



Projeto Político-Pedagógico do

# **Curso Noturno de Engenharia Elétrica**

com ênfase de formação em

**Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados**  
*(Embedded Electronics Systems Engineering)*

**VOLUME I:**

**APRESENTAÇÃO  
DA PROPOSTA**

Curitiba  
2008

*A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original.*

Albert Einstein

**VOLUME I:**  
**APRESENTAÇÃO**  
**DA PROPOSTA**

**SUMÁRIO**

	<b>PÁGINA</b>
1.1. APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	- 4 -
1.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFPR .....	- 5 -
1.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CIDADE DE CURITIBA, O ESTADO DO PARANÁ E A EVOLUÇÃO DO MERCADO DE TRABALHO NA ÁREA DE ENGENHARIA ELÉTRICA NESTES AMBIENTES .....	- 8 -
1.4. PROPOSTA DO NOVO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA NA UFPR.....	- 13 -
1.4.1. DEFINIÇÃO DA NOVA ÊNFASE DE FORMAÇÃO .....	- 14 -
1.4.2. O QUE SÃO SISTEMAS ELETRÔNICOS EMBARCADOS? .....	- 14 -
1.5. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO .....	- 18 -
1.6. FORMAS DE INGRESSO NO CURSO .....	- 19 -
1.7. PERFIL DO EGRESSO .....	- 20 -
1.8. REFERÊNCIAS: .....	- 22 -

## 1.1. APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Este documento apresenta o Projeto Político-Pedagógico de um novo curso de formação, no nível de graduação, de **Engenheiros Eletricistas** a ter início no primeiro semestre letivo de 2009 (Concurso Vestibular realizado em 2008), no âmbito do **Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR)**, com aulas no período noturno e oferecendo a ênfase de formação como **Engenheiro de Sistemas Eletrônicos Embarcados**, inédita no Brasil.

A iniciativa de oferecer o curso no período noturno representa uma oportunidade para pessoas que trabalham durante o dia, melhorando sua qualificação profissional. Além disso, no contexto de uma instituição federal de ensino superior, que possui como cláusula pétrea oferecer ensino gratuito e de qualidade, trata-se de um fator de incentivo à inclusão social. A proposta encaixa-se na atual colocação, como política educacional do Governo Federal, de buscar-se maximização de utilização dos espaços físicos e recursos de infraestrutura universitária, o que vem reforçar o desejo de se ter na UFPR a oportunidade de oferta de um curso de Engenharia Elétrica no horário noturno.

Os anseios de ampliação da oferta de vagas e de abertura de cursos no turno noturno estavam já há muito tempo presentes no Departamento de Engenharia Elétrica da UFPR, tendo agora encontrado uma forma de se tornarem realidade com o lançamento, pelo Governo Federal, do **Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI**. Este programa, com o objetivo de criar condições para a ampliação do acesso e permanência na educação superior, no nível de graduação, pelo melhor aproveitamento da estrutura física e de recursos humanos existentes nas universidades federais, foi instituído pelo Decreto Nº 6.096, de 24 de abril de 2007 e incentiva a criação de cursos noturnos nas IFES.

Paralelamente a esta proposta foi feita uma análise de fatores que têm levado à evasão de alunos no atual curso diurno de Engenharia Elétrica na UFPR. Como consequência desta análise, está sendo proposto para o novo curso noturno uma mudança da postura filosófica do projeto político-didático de formação de Engenheiros Eletricistas, que deverá adotar uma base existencialista e construtivista, centrada na proposta de auto-transformação do aluno em um profissional qualificado. O conjunto de professores do curso deverá formar um grupo coeso e elaborar continuamente a reflexão didática a partir do projeto pedagógico do curso, procurando trabalhar continuamente a relação entre a teoria e a prática. Com estes pressupostos, a proposta político-didática dá maior ênfase à experiência pessoal do estudante, enquanto um ser em constante mutação, através de um currículo em que cada aluno possa se projetar no futuro como um Engenheiro Eletricista e dar existência àquilo que era só possibilidade no momento em que ingressou na UFPR. Ao colocar o aluno como ator principal do processo da aprendizagem, pretende-se incentivá-lo e motivá-lo para dar continuidade ao curso escolhido e, como consequência, reduzir os índices de evasão no futuro curso, ao mesmo tempo em que se estará implantando uma prática educativa inovadora. Paralelamente a esta postura pedagógica, o novo curso noturno propõe a formação de Engenheiros Eletricistas com um perfil diferenciado dos oriundos dos cursos tradicionais, ofertando ênfase de formação em uma área da Eletrônica com perspectiva de rápida absorção pelo mercado de trabalho e que atualmente só é ofertada no Brasil no nível de pós-graduação.

## 1.2. ORIGEM E EVOLUÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFPR

Em 1967 formou-se a primeira turma do Curso de Engenharia Elétrica da UFPR. Ao longo de mais de 30 anos de existência o curso sofreu diversas modificações motivadas pelo extraordinário desenvolvimento nas últimas décadas das aplicações da eletricidade, da eletrônica e das telecomunicações.

Estabelecido inicialmente como uma subdivisão do Curso de Engenharia Mecânica, a criação do **Curso de Engenharia Elétrica** na então **Faculdade de Engenharia da UFPR** recebeu significativo apoio da COPEL, através do Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, emérito mestre da UFPR que presidiu aquela empresa. Na época o sistema elétrico do Estado do Paraná era um dos mais precários do país, composto basicamente de pequenas empresas municipais, que atendiam aos poucos consumidores basicamente com geradores diesel-elétricos em lamentável estado de conservação. As interrupções no fornecimento de energia elétrica eram constantes e a rede de atendimento cobria menos de 20% da área do Estado do Paraná. Com o programa de investimentos definidos a partir da criação da ELETROBRÁS e da COPEL, assistiu-se na década de 1970 a uma transformação energética no Paraná, marcada inicialmente pela construção da espetacular usina hidrelétrica do Capivari-Cachoeira (atual Usina Governador Parigot de Souza) e, posteriormente, das grandes usinas do Rio Iguaçu. Isto posto, nos primeiros anos de funcionamento do Curso de Engenharia Elétrica da UFPR os formandos eram quase que em sua totalidade absorvidos pela COPEL; o próprio quadro de professores era formado basicamente por Engenheiros da COPEL atuando na UFPR em regime de tempo parcial. Como consequência, o Currículo inicial do Curso de Engenharia Elétrica da UFPR tinha uma forte ênfase em **Eletrotécnica**, com especial atenção à área de planejamento e operação de **Sistemas Elétricos de Potência**.

Também na década de 1970, assistiu-se a outro movimento tecnológico no Paraná, tendo como responsável, desta feita, a TELEPAR. O Estado do Paraná foi pioneiro na implantação de diversas novidades na área de telecomunicações, como as ligações interurbanas através de redes de microondas e a discagem direta internacional. Na UFPR, foi criada em 1973 a ênfase em **Telecomunicações** no Curso de Engenharia Elétrica, ocorrendo a contratação de mais um grupo de professores em regime de tempo parcial, caracterizado em sua maioria por Engenheiros da empresa TELEPAR. Também neste caso ocorreu uma significativa contribuição da UFPR no preenchimento de cargos de engenharia da TELEPAR por meio de egressos do seu Curso de Engenharia Elétrica.

Já em 1982, como resultado do movimento de industrialização decorrente do estabelecimento da Cidade Industrial de Curitiba, foi criada a terceira ênfase no Curso de Engenharia Elétrica, na área de **Eletrônica**. Paralelamente a este fato, entrou em operação também em 1982 o **LaCEE (Laboratório Central de Eletrotécnica e Eletrônica)**, laboratório de pesquisa nascido de convênio firmado em 1977 entre a COPEL e a UFPR. Posteriormente este laboratório mudou o seu nome para **LAC – Laboratório Central** e atualmente encontra-se abrangido pelo **LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento**. O LACTEC está classificado como O.S.C.I.P. (*Organização da Sociedade Civil de Interesse Público*), status jurídico que lhe permite, dentre outros desenvolvimentos, o de firmar parcerias com o setor público através da dispensa do processo licitatório. A UFPR participa da administração superior do LACTEC, detendo 30% de seu Capital Social e tendo o

Magnífico Reitor o cargo de Presidente de Honra do Conselho de Administração.

