

ACADEMIA VERSUS INDÚSTRIA NA AUDITORIA DAS MALHAS DE CONTROLE: UM ESTUDO DE CASO NO BRASIL

Bruno Leandro Esteves da Silva – bruno.lespaul@hotmail.com

Igor Abritta Costa – igorabritta@yahoo.com.br

Marlon José do Carmo – marloncarmo@ieee.org

Lindolpho O. de Araújo Júnior – lindolpho@leopoldina.cefetmg.br

Ângelo Rocha de Oliveira – a.oliveira@ieee.org

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Campus III

Rua José Peres 558 - Centro

36700-000 – Leopoldina – Minas Gerais

***Resumo:** Controladores de processos industriais têm seus parâmetros sintonizados para obtenção do rastreamento da referência independente do distúrbio ou carga inserido no sistema. O desempenho máximo do controlador, não é atingido na maioria dos casos e para que se obtenha operação em nível ótimo é realizada uma auditoria da malha de controle. A eficiência da malha de controle é definida por diversos critérios e índices abordados na teoria de controle. Os métodos necessários para a realização da auditoria das malhas de controle estão sendo ensinados na academia? O objetivo deste trabalho é realizar um estudo de caso quanto à oferta de disciplinas que envolvem auditoria em malhas de controle em alguns cursos de engenharia no Brasil, levantando dados e analisando os resultados obtidos.*

***Palavras-chave:** Auditoria das Malhas de Controle, Academia, Indústria, Índice de Desempenho.*

1 INTRODUÇÃO

As consultoras para a análise de desempenho para sistemas de controle estão em recente crescimento, uma vez que, são vastas as suas aplicações e tecnologias inerentes, como sistemas mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, elétricos, eletrônicos, microprocessados, biológicos e sistemas inteligentes, que utilizam malhas de controle, que na maioria dos casos não estão operando em seu máximo desempenho (CARMO & GOMES, 2008). Dentro da teoria de controle convencional existem critérios e índices devidamente estabelecidos, embora as bibliografias principais não os abordam. Para o projeto ótimo de sistemas e para a otimização paramétrica de sistemas de controle a medida quantitativa do desempenho de um sistema é necessária.

Entretanto, não se sabe se a academia está dando a devida importância para esse ramo do ensino de engenharia, o qual a indústria utiliza cada vez mais em suas linhas produtivas. As auditorias em malhas de controle são utilizadas com muita ênfase no mercado internacional (CARMO & GOMES, 2008), porém de forma pouco ativa no mercado brasileiro, sobretudo na academia, onde o tema fica restrito à pós-graduação em alguns casos. Baseados nas observações supracitadas procurou-se investigar alguns cursos de graduação que têm como base disciplinas de controle de processos. Resultados são verificados para algumas instituições e com base na amostragem espera-se que o resultado seja factível para as demais instituições.

Este trabalho está dividido da seguinte forma: na seção dois descreve-se como são feitas as auditorias em malha de controle; na seção três é mostrada uma metodologia aplicada na pesquisa das ofertas de disciplinas relacionadas com auditoria em malhas de controle, em algumas universidades do Brasil e está dividida em procedimentos, pesquisa e análise dos resultados; por fim, na seção quatro, conclui-se este trabalho.

2 AUDITORIA EM MALHAS DE CONTROLE

O controlador mais utilizado em malhas de controle na indústria brasileira é o controlador PID (Proporcional Integral e Derivativo) devido à simplicidade de implementação, a versatilidade de aplicações e funcionamento simples. A auditoria em malhas de controle faz com que o controlador atinja níveis de desempenho máximo. A exemplo, uma malha industrial operando a níveis ótimos pode reduzir consideravelmente o gasto energético e melhorar a qualidade final do produto. Esta motivação vem despertando no mercado a necessidade da implementação de critérios e índices pré-estabelecidos na teoria de controle convencional, a fim de se obter melhorias em todos os aspectos das malhas industriais (HARRIS et al., 1999).

2.1 Auditoria em malhas de controle nas indústrias

O trabalho de auditoria de malhas de controle é um ótimo instrumento para identificar pontos de melhoria (CARMO & GOMES, 2008), possibilidades de redução de custos e aumento da qualidade de produtos por meio de ajustes em sistemas de controle e automação, como mostrado na “Figura 1”. Na década de 90, os trabalhos nesta área ganharam grande contribuição. Análises críticas e revisões dos vários métodos utilizados para avaliar o desempenho das malhas de controle podem ser encontradas em Harris (HARRIS, 1989), Qin (QIN, 1998), Huang (HUANG et al., 1997).

