

Otimização do Fluxo de Processo e Medição de Desempenho em uma Célula de Produção: Estudo de Caso no Setor Automotivo

Ricardo Gonçalves dos Santos
rgoncalvessantos@uni9.pro.br
UNINOVE

Gerson Barbosa Matzemberger Oliveira
gerson.guaiba@hotmail.com
UNINOVE

Geraldo Cardoso de Oliveira Neto
geraldo.prod@gmail.com
UNINOVE

Resumo: As empresas do setor automotivo buscam melhorias contínuas em relação a otimização do fluxo do processo produtivo para melhorar o desempenho organizacional. O objetivo deste trabalho é apresentar os ganhos econômicos e de desempenho por meio da implantação de conceitos de gestão da produção para otimização do processo produtivo de componentes automotivos. Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa qualitativa com a realização de estudo de caso. Os resultados mostraram uma redução do lead time de uma linha de produção, otimização dos processos produtivos, melhor aproveitamento de lotes e redução do número de funcionários. Conclui-se que este estudo demonstra a constituição de uma base de informações que pode apoiar os profissionais inseridos nos processos de implementação de técnicas de otimização para redução de perdas, otimização dos custos e a alta rentabilidade de suas empresas, auxiliando os gestores na tomada de decisão.

Palavras Chave: Desempenho - Sistemas Produtivos - Desperdício - Arranjo - OEE

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas têm buscado melhorar cada vez mais seu desempenho e se preocupado com a aquisição de uma melhor posição no mercado. Verificam-se nas organizações, atividades chamadas de melhorias onde visam a ampliação da eficiência dos processos, como exemplo, a indústria automotiva brasileira, que é considerada como uma das mais dinâmicas do setor industrial nacional, composta por uma forte cadeia de suprimentos e influenciar áreas econômicas e sociais empregando milhares de trabalhadores em todo o mundo (MACHUCA *et al.*, 2011). O setor industrial é formado por um oligopólio de empresas multinacionais detentoras de alta tecnologia e automação de processos de manufatura, promove um número elevado de empregos diretos e indiretos movimentando de forma significativa a economia no Brasil. Além da estima econômica e social, este segmento oferece diversos campos para pesquisa entre eles a administração da produção de operações (TAYLOR e TAYLOR, 2008).

Devido a esta necessidade de se aumentar cada vez mais sua eficiência diversos esforços na implantação de ferramentas e indicadores de manufatura vêm sendo definidos, implantados e monitorados com objetivo de melhorar a eficiência dos processos e dos resultados. Estes esforços representam uma parcela importante no desenvolvimento de uma empresa, principalmente pela tendência de produtos diversificados, com pequenos e médios lotes de produção o que leva essas organizações a inserção de conceitos que relacionem o desempenho dos sistemas produtivos às técnicas modernas de gerenciamento da produção (máquinas, equipamentos, pessoas, programas de incentivo). Entretanto, muitos destes esforços ainda não se difundiram para a grande maioria das empresas do setor industrial brasileiro. Além da relevância para o processo de desenvolvimento nas regiões em que atuam e para a economia, outra característica é a alta competitividade que cercam estas empresas que integram a cadeia desse setor. Isso torna obrigatório que essas empresas se desenvolvam, aprimorem seus processos e tornem as informações gerenciais mais claras, auxiliando nas decisões.

A importância deste trabalho e sua consequente publicação estão apoiadas na necessidade de conhecimento e aplicação dos conceitos, não só dos engenheiros de produção, engenheiros de processo e colaboradores, mas todos os envolvidos nas tomadas de decisões, pois têm seu trabalho ligado diretamente à qualidade do produto e com conhecimento dos rigorosos parâmetros adotados nos procedimentos operacionais, conhecendo os impactos que o não atendimento aos requisitos pode acusar aos consumidores dos seus produtos.

Neste trabalho são apresentados os resultados de uma revisão bibliográfica. Seu objetivo foi identificar analisar e apresentar os ganhos de desempenho e econômicos por meio da implantação de conceitos de administração da produção de processos produtivos em uma empresa do setor automotivo brasileiro. Ressalta-se que o estudo de caso foi realizado em uma empresa pertencente ao *Tier1* (primeiro nível de fornecedores) especializada no fornecimento de componentes automotivos aos fabricantes mundiais de automóveis e caminhões. Na próxima seção será apresentada metodologia de pesquisa, a revisão da bibliografia, estudo de caso, resultados e conclusão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será apresentada uma fundamentação teórica relacionada aos objetos da pesquisa que é elevar o conhecimento existente sobre o tema.

2.1 ADMINISTRAÇÃO DAS OPERAÇÕES E PRODUÇÃO

Nas indústrias o processo de transformação é denominado produção é a atividade chave em um sistema produtivo constitui-se na transformação de insumos, tecnologia, capital financeiro e intelectual, em saídas, que devem ser serviços ou produtos visando atendimento as necessidades de qualidade, tempo, custo e satisfação de seus clientes (GAITHER e FRAZIER, 2006). Segundo Rocha (2008) a administração das operações e produção é encontrada como área da administração que comanda o processo produtivo, fazendo uso eficaz dos meios de produção e das funções gerenciais de forma eficiente, buscando obter produtos ou serviços com elevados índices de desempenho.

