

## **A AUTOMAÇÃO APLICADA A ENGENHARIA DE TRANSPORTES: UM ESTUDO DE CASO COM COMPROMISSO À EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA.**

**Wesley Lucas Campana Custódio** - wesleycampana@gmail.com

**Vanessa Caroline Maieski Lopes** - vanmaieski@gmail.com

**Marlon José do Carmo** - marloncarmo@ieee.org

**Ângelo Rocha Oliveira** - a.oliveira@ieee.org

**Matusalém Martins Lanes** - martinslanes@yahoo.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Campus III

Rua José Peres, 558 – Centro.

36700-000 – Leopoldina – MG

***Resumo:** O ensino em engenharia deve buscar cada vez mais soluções práticas para problemas reais. Neste sentido, as instituições devem adotar uma política de extensão à comunidade oferecendo soluções para problemas cotidianos. Devem, ao mesmo tempo, exercer um ensino de qualidade baseado na teoria e na experimentação prática. Este trabalho traz um estudo de caso proposto no ensino da disciplina de automação para o aperfeiçoamento do controle do tráfego em um cruzamento da cidade de Cataguases, em Minas Gerais.*

***Palavras-chave:** Ensino em engenharia, Experimentação prática, Controle de tráfego.*

### **1 INTRODUÇÃO**

Com o crescimento da procura por mão-de-obra qualificada, cada vez mais manifesto no mercado, cresce a exigência profissional por uma formação profissional de qualidade. Sob o ponto de vista produtivo, a automação se tornou o principal expediente na busca pela maior produtividade e, conseqüentemente, redução dos custos de produção, o que torna os produtos mais baratos. Nesse contexto, a participação da instituição de ensino se torna de fundamental importância na expectativa de suprir essa demanda. Dessa forma, todas as esferas do ensino são consideradas na discussão da reestruturação produtiva, desenvolvendo uma colaboração entre as organizações educacionais, as empresas e a comunidade (GONDIM, 2002).

O ensino da engenharia nasceu com o objetivo de formar profissionais preparados para lidar com os recorrentes problemas e situações adversas encontrados em um processo produtivo. A engenharia é a aplicação prática dos conhecimentos obtidos nas ciências exatas, humanas e sociais para o desenvolvimento econômico e social da humanidade. (VIEIRA, 1994).

Com o passar do tempo e os aspectos do ensino, no Brasil, decorrentes do desinteresse da iniciativa privada e da falta de investimentos por parte do poder público na melhoria da formação dos engenheiros, o mercado está passando por uma carência de profissionais realmente habilitados para superar os desafios colocados pela prática corporativa. Há hoje no Brasil aproximadamente 600 mil engenheiros com registro nos conselhos de classe (Crea e Confea), o que equivale a seis profissionais para cada mil trabalhadores. Enquanto isso, em

países altamente industrializados, como EUA e Japão, essa taxa chega a 25 engenheiros para cada grupo de mil trabalhadores. (TELLES, 2009).

Porém, o maior desafio encontrado pelas instituições de ensino tem sido a forma como realizar essa capacitação. Os atuais modelos de ensino e aprendizagem se baseiam na teorização das disciplinas relacionadas à automação deixando de lado ou explorando de forma ineficiente e ineficaz os recursos práticos disponíveis. Dessa forma, os experimentos laboratoriais não deveriam ser relegados a segundo plano, assumindo papel de equilíbrio entre a teoria e a prática. (FERREIRA *et al.*, 2006)

Para que ocorra uma mudança significativa nos métodos de educação tecnológica se faz necessária a criação de um novo modelo de ensino a ser adotado pelas instituições. Tal modelo deveria iniciar sua implementação adotando-se uma postura extensiva às comunidades em que as mesmas estejam inseridas, de forma a contribuir com a solução de problemas cotidianos. Outra mudança deveria ser a busca de parcerias com empresas que visariam o aproveitamento da mão-de-obra de estudantes interessados em aplicar seus conhecimentos teóricos a situações reais, com o objetivo de melhorar a produtividade destas organizações.

