



## UTILIZAÇÃO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE MODELAGEM APLICADA A CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

**Rafael Garlet de Oliveira** – rafael.oliveira@ifc.edu.br

**Thiago Javaroni Prati** – thiago.prati@ifc.edu.br

**Luan Cizeski de Lorenzi** – l\_cizeski\_1@hotmail.com

**Antônio Ribas Neto** – antonio.ribas@ifc.edu.br

Instituto Federal Catarinense

Rua Vigário Frei João, 550.

89609-000 – Luzerna – SC

**Resumo:** Este trabalho apresenta a experiência de aplicação do método de Aprendizagem Baseada em Problemas na disciplina de Modelagem e Controladores Lógicos Programáveis (CLP) no curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal Catarinense - campus Luzerna. O objetivo desta disciplina é apresentar conceitos sobre Modelagem de Sistemas a Eventos Discretos (SEDs), sobre arquitetura e programação de CLPs e desenvolver Sistemas de Controle Supervisório para sistemas controlados com CLP. Inicialmente a disciplina se encarrega de repassar os conceitos básicos iniciais aos estudantes, por meio de um número extensivo de exercícios orientados a serem realizados de forma autônoma, e por fim desafiar os alunos a desenvolver o controle de um sistema simulado. Nesta última etapa, é proposto como problema uma planta industrial simulada, construída por meio de um dispositivo microcontrolado com entradas, saídas e indicadores de LED. Este dispositivo tem sua programação baseada em SEDs, cujo modelo é utilizado para a construção do controle a ser implementado no CLP. O desenvolvimento do controle e sua implementação no CLP mostrou-se uma forma bastante eficaz para a fixação dos conceitos iniciais, além de promover a autonomia dos futuros engenheiros para trabalho em equipe e resolução de um problema prático real.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas, Modelagem, Sistemas a Eventos Discretos, Controladores Lógicos Programáveis.

### 1. INTRODUÇÃO

O aperfeiçoamento do ensino é um assunto muitas vezes discutido também na área das engenharias. Os autores Bazzo e Pereira (1997) sugerem que os cursos de engenharia devem objetivar, além da transmissão de conteúdos técnicos-científicos, também a preparação do indivíduo para a realidade sócio-econômica na qual irá atuar.

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





Essa afirmação reforça os estudos de Freire (2009), que argumenta que o ensino deve estimular a autonomia dos estudantes, possibilitando sua intervenção na realidade.

Com vistas a aprimorar os métodos de ensino, existem diversos estudos e experiências aplicados em cursos em todo o país. Neste artigo será apresentado um estudo de caso, onde emprega-se o método de Aprendizagem Baseada em Problema (*Problem Based Learning* - PBL) no ensino de Modelagem de Sistemas a Eventos Discretos (SED) e Controladores Lógicos Programáveis (CLP). Esta metodologia promove a atitude ativa do aluno, como elemento central em busca do conhecimento e não meramente informativa como é o caso da prática pedagógica tradicional (BERBEL, 1998).

A experiência discutida neste artigo compreende o componente da grade curricular, do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal Catarinense (IFC) - *campus* Luzerna, denominado Modelagem e Controladores Lógicos Programáveis.

## 2. METODOLOGIAS DE ENSINO VOLTADO A MODELAGEM E CLP

O profissional da atualidade deve estar preparado para uma nova realidade com novos saberes e novas competências. Neste sentido, a educação exige um esforço transdisciplinar que seja capaz de relacionar diversificadas ciências e humanidades.

Neste sentido, a seguir serão discutidos o método tradicional de ensino, por ser ainda o mais utilizado, e o método da Aprendizagem Baseada em Problemas, servindo como caso de estudo.

### 2.1. Método tradicional de ensino

Segundo Saviani esse ensino tradicional se constituiu após a revolução industrial como um instrumento de consolidação da ordem democrática. Nesta linha, o professor detém o poder, metodologia, conteúdo, avaliação e forma de interação na aula. Ele traz o conteúdo pronto e o aluno se limita, passivamente, a escutá-lo. O centro desse processo é baseado no produto da aprendizagem. O indicador de que o processo de aprendizagem teve sucesso e de que o conteúdo foi absorvido é na maioria das vezes a reprodução dos conteúdos feita pelo aluno, de forma automática e sem variações (SAVIANI, 1991).