Na época de criação da ênfase em Eletrônica no Curso de Engenharia Elétrica da UFPR, ao contrário dos movimentos anteriores, deu início à contratação de professores em regime de **Dedicação Exclusiva**. Como resultado deste fato, a área de Eletrônica do Curso de Engenharia Elétrica concentrou em pouco tempo a maioria dos professores com titulação de Mestre e Doutor e deu origem às atividades de pesquisa no Departamento. Um marco significativo foi a criação, em 1988, de um grupo misto de professores da UFPR e pesquisadores do então LAC, que se articularam no “Grupo de Microeletrônica” e projetaram o primeiro circuito integrado no Paraná.

A partir de 1995 os professores em regime de Dedicação Exclusiva vinculados ao Departamento de Engenharia Elétrica da UFPR criaram um centro de pesquisa que foi denominado **Centro de Instrumentação Eletrônica – CIEL**. Este centro, concebido inicialmente para a prestação de serviços, serviu de embrião para o nascimento em 1998 do **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE)** da UFPR, inicialmente oferecendo Mestrado com área de concentração em **Instrumentação Eletrônica e Sistemas Automáticos**. Atualmente o Programa de Pós Graduação acha-se perfeitamente consolidado, oferecendo Mestrado nas seguintes áreas de concentração:

#### **Área de Concentração em Sistemas de Energia**

- Sistemas de Potência

#### **Área de Concentração em Sistemas Eletrônicos**

- Circuitos e Sistemas Integrados
- Controle e Automação
- Instrumentação Eletrônica

#### **Área de Concentração em Telecomunicações**

- Microondas e Eletromagnetismo Aplicado
- Sistemas de Comunicação

O **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE)** da UFPR tem sido bem avaliado pela CAPES e pretende, em breve, ofertar também o nível de Doutorado em Engenharia Elétrica.

Atualmente o Curso de Graduação Engenharia Elétrica está estruturado de forma a oferecer as ênfases em **Eletrotécnica, Telecomunicações e Eletrônica**. O currículo está baseado em um ciclo básico de disciplinas obrigatórias com duração de seis semestres letivos, após o que o aluno faz a sua opção por uma das ênfases para dar prosseguimento no curso, por meio de disciplinas optativas. Na prática as ênfases em **Eletrônica e Telecomunicações** não apresentam diferenciação, pois um grande número de disciplinas optativas é comum às duas ênfases.

As denominações das ênfases do curso de Engenharia Elétrica em *Eletrotécnica, Eletrônica e Telecomunicações* continuam sendo utilizadas na UFPR, inclusive anunciadas desta forma no “Guia do Candidato” do Concurso Vestibular. No entanto, esta subdivisão não encontra mais guarida da legislação profissional emanada pelo CONFEA (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia), pois a partir de 2005 uma nova legislação (Resolução

1010/2005 do CONFEA) alterou de forma significativa as denominações profissionais. À luz da nova regulamentação, o título profissional de Engenharia Elétrica abrange três grandes áreas de atuação:

- **Eletricidade Aplicada e Equipamentos Eletroeletrônicos**
- **Eletrotécnica**
- **Eletrônica e Comunicação**

Em seguida a Resolução 1010/2005 do CONFEA lista uma série de subáreas dentro de cada uma das três áreas, que devem servir como foco de atuação e, portanto, de formação profissional do estudante. A Tabela 1 apresenta um quadro, obtido junto ao CREA-PR, listando os diversos itens de atuação específica dos Engenheiros da modalidade Eletricistas, oriundo da Resolução 1010/2005-CONFEA. Naturalmente é impossível num curso universitário de graduação formar um profissional habilitado a atuar em um número tão diverso de áreas. Os cursos universitários devem portanto escolher, nesta tabela, alguns itens de modo a estabelecerem a formação específica dos seus egressos.

Tabela 1: Lista de áreas de possível atuação do profissional ENGENHEIRO, modalidade ELETRICISTA, conforme Resolução 1010/2005-CONFEA.

Materiais, Componentes, Dispositivos ou Equipamentos	Radar
Computação Embarcada	Rádiodifusão
Controle e Automação de Equipamentos	Redes de Comunicação - Cabeamento
Controle e Automação de Equipamentos - Comando Numérico	Redes de Comunicação - Cabeamento - Estruturado de Rede Lógica
Controle e Automação de Equipamentos - Dedicados	Redes de Comunicação - Cabeamento - Externo
Controle e Automação de Equipamentos - Máquinas de Operação Autônoma	Redes de Comunicação - Cabeamento - Interno
Controle e Automação de Processos	Redes Industriais
Energia Elétrica	Robótica
Energia Elétrica - Conservação e Eficientização	Sistemas de Aterramento
Energia Elétrica - Distribuição	Sistemas de Computação
Energia Elétrica - Fontes Alternativas e/ou Renováveis	Sistemas de Informação Aplicados a Engenharia *
Energia Elétrica - Geração	Sistemas de Manufatura
Energia Elétrica - Transmissão	Sistemas de Medição e Instrumentação Eletro-Eletrônica
Engenharia de Iluminação	Sistemas de posicionamento e navegação
Engenharia de Sistemas e de Produtos	Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas
Equipamentos, Dispositivos e Componentes Odonto-médico-hospitalares e Instrumentação Biomédica	Sistemas e Equipamentos de Comunicação
Impactos Ambientais de Sistemas e Equipamentos Elétricos e Eletrônicos	Sistemas e Equipamentos de Comunicação - Celular
Informática Industrial	Sistemas e Equipamentos de Comunicação - Externo
Informática Médica	Sistemas e Equipamentos de Comunicação - Interno
Instalações Elétricas	Sistemas e Equipamentos de Comunicação - Satélite
Instalações Elétricas - em Alta Tensão	Sistemas e Instalações de Eletrônica Aplicada
Instalações Elétricas - em Baixa Tensão	Sistemas e Instalações de Eletrônica Aplicada - Áudio / Vídeo
Instalações Elétricas - em Baixa Tensão até 75 kW	Sistemas e Instalações de Eletrônica Aplicada - Controle de Acesso
Instalações Elétricas - em Média Tensão	Sistemas e Instalações de Eletrônica Aplicada - Detecção e Alarme de Incêndio
Máquinas Elétricas	Sistemas e Instalações de Eletrônica Aplicada - Eletrônica Embarcada
Materiais, Componentes, Dispositivos ou Equipamentos - de Instrumentação e Aquisição de Dados	Sistemas e Instalações de Eletrônica Aplicada - Segurança Patrimonial
Materiais, Componentes, Dispositivos ou Equipamentos - Elétricos	Sistemas Irradiantes
Materiais, Componentes, Dispositivos ou Equipamentos - Eletromecânicos	Materiais, Componentes, Dispositivos ou Equipamentos - Eletrônicos
Materiais, Componentes, Dispositivos ou Equipamentos - Magnéticos	Materiais, Componentes, Dispositivos ou Equipamentos - Ópticos

A conclusão que se chega é que as subdivisões do curso de Engenharia Elétrica em “ênfases” denominadas *Eletrotécnica*, *Eletrônica* e *Telecomunicações* tornaram-se ultrapassadas com o advento da Resolução 1010/2005-CONFEA. No caso do projeto pedagógico do novo Curso Noturno de Engenharia Elétrica da UFPR o currículo está, por conseguinte, sendo criado à luz da nova legislação do sistema profissional.

### **1.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CIDADE DE CURITIBA, O ESTADO DO PARANÁ E A EVOLUÇÃO DO MERCADO DE TRABALHO NA ÁREA DE ENGENHARIA ELÉTRICA NESTES AMBIENTES**

De acordo com estimativas de 2007, a população do município de Curitiba é de 1.797.408 habitantes, sendo a maior cidade da Região Sul e a sétima maior do país. A Região Metropolitana de Curitiba, formada por 26 municípios, possui 3.335.588 habitantes, novamente com estimativas de 2007. De acordo com o recente estudo do IBGE, a Região Metropolitana de Curitiba integra o quarto maior PIB brasileiro e o maior na Região Sul, representando 1,39% do total das riquezas produzidas no país. A presença de indústrias montadoras automobilísticas como Audi-VW, Nissan, Renault, New Holland, Volvo e Fiat, além de formarem o segundo maior pólo automotivo do país, trazem à cidade uma atmosfera cosmopolita. Grandes empresas como HSBC, Sadia, Kraft, Esso, entre outras, transferiram suas sedes para a cidade usufruindo da sua estrutura, o nível técnico dos Engenheiros formados pelas instituições locais, o Aeroporto Internacional Afonso Pena, a proximidade ao Porto de Paranaguá e o entroncamento de rodovias e ferrovias ligando diretamente a Região Sul à Região Sudeste do país. A cidade recentemente foi apontada como a capital brasileira com o melhor Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB 2008) e o menor índice de analfabetismo, sendo também apontada como a número um na educação nacional entre as capitais, e uma das cinco melhores cidades para investir na América Latina.