Nesse sentido, a conscientização por parte dos educadores, no tocante a experimentação é de tal relevância para a complementação do ensino de engenharia, que esta deveria ser encarada, não como um fator complementar, mas sim uma etapa fundamentalmente importante e a única capaz de capacitar os bons profissionais cada vez mais requisitados pelo mundo empresarial. É consenso que quanto maior for a interação do aluno com o tema abordado, maior será a sua assimilação do conteúdo. Ou seja, a prática laboratorial, que estimula todos os sentidos, traz mais conhecimento do que a simples leitura de um texto. (FERREIRA *et al.*, 2006)

Sob este contexto, a modernização dos métodos de ensino das disciplinas relacionadas à automação é essencial para a reversão deste quadro.

Seguindo esta premissa foi proposto um problema real no ensino da disciplina de Automação Industrial no Campus III do CEFET-MG que, se solucionado, traria benefícios concretos em uma determinada aplicação. Foi explicitada a situação de um cruzamento movimentado no centro da cidade de Cataguases, em Minas Gerais onde há um problema crônico no controle do trânsito. Esse cruzamento já passou por um processo de automatização que apresentou problemas devido a variáveis não consideradas na sua elaboração. A partir desta situação foi elaborado um plano de ações ao qual foram inclusas três opções para o aperfeiçoamento da automatização para o controle do tráfego.

O trabalho está dividido da seguinte forma: a seção dois trata do diagnóstico da situação problema, a seção três enumera as possíveis soluções e discorre sobre a alternativa mais viável, bem como a implementação em um CLP (controlador lógico programável) e a seção quatro conclui-se este trabalho.

## **2 DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA**

Diante do constante crescimento da frota de veículos tomando as ruas do país, invariavelmente, e principalmente nas grandes cidades, nos deparamos com a falta de espaço físico para dar fluidez ao trânsito sem que se causem perturbações agudas à mobilidade urbana. Só no ano de 2010 foram vendidos mais de 3,5 milhões de carros novos, número 11,9% maior que o vendido em 2009, que significa aproximadamente 9500 veículos novos por dia. Também foram vendidas mais de 1,8 milhão de motocicletas. (NEVES, 2011).

O principal fator desencadeador desta situação é o aumento considerável no consumo de automóveis, além da concentração urbana, dos deslocamentos simultâneos e da degradação das vias públicas decorrentes de seu péssimo estado de conservação. Há também a

ineficiência da gestão pública para com os recursos já disponíveis e o desinteresse de buscar inovações tecnológicas que modifiquem a utilização do espaço urbano. Com a necessidade do aperfeiçoamento da circulação em grandes cidades, a melhora na gestão municipal do tráfego urbano em complexos sistemas viários impacta diretamente na qualidade de vida da população e nas atividades econômicas da cidade. (MENESES *et al.*, 2003)

Em áreas densamente povoadas os problemas do trânsito se tornam mais agudos devido às grandes dimensões atingidas por seus complexos sistemas rodoviários.

A cidade de Cataguases, no interior de Minas Gerais possui um dos mais variados parques industriais da região, uma economia baseada na manufatura de produtos e matérias-primas e na prestação de serviços. O acesso à cidade se dá por meio da BR-120 e da MG-447, rodovias secundárias de pista simples e muito movimentadas com tráfego intenso de veículos pesados. Cortada por um rio de margem longa, o Rio Pomba, a cidade possui, apesar de sua extensão territorial, apenas duas pontes sobre o mesmo, localizado na região central e que recebem trânsito intenso durante todo o dia. Uma das pontes, ponto turístico da cidade, é feita de uma estrutura de ferro e devido a essa construção e sua avançada idade só recebe veículos de pequeno e médio porte.