O próprio nome administração da produção e operações explicita seu significado, porém ao longo do tempo os conceitos foram se modificando com a evolução dos métodos de administração e direção dos negócios. Estudiosos do passado enfatizaram conceitos e métodos da administração da produção, voltado ao processo industrial, não considerando os rurais e serviços. A administração da produção suporta o desenvolvimento de processos alternativos para a obtenção do resultado. Incorpora uma gama de problemas de decisão. O administrador da produção é responsável pelo tratamento dos problemas relevantes à sua área exclusivos a ela ou não. Esta responsabilidade consiste na função de planejar ou projetar e decidir. É centralizada em duas áreas, o projeto do sistema produtivo incluindo produto, processo, fábrica e máquinas e o projeto dos sistemas de controle para gestão do estoque, da qualidade do produto e processos de produção (STARR, 1976).

A administração da produção e operações compreende fundamentos qualitativos e quantitativos. Os quantitativos são tarefas de programação da produção, controles estatísticos, inspeção por amostragem, gestão de custos e estoques, balanceamento e a eficiência de máquinas. O qualitativo é o que não foi quantificado onde administrador atua de acordo com sua experiência (HARDING, 1981).

Machline et al. (1981) expressa que administração da produção é o conjunto de atividades que auxiliam o planejamento e controle é indispensável à fabricação bem-sucedida dos produtos industriais. A administração da produção e operações segundo Davis (2005), pode ser conceituada em dois pontos de vista, o operacional e o corporativo. O corporativo pode ser interpretado como a gestão do capital necessário para a aquisição de produtos e serviços, mostrando como a empresa faz uso dos recursos, por meio da integração entre as áreas, buscando diferencial competitivo com a divisão de atividades de produção entre os níveis hierárquicos. Sobre o ponto de vista operacional, este pode ser intitulado como processo de transformação, ou seja, a transformação de entradas e saídas de um sistema produtivo.

Ainda relacionado à evolução da administração da produção e operações, esta atividade tornou-se conhecida e eficaz pelo uso de análise e métodos quantitativos para suportar a tomada de decisão de forma consistente substituindo assim a tomada de decisões de forma intuitiva reduzindo a incerteza. Assim, em um ambiente de constantes mudanças, observa-se que as empresas, além de encarar os desafios da rivalidade global, precisam de administradores que sejam capazes de alcançar o sucesso num cenário saturado de aspectos que influenciam sua gestão, como competitividade entra as empresas num mercado de constantes transformações e recursos de produção escassos (GAITHER; FRAZIER, 2006).

Segundo Tubino (2000) as empresas, precisam se adaptar, com melhorias contínuas nos seus processo de manufatura, podendo se adequar aos requisitos do contexto econômico tornando-se mais competitivas, com um sistema de manufatura mais flexível, veloz, com baixos estoques, onde o planejamento e o controle da produção tornan-se essenciais para a operação dos seus processos produtivos. Uma fábrica do futuro necessita de alta produtividade e

processos com alto grau de automação, integrando *softwares* desenvolvidos para todas as operações (MARTINS, 2005).

2.2 SISTEMAS PRODUTIVOS

Conforme Silva (2003) a classificação dos sistemas produtivos considera importantes fatores, são eles: Grau de padronização dos produtos pode ser classificado em dois grupos, os chamados produtos padronizados, são produzidos de forma padronizada, apresentam alto grau de uniformidade, e os clientes esperam poder encontrá-los à sua disposição no mercado. E os produzidos sob encomenda, os produtos são desenvolvidos conforme requisitos específicos do cliente, não são estocados, pelo fato de se esperar a solicitação dos clientes para só então programar quais produtos serão produzidos.

Volume produtivo ou o tipo de operação, o processo produtivo pode ser contínuo, onde há um alto grau de uniformidade relativo à produção e a demanda de bens. Além disso, tantos os processos quanto os produtos são interdependentes, o que favorece a automação, não havendo flexibilidade no sistema.

E em processos por projeto têm por objetivo atender a necessidade específica do cliente onde o produto tem um prazo para ser concluído e após a conclusão o sistema produtivo volta-se para um novo projeto. Exige-se deste tipo alta flexibilidade dos recursos produtivos, o custo de ser ocioso enquanto a demanda por novo produto bens não ocorrer.

Quanto à atividade econômica, esta classificação é a mais ampla, tendo os sistemas subdivididos por setor da economia, os que pertencem ao setor primário e ao setor secundário. E a tecnologia de produção empregada onde os sistemas focados no processo, voltados para a produção de produtos customizados. Possui como maior característica a flexibilidade na produção normalmente utilizam-se os tradicionais *layouts* por processo ou funcionais. Os *layouts* são lineares, e a disposição das máquinas é feita de acordo com o produto.

Por último, o grau de interação com os clientes, ou seja, considera o nível de interferência que o cliente exerce sobre o produto final, permite a produção para estoque (*Make to Stock*), sistemas bens padronizados, baseados nas previsões de demanda na qual a produção só se inicia após o recebimento do pedido formal.