### 2.2. Aprendizagem baseada em problemas

A filosofia pedagógica deste método de ensino é o aprendizado centrado no aluno. A Aprendizagem Baseada em Problemas teve sua gênese em 1969, no ensino de Ciências da Saúde na McMaster University, Canadá. Se trata de uma proposta pedagógica que consiste no ensino centrado no estudante e baseado na solução de problemas, reais ou simulados. Apesar de sua criação ter sido voltada à área da medicina, sua aplicação também pode ser dada na área das engenharias. Neste método, a fim de solucionar os problemas propostos, os alunos recorrem aos conhecimentos prévios, discutem, estudam, adquirem e integram os novos conhecimentos. A integração de conceitos, aliada à aplicação prática, promove a absorção do conhecimento. Desta forma, o método valoriza, além do conteúdo estudado, a forma como ocorre o aprendizado, reforçando o papel ativo do aluno neste processo. A PBL promove o desenvolvimento da autonomia, a interdisciplinaridade, a não separação entre teoria e prática, o desenvolvimento do raciocínio crítico e de habilidades de comunicação (BORGES et al., 2014).

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



**UNISOCIESC**  
Educação e Tecnologia

Promoção



**ABENGE**  
Associação Brasileira de Educação em Engenharia



### 3. TÓPICOS DA DISCIPLINA DE MODELAGEM E CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

A disciplina de Modelagem e Controladores Lógicos Programáveis consta no rol das cadeiras obrigatórias do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFC - *campus* Luzerna. Sua carga horária é de 60 horas, o que corresponde a 4 créditos. Sua ementa versa sobre Sistemas a Eventos Discretos (SEDs), Linguagens, Expressões Regulares, Autômatos, Redes de Petri, Controle Supervisório, contando também com toda a parte de *Hardware* e *Software* de Controladores Lógicos Programáveis.

A disciplina é lecionada por dois professores e dividida em três partes. A primeira parte é destinada à apresentação das Redes de Petri e Autômatos, duas Linguagens de Modelagem de SEDs, e da Teoria de Controle Supervisório. A segunda parte contempla os conteúdos sobre CLPs, sua construção física (*hardware*) e suas linguagens e formas de programação (*software*). A terceira parte da disciplina é reservada para o desenvolvimento de um ciclo completo de projeto, desde a modelagem e obtenção do Controle Supervisório até a sua programação em um CLP.

Em cada uma das duas primeiras partes, inicialmente é dada uma breve introdução da contextualização e dos conceitos básicos necessários para a compreensão dos assuntos. Mas suas contribuições mais significativas se baseiam na resolução de exercícios orientados, nos quais os alunos devem recorrer às referências bibliográficas e materiais de apoio para sua resolução e devido entendimento de cada tópico. Nestas etapas as avaliações são individuais e são também escolhidas como exercícios para serem resolvidos, sendo permitido o uso do material de apoio.

A terceira parte da disciplina tem como objetivo o emprego da metodologia PBL, onde os estudantes devem buscar os conceitos básicos enunciados nas duas primeiras partes para conseguir realizar todo o ciclo de projeto. Nesta etapa, o problema proposto é o controle de uma planta industrial simulada por meio do dispositivo detalhado na seção 4.1. Os estudantes são desafiados a propor o modelo de um SED para a planta simulada, obter o controle supervisório baseado neste modelo e efetuar a sua programação e implementação em um CLP, resultando no controle completo do sistema.

#### 3.1. Redes de Petri

O uso das Redes de Petri possibilita uma maior compreensão do funcionamento de sistemas distribuídos, por se tratar de uma ferramenta gráfica (CARDOSO; VALETTE, 1997). Se faz uso deste modelo para diversas aplicações em que noções de eventos e evolução simultâneas são relevantes. A definição desta linguagem se baseia em quatro elementos: os lugares, as fichas, as transições e os arcos (PENHA 2004).

Os “Lugares” representam as condições ou recursos disponíveis para utilização. As “Fichas” são os estados existentes no sistema, enquanto as “Transições” representam as ações que podem ocorrer, para isso, os “Arcos” são as entradas e saídas dessas ações.

