

# O Ensino de Controle de Qualidade no Curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal de São Carlos

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SÃO CARLOS

Depto. de Engenharia de Produção

Prof. Dr. Luiz Roberto F. da Costa  
Prof. Néocles Alves Pereira

EQUIPAMENTOS CLARK LTDA.  
VALINHOS

Depto. de Engenharia de Qualidade

Eng. Vivaldo A. Fernandes Russo  
Eng. Orlandó Govoni Filho

Um exemplo de Integração  
Universidade-Empresa

## RESUMO

A Resolução 10/77 do Conselho Federal de Educação estabelece que a Matéria de Formação Profissional Específica Controle de Qualidade, para os cursos de Engenharia de Produção, deve incluir os aspectos organizacionais, tecnológicos e administrativos além dos métodos estatísticos relativos à Qualidade. A fim de ministrar esta área dentro de uma perspectiva assim tão ampla, o Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos optou por promover a interação entre professores da Universidade e profissionais de Engenharia de Qualidade de uma empresa (Equipamentos Clark Ltda, de Valinhos), que passaram a compartilhar da responsabilidade docente pela área. O enfoque utilizado é discutido, salientando-se os benefícios trazidos por essa interação, os objetivos procurados, o conteúdo da disciplina projetada de modo a cobrir os aspectos mencionados, as estratégias de ensino e o método de avaliação empregados. Finalmente são levantadas algumas recomendações para desenvolvimentos futuros no ensino do Controle de Qualidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A Engenharia de Produção pode ser encarada como a especialidade de Engenharia [ 1 ], [ 2 ] que se dedica ao projeto, aperfeiçoamento e implantação de sistemas integrados de homens, materiais, equipamentos e procedimentos. Deste modo, a Engenharia de Produção tem por objetivo se dedicar ao projeto e controle de sistemas produtivos.

O projeto de Sistemas de Produção compreende o desenvolvimento de estações de trabalho, a determinação das interações entre essas estações, o estabelecimento do arranjo físico e localização da unidade produtiva, utilizando-se dos estudos indispensáveis de Ergonomia, a fim de ser levada em conta a interação homem-sistema produtivo. Uma vez instalada a unidade produtiva, a atividade de Controle adquire uma importância particular abrangendo o Controle de Qualidade, o Controle de Produção, o Controle de Estoques, o Controle de Custos e outros. Desta maneira, o Controle de Qualidade constitui-se em um dos aspectos fundamentais do Controle de Sistemas de Produção.

A área de Qualidade dentro da empresa evoluiu de um simples controle do produto durante a fabricação, com uma forte ênfase em métodos estatísticos (gráficos de controle e planos de amostragem), para uma função empresarial a ser desempenhada durante o ciclo de vida do produto, desde a fase de Planejamento até as fases de Pré-Produção, Produção e Pós-Produção. Assim, os métodos estatísticos passaram a ser encarados como uma parte do instrumental de Controle de Qualidade. A fim de que o futuro engenheiro possa desempenhar as atividades de Qualidade, dentro desta concepção, é extremamente proveitoso que durante a sua formação, o aluno seja introduzido aos aspectos administrativos, econômicos e tecnológicos da Qualidade.

O Conselho Federal de Educação, com muita propriedade, incluiu na ementa da matéria Controle de Qualidade, dos cursos

de Engenharia de Produção, (Resolução 10/77) os aspectos acima mencionados e que refletem a evolução da área de Qualidade.

Dentro desta orientação do CFE, foram estabelecidos os seguintes objetivos para a disciplina Controle de Qualidade.

- Habilitar o aluno a descrever as diversas atividades exigidas para o exercício da função Qualidade dentro da empresa, ao longo do ciclo de vida do produto.
- Dar condições ao aluno de diagnosticar problemas de Controle de Qualidade, em situações específicas apresentadas, identificando métodos de solução apropriados.
- Capacitar o aluno a utilizar métodos estatísticos específicos no Controle de Qualidade, a saber, os gráficos de controle e os planos de amostragem.

