagens*, que havíamos iniciado no mestrado, porém com o foco deslocado para questões ligadas à definição formal de linguagens. Sob a orientação do professor David F. Martin, da Universidade da Califórnia de Los Angeles, desenvolvemos a tese de doutorado intitulada *A Denotational Semantics Implementation System*.

Nosso objetivo era investigar as dificuldades de se produzir "industrialmente" definições denotacionais de linguagens de programação e a possibilidade de geração automática de compiladores. O principal problema era o fato de definições formais de linguagens de interesse prático apresentarem alto grau de *ilegibilidade*. Outra questão importante era o baixo nível de *confiabilidade e de correção* que se podia esperar dessas definições, em vista de sua complexidade, que enseja incidência de erros de especificação.

Inicialmente, investigamos o problema da legibilidade de definições denotacionais, que concluímos ser causado principalmente pela complexidade própria dos métodos formais e pela falta de recursos para melhor estruturá-las.

A complexidade das abordagens semânticas revelou-se, aparentemente, intratável, por ser inerente aos métodos formais. A legibilidade, por outro lado, pôde ser bastante melhorada através do desenvolvimento de uma notação mais apropriada, modular e de grande poder de expressão, e também pelo desenvolvimento de uma metodologia para formulação e estruturação de definições denotacionais.

Pesquisamos a seguir mecanismos para aumentar a confiabilidade de grandes definições. Descartamos as técnicas de verificação formal por serem de difícil aplicação em casos de porte real. O que buscávamos era uma solução que atingisse uma classe mais abrangente de usuários de métodos formais. Por isto, optamos pelo projeto de um sistema que permitisse que definições denotacionais fossem processadas eletronicamente e executadas, possibilitando o uso do computador para verificar consistência no uso de tipos, testar definições no sentido de revelar se as idéias do projetista foram ou não realizadas pelo formalismo e observar os efeitos de inclusão ou remoção de construções da linguagem formalmente definida.

O resultado final dessa pesquisa, apresentado em nossa defesa de tese em 05 de março de 1981, consistiu no projeto e definição formal de um sistema para implementação de descrições denotacionais baseadas em uma linguagem aplicativa, que denominamos SDL, apropriada para definições de grande porte, e de uma metodologia para formulação de definições semânticas. O sistema opera gerando automaticamente compiladores baseados em λ-cálculo a partir da definição denotacional da linguagem.

As principais contribuições da nossa pesquisa foram: a) o projeto e definição formal de

uma linguagem modular para definição de semântica; b) o tratamento formal da elipsis (...), muito comum em fórmulas matemáticas; c) definição formal e incorporação de tipos polimórficos na linguagem do sistema; d) aplicação da metodologia de tipos abstratos de dados à área de semântica denotacional.

Quando retornamos ao Brasil, investimos na implementação do sistema que havíamos projetado em Los Angeles. Luiz Ricardo Faria e Silva, aluno do nosso bacharelado em Ciência da Computação, interessou-se pelo assunto e, com uma bolsa de iniciação científica e depois como aluno do mestrado, trabalhou, sob nossa orientação, na implementação do sistema no computador Burroughs 6700 da UFMG.

Com um artigo intitulado *LAMB: Um Interpretador para o λ-cálculo*, descrevendo a implementação realizada da linguagem LAMB, Luiz Ricardo participou, em 1983, do II Concurso de Trabalhos de Iniciação Científica da Sociedade Brasileira de Computação, tendo recebido um prêmio *Hors-Concours*, pela boa qualidade do trabalho. LAMB é uma linguagem intermediária, um variante do λ-cálculo, que serve de base para implementar sistemas para definição de semântica.

Sistema Operacional Microzúnix

No Brasil, em 1982, os microcomputadores de oito bits baseados em CP/M estavam no auge, e já se especulava sobre qual seria o sistema operacional para os microcomputadores de 16 bits, que estavam por vir. Na UCLA tínhamos sido usuário de um sistema VAX, operando sob o UNIX, que destacava-se, entre seus contemporâneos, pela sua facilidade de uso e flexibilidade. O UNIX também oferecia a grande vantagem de ser um sistema aberto, escrito em linguagem de um nível mais elevado que as usuais linguagens de montagem, e era fácil conseguir versões comentadas de seu código-fonte para estudo e ensino em universidades.

Confiantes de que o UNIX iria se tornar o padrão-de-fato para os microcomputadores de 16 bits, que deveriam estar disponíveis no Brasil após 1984, e que o conhecimento profundo de seu funcionamento seria muito importante para desenvolver a área, decidimos iniciar um estudo do código-fonte do núcleo de uma versão do sistema operacional UNIX que estava disponível. Nesse projeto, trabalhando sob nossa orientação, Alberto Avritzer produziu, em dezoito meses, uma extensa tese de mestrado, com 564 páginas, com o título *MICROZÚNIX: Um Sistema Operacional com Suporte para Multiprocessamento e Tempo Compartilhado*, que foi defendida em 26 de setembro de 1983. Essa tese, além de haver estendido o sistema original para aceitar multiprocessamento, apresenta uma descrição detalhada e bastante comentada de todos os algoritmos que compõem o núcleo do MICROZÚNIX.

Nosso objetivo principal não era construir um sistema operacional, mas estudar as soluções oferecidas por um produto de boa qualidade e apresentá-las de forma organizada e de

fácil aproveitamento em outros projetos. Por isto, decidimos substituir a linguagem C por Modula-2 e investir mais na documentação das soluções e justificativas das decisões de projeto. O resultado foi muito satisfatório, tendo sido produzido uma tese de alta qualidade.

Desenvolvimento de Montadores Universais

Em 1983, incorporaram-se à nossa equipe as seguintes alunas do mestrado em Ciência da Computação da UFMG: Lúcia Helena de Souza Toledo, Orna Avissar e Mariza Andrade da Silva Bigonha. Criamos então mais três projetos, todos na linha de *Ambientes para Definição e Implementação de Linguagens*.

Lúcia Helena trabalhou no desenvolvimento de um sistema para geração de montadores universais. A proposta era definir e implementar um montador universal cruzado, isto é, um montador que operando em um computador gerasse código de máquina de outro, e que deveria aceitar uma linguagem simbólica universal, pelo menos no sentido de cobrir as características das arquiteturas mais importantes. A tradução para o código de máquina baseou-se em uma técnica dirigida por tabelas, de forma a permitir fácil redirecionamento do gerador de código para as novas arquiteturas. A solução proposta mostrou-se factível para os microprocessadores de 8 bits mais populares da época, que eram o Z80, 8080 e o 6502.

O objetivo desse projeto era prover um ambiente para desenvolvimento de sistemas computadorizados (*embedded system*). Da pesquisa resultou uma tese de mestrado intitulada *Sistema de Desenvolvimento de Software para Micros de 8 bits*, que foi defendida com sucesso em 31 de dezembro de 1985.

Gerador de Geradores de Código

A teoria de linguagens de programação desenvolveu-se significativamente no que se refere a processos e técnicas de produção de *front-ends* de compiladores. Contudo, a outra parte do compilador, o *back-end*, sempre desafiou os formalismos por sua natureza empírica, sendo mais receptivo a soluções *ad-hoc*. Por isto, decidimos investir nessa área, que demonstrava ser muito promissora.

Assim, o trabalho de tese de mestrado de Orna Avissar visava descobrir soluções para o problema da automatização dos processos de geração de código de máquina em compiladores de linguagem de alto nível.

O trabalho realizado concentrou-se no projeto de um sistema com facilidades especiais para implementação de geradores de código e que permitisse fácil redirecionamento do

gerador. A proposta baseou-se na criação de uma linguagem de alto nível orientada para problemas de geração de código e na padronização de uma linguagem intermediária que fosse independente de máquina e de linguagem fonte. A idéia central era que os *front-ends* poderiam implementar a tradução de códigos-fonte para essa linguagem intermediária padrão. A partir daí, poder-se-ia programar o gerador de código desejado usando a linguagem do sistema, que automatizaria vários aspectos do processo de geração de código.

O projeto foi concluído com a apresentação da tese de mestrado intitulada *Sistema de Suporte à Implementação de Geradores de Código*, defendida em 31 de dezembro de 1985.

Sistema de Implementação de Compiladores

Esse projeto tinha como objetivo o desenvolvimento de um sistema de implementação de compiladores, que recebeu o nome SIC.

O SIC é uma ferramenta de suporte ao desenvolvimento de compiladores dirigidos por sintaxe, que gera analisadores sintáticos LALR(1) com recuperação automática de erro, com recursos para fácil programação de rotinas semânticas, especificação dos *tokens* da linguagem e provê uma notação bastante natural para referenciar atributos sintetizados.

Basicamente o sistema implementa uma linguagem especial para programação de compiladores (LPC), via uma técnica de preprocessamento, dotada de várias facilidades para implementação de compiladores. Programas em LPC compilados pelo SIC são convertidos para o Pascal, que é a linguagem base do sistema. Essencialmente, LPC provê acesso a todas facilidades do Turbo Pascal e a construções especiais para especificar os *tokens* e a gramática da linguagem. Há facilidades para declarar estruturas que denotam atributos sintetizados de tradutores dirigidos por sintaxe e mecanismos para referenciá-los diretamente na pilha de execução do analisador sintático LALR(1).

O desenvolvimento do SIC resultou na formulação de novos mecanismos e métodos na área de implementação de reconhecedores sintáticos eficientes e de recuperação automática de erros, levando à obtenção de alguns resultados interessantes. Por exemplo, novas técnicas de armazenamento compacto de tabelas LALR(1), com resultados superiores aos encontrados na literatura, foram desenvolvidas. E, na implementação do recuperador de erro, problemas referentes à emissão automática de mensagens de erro independentes de fonte e à recuperação de contextos, que normalmente são perdidos pelo uso de certas técnicas de compactação, foram resolvidos satisfatoriamente.

Mariza Andrade da Silva Bigonha trabalhou conosco no projeto e produziu a tese de mestrado intitulada *SIC: Sistema de Implementação de Compiladores*, que foi defendida em 05 de julho de 1985.

O SIC está implementado e em funcionamento em microcomputadores operando em am-

biente MSDOS desde julho de 1985.

Após a defesa da tese, passamos a enriquecer o sistema com novas facilidades orientadas para a construção de compiladores interativos e a melhorar sua interface com o usuário, introduzindo recursos para gerência de janelas e de menus e incorporando alguns utilitários para dar mais conforto ao ambiente de execução.

Com o artigo *SIC: Uma Ferramenta para Implementação de Linguagens*, de autoria de Mariza Andrade da Silva Bigonha e Roberto da Silva Bigonha, recebemos o primeiro lugar da categoria *Software* no **III Prêmio Nacional de Informática** promovido pela SEI, SUCESU, MODATA e Fundação Roberto Marinho, em agosto de 1988.

Gerência de Interface

O projeto da interface homem-máquina do SIC baseada em janelas e menus nos levou a pensar no desenvolvimento de um sistema para construção de interfaces de propósito geral e que facilitasse a implementação de outros sistemas. Daí nasceu, em 1987, o projeto *Gerência de Interfaces*, que produziu o **WINDOW***i*, onde $i \in \{4, 5, 55\}$ denota a versão do compilador Turbo Pascal no qual o sistema opera.

WINDOW*i* é constituído por um conjunto de procedimentos para manipulação de janelas e menus. Seu projeto se pautou pela filosofia de ser simples de usar, eficiente em termos de memória e tempo de execução, e suficientemente geral para atender a maioria das aplicações. A primeira decisão no sentido de simplificar a implementação foi a escolha de operar apenas no modo caractere, não prevendo facilidades gráficas. Isto facilitou quase tudo: menos memória, mais velocidade e mais fácil de programar. A segunda decisão foi aplicar o princípio de ortogonalidade – introduzido no projeto do Algol 68 – e a filosofia *RISC* da arquitetura de computadores no projeto das operações do sistema. O resultado foi a implementação de um conjunto mínimo de procedimentos e funções independentes entre si.

Geração de Código para INTEL

Nosso interesse de pesquisa na linha de *Ambientes para Definição e Implementação de Linguagens*, como já foi mencionado, era o de automatizar fases do processo de compilação. O nível de formalização de vários desses processos, principalmente os que se referem às análises léxica e sintática, viabiliza sua implementação assistida por computador.

Com SIC, pretendemos atingir alto grau de automatização de *front-ends*. Com o gerador de geradores de código que estava sendo projetado em paralelo, a implementação de *back-ends* também poderia ser em parte automatizada. Mas, quando se automatiza a produção

de geradores de código, há sempre o risco de perda na qualidade do código gerado. Isto porque os processos de automatização tendem a usar métodos mais gerais.

Em 1984, em vista do sucesso de venda do PC da IBM, havia a certeza de que a família de microprocessadores INTEL iria servir de base para os futuros microcomputadores. Assim, julgando importante e relevante considerar em separado os problemas de automatizar geração de código de boa qualidade para esse tipo de arquitetura, iniciamos o projeto *Geração de Código para INTEL*, que constituiu o tema central de pesquisa de tese de Lucília Camarão Figueiredo.

A proposta da tese foi desenvolver um *back-end* que funcionasse independentemente da linguagem fonte, porém específico para a arquitetura INTEL. Para isto foi definida uma linguagem intermediária a partir da qual a geração de código e necessárias otimizações seriam levadas a efeito. Os *front-ends*, implementados com o apoio do SIC, poderiam compilar programas para essa linguagem intermediária, que seriam então traduzidos, de forma eficiente, para a linguagem de máquina do 8088.

Para facilitar a construção de tradutores de código-fonte para a linguagem intermediária, esta foi definida de forma a possuir a filosofia de funcionamento de máquinas de alto nível organizada com pilha de registros de ativação.

Uma grande contribuição desse trabalho foi mostrar como a tradução de uma linguagem intermediária baseada em pilha de registros de ativação pode ser implementada no sentido de produzir código de boa qualidade em máquinas de arquitetura von Neumann.