Assumindo a existência desses elementos, é definida a quádrupla que representa as Redes de Petri:

$$R = \langle P, T, Pre, Post \rangle, \quad (1)$$

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





Na representação,  $P$  é um conjunto finito de lugares com dimensão “n”, enquanto  $T$  representa o conjunto finito de transições com dimensão “m”.  $Pre$  é a aplicação de entrada (lugares precedentes), enquanto  $Post$  é a aplicação de saída. A quádrupla  $R$  é uma rede de Petri.

Munidos desses quatro elementos principais, é possível construir um modelo controlado de planta industrial, objeto de estudo desse trabalho.

### 3.2. Autômatos

Os autômatos consistem em uma linguagem que descreve o comportamento de sistemas a eventos discretos (SEDs), representando expressões regulares, por meio da representação gráfica, podendo para isso, ser realizadas através de *softwares* próprios. Além disso, são dispositivos capazes de representar uma linguagem de acordo com regras bem definidas (CASSANDRAS; LAFORTUNE, 2006).

A representação de um autômato pode ser feita de forma gráfica a partir de um grafo dirigido, utilizando cinco elementos: os estados do sistema, o conjunto de eventos, as funções de transição (ações que fazem o sistema passar de um estado para outro), um estado inicial de onde o sistema irá iniciar e os estados marcados, que são pontos de interesse no ciclo do sistema.

Os autômatos podem ser definidos conforme a quintupla:

$$G = (X, \Sigma, f, x_0, X_m) \quad (2)$$

Com  $X$  sendo o conjunto finito de estados do autômato,  $\Sigma$  o conjunto de eventos,  $f$  uma função de transição, em geral, parcial.  $x_0$  é o estado inicial e  $X_m$  é o conjunto de estados marcados.

### 3.3. Controladores Lógicos Programáveis

O CLP é um computador industrial que pode ser programado para executar instruções que controlam dispositivos com máquinas e operações de processos. Ele é capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle, como lógicas de controle, sequenciamento, operações aritméticas, dentre outras para Sistemas Automatizados (GEORGINI, 2009).

Ele tem, em sua estrutura, uma CPU (Unidade Central de Processamento) composta de memória e processador, sendo responsável pelas atividades do controlador, gerenciando todas as operações realizadas nos circuitos eletrônicos (FRANCHI; CAMARGO, 2008). Os módulos de entrada e saída (*Input/Output*) são responsáveis pela comunicação entre CPU e o meio externo, garantindo o isolamento e proteção da unidade central.

Ao projetar sistemas mais complexos, um requisito é utilizar controladores mais capazes de desenvolver a lógica correta de transferência das entradas para saídas.

A linguagem *Ladder* é uma das mais utilizadas nestes dispositivos. É descrita de forma gráfica e baseada em símbolos semelhantes aos encontrados em esquemas elétricos providos de contatos e bobinas (GEORGINI, 2009). Contudo, segundo COSTA (2004)

*apesar das tentativas de padronização da norma IEC 61131-3, ainda não existe uma padronização rigorosa para programação em linguagem de dia-*

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





*grama de relés (Ladder Diagram). Em outras palavras, a linguagem Ladder de um fabricante de CLP não funciona no CLP de outro fabricante; o que existe é uma semelhança na representação gráfica dos diversos fabricantes, que representa esquematicamente o diagrama elétrico de fácil entendimento, com boa aceitação do mercado .*

#### 4. ABORDAGEM PBL PARA A DISCIPLINA

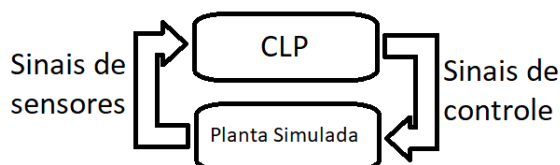
Como aplicação do método PBL na disciplina, é apresentada, na forma de atividade a ser desenvolvida pelos estudantes, um trabalho que aborda os temas de SEDs e CLP. Neste trabalho, os estudantes devem modelar uma planta a ser automatizada e, utilizando esse modelo, construir uma versão simulada da planta em questão. Também se utilizando desse modelo, propor uma solução baseada em SED para ser programada em um CLP. Nesta seção do artigo, será abordada a metodologia a ser aplicada para o desenvolvimento do trabalho, assim como um exemplo de aplicação.