A fim de atender a estes objetivos, a disciplina foi planejada em dois módulos: um, tratando dos Métodos Estatísticos no Controle de Qualidade e outro estudando a Administração do Controle de Qualidade. Como preparação para esta disciplina que leva o título Estatística Industrial e Controle de Qualidade 2, é oferecido uma outra disciplina Estatística Industrial e Controle de Qualidade 1, que envolve a aplicação de métodos estatísticos gerais ao Controle de Qualidade e uma introdução à Administração da Qualidade.

## 2. PLANEJAMENTO DA DISCIPLINA

O ensino de Controle de Qualidade na UFSCar foi planejado de acordo com a Resolução 10/77 do CFE que estabelece que esta matéria deve incluir os seguintes tópicos:

Conceito de Qualidade. Normas de Especificação e Ensaios. Economia da Qualidade. Tecnologia do Controle. Organização do Controle de Qualidade. Controle Estatístico de Qualidade.

Desta maneira, o ensino de Controle de Qualidade passa a refletir a própria evolução que a área vem sofrendo conforme discutido na seção anterior, em que, além dos métodos estatísticos são discutidos os aspectos administrativos, econômicos e tecnológicos de Qualidade.

O Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) concluiu que a participação exclusiva de docentes imbuídos de uma vocação acadêmica, mais voltada para as ferramentas, dificilmente possibilitaria a apresentação eficaz de todos os aspectos levantados acima, a fim de atingir os objetivos estabelecidos para a disciplina (ver seção 1). Assim a participação de profissionais que estejam desenvolvendo atividades de Controle de Qualidade em uma empresa permite um enfoque amplo e realista para a disciplina. Por outro lado, a colaboração de docentes universitários deve possibilitar que métodos e técnicas ainda não difundidos sejam explorados, e que uma maior integração com o restante do currículo seja atingida.

A partir desta constatação, reuniram-se docentes trabalhando na Universidade, em tempo integral e profissionais do

Departamento de Engenharia de Qualidade de uma empresa (Equipamentos Clark Ltda, Valinhos), a fim de identificarem os tópicos a serem desenvolvidos durante o curso.

Ficou acertado que a disciplina seria desenvolvida em módulos (de 30 horas cada), distribuídos em um semestre, com duas horas semanais, dedicadas aos métodos estatísticos particulares do Controle de Qualidade e duas horas à Administração do Controle de Qualidade, englobando os aspectos administrativos, econômicos e tecnológicos da área. O primeiro módulo ficou sob a responsabilidade dos professores da Universidade, enquanto o segundo foi ministrado pelos engenheiros do Departamento de Engenharia de Qualidade da empresa mencionada.

A fim de permitir que os alunos pudessem sentir como a metodologia e as técnicas tratadas na disciplina podem ser aplicadas em um ambiente real, foi planejada uma visita a própria Equipamentos Clark de Valinhos. Além disso, com o objetivo de apresentar aos alunos metodologias alternativas empregadas na Administração do Controle de Qualidade, foram programadas palestras sobre Círculos de Qualidade, abordagem que vem sendo crescentemente empregada por empresas brasileiras.

## 6. MÉTODOS ESTATÍSTICOS DE CONTROLE DE QUALIDADE

A orientação deste módulo foi enfatizar os conceitos estatísticos fundamentais envolvidos em Gráficos de Controle e Planos de Amostras não se pretendendo, de modo algum, exaurir as técnicas e tabelas utilizáveis na área de Qualidade.

Procurou-se discutir, mais profundamente conceitos como Curva Característica de Operação (CCO), Quantidade Média de Inspeção (QMI), Tamanho Médio Amostral (TMA), Qualidade Média Resultante Limite (QMRL), etc. Quanto às técnicas, como desconhecemos pesquisa realizada, em nosso meio, sobre o uso de métodos estatísticos no Controle de Qualidade, levamos em conta estudo publicado pela "American Society for Quality Control" [ 3 ], relatando pesquisa realizada nos Estados Unidos sobre a utilização de métodos estatísticos no Controle de Qualidade pelas empresas americanas.

