



Resultados da Lei de Informática - Uma Avaliação
Parte 3 - Ações nas Instituições de Ensino Pesquisa

Centro de Pesquisas Renato Archer

Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento no Centro de Pesquisas Renato Archer e a Lei de Informática

1. Resumo

Este artigo apresenta os projetos realizados pelo Centro de Pesquisas Renato Archer – CenPRA no âmbito da Lei de Informática e os resultados mais relevantes neles obtidos. O CenPRA vem contribuindo para o desenvolvimento tecnológico através da disponibilização de competências para seus beneficiários nas várias fases do ciclo de engenharia de produtos, desde sua concepção até sua aplicação. Os projetos são apresentados enfatizando as ações empreendidas nas várias fases do ciclo de engenharia dos produtos gerados e nos processos empregados. A realização dos projetos resultou, entre outras coisas, na geração e transferência de tecnologia, na capacitação de recursos humanos e na melhoria da infra-estrutura física do CenPRA e das empresas que deles participam.

2. Introdução

O Centro de Pesquisas Renato Archer é uma instituição do Ministério da Ciência e Tecnologia, cuja finalidade é promover, executar e divulgar projetos de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia da informação, acompanhar programas de nacionalização, em conjunto com os órgãos próprios, em consonância com as diretrizes do Conselho Nacional de Informática e Automação, exercer atividades de apoio científico e tecnológico às empresas nacionais do setor de tecnologia da informação e implementar política de integração com universidades brasileiras, mediante acordos, convênios e contratos, para o esforço nacional de desenvolvimento da tecnologia da informação.

Em 20 anos de atividades, o CenPRA tem realizado uma gama de atividades tecnológicas junto às empresas, entidades de governo e entidades acadêmicas. Com cerca de 120 pesquisadores e 12 laboratórios, o CenPRA dispõe de infra-estrutura de competências tecnológicas em permanente evolução, capaz de atender demandas por soluções inovadoras, oferecendo acesso ao conhecimento e serviços no estado da arte.

As ações realizadas para a concretização das finalidades do CenPRA são dirigidas para atingir seus objetivos estratégicos, definidos pelo Ministério da Ciência e Tecnologia:

- desenvolver projetos científicos e tecnológicos em Tecnologia da Informação, buscando sinergias entre as várias tecnologias-chave de modo a produzir inovações relevantes do ponto de vista de suas aplicações sócio-econômicas;
- atuar como articulador nacional de CT&I em

Tecnologia da Informação, conjuntamente com outros órgãos do MCT;

- contribuir para o fortalecimento da pesquisa fundamental e aplicada no País;
- buscar a excelência em sua área de atividade, participando de projetos de relevância para a CT&I no País;
- contribuir para a formação de recursos humanos de alto nível, interna e externamente ao CenPRA, utilizando seus recursos e buscando recursos para esse fim;
- contribuir para a integração interinstitucional, interna e externamente ao MCT;
- contribuir para a execução de projetos estruturantes e estratégicos do Governo em sua área de atuação;
- enriquecer o acervo da propriedade intelectual com vistas à agregação de valor aos resultados tecnológicos gerados;
- exercer impacto positivo sobre os sistemas nacionais de CT&I ;
- atender, dentro de sua área de competência, às demandas do Governo e da sociedade em geral.

O CenPRA atua em duas frentes tecnológicas: a condução de projetos de pesquisa e desenvolvimento visando novos conhecimentos no estado da arte e a realização de projetos com entidades externas, compreendendo a assessoria, a geração de inovações, a prototipagem, a qualificação de software e hardware e a prestação de serviços tecnológicos. Através dessa interação com os vários usuários e parceiros, estabelecem-se sinergias e processos que realimentam e enriquecem o acervo de conhecimentos.

Neste contexto, o CenPRA tem desenvolvido uma série de ações voltadas para seus beneficiários. Dentre elas, estão os projetos no âmbito da Lei de Informática (8248), que têm contribuído com inovações nas tecnologias-chave da informação, e com a busca de novos paradigmas que viabilizem uma posição competitiva vantajosa das empresas seja no mercado nacional seja no internacional. Através de seus serviços tecnológicos, o CenPRA tem contribuído para a melhoria de produtos e processos já estabelecidos em várias entidades que com ele têm se relacionado.

