

ARTIGOS:

PROJETOS EM COOPERAÇÃO COM A INDÚSTRIA DESENVOLVIDOS NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA EM TELECOMUNICAÇÕES DO CEFET-PR

Faimara do Rocio Strauhs³ CEFET-PR

Douglas P. B. Renaux⁴ CEFET-PR

Resumo: A parceria Escola-Empresa tem recebido, ao longo de sua recente história, críticas as mais diversas vindas de vários setores, inclusive dos próprios atores do processo iterativo. Ao apresentar o Projeto MMA, uma parceria entre o Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR e a SIEMENS Telecomunicações Ltda, desenvolvido no Laboratório de Informática em Telecomunicações pretende-se mostrar que existem aspectos vitoriosos nesta cooperação, e que podem caracterizar a simbiose possível entre o ambiente acadêmico e o empresarial.

Palavras-Chave: cooperação escola-empresa, telecomunicações, sistemas em tempo real.

Abstract: Projects developed in cooperation between Academia and Industry have been much criticized. The MMA project was developed in a cooperation between Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR and SIEMENS Telecomunicações Ltda. This project, developed in the Laboratory of Information Systems and Telecommunication (LIT), is an example of a successful cooperation with many advantages for both Academia and Industry.

Keywords: Telecommunications, Real-Time Systems.

1. Introdução

Com a entrada em vigor da Lei 8248, de 23/10/91, mais conhecida como Lei da Informática, ocorreu um aumento substancial nos projetos desenvolvidos no Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET-PR, em cooperação com a indústria local. Empresas como a Siemens Telecomunicações

.....

³ Mestre em Tecnologia, membro do Laboratório de Informática em Telecomunicações – LIT e Professora no Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do CEFET-PR, e-mail: strauhs@netpar.com.br

⁴ PhD pelo Departamento de Engenharia de Software da Universidade de Waterloo, Coordenador do Laboratório de Informática em Telecomunicações – LIT, professor no Mestrado em Eletrônica Industrial – CPGEI e no Departamento Acadêmico de Eletrônica do CEFET-PR, e-mail: douglas@cpgei.cefetpr.br

Ltda., de Curitiba, que já desenvolviam projetos em parceria com o CEFET-PR, passaram a investir muito mais, não apenas na contratação de novos projetos, mas também, na infra-estrutura de laboratórios, em cursos e seminários.

Com respeito à infra-estrutura de laboratórios, em especial, a parceria CEFET-PR – SIEMENS resultou no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia de Telecomunicações – CPDTT, com 5 novos espaços de trabalho: o Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea – NuPES, o Laboratório de Sistemas Distribuídos – LASD, o Laboratório de Pesquisa em Sistemas de Telecomunicações – LST, o Laboratório de Interfaces Gráficas e Bases de Dados e o Laboratório de Informática em Telecomunicações – LIT.

Desde sua criação, em janeiro de 1995, com o início do Projeto MMA - Modem, Memória e Alarme, o LIT já abrigou 5 projetos, sendo que o MMA é o seu principal objeto e motivo deste trabalho. Este artigo apresenta alguns dos aspectos decorrentes do MMA e da cooperação Escola-Empresa, tais como: informações sobre o objeto de pesquisa, perfil dos integrantes do Projeto, benefícios para as instituições envolvidas, pesquisas em desenvolvimento e novos temas de pesquisa.

Optamos por apresentar a pluralidade dos aspectos citados, sem detalhar um aspecto específico, com o objetivo de mostrar a riqueza e a profusão de temas e assuntos envolvidos em um projeto de cooperação. Desta forma, pretendemos demonstrar a multidisciplinaridade desse ambiente de trabalho, já que o detalhamento de apenas um ou de poucos destes temas seria de interesse apenas para revistas ou simpósios especializados.

2. Caracterização da Pesquisa

Durante anos a interação Escola-Empresa foi alvo de críticas, não só pelos participantes diretos do processo interativo, mas da Sociedade como um todo. As transformações radicais sofridas por essa mesma Sociedade nas últimas duas décadas, no entanto, levaram a uma reflexão, e à conseqüente mudança na forma de encarar a interação e a cooperação Escola-Empresa, sendo que ações concretas de todos os atores do setor produtivo estão mudando o perfil e os resultados desse processo.

Nesta nova postura encara-se a assinatura de um contrato de desenvolvimento de um produto como uma oportunidade de identificação de novos temas de pesquisa, não só aplicada, com todos os seus aspectos técnicos, mas, também, nas áreas das Ciências, com todo o seu arcabouço teórico, o que permite afirmar que existe verdadeira simbiose entre o ambiente acadêmico e o de engenharia e desenvolvimento, nessa nova realidade preconizada pela Sociedade do Conhecimento.