Este estudo veio reforçar a seleção (limitada pelo tempo disponível), dos gráficos de controle por variáveis e dos planos de amostragem por atributos, como unidades básicas deste módulo.

Os tópicos tratados foram os seguintes:

### 1. Planos de Amostragem

- O Processo Produtivo e a Inspeção
- Tipos de Inspeção
- Conceitos básicos de Planos de Amostragem e Curva Característica de Operação
- Planos de Amostragem Simples
- Determinação da CCO
- Planos de Amostragem Simples que especificam os riscos do produtor e consumidor
- Inspeção Retificadora – conceituação
- Inspeção Retificadora com amostragem simples
- Parâmetros da Inspeção Retificadora:  
Qualidade Média Resultante (QMR);  
Qualidade Média Resultante Limite (QMRL)  
Qualidade Média de Inspeção (QMI).
- Tabelas de Dodge-Roming
- Planos de Amostragem Dupla
- Planos de Amostragem Dupla – com retificação
- Normas ABNT (previsto para ser coberto em 1980)

### 2. Gráficos de Controle

- Conceitos Básicos
- Gráficos de Controle de Variáveis
- Gráfico de média
- Gráfico da amplitude
- Sistema Norte Americano e Sistema Inglês

## 4. ADMINISTRAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE

### 4.1. Sistema de Controle de Qualidade

Historicamente, o Controle da Qualidade vem se desenvolvendo em etapas relativamente bem definidas, iniciando pelo passivo papel de policiar a conformidade de um produto em relação a um padrão durante a fabricação.

Durante esta evolução, surge logo após a segunda Guerra, um importante marco representado pela aplicação da Estatística ao Controle de Qualidade.

Todavia, em torno da década de 60, alguns países desenvolvidos, começaram a enxergar esta função vital sob um ponto de vista mais amplo. Aparecem então, movimentos revolucionários destacando-se dentre eles a "Confiabilidade" e o "Controle Total da Qualidade".

Atualmente, o Controle de Qualidade é feito sob diversa roupagem, com diferentes formas (Qualidade Assegurada, Controle Total de Qualidade, etc.), mas fundamentando-se basicamente sobre o moderno conceito de Qualidade e portanto mostrando entre todos estes sistemas, pontos comuns.

Qualidade hoje é vista como "adequação ao uso", cujos principais parâmetros são projeto, conformação, disponibilidade e serviço de campo.

Assim, controlar a Qualidade não significa apenas controlar o produto durante a fabricação. Preocupar-se com a idéia concebida para a criação de um produto é também uma função deste controle, pois já aí, um erro comprometerá o projeto durante toda sua existência. O mesmo acontece com a assistência técnica e peças de reposição, por exemplo, atividades básicas para garantir a adequação ao uso de um produto após sua fabricação.

Para se assegurar que um produto (ou serviço) atinja a adequação ao uso, precisamos ao montar o seu sistema de controle de Qualidade, pensar em todas suas FASES de vida. Temos portanto:

- Fase de Planejamento Gerencial
- Fase de Pré-Produção
- Fase de Produção
- Fase de Pós-Produção

Em cada uma dessas fases, poderemos identificar dentro da empresa, ATIVIDADES e/ou EVENTOS críticos para a Qualidade.

Entendemos como "atividade" de uma ação que exige um certo período de tempo para ser executada e por "evento" uma ação que ocorre num determinado instante no tempo.

Analisando essas atividades e eventos críticos para a Qualidade, poderemos agrupá-las convenientemente em SUBSISTEMAS do Sistema Global.

Por exemplo, uma indústria mecânica fabricando auto-peças, poderá ter os seguintes subsistemas:

### FASE I

- Subsistema I: Gerenciamento
- Subsistema II: Planejamento da Qualidade nos negócios

## FASE II

- Subsistema III: Qualidade Assegurada de Alteração de Produto/Processo

## FASE III

- Subsistema IV: Qualidade Assegurada de Material Fabricado
- Subsistema V: Qualidade Assegurada de Material Comprado
- Subsistema VI: Informação em Qualidade
- Subsistema VII: Treinamento em Qualidade

## FASE IV

- Subsistema VIII: Qualidade Assegurada da Pós-Produção

Para esclarecer melhor, algumas atividades e/ou eventos críticos do Subsistema I seriam:

- Organização da Qualidade
- Política da Qualidade
- Manual da Qualidade
- Auditoria do Sistema, etc.