De acordo com pesquisa da revista *América Economia*, publicada na edição Especial *Cidades 2006*, que tem como título “A Cidade Inovadora”, Curitiba está à frente de importantes capitais como Cidade do México, Buenos Aires e Brasília, ocupando a quinta colocação. A matéria levou em conta as principais economias latino-americanas ou aquelas que têm relevância para os negócios realizados no continente. À frente da capital paranaense está apenas São Paulo, primeiro lugar no ranking, seguidas por Santiago (Chile), Monterrey (México) e Miami (EUA).

O crescimento e o desenvolvimento da cidade de Curitiba deu-se de forma mais intensa a partir da chegada de imigrantes europeus em meados do Século XIX, principalmente alemães, poloneses e italianos. Seguiram-se outras levas de imigração, principalmente de ucranianos e, mais recentemente, de japoneses. Como consequência, observou-se a progressiva modernização da cidade e de diversos setores da sociedade como transporte, cultura e comércio. No final do século XIX a ligação da cidade de Curitiba com o litoral foi consideravelmente melhorada, com a inauguração da estrada da Graciosa, que permitiu a expansão da exportação de erva mate pelo porto de Antonina. A ligação com o litoral teve seqüência com a finalização do trecho ferroviário entre Curitiba, Morretes e Paranaguá. Estas obras ampliaram os horizontes e mudaram os conceitos de um povo que, até, então, limitava-se a desenvolver atividades basicamente campeiras. Dentro deste contexto, é notável a fundação da **Universidade do Paraná** (atual UFPR) em 1912,

integrando cursos de Medicina, Direito, Engenharia Civil, Odontologia e Ciências Contábeis.

Voltando-se agora a atenção ao **Curso de Engenharia Elétrica na UFPR**, verifica-se que a sua fundação está vinculada de forma íntima ao crescimento industrial do Paraná e da região de Curitiba. De fato, a criação do curso se tornou necessária pela expansão da COPEL, que precisava de Engenheiros Eletricistas para os seus quadros, em vista da rápida expansão do sistema elétrico do Paraná no fim na década de 1960. De mesma forma, a criação da ênfase em Telecomunicações coincide com o advento da TELEPAR no setor de telefonia, bem como a ênfase em Eletrônica deve-se à instalação da CIC – Cidade Industrial de Curitiba.

A idéia da destinação de uma área específica da cidade para a instalação de indústrias ocorreu ainda na década de 1960, com a implantação do **Plano Diretor de Curitiba**. Na época, a capital paranaense tinha pouco mais de 300 mil habitantes e sua economia girava em torno do comércio e dos serviços públicos. Como consequência a Prefeitura Municipal tinha uma arrecadação tímida de impostos, que dificultava a execução de obras essenciais para o acompanhamento do desenvolvimento urbano. Assim sendo, em 1973 deu-se a criação do parque industrial da cidade, denominado **Cidade Industrial de Curitiba – CIC**. No entanto, não havia estrutura de acesso e de transportes compatível com o desejo da instalação de indústrias, de modo que só a partir de 1980, já com a CIC sob administração da **Companhia de Urbanização de Curitiba – URBS** deu-se o verdadeiro salto da industrialização.

Atualmente a CIC engloba uma área com 43 milhões de metros quadrados - correspondendo a aproximadamente 10% da área de Curitiba. Foi, sem dúvida, o instrumento propulsor da transformação econômica da cidade, atualmente inserida numa área urbana provida de toda a infra-estrutura de serviços necessários à sua consolidação. A CIC constitui, hoje, o maior bairro de Curitiba, com uma população de aproximadamente 175 mil habitantes. Em 1980, com o objetivo de dinamizar o processo de crescimento industrial, a Prefeitura de Curitiba decidiu pela implantação da empresa **Companhia de Desenvolvimento de Curitiba** (ainda com a sigla CIC), com a responsabilidade de consolidar o parque industrial e de atrair novos investimentos para a região. Em dezembro de 2000, objetivando evitar paralelismo de ações entre a então existente Secretaria Municipal de Indústria e Comércio e as atividades desenvolvidas pela empresa municipal de desenvolvimento econômico, a Prefeitura de Curitiba decidiu pela extinção da Secretaria, transferindo a responsabilidade da **CIC**. Ou seja, a sigla **CIC** passou a identificar não apenas o parque industrial da cidade, mas também a companhia promotora de atividades vinculadas ao desenvolvimento econômico de Curitiba.

É importante levar em conta, na presente análise, que o Estado do Paraná assumiu a posição de segundo maior exportador do Brasil no período de janeiro a agosto de 2004, tendo sido já o quarto maior exportador em 2003. As exportações paranaenses cresceram 43% no primeiro semestre de 2004 em comparação com o mesmo período de 2003. O carro chefe das exportações paranaenses continua sendo os produtos *in natura*, ou seja, grãos – principalmente a soja – mas com crescente participação dos produtos industrializados no volume total das exportações. A China foi o principal país comprador do estado do Paraná no período de janeiro a setembro de 2004, respondendo por um total de US\$ 1 bilhão em

importações, com predomínio de grãos e aves. Tem sido observado também o avanço das exportações do setor automobilístico que conquistou 16,5% das exportações estaduais. Destacaram-se as vendas das montadoras **Audi-VW**, **Renault-Nissan** e **Volvo**, além de autopeças, sobretudo das empresas **Bosch** e **Tritec**. É evidente, portanto, que a partir da instalação da CIC teve-se um ciclo de industrialização tardia no Paraná, em que o extrativismo e a agricultura específica cederam espaço ao avanço agroindustrial acoplado ao forte crescimento agrícola e à implantação de um complexo eletro-metal-mecânico, composto por indústrias modernas em eletrônica, telecomunicações e mecânica e de elevada escala de produção.

A partir do início do Século XXI, diversos estudos apontaram com a necessidade de uma nova expansão nas atividades tecnológicas desenvolvidas em Curitiba e sua Região Metropolitana. Neste contexto surgiu a partir de 2005 a idéia de atrair-se para a região empreendimentos de alta base técnica, focados principalmente no setor de **Tecnologia da Informação - TI**. Em 2008, a Prefeitura Municipal de Curitiba propôs e aprovou na Câmara Municipal a criação do **Curitiba Tecnoparque (Parque de Tecnologia de Curitiba)**. Trata-se de um programa de cooperação interinstitucional liderado pela Prefeitura de Curitiba, que envolve os setores governamental, científico e empresarial. A iniciativa pretende tomar partido da presença, em Curitiba, de um ambiente urbano favorável à inovação que concentrará ativos tecnológicos públicos e privados, além de ser um espaço físico preferencial para atrair oportunidades produtivas de alto valor agregado e grande competitividade. As empresas terão alguns benefícios, tais como, incentivos fiscais, custos de implantação mais acessíveis e serviço de apoio às atividades produtivas. O Tecnoparque tem como objetivo geral promover o desenvolvimento econômico de Curitiba, através do estímulo e apoio aos setores de alta tecnologia com a conformação de um Parque Tecnológico. Pretende também induzir e atrair empresas de alta tecnologia, consolidar o sistema local de inovação, estimular processos de inovação empresarial e de aprendizado por interação, e difundir a cultura de conhecimento e inovação em Curitiba e Região Metropolitana.

O **Curitiba Tecnoparque** será um espaço de integração de 7,5 km<sup>2</sup> entre a cidade universitária, formada pelo Centro Politécnico da UFPR e pelo Campus da PUC/PR, com a antiga Cidade Industrial e o Campus da UTFPR (antigo CEFET-PR), articulado com o eixo metropolitano. Abrange também a área ocupada pelas instalações do Centro Integrado de Empresários e Trabalhadores do Estado do Paraná (CIETEP), da Federação das Indústrias do Estado do Paraná, e do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC). A fácil acessibilidade da região e a presença de ativos de Ciência, Tecnologia e Inovação são as justificativas para o local escolhido. O Parque de Tecnologia de Curitiba tem o seu foco principal em empresas ligadas aos sistemas de telecomunicações, de informática, de pesquisa e desenvolvimento, de design e laboratórios de ensaios. Pretende também atrair empresas de novas tecnologias, tais como de biotecnologia, microtecnologia e da área de saúde.

