
FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM CONTROLE E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Augusto Humberto Bruciapaglia

Jean-Marie Farines

Laboratório de Controle e Microinformática - LCMI
Departamento de Engenharia Elétrica - DEEL
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
88.049 Florianópolis - SC - Brasil

Resumo - Neste artigo, é discutida a necessidade de modernização dos conteúdos e dos currículos dos cursos de engenharia para atender a demanda de profissionais das áreas de Controle de Processos e Automação Industrial. Neste sentido, é apresentada uma proposta para um curso a nível de graduação, destacando-se os seguintes aspectos: definição do perfil do Engenheiro de Controle de Processos e Automação Industrial; proposta de uma estrutura curricular adequada e considerações sobre a implantação do curso na Universidade Federal de Santa Catarina.

Abstract - In view of the increasing demand for professionals in the fields of automatic process control and industrial automation, the necessity of modernization of the contents and curricula of the undergraduate engineering courses is discussed in this paper. Furthermore, a proposal for an Engineering Course in Process Control and Industrial Automation is presented, making salient the following aspects: the definition of the profile for the desired engineer; the proposal of an adequate for the course and considerations about the implantation of the course at the Federal University of Santa Catarina.

1. INTRODUÇÃO

A falta de recursos humanos para as áreas de Controle de Processos e Automação Industrial tornou-se, hoje, um fato reconhecido pelo governo e pelos profissionais da área. Tal fato é particularmente preocupante quando se trata de uma área que, nos últimos anos, vem crescendo acima da média do setor de informática e para a qual a SEI previa um crescimento de até 30% em 1988 [Automação & Indústria, 1988]. Com efeito, se por um lado estas informações indicam a existência de um mercado procurando aumentar a sua competitividade e, conseqüentemente, ávido por novas tecnologias que permitam a produção de bens de melhor qualidade a custos menores; por outro lado, revelam as dificuldades que se aproximam com o agravamento da situação atual de carência de recursos humanos. Sem recursos humanos capacitados, é claro que a tendência à mo-

dernização da indústria através da automação perderá sustentação, levando à falta de competitividade desta e, conseqüentemente, ao empobrecimento do país e a um aumento da dependência econômica.

É indiscutível, portanto, a necessidade de se reverter a situação existente através de um grande esforço no sentido de se viabilizar a formação de um número crescente de profissionais, de todos os níveis, com as qualificações exigidas pelo mercado de trabalho em Controle de Processos e Automação Industrial.

As sucessivas políticas governamentais registradas nos Planos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT) ressaltam a importância de um esforço do Brasil neste sentido. O 1o. PLANIN (Plano Nacional de Automação e Informática), aprovado, com força de lei, em abril de 1986, define "uma estratégia com ações integradas, em quatro campos: o uso, a produção de bens e serviços, as atividades de pesquisa e desenvolvimento e a *formação e o desenvolvimento de recursos humanos, em informática e automação*" e acrescenta ainda que "a implementação desta estratégia requer uma ação articulada e permanente sobre estes quatro campos e a atuação integrada dos vários órgãos e instituições públicas e privadas que têm atividades relacionadas com a informática". É neste contexto que a Universidade Brasileira tem um papel importante a desempenhar.

Hoje, apesar das diretivas expressas no PLANIN e da situação de demanda da indústria, existem poucas iniciativas no país em termos de formação de recursos humanos em Controle de Processos e Automação Industrial. Entre elas, podemos indicar, para a graduação, algumas propostas de criação de cursos específicos de engenharia (Universidade de São Paulo - USP, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, etc.) ou de opções nos cursos existentes (USP e Faculdade de Engenharia Industrial São Judas Tadeu). A estas iniciativas vêm se somar:

- a evolução, neste sentido, dos principais cursos de pós-graduação em Engenharia Elétrica e Mecânica do país (Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ; Universidade Federal da Paraíba - UFPb; Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC/RJ; UNICAMP; UFSC; etc.);
- os esforços do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT e do Ministério da Educação - MEC no sentido de aumentar o número de bolsas de pós-graduação no país e no exterior nestas áreas;
- a existência de um número cada vez maior de cursos e programas de reciclagem nas áreas de Controle e Automação, organizados por empresas privadas ou estatais e por sociedades científicas;
- as iniciativas do tipo dos encontros de formação Brasil-Argentina (EBAI);

Todas estas iniciativas, no entanto, se dão de maneira isolada e não são suficientes para cobrir o déficit existente em termos de profissionais qualificados para atuar nesta área e, muito menos, para atender à demanda do mercado nos próximos anos.