Para o Subsistema III poderíamos citar:

- Projeto do Produto/Processo
- Revisão do Projeto
- Avaliação do Projeto do Produto/Processo
- Plano de Manufatura, etc.

Para o Subsistema IV:

- Capacidade de Processo
- Folha de Processo
- Plano de Inspeção/Teste
- Identificação
- Manuseio
- Estudo e Aferição de Equipamentos de Inspeção
- Materiais Não-Conformes, etc.

Para o Subsistema V:

- Avaliação e Seleção de Fornecedores
- Especificação do Pedido de Compra
- Amostra Inicial
- Inspeção de Recebimento
- "Rating" de Fornecedores, etc.

Para o Subsistema VI:

- Plano de Informação e Documentação da Qualidade
- Controle da Documentação da Qualidade, etc.

Para o Subsistema VIII:

- Plano de Qualidade para Peças de Reposição
- Manuseio, Estoque e Embalagem
- Distribuidores
- "Feedback" de Falhas de Campo
- Política de Garantia
- Literatura/Treinamento do Produto
- Serviço do Produto, etc.

De passagem, podemos perceber que embora a Estatística continue exercendo um importante papel como ferramenta de Controle de Qualidade (v. Capacidade de Processo do Subsistema IV), ela não é a única arma à disposição do administrador para gerenciar a problemática de adequação ao uso em sua empresa.

Finalmente, cabe ao primeiro homem da empresa, delegar RESPONSABILIDADES primárias e de contribuição para cada uma dessas atividades e eventos. Ao primeiro homem da Qualidade cabe além das responsabilidades por alguns desses elementos, a de coordenar o Sistema como um todo, garantindo a harmonia das funções e, em última análise, a eficiência do Sistema.

## 4.2. Apresentação do Módulo

### 4.2.1. Atividades Didáticas

- Conceito da Qualidade e Administração
- Histórico evolutivo do Controle da Qualidade até a fase atual
- Definição das fases da vida de um produto:
  - Planejamento;
  - Pré-Produção;
  - Produção e
  - Pós-Produção.
- Definição de Atividades e Eventos Críticos para a Qualidade, Responsabilidades Primárias e de Contribuição
- Identificação das Atividades e Eventos envolvidos em cada uma das fases da vida de um produto e
- Descrição detalhada de cada Atividade ou Evento, bem como, de seu envolvimento com a qualidade do produto

## 5. ATIVIDADES COMPLEMENTARES

- Visitas a Indústrias que disponham de um Sistema de Controle de Qualidade:

Foi feita uma visita a Equipamentos Clark Ltda visando a um melhor entendimento das aulas teóricas, uma vez que, podemos observar uma relativa dificuldade por parte dos alunos, na identificação das atividades e eventos considerados críticos para a qualidade.

Assim sendo, os alunos tiveram a oportunidade de sentir melhor as atividades desenvolvidas dentro de uma indústria e as diferenças básicas entre o Controle de Qualidade (Inspeção) e o Sistema de Controle de Qualidade, visto que o primeiro é parte do segundo.

- Palestras sobre Controle de Qualidade:

Pretende-se através desta atividade, convidar pessoas com vivência industrial e conhecimentos ligados ao Controle de Qualidade que possam transmitir aos alunos, experiências interessantes vividas no exercício de seu trabalho.

Na primeira vez em que a disciplina foi oferecida (1979), convidamos o Engenheiro Oleg Greshner, da Johnson & Johnson - D.G.Q., que abordou o tema "Círculos de Controle de Qualidade", vindo complementar os tópicos discutidos em aula.