Para Moreira (2009) os sistemas de produção são reunidos em três grupos, os sistemas contínuos ou fluxo em linha. Esses sistemas podem ser subdivididos em dois grupos, a produção em massa, para linhas de montagem de produtos variados, e produção contínua propriamente dita, produtos com elevado grau de padronização e sendo qualquer diferenciação pouco ou nada permitida. Os sistemas por lotes, na qual a produção é feita em lotes. No arranjo físico conhecido como funcional ou por processo, as máquinas e mão de obra são agrupadas em conjunto, onde o sistema ganha em flexibilidade frente ao sistema contínuo e perde no volume de produção. Uma característica relevante é o seu alto custo e infinita flexibilidade onde é justificada a adoção deste sistema quando houver o volume de produção relativamente baixo.

Corrêa (2011) destaca pontos que podem ser usados na distinção das unidades produtivas e suas necessidades. Possibilitando uma visualização do melhor tipo de processo de produção para cada situação específica visando melhores resultados. É necessário verificar o volume transformado, a variedade, o recurso dominante, o aumento da capacidade e a eficiência.

2.3 OS DESPERDÍCIOS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

De acordo com Liker (2005) o acúmulo de perdas nas empresas é maior do que atividades que agregam valor aos produtos considera-se como desperdício qualquer recurso em que se gasta além do necessário na produção de um produto. Segundo Antunes (2008) as principais causas de desperdícios nos sistemas de produção na época do Taylorismo eram a falta de percepção por parte dos donos das empresas e métodos ineficazes de gestão utilizados na época. Já no Sistema Toyota de Produção, houve a identificação dos sete tipos de desperdícios que não agregam valor aos produtos, onde os clientes não estão dispostos a pagar, isto faz com que as empresas busquem ferramentas para estas perdas. Os desperdícios identificados pela Toyota estão apresentados no Tabela 1.

Segundo Liker (2005) é possível citar também um oitavo desperdício, talvez, um dos mais perniciosos em um sistema de produção, o desperdício intelectual desperdício intelectual, acontece quando o potencial humano não é explorado de modo eficiente nas empresas.

Tabela 1: Sete desperdícios do processo produtivo

Super Produção	Produzir acima dos pedidos requeridos pela demanda do cliente ou acima da necessidade. Isto gera outras perdas, tais como estoque, transporte e custo com pessoal.
Espera	Decorrentes da falta de materiais para serem processados, ocasionam a ociosidade. São provocadas pela falta de material, quebras de máquinas ou ainda por falta de transporte.
Transporte	A movimentação de produtos de um local para outro, mesmo que em curtas distâncias, ou até mesmo a movimentação de produto acabados.
Processamento	Acrescentar mais atividades ou esforço do que o requerido para processar as peças.
Estoque	O excesso de matéria prima, estoques entre processo e estoque de produtos acabados exige capital de giro para sua manutenção, portanto, é considerado dinheiro parado.
Movimentação	Deslocamento que o funcionário faz durante seu turno de trabalho que não seja para agregar valores ao produto.
Defeitos	Retrabalho de produtos defeituosos e inspeção se caracteriza como desperdícios de tempo, de manuseio e de esforços.

Fonte: Adaptado Liker (2005).

2.4 ARRANJO FÍSICO NA MANUFATURA

Para Peinado e Graeml (2008) após a escolha do tipo de processo de manufatura e as prioridades da estratégia de produção, segue-se então para o arranjo físico (*layout*), que trata da localização e organização dos recursos de transformação. Segundo Slack et. al (2002) o arranjo físico de um processo produtivo refere-se ao posicionamento físico dos recursos necessários para a produção, é uma das características mais importantes de uma empresa, pois define onde as máquinas, equipamentos e operadores devem estar posicionados com o objetivo de incrementar a produtividade determinando ainda a maneira como materiais, informações e clientes, fluem para a operação.

Martins e Laugeni (2005) definem que os fatores importantes para serem considerados no projeto do arranjo físico são, a otimização das operações, da mão de obra nas diversas unidades organizacionais, a simplificação do fluxo de fabricação, a organização dos postos de trabalho, aproveitamento do espaço útil e a diminuição da movimentação dos operadores, produtos e materiais. Para Slack et. al (2002) para que um projeto tenha como considerado um bom arranjo físico, os seguintes requisitos devem ser atendidos conforme demonstrados no Tabela 2.

Tabela 2: Requisitos para um arranjo físico

Segurança	Os trajetos devem ser demarcados e livres.
Extensão do Fluxo	Reduzir ao máximo a distância que os produtos transformados devem percorrer.
Clareza do Fluxo	O fluxo de movimentação deve ser claro.
Mão de Obra	Deve ser estar em ambientes distantes de áreas desagradáveis da operação, ventilada e iluminada
Coordenação Gerencial	Coordenação deve ter fácil localização da mão de obra e dispositivos de comunicação.
Acesso	Todas as máquinas, equipamentos devem permitir adequada limpeza e manutenção.
Uso de espaço	Deve permitir o uso adequado do espaço disponível na operação.
Flexibilidade	Devem permitir mudanças à medida que as operações mudam.

