

EDUCAÇÃO EM CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM AMBIENTE ADVERSO: ESTUDO DE CASO DE UMA EXPERIÊNCIA TUTORIAL

Hélvia Hortêncια Barcelos Carvalho
Francisco José Gomes

Universidade Federal de Juiz de Fora - Faculdade de Engenharia - Departamento de Energia.
Campus Universitário – Bairro Martelos – 36036 -330 – Juiz de Fora – Minas Gerais – Brasil
helviaufjf@yahoo.com.br, chicogomes@terra.com.br

Abstract— The paper focuses on a tutoring experience under course for fifteen years on the Electric Engineering Course at the Federal University of Juiz de Fora, Brazil. In this tutoring program, the students are engaged in diversified activities, complementary to the normal graduation course. Twelve students, selected at the beginning of the course, and acting as different teams, develop activities like technical designs, lectures and seminary preparations, technical visits, meetings and stages, including the planning and evaluation of the developed activities. These students attend the program until they graduate. The program structure comprises four modules: the first one is the Basic Module, where the main objective is to familiarize the students with the fundamental tools utilized in the engineering course; in the second one, called a Technical Module, the students work with contents and subjects of the normal curricula, but always developing new applications and analysis, beyond the traditional frontiers of the normal graduation course. The third module, an Enhancement one, deals with more advanced works, including research and technical designs projects. The last, a Transversal module, focuses on technical writing and speeches, foreign languages, technological policies evaluation and social relationships. The main aim of the program is to build a flexible education giving rise to a engineers with a consistent and strongly technical profile, but with a social and citizenship conscience. An evaluation of this fifteen years period is presented, with analysis of the multidisciplinary works developed during the students involvement in the program, as well theirs qualifications, technical jobs and responsibilities after they graduated. The evaluation population comprises more than sixty students that have already attended the program

Keywords— Control education, tutorial group, PET, Didatic kits

Resumo— O presente trabalho trata de um tema recorrente, de forma crescente, nos últimos anos: a educação em controle. É ponto consensual que a educação em controle deva fomentar as bases para um aprendizado contínuo que habilite o engenheiro de controle a lidar com os complexos, crescentes e emergentes problemas da área. Dessa forma, ela deve permitir, estabelecer e manter elevados padrões de excelência que possibilitem o aprendizado adequado de suas bases e conceitos fundamentais. Este trabalho traz os resultados obtidos em 15 anos de atividades de um grupo tutorial existente no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, na tentativa de superação, ou minimização, de condições adversas para uma adequada formação em controle, decorrentes de orientações adotadas pelo curso para outras ênfases da engenharia elétrica. A proposta deste trabalho é efetuar uma análise dos princípios e diretrizes adotadas, bem como dos resultados obtidos, nestes 15 anos de existência do Programa de Educação Tutorial - PET Engenharia Elétrica enquanto espaço privilegiado para formação de profissionais de excelência, e as formas de inserção, neste trabalho, de uma educação estruturada em controle e automação.

Palavras-Chave— Educação em Controle, Educação Tutorial, Educação em Engenharia, Módulos Didáticos.

1 Introdução

O tema da educação em controle tem sido recorrente, de forma crescente, nos últimos anos, podendo-se assinalar a expansão de artigos, congressos e periódicos sobre o assunto (Kheir,1996). O crédito a este interesse pode ser explicado por razões estruturais, ligadas à própria base conceitual da teoria de controle (Antisaklis,1998) bem como ao desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação - TIC e seu impacto sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, com rebatimento sobre a educação dos engenheiros e especialistas na área (Murray,2002).

Emerge, deste rico e contínuo debate, uma posição consensual segundo a qual a educação em controle deve fomentar as bases para um aprendizado contínuo que habilite o engenheiro da área a lidar com os complexos, crescentes e emergentes problemas de controle. E, mais importante: ela deve permitir estabelecer, e manter, elevados padrões de excelência que possibilitem o aprendizado adequado das

bases e conceitos fundamentais da engenharia de controle (Kheir, 1996):

- a) a compreensão da dinâmica de sistemas, correlacionando sua resposta à uma evolução temporal, com memória;
- b) o duplo caráter da estabilidade, que se coloca não só como conceito fundamental do controle, mas principalmente como requisito prático para os diversos sistemas;
- c) o sentimento da realimentação, com a respectiva compreensão da relação de seu custo-benefício
- d) a compreensão da compensação dinâmica, que possibilita operar nos limites das especificações impostas pelas propriedades físicas dos componentes utilizados.