É interessante observar que, na verdade, o estabelecimento do **Curitiba Tecnoparque** só vem consolidar uma posição já existente na cidade e na região metropolitana. Já existem em funcionamento diversas empresas ligadas às áreas de eletrônica, informática e telecomunicações, que podem ser consideradas como indústrias de TI (Tecnologia da Informação). Entre elas, podem-se citar as seguintes, todas grandes

empregadoras de egressos do atual curso diurno de Engenharia Elétrica da UFPR:

- **Nokia-Siemens Networks (NSN):** A Nokia Siemens Networks surgiu em 2006 como uma *joint venture*, a nível mundial, entre o Grupo de Negócios de Redes da empresa finlandesa **Nokia** e as operações relacionadas ao fornecimento de equipamentos e soluções para operadoras de redes fixas e móveis da empresa alemã **Siemens**, com a participação de 50% de cada empresa. Em Curitiba a **NSN** assumiu parte dos negócios desenvolvidos pela Siemens Telecomunicações, desenvolvendo equipamentos para redes de comunicação em alta velocidade para sistemas móveis (telefonia celular) e fixos (redes de dados e de telefonia). O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da NSN em Curitiba reúne aproximadamente 230 funcionários, com perspectiva de crescimento devido ao baixo custo de desenvolvimento apresentado no Brasil, em comparação a centros semelhantes localizados na Europa.
- **Siemens Enterprise Telecommunication:** A Siemens foi a segunda indústria a se instalar na Cidade Industrial de Curitiba, em 1975. O setor da Siemens Telecomunicações que se dedica a equipamentos voltados para o mercado corporativo foi deixada de fora da *joint venture* com a Nokia e manteve em Curitiba sua estrutura industrial e de pesquisa e desenvolvimento. Atualmente são fabricados na unidade da CIC terminais IP e equipamentos complementares para telefonia digital. O volume de exportação chega a 40% da produção. Em 2007 a Siemens de Curitiba exportou US\$ 70 milhões, sendo que o faturamento da indústria no Brasil totalizou R\$ 500 milhões. Para 2008, a previsão é de que estes números sejam superados.
- **Bematech:** Fundada por dois jovens engenheiros em 1990 (um deles, egresso do Curso de Engenharia Elétrica da UFPR), foi a primeira empresa brasileira a fabricar mini-impressoras em larga escala, como também a primeira a fornecer blocos impressores integrados para Terminais de Auto-Atendimento para transações bancárias. Nos últimos sete anos, a companhia vendeu 600 mil equipamentos (*hardware e/ou software*) para aproximadamente 350 mil clientes finais em todo Brasil. No setor de automação comercial a Bematech é líder na venda de *hardware*, com presença, por meio de suas impressoras, em 62,1% dos caixas computadorizados (*checkouts*) dos estabelecimentos automatizados, considerando uma base instalada de 400,1 mil *checkouts* que contêm impressoras em janeiro de 2006.
- **Robert Bosch Ltda.:** A unidade Curitiba da empresa alemã Bosch foi construída em 1978 e ocupa uma área de 590 mil metros quadrados na CIC. Esta unidade emprega aproximadamente 4.600 colaboradores. É uma unidade fabril voltada para a produção de sistemas de injeção eletrônica para motores ciclo Diesel, sendo líder no mercado brasileiro neste segmento. Tem como responsabilidade também, dentro da estrutura organizacional da empresa Bosch, o abastecimento de todo o mercado das Américas para sistemas de injeção de motores Diesel. Possui um centro de desenvolvimento em Curitiba que trabalha basicamente na redução da emissão de poluentes em motores Diesel e também na adequação de GNV e de bio-combustível para motores Diesel. Este Centro de Pesquisa está também desenvolvendo uma solução eletrônica de injeção combinada de óleo Diesel com álcool para caminhões

(*dual fuel*), inédita a nível mundial.

- **Positivo Informática:** Originária de um curso pré-vestibular implantado em Curitiba em 1974, a Positivo Informática é hoje a maior fabricante de computadores do Brasil e a número um em tecnologia educacional, também exportada para vários países do mundo. Em 2007, a Positivo Informática bateu recordes históricos de vendas, totalizando receita bruta de R\$ 2,092 bilhões e 1,389 milhão de PCs vendidos, impulsionada principalmente pela consolidação de sua marca no mercado varejista. Em Curitiba, além de unidade fabril de computadores de mesa e de notebooks, a Positivo Informática mantém um Centro de Pesquisas e Desenvolvimento que se dedica atualmente, entre outras tarefas, ao desenvolvimento do conversor de sinais da TV-Digital, compatível com o Sistema Brasileiro de TV Digital (**SBTV**). Este trabalho, no qual estão envolvidos egressos do Curso de Engenharia Elétrica da UFPR, envolve a modificação do sistema japonês ISDB-T, pois a decisão do Governo Brasileiro foi que o SBTV utilize a codificação de vídeo no padrão H.264/MPEG-4 AVC, enquanto que no Japão é utilizado o padrão MPEG-2.
- **Electrolux:** A unidade fabril de Curitiba surgiu da compra em 1997 da Refrigeração Paraná S.A., que fabricava os refrigeradores da marca Prosdócimo, pela Electrolux, maior fabricante mundial de eletrodomésticos. A fábrica de Curitiba produzia inicialmente somente refrigeradores e freezers, tendo nos últimos anos modernizado a sua linha de produtos pela adoção de controles eletrônicos de temperatura, para maior eficiência e economia do consumo de energia elétrica. Recentemente também passou a produzir motores para aspiradores de pó. Em 2007 a Electrolux do Brasil ultrapassou a marca de quatro milhões de produtos vendidos apenas no mercado interno, sem contar as exportações. A empresa negocia a abertura de mais uma unidade fabril na região metropolitana de Curitiba, na cidade de Campo Largo, em imóvel onde já funcionou no passado a montadora Chrysler e a empresa de motores de pequeno porte para exportação TMT Motoco.

A partir da notícia da criação do **Tecnoparque Curitiba**, manifestaram interesse em expandir seus escritórios ou instalarem-se em Curitiba algumas empresas de significativa relevância na área de TI:

- **Wipro:** A Wipro é a terceira maior companhia de desenvolvimento de *software* da Índia e já está no Brasil por meio da aquisição da europeia Enabler, especializada em varejo. A Enabler-Wipro tem escritório na cidade de Curitiba, com cerca de 80 funcionários para dar suporte aos clientes globais na América Latina e Estados Unidos. A Enabler-Wipro, além do Brasil, tem escritórios também em Portugal, Reino Unido, Alemanha, França, Itália e Espanha. O grupo Wipro teve faturamento acima de US\$ 2 bilhões em 2006, conta com 56 mil funcionários, 40 centros de desenvolvimento espalhados pelo mundo e em sua carteira 89 clientes da lista das empresas "Global 500". Os planos são de expansão da sua base em Curitiba, tomando partido do menor custo de operação no Brasil em comparação com as unidades situadas na Europa.
- **Atos Origin:** É uma das principais consultorias mundiais em Tecnologia da Informação, e está abrindo um Centro de *Offshore* em Curitiba. A Atos Origin é um

prestador internacional de serviços de tecnologia da informação, que gera receitas anuais superiores a 5,4 bilhões de Euros e emprega mais de 50 mil pessoas em 40 países. A instalação do Centro de *Offshore* em Curitiba da empresa Atos Origin prevê a contratação de mil profissionais em 2008, até chegar a um total de dois mil em 2010.

- **GLT do HSBC:** O banco HSBC instalou-se em Curitiba com a aquisição da massa falida do Banco Bamerindus. Desde 2006 tem em Curitiba uma unidade Centro de Tecnologia Global (GLT), único existente no Brasil. Este é o terceiro centro deste tipo da organização em todo o mundo. Os outros dois centros estão hoje na Índia, com 3,7 mil funcionários, e na China, com mil empregados. O GLT do HSBC em Curitiba tem atualmente cerca de 200 funcionários, com previsão para chegar a ter um total de dois mil profissionais no prazo de três anos.
- **SIEMENS:** A divisão *Power Transmission and Distribution* da empresa Siemens tem uma parceira com o LACTEC na área de *software* para gerenciamento de sistemas de energia elétrica já há dois anos. O contrato foi firmado inicialmente para o desenvolvimento de uma nova versão do *software* de supervisão comercializado pela Siemens, principalmente no mercado norte-americano de *utilities* de energia elétrica. A equipe inicial foi formada por oito grupos de pesquisa, num total de 42 pessoas. Recentemente a empresa Siemens renovou o contrato com a LACTEC para um novo projeto a ser desenvolvido até 2012, destinado ao desenvolvimento completo de soluções aplicadas no segmento de energia. A intenção é contratar mais 80 pesquisadores, que irão a Minneapolis (EUA), sede da divisão *Power Transmission and Distribution* da Siemens, para um treinamento específico por 30 a 90 dias. Após isso os profissionais retornarão a Curitiba, que será doravante a sede mundial de desenvolvimento de software para a divisão *Power Transmission and Distribution* da Siemens.