Fonte: Adaptado Slack et al. (2002).

2.5 MEDIÇÃO DO DESEMPENHO NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

A medição do desempenho é considerada uma alavanca para o progresso da produtividade e um pré-requisito no diagnóstico e resolução de problema, Paladini (2005) define indicadores como uma configuração quantitativa bem planejada, esquematizada sobre uma estrutura lógica e definida para avaliar elementos importantes de produtos, métodos ou processos de produção e serviços. Monitorar a entrega de valor constitui acompanhar muitos recursos com várias informações de extrema relevância para a organização (FERNANDES, 2004).

Atualmente com a grande quantidade de indicadores de performance acessíveis os gestores precisam saber selecionar os que realmente são apropriados ao setor de atuação de sua organização, sem indicadores não é possível avaliar de forma precisa os processos envolvidos e seu desempenho. Desta maneira, os indicadores de produtividade estão abotoados à efetividade dos processos e são essenciais na medida em que consentem uma análise precisa dos esforços e recursos agregados para gerar produtos (DAVIS et al. 2001).

Davis et al. (2001) apresenta a produtividade como um indicador concernente, ou seja, para fazer sentido é mandatório que seja comparada com outro fator como, por exemplo, operações similares em equipamentos distintos ou com as empresas do mesmo ramo. A produtividade é abordada como a relação entre o total produzido e o total planejado, equação 1 (HANSEN, 2006).

$$\text{Produtividade} = \text{Quantidade Produzida} / \text{Quantidade Planejada} \quad (1)$$

Um indicador de qualidade tem como objetivo medir como o produto ou serviço é percebido e a capacidade de atender aos requisitos do cliente. A qualidade de um processo é geralmente medida através da taxa de defeitos dos produtos fabricados, onde se incluem os produtos identificados como não conformes, equação 2. O indicador de qualidade pode referir a qualidade do processo quanto a qualidade do produto (LUSTOSA, 2007).

$$\text{Qualidade} = \text{Produção Conforme os Requisitos} / \text{Quantidade Produzida} \quad (2)$$

2.5.1 OVERALL EQUIPAMENT EFFECTIVENCES

O *Overall Equipment Effectiveness - OEE* é uma ferramenta simples e prática para monitorar e melhorar a eficácia de uma operação e é descrita na metodologia *Total Productive Maintenance - TPM* (HANSEN, 2006). Para Antunes (2008), com o *OEE* é possível identificar a máxima eficácia que o sistema pode atingir em um determinado período pré-estabelecido, o

que auxilia na definição de metas coerentes a realidade dos processos. A utilização do indicador *OEE* permite que as empresas analisem as condições verdadeiras da utilização de seus ativos. Estas pesquisas das categorias acontecem a partir da identificação das avarias existentes no ambiente fabril, invadindo índices de disponibilidade de equipamentos, desempenho e qualidade (NAKAJIMA, 1989). O *OEE* não é apenas uma medida operacional, sim um indicador de melhoria de processo. Um indicador tem uma tarefa expressar, de forma simples e clara, a situação que se deseja avaliar, demonstrando aquilo que está sendo feito, os problemas e as oportunidades para melhorar (FERNANDES, 2004; BRAGLIA, 2009).

O *OEE* tem sido adotado por empresas que necessitam de alta taxa de disponibilidade de equipamentos. Seu objetivo é fornecer quantitativamente o quão eficazmente as indústrias podem operar em seus processos industriais, quando programadas para a produção, além de proporcionar clareza a identificar com clareza a eficácia do sistema (HANSEN, 2006). Segundo Nakagima (1989), existem seis tipos de perdas que podem influenciar no desempenho do equipamento e são demonstrados no Tabela 3.

Tabela 3: Seis tipos de perdas que influenciam no *OEE*

Paradas não programadas	Parada da produção, como por exemplo, manutenção corretiva, falta de energia, falta de insumos, falta de operador, ausência de ferramentas adequadas, etc.
Paradas por <i>setup</i> ou ajustes	Períodos em que o equipamento deixa de produzir para que ocorram as trocas de produtos, mudanças de linha, preparação de máquina e outras atividades do gênero.
Ociosidade Pequenas Paradas	São caracterizadas por rápidas interrupções nos ciclos dos equipamentos em pequenos intervalos de tempo.
Oscilações de velocidade	Ocorrem quando o equipamento opera com velocidade menor que a máxima especificada no projeto, aumentando o tempo de ciclo. Podem ser ocasionadas por restrições impostas pelo setor de manutenção, falhas operacionais, instabilidade de matéria prima, etc.
Falhas durante o processo	São relativas a produção de produtos fora do padrão solicitado pelo cliente ou as sobras de processos.
Falhas no início da produção (<i>startup</i>)	Estão relacionadas a restrições técnicas dos equipamentos, que necessitam de um período para estabilização das suas condições após períodos sem produção.

Fonte: Adaptado NAKAGIMA (1989).

