

# A UTILIZAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE CENTRALIZADO E DESCENTRALIZADO: UMA COMPARAÇÃO EM TERMOS DE LOGÍSTICA, MÃO DE OBRA E QUALIDADE FINAL DO PRODUTO

Pedro Claudio da Costa<sup>1</sup>, Luiz Rodrigo Cunha Moura<sup>2</sup>, Cristiana Trindade Ituassu<sup>3</sup>,  
Fátima Marília Andrade de Carvalho<sup>4</sup>, Nina Rosa da Silveira Cunha<sup>5</sup>

**Resumo:** Este artigo objetiva descobrir qual é o tipo de processo de controle de qualidade (centralizado ou descentralizado), em uma unidade produtiva de motores, que apresenta melhores resultados, considerando-se três variáveis: a logística, a mão de obra e a qualidade final do produto. Foi feita pesquisa descritiva, com documentos provenientes de controles realizados pela própria empresa, durante quatro anos seguidos, em relação à fabricação de motores com os controles de qualidade centralizados e descentralizados. O principal resultado obtido por meio deste estudo foi perceber que o controle de qualidade descentralizado pode ser considerado a melhor opção para futuros projetos na indústria automotiva a fim de garantir a qualidade do produto.

**Palavras-chave:** Controle de qualidade. Controle centralizado. Controle descentralizado. Indústria automotiva.

## CENTRALISED AND DECENTRALISED QUALITY MANAGEMENT: COMPARING LOGISTICS, MANPOWER AND FINAL PRODUCT QUALITY

**Abstract:** This article aims to find out whether centralised or decentralised quality management in an engine manufacturer is more efficient, taking three variables into consideration: logistics, manpower and final product quality. Some of the company's documents about engine manufacturing using centralised and decentralised

---

1 Mestre em Administração pelo Centro Universitário UNA. Engenheiro da FIAT Automóveis.

2 Doutor em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor adjunto do Mestrado Profissional em Administração do Centro Universitário UNA.

3 Doutora em Administração pela Fundação Getúlio Vargas. Professora Adjunta do Mestrado Profissional em Administração do Centro Universitário UNA.

4 Doutora em Economia pela Universidade de São Paulo. Pesquisadora da Universidade Federal de Santa Maria.

5 Doutora em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa. Professora titular da Universidade Federal de Viçosa.

quality management were analysed for 4 years. The concluding results indicate that decentralised quality management has proven to be the best choice for the company's future projects to assure final product quality.

**Keywords:** Quality management. Centralised management. Decentralised management. Automotive industry.

## 1 INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A competitividade e a fidelidade dos clientes são o alvo das empresas atualmente e estão altamente relacionadas à qualidade dos produtos adquiridos. Mudanças como essas também estão associadas à indústria automotiva (FUJIMOTO; TAKEISHI, 2001; FINE; LAFRANCE; HILLEBRAND, 1996). Nas últimas décadas, as empresas automotivas vêm modernizando seus centros de produção com equipamentos de última geração, na busca pela competitividade de seus produtos, para enfrentar a concorrência que tem se acirrado no ramo automotivo, em função da entrada no mercado de empresas do mesmo ramo, oferecendo produtos cada vez mais direcionados às exigências do consumidor. Apesar de existirem estudos sobre a qualidade no setor automotivo há mais de cinco décadas, eles ainda despertam a atenção de diversos pesquisadores, como Wei et al. (2014), Ge, Liu e Liu (2014), Huang et al. (2014), Habidin (2013), Gasparin et al. (2013), entre outros. Assim, a descentralização do processo de controle de qualidade tradicional ganhou expressão na busca da competitividade, representando, desse modo, uma estratégia alternativa, principalmente de redução de custos e reestruturação da logística. Diferentemente desse último, o processo de controle de qualidade tradicional centralizado apresenta estrutura concentrada em um único local.

Em síntese, esses dois processos – centralizado e descentralizado – são assim caracterizados: no controle centralizado, conforme descrito por Toledo (1987), a área de controle da qualidade deve procurar integrar e coordenar os esforços dos vários setores da empresa, que influenciam na qualidade final do produto, ou seja, esse setor conta com uma estrutura de usinagem e retífica na qual a forma mais apropriada de controle é uma célula fora do processo de fabricação, totalmente definida com processos centralizados de controle. A quantidade de peças a serem controladas nesse setor depende da robustez tecnológica do processo de usinagem e retífica, sendo o controle executado fora dos centros de produção. O controle é centralizado em uma única célula, composta por um quadro de funcionários com qualificação técnica em metrologia e programação, para controle e análise das peças produzidas. A função principal dessa área é liberar as máquinas para produção de um dado produto que está sendo confeccionado, aprovando ou reprovando-o de acordo com relatórios emitidos por equipamentos de medição tridimensional.

Por outro lado, o controle descentralizado, segundo Clark e Fujimoto (1991), permite aperfeiçoar o processo de controle de qualidade do produto com o objetivo de reduzir o tempo de desenvolvimento, garantir a qualidade e diminuir o custo do produto. O processo de controle descentralizado é composto por estrutura de controle otimizada por equipamentos de montagem, usinagem e retífica com meios de controle acoplados ou ao lado das máquinas, para garantir o controle *in loco*, sem a necessidade de enviar as peças para um local específico, como no processo centralizado tradicional.

Com a finalidade de realizar análise comparativa entre o controle centralizado tradicional e o controle descentralizado atual, define-se que o objetivo geral deste trabalho é o de descobrir qual é o tipo de controle de qualidade, em uma unidade produtiva de motores da empresa Alpha (nome fictício), que apresenta melhores resultados, considerando-se a logística, a mão de obra e a qualidade final do produto: centralizado ou descentralizado. Além disso, adotam-se os seguintes objetivos específicos: identificar e analisar os principais indicadores envolvidos nos processos de controle de qualidade centralizado e descentralizado relacionados à qualidade do produto acabado; identificar as principais vantagens e desvantagens dos dois processos de controle de qualidade; avaliar a pertinência da continuidade e ampliação do processo de descentralização na unidade operativa de motores.

Especificamente, as análises foram desenvolvidas em uma fábrica de motores de uma montadora, situada na região Sudeste do Brasil, na qual foram utilizados tanto o processo de controle centralizado quanto o processo de controle descentralizado concomitantemente. A importância econômica da indústria automotiva é muito grande. Em 2013, a produção mundial de veículos foi de cerca de 88 milhões de unidades, com aproximadamente 9 milhões de pessoas que trabalham diretamente na fabricação de veículos e suas peças. O faturamento total desse mercado foi de mais de 2,5 trilhões de dólares (OICA, 2013). Em termos teóricos, esta pesquisa procura preencher a lacuna relacionada ao conhecimento que tange ao controle de qualidade interno, ou seja, alterando a forma de entender as consequências e resultados da utilização de dois modelos concorrentes, gerando novos conhecimentos para as áreas de controle de qualidade, notadamente considerando a indústria automotiva.

Em termos práticos e gerenciais, os resultados obtidos nessa análise comparativa são de fundamental importância para o setor automotivo, no que se refere à consolidação dos investimentos requeridos em máquinas com tecnologia avançada de controle de qualidade *in loco*.