A tese produzida recebeu o título *Sistema de Geração de Código para Processadores da Família INTEL 8086/8088* e foi defendida em 20 de dezembro de 1985.

Linguagem de Programação LIBRA

O projeto da linguagem de programação LIBRA, executado em 1985, foi a realização de um antigo desejo de desenvolver uma linguagem de programação com as construções e notação de acordo com nossas idéias e métodos de programação.

Muita pesquisa havia sido desenvolvida no final da década de 1970 com objetivo de formular novas metodologias de desenvolvimento de programas. Em particular, os conceitos de modularização ficaram mais bem entendidos e facilidades para produzir sistemas de grande porte mais bem identificadas.

Conhecidas metodologias de programação recomendavam o uso de abstrações para manter o desenvolvimento de sistemas de grande porte sob controle. Princípios de projeto de linguagens sugeriam que linguagens modulares deveriam prover mecanismos de abstração para suas construções semanticamente mais relevantes. Mais especificamente, como de-

clarações de estruturas de dados, definições de tipos, comandos e expressões haviam se tornado essenciais às linguagens de programação imperativas pós-Pascal, pelo menos para cada uma dessas construções deveria haver um recurso para modularização. Desde o advento do FORTRAN, funções e procedimentos existiam como mecanismos para realizar abstrações de expressões e comandos, respectivamente. Para as demais construções, poucos recursos eram oferecidos pelas linguagens existentes, exceto Modula-2 e ADA, que já possuíam uma concepção mais moderna.

Decidimos então aplicar esses conceitos no projeto de uma nova linguagem que privilegiasse a simplicidade e que incorporasse mecanismos de abstração adequados. A linguagem que definimos, e denominamos LIBRA, enfatiza modularidade provendo recursos para realizar abstrações de expressões (*função*), de comandos (*procedimento*), de declarações de estruturas de dados (*objeto*) e de definições de tipos (*tipo abstrato de dados*) e módulos de compilação em separado.

Linguagem para Manipulação de Banco de Dados Funcionais

Esse projeto tinha como objetivo a especificação e implementação de uma linguagem funcional, denominada LBF, do tipo DAPLEX de Shipman, destinada à manipulação de banco de dados em microcomputadores. LBF, que é baseada no modelo funcional de dados, possui características que possibilitam uma abordagem mais natural para modelagem de um banco de dados.

O projeto da LBF foi concebido pelo professor Alberto Henrique Frade Laender, do Departamento de Ciência da Computação, que nos convidou, em 1985, a colaborar na orientação de José de Jesús Pérez Alcázar, seu orientando de tese, no desenvolvimento de um interpretador para LBF.

A tese de mestrado desenvolvida foi defendida em 28 de março de 1988, com o título *Linguagem Funcional para Manipulação de Banco de Dados*.

Sistema de Sorteio e Anúncio

Ainda em 1985, tivemos nossa primeira experiência no desenvolvimento de *software* para sistemas computadorizados em telefonia, quando o Departamento de Ciência da Computação firmou com a TELEMIG um convênio para desenvolvimento de *software* para um sistema de sorteio e anúncio, que foi chamado LOTEL.

O LOTEL consiste em um *hardware* contendo processador de 8 bits, memória ROMs e RAMs e portos de entrada/saída paralelo e serial. Esse equipamento pode ser acoplado a até 40 troncos de um PABX e tem a função de promover atendimento automático de

chamadas telefônicas, acionar secretárias eletrônicas, transmitir mensagens publicitárias, realizar sorteios conforme programação estabelecida pelo operador do sistema, encaminhar respostas gravadas e realizar chamadas telefônicas.

O sistema foi implementado em Pascal no ambiente de desenvolvimento de *software* de sistemas computadorizados HP 64000.

A equipe que coordenamos no projeto e desenvolvimento do LOTEL foi composta por: professor José Marcos Nogueira da Silva (UFMG), analista Celso de Souza Lima (UFMG), engenheiro Marco Polo Gambogi Alvarenga (TELEMIG), engenheiro Christiano A. F. Matta Machado (TELEMIG) e a analista Wânia dos Santos (AVEL).

O desenvolvimento conjunto, empresa e universidade, permitiu uma troca de experiência muito interessante. Do lado da Universidade tivemos contacto com os problemas e o funcionamento de vários aspectos de centrais telefônicas, e do lado da empresa houve a transferência da tecnologia de projetos de sistemas de *software* de tempo real, envolvendo problemas de processos concorrentes, interface homem-máquina e depuração de programas em sistemas computadorizados.

Coletor de Dados MFC

O sucesso da experiência de interação Universidade/Empresa do LOTEL, principalmente junto à TELEMIG, teve continuidade com o projeto Coletor de Dados MFC (CDM), que começamos a coordenar a partir de 1986.

O CDM é um sistema computadorizado para aquisição e análise de seqüências de sinais MFC (Multi-Frequency Code) compelidos produzidos durante o processo de sinalização entre registradores em centrais telefônicas. Os sinais MFC são coletados por um *hardware* especial e armazenados em banco de dados, facilitando a formulação de diversas consultas destinadas a dar suporte a avaliação e manutenção de centrais telefônicas.

Os problemas estudados no desenvolvimento desse projeto estavam relacionados com a implementação de banco de dados, transmissão de dados e protocolos de comunicação entre centrais telefônicas.

A equipe do CDM foi composta por: professor João Eduardo de Rezende Dantas (UFMG), professor Newton Alberto de Castilho Lages (UFMG), analista Mariza Andrade da Silva Bigonha (UFMG), mestranda Beatriz Mintz (UFMG) e engenheiro Rodolf Schwaner (TELEMIG)

Sistema de Extração de Netlist

Em outubro de 1986, fomos solicitados pela Coordenação do Laboratório de Microeletrôncia do DCC para desenvolver um sistema de extração de *netlist* (NET) de descrições HILO-2.

O NET é basicamente um processador de linguagens que a partir de descrições de circuitos escritas na linguagem HILO-2 produz a *netlist* correspondente do circuito. *Netlist* é uma descrição da conectividade do circuito em termos de sinais, pinos e componentes.

O NET foi programado em LPC, a linguagem do SIC, com a colaboração de Mariza Andrade da Silva Bigonha. O uso do SIC nesse projeto de porte razoável serviu para testá-lo extensivamente.

Recompilação Eficiente de Linguagens LALR(1)

Frequentemente programas são submetidos à compilação apenas para identificar erros de sintaxe. Com mais freqüência ainda, o mesmo programa é recompilado várias vezes durante a fase de depuração. No desenvolvimento de programas de grande porte, cada recompilação pode ser demorada, prejudicando a eficiência do programador, já que durante uma recompilação, geralmente nada se faz, a não ser aguardar por seu término. Devemos observar ainda que, na maior parte dos casos, recompilações são disparadas logo após modificações mínimas do código-fonte, com o objetivo de testá-las.

A idéia central desse projeto foi o desenvolvimento de novos algoritmos de análise sintática e de compilação no sentido de que cada recompilação aproveitasse os resultados da compilação anterior, de forma a minimizar o trabalho a ser feito e reduzir o tempo de recompilação. Um compilador com essas características melhora sensivelmente o desempenho do programador, tornando o ambiente de programação muito mais agradável e produtivo.

Em 1986, iniciamos as pesquisas desse projeto, o qual foi concluído com a tese *Técnicas para Recompilação Eficiente de Linguagens LALR(1)*, defendida em 31 de março de 1989 por Rosilene Terezinha Martins.

O problema da recompilação eficiente foi abordado em dois pontos: a) resolução do probema de identificar quais os módulos de compilação independentes que necessitam de recompilação após modificações terem sido efetuadas no código-fonte de um determinado módulo; b) resolução da questão de determinar as partes do módulo modificado que precisam ser recompiladas.

Do ponto de vista de sintaxe, chegamos a soluções satisfatórias. Os algoritmos de análise sintática que desenvolvemos possibilitaram reduzir por um fator de 10 o tempo de re-

compilação em relação ao de compilação normal, independentemente do ponto do módulo onde a modificação foi efetuada.

O reaproveitamento dos resultados de uma compilação do ponto de vista semântico revelou-se ser muito mais complicado, devendo ser objeto de uma futura pesquisa.

Compilador MUMPS

A linguagem MUMPS possui construções que permitem tratar dados como código-fonte de programa, variáveis cujos nomes só são determináveis em tempo de execução e código contendo referências diretas a linhas de programas fontes. Essas facilidades tornam a linguagem bastante flexível, porém criam muitas dificuldades para sua implementação eficiente. Por isto, a maioria dos sistema MUMPS são baseados em interpretação direta do fonte, ao invés de se usar compiladores. Essa abordagem simplifica a implementação, mas normalmente traz como conseqüência um elevado custo em termos de desempenho dos programas em tempo de execução.

A pesquisa que desenvolvemos foi no sentido de buscar soluções que possibilitasse a produção um compilador que substituísse o interpretador de um sistema MUMPS de forma eficiente e que resultasse em um aumento de desempenho na execução dos aplicativos da ordem de 6 vezes, sem perder o alto grau de transportabilidade tanto do sistema como dos aplicativos MUMPS.

Participamos desse projeto através de um convênio firmado entre Universidade e a empresa LEME INFORMÁTICA, com a colaboração de Marcus Vinícius de Melo Rocha, Eduardo Costa e Silva e Marco Antônio Vasconcelos, mestres em Computação, funcionários dessa empresa e ex-alunos nossos.

O compilador desenvolvido encontra-se hoje em operação na LEME INFORMÁTICA, em Belo Horizonte, com o nível de eficiência desejado.

Semântica Denotacional Modular

Em nosso programa de doutoramento, estudamos a questão da legibilidade e confiabilidade de definições semântica denotacionais de grande porte. Como resultado de nossa pesquisa, projetamos e definimos uma linguagem funcional para definições semânticas, com grande poder de expressão e facilidades para construção de módulos e compilação em separado.

O uso de módulos para apoiar uma metodologia de formulação e estruturação de definições denotacionais é certamente imprescindível. Entretanto, o conceito de módulos baseados

apenas na metodologia de tipos de dados abstratos é insuficiente para atingirmos o grau de abstração desejado.

Note que definições informais de linguagens de programação, apresentadas em linguagem natural, são normalmente organizadas em seções, que introduzem a sintaxe e a semântica de forma modularizada. Com freqüência, no intuito de privilegiar a clareza da apresentação, os conceitos são inicialmente introduzidos sem considerar todos os casos particulares causados pela presença de outras construções da linguagem. Esses casos particulares e outras exceções são tratados em separado, mantendo assim a clareza do texto. Por exemplo, quando se define a semântica de um comando de atribuição, geralmente, afirma-se que o valor da expressão do lado direito é armazenado no endereço definido pelo lado esquerdo do comando. Em alguma outra parte, a semântica desse mesmo comando de atribuição deve ser revista se a linguagem permitir a programação de funções com comandos de transferência incondicional para fora de seu corpo, já que expressões do lado direito de comandos de atribuição podem conter chamadas a funções que nunca retornam.

A separação dos casos normais dos especiais é um recurso que contribui para a legibilidade e clareza do texto. Seria interessante se pudéssemos aplicar esses métodos no escopo de definições formais.

Em semântica denotacional ocorre um fenômeno interessante: a forma de equação semântica, por exemplo, a do comando de atribuição citado acima, deve refletir *todas* as influências das demais construções da linguagem. Em particular, a presença de comando *goto* em uma linguagem praticamente obriga o uso de uma técnica conhecida como *continuação* em todas as equações. Ou seja, a presença ou não do *goto* afeta a forma das equações semânticas das demais construções. O ideal seria ter a possibilidade de nos abstrairmos de certas construções como o comando *goto*, e ter o seu efeito, de alguma forma, propagado automaticamente para as demais equações semânticas da linguagem, como se faz em uma definição informal.

No sentido acima, a metodologia de programação orientada a objetos oferece algumas soluções interessantes. Em particular, o mecanismo de herança, com o qual é possível criar novos objetos particularizando um outro, merece estudo quanto sua possibilidade de ser explorado no âmbito de definições denotacionais.

A pesquisa que pretendemos desenvolver tem por objetivo estudar as questões da legibilidade, modularidade e métodos para estruturação de definições denotacionais de linguagens de programação tendo em vista os mecanismos para organização e reutilização de código da programação orientada a objetos. Em particular, está sendo estudado o uso dos conceitos de herança e encapsulamento no escopo do paradigma denotacional.

Essa pesquisa iniciou-se em 1990, devendo prosseguir por mais alguns anos, com possibilidade de gerar uma tese de doutorado.

Interpretação Eficiente de LAMB

LAMB é uma linguagem funcional, derivada do λ-cálculo, e que serve de base para implementação de sistemas baseados em semântica denotacional. LAMB foi projetada e definida por Peter Mosses, em sua tese de doutorado na Universidade de Oxford, Inglaterra, em 1978.

Linguagens funcionais sempre foram vistas como sendo de interpretação ineficiente em máquinas com arquitetura von Neumann, principalmente se comparadas com a implementação de linguagens imperativas.

Em 1981 e 1982, trabalhamos na implementação de um interpretador LAMB para um ambiente Burroughs 6700, com a colaboração de Luiz Ricardo de Faria e Silva. Nesses últimos anos, novas técnicas para implementação eficiente de interpretadores de linguagens funcionais em máquinas de von Neumann foram desenvolvidas. Por isto, julgamos relevante retomarmos essa pesquisa com o objetivo de investigar as novas abordagens de implementação de linguagens funcionais e projetar um otimizador e um interpretador eficiente para LAMB.

O interpretador de LAMB servirá como ferramenta base para implementação do sistema de semântica denotacional modular que descrevemos acima.

Nesse trabalho estamos contando com a colaboração do mestrando Roque Leonardo de Matos Miranda, que iniciou seu trabalho de dissertação nessa área no final de 1990.