##### 4.1. Metodologia para desenvolvimento do trabalho proposto

No primeiro momento, o aluno deve propor uma planta industrial a ser automatizada, que possa ser descrita, em alto nível, por um SED. Os subsistemas que compõe a planta devem todos ser descritos de tal forma que a planta tenha seu comportamento livre, capaz de atingir todos os estados desejados e também os não desejados. Tipicamente, isso exige a modelagem de cada subsistema de maneira independente, ou seja, as condições de funcionamento de cada subsistema que compõe a planta não devem estar, neste momento, atreladas a outro subsistema.

No âmbito da disciplina, foi desenvolvido um sistema microcontrolado, baseado em um microcontrolador AVR@ para simular a planta modelada pelos estudantes e ser capaz de interfacear com um CLP. Para tal, um sistema embarcado foi desenvolvido e construído. Em suas entradas, foram utilizados opto-acopladores de forma a isolar eletricamente os sinais de controle que são provenientes do CLP, tipicamente em operando em 24V. Para que o microcontrolador seja capaz de enviar sinais equivalentes aos valores dos sensores para o CLP, suas saídas também são isoladas eletricamente. Ao fim, tem-se um sistema que interage com o CLP recebendo sinais de controle e enviando sinais de sensores, conforme é representado na Figura 1.

Figura 1 – Interação entre CLP e planta simulada para o trabalho proposto



Uma vez com a planta definida como um conjunto de subsistemas descritos em SED, é possível sua programação para o simulador. Para tal, os SED devem ser traduzidos para a linguagem C, utilizada na programação do microcontrolador utilizado. A tradução pode ser feita utilizando Programação Orientada a Autômatos, através da abordagem de SHALYTO (1991), por exemplo.

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção







Importante ressaltar que a modelagem através de SED prevê o comportamento da planta, mas não descreve obrigatoriamente os valores que as saídas da planta (sensores) devem possuir em cada estado. Logo, se faz necessário programar também, os valores esperados para cada sensor da planta simulada em função do estado atual da planta global ou dos estados de cada subsistema programado.

Uma vez programada a planta simulada, é possível o desenvolvimento de um método de controle baseado em SED. Como exemplos, tem-se a aplicação de Redes de Petri para controle, a utilização de Autômatos para descrever um comportamento desejado para a planta ou ainda a aplicação da Teoria de Controle Supervisório (TCS) para o controle mais permissível possível para a planta.

Na aplicação das Redes de Petri para controle, o comportamento desejado da planta deve ser descrito em um modelo de Redes de Petri. Este modelo pode ser obtido através de várias abordagens. Uma forma é a descrição da planta em malha aberta e das restrições que definem o comportamento em malha fechada em separado seguidas pela fusão de transições das diferentes Redes de Petri.

A TCS consiste em modelar os diferentes subsistemas da planta através de autômatos, assim como as especificações que determinam o comportamento em malha fechada. Com esses modelos em mãos, é possível se obter a sub-linguagem suprema controlável para o sistema controlado. Esta sub-linguagem é a mais permissiva possível dadas as especificações escolhidas e o resultado final é um controle supervisório representado por um autômato.

Com o controlador calculado ou modelado, é possível se implementar o controle em um CLP. A tradução de Redes de Petri pra controle para Ladder consiste na programação dos lugares para variáveis internas do CLP enquanto as transições são linhas de código a ser executadas. A transformação de um controle supervisório para linguagem Ladder não é tão direta quanto a transformação de um autômato para uma linguagem de programação. Isto porque a informação contida em um supervisório são as inibições de eventos (ações do CLP enviadas à planta) que não devem ocorrer. Desta forma a programação do CLP deve levar em consideração, não qual comando enviar para a planta, mas quais comandos não devem ser enviados de maneira a evitar que a planta atinja um mau estado. Exemplos de tradução de Redes de Petri para controle podem ser vistas em KATO; PORTO (1999), enquanto a tradução de controles supervisórios para Ladder são abordadas por QUEIROZ et al. (2004) e uma extensão desta metodologia, que propõe abordagens para minimizar limitações de implementação chamada de DECON9 foi desenvolvida por LEAL; CRUZ; HOUNSELL (2012).

#### **4.2. Aplicação da metodologia**

Para exemplificar a abordagem proposta, um exemplo foi desenvolvido e é apresentado como uma das possíveis abordagens para solução do trabalho proposto.