Ao comparar dois processos de controle de qualidade, denominados controle centralizado e processo automatizado de controle descentralizado, controle *in loco*, conhecido por controlar a peça no ato da fabricação, o estudo se situa em um campo da pesquisa voltado para o controle de qualidade da indústria automotiva. Com essa geração de conhecimento no que se refere a modelos de controle de qualidade, as decisões gerenciais e estratégicas de investimentos para novas fábricas de motores também poderão sofrer mudanças no ato da aquisição de novas máquinas para usinagem e retífica das peças. Essas máquinas serão adquiridas já com a tecnologia que as torne autossuficientes, ou seja, além de produzirem, poderão também controlar a peça no ato da fabricação, eliminando os controles intermediários. Outro fator relevante de estudos voltados para o controle de qualidade é abrir caminhos para as empresas repensarem os modelos produtivos de fabricação e de controle atuais e os substituírem por novos modelos que reduzam os custos de fabricação do produto ou serviço.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Qualidade

A definição de qualidade apresenta extrema diversidade de interpretações, dada por diversos autores, que procuram oferecer uma definição simples para que seja assimilável a todos os níveis das organizações e precisa, para não gerar interpretações duvidosas e abrangentes, mostrar sua importância em todas as suas atividades produtivas. Sendo assim alguns conceitos importantes retratam essa realidade, porém o conceito que, acredita-se, melhor descreve o termo qualidade é definido por Deming (1993, p. 56) como “é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente”. Deming (1993) associa qualidade à impressão do cliente, portanto, ela não é estática. Mas a qualidade não é fato inerente somente das teorias de Deming. Outros autores, como Juran (1992, p. 9), afirmam que qualidade “é ausência de deficiências, ou seja, quanto menos defeitos, melhor a qualidade”.

Feigenbaum (1994, p. 8) destaca que qualidade “é a correção dos problemas e de suas causas ao longo de toda a série de fatores relacionados com *marketing*, projetos, engenharia, produção e manutenção, que exercem influência sobre a satisfação do usuário”. A dificuldade em definir qualidade está na renovação das necessidades futuras do usuário em características mensuráveis, de forma que o produto possa ser projetado e modificado para dar satisfação por um preço que o usuário possa pagar. Ishikawa (1997, p. 43) relata que a qualidade “é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que é mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor”. Percebe-se, portanto, que qualidade é aquilo que está relacionado com o usuário, que satisfaça as necessidades dos clientes, ou seja, o produto deve estar de acordo com suas expectativas e em conformidade com as especificações.

A definição de qualidade não se aplica somente para as organizações comerciais. É usada para qualquer tipo de empresa e até mesmo para os indivíduos. O termo é tão abrangente que envolve não apenas as pessoas, mas também funções, equipamentos, processos, fornecedores, distribuidores, clientes etc., incluindo todos os aspectos de um produto, desde o desenvolvimento do projeto, recebimento de matéria-prima, produção, entrega e serviço pré e pós-vendas e tudo o que diz respeito ao verdadeiro valor para o cliente. Todo esse impacto em volta do cliente vem demonstrando cada vez mais que a competitividade organizacional pode ser entendida como o núcleo do sucesso ou do fracasso das organizações (COLTRO, 1996).

Segundo Schonberger (1992), após a Segunda Grande Guerra Mundial, o Japão utilizou novos métodos para o controle da qualidade. É muito importante ressaltar que nenhum método até então pode ser comparado em termos de eficiência e aplicabilidade, visto que esse país demonstrou excelentes resultados em sua aplicação. Com isso, as práticas japonesas foram exportadas para o mundo ocidental. Os japoneses, após receberem as informações (relativas ao processo de controle de produção), antes não disponíveis, desenvolveram uma maneira mais evoluída, quando se iniciaram as aplicações desses princípios em pequenas atividades de grupo ou atividades de círculo, o que trouxe resultados importantes e extraordinárias melhorias.

A partir daí, entenderam que seria possível aplicar o escopo de qualidade em atividades de larga escala nas indústrias, obtendo com isso ganhos referentes à redução de custos e melhorias nas condições de segurança dentro das empresas. Ainda, segundo Schonberger (1992), focados nos princípios de disciplina e dedicação, observaram uma imensa oportunidade de utilização da gestão de qualidade para melhorar os resultados nas respectivas indústrias. Com a utilização do controle de qualidade, foi possível observar, nos produtos exportados pela indústria japonesa para todo o mundo, alto nível de qualidade em relação aos concorrentes. Esse aspecto tornou-se tão importante que, já em 1980, os fabricantes de veículos japoneses, antes vistos como pouco competitivos pelos fabricantes americanos, tornaram-se mais respeitados e temidos no mercado, criando dificuldades de venda para os veículos dos demais fabricantes mundiais (ISHIKAWA, 1997).

Nesse contexto, vale lembrar também que um produto pode ter alta qualidade para o consumidor e qualidade apenas regular para os departamentos técnicos que o fabricam. O problema central do controle de qualidade envolve também, portanto, manter determinado nível de qualidade para um produto de acordo com a política da empresa, ou seja, conforme os padrões de qualidade estabelecidos (CAMPOS, 1990).

Há de se considerar ainda a qualidade percebida pelos clientes, a qual é expressa pela capacidade que o consumo do produto tem para atender a uma necessidade (ALBRETCH, 1992). A qualidade é descrita em termos de superioridade do serviço ou produto, e, dessa forma, a qualidade percebida é uma avaliação do consumidor sobre a excelência de um produto (ZEITHAML, 1988). As empresas deveriam encorajar clientes insatisfeitos a reclamar e daí extrair parâmetros reais e norteadores de mudanças (FORNELL; WERNERFELT, 1987). Sobretudo, é fundamental que os gestores da empresa não se considerem capazes de decidir o que o cliente quer, mas que reconheçam que só o próprio cliente pode definir o que pretende de um serviço e que requisitos irão aumentar sua satisfação (VERLAG, 2005).

Esse aspecto é tratado posteriormente, na etapa da análise de dados e apresentação dos resultados, por meio do índice de reclamação dos clientes da empresa automotiva estudada nesta pesquisa.

## **2.2 Custos e controle de qualidade**

Para que seja possível demonstrar, de maneira objetiva, a real preocupação da empresa com seus níveis de qualidade no mercado, os administradores e os gerentes das unidades produtivas devem garantir o correto atendimento aos padrões e especificações, pois é fundamental desenvolver um conceito de qualidade assegurada. No entanto, para que esse conceito seja corretamente atendido, é primordial que os colaboradores, em todas as fases do processo produtivo, entendam a importância de desenvolver todos os trabalhos e inspeções corretamente na primeira vez. Para a empresa que utilizar sistema de controle por inspeção deve ficar claro o que será inspecionado, a razão da inspeção, com que frequência será feita, quem serão os responsáveis, quais os instrumentos a serem utilizados e quais os registros necessários (ROCHA, 1995).