A conclusão do estudo sobre o sobre a Cidade de Curitiba, o Estado do Paraná e a Evolução do Mercado de Trabalho na área de Engenharia Elétrica nestes ambientes, mostra que há perspectivas de contínuo avanço no crescimento do setor industrial. A imprensa local noticiou (GAZETA DO POVO, 5 de junho de 2008), citando pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, que a atividade industrial no Paraná cresceu 4,3% em abril, sendo este o maior índice do país. Nos cinco primeiros meses de 2008 a indústria paranaense cresceu 11%, valor superado apenas pelo Estado do Espírito Santo, mas bem acima da média nacional para este período, que foi de 6,2%. Assim sendo, apesar de uma leve desaceleração da atividade econômica que se observou no Brasil como um todo no segundo trimestre de 2008, a Paraná continua avançando em sua produção industrial. Os setores de produção de veículos e, principalmente, o de beneficiamento de produtos agrícolas, tem crescido a um ritmo constante, trazendo junto o avanço na produção de máquinas e equipamentos. As perspectivas, portanto, são favoráveis para o mercado de trabalho de Engenheiros, existindo até mesmo perspectivas de dificuldade de preenchimento de todos os postos de trabalho se o crescimento industrial mantiver este ritmo elevado de crescimento.

## 1.4. PROPOSTA DO NOVO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA NA UFPR

### 1.4.1. DEFINIÇÃO DA NOVA ÊNFASE DE FORMAÇÃO

A evolução histórica mostra que o Curso de Engenharia Elétrica da UFPR surgiu e aperfeiçoou-se em sintonia com a evolução dos setores de Energia Elétrica e de Telecomunicações no Estado do Paraná. Posteriormente a criação da CIC trouxe para a região diversas empresas de base eletrônica, que motivaram uma nova evolução no curso. Assim sendo, os Professores do Departamento de Engenharia Elétrica observam a necessidade de se ampliar a oferta de vagas no sentido apontado pela instalação do Tecnoparque de Curitiba. É necessário, porém considerar que o perfil de empresas a serem acolhidas no Tecnoparque na verdade mostram uma tendência existente tanto no Brasil como em outros países emergentes de ampliarem sua base econômica adotando a **Tecnologia da Informação** nos processos industriais e comerciais. Ou seja, independente da criação do *Tecnoparque* em Curitiba, é inexorável que ocorra a evolução dos empregos na área de Engenharia para setores que envolvem tanto plataformas de *hardware* sofisticadas, como ocorre com as telecomunicações, que funcionam baseadas em programas computacionais (*software*) especialmente desenvolvidos para uma aplicação específica.

Desta análise surgiu a definição da ênfase de formação específica no novo Curso Noturno de Engenharia Elétrica na UFPR na área de **Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados** (especialidade conhecida internacionalmente como *Embedded Electronics Systems Engineering*). Pela análise observada no cenário nacional de cursos de Engenharia Elétrica, verificou-se que não existe ainda. No Brasil, nenhum curso de graduação com esta ênfase. Mas, até de forma surpreendente, trata-se de uma especialização com enorme demanda de profissionais tanto na região metropolitana de Curitiba como no restante do Estado do Paraná e do país. Em instituições de ensino estrangeiras, principalmente aquelas localizadas do sudoeste asiático, a ênfase em *Embedded Electronics Systems* é corriqueiramente oferecida em cursos de graduação de Engenharia e representa, atualmente, a principal área de desenvolvimento técnico e científico da área de Eletrônica.

### 1.4.2. O QUE SÃO SISTEMAS ELETRÔNICOS EMBARCADOS?

A expressão em inglês *Embedded Electronic System* costuma ser traduzida para o português como **sistema eletrônico embarcado**, ou **sistema eletrônico embutido**. Esta denominação genérica indica um sistema eletrônico que tem como base um microprocessador, mas que diferentemente de um computador para uso genérico, possui um *software* completamente dedicado ao dispositivo ou sistema que ele controla. Assim sendo, ao contrário dos computadores de propósito geral, como o computador pessoal, um sistema embarcado realiza um conjunto de tarefas pré-definidas, geralmente com requisitos específicos. Já que o sistema é dedicado a tarefas específicas, através de técnicas adequadas pode-se aperfeiçoar o projeto, conduzindo à redução do tamanho, dos recursos computacionais e do custo do produto final.

São exemplos de **sistemas eletrônicos embarcados** os seguintes equipamentos:

- Telefones celulares e centrais telefônicas;

- Equipamentos para a montagem de redes de computadores, como roteadores, *hubs*, *switches*, *firewalls* e *Access Point* WiFi;
- *Modems* ADSL, *Cable modems* e *modems* PLC (*Power Line Communication*);
- Controlador de injeção eletrônica de combustíveis para motores à explosão, a gasolina, a óleo Diesel ou bio-Diesel ou sistemas multicomcombustível (*Flex Fuel*);
- Controladores da tração, acionadores de *air bags* e sistemas anti-bloqueio dos freios (freios ABS), usados em automóveis, motocicletas, ônibus e caminhões;
- Equipamento de geo-localização (GPS) e de rastreamento de veículos e cargas;
- Calculadoras eletrônicas e agendas eletrônicas de bolso;
- Controladores eletrônicos de eletrodomésticos, como fornos microondas, máquinas de lavar e também dos refrigeradores e aparelhos de ar-condicionado mais modernos;
- Aparelhos de TV com controle remoto, *CD players* e *DVD players*;
- Equipamentos médicos, principalmente os que envolvem sistemas de visão, tais como ecografia e tomografia;
- Alarmes programáveis para automóveis, residências e comércio;
- Videogames;
- Receptores de TV por satélite e de TV por cabo coaxial;
- Televisores digitais com telas a LCD ou plasma e monitores de computador de LCD.
- Robôs industriais.

Nos primeiros anos dos computadores digitais na década de 1940, os computadores eram por vezes dedicados a uma única tarefa. Eram, entretanto, muito grandes para serem considerados embarcados. O conceito de controlador programável foi desenvolvido algum tempo depois. O primeiro sistema embarcado reconhecido foi o *Apollo Guidance Computer*, desenvolvido nos EUA por Charles Stark Draper no MIT para a NASA. O assim chamado “computador de guia”, que operava em tempo real, era considerado o item eletrônico mais arriscado do projeto Apollo e destinava-se a auxiliar os astronautas nas manobras de pouso na Lua e de acoplamento do módulo lunar no módulo de comando. No projeto desenvolvido pelo MIT foram usados circuitos integrados monolíticos para reduzir o tamanho e peso do equipamento e aumentar a sua confiabilidade. O sucesso das missões Apollo mostrou que os pesquisadores do MIT conseguiram o seu intento.

O primeiro sistema eletrônico embarcado que foi produzido em grande quantidade foi um computador guia destinado a ser instalado nos mísseis nucleares norte-americanos LGM-30 (conhecido como Míssil Minuteman), lançado em 1961, que possuía um disco rígido para a memória principal. Quando a segunda versão do míssil entrou em produção em 1966, o computador guia foi substituído por um novo, sem o disco rígido, que constituiu o primeiro uso em grande volume de circuitos integrados.

Desde suas primeiras aplicações na década de 1960, os sistemas eletrônicos embarcados vêm reduzindo seu preço. Também tem havido um aumento no poder de processamento e funcionalidade. Em 1978 foi lançada pela *National Engineering*

*Manufacturers Association* dos EUA uma norma para microcontroladores programáveis. Em meados da década de 1980, vários componentes externos foram integrados no mesmo *chip* do processador, o que resultou em circuitos integrados chamados **microcontroladores** e na difusão dos sistemas eletrônicos embarcados.