A educação em controle, calcada nestes pontos abordados apresenta, para os cursos de Engenharia de Controle e Automação, ou correlatos, desafios complexos, instigantes e sempre renovados, que obrigam à busca de soluções com características similares, em um ciclo crescente e interminável (Kypuros, 2005; Ursulet,2002).

Tomando-se o quadro traçado, pode-se então especular sobre as condições reais de educação em controle nos cursos formais de engenharia elétrica, onde constitui, em graus variados, apenas um percentual do programa curricular. Onde, por vezes, não existem laboratórios adequados, as bases conceituais existentes são dispersas ou estanques e os alunos não são motivados para o tema. Emerge, desta situação, o questionamento de como motivar os alunos, em um ambiente adverso, para o estudo e aprendizado do controle, como conciliar a dualidade explícita teoria-prática, que se exacerba na educação em controle, como transmitir os conceitos e fundamentos essenciais à sua formação.

O presente trabalho trata do tema trazendo, para discussão, os resultados obtidos em 15 anos de atividades de grupos tutoriais, contemplando um universo da ordem de 60 estudantes, no curso de Engenharia Elétrica da UFJF, na tentativa de superação, ou minimização, dos efeitos adversos da formação em controle dos alunos, motivados de forma diversa e orientados para outras ênfases da engenharia elétrica. Os grupos de educação tutorial existentes no curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia da UFJF são decorrentes do Programa de Educação Tutorial – PET, localizado inicialmente na CAPES e atualmente no Departamento de Projetos Especiais de Modernização e Qualificação do Ensino Superior – DEPEM, da Secretaria da Educação Superior, do Ministério da Educação. O Programa tem suas origens no final da década de 70, quando sua implementação buscou responder às demandas concretas do sistema universitário brasileiro, mais particularmente nas questões associadas às restrições humanas e materiais das universidades públicas e queda na qualidade do ensino. Nasce como uma proposta de trabalho com grupos específicos, buscando, primordialmente, a formação de profissionais de alto nível para todos os segmentos do mercado de trabalho, com destaque especial para a carreira universitária, tendo em vista seu efeito multiplicador (Relatório, 1999). A introdução do programa PET na UFJF ocorreu em novembro de 1991, quando foi aprovado, então pela Capes, o projeto do PET do curso de Engenharia Elétrica.

Os grupos tutoriais ligados ao Programa PET consistem de doze alunos bolsistas, selecionados nos períodos iniciais do curso, e nele permanecem até sua graduação. O grupo mantém, de forma permanente, o número de doze bolsistas, efetuando novas seleções para reposição sempre que, por motivo de graduação ou desligamento, algum aluno deixa de integrar o programa. Durante este período, os bolsistas possuem o acompanhamento de um professor tutor, responsável pelas diretrizes e acompanhamento do programa e devem desenvolver atividades e tarefas que complementem sua formação curricular normal, garantindo a aquisição de conhecimentos suplementares e um perfil profissional qualificado e diferenciado.

A proposta do presente trabalho é efetuar uma análise das diretrizes adotadas e resultados obtidos nestes 15 anos de existência do PET - Engenharia Elétrica enquanto espaço privilegiado de formação de profissionais de excelência, e as formas de inserção, neste trabalho, de uma educação mais sistemática e consistente na área de controle e automação.

O trabalho está dividido como se segue: o capítulo I aborda a proposta conceitual para o PET; a seção II trata das questões relativas ao alcance dos objetivos propostos em sua formulação conceitual, a seção III aborda as questões institucionais enfrentadas pelo programa em sua implementação, enquanto a seção traz os resultados obtidos. As conclusões finais são abordadas na seção V.

2 Bases conceituais da tutoria

A proposta de implementação de um grupo PET no Curso de Engenharia Elétrica da UFJF decorreu dos aspectos relacionados a uma formação profissional de excelência, podendo-se destacar alguns aspectos predominantes que integram as diretrizes do Programa (Manual 1995).