Conforme relatado por Barreto (1997), a inspeção da qualidade é um processo que demanda tempo. O método utilizado para operar a inspeção é avaliar os níveis de qualidade

do produto seguindo os padrões especificados pelo departamento de desenvolvimento do produto, visando a identificar se essa peça ou lote atende às especificações de qualidade. Obviamente, esse processo gera custos. Em termos de qualidade, seus custos associados foram descritos por diversos autores. Entre eles, Juran e Gryna (1991) afirmam que os custos da qualidade são aqueles gastos que não existiriam se o produto fosse fabricado de forma perfeita na primeira vez, estando associados com as falhas na produção que levam a retrabalho, desperdício e perda de produtividade.

Segundo Crosby (1999), os custos da qualidade estão relacionados com a conformação ou ausência de conformação aos requisitos do produto ou serviço. Dessa forma, se a qualidade pode ser associada à conformação, deduz-se que os problemas de conformação e as medidas que visem a evitá-los acarretam um custo. Sendo assim, o custo da qualidade seria formado pelos custos de manter a conformidade, adicionados aos custos das não conformidades. Cabe, então, conceituá-los: os custos de prevenção são todos aqueles investidos para evitar que falhas aconteçam; esses custos têm como objetivo controlar a qualidade dos produtos, de forma a evitar gastos provenientes de erros no sistema produtivo (CORAL, 1996).

Sakurai (1997) diz que custo da qualidade pode ser definido como o custo incorrido por causa da existência, ou da possibilidade de existência, de baixa qualidade. Por essa visão, o custo da qualidade é o custo de fazer as coisas de modo errado. De forma parecida, Feigenbaum (1994) relata que não é a qualidade que custa, mas, sim, a não conformidade ou a não qualidade. Para ele, atingir a qualidade é dispendioso, exceto quando comparado com o não atingimento dela.

A respeito da relevância dos custos da qualidade, Schiffauerova e Thomson (2006) enfatizam que mensurar e reportar esses custos devem ser considerados um fator crítico por qualquer gestor que objetiva atingir competitividade no mercado. Em coerência com os autores, Pfeifer e Torres (1999) entendem que controlar a qualidade ou promover a melhoria contínua é ter o domínio dos desvios, é monitorá-los e minimizá-los ou, de preferência, evitar que o problema aconteça. O monitoramento de todas as características às vezes é, porém, impraticável ou não é realizado de forma eficaz. Os problemas acabam acontecendo e, nesse caso, torna-se necessário encontrar as causas do inconveniente e, em seguida, a rápida solução (SCHONBERGER, 1992).

Segundo Baldo e Donatelli (2003), no início do processo, os recursos de entrada a serem transformados poderiam ser inspecionados para garantir que estejam conforme as especificações. Por exemplo, uma manufatura de carro pode desejar checar se os faróis que são fornecidos para sua produção estejam dentro da especificação correta. Quando ocorre a necessidade dessa inspeção na planta, no caso, a manufatura, trata-se de reflexo de que o fornecedor não está desenvolvendo bem suas atividades ou houve algum distúrbio qualitativo na planta do fornecedor. Por isso, essa inspeção é necessária e indispensável, mas a responsabilidade por garantir a qualidade dos produtos fabricados é do fornecedor. Isso demonstra claramente a importância de trabalhar com estrutura eficiente voltada para as atividades de autocontrole (BALDO; DONATELLI, 2003). As checagens também podem ocorrer depois do processo em si, para garantir que o produto ou serviço esteja conforme suas especificações ou que os consumidores estejam satisfeitos com o serviço que receberam (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

### 2.3 Controle centralizado X descentralizado na indústria automotiva

A forma de controle da qualidade do produto na indústria automotiva ainda está passando por transformações. São conceitos e diretrizes do controle tradicional, que estão sendo migrados para *software* e equipamentos tecnologicamente capazes de monitorar o produto durante a fabricação, sem alteração na qualidade final do mesmo. Assim, alguns conceitos são adaptados para atender à nova configuração de controlar o processo produtivo (CLARK; FUJIMOTO, 1991; OICA, 2013).

Com essa mesma visão, Robbins (2000) considera que a centralização se refere ao grau em que a autoridade e a tomada de decisões estão concentradas em um único ponto da organização e, na maioria dos casos, na gerência administrativa. A descentralização ocorre quando os colaboradores, com posições ou cargos de nível inferior, são dotados de arbítrio para tomar decisões e fornecer contribuições. No Quadro 1, podem ser observadas vantagens e desvantagens da centralização e da descentralização.

Quadro 1 - Centralização e descentralização – vantagens e desvantagens

	Centralizado	Descentralizado
Vantagem	Produz uniformidade e facilita o controle.	Permite avaliar os gerentes com base em sua capacidade de tomar decisões e resolver os problemas.
	Os gerentes têm acesso rápido à informação e podem cuidar dos problemas à medida que ocorrem.	Tende a aumentar a satisfação dos gerentes com o sistema de controle e resultado.
	Reduz a duplicação dos esforços.	Produz clima de competitividade positiva dentro da organização. Favorece a criatividade e a engenhosidade na busca de soluções para problemas.
Desvantagem	A avaliação de desempenho sempre depende de critérios estabelecidos pela hierarquia superior.	O controle e o tratamento uniformizado de problemas são difíceis em um sistema descentralizado.
	A busca de uniformidade desfavorece a competição. Tende a inibir a iniciativa e desestimular a criatividade.	Pode diminuir as vantagens da especialização devido à tendência à autossuficiência.

Fonte: Maximiano (2002), adaptado pelos autores.

Conforme relatado por Maximiano (2002), pode-se verificar, com base nas definições anteriores, que a descentralização permite maior participação dos colaboradores nas tomadas de decisões dentro de uma organização. Com isso, ao contrário da centralização, promove aumento nos esforços e no senso de propriedade dos funcionários, estimulando a criatividade do capital humano da organização. Cabe, porém, à gerência administrativa da empresa decidir qual a melhor forma de tomada de decisões, baseada na sua cultura e estrutura organizacional. Fundamentado nos conceitos de estrutura organizacional anteriormente citados e conhecendo-se as vantagens e desvantagens com relação à centralização e

descentralização, é possível verificar que a comunicação se torna fundamental dentro da organização, uma vez que é por meio dela que as tarefas são passadas à equipe pela gerência. Um alto grau de centralização é indicativo de que os colaboradores necessitam de supervisão rigorosa, pois são considerados inaptos para tomar decisões sobre as tarefas que executam (POMPERMAYER, 2004).

### 3 METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa descritiva, a qual utiliza dados coletados na empresa Alpha. O levantamento dos dados foi feito por meio de pesquisa documental na empresa, de 2008 a 2011, período em que foi realizado este estudo. Neste trabalho, a comparação entre os dois processos de controle de qualidade ocorreu a partir da análise dos dados contidos nos documentos da empresa Alpha e de aspectos envolvidos no controle centralizado e descentralizado *in loco*. Os documentos correspondem aos dados de controles executados durante o processo produtivo entre os anos de 2008 a 2011, incluindo gráficos mensais e anuais representando o comportamento das peças controladas no processo centralizado tradicional e do processo descentralizado que foi implantado nos centros de usinagem e retífica. O estudo é complementado com dados de pesquisas realizadas com o consumidor que adquiriu o veículo e dele fez uso por um período mínimo de seis meses.