2.1. Conceituações básicas

Para delimitar o contexto anteriormente esboçado, julgamos necessário conceituar alguns termos a serem utilizados neste artigo, visando a uma unicidade de linguagem e de entendimento, nessa nova realidade de rápidas transformações.

A **Técnica**, segundo Milton Vargas, nasce junto com a humanidade, e se

caracteriza por ser “ um saber dirigido a um determinado fim prático e que, eventualmente, pode ser conduzido pela teoria” (VARGAS, 1985, p. 20). O domínio da técnica não exige o conhecimento preliminar da teoria que suporta a atividade: ao homem das cavernas que esfregava gravetos para obter o fogo não interessava os preceitos da Física ou da Termodinâmica, e nem à criança que navega hoje na Internet interessam os protocolos de informação utilizados, ou a linguagem HTML, por exemplo.

A descoberta da teoria, nos idos do século VI a.C., com os gregos da Jônia, leva à **Ciência**, com seus estudos de fenômenos quaisquer, necessariamente porém, experimentados, comprovados e relatados de forma metódica, para serem aceitos pela “comunidade científica”.

Tecnologia, sob esse enfoque portanto, é “o tratado das aplicações de conhecimentos científicos ao estudo dos materiais e processos utilizados pela Técnica” (VARGAS, 1985, p. 76), e tem um desenvolvimento acentuado a partir de meados do século XIX, inicialmente implícita na **Engenharia** – “constituída por profissionais com educação científica, quase sempre de nível superior, projetando e dirigindo trabalho executado por operários, guiados por mestres-de-obra ou técnicos de nível médio” (VARGAS, 1985, p. 77), e, após a Primeira Grande Guerra, trilhando caminhos paralelos.

Ciência e Técnica, encaradas isoladamente, ou sob a visão tecnológica, baseiam-se em processos investigativos e portanto metódicos para gerarem resultados, originando, ao serem sistematizados e posteriormente relatados, pesquisas de diferentes teores e tipos.

2.2. A pesquisa e seus tipos

Sendo um “procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento” (ANDER-EGG; apud LAKATOS; MARCONI, 1992, p. 43), a **Pesquisa** tem diferentes tipos que variam de acordo com a sua finalidade; no contexto ora trabalhado interessam, sobretudo, as pesquisas teórica e a aplicada ou tecnológica.

A pesquisa teórica tem, segundo Oliveira, uma abordagem unitária, global e seus resultados devem ser válidos e aceitos universalmente; já a pesquisa aplicada vale-se destes princípios, leis e teorias para satisfazer “às diferentes necessidades humanas” (OLIVEIRA, 1999, p. 123). Em Vargas, tem-se também que pesquisa científica (ou teórica) e pesquisa tecnológica (ou aplicada) diferem apenas com relação a abordagem dada ao seu objeto, sendo que, na pesquisa aplicada ou tecnológica, existe uma preocupação preponderante com os aspectos prático e econômico do objeto de pesquisa.

Na interação Escola-Empresa, a grande maioria dos convênios e contratos firmados tem se voltado para a pesquisa aplicada ou tecnológica, que melhor atende aos interesses e a função social da Empresa, e ao mesmo tempo permite à Escola equipar-se para também desenvolver pesquisas teóricas, originárias em sua maioria do ambiente acadêmico, ou de instituições com ele relacionadas. Os Laboratórios do CPDPT, patrocinados pela SIEMENS, são exemplo concreto

deste novo enfoque dado ao processo interativo Escola-Empresa.

3. Caracterização do Laboratório de Informática em Telecomunicações – LIT

O Laboratório de Informática em Telecomunicações—LIT é um dos laboratórios criados em função da parceria com a SIEMENS. Com quatro anos e meio de história, a experiência adquirida no desenvolvimento de projetos na área de informática em telecomunicações é utilizada no processo de melhoria contínua da metodologia de pesquisa, gestão de projetos, infra-estrutura, mas também, e sobretudo, na melhoria do processo ensino-aprendizagem.

Desde sua criação, em janeiro de 1995, com o início do projeto MMA, o LIT abrigou os seguintes projetos:

- Módulo de Modem, Memória e Alarme – MMA;
- Módulo de Modem, Memória e Alarme 2 - MMA2;
- Operating and Maintenance Terminal - OMT;
- Versão do software MMA2 para operar com os protocolos ISDN e TCP/IP (usado na Internet).