Devido ao seu alto grau de industrialização frente às cidades vizinhas, Cataguases se tornou pólo econômico de sua microrregião e suas indústrias se tornaram referência e grandes empregadoras. Como as maiores indústrias estão em bairros próximos do centro, o trânsito de veículos pesados na região e, também, na ponte de armação de concreto é muito intenso sendo composto por carretas e caminhões que transportam minério de ferro, produtos químicos, produtos têxtil, além de ônibus vindos dos mais variados locais em direção ao terminal rodoviário da cidade, localizado próximo do referido cruzamento. O cruzamento destas ruas e a ponte de concreto são mostrados na “Figura 1” abaixo.



Figura 1 - Vista aérea do cruzamento (a) e tomada panorâmica da ponte em questão (b)

Devido à intensidade de trânsito no local, congestionamentos no cruzamento formado pelas principais vias de acesso a bairros populosos e ao hospital da cidade eram recorrentes, sendo os mais agudos nos horários de pico. Frente a este problema, a Prefeitura Municipal de Cataguases se viu obrigada a instalar um sinal semafórico no local para que se organizasse de alguma forma o trânsito. Tal instalação se deu sem que fosse elaborado um estudo aprofundado para que fosse desenvolvido um projeto que atendesse as reais necessidades do cruzamento.

Após a instalação do mesmo e sua entrada em funcionamento o problema do controle do trânsito no local foi resolvido de forma parcial, organizando o trânsito apenas em uma das cabeceiras da ponte. Porém, após algum tempo de funcionamento do semáforo começaram a aparecer problemas que não foram mensurados e nem sequer cogitados. Como o trânsito de

caminhões e outros veículos pesados por essa ponte é intenso e um dos semáforos controlava o fluxo de veículos que se deslocavam da ponte para o cruzamento com a Avenida Cel. Antonio Augusto de Sousa, quando estes veículos pesados encontravam o sinal fechado os mesmos se imobilizavam sobre a ponte. Como o projeto da instalação do semáforo não levou em conta as características construtivas da ponte à época da execução, como por exemplo, se sua estrutura tinha capacidade de suportar o peso dos veículos pesados por um tempo maior do que o necessário para o deslocamento, com o passar do tempo e esta situação se repetindo inúmeras vezes até mesmo com mais de um veículo pesado imobilizado sobre a ponte a estrutura da mesma começou a apresentar rachaduras, indicando que a mesma não estava suportando o esforço extra.

Após esses sinais de fragilidade apresentados pela ponte, a Prefeitura Municipal de Cataguases determinou a retirada do semáforo luminoso de operação. Com isso, o trânsito de veículos voltou a ficar conturbado no cruzamento.

### 3 SOLUÇÕES PROPOSTAS UTILIZADANDO A AUTOMAÇÃO

Diante desta situação, foi proposta na disciplina de Automação Industrial, no CEFET-MG Campus III, a resolução do problema de controle de tráfego neste cruzamento desde que não ficassem veículos de qualquer natureza imobilizados sobre a ponte durante os tempos de fechamento do cruzamento pelo semáforo. O sentido atual das ruas nas duas cabeceiras da ponte é mostrado na Figura 2 a seguir e listado logo após.



Figura 2- Mapa do cruzamento tratado neste trabalho (Fonte: Google Maps)

A “Figura 2” mostra o sentido das ruas e abaixo segue a listagem das mesmas com seus respectivos sentidos e a denominação genérica dos semáforos que seriam instalados nestas ruas.

A “Figura 3” abaixo apresenta os locais dos semáforos conforme descrito acima.