A unidade de análise usada na pesquisa foi uma fábrica de automóveis, local onde se obtiveram informações com a finalidade de comparar os dois processos de controle. Nesta investigação foram levantados dados internos e externos de controle, com a finalidade de estabelecer comparação entre dois processos distintos de controle do produto e identificar qual deles proporciona mais competitividade para a empresa Alpha. A unidade de observação foi os equipamentos de medição dos dois processos de controle, centralizado e descentralizado, a fim de identificar quais equipamentos poderiam trazer mais benefícios para a empresa tratando-se das variáveis ou critérios de logística, mão de obra e qualidade.

Para entender as duas unidades de observação citadas, documentos, gráficos com a performance de resultado mensal e anual, quantidade de peças controladas, índice de anomalias, custo da mão de obra, horas trabalhadas, entre outros, foram usados de forma a se chegar a resultados que comprovam a viabilidade de a empresa continuar seus investimentos para o controle centralizado ou descentralizado.

O equipamento escolhido para o controle centralizado foi o tridimensional Controle Numérico Computadorizado (CNC), o qual verifica a peça em uma sala de temperatura controlada, objetivando maior precisão nos controles, e tem as suas configurações baseadas em coordenadas, distribuídas em eixos de medição (X, Y e Z). Toda movimentação desse equipamento é feita por meio de *software* com programação específica. O equipamento de controle descentralizado escolhido para a comparação técnica é o aparelho de medição *marposs*. Ele tem a função de controlar a peça *in loco*, ou seja, diretamente no posto de trabalho. À medida que a peça vai sendo usinada ou retificada, esse equipamento vai emitindo os relatórios de controle da peça, conforme estipulado em projeto. O mesmo apresenta configuração baseada em cada tipo de controle, com um computador e sensores de medição via pontas ou transdutores.

As variáveis consideradas neste estudo – logística, mão de obra e qualidade – foram escolhidas em virtude de serem importantes e críticas no processo de manufatura de motores. A escolha dessas variáveis deveu-se primeiramente à capacidade de comparação entre os dois métodos por meio quantitativo por índices. Isso é importante, considerando-se um universo de aproximadamente 300 equipamentos de controle descentralizado e cerca de 20 de controle centralizado. Além disso, considerando-se o processo de manufatura em questão, as variáveis escolhidas (logística, mão de obra e qualidade) impactam diretamente e são responsáveis por fatores essenciais para a competitividade da indústria automotiva em termos de custos, produtividade e conformidade no processo de fabricação.

a) Primeira variável (logística): a logística dentro da área produtiva de motores é o aporte principal para a mudança do processo centralizado para os descentralizado, cujo foco principal é trazer o controle para a própria máquina que fabrica o componente, limitando, assim, o transporte para outras áreas mais distantes com a finalidade de realizar o controle. A logística das peças é realizada em carrinhos e o transporte das células de usinagem até a célula de controle centralizado é feito pelos próprios técnicos da área de controle. O tempo para efeito da coleta de dados corresponde ao período de um dia de trabalho. O tempo total de controle por célula de usinagem diariamente é definido de acordo com “o tempo máquina” para realizar a inspeção da peça na célula de controle centralizado (em minutos). Para atingir esse valor de tempo, foi feita sua medição conforme as características definidas em projeto, obedecendo a uma sequência lógica de controle, a partir do momento em que a peça é retirada da bancada, colocada no dispositivo e posicionada no centro da mesa de medição. Em seguida, são acionados os comandos para movimentar os portais de medição, que tocam com pontas específicas cada parte da peça até que o controle seja executado e, posteriormente, impresso para análise.

b) Segunda variável (mão de obra): no processo centralizado, a quantidade de mão de obra técnica usada para controle depende do número de peças a serem controladas diariamente. Nesse processo, o volume de peças é mais abrangente, pelo fato de haver mais controles para executar, e isso significa que o processo de fabricação não conta com tecnologia de controle capaz de atender ao controle *in loco* das mesmas. O uso da mão de obra se faz necessário para operar os equipamentos tridimensionais e de controle universais, caso seja necessário. Dessa forma, existe um custo de produção que exige mais pessoas qualificadas e equipamentos mais modernos e mais caros. No processo descentralizado, as máquinas que realizam a usinagem das peças têm o controle “*lado máquina*”, ou seja, a verificação da peça é realizada no ato de fabricação, sem o uso de mão de obra para executar o serviço. A execução do controle é feita simultaneamente com a fabricação da mesma, e os valores ou dados da peça são emitidos e enviados para a central de comando que fica “*lado máquina*”, sem interferência do operador. Este acompanha todo o processo de fabricação e controle na tela do equipamento de medição e, caso os dados visualizados na tela sejam incoerentes com o projeto da peça, o operador poderá intervir com regulagem ou troca de ferramenta ou, até mesmo, com a parada do equipamento de produção. O indicador usado no caso da mão de obra é seu custo em horas-homem, calculado comparando-se o valor da hora trabalhada de um operador do processo descentralizado com um técnico que realiza o

controle no processo centralizado. Esses dados são tabulados usando o período de um dia trabalhado.

c) Terceira variável (qualidade): a finalidade-chave dessa variável é verificar se existe de fato melhoria na qualidade do produto final com resultados positivos para o cliente. No processo centralizado, a célula de controle é distante do processo de fabricação da peça, o que impossibilita a análise imediata quando ocorrem anomalias que interferem no processo de qualidade. Quando o processo é descentralizado, o resultado do controle é simultâneo com o processo de fabricação, isto é, a qualidade do produto é verificada no ato da produção, os problemas são identificados e as oportunidades de melhorias e correção de falhas são mais rápidas. Dessa forma, a análise da variável qualidade é feita a partir da comparação de indicadores internos (*assembly repair* – que é o indicador utilizado para avaliação do produto (motor) pelo cliente-empresa sem necessidade de retirada do motor do produto final (carroceria); *assembly pull* – que é o indicador utilizado para avaliação do produto (motor) pelo cliente-empresa em caso de necessidade de retirada e troca do motor; *teardown* e teste funcional – isso significa que foi realizada verificação na qualidade do produto no que se refere a funcionamento e montagem) e externos (IPTV – Índice *Per Thousand* – que é o indicador de garantia do produto pelo cliente consumidor, o qual mostra a confiança do consumidor em adquirir um produto daquela marca). Esses indicadores serão usados para descrever a qualidade do produto final, tanto para o cliente interno quanto para o externo.

Foram analisados dois períodos. O primeiro refere-se aos resultados do controle de qualidade no processo de controle centralizado realizados nos anos de 2008 e 2009 e o segundo refere-se aos anos de 2010 e 2011, quando o processo descentralizado já estava em funcionamento. Apesar de os dois processos estarem hoje funcionando simultaneamente na empresa Alpha, para verificação de melhoria na qualidade da peça produzida no controle centralizado, considera-se o período de 2008 e 2009 em que ainda não estava em funcionamento o processo descentralizado, para evitar interferência na avaliação da qualidade do produto final. A partir da análise comparativa dos processos centralizado e descentralizado de controle, para verificação do impacto na produção de motores automotivos, avaliou-se a viabilidade da substituição do processo centralizado ou a permanência dos dois, simultaneamente, como estratégia competitiva da empresa.