O projeto MMA foi entregue em Dezembro de 1996, e os demais estão em fase de conclusão, sendo que alguns novos projetos com a SIEMENS e com outras empresas estão nas fases iniciais.

3.1. Perfil da equipe de pesquisadores

A equipe de pesquisadores é formada por:

- Professores;
- Alunos de pós-graduação (Mestrado);
- Alunos de graduação (Engenharia e Tecnologia);
- Alunos de nível médio (Cursos Técnicos).

Sendo uma equipe multidisciplinar, o LIT conta com 6 doutores, 4 mestres, 8 alunos de mestrado e 9 alunos de graduação das áreas de Engenharia de Software, Sistemas em Tempo Real, Informática Industrial e Sistemas de Informação.

As dissertações de mestrado oriundas do LIT e defendidas, neste período, foram:

- TLM – Uma Ferramenta de Apoio ao Teste de Restrições Temporais em Sistemas Dedicados Operando em Tempo Real – Mestre: André Schinzel Braga;
- Análise Estática de Programas para Predição de Tempos de Execução – Mestre: Alexandre Kawamura;
- Aplicação ISDN para Central Telefônica – Mestre: Ademir Roberto Freddo.

Estão em desenvolvimento os seguintes trabalhos de dissertação:

- Desenvolvimento de uma plataforma para estudo do microprocessador PowerPC – João Cadamuro Júnior.

- Sistemas Operacionais para Aplicações em Tempo Real – Robson Ribeiro Linhares;
- Avaliação Temporal e de Escalonabilidade de Sistemas em Tempo Real – João Alexandre Góes e Luciana Moraes Costa.

4. Caracterização do Projeto MMA

O Projeto MMA – Modem, Memória e Alarme, principal objeto da pesquisa no LIT, é um projeto de pesquisa de longa duração nas áreas de engenharia de software, sistemas microprocessados e transmissão de dados. O Projeto MMA desenvolve pesquisa aplicada à área de telefonia pública, especificamente à central SPX 2000 desenvolvida, produzida e comercializada pela SIEMENS Telecomunicações Ltda.

A central telefônica SPX2000 é voltada para o atendimento de pequenas e médias localidades, em áreas urbanas de pequenas, médias e grandes cidades, como em distritos industriais, núcleos residenciais e zonas rurais. A uma central SPX2000 podem ser conectados até 10.000 usuários (assinantes).

Uma central SPX2000 pode ser formada por até duas unidades básicas (BUs – BU0, BU1). Uma BU é formada pela interface de linhas e troncos (LTI), matriz de comutação (SN) e o controle comum (CC). A Figura 0-1 mostra a central SPX2000 composta por duas BUs.

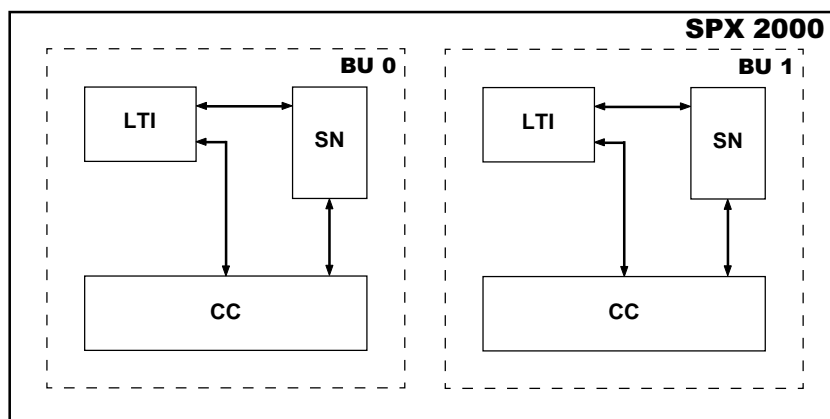


Figura 0-1: SPX 2000 com duas Bus

A interface de linhas e troncos (LTI) é a unidade que realiza a interface entre a rede (periferia), a matriz de comutação (SN) e o comando central (CC). É na LTI onde são conectadas as linhas dos usuários. A matriz de comutação (SN) é a unidade responsável pela comutação dos canais de voz internos à central. O comando central (CC) tem como finalidade a realização das funções de configuração, coordenação e supervisão de toda a parte funcional do sistema tais como:

- armazenamento e administração de: programas, dados da central e de usuários;

- processamento de dados da interface homem-máquina (IHM);
- geração de sinais básicos de sincronismo para a operação da central.

É sobre o comando central que são efetuados os procedimentos de operação e manutenção (O&M) da central telefônica SPX2000, utilizando o OMT. Isto pode ser feito através de um terminal local, estando o operador próximo à central ou remotamente através de um modem analógico, de um TE1 ISDN, ou de um cartão Ethernet.