Entendendo que, como expresso no PLANIN, a solução deste problema requer *uma ação articulada* e que a não existência de currículos para formar engenheiros de controle e de automação é decorrência da desatualização do sistema educacional brasileiro, considera-se, neste artigo, a necessidade de se repensar a atual estrutura dos cursos de engenharia no sentido da sua modernização e adequação às novas tecnologias. Isto está se tornando uma tarefa de primeira importância para todos aqueles envolvidos no problema: Ministérios, Conselho Federal da Educação (CFE), CREA's, professores e pesquisadores, empresários, órgãos de fomento, associações de classe, etc.

O fio diretor da nossa argumentação será a proposta preliminar de um Curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial encaminhada para apreciação aos órgãos colegiados da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Destacar-se-ão aspectos ligados à importância da criação de um tal curso a *nível de graduação*, ao perfil profissional definido, ao currículo apresentado e as medidas a serem tomadas para a implementação da proposta. Na conclusão serão tecidas considerações sobre possíveis mecanismos de articulação dos vários setores interessados, com o objetivo de definir e propor um currículo mínimo unificado para este tipo de curso.

2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O PERFIL DO PROFISSIONAL DE CONTROLE DE PROCESSOS E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

2.1. O Perfil

Em concordância com a filosofia de numerosas experiências de formação já implantadas em outros países, somos de opinião que o profissional de controle de processos e automação industrial deve ser potencialmente apto para atuar tanto nas empresas de engenharia e nas indústrias de produção de equipamentos e software para a automação industrial, quanto nas indústrias usuárias da automação.

A atuação deste profissional poderá ocorrer nos seguintes níveis:

- participação na concepção e na instalação de unidades de produção automatizadas;
- automatização completa de unidades de produção em operação;
- otimização do funcionamento e manutenção de unidades de produção já automatizadas;
- concepção e fabricação em unidades de produção automatizadas;

Considerando, no entanto, a diversidade e a complexidade crescente dos problemas a serem resolvidos, o referido profissional deverá possuir uma formação suficientemente abrangente — com conhecimentos de diferentes áreas (entre outras: engenharias elétrica, mecânica, química, ciências da computação, etc.) — pois, na sua ação, será levado a interagir fortemente com engenheiros de processo e instrumentação, com formações diversas, e com analistas de sistemas, contribuindo para a integração de todos estes conhecimentos. Em suma, pela sua ação integradora, este profissional poderá ser considerado como um Engenheiro de Sistemas orientado para a concepção, a implementação, o uso e a manutenção de sistemas industriais automatizados, diferenciando-se assim do engenheiro de sistemas orientado para o planejamento e dos engenheiros de processo e de fabricação (mecânico, elétrico, químico, etc.). Deve-se ressaltar, entretanto, que a formação a ser adquirida nas diferentes áreas de interesse deverá ser suficientemente profunda para que a sua participação na solução de problemas que se apresentem seja ativa, não se limitando apenas aos aspectos de integração.

2.2. As Alternativas

Considerando como hipótese de trabalho que o perfil definido acima é adequado às necessidades do setor produtivo brasileiro, faz-se necessário refletir sobre os possíveis mecanismos para atingir este objetivo.

Dada a carência de profissionais capacitados para atuar na área e, também, a urgência em se reverter rapidamente esta situação, a solução mais viável, no curto prazo, passa pela criação de Cursos de Especialização e Reciclagem onde engenheiros das diversas áreas existentes e bacharéis em computação receberiam uma formação complementar em técnicas de controle, automação e informática industrial. Trata-se, no entanto, de uma solução paliativa, que só pode ser adotada transitoriamente, pois este tipo de formação pós-graduada não garantirá uma formação completa e coerente, com visão integradora, e, ao mesmo tempo, retardará a chegada do profissional ao mercado de trabalho.