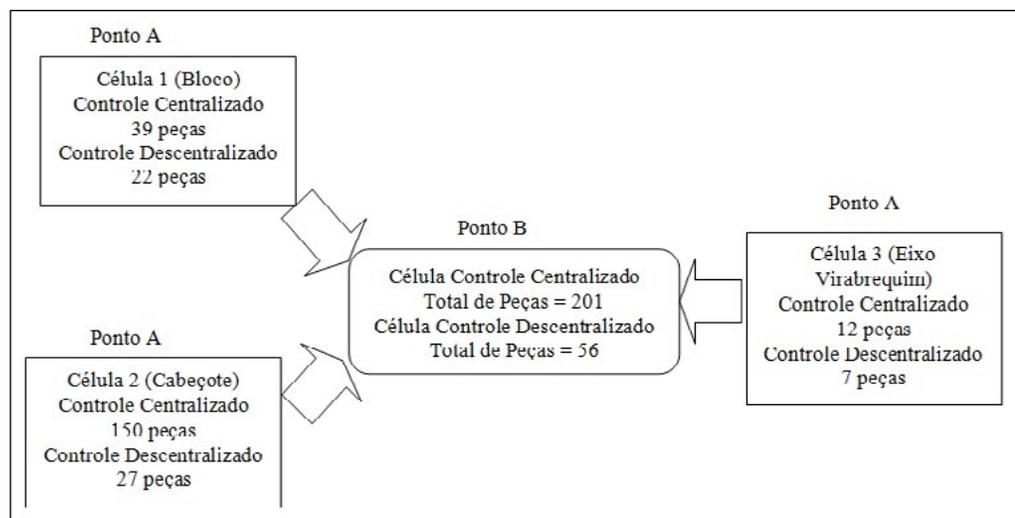
#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para realizar a apresentação e a análise dos dados, o tópico foi dividido conforme as variáveis utilizadas para se comparar o processo centralizado e o processo descentralizado.

##### 4.1 Logística

Em relação ao processo de controle de qualidade centralizado, a logística para a realização dos controles na célula de controle centralizado é feita em carrinhos com transporte manual, ou seja, as peças são retiradas dos centros de usinagem e transportadas até a célula de controle centralizada. A logística de controle não envolve somente o transporte de peças, mas também o aperfeiçoamento do que deve ou não ser controlado (FIGURA 1).

Figura 1 - Quantidade de peças controladas por célula produtiva centralizada tradicional e pelo controle descentralizado *in loco*



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para se controlar 201 peças são necessários vários programas de controle feitos por coordenadas em equipamentos tridimensionais, usando as características descritas no plano de usinagem (TABELA 1).

Tabela 1 - Quantidade de características controladas tanto no controle centralizado tradicional quanto no controle descentralizado, em um dia de produção

	<b>Célula 1 (Bloco)</b>	<b>Célula 2 (Cabeçote)</b>	<b>Célula 3 (Eixo Virabrequim)</b>	<b>Total</b>
Processo de controle centralizado	105	2.382	255	2.742
Processo de controle descentralizado	65	780	106	951

Fonte: Elaborado pelos autores.

O tempo de transporte das peças para o controle centralizado tradicional foi contabilizado a partir do momento em que a peça é retirada do ponto “A” (processo produtivo) e encaminhada para o ponto “B” (ponto de controle centralizado).

Tabela 2 - Tempo em minutos para transportar e controlar peças na célula de controle centralizado, referente um dia de produção

<b>Células</b>	<b>Buscar peças</b>	<b>Devolver peças</b>	<b>Controle e inspeção</b>	<b>Total minutos</b>
1 (Bloco)	140	140	560	840
2 (Cabeçote)	195	195	1.245	1.637
3 (Eixo virabrequim)	90	90	375	558
Total	425	425	2.180	3.030

Fonte: Elaborado pelos autores.

O tempo representado na Tabela 2 é distribuído da seguinte forma: a primeira coluna “1” é referente ao trasvaso de peças do ponto “A” (processo produtivo, FIGURA 1) para o ponto “B” (célula de controle centralizado, FIGURA 1), já a coluna “2” representa o tempo dedicado para devolver as peças da célula de controle centralizado ponto “B” para o processo produtivo ponto “A”. A coluna de controle e inspeção expõe o tempo para executar o controle nos equipamentos de controle centralizado. Esse tempo é cronometrado a partir do momento em que a peça é colocada na mesa de controle, em que é realizada toda a inspeção da peça por meio de programas feitos em equipamentos tridimensionais por coordenadas. Esse programa realiza varredura em todos os pontos estrategicamente criados a partir de um desenho, denominado plano de usinagem, originado no projeto da peça. Cada peça tem uma forma e um tempo definido de controle. O tempo de controle pode impactar várias fases do processo produtivo, desde a concepção da peça até o produto final.

No controle descentralizado, a logística é tratada de forma diferente, ou seja, o controle é realizado *in loco*, “lado máquina”, e a quantidade de peças a serem controladas fora do processo de fabricação diminui consideravelmente. O controle descentralizado possibilita ao operador do equipamento de usinagem realizar o controle em uma bancada de controle “lado máquina” ou unidade de comando numérico. Os dados coletados durante o ciclo de fabricação ou usinagem da peça são enviados para essa unidade, que codifica todas as informações. Caso seja necessário, o operador faz alguma intervenção de acordo com as informações codificadas no equipamento de medição, possibilitando, assim, o não envio das peças para o setor de medição centralizado.

A célula de controle *in loco* é totalmente independente; não há necessidade de posicionamento e retirada da peça para controles intermediários por equipamentos fora do centro de fabricação. Como a maioria dos controles passou a ser executada ao lado da máquina, o número de características a serem controladas, no processo de controle centralizado tradicional descrito anteriormente, teve redução de 65,32%, como pode ser visto na Tabela 1.

Com a redução do número de características e peças a serem controladas, o tempo logístico para levar e buscar peças também foi alterado. Da mesma forma, o tempo de controle também foi reduzido em todos os pontos do processo.

Tabela 3 - Tempo em minutos para transportar e controlar peças na célula de controle centralizado após implantação do controle descentralizado no processo de fabricação, referente a um dia de produção

Células	Buscar peças	Devolver peças	Controle e inspeção	Total minutos
1 (Bloco)	80	80	260	420
2 (Cabeçote)	90	90	635	815
3 (Eixo virabrequim)	20	20	160	200
Total	190	190	1.055	1.435

Fonte: Elaborado pelos autores.

A automação do processo descentralizado, principalmente tratando-se dos meios de medição, proporciona efeito cascata de redução de tempo em todo o processo do controle centralizado. Esse efeito proporciona menos custos com logística.