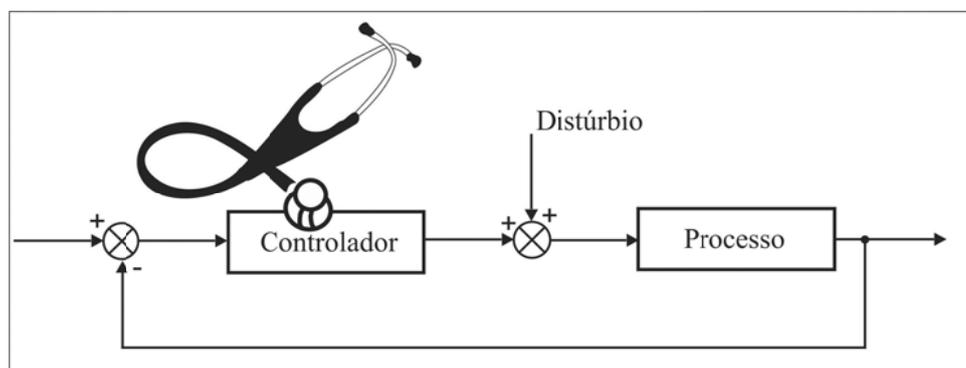


Figura 1: Auditoria em malhas de controle.

A metodologia básica utilizada atualmente por empresas prestadoras de serviço de auditoria em malha de controle no Brasil apresenta as seguintes etapas:

1. Avaliação e detecção das malhas de controle com baixo desempenho: A partir dos cálculos dos índices de desempenho e sua análise comparativa com o *benchmark* (HARRIS et al., 1989), que é um referencial de excelência, é possível identificar as malhas de controle com o pior desempenho.

2. Diagnóstico das causas raízes: Identificar as causas pelas quais uma determinada malha está com baixo desempenho (ENDER, 1993);

3. Sugestões de melhorias: Com base na causa principal identificada, propor soluções para o problema por meio de re-sintonia dos controladores, ou projeto de novas estratégias de controle, ou re-projeto do processo e sua instrumentação.

A avaliação de desempenho é muito importante para servir de figura de mérito imediata da qualidade do controle, o que possibilita a comparação entre malhas e períodos históricos. Para a identificação dos problemas e o embasamento das proposições de novas ações para melhorias no sistema, são utilizados indicadores de Oscilação, Inatividade do Controlador, Agarramento da Válvula, Não Linearidade, Perturbação e Principais Componentes de Frequência. Em seguida é realizada toda uma discussão e análise dos resultados identificados. E os diagnósticos possíveis são inadequabilidade dos sensores, ou dos atuadores, ou dos controladores, ou de perturbações do processo.

Uma vez efetuadas as análises, algumas atividades podem ser propostas para otimizar os sistemas de controle, para que apresentem melhores resultados em relação ao processo, relacionando-se, dentre outras, à manutenção da instrumentação e/ou re-sintonia dos parâmetros dos controladores e/ou implantação de novas estratégias de controle.

3 ESTUDO DE CASO DA OFERTA DE DISCIPLINAS DE AUDITORIA EM MALHAS DE CONTROLE NO BRASIL

3.1 Metodologia

Diante da importância da avaliação de desempenho em malhas de controle foi realizado um estudo de caso no Brasil, envolvendo 29 universidades federais e estaduais, do país. O critério de seleção mais significativo obteve-se na facilidade de acesso às ementas dos cursos em sítios da internet, porém alguns dados foram obtidos por contato telefônico com as universidades. Na “Tabela 1” encontra-se a distribuição geográfica das universidades pesquisadas, por região.

Tabela 1 – Distribuição geográfica das universidades pesquisadas.

Região	Quantidade
Nordeste	3
Sul	6
Sudeste	18
Centro-Oeste	2

Os cursos escolhidos foram alguns dos que mais estão envolvidos com a teoria de controle, mais especificamente com malhas de controle e processos industriais, sendo: Engenharia de Controle e Automação / Mecatrônica, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Engenharia Química.

Foram pesquisados 34 cursos em 29 universidades do Brasil, sendo estes 6 de Engenharia Química, 11 de Engenharia de Controle e Automação, 15 de Engenharia Elétrica e dois cursos de Engenharia Mecânica, como mostrado na “Tabela 2”.

Tabela 2 – Quantidade de cada curso de graduação pesquisado.

Graduação	Quantidade Pesquisada
Engenharia Química	6
Engenharia de Controle e Automação	11
Engenharia Elétrica	15
Engenharia Mecânica	2
Total	34

3.2 Pesquisa e resultados

Nos 34 cursos de graduação na área de engenharia foi pesquisado sobre a oferta de disciplinas referentes à Auditoria em Malha de Controle e Otimização de Malhas de Controle, como mostrado nas “Tabelas 3 e 4”, respectivamente.