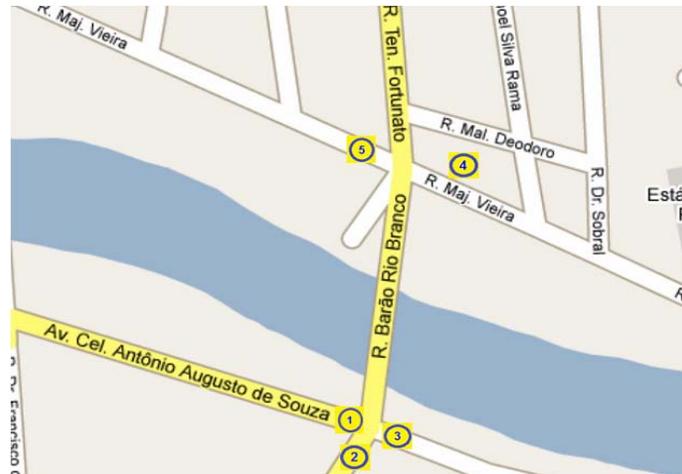


Figura 3 - Disposição dos semáforos no cruzamento

Para que a única e irrevogável condição fosse atendida pelo projeto foram desenvolvidas três possibilidades de soluções que serão apresentadas logo abaixo.

### 3.1 Alternativa Número Um

Como um dos objetivos da modificação é solucionar o problema do cruzamento da Rua Barão Rio Branco com a Avenida Cel. Antonio Augusto de Sousa sem que sejam realizadas muitas modificações no sentido das ruas envolvidas, a alternativa um desenvolvida não propôs nenhuma alteração de sentido das ruas. Para atender a este objetivo e à condição principal do projeto, que é não parar, sob hipótese alguma, nenhum veículo sobre a ponte, ficou definido que a única forma de controle seria a instalação de um semáforo em todas as ruas envolvidas onde há fluxo de trânsito em direção à ponte.

Sendo assim, iniciar-se-ia um ciclo de aberturas e fechamentos dos dois cruzamentos e ao fim do mesmo, após todos os semáforos terem sido abertos e fechados para os veículos será permitida a travessia dos pedestres. Também será permitida a travessia dos pedestres em uma determinada rua quando o seu sinal se encontrar fechado para os veículos que dela saem juntamente quando o fluxo de veículos provenientes de qualquer outra rua não passasse por tal ponto de travessia. A ordem de funcionamento dos semáforos identificada de acordo com a enumeração elaborada logo acima: sinal 1; sinal 2; sinal 3; sinal 4; sinal 5; travessia universal dos pedestres.

Nesse caso, a cada ciclo de sinalização do semáforo seria permitida a passagem de veículos apenas uma vez por rua. Dessa forma, esta alternativa se torna inviável, pois a sua primeira e imediata consequência seria um atraso no fluxo de veículos e na travessia dos pedestres, visto que, em alguns pontos, a travessia só seria possível ao fim do ciclo de sinalização.

### 3.2. Alternativa Número dois

A segunda alternativa estudada propõe a instalação de uma rotatória no cruzamento das ruas Barão Rio Branco (a ponte de concreto), Major Vieira e Tenente Fortunato. A construção de tal rotatória obrigaria todos os condutores a se conservar à direita, direcionando o fluxo de maneira que os veículos oriundos das referidas ruas não se cruzem diretamente. A “Figura 4” identifica o exato local da construção desta rotatória.

Essa rotatória faria com que o semáforo instalado na Rua Major Vieira (à esquerda da R. Barão Rio Branco) não se fizesse mais necessário, podendo ser retirado com o objetivo de reduzir o custo do projeto. Abaixo segue a ordem de funcionamento dos semáforos, sendo que o semáforo cinco foi retirado: sinal 1; sinal 2; sinal 3; sinal 4; travessia dos pedestres.

A “Figura 4” abaixo mostra o local de construção da rotatória.



Figura 4 - Localização da rotatória proposta

A construção dessa rotatória causa outro tipo de redução de marcha, já que ao chegarem ao cruzamento, os carros podem se encontrar. Nesse caso, enquanto existirem veículos circundando a rotatória, aqueles que chegarem ao cruzamento nesse momento deverão reduzir a marcha, podendo até serem obrigados a parar e esperar a ocasião oportuna de contornar a rotatória. O trecho abaixo, retirado do Código de Trânsito Brasileiro, comprova que a rotatória é impossível de ser implementada, pois se houver essa parada no fluxo de veículos, poderiam parar sobre a ponte carros e caminhões, o que anularia a finalidade do semáforo.