Em uma única BU pode haver dois CCs, designados como CC0 e CC1. Isto permite que, quando da ocorrência de uma falha ou da necessidade do desligamento, não seja necessário interromper o funcionamento da central. Neste caso um dos CC permanece no modo ativo, enquanto o outro fica no modo *stand-by*. Quando há dois CCs (CC0 e CC1), a central é duplex e a comunicação entre os dois CCs é feita por HDLC. Quando há apenas um CC, a central é simplex.

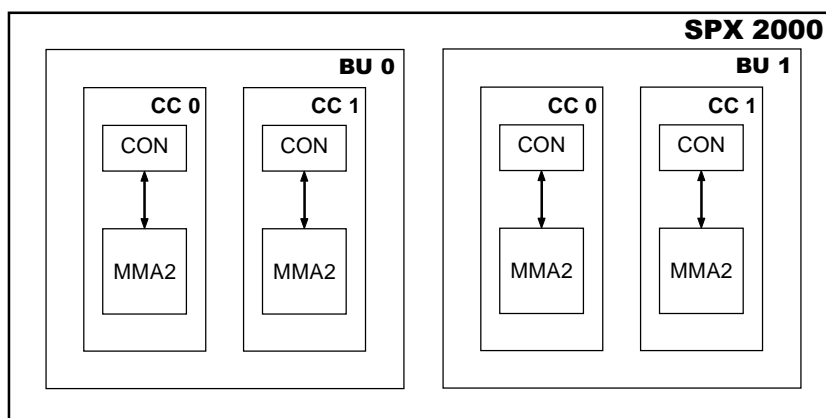


Figura 0-2: SPX 2000 com duas Bus

A Figura 0-2 mostra uma central SPX2000 com duas Bus; cada BU é composta por dois CCs e cada CC contém os módulos CON (processador de controle) e MMA2.

O módulo MMA2 é uma evolução do projeto MMA, e reúne em uma única placa funcionalidades de outros componentes do comando central da SPX2000. Os principais objetivos desta integração são a economia de espaço físico e consumo de energia, devido a maior escala de integração possível graças à utilização de componentes eletrônicos mais modernos e tecnologias de projeto e fabricação mais avançadas, barateamento da produção e melhora substancial do desempenho de cada uma das funcionalidades incorporadas.

Com a utilização do MMA2, será possível colocar CC0 e CC1 num mesmo bastidor, economizando também espaço e tempo necessários à instalação do sistema.

A Figura 0-1 apresenta a conexão entre o módulo MMA2 e o OMT, resultado de outro projeto desenvolvido no LIT. O OMT é um programa para o ambiente

Windows 95, que dá acesso ao operador de uma central SPX 2000 através de um dos canais de comunicação do MMA2.

5. Projetos Decorrentes do Projeto MMA

O Projeto MMA produziu um protótipo de um módulo de comunicação e memória de massa para ser utilizado em centrais telefônicas de pequeno porte. As atividades relacionadas a esse protótipo enquadram-se na categoria de desenvolvimento. Concorrentemente, ocorrem diversas atividades de pesquisa e estudo, cujo resultado foi a obtenção de conhecimento, utilizado tanto nesse projeto como em outros futuros. Esse conhecimento adquirido está inserido nas áreas de Engenharia de Software, Sistemas Digitais e Modelamento de Sistemas.

5.1 O Sistema de Suporte à Execução em Tempo-Real PET.

Os sistemas computacionais operando em tempo-real, como é o caso da maioria dos equipamentos utilizados em automação industrial, controle de aeronaves, controle de veículos, telemetria, aplicações bélicas e em muitos equipamentos classificados como eletrônica de consumo (equipamentos de áudio e vídeo, eletrodomésticos e outros), realizam diversas tarefas concorrentemente. O gerenciamento destas tarefas concorrentes é uma atividade complexa que normalmente é deixada a cargo de um sistema operacional de tempo-real ou de um RTSS - sistema de suporte a execução em tempo-real (também chamado de núcleo ou kernel de tempo real).

