



## PARCERIA INDÚSTRIA– UNIVERSIDADE: 10 ANOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA ÁREA DE TELECOMUNICAÇÕES

**Cícero Ferreira Fernandes Costa Filho** – ccosta@ufam.edu.br

**Marly Guimarães Fernandes Costa** – mcosta@ufam.edu.br

**Orlens da Silva Melo** – orlens@ufam.edu.br

**Hillerman Osmídeo** – hillerman@ufam.edu.br

**Ozeney de Sousa e Silva** – ozeney@ufam.edu.br

**Mitsuyoshi Nishi de Carvalho** – mitsuyoshi@ufam.edu.br

**Washington Pinto Lisboa** – wlisboa@ufam.edu.br

Universidade Federal do Amazonas, Centro de Tecnologia Eletrônica e da Informação  
Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado I  
69077-000 – Manaus – Amazonas

**Resumo:** Este trabalho apresenta o resultado de uma década de parceria entre o Centro de Tecnologia Eletrônica e da Informação da Universidade Federal do Amazonas– CETELI/UFAM e a empresa Trópico Sistemas e Telecomunicações, com a interveniência da Fundação de Apoio Institucional Rio Solimões. As atividades desenvolvidas nessa parceria concentram-se em três áreas: Inovação do processo, inovação do produto e formação de recursos humanos. A área de inovação do processo caracteriza-se pelo desenvolvimento de sistemas de automação industrial que implicaram numa melhoria da qualidade dos produtos fabricados. A área de inovação de produto caracteriza-se pela proposta de desenvolvimento de uma nova plataforma de Hardware para a Central de Telefonia Trópico. A área de formação de recursos humanos caracteriza-se por um programa de formação complementar às atividades de graduação, dirigido para alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação. Com esse objetivo foi montado um laboratório de centrais telefônicas no CETELI. Os benefícios para ambas as partes são a razão da longevidade e sucesso dessa parceria.

**Palavras-chave:** Inovação tecnológica, Parceira universidade-empresa, Formação de recursos humanos.

### 1. INTRODUÇÃO

O Centro de Tecnologia Eletrônica e da Informação/CETELI, um órgão suplementar da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, ocupa uma área de 1800m<sup>2</sup> no setor norte do Campus Universitário e tem por missão promover a pesquisa, o desenvolvimento científico e tecnológico e a formação de recursos humanos na Amazônia, buscando a excelência nas áreas de tecnologia eletrônica, tecnologia da informação, automação e engenharia biomédica. As empresas do Pólo Industrial de Manaus (PIM) são os principais parceiros de pesquisa e desenvolvimento (P&D). As parcerias de P&D com as empresas do PIM são viabilizadas através da Fundação de Apoio Institucional Rio Solimões/Unisol. O histórico da atuação em

Realização:



Organização:





pesquisa e desenvolvimento do CETELI se confunde com a história da Unisol: A maioria dos projetos de P&D do CETELI foi executada através da Unisol. As únicas exceções são aqueles projetos de pesquisa firmados diretamente entre o órgão financiador (em geral o CNPq) e o pesquisador.

Ao longo de quase uma década de trabalho, o CETELI carrega consigo o estigma da inovação tecnológica, tendo atuado na inovação de processos industriais, na inovação do produto e na formação de recursos humanos.

Na área de inovação de processos já desenvolveu diversos trabalhos em parceria com empresas como PHILIPS MDS, Xerox da Amazônia, Trópico Sistemas e Telecomunicações e Proview. Dois desses trabalhos resultaram em prêmios FINEP de inovação tecnológica região norte, na categoria de processos, nos anos de 2005 e 2006.