Neste exemplo, o sistema a ser automatizado é composto por um guindaste com um atuador vertical (subir e descer), um horizontal (movimentar-se para a esquerda e direita) e uma garra para segurar a carga enquanto esta é transportada de um lado para o outro. A referência do ponto onde a carga está inicialmente é a direita e as mesmas devem ser transportadas para a esquerda. Para que o sistema faça o transporte, um botão, indicando

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção



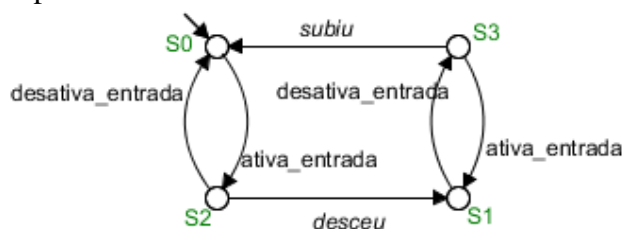
**ABENGE**  
Associação Brasileira de Educação em Engenharia



a presença de carga, deve ser pressionado. O ciclo de transporte consiste em baixar, segurar a carga, levantar, ir para a esquerda, baixar novamente, abrir a garra para deixar a carga na posição final, subir e esperar novo pressionar do botão para iniciar um ciclo de transporte novamente. O botão pode ser pressionado a qualquer momento enquanto uma carga está sendo transportada, indicando que uma nova carga se encontra em posição para transporte. O sistema conta com 4 sensores para indicar os fins de curso dos atuadores de movimentação vertical e horizontal.

Para a programação do simulador da planta, é necessário a modelagem do comportamento de cada um dos subsistemas, de movimentação vertical, horizontal e da garra, levando em consideração seu comportamento real. Isto é, a evolução do modelo deve ser baseada em sinais de controle vindos do CLP e as evoluções em um sistema físico não são instantâneas. Para a planta em questão foram criados os modelos que apresentassem um pequeno tempo entre o envio do sinal e a real ocorrência do evento correspondente. Por exemplo, o sistema representado na Figura 2 apresenta o comportamento esperado pelo atuador vertical, assim, após recebido o sinal de ativação, que faz com que o atuador baixe, é necessário que decorra um tempo antes de ser considerado que o atuador realmente baixou.

Figura 2 – Modelo para o atuador vertical simulado



É necessário notar que nos estados *S0* e *S1* o atuador se encontra na posição superior (retraído) e inferior (estendido) respectivamente. Estes estados devem ser levados em consideração como condição para ativação das saídas correspondentes (sinais de sensores) da planta simulada. Ainda, o evento *desceu* e *subiu* só ocorre após a decorrência de um tempo pré determinado depois que o autômato se encontra nos estados *S2* e *S3* respectivamente, sendo necessário implementar este comportamento no código da planta simulada.

Os demais atuadores foram modelados com a mesma abordagem, sendo estabelecido um tempo para cada um de forma a tentar aproximar o comportamento do sistema simulado daquele de um sistema real.

Na criação de um modelo da planta para controle, não se faz necessária a modelagem em baixo nível, considerando cada aspecto do sistema, ao invés, é possível criar modelos em alto nível que sejam representativos do comportamento. Para esta planta foram criados 3 modelos de plantas, um para a garra, outro para o atuador vertical e outro para o horizontal. Os modelos podem ser vistos nas Figuras 3, 4 e 5. Os eventos *ag*, *fg*, *ie*, *fe*, *id* e *fd* são, respectivamente: abre garra, fecha garra, comando para ir para a esquerda, evento de que o sistema chegou à esquerda, comando para ir para a direita e evento de que o sistema chegou à direita.