Esperamos assim estar indo ao encontro das reais necessidades das empresas nacionais, preparando profissionais que possam enfrentar as tarefas diárias com um sentimento de viabilidade prática dos conhecimentos recebidos.

## 6. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

### 6.1. Módulo de Administração do Controle de Qualidade

O critério básico de avaliação deste módulo corresponde à Média Aritmética das notas de duas provas realizadas durante o semestre letivo. Foi exigido valor mínimo de 6,0 na média para aprovação.

Para os alunos que não obtiveram a nota mínima de aprovação, foi dado um trabalho prático, sobre Controle de Qualidade, desenvolvido junto às indústrias, e que substituiu a menor nota. Em 1979, o trabalho realizado solicitava uma análise do Controle de Qualidade de uma ou mais indústrias a serem visitadas pelo aluno.

Foi um trabalho válido, pois além de mostrar o interesse dos alunos em sua realização, serviu também para fazer uma análise do tipo de Controle de Qualidade existente em empresas de pequeno e médio porte, do nosso Estado. Encontramos firmas ainda na primeira fase do processo evolutivo do controle e firmas se preparando para aplicar o Controle Estatístico da Qualidade, mas todas as pesquisadas ainda se mostrando alheias a um Sistema de Controle mais abrangente.

### 6.2. Módulo de Métodos Estatísticos de Controle de Qualidade

Foi realizado uma prova sobre gráficos de controle e outra sobre planos de amostragem sendo exigida nota 5,0 mínima em cada uma. A Média Aritmética de ambas corresponderia ao grau deste módulo. Para cada um desses assuntos foi aplicado uma prova substitutiva.

### 6.3. Nota Final

Corresponde a Média Aritmética das Médias conferidas aos dois módulos, sendo exigida Média 6,0 mínima.

## 7. CONCLUSÕES

A disciplina está sendo, no momento, oferecida pela segunda vez, o que não permite uma análise mais aprofundada dos resultados obtidos, sobretudo quanto a realimentação extremamente útil que poderá ser trazida pelos antigos alunos, já formados e que estejam trabalhando na área de Controle de Qualidade. Isto poderá ser avaliado quando as primeiras turmas de Engenharia de Produção da UFSCar estiverem formados, o que só ocorrerá a partir de julho de 1981.

Entretanto, as informações já disponíveis colhidas através da avaliação formal e informal entre os alunos, sugerem que os objetivos da disciplina foram atingidos, tendo sido despertado um interesse apreciável nos alunos.

Dentre as dificuldades enfrentadas, vale mencionar o problema da ausência praticamente total de textos em português, sobretudo de autores nacionais, que tratem dos aspectos administrativos, econômicos e tecnológicos do Controle de Quali-

dade, o que dificultou bastante o aprendizado. Nos métodos estatísticos relativos à Qualidade, a situação não foi tão grave, embora as opções de livros em Português, fossem em número reduzido e não tratassem de alguns métodos estatísticos interessantes.

## 8. RECOMENDAÇÕES

Uma análise contínua da disciplina a fim de promover as correções necessárias no conteúdo e nas estratégias de ensino poderá ser feita de maneira mais efetiva através de um processo de avaliação mais completo que envolve a aplicação de um questionário cuidadoso entre os alunos e sobretudo, a realimentação trazida pelos ex-alunos, que venham a trabalhar na área de Controle de Qualidade. Esta última recomendação só poderá ser efetuada, após a graduação da primeira turma de Engenharia de Produção da UFSCar, em julho de 1981.

O incentivo à publicação de livros de autores nacionais na área de Controle de Qualidade, tanto nos métodos estatísticos específicos quanto nos processos administrativos deve ser buscado, pois a existência de bibliografia nacional na área, viria sanar uma das dificuldades encontradas na disciplina. Neste particular, sobretudo, publicações que descrevessem os problemas de Qualidade enfrentados em nosso meio industrial e as metodologias de planejamento e implantação de Sistemas de Qualidade que estejam sendo utilizadas para responder às peculiaridades de nosso ambiente empresarial, seriam contribuições fundamentais para tornar a disciplina mais voltada para a nossa problemática.