Cabe se pensar, então, numa estratégia para médio e longo prazos. Duas alternativas são possíveis:

- a reformulação dos currículos existentes nas engenharias (elétrica e mecânica em particular) visando a criação de opções, ou
- a abertura de espaços para a criação de uma nova habilitação em Engenharia de Controle de Processos e de Automação Industrial.

No nosso entender, os currículos vigentes para as áreas mencionadas não permitem suprir, de forma satisfatória, as necessidades expostas. Por outro lado, acreditamos que, se se deseja manter a caracterização original das áreas existentes, nem mesmo a alteração curricular conduzirá à solução do problema, pois os conteúdos a serem introduzidos fariam aumentar enormemente as cargas horárias, inviabilizando a alternativa.

Pelo acima exposto, consideramos que a alternativa mais viável, para a formação de recursos humanos em Controle e Automação, passa pela criação de cursos de graduação específicos, com currículo apropriado e atribuições bem definidas.

Neste ponto, cabe discutir os possíveis reflexos da criação desta nova habilitação sobre os cursos de graduação e pós-graduação existentes. Com relação aos primeiros, é importante salientar que a existência de Cursos de Controle e Automação Industrial não tolherá iniciativas orientadas à criação de opções dentro das engenharias existentes, mas que, pelo contrário, contribuirá para a consolidação destas, através da estrutura matricial das Universidades. Já os cursos de pós-graduação, a nível de mestrado e doutorado, poderão ter um considerável ganho de qualidade com um aprofundamento maior dos temas da área, destacando bem as particularidades da formação nos dois tipos de curso: formação de engenheiros na graduação e de pesquisadores na pós-graduação, colocando os dois níveis de formação nos seus devidos lugares. Cabe destacar que deste modo capacitar-se-ão profissionais para atuar efetivamente em pesquisa básica e aplicada em Universidades, Centros de Pesquisa e Desenvolvimento e Indústrias, contribuindo para resolver a endêmica carência do Brasil nesta área — pesquisa feita pelo CTI/SEI em 1984 revelava a existência de apenas 74 pesquisadores em Controle de Processos e 31 em Automação Industrial em todo o Brasil.

3. A PROPOSTA DE CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DA UFSC

Visando atender às exigências do perfil definido no item 2 apresentou-se aos órgãos colegiados da UFSC a proposta de criação de um curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial, a nível de graduação. Considerou-se que a formação de um tal engenheiro deve levar em conta:

- conhecimentos gerais de eletricidade e mecânica (a nível de instrumentação eletrônica e mecânica e de acionamentos elétricos, mecânicos e hidráulicos);
- conhecimentos aprofundados de controle, informática industrial e automação da manufatura, destacando-se em particular:
 - em controle: modelagem, análise, projeto e síntese de sistemas realimentados; abordagens clássicas e modernas de controle; uso de técnicas de otimização;
 - em informática industrial: modelagem, especificação, concepção de software e de sistemas informáticos; software tempo real; sistemas informáticos distribuídos, redes de computadores, inteligência artificial aplicada;
 - em automação da manufatura: automação integrada (CIM), aspectos de planejamento da produção automatizada (CAP) e do planejamento de processos (CAPP), comando numérico, robótica, projeto e fabricação (CAD/CAM), e aspectos do controle de qualidade (CAQ);
- preparo para o uso de técnicas de análise, simulação, projeto, fabricação e controle de qualidade assistidos por computador;
- fundamentos básicos de economia, direito, gestão e segurança;
- a inserção e a adaptação rápida do engenheiro no meio industrial;
- a abertura em relação à pesquisa e ao desenvolvimento em Controle e Automação Industrial;

3.1. Proposta Curricular

Em função das considerações acima organizou-se uma proposta curricular caracterizada por:

- no Ciclo Básico:

- formação básica em matemática (570 hs) e física (645 hs) nas quatro primeiras fases, com 225 horas de disciplinas de formação geral (química, línguas, desenho, etc.);
- disciplinas objetivando à introdução e à ambientação do aluno nos temas a ser focalizados durante a sua formação específica, 180 horas de disciplinas de informática e 165 horas de eletrônica analógica e digital;