Sherwin (2000), propôs utilizar o *OEE* como um instrumento de avaliação da performance no processo completo, já Nachiappan e Anantharam (2006), utilizaram as métricas de *OEE* para a análise de desempenho de uma linha de produção. O *OEE* é calculado a partir de três indicadores, a disponibilidade, performance e qualidade (HUANG, 2002; SHEU, 2006). A multiplicação dos três itens resulta no índice de *OEE* eficiência global do equipamento e determina a eficácia do processo (HANSEN, 2006). Para determinar o *OEE*, cada empresa desenvolve sua classificação das paradas ou ineficiências, de modo que o *OEE* represente então a realidade do processo. A Figura 1 demonstra uma estrutura para determinar os fatores utilizados no cálculo do *OEE*.

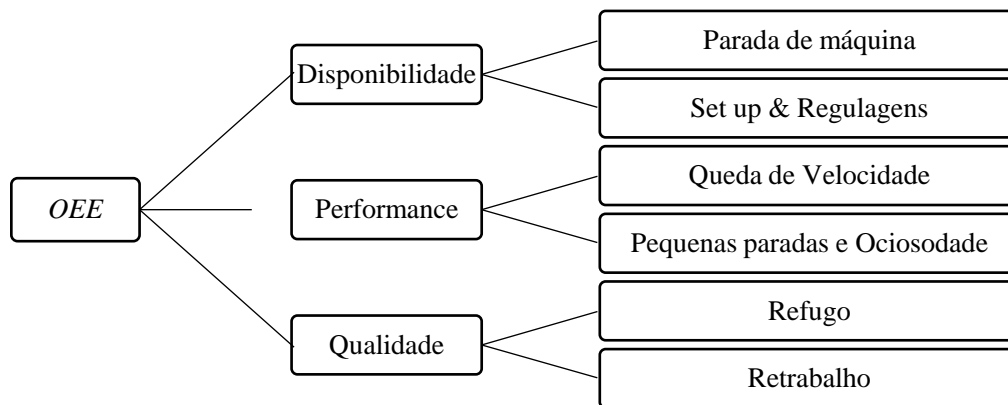


Figura 1: Indicadores de cálculo do *OEE*
Fonte: HANSEN (2006)

2.5.2 CÁLCULO DO *OEE*

Segundo Hansen (2006), o *OEE* é a multiplicação dos fatores Disponibilidade, Performance e Qualidade. Os índices podem ser classificados da seguinte forma:

Disponibilidade: relação da disponibilidade que o equipamento deve ter para produção, o tempo total em que esse equipamento ou processo está efetivamente produzindo.

$$\text{Tempo de carga (TC)} = \text{Tempo teórico disponível} - \text{Paradas Programadas} \quad (3)$$

$$\text{Tempo Real Disponível (TRD)} = \text{Tempo Cargl} - \text{Paradas Não Programadas} \quad (4)$$

$$\text{Disponibilidade (\%)} = (\text{TRD/TC}) \times 100\% \quad (5)$$

Performance: A taxa de Performance é a relação entre velocidade nominal do equipamento e a velocidade de produção apresentada.

$$\text{Performance (\%)} = (\text{Peças produzidas/Tempo Standard}_{(pçs/hora)} \times \text{TRD}) \times 100\% \quad (6)$$

Qualidade: referente à quantidade de peças que não atenderam os requisitos de qualidade em relação à quantidade de peças produzidas.

$$\text{Qualidade (\%)} = (\text{Qde produzida} - \text{Qde Refugada} - \text{Qde Retrabalhada}) / (\text{Qde Produzida}) \times 100\% \quad (7)$$

A partir dos resultados das equações anteriores é possível calcular o *OEE* da seguinte forma com auxílio da equação 8. O indicador *OEE* mede o tempo de valor agregado no

processo, isto representa o tempo em que o processo está produzindo produtos com qualidade, na velocidade específica, durante o tempo programado (HENSEN, 2006).

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (8)$$

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Em um trabalho científico é imprescindível que seja percebido a necessidade e importância do relacionamento de dados empíricos relacionado ao tema em questão de forma metodológica para se conseguir uma análise adequada (ROESCH, 1999). Existem dois métodos de pesquisa: o quantitativo e o qualitativo. São diferenciados pela sistemática de cada um deles, mas principalmente pela maneira de abordagem do problema (RICHARDSON, 1999). Segundo Bryan (1989), a abordagem quantitativa preocupa-se em mensurar, com a generalização e com a replicação do experimento. Ainda segundo Richardson (1999) o método quantitativo é caracterizado pelo uso da quantificação na coleta e tratamento das informações com uso de ferramentas estatísticas. Possui como características a análise de dados com auxílio de gráficos e indicadores para estabelecimento e comprovação de fatos. Permite ainda reconhecer e avaliar os erros envolvidos na quantificação das experiências (ROWNTREE, 1991).

O método qualitativo, não tem sua base na análise estatísticas, sim questões amplas e não definidas. Nesse caso, em geral, os dados obtidos são descritivos, são conseguidos por meio contato direto do pesquisador com a uma entrevista (GODOY, 1995). Segundo Cervo & Bervian (2002) a entrevista é uma das principais técnicas de coletas de dados obtida pela conversa face a face realizada entre os participantes e pesquisador. Segundo Santos, Rossi, Jardimino, (2000), uma pesquisa qualitativa tem a preocupação com a compreensão e a interpretação do fenômeno estudado.