3. Ciclo de Vida de Produtos e a Atuação do CenPRA

O CenPRA vem contribuindo para o desenvolvimento tecnológico ao disponibilizar competências para apoiar

seus beneficiários nas várias fases do ciclo de engenharia, desde a concepção até a fabricação de produtos ou a realização de serviços. A figura 1 mostra um modelo simplificado para as fases de desenvolvimento de um produto e exemplos da atuação do CenPRA nessas fases. Na fase exploratória, tem desenvolvido pesquisas produzindo inovações no estado da arte com potencial para se transformarem em produtos ou contribuir para novos paradigmas tecnológicos. Nesta fase, as ações do CenPRA têm decorrido de sua atuação pró-ativa ou através da associação de esforços com outras entidades, identificando oportunidades para a introdução de novos conceitos, aplicáveis a processos ou produtos.

Na fase de demonstração da viabilidade de novos conceitos, o CenPRA tem contribuído através da prototipagem de hardware, software e sistemas, em conjunto com o agente que irá levar o produto ao

usuário final. Essa fase compreende a concepção do protótipo a partir das especificações, sua construção e sua validação funcional e paramétrica, de tal forma que se possa demonstrar a exequibilidade de uma nova idéia, testar uma nova funcionalidade, demonstrar a viabilidade de um novo produto e verificar sua aceitação pelo usuário.

Na fase do ciclo de engenharia correspondente à produção, a principal atuação do CenPRA vem se dando na melhoria de produtos e processos de produção, na sua qualificação e na verificação da conformidade de produtos industriais de software e hardware. Tem contribuído, também, para a integração de novos sistemas e a demonstração de aplicações inovadoras de produtos existentes.

Nos projetos realizados no âmbito da Lei de Informática o CenPRA tem atuado em todas essas fases, como se relata a seguir.

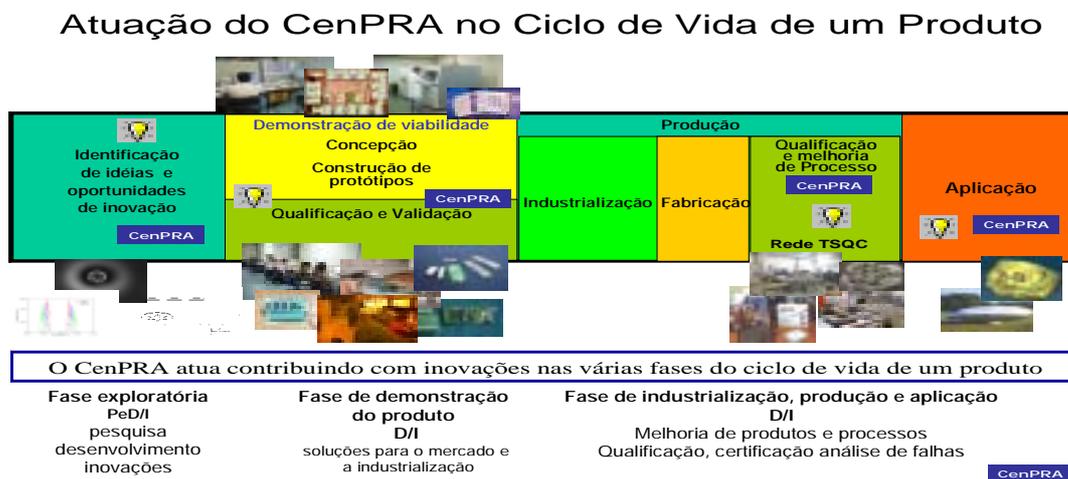


Figura 1

4. Principais Projetos Realizados

Os projetos realizados pelo CenPRA com empresas beneficiárias da Lei de Informática tiveram como objetivo ações diversificadas nas várias fases do ciclo de engenharia de produtos e no desenvolvimento ou qualificação de processos.

A figura 2 mostra, de forma esquemática, o foco dos objetos de cada projeto realizado com as empresas: Alcatel, CIS/Eletrônica, COMPAQ/HP, Hypercom e Itaucom. Além dos objetos específicos de P&D contratados com cada empresa, foram feitos investimentos em projetos de pesquisa exploratória e de desenvolvimento das competências do CenPRA como mostra a figura 3. Vários projetos e atividades de pesquisa do CenPRA foram potencializados com os recursos oriundos da Lei de Informática aplicados nos diversos projetos contratados ao longo dos últimos anos e resultaram na capacitação de recursos

humanos, em melhorias na infra-estrutura física dos laboratórios do CenPRA e na geração e transferência de tecnologias para empresas apoiadas pelo Centro.