No ano de 2005 o prêmio FINEP de inovação tecnológica foi alcançado com o projeto “Desenvolvimento de uma unidade para transporte eficiente de materiais – PUSH CAR”. Para o transporte de módulos de Displays de Cristal Líquido entre a Philips MDS e seus clientes, a empresa seguia um processo convencional de embalagem dos Displays de Cristal Líquido em cartelas plásticas, incluindo 30 ou 32 unidades por cartela. Em seguida, essas cartelas eram agrupadas em conjuntos de 10 ou 12 unidades sendo embaladas em caixas e paletizadas. No cliente, os displays eram desembalados e utilizados para a montagem do celular. As cartelas, devido ao processo de paletização e transporte, chegavam ao cliente amassadas. Assim, após o uso, tanto as cartelas quanto as caixas utilizadas na paletização eram jogadas no lixo. Esse projeto teve por objetivo propor uma unidade de transporte que permitisse o reaproveitamento das cartelas. Com isso, conseguiu-se uma economia substancial de materiais e a simplificação da etapa final do processo produtivo. Traduzindo melhor, a empresa fez uma economia significativa em termos de unidades de cartelas utilizadas para embalagem dos displays de cristal líquido, embalagens de papelão e demais acessórios utilizados no processo de paletização. A etapa final de paletização foi simplesmente eliminada do processo produtivo. Na figura 1(a) mostra-se uma foto do PUSH CAR.

No ano de 2006 o prêmio FINEP de inovação tecnológica foi alcançado com o projeto “STU-AV: Sistema de Testes Unificado Para Produtos de Áudio e Vídeo. O STU-AV é um equipamento que concentra todo hardware básico para a realização de testes funcionais em produtos eletro-eletrônicos de áudio e vídeo. Sua concepção nasceu da necessidade de diversas empresas do Pólo Industrial de Manaus (PIM) que produzem uma quantidade razoável de modelos diferentes dos mesmos produtos não poderem esperar pelo tempo de desenvolvimento de novos equipamentos de testes para cada novo modelo que entra em produção. O STU-AV é composto por três módulos: módulo de controle e instrumentação, módulo fonte e interface homem-máquina (IHM). Na figura 1(b) mostramos uma foto do sistema STU-AV com os três módulos.

Na área de inovação do produto, o CETELI desenvolveu trabalhos com as empresas Flex da Amazônia, Engecrim, Nortel e Trópico Sistemas e Telecomunicações. Atualmente, encontra-se em execução o principal trabalho nessa área, o desenvolvimento de uma nova plataforma de hardware para a Central Telefônica Trópico.



Figura 1 – (a) Projeto PUSH-CAR – Prêmio FINEP 2005; (b) Projeto STU-AV – Prêmio FINEP 2006.

Na área de formação de pessoal destaca-se um Programa de Formação de recursos humanos voltado para os acadêmicos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação, cujo objetivo é potencializar a inserção no mercado de trabalho dos referidos acadêmicos, através de uma gama de atividades extracurriculares que engloba desde a capacitação em tópicos atuais e de interesse do mercado (indústria/instituição parceira), à iniciação tecnológica (através de atividades práticas e da realização de projetos de desenvolvimento) e a vivência em ambiente fabril. Assim, durante todo o ano o CETELI acolhe em seus laboratórios grupos de alunos vinculados a um dos inúmeros projetos desse programa. Destacam-se nesse contexto as parceiras com a empresa Trópico Sistemas e Telecomunicações, Instituto Nokia de Tecnologia – INdT e Centro Tecnológico do Pólo Industrial de Manaus – CTPIM (COSTA FILHO et al., 2010; COSTA FILHO et al., 2011). Um resumo das atividades do CETELI entre 2000-2006 pode ser encontrado em (COSTA FILHO e COSTA, 2006).

Nesse trabalho pretende-se apresentar os resultados obtidos através da parceria firmada entre o CETELI e a empresa Trópico Sistemas e Telecomunicações.

## 2. INOVAÇÃO NA PARCERIA CETELI –TRÓPICO SISTEMAS E TELECOMUNICAÇÕES

Desde o ano de 2001 a empresa Trópico Sistemas e Telecomunicações mantém convênio com a Universidade Federal do Amazonas/CETLI, voltado para a Pesquisa e o Desenvolvimento Tecnológico. Os recursos são oriundos da obrigação das empresas com a lei de informática, que estipula para empresas uma aplicação de 5% de seu faturamento em atividades de P&D. A seguir detalham-se os frutos dessa parceria nas três principais áreas já citadas: inovação de processo, inovação de produto e formação de recursos humanos.

### 2.1. Inovação no Processo

Na Figura 2 mostram-se resumidamente, em nível de complexidade crescente, as partes que compõem uma central telefônica da empresa Trópico Sistemas e Telecomunicações. Uma gaveta, dependendo das placas de circuito impresso (PCI) que a compõe, pode possuir distintas funcionalidades, como: sinalização entre processadores, sincronização da central, comutação de assinantes, etc. Uma central telefônica é constituída por um ou mais bastidores, que podem ser definidos como um conjunto de gavetas.