De acordo com Martins (1999), tanto para o método quantitativo quanto para o método qualitativo existem os procedimentos de pesquisa e existem quatro tipos considerados como principais procedimentos de pesquisa: a pesquisa experimental, o *survey*, o estudo de caso e a pesquisa-ação. Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa qualitativa com a realização de estudo de caso. O estudo de caso é um método de pesquisa hábil e com sensibilidade para analisar um fato dentro de um amplo contexto (LAZZARINI, 1995). Segundo Yin, (2009) o método de estudo de caso é o mais apropriado em uma pesquisa comparativa podendo avaliar um fenômeno real e atual. E ainda segundo Kumar (2011) o estudo de caso realiza análise do tipo antes e depois, onde em dois momentos é possível avaliar o objeto de estudo, usualmente antes e depois de alguma intervenção.

A escolha da empresa objeto de estudo deste trabalho foi baseada na disponibilidade de informações que foram obtidas através de entrevistas e análise de documentos. A empresa escolhida é uma das principais fornecedoras de peças automotivas, atua nas áreas de segurança, navegação. Possui certificação *ISO 14001* e *ISO/TS 16949*. Quanto aos objetivos este estudo analisa e descreve o relacionamento entre variáveis. Como procedimento técnico foi realizado o levantamento de dados com uma pesquisa no campo utilizando entrevistas semiestruturadas, da mesma forma que os dados documentais foram coletados com os responsáveis pelo processo de produção visando obter completo conhecimento do planejamento e rotina operacional da empresa. Após a coleta dos dados por meio desses procedimentos houve o tratamento de acordo com a pesquisa bibliográfica realizada, buscou-se comparar a realidade com a teoria disponível sobre os conceitos apresentados.

Com base nas informações coletadas foi possível analisar a área de manufatura da empresa e identificar deficiências, incluindo a percepção do pesquisador. Nesta análise foi possível realizar um paralelo com a teoria estudada possibilitando a implantação de melhorias.

4. RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado a partir do planejamento estratégico anual da organização, onde houve a identificação da necessidade de adequação das células de produção em uma de suas fábricas. A empresa na qual foi realizado o estudo é uma das principais fornecedoras peças automotivas, com fábricas no Brasil. Emprega mais de 1000 colaboradores em localidades estratégicas do país e está focada na qualidade e nos padrões ambientais. Possui importantes certificações tais como *ISO/TS 16949* e *ISO 14001* e sua produção local engloba sistemas de segurança, sensores, artefatos de borracha e navegação.

Como objeto de estudo para obtenção dos resultados houve a priorização em uma das linhas de produção, onde esta foi definida como piloto para a implantação das ações na busca de alavancar os ganhos operacionais. O período de implantação e coleta de dados foi entre fevereiro de 2016 e fevereiro de 2017. Os fatores priorizados foram o indicador de *OEE* onde não havia medição e controle, as perdas de produtividade com riscos de não entregar peças aos clientes, os desvios no cálculo de capacidade, mão de obra e o fluxo de processo.

Após as análises realizadas e ações implantadas a empresa obteve o resultado definido como objetivo. Tais resultados são demonstrados nesta seção conforme descritos a seguir.

Para análise do arranjo físico e fluxo do processo uma equipe multifuncional foi formada, o objetivo era alcançar todas as etapas de produção da célula. Houve então uma análise dos dados do cenário atual e após simulações foi possível verificar o alto nível de *WIP – Work In Process*, manuseio excessivo e o *FIFO- First In First Out*, desorganizada situações que não contribuíam com os resultados esperados pela empresa, buscou-se então uma redução com a proposta de mudança do arranjo físico. O resultado atingido foi uma redução em 50% do *Lead Time* entre a linha de produção objeto de estudo e linha final de montagem final onde era de 3 horas e foi reduzido para 1,5 horas.

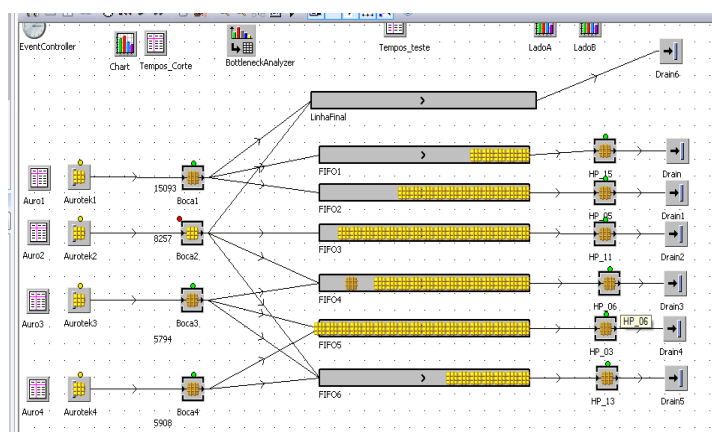


Figura 2: Simulação SW Plan Simulation.

Fonte: Autor

Na análise do melhor conceito para *FIFO* foi realizado uma simulação utilizando o *Software Plant Simulation* onde foi possível avaliar e melhorar para o *FIFO* e o *WIP* da célula.