#### 4.2 Mão de obra

Quando se trata de mão de obra no controle centralizado tradicional, algumas observações devem ser ressaltadas. Ela precisa ser de relevância técnica, com conhecimento específico da área da metrologia industrial. O custo dessa mão de obra para a empresa Alpha é definido de acordo com o número de peças controladas. Sendo assim, para o controle centralizado, a mão de obra usada é definida via custo de horas-homem, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Custo horas-homem referente à mão de obra no controle centralizado tradicional em um dia de produção, considerando o valor da mão de obra trabalhada no setor de R\$ 41,15

Turnos	Primeiro	Segundo	Terceiro	Total de funcionários	Horas trabalhadas	Total de horas
Quantidade de mão de obra técnica	7	7	5	19	8	152
Total	36,84%	36,84%	26,68%	R\$ 6.254,08		

Fonte: Elaborado pelos autores.

O controle centralizado tradicional depende muito de mão de obra específica, metrologistas (colaboradores com treinamento específico para operar os equipamentos tridimensionais) e metrologistas especializados (responsáveis pela execução de programas nos equipamentos tridimensionais, são funcionários especialistas em programação), e equipamentos de medição de alto valor agregado. Nesse tipo de controle, a hora do colaborador técnico é aproximadamente três vezes mais cara do que a do operador que trabalha no processo produtivo descentralizado. Esse impacto aumenta o custo do produto final.

Quando se tem um processo que produz sem nenhuma perda, trabalhando de forma padronizada, com máquinas e equipamentos bem ajustados, sem quebras, os controles executados fora do processo que exigiria mão de obra mais técnica e relativamente onerosa, conforme descrito na Tabela 4, são reduzidos.

Esses 19 colaboradores técnicos, apresentados na Tabela 4 são considerados como mão de obra indireta, ou seja, não agregam valor para o produto final. São considerados como perda para a empresa. Perdas e desperdícios são constituídos pelas atividades que não agregam valor e que resultam em gastos de tempo, dinheiro, recursos sem lucro, além de adicionarem custos desnecessários aos produtos. Este é um desafio das empresas automotivas: reduzir os funcionários técnicos que realizam controles intermediários ao longo do processo produtivo.

Em relação ao processo de controle de qualidade descentralizado, mesmo criando mais uma nova fábrica de produção de motores, com aumento no total de motores produzidos, a empresa Alpha manteve quase o mesmo número de funcionários, acrescentando apenas mais um colaborador, o que representa menos de 5% do total de colaboradores do processo centralizado tradicional, para realização dos controles atuais.

Tabela 5 - Custo horas-homem referente à mão de obra no controle centralizado tradicional em um dia de produção, após implantação do controle descentralizado, considerando o valor da mão de obra trabalhada no setor de R\$ 41,15

<b>Turnos</b>	<b>Primeiro</b>	<b>Segundo</b>	<b>Terceiro</b>	<b>Total de funcionários</b>	<b>Horas trabalhadas</b>	<b>Total de horas</b>
Quantidade de mão de obra técnica	7	7	6	20	8	160
Total	35%	35%	30%	R\$ 6.584,00		

Fonte: Elaborado pelos autores.

A automação é um desdobramento cronológico da própria revolução industrial, que visa a ganhos de produtividade e resultado econômico, com equipamentos de medição *in loco*. Esses aparelhos, que têm a função de controlar a peça no momento da fábrica, usam a mão de obra do operador que está acompanhando o processo de usinagem para realizar também o controle e a análise da peça, eliminando, dessa forma, o controle fora da área produtiva.

Mesmo com o incremento do processo descentralizado de controle, ainda é necessário controlar algumas características que são consideradas de relevância para o cliente final. Devido à necessidade de controle “extraprocessos”, porém com bem menos intensidade, o controle centralizado deve sempre existir, com número reduzido de colaboradores e postos de trabalho, e com equipamentos de controle com alto valor agregado.

Após a implantação do controle descentralizado, entretanto, o total de funcionários no setor aumentou 5%, mesmo com aumento produtivo de mais de 25%. Isso demonstra o quanto foi importante para a empresa Alpha realizar investimentos no processo automatizado de controle *in loco* (descentralizado).

### 4.3 Qualidade

O controle centralizado tradicional usado pela empresa Alpha nos setores de mecânica é executado por amostragem. A partir de produção por máquina de 800 peças, cinco ou dez são retiradas e enviadas para o controle, de acordo com o que foi solicitado nos planos de usinagem. Esses detalhes de inspeção em equipamentos de medição por coordenadas são oriundos do final da década de 1980 e início da década de 1990, quando se conferiu muita importância à qualidade do produto final, e não à qualidade do produto no processo de fabricação. Para o cliente, o importante é o produto acabado, mas, para a empresa, a qualidade do produto em todos os ciclos de fabricação garante a competitividade e elimina o desperdício, reduzindo, com isso, o custo do produto final.

Em relação ao processo descentralizado, a qualidade é um ponto de destaque no processo de fabricação e controle, que vem evoluindo com as melhorias no sistema de medição *in loco*. Com ele, a empresa ganha tempo, maior produtividade e a chance de um produto não conforme seguir até o cliente final diminui consideravelmente. No controle “lado máquina” elimina-se a lacuna que existe entre o controle centralizado tradicional, em que se perde tempo para se transportar a peça. Existe tempo maior para que o operador da máquina de produção tenha os resultados, para possível correção na máquina de produção.

Para Rocha (1995), entende-se que a qualidade não pode ser obtida somente por meio da inspeção e do controle, mas é necessário construí-la por meio do desenvolvimento integrado de produto e processo, em um ambiente de engenharia simultânea e com aplicação dos métodos da garantia da qualidade preventiva. Na verdade, o controle *in loco* é exatamente a prevenção mais sólida de um possível erro de fabricação.

Para comparar a seguridade de dois processos de controle de qualidade, são apresentados os indicadores de qualidade do processo tradicional de controle centralizado no período de 2008 e 2009 e, em seguida, é descrito o controle descentralizado, que passou a ser implementado em todos os processos da empresa Alpha a partir de 2010. Para essa análise comparativa, são apresentados dados de três indicadores, já descritos na metodologia.

Quanto aos indicadores internos, o primeiro indicador é o *assembly repair*. No caso do controle centralizado, para os anos de 2008 e 2009, em relação a um total de 1.342.155 motores produzidos (100% do total), a quantidade total de anomalias encontradas foi de 328 unidades. Em relação ao controle descentralizado, considerando os anos de 2010 e 2011, a partir de um total de 1.453.157 motores produzidos, foram encontradas 138 anomalias.

O segundo indicador interno é o *pulls mensal*. O número de anomalias encontrados, em relação ao total de motores fabricados nos anos de 2008 e 2009 (1.342.155 unidades), foi de seis, considerando-se o processo de controle centralizado. Quando a anomalia é encontrada ainda internamente, nas dependências da empresa, fica mais fácil a intervenção e, até mesmo, descobrir a causa do problema raiz, ou seja, onde se originou a não conformidade. Esse é um indicador que trata a qualidade do produto internamente. No caso do controle descentralizado, quatro anomalias foram encontradas em relação a um total de 1.453.715 motores produzidos.

O terceiro indicador interno é o “zero defeiti” ou “teste funcional”. É o indicador utilizado para a avaliação de todas as peças de um motor montado e pronto para ser enviado para a carroceria. O motor é 100% testado nos principais componentes de movimentação eletrônica e hidráulica. O teste é executado em cabines-provas especiais. Os dados, tanto para o processo de controle centralizado, quanto para o processo de controle descentralizado, são exibidos na Tabela 6.