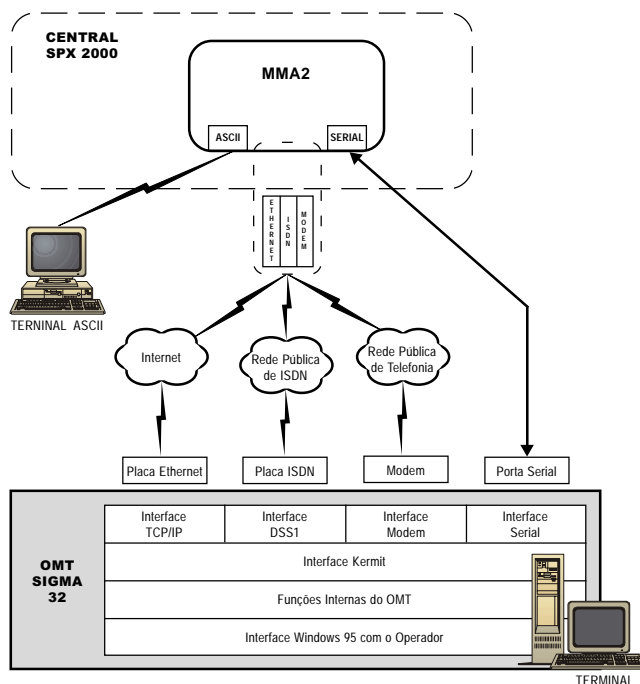


Figura 0-3: Conexão do MMA2 ao OMT

Existem diversos núcleos de tempo-real disponíveis no mercado. Contudo, o desenvolvimento de um núcleo tem diversas vantagens: pode-se adaptar o núcleo à plataforma utilizada, pode-se acrescentar serviços ao núcleo para a aplicação em desenvolvimento. Como o núcleo é um elemento vital do sistema em desenvolvimento, é importante que se tenha controle total sobre a funcionalidade e performance do mesmo e, do ponto de vista acadêmico, dominar a tecnologia do núcleo permite que se realize uma série de pesquisas e experimentos nessa área da informática industrial.

Os conceitos necessários à concepção, projeto e desenvolvimento de núcleo já são dominados há décadas (CHERITON, 1979), mas estão em contínuo desenvolvimento, tanto no mundo acadêmico como no mundo industrial.

O PET (RENAUX, 1996) é um sistema de suporte à execução em tempo-real, desenvolvido no LIT para as plataformas DOS e 186EC (esta é a plataforma usada no projeto MMA) a partir de conceitos de sistemas operacionais e utilizando a experiência da construção anterior de um RTSS (RENAUX, 1993). O PET foi concebido para ser um RTSS simples, oferecendo poucos serviços que foram criteriosamente selecionados para oferecer todo o suporte necessário sob os aspectos de criação, destruição, escalonamento, comunicação e sincronização entre processos e gerenciamento de tempo. A simplicidade do PET resulta em importantes características como: excelente desempenho, utilização de pouco espaço de memória, e facilidade de aprendizado pelos programadores que desenvolvem os aplicativos utilizando o PET.

A versão DOS do PET é utilizada nas disciplinas de Sistemas em Tempo-Real dos cursos de graduação - Engenharia Elétrica, e pós-graduação - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial – CPGEI, do CEFET-PR desde 1994. Em função das necessidades dos projetos em cooperação com empresas e das necessidades das atividades de pesquisa associadas às dissertações de mestrado dos alunos do CPGEI, o PET está em contínua evolução: nove versões já foram desenvolvidas, sendo a atual a versão 2.0L, de julho de 1999.

Durante o projeto do PET, foi realizada a modelagem formal do mesmo utilizando a Notação Z (uma linguagem desenvolvida na Inglaterra para modelagem formal de sistemas de software) como parte da disciplina de Métodos Formais, do CPGEI. Este é mais um exemplo da simbiose existente entre os projetos desenvolvidos no LIT e as atividades acadêmicas. Por um lado, o desenvolvimento do PET foi beneficiado pelas garantias de correção que uma modelagem formal oferece. Por outro lado, a disciplina se beneficiou ao utilizar exemplos de sistemas reais ao invés de exemplos acadêmicos (os chamados *toy problems* – problemas de brinquedo) e de fornecer aos alunos uma visão realista das vantagens e desvantagens de se utilizar um processo formal de desenvolvimento de software.

5.2 Time Line Monitor — TLM

Os sistemas computacionais operando com restrições temporais, ditos sistemas em tempo real – STR, requerem cuidados especiais em todo o seu

processo de desenvolvimento, ou seja, nas fases de projeto, de implementação, de teste de módulo e teste de sistemas. Pelas suas características de concorrência – simultaneidade de tarefas realizadas pelo sistema - e temporização, é difícil para o projetista visualizar as ações concorrentes do mesmo, com uma resolução temporal adequada – da ordem de microsegundos, sem afetar o comportamento deste sistema.

O TLM é o resultado de um projeto de pesquisa aplicada, desenvolvido como uma dissertação de mestrado no LIT, cujo objetivo foi a construção de uma ferramenta computacional, que permite visualizar a interação entre os diversos processos de um STR e medir tempos com resolução de nanosegundos.