- no Ciclo Profissionalizante

- uma formação multidisciplinar, aprofundando conhecimentos nas áreas de: Controle (570 hs), Informática Industrial (600 hs), Eletrônica e Metrologia (255 hs), Projeto e Manufatura Automatizados (285 hs) e Sistemas de Produção (240 hs);
- disciplinas de cunho geral (90 hs) e disciplinas optativas sobre tópicos especializados (165 hs);
- um projeto de fim de curso sobre tema relacionado com os objetivos do curso, a ser realizado num dos laboratórios de pesquisa/desenvolvimento da UFSC ou em empresa credenciada junto ao curso;

No quadro I são apresentadas as disciplinas do currículo correspondentes à formação específica em eletrônica, informática, controle, automação da manufatura e sistemas de produção, indicando a fase, o número de horas-aula e o número de horas-aula práticas.

O quadro II mostra o resumo dos dados apresentados no quadro I e destaca, no final, o percentual de aulas práticas nas disciplinas de formação específica.

3.2. Aspectos Relevantes da Proposta

Com relação à proposta curricular apresentada parecem-nos importante salientar os seguintes aspectos:

- trata-se de um currículo multidisciplinar, fortemente ancorado na estrutura matricial da universidade, onde intervêm especialistas de várias áreas da engenharia e das ciências de computação;
- o currículo proposto apresenta uma forte componente laboratorial, caracterizada por disciplinas exclusivamente práticas e teórico-práticas perfazendo um total de 500 horas de aula de laboratório (26.2 % do total) no ciclo profissionalizante, conforme apresentado no quadro II. Este enfoque visa vencer a formação livresca, característica de muitos cursos de Engenharia no Brasil, propiciando uma forte ligação do estudante com a realidade prática e, conseqüentemente, formando-o melhor para sua futura atuação no projeto, na execução ou na manutenção de Sistemas Automatizados;
- o projeto de fim de curso cuja realização deverá levar o aluno a exercitar a sua capacidade de síntese dos conhecimentos adquiridos e o seu espírito de procura e crítica. Ele servirá também para treinar o futuro profissional em atividades tais como planejamento e execução de projetos, elaboração de documentos e relatórios, defesa pública das suas idéias, etc.; todas elas extremamente importantes para a função integradora que deverá vir a se exercer, assim como, também, para facilitar a sua adaptação ao meio industrial e/ou à pesquisa e ao desenvolvimento.

Finalmente consideramos também importantes dois aspectos que, apesar de subjacentes à proposta, se constituem em orientações bem definidas quanto ao processo de implantação/consolidação do curso. São estes:

- o currículo deve apresentar um certo grau de flexibilidade de forma tal a permitir a eventual evolução do curso em função das futuras necessidades do setor industrial. Assim será possível oferecer, nas últimas fases e no projeto de fim de curso, por exemplo, opções de robótica, sistemas de produção, CAD/CAM, etc., mantendo-se o conteúdo básico comum nas áreas de Controle, Informática Industrial e Eletrônica;
- o ensino deve estar fundamentado na existência de um ambiente acadêmico propício (professores, infraestrutura) assim como em pesquisa dirigida em parte para o setor industrial regional.

4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLANTAÇÃO DO CURSO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NA UFSC

A opção pela implementação de um curso de graduação em Controle e Automação Industrial na UFSC pressupõe a análise do potencial existente nesta, em termos de infraestrutura e de recursos humanos, e o levantamento das características do setor industrial regional e nacional a ser atendido. Neste contexto, é necessário equacionar as principais necessidades para que o curso proposto no item anterior seja implantado.

4.1. O Potencial Existente

A UFSC é nacionalmente reconhecida pelo excelente nível dos seus cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Mecânica e Elétrica, pelos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento em Automação Industrial (realizados nos vários laboratórios dos departamentos do Centro Tecnológico da UFSC - CTC e no Centro Regional de Tecnologia em Informática - CERTI) e pela atuação destacada junto à comunidade industrial (através de iniciativas diversas: cursos de reciclagem, seminários regionais e nacionais, fomento à criação de Incubadora de Empresas, trabalhos de desenvolvimento técnico). Estes fatos permitem comprovar a existência de capacitação para responder às necessidades de formação na área.