Compilação de SDL

Em 1991, iniciamos um terceiro projeto na linha de definição de semântica de linguagens de programação. A sigla SDL do título foi cunhada para denotar a linguagem que projetamos, como parte de nossa tese de doutoramento, para especificação de semântica denotacional.

Pretendemos modificar SDL no sentido descrito na pesquisa *Semântica Denotacional Modular* e desenvolver um compilador de SDL para LAMB acoplado a um editor de programas, que integrado ao interpretador LAMB, forme um ambiente de alto desempenho para formulação e teste de definições semânticas denotacionais modulares.

Para a execução desse projeto, temos a colaboração do mestrando Walace de Almeida Rodriques, que está elaborando seu projeto de tese.

Otimização de Código Automática

A proposta dessa pesquisa é investigar os problemas de geração automatizada de otimizadores de código e desenvolver um protótipo para teste e avaliação das soluções encontradas. Esse sistema deverá ser capaz de produzir otimizadores de código a partir da especificação da máquina-alvo e de seqüências de instruções de máquina geradas por um compilador.

Essa pesquisa é o tema central da tese que Mariza Andrade da Silva Bigonha vem desenvolvendo desde 1990 para seu doutoramento na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, sob a orientação do professor José Lucas Rangel.

Estamos interessados nesse assunto, na verdade já trabalhamos nesse tópico em 1985, quando orientamos Orna Avissar em sua tese de mestrado. Estamos envolvidos nesse projeto na qualidade de co-orientador de tese e pretendemos investigar os problemas de geração de otimizadores de código, usando gramáticas descritivas de arquiteturas.

Sistema para Aquisição de Impulsos

Inicialmente, professor Newton Alberto de Castilho Lages coordenou esse projeto que foi concebido em convênio com a TELEMIG. Após o falecimento do professor Newton, professor João Eduardo de Rezende Dantas assumiu a coordenação.

O projeto Sistema para Aquisição de Impulsos (SIACI), que foi executado em 1987 e 1988, tratou da especificação e implementação de um sistema computadorizado, organizado como uma rede de computadores, com a função de coletar os impulsos de rede telefônica e permitir acesso em tempo real da situação dos contadores de impulsos a partir de terminais conectados ao sistema. O SIACI, através da leitura dos impulsos gerados quando cada assinante usa o seu telefone, permite, por exemplo, a emissão da cobrança das tarifas diretamente, substituindo o antigo sistema baseado em fotografias e digitação dos valores dos contadores.

Os outros membros da equipe do SIACI foram: Hélio Marques, analista do DCC, Flávia Marques, mestranda, e Ricardo Norberto Ribeiro, engenheiro da TELEMIG.

Geração de Código em um Compilador CHILL

Esse projeto foi a tese de mestrado de Carlos Camarão Figueiredo, que realizou a maior parte da pesquisa no CPqD da Telebrás em Campinas, sob a orientação do professor Fernando Antônio Vanini, da UNICAMP. Comparecemos na qualidade de orientador oficial da tese, mas realmente nossa participação foi modesta.

O trabalho realizado foi o projeto e implementação de um gerador de código de uma linguagem intermedária baseada em árvore para a linguagem de máquina do INTEL 286, em um ambiente de execução de programas CHILL.

A tese *Geração de Código em um Compilador CHILL* foi defendida na UFMG em 01 de julho de 1998.

Programação Orientada por Objetos

Essa pesquisa foi desenvolvida sob a coordenação do professor Ivan Moura Campos, sendo o tema de tese de mestrado de Luiz Henrique de Araújo Vecchio. Participamos na qualidade de consultor técnico.

O trabalho formulou uma disciplina de programação com características orientadas a objetos e propôs a implementação de extensões ao Turbo Pascal que permitissem utilizar os conceitos de classe, herança, métodos, mensagens e polimorfismo em um ambiente clássico de programação.

A tese de mestrado defendida em 28 de dezembro de 1988 recebeu o título *Sobre o Desenvolvimento de Sistemas em Linguagens Procedimentais Utilizando o Paradigma de Programação Orientada a Objetos.*

Sistema Integrado de Supervisão de Planta Telefônica

Em 1990, fomos convidados pelo professor João Eduardo de Rezende Dantas a integrar sua equipe no projeto e especificação funcional de um sistema integrado de supervisão (SIS) de redes de telecomunicações de forma a tornar disponíveis, em tempo real, as informações mais importantes sobre o estado operacional dos equipamentos instalados nas centrais telefônicas supervisionadas.

O projeto encontra-se em andamento, estando a especificação funcional do sistema e uma definição preliminar de sua arquitetura já concluídas.

Participa desse projeto Dilmar Malheiros Meira, engenheiro da TELEMIG e mestre em Ciência da Computação pela UFMG.

Epílogo

Neste memorial procuramos descrever a forma como nossas atividades profissionais foram distribuídas nas áreas de atuação acadêmicas e os resultados mais relevantes que produzimos. Resumidamente, as atividades que desenvolvemos foram as seguintes.

No exercício da profissão de professor universitário, defendemos duas teses, sendo uma para obter grau de Mestre em Ciências em Informática e a outra para o de PhD em Ciência da Computação.

Na área de ensino, lecionamos um total de doze disciplinas, sendo quatro de graduação e oito de pós-graduação, e orientamos dezessete alunos no desenvolvimento de projetos individuais, sendo dez em tese de mestrado, das quais sete já foram defendidas e três estão em andamento.

Trabalhamos em vinte e três projetos de pesquisa, tendo desenvolvido seis produtos de *software*, publicado 19 artigos em anais de congresso com avaliação e vinte e sete relatórios técnicos. Apresentamos quinze palestras sobre trabalhos de pesquisas realizados e comparecemos a vinte e cinco eventos científicos.

Pela qualidade do trabalho de pesquisa desenvolvido na linha de *Ambientes para Definição e Implementação de Linguagens* recebemos um prêmio de âmbito nacional.

Participamos ativamente da Sociedade Brasileira de Computação na qualidade de Conselheiro e Segundo Secretário. Organizamos três simpósios da SBC, fomos membros da comissão organizadora de outros seis e participamos de três painéis sobre política de Informática.

Na área de extensão universitária, coordenamos cinco convênios com a indústria para pesquisa e desenvolvimento de protótipos e lecionamos cursos de curta duração e duas disciplinas no Curso de Especialização em Informática.

Exercemos a Coordenação de Bacharelado em Ciência da Computação, do Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, do Curso de Especialização em Informática, a Subchefia e a Chefia do Departamento de Ciência da Computação.

Fomos membro do Colegiado do Bacharelado em Ciência da Computação, Colegiado da Pós-Graduação em Ciência da Computação, Câmara do Departamento de Ciência da Computação, Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Informática, Conselho Departamental do ICEx, Congregação do ICEx, Câmara de Pesquisa e Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFMG.

E participamos de um total de vinte e cinco comissões acadêmicas, na UFMG e em órgãos públicos para estudo e parecer sobre assuntos diversos. Em particular, no MEC, integra-

mos a *Comissão de Especialistas de Informática* e outras seis comissões para verificação de condições de funcionamento de cursos.

Daqui para frente, pretendemos concentrar nossa atuação na linha de pesquisa *Ambientes para Definição e Implementação de Linguagens*, que reconhecemos como sendo um grande filão, do qual poderemos extrair teses de mestrado e doutorado e produzir resultados e ferramentas de *software* importantes. Em particular, nos próximos dois anos trabalharemos nos projetos de pesquisa *Semântica Denotacional Modular*, *Interpretação Eficiente de LAMB*, *Compilação de SDL* e *Otimização Automática de Código*.

Na área de ensino, pretendemos continuar investindo nos cursos de compiladores, de linguagens e de semântica. Em particular, precisamos trabalhar na montagem de uma ou mais disciplinas de pós-graduação sobre geração automática de código e de otimizadores e introduzir o ensino de semântica formal em nível de graduação.

Para finalizar, gostaríamos de agradecer às pessoas cujos nomes mencionamos neste memorial pela sua contribuição direta ou indireta na implantação da área de Ciência da Computação na UFMG.

Capítulo 4

Administração Acadêmica

O exercício de funções administrativas, em geral, requer do administrador atenção para a solução de muitas questões de rotina, que normalmente tomam tempo, mas nunca aparece como resultado facilmente contabilizável, embora seja importante para o bom andamento do setor e afete o curso de nossas atividades. Em benefício da concisão, não apresentaremos nossa participação em eventos que consideramos rotina, concentraremos apenas nas atividades mais relevantes, em particular, naquelas que produziram, de alguma forma, efeitos na qualidade do ensino e da pesquisa desenvolvidos na área de Computação da Universidade.

Coordenação de Apoio ao Ensino

Nossa primeira experiência no exercício de administração acadêmica ocorreu no período de abril a novembro de 1981, quando ocupamos a Coordenação de Apoio ao Ensino, a convite do professor Ivan Moura Campos, então chefe do Departamento. Esta era uma coordenação informal, criada pelo próprio Departamento, com o principal objetivo de acompanhar o precário atendimento computacional colocado à disposição dos nossos alunos do ciclo básico, graduação e pós-graduação.

Nessa época, o Centro de Computação operava o sistema de submissão remota de programas (RJE) que ficava instalado no prédio do ICEx. A entrada de programas ainda era via cartão perfurado, e o número de perfuradoras de cartão disponíveis era mínimo. Havia grandes dificuldades a serem resolvidas, cujas soluções dependiam de troca de equipamento, normalmente de alto custo.

Na falta de recursos, a curto prazo só nos restava a alternativa de, teimosamente, interagir com o órgão responsável pela gerência dos recursos computacionais para melhorar o

atendimento. Os problemas só vieram a ser resolvidos anos mais tarde com a criação do Laboratório de Computação Científica da UFMG.

Coordenação do Bacharelado

De Coordenador de Apoio ao Ensino passamos a Coordenador do Bacharelado em Ciência da Computação, no período de 29 de novembro de 1981 a 29 de novembro de 1983. Nessa época, o curso estava em processo de credenciamento. Acompanhamos a conclusão deste processo, tendo recebido a Comissão Verificadora designada pelo MEC.

Como coordenador do curso trabalhamos na consolidação do currículo e atualização do material didático adotado, tendo recebido o apoio do Departamento de Ciência da Computação para aquisição de livros textos para disciplinas do Bacharelado. Participamos junto ao Departamento na introdução da avaliação do corpo docente por parte dos alunos. O projeto dos formulários e das questões para avaliação de professor, até hoje em uso no DCC, teve nossa participação direta.

Subchefia do Departamento

Em 1983, apesar do honroso suporte de vários colegas, não quisemos nos candidatar a Chefia do Departamento de Ciência da Computação. Tínhamos a posição de que ainda era cedo, e desejávamos consolidar a nossa linha de pesquisa em *Ambientes para Definição e Implementação de Linguagens* antes de assumirmos a grande responsabilidade, que é dirigir um departamento do porte do DCC.

Assim, ao invés da chefia, de 17 de março de 1983 a 17 de março de 1985, ocupamos o cargo de subchefe do Departamento, no terceiro mandato do professor Wilson de Pádua Paula Filho, tendo exercido interinamente a Chefia do Departamento apenas durante 14 dias por motivos de férias do titular.

Coordenação de Pós-Graduação

Em 09 de maio de 1985, assumimos a Coordenação da Pós-Graduação em Ciência da Computação e, nos dois anos de mandato que se seguiram, organizamos um novo calendário de oferta de disciplinas e promovemos reformas no regulamento do curso no sentido de disciplinar a oferta de disciplinas isoladas, que estava prejudicando a qualidade dos cursos,

atualizar ementas das disciplinas e provocar uma redução nos prazos de desenvolvimento das teses de mestrado.

Os prazos médios para elaboração das teses estavam muito altos, em particular, as teses defendidas nos anos de 1983, 1984 e 1985 haviam sido desenvolvidas em prazos médios superiores a cinco anos. O Colegiado do curso, que estava recebendo pressões no sentido de reduzir esses prazos, tomou então em 1985 uma série de providências administrativas, aplicando o regulamento do curso. É fato que houve algumas reações contrárias, por parte de alunos que se sentiram prejudicados, à decisão do Colegiado em fazer respeitar as limitações de prazos previstas no regulamento, mas a sua posição acabou prevalecendo, tendo conseguido, já em 1986, reduzir o prazo médio para 42 meses e aumentar a produtividade.

Chefia do Departamento

Em 27 de abril de 1987, assumimos a Chefia do Departamento de Ciência da Computação para um mandato de dois anos. O Departamento estava administrativamente bem organizado, com fontes próprias e seguras de captação de recursos, gerados principalmente pelos cursos de extensão, convênios de pesquisa e desenvolvimento firmados com a indútria e captados dos órgãos oficiais de fomento à pesquisa.

Na administração do Departamento contamos com a colaboração do professor Alberto Henrique Frade Laender, na Coordenação de Pós-Graduação, professor Newton Alberto de Castilho Lages, na Coordenação de Extensão, professor José Marcos Silva Nogueira, subchefe e coordenador da Graduação, depois sucedido pelo professor José Nagib Cotrim Árabe, professor Nívio Ziviani, na Coordenação de Pesquisa, professor Antônio Mendes Ribeiro na Coordenação do Laboratório de Micros e Fernando Celso Dolabela, responsável pelo setor financeiro.

Até 1987, o Departamento havia investido pesadamente na capacitação de seu corpo docente, tendo passado de um doutor em 1977 para quase 20 em 1987. Uma excelente Biblioteca de Computação estava em funcionamento no Departamento, e os currículos dos cursos de graduação e de pós-graduação eram considerados de bom nível. O ponto que, em nossa opinião, necessitava maior atenção era os laboratórios de recursos computacionais e a infra-estrutura de ensino e pesquisa.