As Associações profissionais de Controle de Qualidade ou mesmo as Universidades poderiam coletar sistematicamente casos de Controle de Qualidade ocorridos nas empresas brasileiras, como vem sendo feito em certas áreas de Administração pela FGV e pela COPPEAD, apresentando-os evidentemente sob uma forma de modo a proteger o devido sigilo empresarial. Estes casos estariam à disposição das Universidades, como mais uma estratégia de ensino, visando a habilitar o aluno a formular e resolver problemas de Qualidade.

Uma recomendação final se refere à oferta de uma outra disciplina, provavelmente optativa, em que o aluno sob a supervisão do professor, desenvolveria um trabalho de aplicação, de métodos e técnicas de Controle de Qualidade, junto a uma empresa, fato que não foi extensamente explorado na disciplina obrigatória aqui descrita. Além disso, nesta disciplina, poderiam ser discutidos métodos e técnicas especiais de Controle de Qualidade.

## 9. BIBLIOGRAFIA DE CONTROLE DE QUALIDADE

### — Em Português

- EKAMBARAM, S. K.; "A Base Estatística dos Gráficos de Controle de Qualidade", Editora Polígono, São Paulo, 1972.
- EKAMBARAM, S. K.; "Fundamentos Estatísticos da Inspeção por Amostragem:: Uma Introdução para Dirigentes Industriais:: Editora Polígono, São Paulo, 1971.
- LOURENÇO FILHO, RUY DE C. B.; "Controle Estatísticos de Qualidade", Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 1976.
- PALMER, C. F.; "Controle Total de Qualidade", Editora da Universidade de São Paulo, 1974.

### — Em Inglês

- BESTERFIELD, D. H.; "Quality Control-a Practical Approach," Prentice-Hall, 1979.
- BOWKER, A. H. and G. J. LIEBERMAN; "Engineering Statistics", 2<sup>nd</sup> Edition, Prentice-Hall, 1972.

- BURR, I. W.; "Statistical Quality Control Methods", Marcel Dekker, 1976.
- DODGE, H. F. and H. G. ROMIG, "Sampling Inspection Tables", 2<sup>nd</sup> Ed. Wiley 1959.
- DUCAN, ACHESON J., "Quality Control and Industrial Statistics", 4<sup>th</sup> Ed. Irwin, 1974.
- FEIGENBAUM, A. V.; "Total Quality Control Engineering and Management", N. Y., McGraw Hill, 1961.
- GRANT, E. L. and R. S. LEAVENWORTH, "Statistical Quality Control", 4<sup>th</sup> Ed.; McGraw-Hill, 1972.
- GUTTMAN, I., S. S. WILKS and J. STUART HUNTER; "Introductory Engineering Statistics", 2<sup>nd</sup> Ed., John Wiley, 1971.
- HAYSES, G. E. and H. G. ROMIG; "Modern Quality Control", MacMillan, 1977.
- JURAN, J. M.; "Quality Control Handbook", 3<sup>rd</sup> Ed., McGraw Hill, 1974.
- JURAN, J. M. and F. M. GRYMA, "Quality Planning and Analysis From Product Development Throught Usage" McGraw-Hill, 1970.
- KIRKPATRICK, E. G.; "Quality Control for Managers and Engineers", Wiley, 1970.
- VAUGHIN, R. C.; "Quality Control", Ames, Iowa State University Press, 1974.
- WETHERHILL, G. BARRIE; "Sampling Inspection and Quality Control", 2<sup>nd</sup> Ed. Wiley, 1977.
- **Periódicos**
- Journal Quality Technology
- Quality Progress
- Techometrics.

## 10. REFERÊNCIAS

- [ 1 ] MEC – "Nova Concepção do Ensino de Engenharia no Brasil", Abril, 1977.
- [ 2 ] CNPq – "Avaliação e Perspectivas – 1978" Outubro, 1978.
- [ 3 ] SANIGA, E. M. e LARRY E. SHIRLAND; "Quality Control in Practice: a Survey . . . . . ." Quality Progress, May, 1977.