Para a implantação da estrutura curricular proposta conta a UFSC com uma infraestrutura multidisciplinar perfeitamente sedimentada. Caberá aos departamentos de Engenharia Elétrica (EEL) e Mecânica (EMC) a responsabilidade pela maior parte das disciplinas a serem ofertadas. Se bem que em menor grau, os departamentos de Ciências da Computação (CEC), Engenharia de Produção e Sistemas (EPS) e Engenharia Química (ENQ), todos do Centro Tecnológico da UFSC terão também uma participação expressiva.

No quadro III, apresenta-se de maneira sucinta uma descrição dos principais laboratórios atuantes na área de Controle de Processos e Automação Industrial na UFSC, indicando-se as linhas de atuação e a composição das suas equipes técnicas.

Uma componente importante da formação de um engenheiro de controle e automação industrial é medida pela sua participação em projetos de pesquisa/desenvolvimento. Observa-se, no quadro III, que tal participação já existe de forma expressiva nos laboratórios citados. Este fato também é verdade para os laboratórios do Centro Tecnológico da UFSC atuantes em áreas afins: Laboratório de Instrumentação Eletrônica (EEL); Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos (EMC); Laboratório Integrado de Hardware e Software (CEC); Laboratório de Pesquisa Operacional (EPS); Laboratório de Processos Químicos (ENQ); Grupo de Análise de Tensões (EMC).

Em termos de material, estes laboratórios dispõem de boa infraestrutura computacional, de redes de comunicação e equipamentos (eletrônicos, de medição, máquinas ferramentas) que poderá, sem prejudicar as outras atividades atualmente em curso (ensino das engenharias existentes, pesquisa, desenvolvimento), ser colocada, em parte, à disposição do curso e servir de ponto de partida para este.

4.2. O Ambiente Industrial

A existência, na região sul:

- de um importante setor industrial, produtor de equipamentos e software para a automação (computadores, CLP, SDCD, software, manipuladores, etc.);
- de um importante setor usuário das tecnologias ligadas a esta área (setores têxtil, metalúrgico, cerâmico, carbonífero, elétrico, petroquímico);
- do Centro Regional de Tecnologia em Informática (CERTI), instalado em Florianópolis (SC) e cujo papel é o de facilitar a integração Universidade-Indústria;
- de um polo informático construído em torno da infraestrutura do Condomínio/Incubadora de empresas;

mostra a vitalidade da Automação Industrial, o grande potencial nela existente e, também, as grandes necessidades em termos de uma mão de obra especializada para poder viabilizar todo este potencial.

4.3. A Infraestrutura Necessária

Pelas características do curso proposto, faz-se finalmente necessário tecer algumas considerações sobre a infraestrutura necessária para sua implantação/consolidação tanto do ponto de vista dos recursos materiais quanto dos recursos humanos:

- o computador:

Deverá servir ao estudante do curso como ferramenta para a simulação de sistemas complexos, instrumento de laboratório, laboratório virtual, instrutor, livro texto, quadro negro, ambiente de aprendizagem, meio de comunicação, mediador e, também, como instrumento de recreação. Esta conclusão contida em relatório da Sociedade Americana para o

Ensino da Engenharia (ASEE) [Task Committee on Educational Technology, 1986] é possivelmente aplicável em muitas áreas mas muito particularmente na de Controle de Processos e Automação Industrial. Com efeito, nesta área, o computador é instrumento fundamental para o estudante tanto como meio de aprendizagem (ensino assistido, acesso à informação, relatórios, comunicação, etc.) quanto como ferramenta indispensável para o seu treinamento nas funções a serem exercidas na sua vida profissional. Será, portanto, necessário dotar o curso de infraestrutura computacional atualizada visando a satisfação das necessidades acima evidenciadas.

- o laboratório:

O processo formativo do Engenheiro de Controle e Automação Industrial deve ser construído a partir de uma perspectiva de "prática de pesquisa e produção como experiência educativa", afim de ser apto a atender eficiente e rapidamente as necessidades do setor industrial. O projeto de fim de curso, a participação efetiva em pesquisa/desenvolvimento nos laboratórios e as disciplinas práticas e teórico-práticas do curso são elementos que contribuem neste sentido.