Os equipamentos de computação disponíveis para os alunos do Bacharelado e da Pós-Graduação ainda continuavam insuficientes para fazer jus à qualidade de ensino que estava sendo implementada em nossos cursos, com todos os professores doutores lecionando na graduação e pós-graduação. É certo que a criação do Laboratório de Computação Científica da UFMG e os equipamentos adquiridos pelo Departamento haviam melhorado a situação precária dos anos iniciais, mas o acesso a microcomputadores de 16 bits, já muito

populares no Brasil, praticamente não existia. Havia chegado o momento de aposentar os micros de 8 bits ainda em uso pelos alunos.

Decidimos então investir na montagem de um bom laboratório de microcomputadores para uso dos alunos. Para isto, montamos uma sala com espaço e instalações físicas próprias para até 60 microcomputadores, e adquirimos novos equipamentos. No final de nosso mandato, o Laboratório de Micros colocava à disposição dos alunos do Bacharelado e da Pós-Graduação cerca de 25 microcomputadores XT, todos eles equipados com disco rígido *winchester*. Os equipamentos foram comprados com recursos provenientes da Pró-Reitoria de Graduação da UFMG, do Projeto Micros do Programa Nova Universidade, dos cursos de extensão e de convênios de pesquisa e desenvolvimento firmados pelo Departamento.

Para melhorar as condições de trabalho dos professores e funcionários, tomamos as seguintes providências: a) ampliamos o número de retroprojetores, de forma a ter um permanentemente em cada sala de aula; b) adquirimos uma máquina de boa qualidade para confecção de transparências; c) instalamos uma segunda máquina copiadora; d) compramos mais duas linhas telefônicas para o sistema KS; e) adquirimos microcomputadores para uso administrativo; f) instalamos aparelhos de ar condicionado em várias secretarias e na sala de aula da Pós-Graduação.

Para melhorar a infra-estrutura de pesquisa, providenciamos: 1) a compra de uma impressora *laser*, para o aproveitamento das vantagens do TEX e de outros formatadores de texto que já estavam disponíveis no Departamento; 2) o acesso dos pesquisadores do Departamento à rede internacional de pesquisa BITNET, pela utilização do serviço RENPAC para conexão ao nodo LNCC/CNPq, localizado no Rio de Janeiro.

A criação do nodo UFMG na rede BITNET iniciou-se com um projeto que encaminhamos ao Laboratório de Computação Científica da UFMG, sugerindo e mostrando as alternativas e vantagens da ligação do computador do LCC ao do LNCC e da filiação da UFMG à comunidade BITNET.

Junto à Pós-Graduação, iniciamos um debate sobre a conveniência e necessidade de criação de um programa de doutoramento em Ciência da Computação em nosso Departamento a partir de 1988. Defendemos, na oportunidade, a posição de que a criação do doutorado iria contribuir para aumentar a nossa produtividade de pesquisa.

Em relação ao corpo docente, tivemos a oportunidade de ampliar a área de atuação do Departamento com a admissão, em caráter temporário, de três novos pesquisadores. Através de bolsa do CNPq na modalidade recém-doutor, admitimos Antônio Otávio Fernandes, da área de Microeletrônica, e Virgílio Augusto Fernandes Almeida, da área de Supercomputadores. O professor Arnaldo Albuquerque Araújo, na época docente da Universidade Federal da Paraíba, veio para o Departamento como professor visitante.

Na área da extensão investimos na revisão dos textos didáticos para o Curso de Análise, através de um projeto de desenvolvimento de material didático coordenado pelo professor

Antônio Mendes Ribeiro, e que foi financiado pelo Departamento.

Em relação à interação Universidade/Empresa, gostaríamos de observar que o modelo de atuação implementado pelo nosso Departamento em mais de uma década de atividades foi importante para o desenvolvimento da Computação em Minas Gerais. Neste modelo, o desenvolvimento dos projetos deve ser conduzido por equipes formadas por técnicos das partes interessadas, de forma a permitir uma efetiva transferência de tecnologia da universidade para a indústria e ainda liberar a universidade dos difíceis encargos de manutenção dos produtos desenvolvidos.

Vários projetos de pesquisa e desenvolvimento foram executados segundo este modelo, trazendo resultados acadêmicos e industriais relevantes e também recursos para manutenção da infra-estrutura do Departamento. Desta interação nasceu uma demanda substantiva por parte da indústria local no sentido de treinar seu corpo de engenheiros em nível de pós-graduação em Informática.

Observamos, contudo, que freqüentemente o treinamento desejado pelas empresas era considerado concluído com a fase de obtenção de créditos das disciplinas, desaparecendo o interesse ou disponibilidade para o desenvolvimento de tese.

A nossa posição, primeiro como coordenador da Pós-Graduação e depois como chefe do Departamento, era que, embora a presença de alunos oriundos de empresas em nossos cursos fosse desejável, o afastamento do aluno no momento de iniciar os trabalhos de tese estava dificultando a administração do curso e mascarando a produtividade do programa. Por isto, julgamos oportuno criar um curso de Especialização, em nível de pós-graduação, com disciplinas similares as do mestrado, porém sem exigir a elaboração de tese. Nestes moldes, o curso poderia conferir grau de Especialista, e ter suas vagas usadas para atender à demanda da indústria. Os melhores alunos, ao concluírem o curso, poderiam candidatar-se ao mestrado pela via usual e prosseguirem seus estudos em direção à tese.

Com este espírito, elaboramos o regulamento e propusemos a criação, em 1987, do *Curso de Especialização em Informática*, com uma coordenação própria, pela qual ficamos responsáveis de agosto de 1987 a junho de 1990. A primeira turma foi constituída por engenheiros da TELEMIG, tendo produzido dezessete especialistas. Posteriormente, outras duas turmas foram montadas para atender à solicitação da USIMINAS e da ACESITA.

Comissões e Conselhos

Na UFMG, participamos de doze comissões que foram designadas pelo Reitor ou por chefes de departamentos, para estudo e parecer sobre assuntos específicos.

Fora dos muros da UFMG, participamos de um total de treze comissões, principalmente

do Ministério da Educação e da Sociedade Brasileira da Computação. No MEC, destacamos nossa participação na *Comissão de Especialistas de Informática*, quando tivemos a oportunidade de contribuir para a criação do Projeto Micros, que teve o objetivo de melhor equipar os laboratórios de recursos computacionais das universidades brasileiras. A Comissão de Especialistas de Informática, da qual também faziam parte os professores Luiz de Castro Martins (PUC/RJ), Clésio Saraiva do Santos (UFRGS), Mário Toyotaro Hattori (UFPb), Nelson Machado (UNICAMP), Jaime Pires Galvão (UCPE) e Flávio Rech Wagner (UFRGS), trabalhou por quase dois anos junto à Secretaria Nacional de Educação Superior do MEC, no sentido de que fossem criados programas para reaparelhar os parques computacionais e laboratórios de ensino das universidades brasileiras.

Integramos o Conselho de SBC no período de março de 1985 a março de 1989. Em abril de 1989, assumimos as funções de Segundo Secretário da Sociedade para um mandato de dois anos.

Em 1984, coordenamos o *XI Seminário Integrado de Software e Hardware* e em 1985, o *5º Simpósio sobre Desenvolvimento de Software Básico*. Participamos também da comissão de programa de outros seis em outros anos. Estamos atualmente organizando o *5º Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, e presidindo os trabalhos da *Comissão de Ensino*, que no momento está encarregada de elaborar um currículo de referência para os cursos de graduação em Computação. Recentemente fomos convidados para coordenar a *Comissão do X Concurso de Trabalhos de Iniciação Científica* da SBC de 1991 e a participar da *Comissão de Seleção e Premiação* de trabalhos para o **V Prêmio Brasileiro de Informática**, promovido pela Secretaria de Ciência e Tecnologia, Sucesu e algumas empresas privadas.

Órgãos Colegiados

O exercício de cargos administrativos nos levaram a participar de vários órgãos colegiados de deliberação da UFMG, compreendendo os Colegiados de Graduação e Pós-Graduação, Câmara do Departamento, Congregação do ICEx, Câmara de Pesquisa e Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão.

As atividades exercidas nesses colegiados foram de rotina e de ordem deliberativa. Julgamos desnecessário fornecer detalhes sobre nossa participação.

Conclusão

Desde 1981, quando retornamos à UFMG, após concluirmos o programa de doutoramento, temos exercido, ininterruptamente, funções administrativas.

Devemos esclarecer a nossa posição de nunca esquecer de que as atividades-fim da universidade, isto é, aquelas que justificam os recursos públicos nela aplicados e que motivaram o nosso ingresso na carreira acadêmica, são o **ensino** e a **pesquisa**. Da mesma forma que muitos de nossos colegas, encaramos o exercício de encargos de administração acadêmica como um dever, que procuramos cumprir sem economizar esforços.

Mestres e Doutores Formados

Neste documento, apresentamos nossas publicações nas áreas de ensino, pesquisa, extensão e administração acadêmica desenvolvida em 40 anos de UFMG com a colaboração dos seguintes pesquisadores, listados em ordem alfabética:

Ademir A. Oliveira,

Alberto Avritzer, André Luiz C. Tavares, Anolan Milanes,

Beatriz Mintz,

César F. M. Couto,

Clarindo Isaías Pereira da Silva e Pádua,

Dênis P. Pinheiro, Eduardo S. Cordeiro, Eliseu C. Miguel Flávia P. Ribeiro, Fabio Tirelo, Fabíola F. Oliveira, Fabrício Schmidt, Felipe S. Loredo, Fernando Magno Quintão Pereira,

Heitor C. Almeida, Giselle Machado N. Reis,

José Jesus Perez-Alcazar, José Leite Silva Júnior,

José Monteiro da Mata, Juliana P. Salles,

Kécia Aline M. Ferreira, Kristian Magnani dos Santos, Leonardo Teixeira Passos, Leonardo Vieira dos Santos Reis, Luciana L. Ambrósio, Luiz F. O. Mendes, Luiz Henrique A. Vecchio, Lucas M. Amaral, Marcelo de Almeida Maia, Marco Rodrigo Costa, Marco Túlio Oliveira Valente, Marcos Gonçalves Rios, Mark Alan J. Song,

Maria Tereza Gonçalves Diniz, Mário C. C. Lobato, Mariza Andrade da Silva Bigonha,

Mirlaine Clepalde, Patrick Parrot, Ricardo Terra,

Rosilene Terezinha Martins, Sérgio R. Libório, Sérgio Vale e Pace, Tays C. A. P. Soares, Thiago Henrique Braga,

Vladimir Oliveira Di Iorio, Wagner Salazar Pires,

Walace A. Rodrigues, Wânia S. Ribeiro, Wendell F. Taveira e

R.S.B.

Capítulo 5

Produção Científica

Neste documento, apresentamos nossas publicações nas áreas de ensino, pesquisa, extensão e administração acadêmica desenvolvidas em quase cinco décadas de UFMG.

5.1 Produção Científica 1974

ano anterior sumário próximo ano

1. *Técnicas para Manipulação Eficiente de Arquivos de Acesso Direto em PL/I*
   Roberto S. Bigonha, Clarindo I. P. S. Pádua
   Boletim Informativo do CECOM, Belo Horizonte, MG, v. 4, n.2, p. 47-51, 1974

2. *Economia de Memória na Declaração de Procedimentos em PL/I*
   Roberto S. Bigonha, Clarindo I. P. S. Pádua
   Boletim Informativo do CECOM, Belo Horizonte, MG, v. 4, n.4, p. 195-199, 1974

3. *Algoritmo para Construção de Tabelas de Símbolos para Linguagens de Estrutura de Blocos*
   Roberto S. Bigonha
   Boletim Informativo do CECOM, Belo Horizonte, v. 4, n.4, p. 189-194, 1974

5.2 Produção Científica 1975

ano anterior sumário próximo ano

1. *Processador de Gramaticas SLR(k)*
   Roberto S. Bigonha
   Dissertação de Mestrado
   Orientador: Luiz Ferrara de Almeida Cunha, PUC-Rio, 1975

2. *Lapa: Sintaxe e Semântica*
   Roberto S. Bigonha
   Relatório Técnico, CECOM, UFMG, 1975

5.3 Produção Científica 1976

ano anterior sumário próximo ano

1. *SAPPA: Um Sistema para Construção de Software de Sistemas*
   Wilson P. Paula Filho, Roberto S. Bigonha
   Anais do III Seminário para Desenvolvimento Integrado de Solftware e Hardware, 1976, Porto Alegre, RS, p. 132-156

5.4 Produção Científica 1977

ano anterior sumário próximo ano

1. *Linguagem Intermediária para Tradução de Linguagens Algorítmicas*
   José M. Mata, Roberto S. Bigonha
   Anais do IV Seminário Integrado de Software e Hardware, 1977, Belo Horizonte, MG, p. 802-817

2. *FOPA : Linguagem de Formatos do PADE*
   Maria Tereza G. Diniz, Roberto S. Bigonha
   Anais do IV Seminário Integrado de Software e Hardware, 1977, Belo Horizonte, MG. p. 590-619

3. *TRAPA: Tradutor da Linguagem Algorítmica do PADE*
   Clarindo I. P. S. Pádua, Roberto S. Bigonha
   Anais do IV Seminário Integrado de Software e Hardware, 1977, Belo Horizonte, MG, p. 780-801

4. *Basic Computer Organization*
   Roberto S. Bigonha
   Term Paper, ESL, UCLA, 1977

5.5 Produção Científica 1978

ano anterior sumário próximo ano

Cursando disciplinas do Doutorado na UCLA

5.6 Produção Científica 1979

ano anterior sumário próximo ano

Cursando disciplinas do Doutorado na UCLA

5.7 Produção Científica 1980

ano anterior sumário próximo ano

Cursando disciplinas de Doutorado na UCLA

5.8 Produção Científica 1981

ano anterior sumário próximo ano

1. *Denotational Semantics Implementation System*

Roberto S. Bigonha
Tese de Doutorado
Orientador: David F. Martin, UCLA, Califórnia, USA, 1981