A concepção e especificação do TLM foi do LIT, baseada em experiências realizadas anteriormente com medição de tempo e monitoração de atividades concorrentes no MMA. O TLM é portanto um projeto acadêmico, desenvolvido sem financiamento da iniciativa privada, nem governamental, mas fazendo uso da infra-estrutura criada em função de um projeto de cooperação Escola-Empresa. É importante salientar que, além da infra-estrutura, o contato com problemas reais, como os apresentados no desenvolvimento do MMA é que instiga a criatividade para a concepção deste tipo de projeto de pesquisa.

5.3 Emulador em Software — PDREM

Dentre os equipamentos adquiridos pelo LIT encontram-se três emuladores de microprocessadores, equipamentos muito caros, custando dezenas de milhares de dólares cada um, mas também, ferramentas indispensáveis para o desenvolvimento de sistemas dedicados, complexos e operando em tempo real como é o caso do MMA. A utilização deste tipo de equipamento nos laboratórios dos cursos de Engenharia e de Tecnologia é muito importante, porém inviável economicamente, já que um laboratório de ensino precisaria de dez destes equipamentos para atender aos alunos de uma única turma.

A necessidade de um emulador de baixo custo, para uso em atividades acadêmicas, e o interesse em ofertar mais emuladores aos participantes do LIT nos levou ao desenvolvimento de um módulo chamado PDREM, que acoplado a um software comercial de mesmo nome, tem praticamente a mesma funcionalidade de um emulador, mas a um custo de apenas algumas centenas de dólares.

O módulo PDREM é mais um exemplo de um projeto acadêmico, concebido a partir de necessidades acadêmicas e do próprio LIT, desenvolvido sem financiamento externo mas possibilitado pela infra-estrutura disponível. O resultado foi a melhora tanto da infra-estrutura do Laboratório como de outros laboratórios acadêmicos do CEFET-PR.

5.4 Projeto CFPPC (CEFET/FHM/PowerPC)

O interesse pelo PDREM vai além da fronteira do CEFET-PR. Em particular, a Fachhochschule de Munique, Alemanha, é parceira do LIT no desenvolvimento de uma nova versão desse sistema, dentro de um acordo de cooperação internacional com apoio da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES e do Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico

– DAAD (Deutsche Akademische Austausch Dienst). No âmbito desse projeto, ocorre o intercâmbio de professores e alunos entre as duas instituições.

O sistema CFPPC consiste em um módulo de hardware utilizando o microprocessador PowerPC e um sistema operacional de tempo real utilizando memória virtual.

Este é um exemplo dos benefícios mútuos obtidos com a cooperação Escola-Empresa: a infra-estrutura e a pesquisa contratada pela Empresa forneceu os meios para o desenvolvimento de um projeto acadêmico (o PDREM), que por sua vez foi o ponto de partida de um projeto acadêmico internacional (o CFPPC). O conhecimento adquirido nesse projeto, além da experiência obtida por alunos e professores que participam de uma cooperação internacional, serão utilizados futuramente em novos projetos em cooperação com empresas. Dessa forma, fecha-se o ciclo de realimentação em que os resultados são: melhor formação de profissionais, melhor infra-estrutura de laboratórios e melhores projetos de pesquisa.

5.5 Gestão de Conhecimento

Corroborando com Milton Vargas, quando este diz que pesquisa tecnológica e científica diferem apenas no enfoque que se tem do objeto, o projeto MMA propiciou, com suas peculiaridades – tipo de equipe, pluralidade de informações e conhecimento gerados – um **locus** adequado à pesquisa científica na área de Gestão do Conhecimento.

Ao trabalhar com alunos de graduação e de pós-graduação do CEFET-PR, e alunos de alguns convênios internacionais (como Alemanha e França), o LIT apresenta acentuada rotatividade neste segmento dos seus membros; sob a visão acadêmica este **turnover** é salutar, pois está-se cumprindo a função **formação** da Escola, lançando no mercado de trabalho profissionais altamente treinados, capazes de fazer uso imediato de tecnologia de ponta e de gerar informação de alto valor agregado.

Como ambiente de desenvolvimento, a rotatividade aludida, ocasionada pelo término da graduação ou do mestrado, representa perda de conhecimento, e conseqüentemente de competitividade, já que existe a perda de capital intelectual – “soma do conhecimento de todos em uma empresa” (STEWART, 1998, p. XIII) – considerando-se que no aspecto de desenvolvimento, o LIT apresenta as características comuns às instituições empresariais.