- gerar uma formação acadêmica de excelente nível, com destaque para os aspectos de “aprender fazendo” e “aprender a aprender”, com discussão de temas éticos, sócio-políticos, científicos e culturais relevantes para o exercício profissional e ou o país;

- integração da formação acadêmica com a futura atividade profissional, focando principalmente a interatividade ensino, pesquisa e extensão;

- melhoria da graduação através de novas experiências pedagógicas e formação de multiplicadores, com interação direta com a pós-graduação.

Para atendimento a estas diretrizes foram estabelecidas, pelas normas do Programa, condições e condicionantes que pudessem balizar a execução de uma proposta abordando aspectos diversificados:

- necessidade de uma formação acadêmica ampla, com conteúdo programático que evitasse uma especialização precoce;

- interdisciplinaridade, característica indispensável para uma formação condizente com o estágio atual de desenvolvimento das ciências em geral;

- atuação coletiva, caracterizando-se como grupo e buscando equilíbrio entre participação individual e coletiva dos seus membros;

- interação contínua entre bolsistas e corpos discente e docente do curso de graduação e programas de pós-graduação e,

- planejamento e execução de um programa diversificado de atividades, acessórias à grade curricular da graduação.

Para satisfação destas condicionantes e alcance dos objetivos estabelecidos as ações integrantes do Programa foram divididas, para efeitos didáticos, em

03 módulos básicos, até certo ponto sequenciais e aplicáveis a todos os bolsistas, executados paralelamente a uma programação de abrangência ampla, perpassando os anteriores e cobrindo praticamente toda a permanência dos bolsistas no programa:

- **Módulo de Formação Básica** - como os alunos são selecionados ainda no estágio de formação básica, o objetivo principal deste primeiro módulo é a capacitação e familiarização com o ferramental necessário à engenharia elétrica, despertando no aluno necessidades e demandas que motivem formação complementar ao conteúdo curricular programático.

- **Módulo de Formação Técnica** - são desenvolvidos trabalhos com conteúdos de maior embasamento técnico que buscam não só despertar motivação para as disciplinas da grade curricular normal, mas complementá-las com estudos e pesquisas extracurriculares, de interesse para a sua formação técnica. Os trabalhos desta fase podem ser considerados, para efeitos comparativos, como tendo um caráter equivalente aos desenvolvidos no âmbito da iniciação científica.

- **Módulo de Aprofundamento** - etapa final do programa com estudos, desenvolvimentos e, em alguns casos, atividades de pesquisas contemplando áreas e técnicas não abrangidas na programação curricular da graduação da Engenharia elétrica da UFJF.

Paralelamente aos módulos descritos, que enfocam aspectos da formação técnica, implementou-se um **Módulo de Abrangência Ampla**, desenvolvido de forma contínua e cobrindo todo o período de formação do aluno. Neste módulo são desenvolvidas ações que complementam a formação técnica bem como buscam trazer informações sobre a realidade contemporânea e do mercado de trabalho, em seus desdobramentos sócio-econômicos-culturais.

Esta proposta possui estrutura conceitual condizente com as diretrizes recomendadas para o ensino de graduação, que reforçam a educação interdisciplinar, programas de expressão escrita e oral, utilização de tecnologias de informação de forma criativa e o trabalho em equipe, no que vem sendo denominada educação flexível (The Boyer, 1998; Ursulet, 2002).

3 Do modelo conceitual à realidade prática

A atual Faculdade de Engenharia da UFJF iniciou suas atividades a 17 de agosto de 1914 com o nome de Escola de Engenharia de Juiz de Fora e formava o profissional denominado Engenheiro Agrimensor, Civil e Eletrotécnico. Em 1960, com a criação da Universidade Federal de Juiz de Fora, passou a integra-la, recebendo sua denominação atual. Iniciou, em 1963, a divisão dos cursos em Engenharia Civil e Engenharia Elétrica tendo formado a primeira turma de engenheiros eletricitas em 1968.