5.9 Produção Científica 1982

ano anterior sumário próximo ano

1. *MICROZUNIX: Um Sistema de Multiprocessamento e Tempo Real*
   Alberto Avritzer, Roberto S. Bigonha
   Anais do II Simpósio sobre Desenvolvimento de Software Básico para Micros, 1982, São Paulo, SP, p. 151-175

2. *Denotational Semantics Implementation System*
   Roberto S. Bigonha
   TR CSD 810317, UCLA, Califórnia, USA, 1982

5.10 Produção Científica 1983

ano anterior sumário próximo ano

1. *Um Método de Compactação de Tabelas LR(1)*
   Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   Anais do III Simpósio sobre o Desenvolvimento de Software Básico para Micros, 1983, p. 141-157

5.11 Produção Científica 1984

ano anterior sumário próximo ano

1. *A Methodology for Structuring Denotational Semantics*
   Roberto S. Bigonha
   Relatório Técnico, DCC/UFMG, 1983

5.12 Produção Científica 1985

ano anterior sumário próximo ano

1. *Uma Experiência na Implementação de um Recuperador de Erro LR(1)*
   Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   Anais do V Simpósio sobre o Desenvolvimento de Software Básico, 1985, Belo Horizonte, MG, p. 158-171

2. *Anais do V Simpósio sobre Desenvolvimento de Software Básico para Micros*
   Roberto S. Bigonha
   Editor. SBC, 1985

3. *A Linguagem de Programação LIBRA*
   Roberto S. Bigonha
   Relatório Técnico, DCC/UFMG, 1985

5.13 Produção Científica 1986

ano anterior sumário próximo ano

1. *Diseno de un Lenguaje para Bases de Datos Funcionales*
   José J. Pérez-Alcázar, Alberto H. F. Laender, Roberto S. Bigonha
   Anales da XII Conferencia Latinoamericana de Informática, 1986, Montevideo, Uruguai, p. 97-116

2. *LBF: Uma Linguagem para Bancos de Dados Funcionais*
   José J. Pérez-Alcázar, Alberto H. F. Laender, Roberto S. Bigonha
   Anais do XIII Semish, 1986, p. 317-330

3. *SIC: Um Sistema de Suporte à Implementação de Compiladores*
   Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   Anais do XIII Semish, 1986, p. 429-442

4. *NET: Sistema Extrator de Netlist*
   Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   RT 03, DCC/UFMG, 1986

5. *LOTEL: Especificação do Produto*
   Marco Polo Gambogi, Roberto S. Bigonha, J.M.S. Nogueira, Celso S. Lima, C. F. M. Machado
   Relatório Técnico, DCC/UFMG. 1986

6. *LOTEL: Descrição da Implementação*
   Roberto S. Bigonha, Marco Polo Gambogi, J.M.S. Nogueira, W.S. Ribeiro
   Relatório Técnico, DCC/UFMG, 1986

7. *LOTEL: Manual de Operação e Linguagens de Comando*
   Roberto S. Bigonha, Marco Polo Gambogi, J.M.S. Nogueira, Wânia S. Ribeiro
   Relatório Técnico, DCC/UFMG, 1986

5.14 Produção Científica 1987

ano anterior sumário próximo ano

1. *Análise Sintática Incremental para Linguagens LR(1]*
   Roberto S. Bigonha, Rosilene Terezinha Martins
   Anais do XIV Semish, Salvador, BA, 1987, p. 188-199

2. *CDM: Coletor de Dados MFC - Manual do Usuário*
   Roberto S. Bigonha, J.E.R. Dantas, Newton A. C. Lages, Mariza A. S. Bigonha, Beatriz Mintz, R. Schwaner
   Relatório Técnico 16, DCC/UFMG, 1987)

5.15 Produção Científica 1988

ano anterior sumário próximo ano

1. *Aquisição e Análise de Sinais Multi-Frequenciais Compelidos*
   Roberto S. Bigonha, Newton A. C. Lages, João E. R. Dantas, R. Schwaner, Mariza A. S. Bigonha, Beatriz G. Mintz
   Anais do VI Simposio Brasileiro de Telecomunicações, 1988, Campina Grande, Pb, 1988, p. 87-92

2. *SIC: Uma Ferramenta para Implementacao de Linguagens*
   Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   Anais do XXI Congresso Nacional de Informática da Sucesu, 1988, Rio de Janeiro, RJ, p. 426-431
   Vencedor do III Prêmio Nacional de Informática: certificado

3. *A Abordagem Funcional para Banco de Dados e a Linguagem LBF*
   Alberto H. F. Laender, José J. Pérez-Alcázar, Roberto S. Bigonha
   Anais do XXI Congresso Nacional de Informática da Sucesu, 1988, São Paulo, SP. p. 267-272

4. *Janelas e Menus em Turbo Pascal 3.0*
   Roberto S. Bigonha
   Relatório Técnico, DCC/UFMG, 1988

5.16 Produção Científica 1989

ano anterior sumário próximo ano

1. *Ligação da UFMG à Rede Internacional de Pesquisa*
   Roberto S. Bigonha, Rodolfo S. F. Resende
   Projeto, DCC/UFMG, 1989

2. *SIC - Sistema de Implementação de Compiladores*
   Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   RT 07, DCC/UFMG, 1989

3. *Manual de Uso do NET 3.0*
   Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   RT 11, DCC/UFMG, 1989

4. *Window 4: Janelas e Menus em Turbo Pascal 4.0*
   Roberto S. Bigonha
   Anais do XXII Congresso Nacional de Informática da Sucesu, 1989, São Paulo, SP, p. 212-219

5. *Pastalk: Uma Extensão a Objetos do Turbo Pascal*
   Luiz Henrique A. Vecchio, Ivan Moura Campos, Roberto S. Bigonha

RT, 1989

6. *Uma Experiência em Compilação Incremental de Linguagens LALR(1)*
   Roberto S. Bigonha, Rosilene T. Martins
   Anais do IX Congresso Nacional da SBC, 1989, Uberlândia, MG, p. 83-97

7. *Compilação Inteligente para Sistemas Multimodulares*
   Rosilene T. Martins, Roberto S. Bigonha
   Anais do IX Congresso Nacional da SBC, 1989, Uberlândia, MG. p. 66-82

8. *Paradigma de Programação Orientada a Objetos em Turbo Pascal*
   Luiz Henrique A. Vecchio; Roberto S. Bigonha, Ivan M. Campos
   Anais do IX Congresso Nacional da SBC, 1989, Uberlândia, MG, p. 162-170

5.17 Produção Científica 1990

ano anterior sumário próximo ano

1. *A Method for Efficient Compactation of LALR(1) Parsing Tables*
   Roberto S. Bigonha, Mariza A.S. Bigonha.
   RT 24, DCC/UFMG, 1990

5.18 Produção Científica 1991

ano anterior sumário próximo ano

1. *Memorial*
   Roberto S. Bigonha
   Concurso Professor Titular. DCC/UFMG, 1991

2. *Window 2.0: Um Sistema de Gerência de Interfaces (Versão Turbo C)*
   Roberto S. Bigonha, Lucas M. Amaral
   RT 021, DCC/UFMG, 1991

3. *Not Always a Full LR(1) Generator*
   Roberto S. Bigonha

RT 22, DCC/UFMG, 1991

4. *Currículo de Referência para Cursos de Graduação Plena em Computação*
   Daltro J. Nunes, Roberto S. Bigonha, Therezinha S. Costa, Waldemar W. Setzer
   SBC, 1991

5. *Anais do V Simpósio Brasileiro de Engenharia de Sofware*
   Editor: Roberto S. Bigonha
   SBC, 1991

5.19 Produção Científica 1992

ano anterior sumário próximo ano

1. *Semântica Denotacional Legível*
   José Leite S. Júnior, Roberto S. Bigonha
   RT, DCC/UFMG, 1992

2. *Um Ambiente Interativo para Definição de Semântica*
   Lucas M. Amaral, Roberto S. Bigonha
   RT, DCC/UFMG, 1992

3. *Análise e Projeto de Ambientes Interativos*
   Lucas M. Amaral, Roberto S. Bigonha
   RT, DCC/UFMG, 1992

5.20 Produção Científica 1993

ano anterior sumário próximo ano

1. *Retractil Continuations*
   Roberto S. Bigonha
   Relatório Técnico (versão inicial), DCC/UFMG

2. *Semântica Denotacional Legível*
   José Leite S. Júnior, Roberto S. Bigonha

Anais do VII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 1993, Rio de Janeiro, RJ. p. 30-45

3. *Uma Experiência na Implementação de um Sistema de Tipos Fortes e Polimórficos*
Walace A. Rodrigues, Roberto S. Bigonha
Anais do VII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 1993, Rio de Janeiro, RJ, p. 46-61

5.21 Produção Científica 1994

ano anterior sumário próximo ano

1. *Modular Denotational Semantics Description*
Roberto S. Bigonha
RT 04, DCC/UFMG, 1994

2. *Script: An Object-Oriented Language for Denotational Semantics - User's Manual and Reference.*
Roberto S. Bigonha
RT 15, DCC/UFMG, 1994

3. *Anais do II Workshop Sobre Educação em Informática.*
Editor: Roberto S. Bigonha
Caxambu, 1994

5.22 Produção Científica 1995

ano anterior sumário próximo ano

1. *A Powerfull LR(1) Error Recovery Mechanism in the Compiler Implementation System Environment*
Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
RT, DCC/UFMG, 1995

2. *Implementação de Polimorfismo de Inclusão em Linguagem Funcional Pura*
Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha

Anais do XXII Seminário Integrado de Software e Hardware, 1995, v. 2, p. 863-876

3. *Tabela de Símbolos*
   Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   RT, DCC/UFMG, 1995

4. *A Regra da Contra-Variância Guardada*
   Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha
   RT 01, DCC/UFMG, 1995

5.23 Produção Científica 1996

ano anterior sumário próximo ano

1. *An Environment for Language Implementation Called SIC*
   Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, V. G. Russo, M.R. Costa
   Anales del II Congresso Argentino de Ciencias de la Computación, 1996, San Luis, Argentina, v. 1, p. 412-424

2. *A Hypertext-Based Environment to Write Literate Logic Programs*
   Pierre Deransart, Roberto S. Bigonha, Patrick Paror, Mariza A. S. Bigonha, José L. Siqueira
   Proceedings of the Joint International Conference and Symposium on Logic Programming, 1996, Bonn, Alemanha. Proceedings of JICSLP'96, 1996, v. 1, p. 246-252.

3. *Retractil Continuation*
   Roberto S. Bigonha
   Relatório Técnico RT01, DCC/UFMG, 1996

4. *A Linguagem de Programação Ita*
   Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha
   RT 05, DCC/UFMG, 1996

5. *SIC: Sistema de Implementação de Compiladores - Manual do Usuário C 1.0*
   Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Marco R. Costa, Valeska G. Russo
   RT 20, DCC/UFMG, 1996

6. *Uma Linguagem Orientada por Objetos para o Desenvolvimento Sistemático de Programas*
   Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha
   RT 22, DCC/UFMG, 1996

7. *Automação do Processo de Projeto e Implementação de Classes em Ambientes Orientados por Objetos*
   Mark Alan J. Song, Roberto S. Bigonha
   RT 23, DCC/UFMG, 1996

8. *Currículo de Referência para Cursos de Graduação em Computação - Versão 1996*
   Roberto da Silva Bigonha (UFMG), Daltro José Nunes (UFRGS), Ana Carolina Salgado (UFPE), Miguel Jonathan (UFRJ), Clarindo I. P. da Silva e Pádua (UFMG), Therezinha Souza da Costa (PUC-Rio)
   Diretoria da Educação da SBC, 1996

9. *A Literate Logic Programming System*
   Pierre Deransart, Roberto S. Bigonha, Patrick Parot, Mariza A. S. Bigonha, José L. Siqueira
   Anais do I Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 1996, Belo Horizonte, MG, v. 1, p. 1-15

10. *Implementando uma Linguagem Funcional Pura com uma Máquina-G Estendida*
    Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
    Anais do I Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 1996, Belo Horizonte, v. 1, p. 141-154

11. *Covariância X Contravariância: A Solução Ita*
    Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha
    Anais do I Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 1996, Belo Horizonte, MG, v. 1, p. 333-345

12. *Progamação do I Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação*
    Editor: Roberto S. Bigonha
    SBC, 1996.