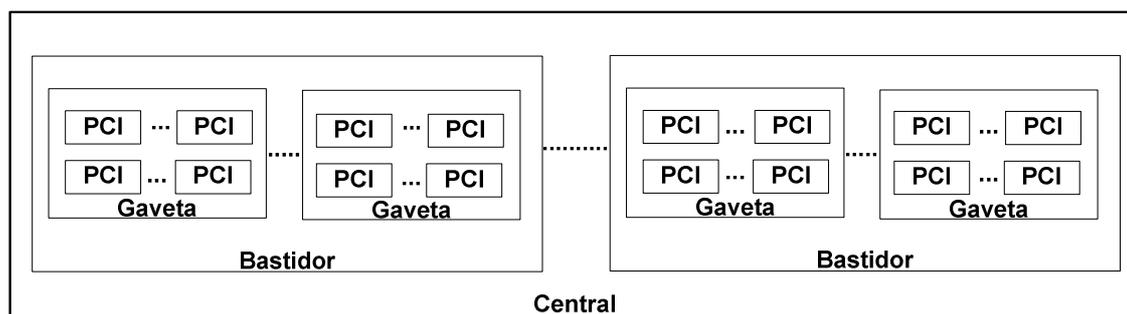


Figura 2 - Partes de uma central telefônica Trópico

O controle de qualidade do processo de fabricação das diversas PCI's que integram uma central telefônica exige uma cobertura de teste de 100%. Dois testes principais são executados nas PCI's: testes de integração e testes funcionais/paramétricos. Nos testes de integração, as PCI's são inseridas em uma central telefônica e o funcionamento da mesma é então avaliado. Em geral, o teste de integração apresenta como resultado a informação de que o equipamento em avaliação está bom ou ruim. Uma desvantagem desse tipo de teste é que o detalhamento dos defeitos não chega ao nível de componentes da PCI, o que dificulta o reparo no caso de defeito. Nos testes funcionais/paramétricos, ao contrário, cada PCI é avaliada por um sistema de testes específico que consegue avaliar não só a presença de defeitos, mas também o tipo do defeito, facilitando o reparo da mesma. Ao longo dos anos de vigência da parceria CETELI-Trópico, os sistemas de testes funcionais/paramétricos de cada tipo de PCI existente na central telefônica foram projetados.

Uma preocupação marcante dos gestores do projeto foi a de prover à equipe técnica um processo contínuo de capacitação em novas tecnologias. Como decorrência não só dessa capacitação, mas também da competência técnica dos profissionais, a tecnologia utilizada para o desenvolvimento dos sistemas de testes evoluiu significativamente desde os primórdios da parceria até o presente. Inicialmente eram desenvolvidos sistemas de teste funcionais baseados na geração de estímulos e captura de respostas das PCI's. Essa metodologia de testes exige que o projetista conheça profundamente a PCI para a qual estava sendo desenhado o sistema de testes. O projeto do sistema de testes é uma tarefa laboriosa, exigindo a utilização de sistemas microprocessados, dedicados à realização dos testes. Atualmente, utiliza-se uma metodologia inteiramente diferente, conhecida como JTAG (Join Action Test Group) (IEEE, 1990). Esta metodologia, voltada principalmente para teste de circuitos digitais, fundamenta-se na utilização de componentes que possuem a interface JTAG, composta basicamente por quatro sinais: TCK, TMS, TDI e TDO. Assim, pode-se afirmar que a metodologia JTAG não é apenas uma metodologia de teste, mas também uma metodologia de projeto de PCI's (XJTAG, 2008), uma vez que os componentes usados no projeto devem possuir tal interface e devem ser interligados em uma espécie de rede. O sistema de testes acessa a PCI através de uma interface de hardware, que controla os sinais JTAG. Diferentemente da primeira metodologia, o projeto do sistema de testes é uma tarefa mais simples, exigindo um computador desktop (PC) e uma ferramenta de software apropriada para desenhar o aplicativo de teste. Muitas são as vantagens da metodologia JTAG, dentre as quais podemos citar: redução significativa do tempo de desenvolvimento do teste de uma PCI; alto nível de detalhes de falha; disponibilidade de ferramentas gráficas para geração e leitura de estímulos, facilitando o diagnóstico de placas que possuem componentes BGA (Ball Grid Array) e outros encapsulamentos mais complexos.