Desde 1963, quando foi implementado, o curso de Engenharia Elétrica teve como enfoque a área de Sistemas Elétricos de Potência, decorrência natural da estrutura anterior que formava engenheiros civis com atribuições em Eletrotécnica. A ênfase na área de Sistemas de Potência ainda é predominante no curso, embora reformulações curriculares, ocorridas em 1984 e 1992 tenham introduzido alterações disciplinares.

Atualmente, em função destas adaptações, o curso conta somente com duas disciplinas obrigatórias de controle, Teoria de Controle I e II, ministradas no 6^o e 7^o períodos do curso, respectivamente. A ementa da disciplina de Controle I - Formas canônicas de representação de operadores, Funções de matrizes, Descrição matemática de sistemas e Espaço de Estados - mostra uma forte aderência à teoria de Sistemas Lineares que, como conhecido, constitui a base conceitual necessária à formação do engenheiro eletricitista e, particularmente, do engenheiro de controle. A segunda disciplina, Teoria de Controle II, ao adotar como ementa os temas de Controlabilidade e Observabilidade, Teoria das Realizações, Análise da Resposta Transitória, Estabilidade, Lugar das Raízes e Controladores e não abordar aspectos diretamente ligados ao controle de processos industriais ou automação, mantendo ainda uma base conceitual, com enfoque teórico, não transmite aos alunos a potencialidade e a riqueza subjacente a prática do controle e automação de processos. Pode-se agregar, como um fator de recrudescimentos desta situação, a inexistência de práticas laboratoriais nos cursos citados, deficiência esta que age como elemento também desmotivador e desvincula o controle de seu aspecto fundamental, que é a aplicabilidade prática.

Desta forma, questões concretas ligadas à automação e controle, tais como projetos de controladores utilizando as diversas ferramentas analíticas disponíveis, sintonia de controladores, compensação dinâmica, aspectos práticos de implementação de sistemas de controle, novas técnicas de inteligência computacional aplicadas à automação e controle, novas estruturas de controladores, para citar alguns, não são disponibilizados, na estrutura curricular normal, para a formação dos alunos. A tentativa de responder às demandas colocadas por esta situação é tentada com a oferta de disciplinas eletivas, nos últimos períodos do curso. Contudo, dado o forte conteúdo ligado à área de sistemas de potência na estrutura curricular normal, bem como o fato que os alunos tem seu contato preliminar com a área de controle através de uma visão quase que exclusivamente matemática, abstrata e conceitual, o interesse e a motivação dos alunos para cursar, posteriormente, matérias eletivas de controle ficam fortemente prejudicados.

Propõe-se agora uma análise da efetividade dos procedimentos práticos, inseridos na realidade da Faculdade de Engenharia, na UFJF, não somente para verificar a factibilidade de reprodução do mode-

lo conceitual da educação tutorial proposta, mas principalmente a existência concreta de uma formação em controle, complementar à educação formal curricular.

No primeiro módulo, realizado por todos os bolsistas, são priorizadas atividades de formação básica, com ênfase em temas que, dentro da visão adotada do programa, deveriam ser priorizadas como elementos de formação do curso de Engenharia Elétrica. A seleção dos tópicos e temas integrantes deste módulo abrange itens necessários á formação do engenheiro electricista -conectividade, familiaridade e utilização de linguagens de programação e aplicativos mais genéricos, ferramentas WEB e HTML, conceitos técnicos introdutórios, ferramentas analíticas e numéricas da área de engenharia - mas são também particularmente necessários á formação em controle. Trabalhos contemplando estas necessidades englobam o desenvolvimento de ambientes computacionais com métodos e meios apropriados ao controle (ex, ambientes comparativos dos métodos de solução numérica de equações diferenciais), bem como construção do que poderia ser uma base embrionária para CACEs (“Computer Aided Control Engineering”) com ambientes para simulação de sistemas dinâmicos, técnicas de interface amigável computador-usuário e conectividade.