Um requisito fundamental para a qualidade da formação pretendida está na existência de laboratórios nos quais os estudantes estão em contato com sistemas e processos técnicos reais sobre os quais eles podem se exercitar no projeto, na implementação e na operação. Este tipo de experimento existe em parte nos diversos laboratórios de pesquisa da UFSC e poderá ser aproveitado. Algumas iniciativas neste sentido estão também a caminho, como por exemplo, o projeto CIM/CTC/UFSC, elaborado em conjunto pelos laboratórios do Centro Tecnológico atuantes na área de Automação Industrial e que visa implantar na UFSC um laboratório de Integração da Manufatura por Computador (CIM) que poderá ser utilizado para ensino, pesquisa e desenvolvimento.

A montagem de laboratórios adequados para a formação de Controle e Automação de Processos Contínuos e Discretos exige tempo, capacitação e recursos que poderão ser amenizados se houver um real interesse do setor produtivo quanto a apoiar alternativas similares a esta aqui proposta.

-o instrutor:

A estrutura curricular proposta apresenta também um conjunto de disciplinas que necessitam uma formação especializada e uma experiência em pesquisa e desenvolvimento da parte do instrutor. Outrossim, a evolução na área levará a uma constante reatualização dos conteúdos de várias disciplinas e dos professores

que as ministram: por exemplo, pode-se decentemente imaginar hoje ainda ensinar a respeito dos microcomputadores o que se ensinava há cinco anos atrás, ao mesmo nível e da mesma forma ?

A implantação de um curso de Controle e Automação Industrial necessita então de professores que tenham realizado estudos avançados e trabalhos nestas áreas e que se mantêm atualizados através das suas pesquisas, dos seus trabalhos de desenvolvimento e dos seus contatos com a indústria. Há, na Universidade Brasileira, profissionais deste tipo, entretanto, em número ainda insuficiente se se pretender ter uma política de formação de recursos humanos contínua e eficiente. Não há dúvida que se a Automação for considerada prioritária para o desenvolvimento do país, tal política de formação deverá ser acompanhada de incentivos à formação de doutores e da abertura de oportunidades, para que parte dos novos doutores regressando ao país, seja aproveitada na pesquisa e na formação de recursos humanos.

4.4. Conclusões sobre a Implantação do Curso na UFSC

Finalmente, a avaliação da situação atual da UFSC do ponto de vista de suas potencialidades, da infraestrutura e do ambiente industrial que a cerca, permite concluir que:

- existe massa crítica em qualidade e quantidade suficientes para iniciar as atividades do curso;
- apresenta-se situação similar a nível da infraestrutura e de equipamentos laboratoriais;
- dispõe-se de Laboratórios e Centros de Pesquisa/Desenvolvimento com nível reconhecido na área, que contribuirão na formação do engenheiro para e pela pesquisa e/ou desenvolvimento;
- existem grandes necessidades da indústria regional e nacional a serem atendidas através da formação de recursos humanos nas áreas de Controle e Automação.

Estão dadas, conseqüentemente, todas as condições básicas para a implantação de um Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação na UFSC.

quada para a situação de carência da área citada. Dentro desta perspectiva, foi apresentada a proposta curricular da UFSC para este tipo de curso, destacando-se alguns aspectos considerados relevantes nesta, principalmente no que diz respeito à multidisciplinaridade do curso e ao seu grande conteúdo prático (laboratório, projeto de fim de curso).

Foram tecidas algumas considerações sobre as potencialidades (recursos humanos, infraestrutura) existentes na UFSC na área de Controle e Automação Industrial, sobre o ambiente industrial regional no qual o curso se encontra inserido e sobre as suas necessidades futuras; conclui-se na viabilidade da implantação na UFSC, a curto prazo, da proposta de curso apresentada neste artigo. Entretanto, algumas questões que extrapolam a disposição da UFSC em criar este curso, precisam ainda serem discutidas e solucionadas no âmbito nacional, com a urgência que requer a falta de recursos humanos para esta área.