Tabela 3 – Oferta de disciplinas referentes a Auditoria em Malha de Controle de cada curso de graduação pesquisado.

Graduação	Contém a Disciplina de Auditoria
Engenharia Química	2
Engenharia de Controle e Automação	0
Engenharia Elétrica	0
Engenharia Mecânica	0
Total	2

Devido a disciplina de Auditoria em Malha de Controle não ser incluída na maioria das ementas observadas, optou-se pela expansão da pesquisa à matéria de Otimização em Malhas de Controle por ser um dos possíveis recursos quando se trata de auditoria.

Tabela 4 – Oferta de disciplinas referentes a Otimização de Malha de Controle de cada curso de graduação pesquisado.

Graduação	Contém a Disciplina de Otimização
Engenharia Química	3
Engenharia de Controle e Automação	2
Engenharia Elétrica	4
Engenharia Mecânica	1
Total	10

Com os dados em mãos foi feita uma comparação entre a “Tabela 2” e as “Tabelas 3 e 4” para obter a resposta pretendida em porcentagem, uma vez que é necessário para a análise estatística dos dados, como mostrado nas “Tabelas 5 e 6”.

Tabela 5 – Oferta de disciplinas referentes à Auditoria em Malha de Controle de cada curso de graduação pesquisado em porcentagem.

Graduação	Contém a Disciplina de Auditoria(%)
Engenharia Química	6
Engenharia de Controle e Automação	0
Engenharia Elétrica	0
Engenharia Mecânica	0
Não oferecem	94
Total	100

Tabela 6 – Oferta de disciplinas referentes à Otimização de Malha de Controle de cada curso de graduação pesquisado em porcentagem.

Graduação	Contém a Disciplina de Otimização(%)
Engenharia Química	9
Engenharia de Controle e Automação	6

Engenharia Elétrica	12
Engenharia Mecânica	3
Não oferecem	71
Total	100

A primeira análise, quanto ao ensino de otimização de PID, resulta na “Figura 2”. Pode-se observar que 70% das universidades pesquisadas, não oferecem a disciplina de otimização de controlador PID. Tendo em vista de que se trata apenas de uma das etapas da metodologia da auditoria em malhas de controle.

Oferta da disciplina de otimização de controlador PID nos cursos de engenharia

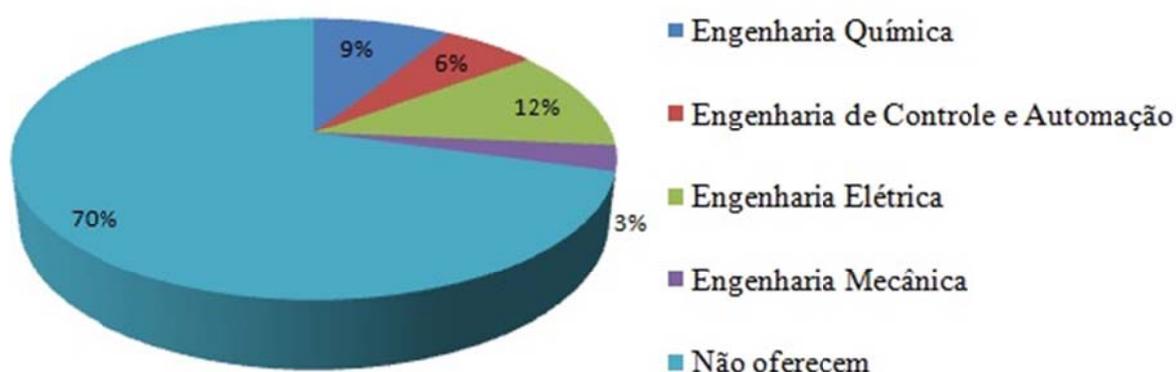


Figura 2: Oferta da disciplina de otimização de controlador PID nos cursos de engenharia.

A segunda análise, quanto ao ensino de auditoria em malhas de controle, proposta do estudo de caso, resulta na “Figura 3”, onde apenas os alguns cursos de Engenharia Química oferecem a disciplina investigada. Apesar da indústria ainda estar despertando para a obtenção de melhores resultados através da auditoria das malhas de controle, com os dados obtidos cria-se uma hipótese sobre a alteração da ementa dos cursos de graduação envolvidos havendo a inserção de disciplinas que envolvem auditoria de malhas de controle. Vale ressaltar também que ao concluir o curso de graduação, um engenheiro químico encontra-se em melhores condições de atuação no mercado de trabalho, do que os outros cursos de engenharia inseridos na pesquisa, em relação ao conteúdo programático de auditoria nas malhas de controle.