A etapa subsequente do treinamento enfatiza um aprofundamento do conhecimento conceitual do núcleo de disciplinas que os bolsistas freqüentam entre o 5^o e 8^o períodos do curso. Os trabalhos desenvolvidos complementam estes estudos com a criação de novas necessidades e aplicação dos conhecimentos adquiridos, reforçando e ampliando a base técnica. A implementação destes trabalhos, de forma similar ao primeiro módulo, envolve tópicos que cobrem as necessidades mais amplas da formação em engenharia - ambiente computacional para síntese e solução de circuitos elétricos, projeto e montagem de módulos e circuitos em laboratórios, estudo e desenvolvimento de técnicas para ensino à distância – mas buscou-se também motivar os estudantes e abrir oportunidades para desenvolvimentos de tópicos relacionados à área de automação e controle, como desenvolvimento de uma placa de aquisição de dados, projeto de sensor de temperatura utilizando diodos retificadores, projeto e implementação de controladores PID analógicos, módulos didáticos para implementações de algoritmos e estratégias diversificadas de controle. No terceiro módulo, os alunos, já possuindo um conhecimento técnico mais sólido, são incentivados a trabalhar com técnicas e procedimentos mais avançados e, de forma geral, não abordados na graduação, mas hoje de uso corrente na área tecnológica, incorporados às novas tecnologias embarcadas nos procedimentos produtivos industriais e tecnologias de sistemas.

4 Resultados

Para ilustrar os resultados dos procedimentos descritos na seção anterior, são apresentados, a seguir, um quantitativo dos trabalhos realizados, pelos bolsistas, nas diversas áreas da engenharia elétrica. Pode-se observar que estes trabalhos, em termos quantitativos, mostram uma motivação para a área de controle e automação, bem como ilustram uma formação que abrange itens diversificados.

O gráfico a seguir (**Figura 1a**) mostra, dentro do universo de trabalhos desenvolvidos – poder-se-ia considerar como similares aos desenvolvidos em iniciação científica – o percentual direcionado às necessidades de uma formação em controle ou ligados diretamente a esta área. Nota-se que 57% dos trabalhos de iniciação científica desenvolvidos pelos bolsistas contemplam 6 diferentes áreas da Engenharia de Controle, mostrando que desde os primeiros semestres da graduação já existe o despertar nos alunos pelos temas que não são abordados com a devida ênfase no curso de Engenharia Elétrica da Faculdade.

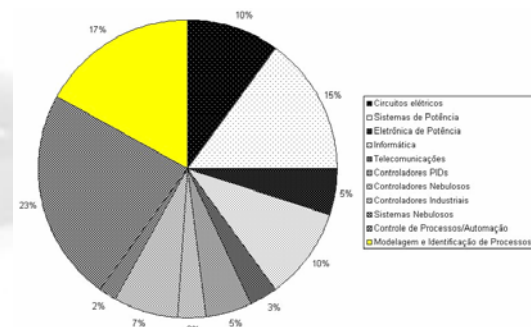


Figura 1a– Gráfico percentual dos trabalhos de iniciação científica

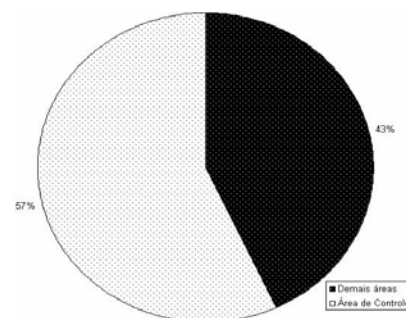


Figura 2b– Gráfico percentual dos trabalhos de iniciação científica

Quando os alunos desenvolvem os trabalhos do terceiro módulo é possível selecionar uma gama variada de temas e assuntos nesta estratégia de trabalho, pois não existe aqui o formalismo necessário para uma alteração curricular normal, quando se deseja introduzir novos temas e novas áreas de conhecimento. Isto tem possibilitado que os alunos desenvolvam projetos com conteúdos tecnologicamente avançados na área de controle e automação, incorporando técnicas modernas de inteligência computacio-

nal, tais como projeto de controladores e modelagem de processos baseados em lógica nebulosa, otimização de processos industriais com algoritmos genéticos, identificação paramétrica de sistemas industriais, desenvolvimento de sistemas multitarefa para tempo real, filtragens adaptativas, estudo e desenvolvimento de módulos para controle de processos não-lineares, técnicas óticas para controle de processos, entre outros. Estes resultados - **Figura 2a** - mostra a preferência dos bolsistas pelas áreas de controle - 65% dos trabalhos de final de curso, atividade esta necessária para concluir a formação em engenharia.