A seguir são apresentadas, na ordem alfabética do nome da empresa, as principais atividades realizadas nos 5 projetos principais de P&D realizados pelo CenPRA com o apoio da Lei de Informática.

4.1 Projeto: Melhoria de Processo de Software da ALCATEL

Melhoria de Processo de Software, Capacitação de Recursos Humanos e Transferência de Tecnologia

Este projeto teve como objeto a avaliação do modelo de processo de software que está sendo utilizado pela comunidade S12 da Alcatel do Brasil e a preparação de um Plano de Ação de Melhorias, segundo as diretrizes ditas pelo modelo CMM – Capability Maturity Model.

Aplicação em Projetos de Inovação e Capacitação

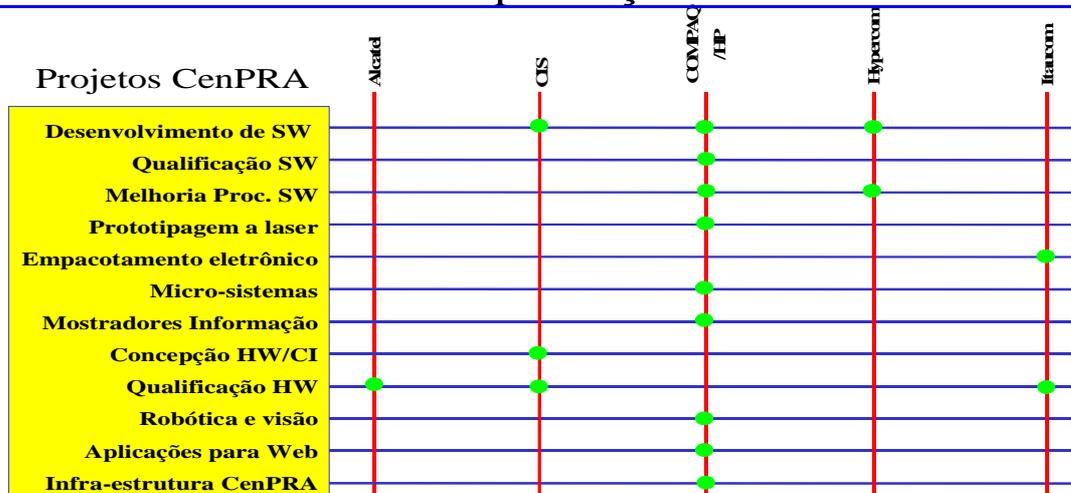


Figura 3

Projetos e Fases do Ciclo de Vida de Produto



Figura 2

Foi realizado um plano de ação para melhoria dos processos de produção de software da Alcatel-Brasil, viabilizando sua evolução para atender aos requisitos definidos pelo nível 2 do modelo CMM considerado como padrão para empresas que desejam oferecer produtos de software no mercado globalizado.

Além dos benefícios para os processos da Alcatel, o projeto contribuiu para o desenvolvimento e capacitação das equipes do CenPRA e para a identificação da natureza dos problemas enfrentados por uma empresa que desenvolve software em diversas partes do mundo e de como estes problemas são solucionados.

4.2 Projeto: Desenvolvimento de Circuito Integrado e Sistemas de Hardware para a CIS Eletrônica

Projeto de Circuitos Integrados, Capacitação de Recursos Humanos e Transferência de Tecnologia

A parceria com a CIS Eletrônica teve como objetivo o desenvolvimento na área de projeto de circuitos integrados dedicados e a demonstração de inovações capazes de criar vantagens comparativas para os produtos da empresa e de aumentar sua competitividade.

O projeto compreendeu a realização e a verificação comportamental de circuitos incluindo todas as etapas do ciclo de engenharia de um circuito integrado, o que compreende a concepção do sistema, a validação experimental dos protótipos, a fabricação de um lote piloto em uma fundição de silício (AMS, Áustria), sua qualificação e homologação para o mercado.