## 2.2. Inovação no Produto

Depois de tantos anos trabalhando na inovação do processo, os profissionais envolvidos adquiriram um conhecimento detalhado da tecnologia da central telefônica produzido pela empresa Trópico. Esse conhecimento possibilitou que no ano de 2009, em parceria com a empresa Trópico, fosse proposto e aprovado pela FINEP um projeto intitulado “Hardware Universal Inovador para modernização e Evolução Tecnológica e Industrial de Produtos de Telecomunicações”. Esse projeto tem por objetivo desenvolver um Hardware Universal com Tecnologia Inovadora em circuito integrado (programável ou customizável), que permita incorporar as várias funções do hardware comercializado e produzido pela Trópico, destinado a prover serviços de telecomunicações baseados em IP (Internet Protocol), tendo como produto final um protótipo industrial “por excelência” na medida que abrange o desenvolvimento do processo produtivo básico, de ferramentas de teste e validação e sistemas de gestão do processo produtivo. As seguintes vantagens são vislumbradas a partir do desenvolvimento desse projeto:

- Simplificação da cadeia de fornecedores: grande redução da quantidade de itens a serem adquiridos, tendo como consequência uma simplificação do processo produtivo e dos testes;
- Facilidade no licenciamento de hardware para exportação: possibilidade de transferir a produção para parceiros tecnológicos em qualquer lugar do mundo via licenciamento de tecnologia;
- Rápida resposta às necessidades do mercado (time-to-market): velocidade na mudança e prototipagem de novos produtos, atendendo rapidamente a novas demandas e oportunidades (facilidade proporcionada devido ao uso de uma mesma base tecnológica);
- Continuidade na vanguarda tecnológica: a facilidade de desenvolvimento e testes propiciará à Trópico maior foco no desenvolvimento de soluções inovadoras (facilidade na geração de patentes);
- Uso de tecnologias que não agredem o meio ambiente, tais como lead-free, adequando-se a requisitos internacionais que vêm sendo adotados por um número crescente de países. Este desenvolvimento deve resultar também em produtos com significativa redução de consumo de energia consonante, também, com soluções “Green Technologies”.

De uma maneira geral, a arquitetura de hardware das placas que compõem os equipamentos Trópico destinados a prover serviços de telecomunicações baseados em IP é constituída por quatro tipos de blocos funcionais: processadores (incluindo Digital Signal Processors – DSPs), circuitos digitais, memórias e circuitos analógicos ou específicos. Essas funcionalidades podem ou não estar presentes em todas as placas. Da configuração dessas partes surgiram cerca de sessenta placas diferentes, formadas por circuitos digitais proprietários e dedicados ao equipamento. Com o advento dos dispositivos de lógica programável e das linguagens de descrição de hardware, esses sistemas digitais dedicados podem ser confeccionados pela integração em dispositivos de lógica programável, reduzindo-se o universo de várias placas para um conjunto muito menor, de preferência em uma única placa. Este Hardware Universal pode também ser a base para novos projetos e desenvolvimentos.

A adoção desta estratégia de integração de componentes eletrônicos traz desafios tecnológicos extremos tanto para o projeto, quanto para a industrialização do produto:



- Do ponto de vista térmico: faz com que os sistemas eletrônicos realizem o mesmo trabalho ocupando um espaço menor necessitando de uma análise complexa da distribuição de temperaturas em espaços reduzidos, uma vez que o calor gerado é proporcional ao trabalho realizado;
- Do ponto de vista de EMI/EMC (Interferência e Compatibilidade Eletromagnéticas): faz com que as placas trabalhem com maior velocidade e maior poder de processamento, ocasionando a presença de transições de alta frequência, alto consumo de corrente e, portanto, exigindo maior proteção contra a interferência eletromagnética. Isto exige uma análise complexa do atendimento às normas sobre EMI/EMC;
- Do ponto de vista de testabilidade: o projeto deve prover ferramentas que permitam a validação de cada bloco funcional, bem como a funcionalidade sistêmica dentro do equipamento Trópico. Devendo permitir ainda o controle e a supervisão dos testes de forma remota (via protocolo TCP/IP);
- Do ponto de vista da industrialização: a necessidade do uso de componentes com um número alto de pinos em espaços reduzidos leva fatalmente a escolha de encapsulamentos BGA e FBGA, gerando a necessidade de adequação de matéria-prima, insumos, máquinas, equipamentos e, de um modo geral, das normas de aceitabilidade do processo produtivo.