Figura 3 – Modelo para a garra

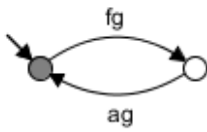


Figura 4 – Modelo do atuador vertical

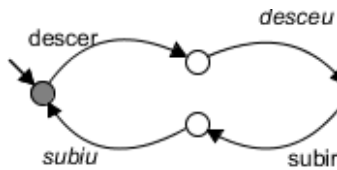
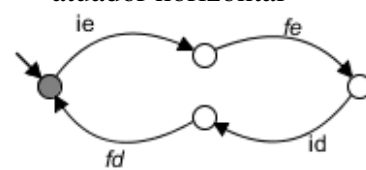


Figura 5 – Modelo do atuador horizontal



Foram criadas especificações que restringissem o comportamento da planta. As especificações criadas foram:  $E_0$  garantir que o botão deva ser pressionado ao menos uma vez para que o guindaste pegue a peça (Figura 6),  $E_1$  garantir o pressionar do botão para o primeiro movimento (Figura 7),  $E_2$  garantir que a garra suba logo após liberar ou segurar uma carga (Figura 8),  $E_3$  evitar movimento horizontal com o guindaste estendido (Figura 9) e  $E_4$  garantir que a garra abra ou feche nas posições corretas (Figura 10).

Figura 6 –  $E_0$

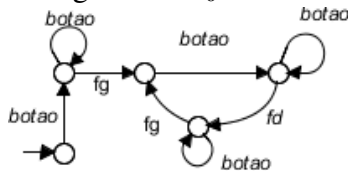


Figura 7 –  $E_1$

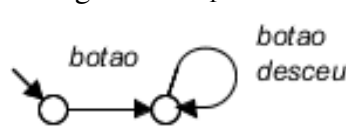


Figura 8 –  $E_2$

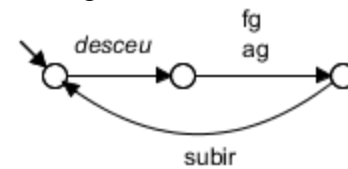


Figura 9 –  $E_3$

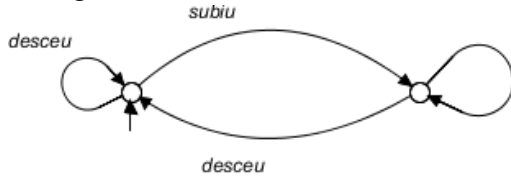
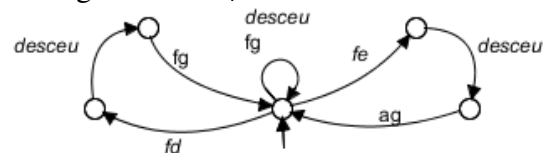
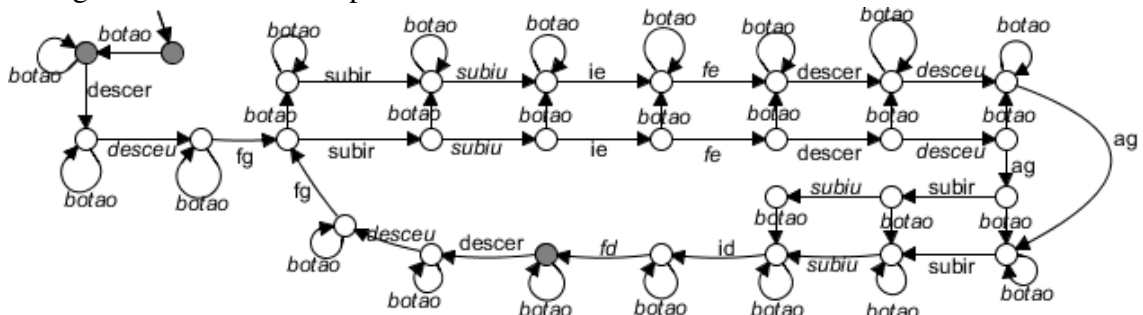


Figura 10 –  $E_4$



A partir das especificações e dos modelos da planta, o controle supervisorório representado na Figura 11 foi obtido.

Figura 11 – Controle supervisorório obtido



A implementação do supervisorório em CLP pôde então ser feita, utilizando a metodologia DECON9, que trabalha com 9 passos para, baseando-se numa implementação de sistema-produto, traduzir o controle supervisorório para um programa Ladder.





## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou a aplicação da metodologia de ensino PBL e seus resultados em uma disciplina de engenharia. Esta disciplina é dividida em três partes: o ensino de SED, de CLP e um trabalho que tem por propósito a aplicação dos conhecimentos vistos durante a disciplina unindo as duas primeiras partes.

O problema proposto reproduz condições reais de controle de uma planta simulada, construída com base em um dispositivo microcontrolado, através de um CLP que implementa um controlador baseado em SED. Esta abordagem mostrou-se bastante eficaz para a fixação dos conceitos, além de promover a autonomia dos futuros engenheiros para trabalho em equipe e resolução de um problema prático real.