Um dos resultados relevantes do projeto foi a concepção e qualificação de um circuito integrado cuja função é realizar a leitura de sinais analógicos codificados e gravados em trilhas de dados de cartões magnéticos, e disponibilizar estes dados de forma binária e seqüencial. Os circuitos analógicos e os algoritmos utilizados no circuito integrado constituíram-se num desenvolvimento singular, fruto das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do CenPRA em cooperação com a CIS Eletrônica.

O projeto compreendeu a especificação funcional dos circuitos, sua concepção, simulação, criação do "layout", verificação de regras de projeto, fabricação de lote de protótipos para teste e validação e a otimização e fabricação de um lote piloto para teste de campo. Este lote foi submetido a ensaios de confiabilidade no CenPRA e qualificado para uso nos produtos da CIS. Foram também realizadas montagens com tecnologia "chip-on-board" e sua confiabilidade verificada. O circuito integrado qualificado foi posteriormente produzido em escala industrial, comercializado e utilizado pela própria empresa como um dos componentes de seus produtos para automação comercial e bancária.

Um dos principais resultados do projeto foi a validação do macro-processo do CenPRA de concepção, prototipagem e qualificação de um ASIC destinado a um produto comercial de sucesso. A experiência adquirida na execução deste projeto foi importante, também, para o desenvolvimento dos profissionais da instituição e da empresa envolvidos na sua execução, com o envolvimento direto de pelo menos treze profissionais no desenvolvimento desta atividade.

Outro resultado do projeto foi a realização de estudo e o desenvolvimento de circuitos eletrônicos dedicados ao processamento de sinais provenientes de um sensor óptico, utilizado em sistemas de hardware dedicados à automação comercial e bancária. A função do circuito eletrônico é de identificar a presença de uma mídia gravada com um código de barras, amplificar e processar o sinal analógico proveniente do sensor óptico mediante a movimentação linear da mídia e disponibilizar o conteúdo de dados desta mídia de forma binária e seqüencial. O objetivo do desenvolvimento foi a busca de uma solução que utilizasse componentes comerciais facilmente encontrados no mercado regional e de baixo custo, viabilizando um produto com capacidade de competir nos mercados nacional e global. Na concretização deste resultado foram realizados um protótipo com componentes comerciais e um protótipo de um

circuito integrado com circuitos analógicos inovadores, dedicado para amplificar os sinais provenientes do sensor óptico.

Outro objeto do projeto consistiu no desenvolvimento de cartões inteligentes, no caso "smartcards" com contatos. O projeto consistiu na concepção e validação do circuito para uma leitora de cartões. Este desenvolvimento foi realizado em parceria com a equipe de engenharia da empresa. A motivação para a participação da instituição neste desenvolvimento foi o de realizar o desenvolvimento tecnológico do novo produto desde sua concepção inicial. As atividades realizadas no projeto contribuíram para que a empresa desenvolvesse um produto comercial. Para cartões "smartcard" sem contato foi elaborado um estudo para a empresa, com a finalidade de lhe dar subsídios na definição de sua estratégia para o setor.

Outro objeto consistiu no projeto e prototipagem de um circuito integrado de aplicação específica (ASIC) com a função de realizar a leitura simultânea do sinal analógico codificado nas três trilhas de dados gravados em cartões magnéticos, e disponibilizar estes dados de forma binária e seqüencial. O circuito foi projetado de forma a operar com baixa tensão. As atividades abrangeram a especificação do CI, o projeto dos circuitos do decodificador de F-2F para 3 trilhas, a montagem funcional com componentes discretos, sua integração com o projeto do circuito integrado, a fabricação de protótipos, e avaliação do circuito. O circuito integrado está sendo produzido e deverá ser comercializado individualmente e também de forma incorporada aos produtos da empresa.

4.3 Projeto: CenPRA/Compaq(HP) para o Desenvolvimento de Tecnologia para Qualificação e Inovação de Produtos e Processos Relacionados com TI

Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, Melhoria de Processos, Formação de Recursos Humanos, Serviços Tecnológicos

A cooperação entre o CenPRA e a COMPAQ/HP teve por objetivo o desenvolvimento tecnológico nas áreas de qualificação e inovação de processos e produtos relacionados com Tecnologia da Informação. O projeto consistiu de vários módulos e sua execução requereu atividades centradas em pesquisa, desenvolvimento, capacitação e prestação de serviços tecnológicos.