Atualmente, os profissionais envolvidos com o projeto lidam com esses desafios e pretendem, no médio prazo, oferecer ao mercado um novo produto de telecomunicações, resultado da parceria entre uma Universidade brasileira e uma Empresa nacional. Pretende-se que esse produto seja competitivo do ponto de vista de custo, desempenho e portando os mais recentes avanços tecnológicos na área de projeto de sistemas digitais.

### **2.3. Formação de Recursos Humanos**

Em todos os anos da parceria, a empresa Trópico Sistemas e Telecomunicações financiou um projeto de formação de recursos humanos intitulado de “Programa Jovens Potenciais” o qual já beneficiou mais de 120 alunos de graduação. Esse programa, que se encontra na sua oitava edição, justifica-se pelas seguintes pela demanda da empresa Trópico e das operadoras de telefonia fixa por profissionais com conhecimentos aprofundados da tecnologia Trópico de Centrais Telefônicas.

A seleção dos alunos é realizada através de uma avaliação do histórico escolar. Os alunos selecionados firmam contratos de estágios com a Pró-Reitoria de Graduação da UFAM. Em seguida, os mesmos passam a perceber mensalmente uma bolsa, vales transportes e se inserem no rol de atividades mostradas no diagrama em blocos da Figura 2. O locos dessas atividades são as instalações do CETELI e, em alguns casos, as instalações da empresa. A seguir detalha-se o conteúdo das atividades mostradas na Figura 3.

Os cursos extracurriculares oferecidos nesse programa totalizam uma carga horária de 180h e têm o duplo objetivo de reforçar os conteúdos da graduação na área de telefonia e introduzir conteúdos tecnológicos sobre operação e manutenção da central telefônica Trópico. Os seguintes cursos teóricos são ofertados para os alunos: Princípios Básicos de PCM e Comutação Digital, Voz sobre IP, Teoria Básica do Sistema Trópico RA (PROMON, 2000), Operação e Manutenção do Sistema Trópico RA. Ao final de cada curso o desempenho dos alunos é avaliado. A continuidade do mesmo no programa é condicionada a dois fatores:



apresentar um bom desempenho nas avaliações efetuadas e manter um bom desempenho no curso de graduação ao qual o mesmo encontra-se vinculado.

Após a formação teórica, diversas atividades de iniciação tecnológica são desenvolvidas: familiarização com o ambiente de interação com a Central Trópico-RA; execução de atividades que envolvem o recurso assinantes; execução de atividades complementares e de auxílio ao processamento das chamadas; execução de atividades para manutenção e geração de dados estatísticos da central; instalação e configuração do software Asterix (Software PBX-IP que pode ser instalado em um PC comum e que permite diversas implementações funcionais de telefonia sob a rede IP) (MEGGELN et al., 2005); criação de URA (Unidade de Resposta Audível); implementação de serviço de música em espera (Music On Hold); implementação da aplicação gravação de chamadas e implementação da aplicação captura de chamadas.

As atividades de iniciação tecnológica são realizadas em um laboratório financiado pela empresa e instalado no CETELI, com a seguinte infra-estrutura: 12 computadores desktops, uma central telefônica Trópico RA e 12 terminais de discagem VOIP.

As quatro últimas edições desse programa contaram com 12 alunos cada. Da última edição aproveita-se sempre o aluno com melhor desempenho para atuar como monitor da turma seguinte. Após as atividades de iniciação tecnológica é realizado um evento de divulgação de atividades práticas realizadas no decorrer do programa. Por último, os alunos realizam um estágio de curta duração nas instalações da empresa.