Observa-se, entretanto, que a disciplina apresenta uma carga horária reduzida para o grande conteúdo abordado (CLP e SED). Idealmente, uma carga maior permitiria aprofundamento nos conteúdos ou abordagens utilizadas para a modelagem e controle de sistemas discretos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. *Ensino de Engenharia, na Busca do seu Aprimoramento*. [S.l.]: Florianópolis, Editora da UFSC., 1997.

BERBEL, N. N. “problematization” and problem-based learning: different words or different ways? *Interface — Comunicação, Saúde, Educação*, v. 2, n. 2, 1998.

BORGES, M. et al. Aprendizado baseado em problemas. *Tópicos fundamentais para a formação e desenvolvimento docente para professores dos cursos da área da saúde. Capítulo VIII. Medicina. Ribeirão Preto, São Paulo.*, Jun 2014. Disponível em: <<http://revista.fmrp.usp.br/>>.

CARDOSO, J.; VALETTE, R. *Redes de Petri*. Florianópolis: [s.n.], 1997. v. 1.

CASSANDRAS, C. G.; LAFORTUNE, S. *Introduction to Discrete Event Systems*. Secaucus, NJ, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 2006. ISBN 0387333320.

COSTA, C. d. *Projetando controladores Digitais com FPGA*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004. v. 1.

FRANCHI, C. M.; CAMARGO, V. L. A. d. *Controladores Lógicos Programáveis - Sistemas Discretos*. São Paulo: [s.n.], 2008. v. 1.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. [S.l.]: Paz e Terra, 2009. ISBN 9788577530151.

GEORGINI, J. M. *Automação Aplicada - Descrição e Implementação de Sistemas Sequenciais com PLCs*. São Paulo: [s.n.], 2009. v. 1.

KATO, E. R. R.; PORTO, A. J. V. Associação de redes de petri e linguagens de programação clp para o projeto de controle de sistemas de manufatura discreta. *Anais do SBAI 99.*, p. 563–568, 1999.

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





LEAL, A. B.; CRUZ, D. L. da; HOUNSELL, M. d. S. *PLC-based implementation of local modular supervisory control for manufacturing systems*. [S.l.]: INTECH Open Access Publisher, 2012.

PENHA, D. O.; FREITAS, H. C.; MARTINS, C. A. P. S. Modelagem de sistemas computacionais usando redes de petri: Aplicação em projeto, análise e avaliação. *Anais da IV Escola Regional de Informática RJ/ES*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2004.

QUEIROZ, M. H. d. et al. Controle supervísório modular e multitarefa de sistemas compostos. Florianópolis, SC, 2004.

SAVIANI, D. *Escola e democracia*. São Paulo: Cortez, 1991.

SHALYTO, A. Programmatic implementation of control automata. *Automation and remote control series*, n. 13, p. 41–42, 1991.

### **APPLYING PROBLEM BASED LEARNING IN TEACHING MODELING AND PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER**

**Abstract:** *This paper presents an application of the Problem Based Learning method in the Modeling and Programmable Logic Controller (PLC) subject in the Control and Automation Engineering course of the Federal Institute of Catarinense - campus Luzerna. The main goal of this subject is to present Discrete Events Systems(DES) Modeling concepts, PLC architecture and programming and Supervisory Control Systems for PLC based control systems. Initially, in this subject, basic concepts are presented to the students by means of an extensive number of oriented exercises to be performed autonomously, and as the final project, students are challenged to develop the supervisory control of a simulated system. In this last step, a simulated industrial plant, built using a microcontrolled device with inputs, outputs and LED indicators, is proposed as a problem. This device has its programming based on DES. Its model is used on the construction of the control to be implemented in the PLC. The development of the controller and its implementation in the PLC proved to be a very effective way to better learning the concepts initially discussed, besides providing the future engineers autonomy for teamwork and solving a real practical problem.*

**Key-Words:** *Problem Based Learning, Modeling, Discrete Event Systems, Programmable Logic Controller.*

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



**UNISOCIESC**  
Educação e Tecnologia

Promoção



**ABENGE**  
Associação Brasileira de Educação em Engenharia