Neste sentido, além dos termos levantados neste artigo, é preciso discutir a respeito do estabelecimento de um currículo mínimo unificado para o curso de Controle e Automação Industrial a ser implantado no país; esta proposta de currículo mínimo, resultado da confrontação das idéias dos vários setores interessados, deverá ser levada ao Conselho Federal de Educação como a manifestação destes setores, para o reconhecimento de nova habilitação da Engenharia nesta área. A proposta curricular da UFSC pretende ser uma contribuição inicial a esta discussão. Desta, deve surgir também a definição das atribuições legais do engenheiro formado pela nova habilitação, já que isto também é exigência para regulamentar o exercício da profissão.

Deste debate, deve resultar sobretudo a definição de uma política coerente e duradoura para a formação de Recursos Humanos em Controle e Automação Industrial; esta apresentará várias facetas, atendendo necessidades de curto, médio e longo prazo. Entretanto, para que esta política não seja letra morta, é preciso uma vontade nacional de concretizá-la. Esta vontade deve se manifestar através de um apoio efetivo do governo e do setor industrial na formação de pessoal nesta área e através de um maior esforço do setor que atua em formação (Universidades, Escolas Técnicas, etc.) para implantar novos cursos com a qualidade requerida. Na conjunção de todos estes esforços, se encontram os elementos para poder diminuir a carência em recursos humanos da área em questão e garantir a continuidade do crescimento industrial na Automação.

5. CONCLUSÃO

Neste artigo, após um rápido balanço da situação no Brasil em termos de formação de recursos humanos na área de Controle e Automação Industrial, foi apresentado o perfil do profissional a ser formado nesta área. Entre as alternativas levantadas para atingir este objetivo, a proposta de criação de cursos de graduação em Engenharia de Controle e Automação Industrial foi considerada a mais ade-

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores Carlos Alberto Schneider, Caspar Eric Stemmer, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, e Carlos Raul Borenstein, do Departamento de Engenharia Elétrica da UFSC, pelas suas discussões frutuosas e pelas suas contribuições na proposta de curso.

6. REFERÊNCIAS

Automação & Indústria, Ano II, No. 5, Abril 1988.

Currículos de cursos de graduação em Engenharia: University of Rochester (USA); University of California - Berkeley (USA); University of Waterloo (Canada); University of Toronto (Canada); Institut National Polytechnique de Toulouse, Grenoble e Nancy (France); École Supérieure d'Électricité (France); École Nationale Supérieure des Techniques Avancées (France); University of Cambridge (England); Linköping University (Sweden).

JONES R. et alii, Final Report - Task Committee on Educational Technology: Quality in Engineering Education Project, American Society for Engineering Education, May, 1986.

Plano Nacional de Automação e Informática - 1o. PLANIN, Abril 1986.

Projeto de Criação de Curso, a nível de graduação, em Engenharia de Controle e Automação, Documento Interno UFSC, Agosto 1987.

TEIXEIRA DE BARROS MORAES J.C., Sistemas de Controle e Automação em Faculdades de Engenharia, COBENGE'87, Florianópolis, Julho 1987.