Gerir estrategicamente o conhecimento que permeia o LIT não é apenas estar consonante com as últimas tendências administrativas; é, antes, questão de otimização de atividades, uma garantia a mais na manutenção do nível de conhecimento já adquirido, e que pode estar disponível como informação de alto valor para futuros integrantes do Laboratório, fazendo parte de um processo interativo e contínuo de geração de conhecimento.

Como atividades concretas, num primeiro momento, pretende-se identificar como se processa a “geração de conhecimento” no Laboratório, identificando-se junto à literatura ações e modelos pertinentes de gerência, capazes de serem adaptados às condições do LIT, já que ações efetivas nessa área, e para o ambi-

ente acadêmico ainda são incipientes. Seguindo-se a metodologia científica, pretende-se a proposição e a testagem de conjeturas para posteriormente se chegar a algumas generalizações na área de Gestão do Conhecimento em ambientes de pesquisa.

6. Principais Benefícios para as Instituições Envolvidas

A visão da interação e cooperação, na atualidade, é sempre a de uma relação ganha-ganha; logo, os benefícios devem ser de todos os participantes do processo; a seguir, são descritos alguns dos benefícios auferidos pelo CEFET-PR e pela SIEMENS, tomando-se por base o projeto MMA.

6.1 Ensino da Graduação

Quando o docente participa de projetos de pesquisa envolvendo tecnologia de ponta, ele aprimora seus conhecimentos na área e imediatamente repassa estes conhecimentos aos seus alunos nos cursos relacionados.

Este foi o caso em diversas disciplinas dos cursos de Engenharia, tais como: Sistemas Digitais 1, Sistemas Digitais 2, Controle Automático, Tópicos em Engenharia da Computação. Além do repasse dos conhecimentos, estas disciplinas também foram enriquecidas com equipamentos, programas e ambientes de desenvolvimento e teste, que foram desenvolvidos e utilizados nas pesquisas relacionadas ao MMA e foram posteriormente utilizadas nos laboratórios das disciplinas citadas. A título de exemplo de repasse de equipamentos e ambientes, temos o PDREM, já citado no item 5.3, que é um módulo de hardware baseado no microcontrolador 80C186 e que provê ambientes de desenvolvimento e teste com funcionalidade semelhante ao dos emuladores. O baixo custo e a excelente aplicação, como ambiente didático, fizeram do PDREM o equipamento ideal para as aulas de laboratório de Sistemas Digitais 2, em que são estudados os processadores da família 8086 (incluindo o microcontrolador 80186).

6.2 Ensino da Pós-Graduação

Além dos benefícios citados no item anterior, o ensino da pós-graduação fica enriquecido com o conhecimento adquirido por professores e alunos de mestrado no que tange às diversas etapas de uma pesquisa científica e/ou tecnológica. A participação destes em um projeto de pesquisa de grande porte e longa duração é uma experiência inestimável que poucos cursos de pós-graduação podem oferecer.

6.3 Estágio para os alunos da Engenharia.

Os cursos de Engenharia do CEFET-PR possuem a disciplina estágio curricular obrigatório, onde os alunos realizam um estágio em uma empresa da região. As atividades desenvolvidas no LIT pelos alunos de Engenharia superam em muito os requisitos da disciplina de estágio e é, portanto, uma atividade bastante enriquecedora para a vida profissional destes, fato comprovado pelo sucesso profissional de estagiários de anos anteriores, já formados e atuando com sucesso tanto em empresas no Brasil como no exterior, Alemanha principal-

mente. Os alunos participantes são remunerados na mesma faixa de valores que os alunos que realizam estágios em empresas da região.

6.4 Bolsa de estudos para os alunos de mestrado.

A cota de bolsas de mestrado que os órgão de fomento (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico—CNPq, CAPES, entre outros) dá aos cursos de mestrado no País é inferior à demanda, e este também é o caso do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial – CPGEI, do CEFET-PR. O CPGEI recebe anualmente aproximadamente 40 alunos e tem, no total (para alunos no primeiro e no segundo ano), cerca de 15 bolsas de mestrado. Fica óbvia a importância da existência de um projeto como o MMA que oferece bolsa aos 8 mestrandos participantes das atividades do projeto.

6.5 Remuneração dos professores.

Como tem sido amplamente divulgado pela imprensa nacional, o salário dos professores em instituições federais de ensino é baixo, comparado aos salários de mercado, obrigando estes profissionais a procurarem atividades paralelas para garantir seu sustento. A remuneração adicional paga aos professores participantes do projeto tem, portanto, uma série de vantagens: (1) mantém o profissional na instituição, já que torna viável financeiramente o regime de dedicação exclusiva e (2) as atividades adicionais impostas por esta remuneração adicional vêm apenas contribuir com a formação do profissional, já que este desenvolve no projeto atividades de pesquisa relacionadas ao seu campo de atuação.