Tabela 6 - Índice de anomalias no controle centralizado e no controle descentralizado em relação ao teste funcional entre 2008 e 2011

<b>PROCESSO DE CONTROLE CENTRALIZADO (2008 e 2009)</b>				
	Janeiro a março	Abril a junho	Julho a setembro	Outubro a dezembro
Produzido	317.718	368.842	382.551	273.044
Liberado	311.348	364.250	381.822	272.901
Anomalias	6.370	4.592	729	143
% Aprovação	97,9	98,8	99,8	99,9
<b>PROCESSO DE CONTROLE DESCENTRALIZADO (2010 e 2011)</b>				
	Janeiro a março	Abril a junho	Julho a setembro	Outubro a dezembro
Produzido	328.754	382.577	385.576	356.808
Liberado	328.466	382.246	385.268	356.597
Anomalias	288	331	308	211
% Aprovação	99,9	99,9	99,9	99,9

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação ao indicador externo (IPTV – Índice *Per Thousand*), os consumidores que levaram seus veículos para manutenção tiveram eles avaliados por profissionais técnicos das concessionárias, que relatavam todos os defeitos ou anomalias em um *software* de pesquisas sobre a qualidade do produto final. Esses defeitos ou anomalias são transformados em dados estatísticos mensalmente contabilizados, apresentando para cada mês a quantidade de clientes entrevistados e o número de defeitos apontados por eles naquele período, não podendo o limite mínimo encontrado ser superior a 2,5%, índice obtido pela norma interna da empresa referente à qualidade do produto final. Os resultados são apresentados na Tabela 7:

Tabela 7 - Índice de aceitação do produto no mercado

<b>PROCESSO DE CONTROLE CENTRALIZADO</b>				
	Janeiro a março	Abril a junho	Julho a setembro	Outubro a dezembro
Parque clientes	91.930	97.041	93.730	95.962
IPTV encontrado	2.54%	2.54%	2.74%	2.57%
<b>PROCESSO DE CONTROLE DESCENTRALIZADO</b>				
	Janeiro a março	Abril a junho	Julho a setembro	Outubro a dezembro
Parque clientes	99.904	95.329	86.829	99.560
IPTV encontrado	2,33%	2,05%	1,88%	2,04%

Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível perceber que a meta de anomalias em relação ao processo de controle centralizado não foi alcançada, pois todos os valores foram maiores a 2,5%. No caso do controle descentralizado, a meta foi atingida em todos os períodos.

Esses resultados são importantes para a empresa Alpha, haja vista que um produto – para atender às necessidades do cliente – deve ser produzido por processo que tenha estabilidade e previsibilidade. O processo deve ser capaz de operar com variabilidade mínima em torno de um valor nominal da característica de qualidade do produto (SILVA, 2006).

#### 4.4 Comparação entre o processo de controle centralizado e descentralizado

A primeira variável a ser analisada é a logística. Comparando-se os dois processos, a quantidade de peças controladas é cerca de 72% menor no processo de controle descentralizado, o que influencia o tempo de controle, o tempo de transporte e o tempo de inspeção. Isso pode ser observado a partir da análise das Tabelas 2 e 3, pelas quais é possível perceber que o tempo dedicado para o transporte, inspeção e controle de peças é cerca de 52% menor para o processo de controle descentralizado. Quando o controle é executado *in loco*, como ocorre no processo descentralizado, o número de características também diminui em proporção de aproximadamente 65%. Por meio dos dados coletados, observa-se que o processo de controle centralizado traz para a empresa Alpha despesa com logística bem maior do que no processo de controle descentralizado.

A segunda variável usada para comparar os dois tipos de processos de controle de qualidade é a mão de obra. Nesse caso, é possível perceber que o aumento do número de funcionários – aproximadamente 5% – é menor proporcionalmente do que o aumento de produção obtido pela fábrica de motores.

A terceira e última variável utilizada nesta pesquisa é a qualidade. Os dados obtidos mostram que houve melhorias após a implantação do sistema de controle descentralizado, tanto no produto em processo de fabricação quanto na satisfação do cliente em adquirir o produto. O indicador *assembly repair* apresentou redução no número de anomalias de aproximadamente 58%. Em relação ao *pulls mensal*, o número de anomalias também diminuiu com a implantação do processo de controle descentralizado. No caso dos resultados dos indicadores do “teste funcional”, os resultados apontam redução de cerca de 90% no número total de anomalias, mesmo com o aumento no número total de motores produzidos.

Por fim, considerando o indicador IPTV, o processo de controle descentralizado também apresentou resultados melhores do que o processo de controle centralizado, com a diminuição do percentual de anomalias ou defeitos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, percebe-se que a vantagem de investir no processo de controle descentralizado mostrou-se bem mais robusta e audaciosa, mostrando detalhes importantes que podem melhorar a qualidade e a redução de custos do produto final. No processo descentralizado, os números de peças para controle fora do processo produtivo são bem menores. Outro fato relevante é a qualidade do produto final, que poderá ter também

influência positiva na pesquisa de campo feita pelas montadoras e concessionárias após seis meses de uso do veículo, devido ao fato de que um produto controlado no ato da fabricação diminui o número de defeitos e a possibilidade de o cliente adquirir um produto com anomalias.

Inovar em uma área de controle de qualidade, com máquinas capazes de fabricar uma peça e controlá-la ao mesmo tempo, denominada controle *in loco*, conforme descrito ao longo do trabalho, evidencia a importância de trabalhar com um processo inovador. No seu interior, a decisão de inovar parece ser estratégica para a empresa. O processo de controle descentralizado é a contrapartida do seu impacto sobre a eficiência (logística, mão de obra e qualidade) do processo que está sendo introduzido e, mais ainda, sobre a competitividade da empresa que o introduz.

A dimensão estratégica da inovação nasce, em um primeiro momento, justamente do seu impacto esperado sobre a manutenção da capacidade de competir da empresa Alpha. É a sua mola mestra para competir no mercado global ou local. Atualmente, a empresa Alpha está trabalhando com os dois métodos de controle. A viabilidade do uso em definitivo do controle descentralizado está sujeita a várias atenuantes específicas de cada projeto ou, até mesmo, à visão de futuro dos acionistas da empresa Alpha.

Atualmente, na empresa Alpha, o processo de controle centralizado está dando espaço para a modernização dos meios de controle *in loco*, levando o controle tradicional centralizado a diminuir seus equipamentos de controle e, também, o número de empregados dedicados ao mesmo. Espera-se que, em um futuro bem próximo, os equipamentos de controle centralizado sejam substituídos totalmente pelo controle descentralizado, com máquinas totalmente capazes de executar a usinagem, retificar e realizar o controle em tempo real com o processo de usinagem. No processo centralizado, ficou claro que as despesas com logística, mão de obra e qualidade são mais onerosas para a empresa Alpha.

