

PROGRAMAÇÃO E SEQUENCIAMENTO DE PRODUÇÃO: O CASO DE UMA MONTADORA DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS

Marcos Francisco Salvador¹

Julio Cesar Ferro de Guimarães²

Eliana Andrea Severo³

Resumo: Em função da concorrência de mercado as empresas buscam a inovação e a melhoria de seus processos produtivos, mantêm-se operantes e competitivas. Em uma empresa de manufatura o melhor atendimento ao cliente implica em diminuir o *lead time* de produção, atende ao cliente no prazo acordado e na qualidade especificada do produto. Neste contexto, este estudo descreve a utilização da Programação e Sequenciamento da Produção na linha de montagem de uma indústria de Implementos Rodoviários, as etapas que foram realizadas para a implementação deste novo processo, bem como as ações necessárias e indicadores para o gerenciamento da operação. Também foram estudadas as formas de sequenciamento da produção, aplicado na linha de montagem, para um melhor aproveitamento dos recursos e melhoria da eficiência. A metodologia aplicada trata-se de uma pesquisa qualitativa, descritiva com o escopo em um estudo de caso. Como resultado apresenta-se uma melhor organização da linha de produção, melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, com definições e métodos estabelecidos, sequenciamento de produção, melhora no fluxo de abastecimento e consequentemente uma melhor organização dos demais setores da empresa.

Palavras-chave: Sequenciamento da Produção; Programação da Produção; Indústria Metalmeccânica.

PROGRAMMING AND SEQUENCING OF PRODUCTION: THE CASE OF A ROADWAY EQUIPMENTS ASSEMBLER

Abstract: On the basis of market competition, companies seek innovation and improvement of their production processes, remaining operative and competitive. In a manufacturing company the best customer service implies decrease production lead time, meeting the client within the agreed time and in the specified product quality. In this context, this study describes the use of Programming and Production Sequencing of the assembly line of an industry - Road Equipment, describing the steps that were taken to implement this new process, and the necessary actions and indicators for operation management. Forms of production sequencing and applied on the assembly line, for a better use of resources and improved efficiency were also studied. The methodology applied is in a qualitative,

¹ Especialista em Gestão Estratégica da Produção e Tecnólogo em Automatização Industrial pela Universidade de Caxias do Sul (UCS), Endereço: Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bairro Petrópolis, Caxias do Sul/RS, CEP: 95070-560 E-mail: marcosfsalvador@gmail.com

² Doutorado em Administração pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestrado em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Graduação em Administração pela UCS. Professor do Mestrado em Administração da Universidade Potiguar (UnP).

³ Doutorado em Administração pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestrado em Administração pela UCS. Graduação em Administração pela Universidade Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) e em Ciências Biológicas Licenciatura Plena pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ).

descriptive research with the scope on a case study. As a result, a better organization of the production line is presented, a better use of available resources with definitions and methods established, production scheduling improves the flow of supply and consequently a better organization of other sectors of the company.

Keywords: Production Sequencing; Production Scheduling; Metal-mechanics.

1. Introdução

Devido às concorrências de mercado as empresas devem buscar continuamente a inovação e melhoria de seus processos produtivos, para manterem-se operantes e competitivas. O mercado busca por produtos que atendam algumas características como preço, qualidade e prazo de entrega. Desta forma, a gestão da produção tem papel de gerenciar os recursos por meio de uma produção mais enxuta, com vistas ao atendimento destes clientes de forma eficiente, para fidelizar e atrair cada vez mais consumidores (CORRÊA; CORRÊA, 2005).

Ritzman e Krajewski (2004) afirmam que, por meio de estratégias de administração da produção, que projeta e planeja os seus processos, a empresa gera uma vantagem competitiva, garantindo o atendimento das necessidades dos clientes, para manter a lucratividade da empresa. A programação da produção, através do departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP), tem por objetivo realizar um plano segundo estimativas de vendas e recursos sendo que o fator que limita a produção é a capacidade instalada. A programação da produção esta dividida em três níveis, a programação de longo prazo, médio prazo e curto prazo que utiliza como base de programação a demanda real (TUBINO 2000; SLACK, 1997). Segundo Slack, Chambers e Johnstona (2002), programação deve garantir o cumprimento da produção na quantidade certa e na data que o cliente espera.

A programação do projeto em questão visa sincronizar os demais processos produtivos da empresa, elimina as perdas de processo e trabalhar em um sistema de produção que atende à filosofia do *Just in time* (JIT). De acordo com Slack, Chambers e Johnstona (2002), o JIT é uma filosofia que visa eliminar as perdas de processo, para reduzir os custos com estoque em processo e fornecer os produtos na quantidade correta, nos locais e momentos certos. O JIT depende de uma sincronização entre fornecedor e cliente, com alta qualidade, velocidade e flexibilidade.

Para atender ao *Just in time*, todos os setores da empresa devem produzir o que a programação da produção estabelece. Segundo Lopes e Michel (2007), a programação da produção traz vantagens competitivas, na medida em que reduz custos e faz com que a empresa produza mais rápido e com menos defeitos, por meio da otimização dos recursos. Dentre os retornos que a programação da produção pode trazer, destacam-se: a busca de maiores índices de produção; menores ocorrências de falhas; menores custos de produção; direcionamento para busca de desafios e metas de produtividade; decisões com maior assertividade; melhora o gerenciamento dos recursos de materiais e capacidade produtiva; sincronização entre os setores da organização; melhora no fluxo de informação interna e com fornecedores e por consequência a satisfação do cliente.