Houve a implantação de trabalho padrão (*Standard Work*), onde as instruções de trabalho padrão puderam ser revisadas e redefinição de uma nova sequência de trabalho com a retirada atividades que não estavam agregando valor, possibilitando ainda uma redução de *Head counting* no quadro de operadores da célula um total de 80 KBRL/ano.

Contudo ainda foi possível a uma análise para a otimização dos lotes garantindo a melhor ocupação dos equipamentos, uma análise de demanda e do planejamento de produção também foi realizada com o objetivo de buscar o melhor sequenciamento e fazer uso de forma eficaz da mão de obra disponível, com a padronização nos lotes de produção através da célula objeto deste estudo e não mais conforme linha final, isto proporcionou melhor trabalho pelo departamento de PCP.

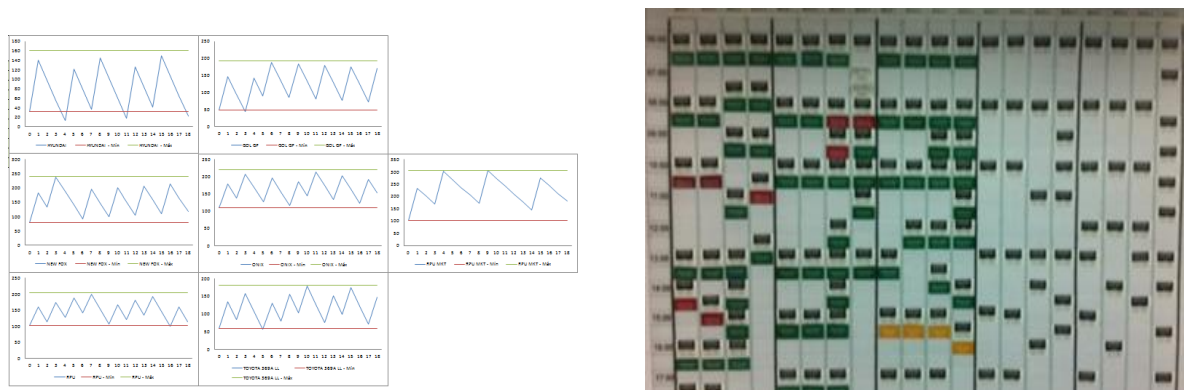


Figura 3: Análise dos lotes mínimos

Fonte: Autor

A partir das considerações e resultados atingidos foi estabelecido que a aplicação das métricas *OEE* deveria ser primeiramente uma única máquina. Esta escolha foi baseada em três motivos, que são (a) a máquina representava um gargalo na saída da produção, ditava o ritmo do fluxo para as linhas finais; (b) simplicidade e rapidez na coleta dos dados, por ser uma máquina pertencente a um grupo de máquinas do último posto da célula e possuir interface com a rede fabril para realizar a coleta automática dos dados e (c) a máquina faz parte de uma família de máquinas similares, o que era uma das condições iniciais definidas onde poderia ser possível uma replicação futura rápida.

Finalmente, a de coleta de dados foi realizada, onde o período estipulado foi de duração mensal, o que representa um ciclo de faturamento para a empresa escolhida. Durante este período foram observados diariamente os reportes de ocorrência coletados na máquina. Ao final do período de trinta dias, os dados foram disponibilizados na forma de base de dados, a qual foi tratada e apresentada em uma interface desenvolvida especialmente para esta aplicação. Como resultado pode ser considerado a implantação um sucesso para a implantação de um novo indicador e houve um incremento de 19% de ganho no indicador de *OEE* e redução nos *downtimes* da célula ao final do período estudado.

Outros ganhos também podem ser considerados fruto deste estudo como exemplo a implantação de um quadro de gestão a vista onde os indicadores chaves são monitorados diariamente e metodologia de solução de problemas conduzidas pelo líder da produção com reporte no quadro de gestão a vista da célula.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho evidenciou, por meio de um estudo de caso, como a eficácia extraordinária dos equipamentos pode ajudar no avanço contínuo dos equipamentos e na eficiência de

produção do sistema de manufatura. O *OEE* ajudou especialmente na mensuração do desempenho dos equipamentos gargalos e de seus principais desperdícios. Com a avaliação do *OEE*, essas paradas começam a ser vistas como problemas e as pessoas envolvidas podem pôr-se a interferir nesses danos para que essas se tornem horas produtivas.

O estudo abordado neste artigo possibilitou que se verificassem as perdas do processo produtivo e que se lidasse no seu cancelamento, com isso há um crescimento da cadeia produtiva e como consequência uma grande melhoria na qualidade dos produtos, deixando claro uma redução do *Lead Time* entre a linha de produção objeto de estudo e linha final de montagem que e foi reduzido pela metade.

O tema aqui apresentado harmonizou que se notassem os desperdícios do processo produtivo e que se concentrasse na sua abolição, com isso há evolução na eficiência da linha de produção e na qualidade dos produtos.

Outrossim, foi plausível autenticar que os ganhos adquiridos com a otimização dos desperdícios ajudam a empresa em termos de fatores competitivos, como redução do *head counting* e outros métodos produtivos.