Os principais resultados obtidos na execução desses projetos foram:

- Instalação do Centro de Tecnologia de Software (atual PSC – Product Solution Center)

O CenPRA vem contribuindo para a melhoria da qualidade e produtividade em software, através de sua atuação junto às empresas e entidades que desenvolvem software apoiando-as na melhoria da qualidade de seus produtos por meio da geração, absorção e disponibilização de tecnologias adequadas à realidade brasileira. Dentro deste enfoque, o CenPRA

estabeleceu com a COMPAQ/HP uma parceria para a criação de um Centro de Tecnologia de Software (CTS), posteriormente denominado de Product Solution Center (PSC).

O PSC foi concebido com a intenção de congrega equipes com competências para, a partir do desenvolvimento de testes para imagens de software, estabelecer um centro de excelência voltado para a inovação em soluções computacionais acessíveis aos desenvolvedores brasileiros, promovendo a concretização de sistemas com características e custo competitivos. Hoje o PSC atua em todos os processos relacionados com a tecnologia de software por meio do desenvolvimento de novas técnicas e conhecimentos básicos.

Este centro foi instalado fisicamente no CenPRA e conta com uma equipe treinada e capacitada em sistemas Microsoft Windows, Linux e redes "wireless", e vem desenvolvendo atividades em teste de imagens de software e compatibilidade de hardware. São relatados, a seguir, os principais resultados produzidos em decorrência da atuação do PSC.

Foi criado um Ambiente de Boot Remoto que teve como objetivo criar soluções para permitir que máquinas em teste sem disco possam carregar um sistema operacional remoto e executar diagnósticos de teste em ambientes Linux e Windows. Este ambiente abre a possibilidade de implantação de sistemas remotos específicos, como o caso de testes de máquinas em produção, constituindo-se em uma opção para configurações que necessitem de processamento distribuído com dados centralizados. A solução implementada foi testada na linha de produção de servidores da HP no Brasil, executando os testes em 60 máquinas simultaneamente. O mesmo teste foi repetido em laboratório da HP em Houston, EUA, com mais de 250 máquinas.

Um sistema de automação do processo de teste de imagem de software pré-instalado em computadores do tipo PC foi realizado com o objetivo de verificar se um determinado software pode ser carregado, configurado e executado corretamente. Este resultado teve como características inovadoras a utilização de técnicas de re-uso de software, de engenharia reversa, de padronização de interfaces e de engenharia de software.

- Evolução de método de avaliação de software

Foram desenvolvidos métodos de avaliação da qualidade de produtos de software e melhorias do processo de desenvolvimento de software, contribuindo para a evolução do método de avaliação do produto MEDE-PROS, anteriormente desenvolvido pelo CenPRA. O MEDE-PROS é único e baseia-se nas normas internacionais mais atualizadas. O CenPRA tem atuado ativamente na definição desses padrões internacionais para qualidade de software através da participação de seus técnicos em comitês de organismos normalizadores como a ISO. O MEDE-PROS - Método de Avaliação de Qualidade de

Produtos de Software foi desenvolvido para avaliar a Qualidade de Produtos de Software sob o ponto de vista dos usuários finais, tendo como referência as Normas Internacionais: ISO/IEC 9126 (NBR 13596 – Engenharia de Software - Avaliação de produto de software - Características de qualidade e diretrizes para o seu uso - Abr. 1996) e NBR ISO/IEC 12119 - Engenharia de Software - Pacotes de Software – Testes e Requisitos de Qualidade, que definem as 6(seis) características de qualidade de software que devem estar presentes em todos os produtos: Funcionalidade, Confiabilidade, Portabilidade, Usabilidade, Eficiência e Manutenibilidade, e requisitos de qualidade de um pacote de software. Este método encontra-se registrado na Fundação Biblioteca Nacional, sob o número 135.620, livro 216, folha 84 e com o registro de marca no INPI sob o número 820166243.

- Programa de prevenção de descargas eletrostáticas ESD

Um outro importante resultado do projeto consistiu em uma metodologia para orientação de programas de prevenção a falhas causadas por ESD (Electrostatic Discharge) em linhas de manufatura industriais de produtos eletrônicos.

Como resultado específico, este programa atendeu às necessidades da fábrica da Compaq/Jaguariúna, estabelecendo atividades de reforço às precauções já adotadas no processo de manufatura daquela empresa. Foi estabelecida uma sistemática baseada em recomendações normativas visando à diminuição efetiva de ocorrências de falhas causadas por ESD.