A pesquisa traz informações importantes referentes aos indicadores internos e externos. Quanto aos indicadores internos, ficou claro que a redução de anomalias no período de 2010 a 2011 foi extremamente relevante, com destaque para o indicador de qualidade *zero defeiti*, em que houve redução de aproximadamente 90,38% no número de anomalias encontrados no produto acabado. Outro fator foi a redução nos índices de reclamações do cliente final. É devido a essa busca pelo que se pode chamar de processo de controle capaz de atender às necessidades do cliente final que, ao longo deste estudo, buscou-se aproximar a teoria do que ocorre, na prática, na indústria automotiva.

Por fim, cabe ressaltar que o modelo de controle descentralizado apresentado não tem a pretensão de ser aplicado imediatamente, devendo ser visto como modelo básico de referência, passível de ajustes e críticas, o que é natural, considerando-se a maior variedade de condições encontradas na empresa. Mas é necessário ressaltar que, mesmo que as empresas do setor automotivo acreditem no resultado positivo do controle centralizado atual, a busca pela melhoria contínua e competitividade do produto no mercado faz com que a empresa Alpha esteja trocando o controle centralizado pelo controle descentralizado. Isso pode indicar mudança importante para o setor automotivo em relação aos meios de produção e, conseqüentemente, aos meios de medição. A utilização cada vez maior de processos automatizados, aliada ao avanço tecnológico de sua execução e controle,

concomitantemente à utilização do controle descentralizado, é capaz de gerar vantagem competitiva para as organizações que possuem processos de manufatura complexos.

Em relação às limitações desta pesquisa, pode-se destacar:

1) foi estudada somente a fabricação de três tipos de peças e em uma determinada empresa. Os itens a serem verificados em relação aos processos foram referentes a somente três variáveis. Além do mais, a avaliação entre os processos ocorreu em anos diferentes e não concomitantemente;

2) os dados das máquinas foram coletados em épocas diferentes, o que deixa os resultados suscetíveis a fatores externos (variáveis estranhas), as quais não foram consideradas no processo de análise.

Estudos futuros sobre os dois sistemas de qualidade, centralizado e descentralizado, devem cobrir lacunas não preenchidas com esta pesquisa e aprofundar alguns temas tratados de modo não tão detalhado. Como sugestões de novos trabalhos, indicam-se: a elaboração de projetos que possam usar a mesma sistemática em empresas de outros ramos de produção, a ampliação de pesquisas e projetos voltados para identificar os aspectos do controle de qualidade descentralizado em pequenas indústrias e a realização de estudos com o objetivo de criar normas que norteiem o controle de qualidade descentralizado e suas principais ferramentas.

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, K. **Serviços com Qualidade: a vantagem competitiva**. São Paulo: Makron Books, 1992.

BALDO C. R.; DONATELLI, G. D. Avaliação da Capacidade de Processos: efeito da amostragem e da incerteza de medição. In: **III Congresso Brasileiro de Metrologia**. 2003, Recife - PE.

BARRETO, A. A. M. **Qualidade e produtividade, na indústria de confecção**. Londrina: Falta, 1997.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total**. Nova Lima: INDG Tecnologia: Elsevier, 1990.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance: strategy, organization, management in the world auto industry**. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

COLTRO, A. A Gestão da Qualidade Total e Suas Influências na Competitividade Empresarial. **Cadernos de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 1, 1996.

CORAL, E. **Avaliação e Gerenciamento dos Custos da Não-Qualidade**. 1996, 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução na administração**. Rio de Janeiro: Saraiva, 1993.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle da Qualidade Total: gestão e sistemas**. São Paulo: Makron Books, 1994.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. **Aprendizagem e Inovação Organizacional: as experiências de Japão, Coreia e Brasil**. São Paulo: Atlas, 1997.

FINE, C. H. et al. **The U.S. Automobile Manufacturing Industry**. U.S. Department of Commerce, Office of Technology Policy, 1996.

FORNELL, C.; WERNEFELT, B. Defensive Marketing Strategy by Customer Complaint Management: a theoretical perspective. **Journal of Marketing Research**, v.24, n.4, p. 337-346, 1987.

FUJIMOTO, T.; TAKEISHI, A. **Automobiles: Strategy-Based Lean Production System**. Tokyo, the University of Tokyo, Discussion Papers. 2001.

GASPARIN, et al. Quality Control and Process Capability Assessment For Injection-Moulded Micro Mechanical Parts. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. v. 66, n. 9-12. p. 1295-1303, jun 2013.

GE, M., LIU, C., LIU, M. The Online Quality Control Methods For The Assembling of Remanufactured Engines' Cylinder Block and Cover Under Uncertainty. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. May 2014.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2006.

HABIDIN, N. F. Sustainable Manufacturing Practices, Sustaining Lean Improvements and Sustainable Performance in Malaysian Automotive Industry. *World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*. v.9, n.4, p. 444-459, 2013.

HUANG, W. et al. Statistical Modal Analysis For Variation Characterization and Application in Manufacturing Quality Control. **IIE Transactions**. v.46, n.5, p. 497-511, 2014.

ISHIKAWA, K. TQC, **Total Quality Control: estratégia e administração da qualidade**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.

\_\_\_\_\_. **Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle da Qualidade Handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1991, v. 1.

- \_\_\_\_\_. **Juran: planejando para a qualidade.** São Paulo: Pioneira, 1992.
- \_\_\_\_\_. **A Qualidade Desde o Projeto.** São Paulo: Pioneira, 2002.
- MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração.** São Paulo: Atlas, 2002.
- THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURES (OICA). Disponível em: <<http://www.oica.net>>. Acesso em 05 jul 2014.
- PFEIFER, T.; TORRES, F. **Manual de Gestión e Ingeniería de la Calidad.** Zaragoza: Mira Editores, 1999.
- POMPERMAYER, C; B. **Aspectos práticos dos Sistemas de Gestão de Custos.** 2004. 226 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ROBBINS, S. P. **Comportamento Organizacional.** São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- ROCHA, D. **Fundamentos Técnicos da Produção.** São Paulo: Makron Books, 1995.
- SAKURAI, M. **Gerenciamento Integrado de Custos.** São Paulo: Atlas, 1997.
- SCHIFFAUEROVA, A.; THOMSON, V. A Review of Research on Cost of Quality Models and Best Practices. **International Journal of Quality & Reliability Management.** v.23, n.6, p.647-669, 2006.
- SCHONBERGER, R. J. **Técnicas Industriais Japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade.** São Paulo: Pioneira, 1992.
- SILVA, J. A. da. **Controle da qualidade.** Juiz de Fora: UFJF, 2006.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2002.
- TOLEDO, J. C. de. **Qualidade Industrial: conceitos, sistemas e estratégias.** São Paulo: Atlas, 1987.
- VERLAG, D. **Manual Prático para a Gestão da Qualidade nas Organizações.** Lisboa: VerlagDashofer, 2005.
- WEI, Z. et al. Quality Control and Improvement Based on Design of Experiments and Statistical Data Analysis. SAE Technical Paper. 2014.
- ZEITHAML, V. A. Consumer perceptions of price, quality, and value: a means-end model and synthesis of evidence. **Journal of Marketing.** v.52, n.3, p.2-22, 1988.