Atualmente, com a disponibilidade de *chips* microcontroladores a um custo menor que US\$ 1, tornou-se viável substituir componentes analógicos caros como potenciômetros e capacitores por eletrônica digital controlada por pequenos microcontroladores. Assim sendo, o público leigo não sabe que sua vida é repleta de microcontroladores, embutidos em dispositivos corriqueiros. Por exemplo, quando o usuário aciona o teclado de um forno microondas para aquecer o alimento, na verdade está operando um pequeno microcontrolador, que recebe, interpreta e aciona o equipamento a partir dos comandos do teclado. Também o aparelho de TV moderno possui pelo menos um microcontrolador, que recebe os comandos do controle remoto e aciona as várias funções. O mesmo ocorre com aparelhos de DVD e até em equipamento de som doméstico, mesmo os de baixo custo. O telefone celular é um notável exemplo de um equipamento eletrônico do tipo *embedded system*, pois possui em seu interior um microprocessador, que executa diversas funções a partir da programação básica, juntamente com as opções definidas pelo usuário. Nos automóveis, além do sistema de injeção eletrônica, encontram-se microcontroladores no equipamento de som, na central de alarme, no sistema anti-bloqueio dos freios (freios ABS) e no sistema de acionamento dos *airbags*. Assim sendo, os veículos mais sofisticados fazem uso de uma grande quantidade de microcontroladores; uma fonte consultada afirma que um automóvel de luxo da marca BMW possui mais de 100 microcontroladores em seu interior.

Um episódio curioso ocorreu em uma das primeiras conferências em que se discutiu o impacto dos microcontroladores na eletrônica, realizado em 1975 no Hotel Hilton na cidade de Nova Iorque (EUA). Um dos palestrantes, Danny Hillis da empresa *Thinking Machines Corporation*, previu que o mercado mundial de microcontroladores seria em poucos anos na faixa de milhões de unidades produzidos a cada ano. Um dos participantes do auditório manifestou-se contra esta idéia, afirmando que nunca seriam necessários tanto microcontroladores no mundo. Segundo este participante não identificado, o futuro descrito pelo palestrante seria como se tivéssemos *“um microcontrolador em cada quarto deste hotel”*. De fato, poucos anos depois outro evento realizou-se no mesmo Hotel Hilton, que nesta época acabara de instalar fechaduras eletrônicas nos apartamentos, acionadas por um cartão magnético entregue ao hóspede. Ou seja, havia um microcontrolador em cada quarto do hotel, embutido na fechadura das portas dos apartamentos.

Como visto, sistemas eletrônicos embarcados são desenvolvidos para uma tarefa específica; isto é exatamente o contrário do computador comum, que pode ser usado em diferentes aplicações. O *software* escrito para sistemas embarcados é muitas vezes chamado **firmware**, e fica armazenado em uma memória ROM ou memória *flash* ao invés de um disco rígido. Por vezes o sistema também é executado com recursos computacionais limitados, por exemplo, sem teclado, sem tela e com pouca memória. Sistemas eletrônicos embarcados podem possuir desde nenhuma interface do utilizador (dedicados somente a uma tarefa) a uma interface de utilizador completa, similar à dos sistemas operacionais *desktop* (em sistemas como PDAs). Sistemas mais simples utilizam botões, LEDs ou telas bastante limitadas, geralmente mostrando somente números ou uma fila pequena de

caracteres. Tem sido comum também a adoção de interface baseada em *browsers*, como é o caso de *modems* e roteadores, no qual já existe uma conexão padrão Ethernet. Isso evita o custo de uma tela sofisticada, ainda que seja fornecida uma interface complexa e completa a ser acessada em um computador. Sistemas mais complexos utilizam uma interface gráfica completa, usando tecnologias como telas sensíveis ao toque ou aquela em que o significado dos botões depende do contexto da tela, como nos telefones celulares.

No tocante ao novo Curso Noturno de Engenharia Elétrica na UFPR, a proposta de criar a ênfase voltada à **Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados** vem ao encontro das necessidades do mercado local. Na verdade tem-se já a produção e o projeto de sistemas eletrônicos embarcados em diversas empresas de Curitiba e Região Metropolitana, como é o caso dos equipamentos de telefonia baseados em IP produzidos pela **Siemens Enterprise** e os sistemas de injeção eletrônica de combustíveis produzidos pela fábrica da empresa **Robert Bosch**. Ou seja, a demanda por profissionais nesta área não é só uma visão de futuro motivada pela perspectiva da instalação de novas empresas em Curitiba, mas trata-se de uma realidade atual do mercado local, justificando a escolha da ênfase em **Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados**. Os profissionais que atuam nesta área atualmente são recrutados entre egressos de cursos de Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica. Apesar de possuírem formação adequada nos tópicos de *hardware*, geralmente os cursos com ênfase em Eletrônica não se aprofundam nas disciplinas de programação. Ou seja, para trabalhar com Sistemas Eletrônicos Embarcados os Engenheiros Eletricistas oriundos de cursos de Eletrônica comumente tem que passar por uma etapa adicional de treinamento *on the job*, voltado para a programação específica dos dispositivos usados em cada caso.

Conforme se verá na seqüência deste trabalho, a proposta de um novo curso de Engenharia Elétrica na UFPR, com ênfase em **Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados**, define um currículo em muitos aspectos semelhante aos dos cursos de Engenharia da Computação. No entanto, os cursos de Engenharia da Computação dão bastante ênfase ao estudo da arquitetura de computadores de uso genérico, incluindo assim tópicos em compiladores e estruturas de dados. No curso proposto as disciplinas voltam-se mais aos microcontroladores simples e de baixo custo do que aos poderosos microprocessadores dos computadores pessoais, habilitando o egresso a desenvolver sistemas eletrônicos digitais para aplicações específicas. É interessante também observar que, na legislação mais recente emanada pelo CONFEA, a já citada Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005, as atividades referentes a **Sistemas Eletrônicos Embarcados** estão listadas entre as atribuições dos **Engenheiros de Eletrônica e Comunicação**, e não nas dos Engenheiros de Computação.

Com esta colocação a ênfase em **Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados**, no futuro Curso Noturno de Engenharia Elétrica da UFPR, tem um caráter inédito em nível nacional, uma vez que não foi encontrado nas referências pesquisadas nenhum outro curso com este perfil no Brasil. Já no exterior a ênfase em *Embedded Systems* é presença comum em cursos de Engenharia de diversas instituições de reconhecida competência.

## 1.5. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

A partir da adesão da UFPR ao REUNI, propõe-se a implantação do novo Curso Noturno de Engenharia Elétrica em duas etapas principais. A primeira delas inicia-se com a oferta, no Concurso Vestibular da UFPR de 2009 (realizado em 2008) de 60 vagas para início das aulas no primeiro semestre letivo de 2009. A partir daí será estabelecido o novo curso e será dado início às suas atividades, concentrando os esforços no sentido de montar a estrutura laboratorial da ênfase de **Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados** no Departamento de Engenharia Elétrica e a realização de concursos para contratação de novos docentes, técnicos administrativos e técnicos de laboratório.

O curso foi estruturado com base em uma proposta didático-pedagógica diferenciada em relação ao curso atual de Engenharia Elétrica, conforme exposto no Volume 2 deste projeto. Não se prevê o aumento de vagas no novo Curso Noturno, considerando-se que a oferta de 60 vagas anualmente é adequada à estrutura laboratorial existente e proposta e condizente com o mercado de trabalho. A Figura 1 ilustra a evolução do curso, com regime de matrícula semestral e entrada única anual de 60 alunos pelo Concurso Vestibular da UFPR. Observa-se que a primeira turma terá concluído o curso no final do ano 2014, pois a duração mínima do curso noturno está sendo fixada em seis anos, ou seja, **doze semestres letivos**.

A liberação dos recursos do REUNI por parte do MEC para a UFPR, assim como a liberação de vagas para docentes, se dará de forma gradativa. Este fato fará naturalmente com que a infra-estrutura necessária e o número de docentes vinculados ao curso cresçam com a evolução das turmas. A Figura 2 mostra a evolução das turmas, onde se observa que o curso estará em pleno funcionamento a partir do ano letivo de 2014, com a oferta de todas as disciplinas previstas e turmas do primeiro ao último período, sendo as disciplinas dos períodos ímpares ofertadas apenas no primeiro semestre letivo e as disciplinas dos períodos pares ofertadas apenas no segundo semestre letivo.