Foram realizadas várias atividades incluindo medidas de prevenção de ESD, estabelecimento de uma sistemática de supervisão e controle do programa envolvendo setores internos e fornecedores, documentação do programa e criação de comitê de prevenção de ESD, resultando em módulos de treinamento aplicados a outras empresas, particularmente a fornecedores da COMPAQ/HP.

Este objeto do projeto incluiu a análise de falhas de placas que apresentavam defeitos devidos a descargas eletrostáticas atmosféricas, identificando-se prováveis causas das falhas observadas. Simulações das condições de falha possibilitaram a recomendação de modificações no projeto de placas de circuitos.

Foram, ainda, desenvolvidos materiais para a proteção de ESD e foi complementada a capacitação instrumental do CenPRA com equipamentos específicos para a qualificação e classificação de materiais.

Além dos resultados acima descritos, estas atividades contribuíram para a consolidação da capacitação das equipes e o desenvolvimento de um programa para aperfeiçoamento tecnológico voltado à análise de processos de manufatura quanto à prevenção de ESD, hoje disponível a outras empresas da área de eletroeletrônica.

- Desenvolvimento de um sistema de testes de integridade para equipamentos Compaq

Foram especificados os requisitos para um sistema automatizado de teste de software que é pré-instalado em computadores. O sistema foi desenvolvido em duas versões, em português e espanhol, para máquinas com Windows ME, e é dirigido ao consumidor final. Foram também desenvolvidas novas técnicas de automação de testes simulando o usuário, de re-uso de software, de padronização de interfaces e de engenharia de software.

- Especificação de requisitos para teste de conectividade à Internet com modem em linha discada (realizados no ambiente de produção da empresa)

Foi realizada a especificação de um programa de computador para detectar a existência de um modem, verificar sua configuração, conectar-se a um provedor de páginas e fazer download de uma página. Este teste é aplicado para verificar, passo a passo, e de forma controlada, se o modem foi instalado e/ou configurado corretamente. Além disto, o sistema foi especificado para gerar dados gerenciais e estatísticos sobre os modems, os testes que falharam, as razões das falhas, etc. e gerar dados gerenciais e estatísticos. Este projeto contemplou a utilização de novas técnicas de automação de testes simulando o uso do ponto de vista do usuário, de re-uso de software, de padronização de interfaces e de engenharia de software.

O projeto contemplou, ainda, a complementação de recursos de projetos de P&D em desenvolvimento no CenPRA, contribuindo de forma importante para o desenvolvimento de trabalhos em concepção de circuitos e sistemas, microssistemas, empacotamento eletrônico, mostradores de informação, qualificação de hardware e software, prototipagem por sinterização a laser, robótica e visão. Entre esses, cabe destacar o apoio ao desenvolvimento de um método de avaliação de produtos de software para gestão pública municipal, o qual apresenta características inovadoras, podendo induzir novas iniciativas como o estabelecimento de um padrão mínimo (básico) da qualidade dos Sistemas Aplicativos utilizados na Gestão Pública Municipal Brasileira. Este trabalho resultou em um método de avaliação de aplicativos pioneiro desenvolvido, testado e aplicado para qualificar produtos de software para gestão pública municipal.

4.4 Projeto: Apoio e Consultoria à Hypercom em Tecnologia da Informação

Capacitação de Recursos Humanos e Transferência de Tecnologia

Foi realizada a especificação de uma plataforma aberta de desenvolvimento de software para família de equipamentos da Hypercom. A Hypercom atua no mercado de desenvolvimento de equipamentos POS (Point Of Sale). O CenPRA e a Hypercom visaram com este projeto a especificação de uma plataforma de desenvolvimento aberta, em linguagem C, para o

desenvolvimento de aplicações para POS. Dadas as peculiaridades do mercado financeiro brasileiro, que envolve vastas e complexas operações de débito, crédito e consultas, torna-se necessária a criação de um ambiente amigável de desenvolvimento para as aplicações requeridas. Para chegar ao ambiente de desenvolvimento amigável torna-se necessária uma profunda análise de engenharia para aspectos como a arquitetura de hardware utilizada, suas limitações de paginação de memória, além do acervo de funções implementadas próximas deste hardware. Como conseqüência desta análise foi elaborada uma especificação de ambiente amigável para o desenvolvimento de software.