Quadro I

Disciplinas	Fase	No. Horas Total	No. Horas Laborat
ELETRÔNICA			
Circuitos Elétricos	4a.	90	-
Eletrônica Digital	4a.	75	30
Metrologia	5a.	60	15
Eletrônica Analógica I	5a.	75	15
Eletrônica Analógica II	6a.	60	15
Princípios de Comunicação	6a.	60	15
INFORMÁTICA			
Introdução à Informática	1a.	60	30
Engenharia de Programação	3a.	60	30
Métodos Numéricos Aplicados	4a.	60	15
Microprocessadores e Microcomputadores	5a.	90	-
Laboratório de Microprocessadores	5a.	60	60
Sistemas Digitais Sequenciais	6a.	60	15
Informática Industrial I (CLP, Programação Concorrente Técnicas de Concepção para Programação Concorrente)	7a.	90	-
Laboratório de Informática Industrial I	7a.	45	45
Informática Industrial II (Linguagens, Sistemas Operacionais)	8a.	60	-
Laboratório de Informática Industrial II	8a.	30	30
Sistemas Distribuídos e Redes de Computadores	8a.	90	30
Elementos de Inteligência Artificial Aplicada ao Controle e à Automação	9a.	75	30
CONTROLE			
Sinais e Sistemas Lineares	5a.	90	15
Sistemas Realimentados Contínuos	6a.	75	-
Laboratório de Controle I (associado a Sistemas Realimentados Contínuos)	6a.	30	30
Instrumentação para Controle e Automação	6a.	60	30
Acionamentos Elétricos para Controle e Automação	6a.	60	15
Sistemas Amostrados	7a.	60	-
Teoria Moderna de Controle	7a.	60	-
Laboratório de Controle II (associado a Sistemas Amostrados e Teoria Moderna de Controle)	7a.	30	30
Acionamentos Hidráulicos e Pneumáticos para Controle e Automação	7a.	60	15
Controle de Processos: Estudo de Casos	8a.	45	-
AUTOMAÇÃO DA MANUFATURA			
Processo de Fabricação Mecânica	7a.	45	-
Sistema de Comando Numérico	8a.	60	-
Dispositivo de Manipulação: Robótica	8a.	60	-
Programação de Comando Numérico e Robôs	9a.	45	15
Projeto e Fabricação Assistidos por Computador	9a.	75	30
SISTEMAS DE PRODUÇÃO			
Introdução à Pesquisa Operacional	5a.	60	-
Sistema de Produção Industrial	8a.	60	-
Sistema Integrado de Manufatura	9a.	60	-
Laboratório de Sistema Integrado de Manufatura	9a.	60	60

Quadro II

Área	Básico + Profissionalizante		Profissionalizante	
	No. Horas (% do Total)	No. Horas Laboratório	No. Horas (% do Total)	No. Horas Laboratório
Eletrônica	420 (18.4 %)	90	255 (13.1%)	60
Informática	780 (33.9 %)	285	600 (30.7 %)	210
Controle	570 (24.8 %)	135	570 (29.2 %)	135
Automação da Manufatura	285 (12.4 %)	45	285 (14.6 %)	45
Sistemas de Produção	240 (10.5 %)	60	240 (12.4 %)	60
Total	2295 (100 %)	615	1950 (100 %)	510
% Aulas Práticas	26.8 %		26.2 %	

Quadro III

Indicadores	Linhas de Atuação	Equipe
Laboratórios		
LCMI (EEL)	<ul style="list-style-type: none"> - Controle de Processos; - Projeto Assistido por Computador; - Teoria de Controle; - Projeto de Controladores Digitais; - Sistemas Informáticos Distribuídos; - Sistemas Operacionais; - Redes Locais; - Ambientes de Desenvolvimento; - Sistemas Especialistas para Controle de Processos e Automação Industrial. 	<ul style="list-style-type: none"> - 6 professores (3 Dr., 3 MSc.); - 1 prof. visitante (Dr.); - 18 pesq. (doutorandos, mestrandos, engenheiros, analistas); - 15 estagiários de Inic. Científ. (Graduação); - 2 técnicos.
LABMETRO (EMC)/ CERTI	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentação de Precisão Opto-eletrônica e Eletromecânica; - Sistemas Computadorizados de Produção; - Tecnologia de Medição por Coordenadas; - Robótica Industrial; - Automatização da Medição, Controle de Qualidade e Testes com Apoio do Computador; - Automação Integrada por Computador (CIM); 	<ul style="list-style-type: none"> - 3 professores (1 Dr., 2 MSc.); - 26 pesq. (doutorandos, mestrandos, engenheiros, analistas); - 66 estagiários Inic. Científ. (Graduação); - 22 técnicos.
GRUCON (EMC)	<ul style="list-style-type: none"> - Mecânica de Precisão; - Banco de Dados de Usinagem; - Sistemas de Programação de Máquina de Comando Numérico e CAM; - Sistemas de Encaixe (nesting); - Planejamento do Processo de Manufatura; 	<ul style="list-style-type: none"> - 6 professores (4 Dr., 2 MSc.); - 26 pesq. (doutorandos, mestrandos, engenheiros, analistas); - 45 estagiários Inic. Científ. (Graduação); - 5 técnicos.

LCMI: Laboratório de Controle e Microinformática

LABMETRO/CERTI: Laboratório de Metrologia e Automação / Centro Regional de Tecnologia para Informática

GRUCON: Grupo de Comando Numérico