5.24 Produção Científica 1997

ano anterior sumário próximo ano

1. *Avaliação de Técnicas de Compactação Aplicáveis a Programas Funcionais em Arquiteturas Superescalares*
   Mariza A. S. Bigonha, Patrícia Campos, Roberto S. Bigonha
   Anales del III Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 1997, La Prata, Argentina, v. 1, p. 1038-1054

2. *Objetos Concorrentes em Máquina de Estado Abstrata Distribuída*
   Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
   Anais do II Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 1997, Belo Horizonte, v. 1, p. 126-138

3. *The Revised Report on the Script Language for Denotational Semantics*
   Roberto S. Bigonha
   RT 16, DCC/UFMG, 1997

5.25 Produção Científica 1998

ano anterior sumário próximo ano

1. *Interacting Abstract State Machines*
   Marcelo A. Maia, Vladimir O. Di Ioria, Roberto S. Bigonha
   Proceedings of the 5th Workshop on Abstract State Machines, 1998, Magdeburg, Germany, v. 1, p. 37-49

2. *A Generator of Code Generator for Superescalar Architectures*
   Mariza A. S. Bigonha, José Lucas M. Rangel Netto, Roberto S. Bigonha
   Anales de la XIV Conferencia Latinoamericana de Informática, 1998, Quito, Equador, v.1, p. 49-59

3. *An Interactive Abstract Machine Language*
   Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
   Anais do I Workshop Brasileiro de Métodos Formais, 1998, Porto Alegre, v. 1, p. 106-110

4. *The Revised Report on the Language Script for Denotational Semantics*
   Roberto S.Bigonha
   RT 02, DCC/UFMG. 1998

5. *Diretrizes Curriculares de Cursos da Área de Computação e Informática*
   Daltro J. Nunes, Edit G. L. de Campos, Paulo B. Menezes, João C. Setubal, Ricardo Anido, Flavio Bortolozzi, Ana Carolina Salgado, Antonio G. Thomé, Miriam Sayão, Sonia Ogiba, Raul S. Wazlawick, Tarcísio Pequeno, Geber Ramalho, Paulo Alberto de Azeredo, João Netto, Flávio R. Wagner, Carlos E. Pereira, Cesar A. C. Teixeira, João P. Kitajima, Nelson L. D. Filho, Celso M. da Costa, Simão S. Toscani, Maria Izabel C. Cabral, Luiz F. G. Soares, Juergen Rochol, Jean-Marie Farines, Maria das Graças B. Marietto, Claudia M B. Medeiros, Lia G. Golendziner, Hans K. E. Liesenberg, Maria Alice Ferreira, Arndt von Staa, Paulo C. Masiero, Jacob Scharcanski, José C. Maldonado, Leila Ribeiro, Jaelson F. B. Castro, Roberto S. Bigonha, Rafael D. Lins, Aluizio Arcela, Homero L. Piccolo, Carla M.D.S. Freitas, Claudio Kirner, Valdemar W. Setzer, Maria de Fátima R. Brandão, Antonio Carlos dos Santos, Roshangela F. Bastani e Afonso I. Orth
   SESU/MEC, 1998

5.26 Produção Científica 1999

ano anterior sumário próximo ano

1. *Uma Ferramenta para Automação do Processo de Projeto e Implementação de Classes em Ambientes Orientados por Objetos*
   Mark Alan J. Song, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   Anales de la XXV Conferencia Latinoamericana de Informática, 1999, Assunção, Paraguai. v. 1, p. 455-470

2. *An ASM-Based Approach for Mobile Systems*
   Marcelo A. Maia, Roberto S, Bigonha
   RT, LLP, 1999

3. *Script: An Object-Oriented Language for Denotational Semantics - User's Manual and Reference*
   Roberto S. Bigonha
   RT 05, DCC/UFMG, 1999

4. *Construção e Geração de uma Hierarquia de Classes a partir de Código Java*
   Arthur Z. Almeida, José R. S. Lamas, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha,

LLP 10, DCC/UFMG, 1999

5. *Linguagens para Computação Móvel na Internet*
   Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Antônio A. F. Loureiro, Mariza A. S. Bigonha
   RITA, Porto Alegre - RS, v. 6, n.2, p. 7-48, 1999

6. *Machĭna: A Linguagem de Especificação de ASM*
   Fabio Tirelo, Roberto S. Bigonha, Marcelo A. Maia, Vladimir O. Di Iorio
   RT 08, DCC/UFMG, 1999

7. *A Self-Applicable Partial Evaluator for ASM*
   Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha, Marcelo A. Maia
   RT 11, DCC/UFMG, 1999

8. *HyperPro - Programação em Lógica em Estilo Literário*
   Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha,Aabdel A. Ed-Dbali, Pierre Deransart, Flávia P. Ribeiro, José Lopes Siqueira
   RT, 1999

9. *Projeto Machĭna*
   Roberto S. Bigonha, Fabio Tirelo, Marcelo A. Maia, Marcelo Silva, Marco Túlio O. Valente, Mariza A. S. Bigonha, Vladimir O. Di Iorio
   Anais do III Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 1999, Porto Alegre, v. 1, p. 1-30

10. *Projection of Hyperpro Document*
    Mariza A. S. Bigonha, Aabdel A. Ed-Dbali, Roberto S. Bigonha, Pierre Deransart, José Lopes Siqueira
    Anais do III Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 1999, Porto Alegre, v. 1, p. 171-185

11. *Máquinas de Estado Abstratas (Tutorial)*
    Fabio Tirelo, Marcelo A. Maia, Vladimir O. Di IorioR, oberto S. Bigonha
    Anais do III Simpósio Brasileiro de Liguagens de Programação, 1999, Porto Alegre, v. 1, p. 1-30

12. *Interaction-Based Semantics for Mobile Objects*
    Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
    Anais do III Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 1999, Porto Alegre,

v. 1, p. 93-107

13. *Rules for Verification of Interactive Systems*
Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
Anais do III Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 1999, Porto Alegre, v. 1, p. 207-212

14. *Avaliação Parcial de Máquinas de Estado Abstratas*
Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha
Anais do III Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 1999, Porto Alegre, v. 1, p. 207-212

15. *Application of ASM to the Specification of Mobile Systems*
Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Marcelo A. Maia, Antônio A. F. Loureiro
Anais do I Workshop de Comunicação sem Fio, 1999, Belo Horizonte, MG, v. 1, p. 60-69

16. *Especificação de Agentes Móveis Usando Máquinas de Estado Abstratas*
Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Marcelo A. Maia, Antônio A. F. Loureiro
Anais do I Workshop de Comunicação sem Fio, 1999, Belo Horizonte, MG, v. 1, p. 123-131

17. *Unificando os Modelos de Computação Móvel e Componentes de Software via Máquinas de Estado Interativas*
Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
Anais do II Workshop Brasileiro de Métodos Formais, 1999, Florianópolis, v. 1, p. 70-78, 1999

18. *Aplicação de ASM na Especificação de Sistemas Móveis*
Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Marcelo A. Maia, Antônio A. F. Loureiro
Anais do II Workshop Brasileiro de Métodos Formais, 1999, Florianópolis, v. 1, p. 60-69,1999

5.27 Produção Científica 2000

ano anterior sumário próximo ano

1. *Implementação da Linguagem Funcional Script*
   Fabíola F. Oliveira, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Marco R. Costa
   Anales del IV Congreso Argentino de Ciencias de la Computacion, 2000, Argentina, v. 1. p. 1-12

2. *Algoritmos para Reconfiguração Dinâmica de Agentes*
   Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   Anales del IV Congreso Argentino de Ciencias de la Computacion, 2000, Argentina, v. 1, p. 1-12

3. *Sistema de Indexão e Projeção de HyperPro*
   Mariza A. S. Bigonha, José L. Siqueira, Roberto S. Bigonha, Aabdel A. Ed-Dbali, Pierre Deransart, Fabrício Schmidt, F. P. Ribeiro
   Anales de IV Congreso Argentino de Ciencias de la Computacion, 2000, Argentina, v. 1. p. 13-24

4. *Functionalities and Utilities of the HyperPro System*
   Mariza A. S. Bigonha, José L. Siqueira, Roberto S. Bigonha, Aabdel A. Ed-Dbali, Pierree Deransart, Fabrício Schmidt, F. P. Ribeiro
   LLP 10, 2000, 13 pg.

5. *Um Modelo de Comunicação para o Processo de Design de Interfaces*
   Juliana P. Salles, M. Cecília C. Baranauskas, Roberto S. Bigonha
   Relatório Técnico, 2000

6. *Compilador da Linguagem Funcional Orientada por Objetos Script para Haskell*
   Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Wendell P. Taveira, F. F. Oliveira
   Anales de la XXVI Conferencia Latinoamericana de Informática, 2000, Cidade do México, México, v. 1, p. 1-12

7. *Object-Oriented Languages with Abstractions for Mobile Computation*
   Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Antônio A. F. Loureiro, Mariza A. S. Bigonha
   Proceedings of the Electronic Notes in Theoretical Computer Science 38, 2000, 13 pages

8. *Abstraction for Mobile Computation in ASM*
   Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Antônio A. F. Loureiro, Mariza A. S. Bigonha
   Proceedings of the International Conference on Internet Computing, 2000, Las Vegas, Estados Unidos, v. 1, p. 165-172

9. *A Self-Applicable Partial Evaluator for ASM*
   Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha, Marcelo A. Maia
   Proceedings of the International Workshop on Abstract State Machine, 2000, Monte Veritá, Switzland, v. 1, p. 115-130

10. *Introduzindo Abstrações para Computação Móvel em Linguagens Orientadas por Objetos*
    Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Antônio A. F. Loureiro, Mariza A. S. Bigonha
    LLP 02, DCC/UFMG, 2000

11. *Linguagens para Computação Móvel na Internet*
    Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Antônio A. F. Loureiro, Mariza A. S. Bigonha
    RT LLP 03, 2000

12. *An ASM Implementation of a Self-Applicable Partial Evaluator*
    Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha
    LLP 04, DCC/UFMG, 2000. v. 1, p. 13-24

13. *Avaliação Parcial de Programas (Tutorial)*
    Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
    Relatório Técnico LLP 05, DCC/UFMG, 2000

14. *Sistema de Indexão e Projeção de HyperPro*
    Mariza A. S. Bigonha, José Siqueira, Roberto S. Bigonha, Aabdel A. Ed-Dbali, Pierre Deransart, Schmidt Fabrício, Flávia P. Ribeiro
    RT LLP 06, DCC/UFMG, 2000. v. 1, p. 13-24

15. *Um Modelo Fractal de Comunicação Aplicado ao Design de Interfaces*
    Juliana P. Salles, Roberto S. Bigonha, M. Cecília Baranaukas
    RT LLP 08, DCC/UFMG, 2000

16. *Avaliação Parcial de Programas (tutorial)*
Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
Anais do IV Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2000, Recife, PE, v. 2, p. 1-12

17. *Introduzindo Abstrações para Computação Móvel em Linguagens Orientadas por Objetos*
Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Antônio A. F. Loureiro, Mariza A. S. Bigonha
Anais do IV Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2000, Recife, PE, v. 1, p. 15-28

18. *Técnicas de Otimização de Programas Baseados em Máquinas de Estado Abstratas.*
Fabio Tirelo, Roberto S. Bigonha
Anais do IV Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2000, Recife, PE, v. 1, p. 144-157

19. *Anais do III Workshop de Métodos Formais*
Editores: Leila Ribeiro, Roberto S. Bigonha
João Pessoa, Pb. SBC, 2000

5.28 Produção Científica 2001

ano anterior sumário próximo ano

1. *Supporting Disconnected Operation in a Mobile Object System*
Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Antônio A. F. Loureiro
Proceedings of the Workshop on Mobile Object Computation, 2001, Budapeste-Hungary. Proceeding of the 7th ECOOP, 2001, v. I, p. 1-12

2. *Looking Inside: Undertanding Communication in the Organizational Context of Software Design*
Maria Cecília C. Baranaukas, Juliana P. Sales, Roberto S. Bigonha
Proceedings of the IFIP Working Conference on Organizational Semiotics: Evolving a Science of Information Systems, Montreal, Canada, 2001, v. 1, p. 301-304

3. *Bringing Interface Design and Software Development Processes Together: How Organizational Issues Impact Product's Usability*

Maria Cecília C. Baranaukas, Juliana P. Sales, Roberto S. Bigonha
Anais do IHC 2001: IV Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2001, Florianópolis, SC, p. 61-72

4. *An Algorithm for Dynamic Configuration of Mobile System Agents*
Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
Journal of Computer Science and Technology, Argentina, v. 2, n.5, p. 56-65, 2001

5. *Towards a Communication Model Applied to the Interface Design Process*
Juliana P. Salles, M. Cecília Baranauskas, Roberto S. Bigonha
Knowledge-Based Systems, Elsivier Science, USA, v. 14, p. 455-459, 2001

6. *Avaliação Parcial de Programas Usando CMIX/II*
Fernando M. Q. Pereira, Roberto S. Bigonha, Vladimir O. Di Iorio, Mariza A. S. Bigonha
Anais do V Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2001, Curitiba, v. I, p. 16-31

7. *Compilador da Linguagem Funcional Orientada por Objetos Script para C*
F. F. Oliveira, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, M. R. Costa
Anais do V Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2001, Curitiba-PR, v. I, p. 48-63

8. *Mobilidade de Grupos de Objetos em um Sistema para Programação Distribuída na Internet*
Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Antônio A. F. Loureiro
Anais V Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2001, Curitiba, PR, v. I, p. 221-235

9. *Extensões de Geração para Máquinas de Estado Abstratas*
Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha
Anais do V Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2001, Curitiba, Pr.
Anais do V SBLP, 2001, v. I, p. 124-139

10. *Disconnected Operation in a Mobile Computation System*
Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Antônio A. F. Loureiro
Anais do ICSE Workshop on Software Engineering and Mobility, 2001, Toronto, Canada, v. I, p. 1-12

11. *Un Environment Intégré de Documentation pour la PLC*
Aabdel A. Ed-Dbali, Pierre Deransart, Mariza A. S. Bigonha, José Siqueira, Roberto S. Bigonha
Annales de la Journees Francopohones de Programmatin en Logique et Programation para Constraintes, 2001, Paris-France, p. 257-270

12. *HyperPro - An Integrated Documentation Environment for CLP*
Aabdel Ed-Dbali, Pierre Deransart, Mariza A. S. Bigonha, José Siqueira, Roberto S. Bigonha
Proceedings of the WLPE 2001 - 11th Workshop on Logic Programming Environment at CP and ICLP'2001, 2001, Paphos - Chipre

5.29 Produção Científica 2002

ano anterior sumário próximo ano

1. *A Java Based Simulator for Ad Hoc Mobile Distributed Systems*
Fernando M.Q.Pereira, Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
Proceedings of the FIDJI, 2002

2. *Uma Linguagem para Coordenação de Aplicações em Redes Móveis Ad Hoc*
Fernando M., Q. Pereira, Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
Anais do VI Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2002, Rio de Janeiro, RJ, v. I, p. 152-165

3. *A Coordination Model for Ad Hoc Systems and its Formal Semantics*
Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Fernando M.Q.Pereira
Anais do Workshop de Comunicação Móvel sem Fio e Computação Móvel, 2002, São Paulo, SP, p. 58-67

4. *Using Denotational Semantics in the Validation of the Compiler for a Mutation-Oriented Language*
Adenilso S. Simão, José Carlos Maldonado; Roberto S. Bigonha
Proceedings of the 5th Worshop on Formal Methods, 2002, Gramado, RS, pp 4-19

5.30 Produção Científica 2003

ano anterior sumário próximo ano

1. *Utilização de Máquinas de Estado Abstratas de Inteligência Artificial e Jogos*
   Vladimir O. Di Iorio, Alcione P. Oliveira, Eliseu C. Miguel, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   Anales de la XIX Conferencia Latinoamericana de Informática, 2003, La Paz , Bolivia, p. 1-10

2. *A Coordination Model for Ad Hoc Mobile Systems*
   Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Fernando M. Q. Pereira
   Proceedings of the Euro-Par Parallel Processing, 2003, Klgenfurt, Austria. Proceedings of the 9th Euro-Par Conference, Lecture Notes in Computer Science. Berlim, Alemanha: Springer-Verlag GmbH, 2003, v. 2790, p. 1074-1081

3. *Asynchronous Remote Method Invocation in Java*
   Wendell F. Taveira, Marco Túlio O. Valente, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   Journal of Universal Computer Science, USA, v. 9, n.8, p. 761-775, 2003

   Também publicado como:

   Comunicação Assíncrona de Métodos Remotos em Java
   Wendell F. Taveira, Marco Túlio O. Valente, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   Anais do VII Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2003, Ouro Preto, Minas Gerais. Sociedade Brasileira de Computação, p. 78-91.