*“Art. 29: O trânsito de veículos nas vias terrestres abertas à circulação obedecerá às seguintes normas:...*

*Inciso III: quando veículos, transitando por fluxos que se cruzem, se aproximarem de local não sinalizado, terá preferência de passagem:...*

*Alínea b: no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela”.*(CTB, 2004)

Com isso, conclui-se que a alternativa dois é inviável para a resolução deste problema, pois não atende à principal condição.

### 3.3 Alternativa Número três

A solução proposta por esse projeto determina que sejam instalados semáforos luminosos em todos os 5 pontos citados no início desta unidade e a restrição de conversões em duas destas ruas. Segundo este modelo os veículos que circulam pela Rua Barão Rio Branco em direção ao cruzamento com a Rua Major Vieira seriam obrigados à realizar uma conversão à direita, não sendo possível mais seguir em frente para a Rua Tenente Fortunato. Para evitar que motoristas desatentos cometam infrações de trânsito ao se aproximar do cruzamento e para organizar o fluxo de veículos, seria construído um canteiro central que se iniciaria na Rua Barão Rio Branco e se estenderia até à Rua Major Vieira, acompanhando paralelamente a conversão a ser realizada. Além disso, para facilitar a assimilação da mudança pelos

motoristas seria inscrita no solo uma sinalização horizontal indicando a obrigatoriedade da conversão.

A proposta também determina que os veículos que seguem da Rua Tenente Fortunato, no trecho à esquerda da ponte, onde se localiza o semáforo 5, em direção ao cruzamento com a Rua Barão Rio Branco façam uma conversão à esquerda, adentrando à Rua Tenente Fortunato. A “Figura 5” abaixo mostra como ficaria o sentido de circulação das ruas após as mudanças e a construção do referido canteiro.

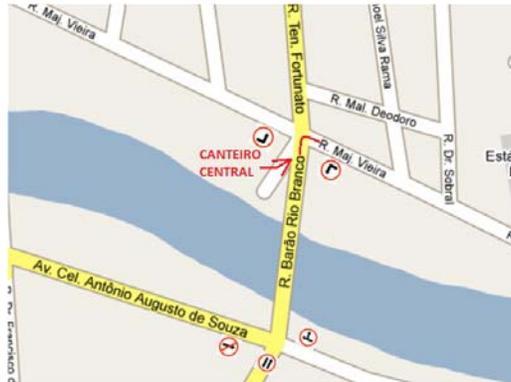


Figura 5 - Ilustração das conversões permitidas nas duas cabeceiras da ponte

A partir dessas disposições, ficam obrigatórias as conversões citadas acima, o que permitiria o funcionamento simultâneo de dois semáforos luminosos, conforme mostrado na relação: sinais 1 e 5; sinais 2 e 4; sinais 3 e 5; travessia dos pedestres; retorna.

#### 4 IMPLEMENTAÇÃO DA ALTERNATIVA TRÊS

Todos os programas elaborados para a resolução do problema proposto foram desenvolvidos no *software* LOGO! Soft Comfort, da fabricante Siemens. Os projetos elaborados levaram em consideração a utilização de um Controlador Lógico Programável (CLP) para a inserção do programa de controle e sua execução. A “Figura 6” abaixo apresenta o modelo de CLP utilizado para a execução do programa, bem como o kit laboratorial no qual está inserido.



Figura 6 - Fotografia do módulo do CLP utilizado e o kit didático

O CLP é um equipamento utilizado no controle industrial microprocessado, capaz de armazenar instruções para a implementação de funções de controle (seqüência lógica, temporização e contagem, por exemplo), além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede. Geralmente as famílias de Controladores Lógicos Programáveis são definidas pela capacidade de processamento de um determinado número de pontos de entrada e/ou saídas. (FONTANA *et al.*, 2008).