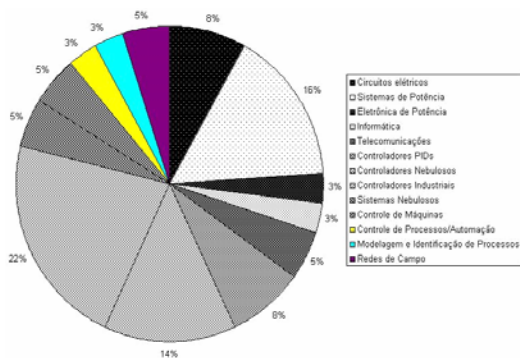


Figura 3a – Percentual dos trabalhos de final de curso

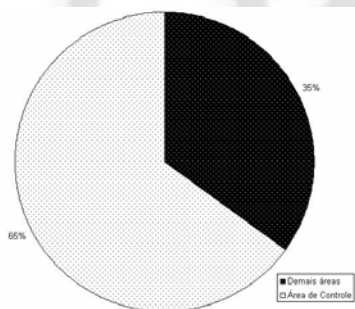


Figura 4b– Percentual dos trabalhos de final de curso

Um aspecto que pode ser indicativo da qualidade dos trabalhos desenvolvidos pelos petianos é sua aceitação em congressos nacionais, e mesmo internacionais, com aprovação de revisores, adicionalmente aos tradicionais Seminários de Iniciação Científica. Dentre os congressos e encontros de maior expressão que tiveram participação dos alunos, prioritariamente na área de controle e automação, podem ser citados o Congresso Brasileiro de Automática – CBA, o Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - Cobenge, a Conferência de Aplicações Industriais – Induscon, a “International Conference on Engineering and Computer Education – ICECE” e outros. O gráfico da **Figura 3a** mostra que 85% dos trabalhos apresentados em congressos são desenvolvidos em temas ligados à área de automação e controle.

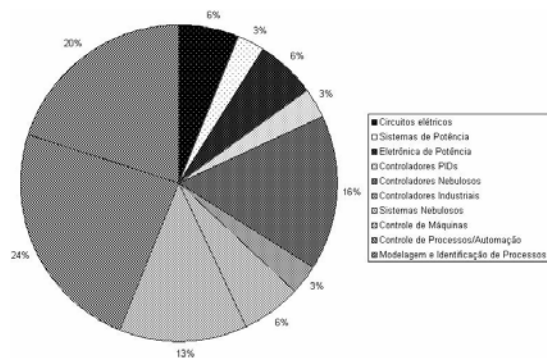


Figura 5a – Percentual dos trabalhos em congresso

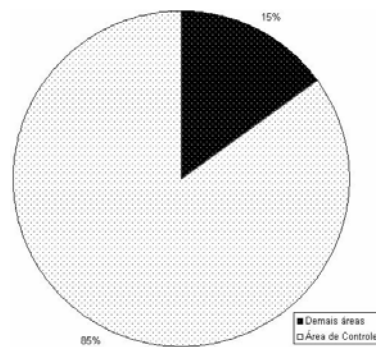


Figura 6b– Percentual dos trabalhos em congresso



Figura 4 - Módulo Taco-Gerador desenvolvido para implementação de estratégias de controle diferenciadas

Esta postura para educação em controle se concretizou com a construção de um planta piloto com um trocador de calor interligado a um sistema de três tanques onde podem ser projetadas e implementadas diversas estratégias de controle de processos industriais. A planta, modular, permite interconexões variadas com estratégias realimentadas ou em avanço, em condições que reproduzem parâmetros e situações do ambiente industrial. Adotou-se, para isto, sensores industriais de temperatura, vazão e nível com saída de 4 a 20 mA, atuadores como bombas hidráulicas acionadas por inversores e resistores de aquecimento trifásicos, com controladores PID e CLPs que operam interconectados, além de interface

amigável com o usuário possibilitando procedimentos digitais de modelagem e controle. A planta foi inteiramente projetada, implementada e configurada pelos alunos e que, sob a supervisão do tutor, ficarão responsáveis por cursos extracurriculares, complementares à grade curricular normal. Os recursos necessários à planta – cerca de R\$ 22.000,00 - vieram das taxas de manutenção do Programa PET, doação de equipamentos e componentes por ex-alunos e auxílio dos projetos de outros professores e da direção da Faculdade. A construção desta planta colocou, concretamente, o problema da implementação do Laboratório de Controle, obrigando à instalação de uma Comissão específica para tal finalidade, com delegação para negociar e gerenciar espaço físico e infra-estrutura necessária.