4. *Chamada Remota de Métodos na Plataforma J2ME/CLDC*
   Fernando M.Q. Pereira, Roberto S. Bigonha, Marco Túlio O. Valente, Mariza A. S. Bigonha
   Anais do V Workshop de Comunicação sem Fio e Computatação Móvel, 2003, São Lourenço, MG. Sociedade Brasileira da Computação, p. 1-10

5.31 Produção Científica 2004

ano anterior sumário próximo ano

1. *Chamada Remota de Métodos na Plataforma J2ME/CLDC*

Fernando M. Q. Pereira, Roberto S. Bigonha, Marco Túlio O. Valente, Mariza A. S. Bigonha
Telecomunicações, Santa Rita do Sapucaí, MG, v. 7, n.1, p. 21-31, 2004

2. *Desenvolvimento de Software Orientado por Aspectos*
Fabio Tirelo, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Marco Túlio O. Valente
Anais da XXIII Jornada de Atualização de Informática, 2004, Salvador, v. 2, p. 56-96

3. *MetaJ: An Extensible Environment for Metaprogramming in Java*
Ademir A. Oliveira, T.H. Braga, Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
Journal of Universal Computer Science (Online), http://www.jucs.org, v. 10, n.7, p. 872-891, 2004

Também publicado como:

MetaJ: An Extensible Environment for Metaprogramming in Java
Ademir A. Oliveira, T.H. Braga, Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
Proceedings of the VIII Brazilan Symposium on Programming Language, 2004, Niterói, RJ, v. 1, p. 46-60.

4. *Alocação de Registradores Baseada em Crescimento de Domínios Ativos e Combinação de Registradores*
Luciana L. Ambrósio,Mariza A. S. Bigonha Roberto S. Bigonha
Proceedings of the VIII Brazilan Symposium on Programming Language, Niterói, RJ, 2004. v. 1, p. 157-171.

5. *Tactics for Remote Method Invocation*
Fernando M. Q. Pereira, Marco Túlio O. Valente, W. S. Pires, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
Journal of Universal Computer Science, v. 10, n.7, p. 824-842, 2004

Também publicado como:

Tactics for Remote Method Invocation
Fernando M. Q. Pereira, Marco Túlio O. Valente, W. S. Pires, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Programming Language, 2004, Niterói, Rio de Janeiro, v. 1, p. 102-115

6. *Avaliação Global de Registradores Baseada em Crescimento de Domínios Ativos*
Luciana L. Ambrósio, Mariza A.S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2004, Niterói, Rj, Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, 2004, v. 1, p. 157-171

7. *Otimização de Código em Ambiente de Semântica Formal Executável Baseado em ASM*
   Fabíola F. Oliveira, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2004, Niterói, RJ, p. 172-185

8. *Compilador Reflexivo para Adaptações de Programas a Configurações de Recursos Limitados*
   Sérgio R. Libório, Roberto S. Bigonha
   Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2004, Porto Alegre, RS, p. 242-256

9. *Arcademis: A Framework for Middleware Development*
   Fernando M.Q. Pereira, Marco Túlio O. Valente, Roberto S.Bigonha, Mariza A.S. Bigonha
   Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Computer Network, 2004, Gramado, RS, p. 539-552

10. *Slides Paisagem com Latex*
    Roberto S. Bigonha
    UFMG, 2004

11. *Slides com Latex*
    Roberto S. Bigonha
    UFMG, 2004

12. *Arcademis: A Framework for Object-Oriented Communication Middleware Development*
    Fernando M.Q. Pereira; Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
    Software, Practice & Experience, New York, NY, USA, v. 36, n.5, p. 495-512, 2006

5.32 Produção Científica 2005

ano anterior sumário próximo ano

1. *Programação Orientada por Aspectos*
   Fabio Tirelo, Roberto S. Bigonha, Mariza A S. Bigonha, Marco Túlio O. Valente

Livro, DCC/UFMG, 2005

2. *What's the Name of the Game? Formal Specification of Artificial Intelligence Games*
   Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Alcione Oliveira, Eliseu Miguel
   Electronic Notes in Theoretical Computer Science, Elsevier B.V., v. 130, p. 129-150, 2005

3. *Algorithm for Dynamic Reconfiguration of Mobile Agents*
   Marco Túlio Valente, Roberto S. Bigonha and Mariza A. S. Bigonha
   JCST, 2005

4. *Lei de Informática e Propriedade Intelectual*
   Antônio Otávio Fernandes, Claudionor J. Coelho, Roberto S. Bigonha
   In: Amintas Neto; Rogério Panigassi. (Org.). Propriedade Intelectual: O Caminho Para o Desenvolvimento, São Paulo, SP: Câmara Brasileira do Livro, 2005, p. 13-26

5. *Projeto do Instituto de Computação da UFMG*
   Roberto S. Bigonha
   DCC/UFMG, 2005

6. *Um Arcabouço Orientado por Aspectos para Implementação Automatizada de Persistência*
   César F. M. Couto, Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha
   Anais do II Workshop Brasileiro de Desenvolvimento de Software Orientado a Aspectos, 2005, Uberlândia, MG, p. 27-34

7. *An Infrastructure for Implementing Compilers for Concurrent Abstract State Machine Languages*
   Kristian Magnani, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Fabíola F. Oliveira
   Anales de la Conferencia Latinoamericana de Informática, 2005, Cali, v. XXXI, p. 881-891

8. *The MIR Architecture: An Infrastructure for Implementing Compilers for Concurrent Abstract State Machine Languages*
   Kristian Magnani, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Vladimir O. Di Iorio

9. *Iteradores, Templates e Consultas na Análise e Manipulação de Programas*
   Ademir A. Oliveira, Dênis P. Pinheiro, R. G. Ribeiro, T.H. Braga, Marcelo A. Maia,

Roberto S. Bigonha
Anais do II Workshop de Manutenção Moderna de Software, 2005, Manaus, Amazônia, v. 1, p. 50-65

5.33 Produção Científica 2006

ano anterior sumário próximo ano

1. *Um Modelo de Comunicação para o Processo de Design de Interfaces*
   Juliana Pereira Salles, Maria Cecília Baranauskas, Roberto S. Bigonha
   Relatório Técnico, LLP, DCC, 2006

2. *Assegurando a Consistência da Documentação de Software por meio do Uso de Assinatura Digital*
   Marcos Gonçalves Rios e Roberto da Silva Bigonha
   RT, LLP, 2006

3. *A Linguagem de Especificação Formal Machĭna 2.0*
   Roberto S. Bigonha, Fabio Tirelo, Vladimir O. Di Iorio, Mariza A. S. Bigonha, Mário C. C. Lobato
   RT, LLP, 2006

4. *The Scalability Problem of Denotational Semantics*
   Roberto S. Bigonha
   Proceedings of the X Brazilian Symposium on Programming Languages, 2006, Itatiaia, RJ, p. 3-3

5. *Um Arcabouço de Compilação Orientado por Aspectos*
   Mário C. C. Lobato, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   Anais do X Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2006, Itatiaia, RJ, p. 189-202

5.34 Produção Científica 2007

ano anterior sumário próximo ano

1. *Selected Papers from SBLP 2007: The 11th Brazilian Symposium on Programming*

Languages
Roberto S. Bigonha, Martin Musicante
Editores do J.UCS Special Issue. vol 13, no 6, pp 679-681, 2007

2. *Optimized Compilation of Around Advice for Aspect Oriented Programs*
Eduardo S. Cordeiro, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Fabio Tirelo
Journal of Universal Computer Science (Online), v. 13, p. 753-766, 2007

   Também publicado como:

   Optimized Compilation of Around Advice for Aspect Oriented Programs
Eduardo S. Cordeiro, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha, Fabio Tirelo
Anais do XI Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2007, pp 61-74

3. *A Methodology for Removing LALR(1) Conflicts*
Leonardo L. Passos, Mariza A.S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
Journal of Universal Computer Science (Online), v. 13, p. 737-752, 2007

   Também publicado como:

   A Methodology for Removing LALR(1) Conflicts
Leonardo L. Passos, Mariza A.S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
Anais do XI Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2007, pp 47-60

4. *Programação do XI SBLP*
Roberto S. Bigonha
Anais do XI Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2007

5. *Anais do XI SBLP*
Editores: Roberto S. Bigonha, Martin Musicante
Anais do XI Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação, 2007

6. *Especificação Formal Orientada por Aspectos*
Wagner S. Pires, Roberto S. Bigonha
Anais do X Simpósio Brasileiro de Métodods Formais, Posters Section, Ouro Preto, MG, 2007

7. *Compreensão de Programas Apoiada por uma Linguagem de Consulta em Código Fonte*
Dênis P. Pinheiro, R. G. Ribeiro, Ademir A. Oliveira, Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
Anais do IV Workshop de Manutenção Moderna de Software, 2007, Porto de Galinhas

5.35 Produção Científica 2008

ano anterior sumário próximo ano

1. *A Linguagem de Especificação Formal Machĭna*
   Roberto S. Bigonha, Fabio Tirelo, Vladimir O. Di Iorio, Mariza S. Bigonha
   Relatório Técnico, 2008

2. *Ferramentas para Análise Estática de Códigos Java*
   Ricardo Terra, Roberto S. Bigonha
   Anais do III Encontro Brasileiro de Teste de Software, 2008, Recife, PE. Material do Encontro III EBTS, 2008. v. 1, p. 1-5

3. *An LALR Parser Generator Supporting Conflict Resolution*
   Leonardo Teixeira Passos, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   Journal of Universal Computer Science, vol. 14, no. 21, 2008, pp 3447-3464

   Também publicado como:

   An LALR Parser Generator Supporting Conflict Resolution
   Leonardo Teixeira Passos, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   Proceedings of the XII Brazilian Symposium on Programming Languages, 2008, Fortaleza, CE, v. 1. p. 33-46.

4. *Disentangling Denotational Semantics Definitions*
   Fabio Tirelo, Roberto S. Bigonha, João Saraiva
   Journal of Universal Computer Science (Online), v. 14, p. 3592-3607, 2008.

   Também publicado como:

   Disentangling Denotational Semantics Definitions
   Fabio Tirelo, Roberto S. Bigonha, João Saraiva
   Proceedings of the XII Brazilian Symposium on Programming Languages, 2008, Fortaleza, Ce. SBC, v. 1, p. 143-156.

5. *A Trajetória dos Cursos de Graduação da Área de Computação e Informática*
   Maria Izabel C. Cabral,Daltro Nunes, Roberto S. Bigonha, Therezinha S. Costa, Flavio R. Wagner, José Palazzo M. de Oliveira
   1a ed. Porto Alegre: SBC, 2008. v. 1, 135p

6. *Semântica Multidimensional de Java*
   Mirlaine A. Crepalde, Roberto S. Bigonha
   Relatório Técnico, LLP01, DCC/UFMG, 2008

7. *Manual do Usuário de Notus*
   Mirlaine A. Crepalde, Roberto S. Bigonha, Fabio Tirelo, Tays C. A. P. Soares
   Relatório Técnico, LLP02, DCC/UFMG, 2008

8. *Implementação de Semântica Vaga em Notus*
   Felipe S. Loredo, Roberto S. Bigonha (orientador)
   Relatório Técnico, Processo Fapemig CEX-1484/06, 2008

9. *Re-Estruturação de Software Dirigida por Conectividade para Redução de Custo de Manutenção*
   Kécia A. M. Ferreira, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   Revista de Informática Teórica e Aplicada, v. 15, p. 155-180, 2008

10. *Recovering and Checking Software Architecture Properties Based on Execution Tree Analysis*
    Thiago H. Braga, Marcelo A. Maia, Roberto S. Bigonha
    Proceedings of the Second Brazilian Symposium on Software Components, Architectures and Reuse, 2008, Porto Alegre, RS, v. 1, p. 10-23

11. *Implementação de Semântica Vaga em Notus*
    Felipe S. Loredo, Roberto S. Bigonha (orientador)
    Semana de Iniciação Científica, UFMG, 2008

12. *Assessing Program Comprehension Tools with the Communicability Evaluation Method*
    Dênis P. Pinheiro, Marcelo A. Maia, Raquel O. Prates, Roberto S. Bigonha
    Anais do V Workshop de Manutenção de Software Moderna (WMSWM), 2008. Porto Alegre, RS, SBC, p. 1-9

5.36 Produção Científica 2009

ano anterior sumário próximo ano

1. *Programação Modular – Volume I: A Linguagem Java*
   Roberto S. Bigonha
   Livro. DCC/UFMG, 333 páginas, 2009