4.5 Projeto: Desenvolvimento de Módulos e Micro-Módulos para a ITAUTEC

O projeto compreende a capacitação de recursos humanos, a transferência de tecnologia e melhoria da infra-estrutura.

Este projeto focalizou as seguintes metas principais:

- a) desenvolvimento da tecnologia de montagem em superfície, no CENPRA, visando a utilização desta técnica na montagem dos micro-módulos a serem desenvolvidos;
- b) ampliação da capacidade de prototipagem de módulos integrados no CenPRA abrangendo as tecnologias de montagem sobre superfície (SMT), montagem Chip on Board (COB) e montagem cerâmica;
- c) realização de estudos e caracterização de materiais utilizados no processo SMT;
- d) montagem de protótipos de CI's e de micro-módulos visando o desenvolvimento de novos produtos de interesse da Itautec;
- e) qualificação dos novos produtos e estimativa do seu nível de confiabilidade;
- f) Road-map das tecnologias de projeto e fabricação de micro-módulos com visão de 2 a 5 anos;
- g) simulação funcional e comportamental dos micro-módulos a serem desenvolvidos e de seus componentes.

Os principais resultados obtidos no projeto são relatados a seguir.

Desenvolvimento das etapas de processo e ajuste dos seus principais parâmetros para viabilização da montagem de componentes eletrônicos de montagem sobre superfície em substratos de face simples e de montagem sobre superfície do substrato dupla face. Este processo foi analisado com base na norma IPCA 610 C tendo sido satisfatoriamente enquadrado no nível 2 do seu critério de aceitação, compatível com aplicações de alta confiabilidade.

Ensaio para qualificação do processo produtivo de micro-módulos. Parte do processo de qualificação do processo produtivo foi realizado pelo CENPRA: ensaio de ciclagem térmica em CI's e módulos de memória e ensaio de ciclagem térmica em placas de circuito impresso. Foram realizadas análises e avaliações de falhas de produtos resultantes de processo produtivo: análise de falhas de CI's de memória 64 MB e análise de falha em módulos de memória de memória de 8 e 16 MB.

Este projeto contribuiu para a melhoria da qualidade

do processo de manufatura de módulos da Itaotec/Philco e dos seus respectivos produtos. Por outro lado proporcionou a padronização de um método de qualificação de processos de manufatura industriais, além de proporcionar a evolução da competência tecnológica na área de ambas as instituições e a formação de equipes especializadas.

Este projeto proporcionou, ainda, ao CenPRA a ampliação de sua capacidade nas técnicas de empacotamento eletrônico e de ensaios e testes do CenPRA, através da agregação de equipamentos, ampliando a gama de produtos e processos possíveis de serem oferecidos aos seus beneficiários com alto grau de flexibilidade e de alto desempenho.

5. Conclusão

Este artigo apresentou uma breve descrição dos principais projetos realizados pela instituição conjuntamente com empresas no âmbito da Lei de Informática. Participaram dos projetos empresas de vários portes que atuam de forma competitiva no mercado brasileiro: pequenas e médias empresas que atuam produzindo equipamentos e software, uma grande empresa de capital brasileiro e uma grande empresa internacional. Em todos os casos, os projetos abordaram aspectos tecnológicos relevantes, com cobertura das várias fases do ciclo de engenharia,

tendo os resultados satisfeito às especificações contratadas e compreenderam: o desenvolvimento de ferramentas de apoio à produção industrial, projeto e qualificação de novos produtos, incluindo ASICs, desenvolvimento de métodos e processos de qualificação e avaliação de processos e produtos.

Os recursos obtidos através de projetos contratados utilizando os benefícios da Lei de Informática foram também aplicados em projetos de pesquisa e desenvolvimento inovadores e capacitadores em uma ampla gama de tecnologias-chave para o desenvolvimento da Tecnologia da Informação e Comunicação. Esses projetos, portanto, contribuíram para a ampliação da base de competências tanto nas empresas como no CenPRA, realimentando positivamente o processo de consolidação da infraestrutura tecnológica local.

A evolução das relações entre as empresas privadas e o CenPRA, entidade de P&D tecnológica pública, associada à crescente compreensão da natureza dos papéis de cada um no processo de construção de um complexo tecnológico competitivo, permite vislumbrar um processo de adensamento progressivo e mostra os benefícios decorrentes da política expressa na legislação de informática.