6.6 Infra-estrutura de pesquisa.

A implantação de laboratórios com equipamentos e programas “estado-da-arte” é extremamente custosa e freqüentemente inviável para instituições de ensino. O laboratório implantado, LIT, durante a execução do projeto provê a infra-estrutura necessária à pesquisa e ao desenvolvimento nas áreas de Sistemas em Tempo Real e Informática Aplicada a Telecomunicações. Esse laboratório está disponível aos professores, alunos de mestrado e alunos da graduação participantes do projeto.

6.7 Formação de Recursos Humanos

Os alunos de graduação e pós-graduação, ao participarem de projetos de cooperação Escola-Empresa, trabalham com as mesmas técnicas e ferramentas utilizadas pelas empresas parceiras, como é o caso da SIEMENS, apesar de estarem no ambiente acadêmico, diferenciado pela função social mas similar na infra-estrutura física e de trabalho.

Tecnologias de ponta, ambiente similar ao da empresa, intercâmbio com setores internacionais, passíveis de cooperação, fazem parte da rotina de trabalho e desenvolvimento destes alunos, que ao término dos seus estudos formais estão aptos a participarem da rotina empresarial prescindindo de treinamento inicial, o que lhes confere vantagem competitiva num mercado de trabalho com concorrência acirrada em tempos de globalização.

6.7 Aumento da Equipe de Desenvolvimento

Ao contratar o desenvolvimento de pesquisas em instituições acadêmicas, a empresa parceira está, a um só tempo, reforçando sua equipe de engenheiros de desenvolvimento com pessoal capacitado do meio acadêmico e sua infraestrutura física.

A fase inicial de um projeto em parceria é a busca pela Empresa de uma Instituição de Ensino e Pesquisa que domine o assunto em questão, ou seja, um nicho de competência na área, e que culmina com uma melhoria qualitativa dos seus quadros, a par da melhoria quantitativa.

7. Considerações finais

Julgamos importante divulgar os resultados positivos que vêm sendo alcançados com a parceria entre o CEFET-PR e a SIEMENS, nos projetos desenvolvidos no LIT. O mundo acadêmico e o mundo industrial têm importantes diferenças, mas que não impedem, porém, o trabalho conjunto; pelo contrário, excelentes resultados para ambas as partes podem ser obtidos através destas parcerias.

Para chegar a estes bons resultados, é muito importante que o projeto a ser desenvolvido seja criteriosamente selecionado. Não é papel das instituições de ensino substituir o desenvolvimento realizado nas empresas parceiras, mas sim, acrescentar. Projetos envolvendo o desenvolvimento de produtos com restrições de prazo, impossibilidade da divulgação dos resultados obtidos, além de uma série de considerações mercadológicas (fornecimento de componentes e pesquisa de mercado, por exemplo) não são um bom tema para esta parceria, além do que, projetos envolvendo pesquisa e tecnologia de ponta não podem ser dirigidos por tecnocratas com cronogramas e posturas rígidas.

O tema ideal para a parceria cooperativa é a pesquisa aplicada que gere conhecimento sobre um determinado tema, de interesse comum à Empresa e à Instituição de Ensino, reforçando a relação ganha-ganha enfatizada anteriormente.

Referências Bibliográficas

- CHERITON, D. R. et alli. *Thoth, a Portable Real-Time Operating System*. Communications of the ACM, 22(2):105-115, February 1979.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Metodologia do Trabalho Científico*. São Paulo: Atlas, 1992.
- NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. *Criação de Conhecimento na Empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- OLIVEIRA, Silvio Luiz de. *Tratado de Metodologia Científica*. São Paulo: Pioneira, 1999.
- RENAUX, Douglas P. B. *PET – A Small Real-Time Support System for Microcontrollers without Virtual Memory*. Relatório Técnico, LIT/CEFET-PR, 1996.

- RENAUX, Douglas P. B. **RTX-Parlog: A Concurrent Logic Programming Language for Real-Time Systems**. Ph.D. Thesis, University of Waterloo, Waterloo, Canada, 1993.
- SIEMENS **SPX 2000: Central Telefônica Pública Digital MMN: SPX2000 Versão 3.0**. 1998.
- STEWART, Thomas A. **Capital Intelectual, a nova vantagem competitiva das empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- VARGAS, Milton. **Metodologia da Pesquisa Tecnológica**. Rio de Janeiro: Globo, 1985.