Figura 5– Planta Industrial Modular

Os três módulos abordados – formação básica, técnica e aprofundamento - trabalham prioritariamente o reforço e a consolidação da formação técnica dos alunos, objetivo basilar do curso de engenharia. A complementação desta formação ocorre com o módulo de abrangência ampla, que cobre toda a permanência no programa, com atividades que buscam aprimorar o aprendizado do trabalho em equipe, ampliar a cultura técnica, desenvolver o espírito crítico e a consciência da realidade e adequar o perfil às necessidades de mercado. Este módulo, integrado palestras técnicas dos alunos e profissionais convidados, visitas técnicas, mini-cursos, envolvimento em atividades de extensão como, por exemplo, Olimpíada de Robôs da UFJF procura também, sempre que possível, destacar temas, problemas e atividades relacionadas aos aspectos de controle e automação.

5 Conclusões finais

Os resultados mostrados caracterizam a possibilidade de se trabalhar a formação em automação e controle, mesmo quando a estrutura curricular e a infra-estrutura são completamente adversas. A análise de quinze anos de existência do Programa PET no curso de Engenharia Elétrica da UFJF, abrangendo mais de cinquenta estudantes, mostra o interesse e uma motivação dos alunos para a área, não só no estudo e desenvolvimento de procedimentos conceituais, mas inclusive com a construção física de módulos e planta piloto, que só reforçarão as estratégias adotadas.

Os trabalhos desenvolvidos pelos alunos, como atividades extracurriculares, abrangem temas diversificados e tecnologicamente avançados na área de controle e automação, desenvolvimento este que jamais seria conseguido dentro da estrutura curricular normal disponível. Adicionalmente, os trabalhos apresentados em congressos nacionais e mesmo internacionais comprovam, definitivamente, a qualidade do trabalho desenvolvido.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Programa PET/SeSu/DEPEM.

Referências Bibliográficas

Antsaklis P., T. Basra, R. Decarlo, N. H. McClamroch, M. Spong and S. Yurkovich, editors. **NSF/CSS Workshop on New Directions in Control Engineering Education**, National Science Foundation and IEEE Control Systems Society, 1998. Disponível em <http://robot0.ge.uiuc.edu/~spong/workshop>. Acessado em 02/11/2005

Kheir, N. A, K. J. Åström, D. Auslander, K. C. Cheok, G. F. Franklin, M. Masten and M. Rabins, "Control Systems Engineering Education", **Automatica**, vol. 32, n. 2, pp.147-166, 1996.

Kypuros, J. A. And T. J. Connolly, "Collaborative Experimentation and Simulation: A Pathway to Improving Student Conceptualization of the Essentials of System Dynamics and Control Theory", **Proceedings of American Society for Engineering Education, Annual Conference & Exposition**, March, 2005.

Murray, M. R., editor, "Future Directions on Control, Dynamics and Systems Report", **Control in an Information Rich World**, California Institute of Technology, June, 2002. Disponível em <http://www.cds.caltech.edu/~murray/cdspanel/>. Acessado em 30/10/2005

"Relatório da Comissão de Avaliação do Programa Especial de Treinamento", CAPES, 1999, <http://raimundos.inf.ufsm.br>

"The Boyer Commission on Educating Undergraduates: Reinventing Undergraduate Education", 1998, <http://raimundos.inf.ufsm.br>

Ursulet, S. And D. Gillet, "Introducing Flexibility in Traditional Engineering Education by Providing Dedicated On-line Experimentation and Tutoring Resources", **International Conference on Engineering Education**, August 18–21, 2002, Manchester, U.K.