Também foi construída uma maquete do cruzamento estudado. Essa construção se deu de forma com que pudesse ser implementada a alternativa número três apresentada neste trabalho. A “Figura 7” mostra uma fotografia da maquete.



Figura 7 - Maquete construída para a implementação da alternativa três

Como se pode notar na “Figura 7” acima a maquete possui os semáforos para o controle do trânsito instalados nos respectivos locais citados anteriormente. Ou seja, a implementação do sistema de controle de trânsito na maquete seria uma reprodução fiel, em escala reduzida, do controle implementado na situação real. O programa desenvolvido é mostrado na “Figura 8”, o qual utilizou a linguagem específica do referido CLP que é em blocos lógicos.

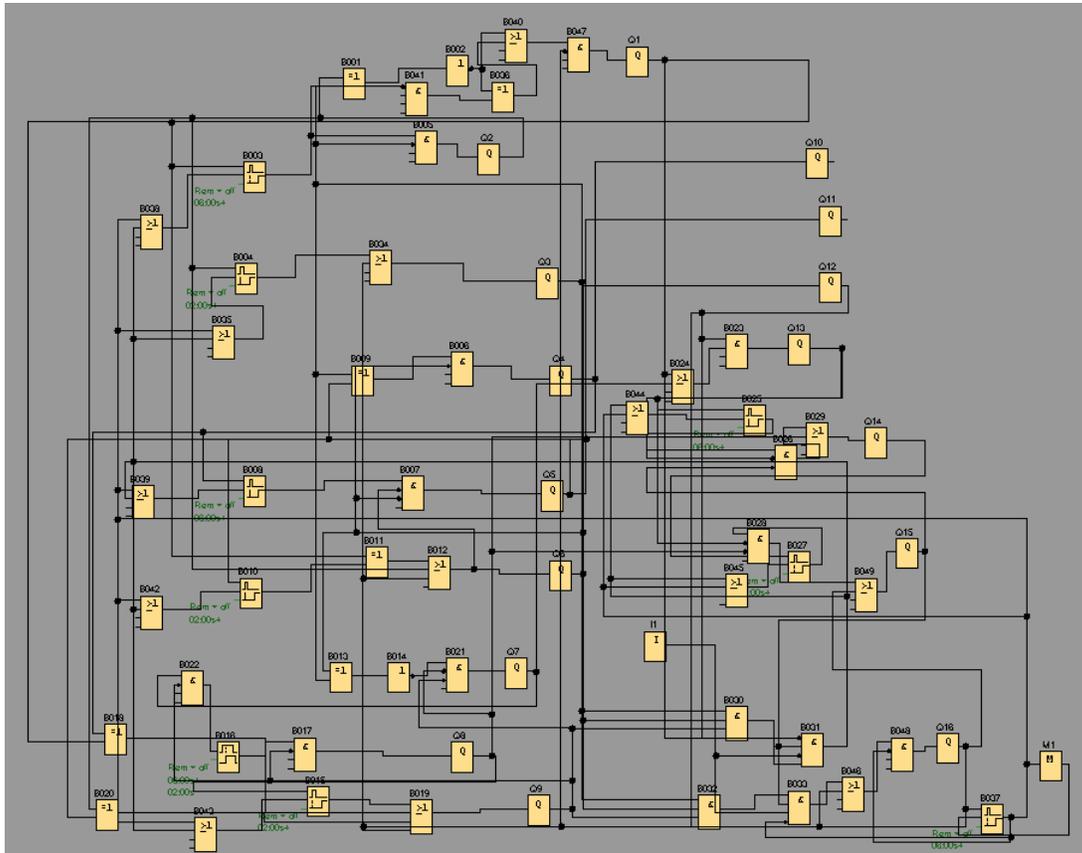


Figura 8 - Programa desenvolvido

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caso objeto de estudo deste trabalho demonstra que a integração entre a teoria e a prática é possível. As instituições de ensino e os educadores devem moldar seus métodos de ensino e aprendizagem de forma que as duas vertentes possam interagir, buscando a solução de problemas reais.