Oferta da disciplina de auditoria em malhas de controle nos cursos de engenharia

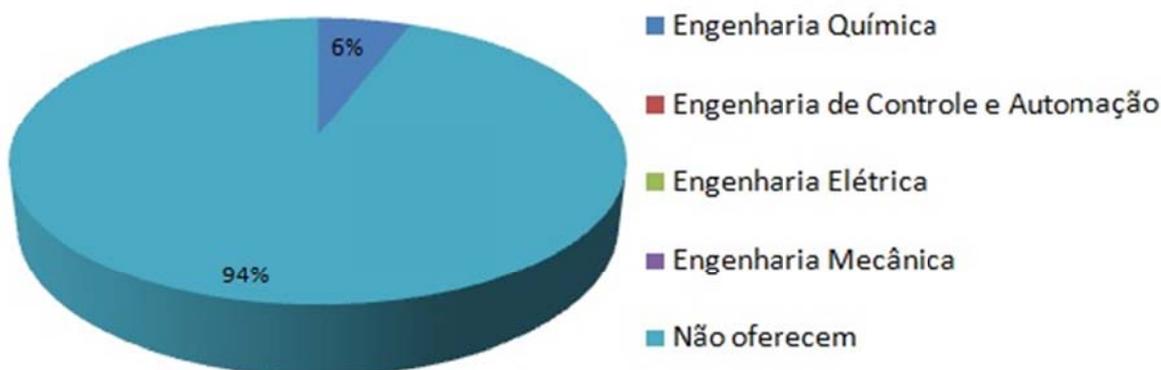


Figura 3: Oferta da disciplina de auditoria em malhas de controle nos cursos de engenharia.

Um terceiro estudo, utilizando a mesma metodologia. Foi realizado quanto ao ensino da disciplina em nível de pós-graduação. Obteve-se que na maioria dos cursos em que há uma abordagem mais intensa da matéria de controle o ensino de auditoria em malhas é tido quase como obrigatório na grade curricular.

4 CONCLUSÃO

Vimos um breve conceito sobre o que vem a ser auditoria em malhas de controle e quais são os métodos mais comumente aplicados no Brasil. É de se esperar que indústrias, visando um melhor desempenho e menores gastos tendam a buscar melhores resultados nos seus sistemas automatizados por meio da auditoria. Entretanto, a academia, que é a principal formadora dos futuros auditores, em sua maior parte, não está disponibilizando na diretriz curricular dos cursos de engenharia com ênfase em controle as matérias de otimização e auditoria em malha de controle, o que leva os engenheiros recém-formados deste ramo a procurarem cursos de pós-graduação que dão ênfase a esse conceito. Apresentou-se, neste trabalho, uma revisão bibliográfica, bem como justificativas que leve a uma possível inserção de matérias com ênfase em otimização e auditoria de malhas de controle em alguns cursos de engenharia na área de controle de processos.

Agradecimentos

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARMO, M. J. ; GOMES, F. J. Avaliação de Desempenho em Malhas Industriais de Controle: uma Necessidade de Inserção nos Currículos e Meios Industriais. **Anais: XI Encontro de Modelagem Computacional**. Volta Redonda, 2008.

ENDER, D. B. Process Control Performance: not as good as you think. **Control Engineering**, p. 180-190, 1993.

HARRIS, T. J. Assessment of control loop performance. **Canadian Journal of Chemical Engineering**, vol. 67, p. 856–861, 1989.

HARRIS, T. J.; BOUDREAU, F.; GREGOR, J. F. M. A review of performance monitoring and assessment techniques for univariate and multivariate control system. **J. Process Control**, vol. 9, p. 1–17, 1999.

HUANG, B.; SHAH, S. L.; KWORK, K. E. Good, bad or optimal? performance assessment of multivariable process. **Automatica**, vol. 6, p. 1175–1183, 1997.

QIN, S. J. Control performance monitoring a review and assessment. **Computers and Chemical Engineering**, vol. 23, p. 173–186, 1998.

SPENDOLINI, M. J. Benchmarking. São Paulo: Makron Books, 1993.

ACADEMY VERSUS INDUSTRY IN PERFORMANCE ASSESMENT CONTROL LOOP: A CASE STUDY IN BRAZIL

Abstract: *Industrial process controllers have their parameters tuned to obtain total quality regardless of the disturbance or load inserted into the system. The maximum performance of the controller is not achieved in most cases and in order to get an optimal level of operation an assessment in control loop is required. The efficiency of the control loop is defined by several criteria and indexes covered by the control theory. Are the necessary methods for the execution of audits in control loops being taught at the academy? The objective of this work is to realize a case study as to the offer of disciplines that revolve around audits in control loops in some of the engineering courses in Brazil, raising data and analyzing obtained results.*

Key-words: *Performance assessment, Academy, Industry, Performance Index.*