2. *A Transformational Language for Mutant Description*
   Adenilso Simão, José Carlos Maldonado, Roberto S. Bigonha

Computer Languages, Systems and Structures, v. 35, p. 322-339, 2009

3. *A Coalescing Algorithm for Aliased Registers*
   Mariza A. S. Bigonha, F. Rastello, Fernando M. Q. Pereira, Roberto S. Bigonha
   Annales del Colloque d'Informatique: Brésil/INRIA-Coopérations, AVancées et Défis, 2009, Bento Gonçalves, RS, Brasil. COLIBRI 2009. Porto Alegre, RS, v. 1, p. 17-21

4. *A Proposal for Extensible AspectJ*
   Vladimir O. Di Iorio, Leonardo V. O. Reis, Roberto S. Bigonha, Mariza A. S. Bigonha
   Proceedings of the Domain Specific Aspect Languages 2009, Nova York. - Workshop on Domain Specific Languages. Nova York, USA: Association of Computing Machinery, 2009. p. 21-24

5. *XAJ: An Extensible Aspect-Oriented Language*
   Leonardo V. S. Reis, Roberto S. Bigonha, Mariza A.S. Bigonha, Vladimir O. Di Iorio
   Proceedings of the III Latin American Workshop on Aspect-Oriented Software Development, 2009, Fortaleza, Ceará, v. 1, p. 1-6

6. *Valores Referência para Métricas de Software Orientado por Objetos*
   Kécia A.M. Ferreira, Mariza A.S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Luis Mendes, Heitor C. Almeida
   Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 2009, Fortaleza, Ceará, v. 1, p. 62-72

5.37 Produção Científica 2010

ano anterior sumário próximo ano

1. *Moonlight Chords*
   Anolan Milanes, Roberto S. Bigonha
   Anais do IV Seminário sobre Linguagens e Ferramentas para Programação Multithread, Paralela e Distribuída, 2010, Salvador, Bahia, Brasil, v. 7, p. 25-32

2. *Efficient SSI Conversion*
   André Luiz C. Tavares, Fernando M.Q. Pereira; Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha
   Proceedings of the 14th Brazilian Symposium on Programming Languages, 2010,

Salvador, Bahia, v. 2, p. 41-54
2^o **Melhor Artigo:** certificado

3. *Análise Comparativa do Código Gerado por Compiladores Java e C++*
Ricardo Terra, Jussara Almeida, Roberto S. Bigonha, Marco Túlio Valente
Proceedings of the 14th Brazilian Symposium on Programming Languages, 2010, Salvador, Bahia, v. 2, p. 69-82

5.38 Produção Científica 2011

ano anterior sumário próximo ano

1. *Weave Time Macros*
Vladimir O. Di Iorio, Leonardo V. S. Reis, Roberto S. Bigonha, Marco Túlio O. Valente
Proceedings of the Sixth Annual workshop on Domain-Specific Aspect Languages, 2011, Porto de Galinhas, PE, ACM, New York, v. 6, p. 1-3

2. *Um Modelo de Predição da Amplitude de Modificações Contratuais em Software*
Kécia A. M. Ferreira, Mariza A.S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Bernando N.B. Lima, Luiz F. O. Mendes
Relatório Técnico, LLP, 2011

3. *Avaliação de Causalidade entre Métricas de Qualidade Interna e Defeitos*
César Couto, Marco Túlio Valente, Roberto S. Bigonha
Anais do X Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2011, Curitiba, PR. SBC, 2011. v. 1. p. 279-294

4. *Software Evolution Characterization - A Complex Network Approach*
Kécia A. M. Ferreira, Mariza A.S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Bárbara M. Gomes
Anais do X Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2011, Curitiba, PR. Porto Alegre, RS, v. 1, p. 41-56
Melhor Trabalho: certificado

5. *Métrica de Coesão de Responsabilidade - A Utilidade de Métrica de Coesão na Identificação de Classes com Problemas Estruturais*
Kécia A. M. Ferreira, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Heitor C. Almeida, Roberta Coeli das Neves
Anais do X Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2011, Curitiba, PR. v.

1. p. 9-23

6. *An Approach for Extracting Modules from Monolithic Software Architectures*
Ricardo Terra, Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha
Relatório Técnico, LLP, 2011

5.39 Produção Científica 2012

ano anterior sumário próximo ano

1. *Uncovering Causal Relationships between Software Metrics and Bugs*
César Couto, Marco Túlio Valente, Roberto S. Bigonha, Nicolas Antequil
Proceedings of the European Conference on Software Maintenance and Reengineering, 2012, p. 23-232

2. *Recommending Refactorings to Reverse Software Architecture Erosion*
Ricardo Terra, Marco Túlio Valente, Krzysztof Czarnecki, Roberto S. Bigonha
Proceedings of the 16th European Conference on Software Maintenance and Reengineering (CSMR), 2012, Szeged, v. 1, p. 335-340

3. *A Recommendation System for Tackling Software Architecture Erosion*
Ricardo Terra, Marco Tulio Valente, Krzysztof Czarnecki and Roberto S. Bigonha
DCC, 2012

4. *Identifying Thresholds for Object-Oriented Software Metrics*
Kécia A. M. Ferreira, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Luiz F.O. Mendes, Heitor C. Almeida
The Journal of Systems and Software, v. 85, p. 244-257, 2012

5. *The Evolving Complex Structures of Software Systems*
Kécia A.M. Ferreira, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, R. C. N. Moreira
Proceedings of the 3rd Workshop on Emerging Trends of Software Metrics, 2012, Zurich. v. 1, p. 28-34

6. *A Generic Macroscopic Topology of Software Networks - A Quantitative Evaluation*
Kécia A.M. Ferreira, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, R. C. N. Moreira
Proceedings of the XXVI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 2012, Natal, RN, v. 1, p. 1-10

5^o **melhor artigo do sbes:** certificado

7. *DCLFix: A Recomendation System for Repairing Architectural Violations*
   Ricardo Terra, Marco Túlio Valente, Roberto S. Bigonha, K. Czarnecki
   Proceedings of the III CBSoft - Sessão de Ferramentas, 2012, Natal, RS, v. 1, p. 1-6
   2^o **melhor trabalho:** certificado

8. *An Approach for Extracting Modules from Monolithic Software Architectures*
   Ricardo Terra, Valente, Marco Túlio Valente, Roberto S. Bigonha
   Anais do IX Workshop de Manutenção de Software Moderna, 2012, Fortaleza, CE, p. 1-8

9. *SSI revisited: A Program Representation for Sparse Data-Flow Analyses*
   André Tavares, Mariza Bigonha, Roberto S. Bigonha, Fernando M. Q. Pereira, Fabrice Rastello.
   In: Submitted to Science of Computer Programming

10. *Adaptable Parsing Expression Grammar*
    Leonardo V.S. Reis, Roberto S. Bigonha, Vladimir Di Iorio, Luis Eduardo S. Amorim
    Proceedings of the 16th Brazilian Symposium on Programming Language, 2012, Natal, RN. Lectures Notes in Computer Science. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 72-86

5.40 Produção Científica 2013

ano anterior sumário próximo ano

1. *Semântica Denotacional Legível e Escalável de Linguagens Imperativas*
   Guilherme H. Santos, Roberto S. Bigonha, Fabio Tirelo
   to be pubished,2013

2. *BugMaps-Granger: A Tool for Causality Analysis Between Source Code Metrics and Bugs*
   César Couto, Pedro Pires, Marco Túlio Valente, Roberto S. Bigonha, André Hora, Nicolas Anquetil
   Anais da Sessão de Ferramentas, Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática, 2013.

Prêmio Melhor Artigo: certificado

3. *Biblioteca de Componentes Universais para Geração de Compiladores Utilizando LLVM*
   Gabriel de Godoy Correa e Castro, Roberto S. Bigonha, Fabio Tirelo
   Seminários da PPGCC, 2013

4. *Parsing Expression Grammar Adaptável*
   Leonardo V. S. Reis, Roberto S. Bigonha, Vladimir Di Iorio
   Seminários da PPGCC, 2013
   Prêmio Melhor Trabalho Doutorado: certificado

5. *Parameterized Construction of Program Representations for Sparse Dataflow Analyses*
   André L. C. Tavares, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Benoit Boissinot, Fernando M. Q. Pereira, Fabrice Rastello
   Relatório Técnico, LLP, 2013

6. *Efficient Static Checker for Tainted Variable Attacks*
   Andrei Rimsa, Marcelo D'Amorim, Fernando M. Q. Pereira, Roberto S. Bigonha
   Science of Computer Programming (Print), v. 1, p. 1016-1030, 2013.

7. *Measuring the Structural Similarity Between Source Code Entities*
   Ricardo Terra, João Brunet, Luís Miranda, Marco Túlio Valente, Dalton Serey, Douglas Castilho, Roberto S. Bigonha
   Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, 2013, Boston, USA. v. 1. p. 1-6

8. *Qualitas.class Corpus: A Compiled Version of the Qualitas Corpus*
   Ricardo Terra, Luis Fernando Miranda, Marco Túlio Valente, Roberto S. Bigonha
   Software Engineering Notes, DOI: 10.1145/2507288.2507314, v. 38, N. 5, p. 14, 2013

9. *Separation of Concerns in Denotational Semantics Descriptions*
   Roberto S. Bigonha, Fabio Tirelo,Guilherme H. Santos
   Relatório Técnico, LLP 03/2013

10. *A Recommendation System for Repairing Violations Detected by Static Architecture Conformance Checking*
    Ricardo Terra, Marco Tulio Valente, Krzysztof Czarnecki, Roberto S. Bigonha

Software — Practice & Experience, DOI: 10.1002/spe.2228, 2013

5.41 Produção Científica 2014

ano anterior sumário próximo ano

1. *Predicting Software Defects with Causality Tests*
   César Couto, Pedro Pires, Marco Túlio O. Valente, Roberto S. Bigonha, Nicolas Anquetil
   Journal of Systems and Software, v. 93, p. 24-41, 2014

2. *Defining the Syntax of Extensible Languages*
   Leonardo V. S. Reis, Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha
   Proceedings of the ACM SAC, p. 1570-1576, 2014

3. *BugMaps-Granger: A Tool for Visualizing and Predicting Bugs Using Granger Causality Tests*
   César Couto, Marco Túlio Valente, Pedro Pires, André Hora, Nicolas Anquetil, Roberto S. Bigonha,
   Journal of Software Engineering Research and Development, 2014

4. *The Formalization and Implementation of Adaptable Parsing Expression Grammars*
   Leonardo V. S. Reis, Roberto S. Bigonha, Vladimir O. Di Iorio, Luis Eduardo Amorim
   SCP, Elsevier, 2014

5.42 Produção Científica 2015

ano anterior sumário próximo ano

1. *An On-the-Fly Grammar Modification Mechanism for Composing and Defining Extensible Languages*
   Leonardo V. S. Reis, Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha
   Computer Language, System and Structures, v. 42, p. 46-59, 2015

5.43 Produção Científica 2016

ano anterior sumário próximo ano

1. *Avaliação da Pesquisa em Computação*
   Roberto S. Bigonha
   RT, UFMG, 2016

2. *Princípios da Harmonização*
   Roberto S. Bigonha
   Livro ISBN 978-85-7470-045-8, Belo Horizonte, 2016

3. *Efemérides da Regulamentação*
   Roberto S. Bigonha
   Livro ISBN 978-85-7669-349-9, Porto Alegre, 2016

5.44 Produção Científica 2017

ano anterior sumário próximo ano

5.45 Produção Científica 2018

ano anterior sumário próximo ano

1. *A Model for Estimating Change Propagation in Software*
   Kécia A. M. Ferreira, Mariza A. S. Bigonha, Roberto S. Bigonha, Bernardo Nunes Borges de Lima, Bárbara M. Gomes, Luiz Felipe O. Mendes.
   Software Quality Journal, 26:217-248, 2018

5.46 Produção Científica 2019

ano anterior sumário próximo ano

1. *An Attribute Language Definition for Adaptable Parsing Expression Grammars*
   Elton M. Cardoso, Leonardo V. S. Reis, Rodrigo G. Ribeiro, Mariza A. S. Bigonha, Vladimir O. Di Iorio, Roberto S. Bigonha
   Proceedings of the ACM SAC, 019, p. 1518-1525

5.47 Produção Científica 2020

ano anterior sumário próximo ano

1. *Um Pouco de Tudo que Havia no Caminho*
   Roberto S. Bigonha
   Livro ISBN 978-65-00-22440-5.

2. *Fundamentos de Aprendizagem de Máquina*
   Roberto S. Bigonha
   Slides

5.48 Produção Científica 2021

ano anterior sumário próximo ano

1. *Apresentação do Jai 40 anos*
   Roberto S. Bigonha
   Anais da 40a Jornada de Atualização em Informática, 2021.

2. *Programação Modular: A Linguagem Java*
   Roberto S. Bigonha
   Livro ISBN 978-65-00-22305-7, 2021.

3. *Programação Modular: Programação Orientada por Objetos - Java*
   Roberto S. Bigonha
   Livro ISBN 978-65-00-22238-8, 2021.

4. *Programação Modular: Estruturas de Dados Fundamentais em Java*
   Roberto S. Bigonha
   Livro ISBN 978-65-00-22441-2, 2021.

5. *Modular Denotational Semantics*
   Roberto S. Bigonha
   Livro ISBN 978-65-00-22442-9, 2021.

6. *What Will Be the Next Programming Language*
   Roberto S. Bigonha
   Slides da palestra no SBLP 2021.

7. *What Will Be the Next Programming Language*
   Roberto S. Bigonha
   Slides comentados da palestra no SBLP 2021.

Capítulo 6

Epílogo

Neste documento, apresentamos **234** publicações nas áreas de ensino, pesquisa, extensão e administração acadêmica desenvolvidas em 40 anos de UFMG.

Agradecemos a valiosa colaboração de nossos co-autores das publicações, sem a qual tudo teria sido muito mais difícil!