Figura 3 - Fluxograma das atividades do programa de formação de recursos humanos

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A parceria entre o Centro de Tecnologia e Eletrônica/UFAM e a empresa Trópico Sistemas e Telecomunicações tem trazido inúmeros benefícios tanto para a Universidade Federal do Amazonas como para a empresa em questão. A atividade de inovação do processo tem propiciado a empresa uma melhoria substancial na qualidade do produto entregue ao mercado, graças a existência, nas linhas de produção, de sistemas modernos e eficientes para a realização de testes em todas as PCI's utilizadas na fabricação da central telefônica. A atividade de inovação do produto deve, no médio prazo, oferecer ao mercado um novo produto, fruto da parceria universidade-empresa, competitivo, pois porta os mais recentes avanços tecnológicos na área de projeto de sistemas digitais. O programa de formação de recursos humanos atinge múltiplos objetivos: iniciação tecnológica para os alunos de graduação, fortalecimento da interação universidade-empresa e equiparação da universidade com laboratórios de ensino e pesquisa. Ainda é fato que, devido aos avanços tecnológicos exponenciais que ocorreram e que estão ocorrendo nas engenharias, existe uma dificuldade natural dos cursos de graduação manter os seus currículos atualizados. Dessa forma, o programa de formação de recursos humanos contribui para que a UFAM ofereça às empresas do PIM profissionais com uma formação mais sintonizada com as atuais tecnologias.



### *Agradecimentos*

Agradecemos a empresa Trópico Sistemas e Telecomunicações e a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP pelo suporte financeiro através do projeto 2204/2009.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

COSTA FILHO, C. F. F., MAIA, O. B., ROSA, R.E.V. de S, GIL, A. M, BARROS, P.R., LUCENA JÚNIOR, V. L. Atividades de Pesquisa e Extensão numa Interação Universidade-Empresa: Um Relato de Experiência entre o CETELI/UFAM e INdT/NOKIA In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011, Blumenau. **Anais** do XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. v.1. p.1-10, 2011.

COSTA FILHO, C. F. F., COSTA, M. G. F., LUCENA JÚNIOR, V. L, MELO, O. S., SILVA, O. S. E., MAIA, O. B., Programa de Formação Complementar: Adequando a formação dos acadêmicos de engenharia elétrica e engenharia da computação às demandas do mercado In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2010, Fortaleza. **Anais** do XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE 2010. , v.1. p.1-5, 2010.

COSTA FILHO, C. F. F.; COSTA, M. G. F. Avaliação das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação realizadas pelo Centro de Tecnologia Eletrônica e da Informação CETELI-UFAM, com recursos da lei de informática no biênio 2003-2004. **T&C Amazônia**, Manaus, v. 8, p. 15-23, 2006.

IEEE, IEEE Std 1149.1 IEEE Standard Test Access Port and Boundary-Scan Architecture, 1990.

MEGGELEN, J. V.; SMITH, J.; LEIF, M. Asterisk o futuro da telefonia. Rio de Janeiro: Ed.Alt Books Ltda., 2005.

PROMON ELETRÔNICA DA AMAZÔNIA LTDA. Trópico RA operação e manutenção - guia de treinamento. Campinas: Ed. M&M Computação Gráfica e Publicidade Ltda. 2000.

SCHWABER, K. & BEEDLE, M. Agile Software Development with Scrum, Prentice Hall, 2002.

XJTAG, Design For Testability Guidelines. Disponível em <[www.enquiries.xjtag.com](http://www.enquiries.xjtag.com)>. Acesso em: 08 out. 2010.



## **PARTNERSHIP UNIVERSITY- COMPANIES: 10 YEARS OF TECHNOLOGICAL INNOVATION IN TELECOMMUNICATION FIELD**

***Abstract:** This paper presents the results of ten years partnership between Technological Information Center of Federal University of Amazonas and Tropico Sistemas e Telecomunicações company. The developed activities comprise three areas: process innovation, product innovation and human resources training. The main contribution in process innovation area involves the development of industrial automation systems that improved the manufactured products quality. The main contribution in product innovation area involves the development of a new hardware platform to Tropico telephone exchange. The main contribution in human resources training is a project which aims at further training undergraduate students of electrical engineering, computer engineering and design programs. The benefits to the university include professional initiation and training of students, the creation of a laboratory infrastructure and greater participation of university teachers in the project.*

***Key-words:** Technological Innovation, Partnership University-Company, Human Resources Training.*