Por fim, este trabalho demonstra a constituição de uma base de informações que pode apoiar os profissionais inseridos nos processos de implementação de metodologias de redução de perdas, otimizando a redução de custos e a alta rentabilidade de suas empresas.

6. REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Junico. et al.** Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BECKER, MARIA IVONE DE MELLO** - 2. ed. – São Paulo: Atlas, 1999.
- BRAGLIA, M., FROSOLINI, M. AND ZAMMORI, F.** Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML): an integrated approach to assess systems performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 20, n. 1, p. 8-29, 2009.
- CARVALHO, M.M.** et al. *Gestão da Qualidade: Teoria e casos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- BRYMAN, A.** *Research methods and organization studies*. London: Uniwin Hyman, 1989.
- CAUCHICK MIGUEL, P.A.** (Coord.). *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2012.
- CERVO, A. L. BERVIAN, P. A.** *Metodologia científica*. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.** *Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011. 690p.
- DAVIS, Mark M. Et al.** *Fundamentals of operations management*. McGraw-Hill Ryerson, 2005.
- FERNANDES, Djair Roberto.** Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial. *Revista da FAE*, v. 7, n. 1, 2017.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G.** *Administração da produção e operações*. 8 ed. São Paulo: Thompson Learning, 2006. 598p.
- GODOY, A. S.** Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v.35, n.2, p.57-63, 1995.
- HANSEN, R.C.** *Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros*. Bookman: Porto Alegre, 2006.
- HARDING, Hamish Alan; JÚNIOR, José Marques.** *Administração da produção*. Atlas, 1981.
- HUANG, S. H. et al.** *Manufacturing System Modeling for Productivity Improvement*. *Journal of Manufacturing Systems*. Vol.21 n.4, 11 pgs., 2002.

- KUMAR, R.** *Research methodology – a step-by-step guide for beginners*. 3 ed. London: Sege, 2011.
- LAZZARINI, S. G.** Estudos de caso: aplicabilidade e limitações do método para fins de pesquisa. *Economia & Empresas*. v.2, n.4, p. 17-26, 1995.
- LIKER, J. K.** O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LUSTOSA, L.** Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- MACHLINE, C. et. al.** Manual de administração da produção. 6.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1981.
- MARTINS, R. A.** *Sistemas de medição de desempenho: um modelo para a estruturação do uso*. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero.** Administração da produção. Saraiva, 2009.
- MOREIRA, D. A.** Administração da produção e operações. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 624p.
- MACHUCA, Jose A. D; JIMENEZ, Cesar H. O; GARRIGO-VEGA, Pedro; RIOS, Jose L. P.** Do technology and manufacturing strategy links enhance operational performance? Empirical research in the auto supplier sector. *International Journal of Production Economics*, v. 133, n.2, p. 541-550, 2011.
- NACHIAPPAN, R.M. AND ANANTHARAM, N.** Evaluation of overall line effectiveness (OLE) in a continuous product line manufacturing system, *Journal of Manufacturing Technology Management*. v. 17, n.7, p. 987-1008, 2006.
- NAKAJIMA, S.** Introdução ao TPM. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.
- PALADINI, E. P., BOUER, G., FERREIRA, J. J. D. A., CARVALHO, M. M., MIGUEL, P. A. C.** SAMOBYL. Robert Wayne; ROTONDARO, Roberto Gilioli. *Gestão da Qualidade: teoria e casos*. Rio de Janeiro: Elsevier. (2005).
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis.** Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UNICENP, 2007.
- RICHARDSON, R. J.** *Pesquisa social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas, 1999.
- ROCHA, D. R. da.** Gestão da Produção e Operações. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.345p.
- ROESCH, Sylvia Maria Azevedo.** Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudo de caso/ Sylvia Maria Azevedo Roesch; colaboração Grace Vieira
- ROWNTREE, D.** “STATISTICS WITHOUT TEARS: A primer for Non-mathematicians.” Harmondsworth: Penguin. 1991.
- SANTOS, G. T.; ROSSI, G.; JARDILINO, J. R. L.** Orientações metodológicas para elaboração de trabalhos acadêmicos. 2 ed. São Paulo: Gion Editora, 2000
- STARR, M. K.** Administração da produção: sistemas e sínteses. São Paulo: Edgard Blücher, 1976.
- SHEU, D.D.** Overall Input Efficiency and Total Equipment Efficiency. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, Vol. 19, 2006.
- SHERWIN, D.** A review of overall models for maintenance management. *Journal of Quality*. in *Maintenance Engineering*, v. 6, n.3, p. 137-64, 2000.
- SILVA, Francisco Antônio Cavalcanti.** *Sistemas de Produção*. João Pessoa, 2003.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert.** *Administração da Produção*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- TAYLOR, M.; TAYLOR, A.** Operations management research in the automotive sector Some contemporary issues and future directions. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 28, n. 6, p. 480-489, 2008.
- TUBINO, D. F.** Manual de planejamento e controle da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- YIN, R.K.,** Case study research: design and methods, 4th ed, Newbury Park, CA: Sage, 2009