2008	Estabelecimento do Curso e Primeiro Vestibular					
2009	1º per.					
	2º per.					
2010	3º per.	1º per.				
	4º per.	2º per.				
2011	5º per.	3º per.	1º per.			
	6º per.	4º per.	2º per.			
2012	7º per.	5º per.	3º per.	1º per.		
	8º per.	6º per.	4º per.	2º per.		
2013	9º per.	7º per.	5º per.	3º per.	1º per.	
	10º per.	8º per.	6º per.	4º per.	2º per.	
2014	11º per.	9º per.	7º per.	5º per.	3º per.	1º per.
	12º per.	10º per.	8º per.	6º per.	4º per.	2º per.
2015		11º per.	9º per.	7º per.	5º per.	3º per.
		12º per.	...	...	...	...

Figura 1: Evolução da oferta de disciplinas para o Curso Noturno de Engenharia Elétrica da UFPR.

## 1.6. FORMAS DE INGRESSO NO CURSO

Em consonância ao compromisso da UFPR de ofertar ensino público gratuito e de qualidade, a admissão ao Curso Noturno de Engenharia Elétrica se dará através do Concurso Vestibular Unificado da instituição. Segundo o Edital N.º 04/2008 do Núcleo de Concursos da UFPR, o Concurso Vestibular será realizado em duas fases, tendo a primeira fase caráter eliminatório e classificatório para a segunda. A primeira fase do Processo Seletivo será realizada no dia 16 de novembro de 2008, no turno da tarde, com duração de 5 horas, constituída de uma prova de Conhecimentos Gerais, com 80 questões valendo 80 pontos. A segunda fase do Processo Seletivo, será realizada no dia 07 de dezembro de 2008, no turno da tarde, com duração de 5 horas. Esta fase terá uma prova de Compreensão e Produção de Textos, comum a todos os candidatos que participarem dessa fase, e até duas provas específicas, segundo opções definidas pelos cursos em função de sua especificidade.

Para a segunda fase do Processo Seletivo, as **provas específicas** para os candidatos ao Curso Noturno de Engenharia Elétrica serão de **FÍSICA** e de **MATEMÁTICA**, da mesma forma como é adotado para o já existente curso de Engenharia Elétrica em período diurno da UFPR.

Sob o ponto de vista de ações de inclusão social, o Edital do Concurso Vestibular da UFPR de 2008, para ingresso nos cursos em 2009, estabelece em seu Artigo. 3.º: (disponível em <http://www.nc.ufpr.br>):

§ 1.º – Das vagas oferecidas para os cursos, 20% serão de inclusão racial, disponibilizadas para estudantes de cor preta ou parda que possuam fenótipos que os caracterizem como pertencentes ao grupo racial negro.

§ 2.º – Das vagas oferecidas para os cursos, 20% serão de inclusão social, disponibilizadas para estudantes que tenham realizado todo o ensino fundamental e o médio exclusivamente em escola pública no Brasil, entendidas como tais aquelas mantidas e administradas pelo poder público.

§ 3.º – Em cada curso haverá uma vaga destinada para pessoas com deficiência, conforme a Resolução nº 70/08-COUN.

§ 4.º – Pessoas que já possuam curso superior não poderão candidatar-se às vagas de inclusão racial ou social, de acordo com o Artigo 3.º da Resolução nº 17/07-COUN, nem às vagas para pessoas com deficiência, de acordo com as normas deste Edital.

Além do ingresso através do Concurso Vestibular, a UFPR também implantou há alguns anos um programa destinado a preencher vagas remanescentes, abertas por abandono ou desistência, denominado PROVAR (Processo de Ocupação de Vagas Remanescentes). Este processo possibilita inicialmente que alunos da própria UFPR façam uma mudança de turno no mesmo curso, mudança de *campus* quando é o caso e re-opção para um novo curso. Em etapas posteriores as vagas ainda remanescentes são ofertadas para transferências de alunos de outras instituições. No caso da transferência externa, o candidato deve se submeter a provas baseadas em programas de conteúdos do curso da UFPR para o qual deseja a transferência, além da análise da documentação acadêmica. Finalmente, existindo ainda vagas remanescentes, há a possibilidade de admissão de ex-alunos da UFPR e outras pessoas da comunidade que tenham interesse em ingressar nos cursos.

## 1.7. PERFIL DO EGRESSO

A proposta do novo curso atende às expectativas e às necessidades dos candidatos interessados em adquirir capacitação profissional e habilitação em Engenharia Elétrica, com ênfase em **Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados**. Conforme já mostrado neste trabalho, a análise de mercado conclui que há demanda para profissionais com essa habilidade, para atuarem em empresas e organizações emergentes, tanto em Curitiba e sua Região Metropolitana, como no restante do Brasil e no mundo todo.

Com a formação em **Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados**, o egresso terá a oportunidade de se capacitar a projetar e programar sistemas baseados em microcontroladores, tanto abrangendo as atividades relacionadas com a montagem e manutenção das estruturas de hardware (placas, circuitos e interconexões) como desenvolver e manter o *software* dedicado (*firmware*) embutido no sistema digital. Conforme estabelecido anteriormente, este perfil só é normalmente encontrado no mercado em profissionais com alguns anos de experiência. Isto posto, considera-se que a abertura da ênfase de formação em **Engenharia de Sistemas Eletrônicos Embarcados** representará para os futuros egressos a oportunidade de inserção imediata no mercado de trabalho e em posição de vantagem em comparação com egressos de cursos tradicionais de Engenharia Eletrônica.

Desde a sua fundação o Curso de Engenharia Elétrica da UFPR tem por objetivo contribuir para o atendimento às demandas da sociedade em sua área de atuação, bem como para o desenvolvimento sustentável da região e do país, ofertando aos seus alunos a oportunidade de formação profissional de alta qualidade. Portanto, para o cumprimento de sua finalidade, o Curso referencia-se na qualidade que pretende imprimir à sua atividade formadora, com visão crítica e criativa, calcado na ética profissional, tendo como meta alcançar a excelência em nível nacional na formação de profissionais de Engenharia Elétrica. Desta forma o objetivo do Curso da UFPR sempre foi o de formar Engenheiros Eletricistas capacitados a atender às diferentes solicitações profissionais pertinentes, com uma visão crítica, criativa e inovadora, através de uma sólida formação básica, geral e humanística, associada à sua formação profissional específica. O novo curso atenderá às expectativas e às necessidades dos candidatos interessados em adquirir capacitação profissional e habilitação em engenharia elétrica em uma área de crescente importância no cenário das indústrias de equipamentos eletrônicos. Trata-se portanto de um benefício ao país, que está demandando profissionais com essas habilidades para atuarem em empresas e organizações emergentes, empreender seus próprios negócios e atuarem na pesquisa e desenvolvimento. Assim sendo, a implantação da ênfase inédita no Brasil de formação de Engenheiros em **Sistemas Eletrônicos Embarcados** representa a continuidade do esforço que vem sendo despendido pela Universidade Federal do Paraná, através do seu Departamento de Engenharia Elétrica, capacitando os futuros alunos a serem agentes de transformação da sociedade.

Infelizmente a UFPR não mantém um sistema de acompanhamento de egressos que permita conhecer, com certo grau de certeza, um retrato da colocação profissional dos Engenheiros Eletricistas formados pela instituição. No entanto, há algum tempo implantou-se uma lista de discussão por email, que congrega atualmente cerca de 650 Engenheiros Eletricistas egressos da UFPR. No cadastramento destes profissionais, solicita-se informar a cidade onde reside atualmente e a empresa na qual trabalha. Apesar de muitas vezes os

profissionais mudarem de emprego e não comunicarem estas mudanças para a devida atualização o cadastro, a análise do rol das empresas permite ter-se uma idéia das áreas de atuação destes profissionais.