Dessa forma, conclui-se que a experimentação prática é de fundamental importância na formação acadêmica e profissional de engenheiros. Além de qualificar mão-de-obra para o mercado de trabalho, o aperfeiçoamento do ensino de engenharia com vistas à prática pode também proporcionar benefícios para todos os membros inseridos em uma comunidade.

Para continuar a integração entre a teoria e a prática citada anteriormente, será discutida no futuro uma melhoria no projeto final apresentado. Será proposta na disciplina de Automação Industrial uma medição do tráfego no cruzamento de forma que sejam desenvolvidas soluções diferenciadas ao longo do dia, de acordo com a necessidade e a intensidade do fluxo de veículos em cada uma das cabeceiras.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem ao MEC/SESu, FNDE, CAPES, FAPEMIG, Fundação CEFETMINAS e CEFET-MG pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CARVALHO, H. H. B.; GOMES, F. J. Educação em controle e automação em ambiente adverso: estudo de caso de uma experiência tutorial. **Anais: XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Passo Fundo, 2006.

CTB. Código de Trânsito Brasileiro, instituído pela Lei nº 9.503 de 23/09/97. Brasília. DENATRAN, 2004.

FERREIRA, A. L. S.; ALVES, A. S. C.; MARTINS, C. H. N.; MUNIZ, C. A.; FARIA, P. V. A.; CÉSAR, T. C.; GOMES, F. J. O problema da defasagem entre a teoria e a prática: proposta de uma solução de compromisso para um problema clássico de controle. **Anais: XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Passo Fundo, 2006.

FONTANA, L. H.; GOMES, G. O. S.; BATISTA, J. A. UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Departamento Acadêmico de Eletrônica. Automatização de uma estação de tratamento de efluentes, 2008. 107p, il. Monografia.

GONDIM, S. M. G. Perfil profissional e mercado de trabalho: relação com a formação acadêmica pela perspectiva de estudantes universitários. **Estudos de Psicologia**, Natal, v.7, n.2, p. 299-319, 2002.

MENESES, H. B.; LEANDRO, C. H. P.; LOUREIRO, C. F. G. Indicadores de desempenho para sistemas centralizados de controle do tráfego urbano em tempo real. **Anais: XVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Rio de Janeiro, 2003.

NEVES, M. A. O. Mobilidade urbana e a dificuldade de entrega nas grandes cidades. Disponível em: <http://cfvv.blogspot.com/2011/03/mobilidade-urbana-e-dificuldade-de.html>> Acesso em: 05 jun. 2011.

TELLES, M. Brasil sofre com a falta de engenheiros. **Revista Inovação em Pauta**, Rio de Janeiro, v.1, n. 6, p. 11-15, 2009.

VIEIRA, R. C. de C. O conceito de engenharia e sua correlação com o ensino de engenharia e a profissão de engenheiro: breve análise da experiência brasileira. **Anais: Seminário – O Ensino da Engenharia para o Século XXI nos Países Amazônicos**”. Manaus, 1994.

## **AUTOMATION APPLIED TRANSPORTATION ENGINEERING: A CASE STUDY WITH SYNERGY TO EDUCATION IN ENGINEERING.**

**Abstract:** Engineering education should seek more practical solutions to real problems. In this regard, institutions should adopt a policy of community outreach by offering solutions to everyday problems. Must at the same time carry out a quality education based on the theory and practical experience. This work provides a case study proposed in the teaching of the subject of automation for improvement of traffic control at an intersection in the city of Cataguases, in Minas Gerais, Brazil.

**Key-words:** *Education in Engineering, Practice experimentation, Traffic control.*