De modo geral pode-se dividir a atuação profissional dos Engenheiros Eletricistas formados na UFPR em três grandes grupos:

- **Empresas do ramo eletro-eletrônico:** São empresas em que o produto final está diretamente relacionado com a Engenharia Elétrica. Um exemplo típico é a empresa Siemens Enterprise, que mantém há muitos anos uma fábrica de equipamentos de telecomunicações na Cidade Industrial de Curitiba. Outras grandes empresas neste grupo são a **Furukawa**, fábrica de cabos para telecomunicações e fibras ópticas, a **Electrolux** no ramo de eletrodomésticos e o Grupo **WEG**, com uma grande fábrica de motores elétricos no município catarinense de Jaraguá do Sul e uma fábrica de transformadores elétricos em Blumenau. A razão da constata oferta de emprego para Engenheiros Eletricistas é bastante óbvia neste grupo de empresas, pois tal tipo de profissional é essencial para a operação dessas empresas.
- **Empresas prestadoras de serviços de rede:** Engloba-se neste grupo tanto as empresas operadoras do sistema elétrico como aquelas que ofertam serviços de telecomunicações. São empresas que oferecem ao público algum tipo de serviço e de modo geral cobram mensalmente uma taxa decorrente da utilização de sua rede. Tem-se neste caso a **COPEL**, que domina o mercado de geração e distribuição da energia elétrica no Paraná, bem como as operadoras de telefonia fixa e móvel, tais como a **Brasil-Telecom**, a **Vivo**, a **TIM** e a **GVT**. Também acham-se neste grupo empresas que ofertam acesso à Internet e empresas de entretenimento, tais como as empresas de rádio e TV, tanto à cabo (**NET** e **TVA**) como por satélite (**Sky**).
- **Empresas fora do setor elétrico:** São empresas onde, à primeira vista, um Engenheiro Eletricista pareceria um "elemento estranho", pois são empresas completamente deslocadas do setor eletro-eletrônico. Citando alguns casos verificados na lista de ex-alunos do Curso de Engenharia Elétrica da UFPR, temos pessoas trabalhando nas seguintes empresas, listadas como exemplo:
  - RENAULT-NISSAN (automóveis e camionetes);
  - AMBEV (cervejas e refrigerantes);
  - AUDI-VOLKSWAGEN (automóveis);
  - Petrobrás (combustíveis e lubrificantes);
  - INCEPA (revestimentos cerâmicos);
  - KLABIN (papel e celulose);
  - Instituições bancárias, tais como Banco do Brasil e HSBC.

Em conclusão, verifica-se que a possibilidade de oferta de novas ênfases na formação de Engenharia Elétrica na UFPR, através do novo Curso Noturno, dará continuidade ao atendimento das expectativas e às necessidades dos candidatos

interessados em adquirir capacitação profissional e habilitação em engenharia elétrica, bem como às da sociedade que está demandando profissionais com essas habilidades para atuarem em empresas e organizações emergentes.

Sob o ponto de vista de legislação profissional, os egressos do futuro curso receberão da UFPR o título de ENGENHEIROS ELETRICISTAS. Poderão então requerer junto ao sistema CONFEA-CREA seu registro profissional como **ENGENHEIROS**, modalidade **ELETRICISTA**, sub-área **ELETRÔNICA E COMUNICAÇÃO** (item 1.2.1.3. da Resolução 1010/2005-CONFEA), ênfase de formação específica em **Equipamentos Eletrônicos Embarcados**.

## 1.8. REFERÊNCIAS:

- ABENGE (Associação Brasileira de Ensino de Engenharia). *Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia*. 1998.
- ALCOFORADO, Fernando. *Globalização*. Livraria Editora Nobel S.A.
- BAZZO, Walter Antonio & PEREIRA DO VALE, Luiz Teixeira. *Introdução à Engenharia*. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- BAZZO, Walter Antonio. *Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Contexto da Educação Tecnológica*. Disponível em <http://www.engenheiro2001.org.br/biblioteca.htm> - Acesso em junho de 2008.
- BENCHIMOL, Augusto. *Uma Breve História da Eletrônica*. Editora Interciência.
- CONFEA - CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA - Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005.
- CONFEA (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia). Anteprojeto de Resolução - Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia. 1998.
- FELDMANN, Paulo Roberto. *Robô: Ruim com Ele, Pior sem Ele*. Editora Trajetória Cultural. São Paulo.
- FILHO, Mário de Sousa Araújo e LOUREIRO, Ricardo Jorge Aguiar. *Programa de Tutoria Acadêmica (PTA-EE) do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFPA - implantação e execução*. XXVI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), São Paulo, outubro/1998.
- FUNDAÇÃO VANZOLINI. *Revista Engenheiro 2001*, nºs 1,2 e 3. São Paulo, SP, 1997.
- GAZETA DO POVO. *Indústria do PR tem o maior avanço do Brasil*. Curitiba, 5 de julho de 2008, p. 19.
- HABERMAN, Bruria e TRAKHTENBROT, Mark. *An Undergraduate Program in Embedded Systems Engineering*. Proceedings of the 18th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'05).
- HALL, Tyson S; BRUCKNER, Jared; HALTERMAN, Richard L. *A Novel Approach to an Embedded Systems Curriculum*. School of Computing, Southern Adventist University

- (Tennessee, USA). 36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. October 28 – 31, 2006, San Diego, CA, USA.
- HSIUNGY, Pao-Ann & LINZ, Shang-Wei. *From ISA to Application Design via RTOS; A Course Design Framework for Embedded Software*. Department of Computer Science and Information Engineering. National Chung Cheng University, 2007.
- KAWAMURA, G. F. *Engenheiro: Trabalho e Ideologia*. Editora Ática. São Paulo.
- INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais)/MEC. *Revista do Provão*. Brasília, DF, 1998.
- INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais)/MEC. *Diretrizes Curriculares: propostas das comissões do Exame Nacional de Cursos*. Brasília, DF, 1998.
- INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais)/MEC. *Exame Nacional de Cursos: Relatório-Síntese 1998*. Brasília, DF, 1998.
- IPARDES. *Crescimento, Reestruturação e Competitividade Industrial no Paraná*. Curitiba, 2002. 84 p.
- LONGO, W.P. "Reengenharia" do Ensino de Engenharia: uma necessidade. Disponível em <http://www.engenheiro2001.org.br/biblioteca.htm> - Acesso em junho de 2008.
- LOUREIRO, Ricardo Jorge Aguiar. *As Tecnologias Industriais Básicas nos Currículos das Engenharias*. XXVI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), São Paulo, outubro/1998.
- LUCENA JÚNIOR, Vicente Ferreira de; QUEIROZ-NETO, José Pinheiro de; BENCHIMOL, Isaac Benjamim; MENDONÇA, Andréa Pereira; ROMÃO DA SILVA, Valteir; FERREIRA FILHO, Mário. *Teaching Software Engineering for Embedded Systems: an Experience Report from the Manaus Research and Development Pole*. 37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. October 10 – 13, 2007, Milwaukee, WI, USA.
- MCLOUGHLIN, Ian; MASKELL, Doug; THAMBIPILLAI, Srikanthan; GOH, Wooi-Boon. *An Embedded Systems graduate education for Singapore*. School of Computer Engineering, Nanyang Technological University. 37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. October 10 – 13, 2007, Milwaukee, WI, USA.
- MENEZES, L.C. (org.). *Professores, Formação e Profissão*. Campinas, Autores Associados, 1996.
- MUPPALA, Jogesh K.; GU, Zonghua; CHEUNG, S.C. *Teaching Embedded Systems Software: The HKUST Experience*. Dept. of Computer Science and Engineering of the Hong Kong University of Science and Technology. 37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. October 10 – 13, 2007, Milwaukee, WI, USA.
- SESu/MEC. *Avaliação das Condições de Oferta dos Cursos de Graduação - Relatório-Síntese*. Brasília, DF, 1998.
- SESu/MEC. *Documentação das Comissões de Especialistas de Ensino*. Brasília, DF, 1998.

STAPLETON William A. *Microcomputer Fundamentals for Embedded Systems Education*. 36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. October 28 – 31, 2006, San Diego, CA, USA.

SCHWARTZMAN, Simon (Coord.). *Ciência e Tecnologia no Brasil: Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio*. Editora da Fundação Getúlio Vargas.

UNIBRASIL. *Boletim de Análise Econômica*. Curitiba, outubro 2004. 18 p.

VEIGA, Ilma Passos A. (org.). *Projeto Político-Pedagógico da Escola: uma construção possível*. Campinas, Papirus, 1998.

WOLF, Wayne & MADSEN, Jan. *Embedded Systems Education for the Future*. PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 88, NO. 1, JANUARY 2000.

WOSCH, L. F. de O. *Primeiros impactos da implementação do pólo automotivo no intercâmbio comercial entre o Paraná e o mercado mundial: análise conjuntural*. Curitiba: IPARDES, v.22, n.7/8, p.3-5, jul./ago.2000.

x:\mehl - documentos\curso noturno\ppp-engeletrica-noturno-ufpr\vol-1\_ppp-engeletrica-noturno-ufpr.doc - 183kB - 27-fev-09 - 13:44:00 h:m:s