Como forma de alinhar a programação, otimizar o processo produtivo, reduzir as perdas de produção, sincronizar os demais processos, melhorar o prazo de entrega da empresa, este estudo consiste em

descrever a utilização da Programação e Sequenciamento da Produção na linha de montagem de uma indústria de Implementos Rodoviários, por meio da descrição das etapas que foram realizadas para a implementação deste novo processo, bem como as ações necessárias e os indicadores para o gerenciamento da operação. Para tanto, serão abordadas as formas de sequenciamento da produção e sua aplicação na linha de montagem, para um melhor aproveitamento dos recursos e melhoria da eficiência.

2. Referencial teórico

2.1 Planejamento e Programação da Produção (PCP)

O PCP visa prever e disponibilizar os materiais necessários para a manufatura, o controle das ordens de fabricação, bem como, orientar a produção através do departamento de PCP. Moreira (1998) destaca que os objetivos do PCP são: fazer com que as máquinas e as pessoas operem com os níveis desejados de produtividade, com melhor aproveitamento dos recursos disponíveis; reduzir os estoques e os custos operacionais e manter e melhorar o nível de atendimento aos clientes. Em termos gerais o PCP deve definir o que será produzido, onde será produzida, a quantidade a ser produzida e o momento em que será produzido.

Para Slack (1997), o PCP deve ter a preocupação diária de disponibilizar os materiais e as informações necessárias para atendimento aos clientes internos e externos, garantindo que a manufatura produza o necessário. A programação da produção inicia na fase de planejamento, a qual passa pela fase de programação efetiva e pela fase de controle.

O planejamento da produção deve ocorrer em três estágios: o primeiro estágio deve ser o plano agregado que é planejamento de longo prazo, que pode ser anual, semestral ou trimestral; o segundo é o plano mestre, que deve ser mensal; o terceiro é o plano detalhado, de menor espaço de tempo, a qual pode ser planejada para uma semana, três dias ou até mesmo um dia (SHINGO, 1996; SALES, 2005).

A fase de controle é a última etapa e tem como objetivo monitorar a execução das atividades decididas pelo PCP. Coerentemente, também se deve realizar o controle dos estoques em processo e produtos acabados.

2.2 Sequenciamento

O sistema de planejamento de fabricação é uma atividade complexa devido ao número de variáveis, dentre estas, pode-se destacar o sequenciamento da produção e, nas empresas, esta tarefa normalmente é exercida pelos próprios operadores e não exclusivamente pelo setor de PCP. O estabelecimento da sequência visa à otimização dos recursos e à maximização do atendimento aos clientes no prazo de entrega (TORRES et al., 2003).

Segundo Goldratt e Fox (1989), a manufatura sincronizada é uma maneira de movimentação dos materiais dentro de um processo produtivo, de forma rápida e ordenada nos recursos disponíveis, para atender às demandas de mercado. Para organizar este processo Tubino (2000), descreve algumas formas de realizar o sequenciamento, através de meios lógicos para saber qual lote terá prioridade. Estas regras

podem ser combinadas em duas ou mais, e a combinação destas regras varia de acordo com o tipo de produção de cada empresa:

- a) PEPS – Primeira que Entra Primeira que Sai: os lotes são processados de acordo com sua chegada ao recurso;
- b) MTP – Menor Tempo de Processamento: os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento no recurso;
- c) MDE – Menor Data de Entrega: os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega;
- d) IPI – Índice de Prioridade: os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto;
- e) ICR – Índice Crítico: os lotes serão processados de acordo com o menor valor do resultado da relação entre a folga de produção, data de entrega menos a data atual, pelo tempo de processamento;
- f) IFO - Índice de Folga: os lotes serão processados de acordo com o menor valor do resultado da relação entre a data de entrega e o número de operações restantes de produção;
- g) IFA – Índice de Falta: os lotes serão processados de acordo com o menor valor de resultado quantidade em estoque / taxa de demanda.

2.3 Restrições da Produção

Em fábricas onde os recursos são menores que a demanda de mercado, há a limitação da capacidade. Pode-se afirmar que esta capacidade torna-se igual à capacidade do recurso com menor capacidade de produção. A partir destas constatações foi desenvolvido o Theory of Constraints (TOC) que considera o algoritmo Tambor-Pulmão-Corda (TPC), com a finalidade de obter a sincronização da produção. Os recursos que antecedem o gargalo devem ser puxados e após o gargalo os mesmos serão empurrados (TORRES; KLIPPEL, 2002).

Segundo Goldratt e Fox (1989), após a identificação do recurso crítico, os recursos antecessores serão puxados em um ritmo igual, ou um pouco superior, os tambores determinam o ritmo de produção da empresa e devem receber um tratamento especial. Desta forma o tambor deve ser protegido quanto aos eventuais problemas que possam ocorrer nos processos que antecedem o mesmo. Um produto perdido nesta etapa de trabalho é um produto perdido por toda a empresa, e de difícil recuperação.

A proteção do ritmo da produção é denominada de Pulmão, na medida em que assegura um determinado tempo de abastecimento ao gargalo. O Pulmão deve ser dimensionado para absorver os tempos desperdiçados pelos eventuais problemas das operações que antecedem ao gargalo, para impedir que afetem todo o Sistema Produtivo. O gerenciamento do Pulmão fornece informações de advertência antecipadamente, que alerta os operadores para ações, que evitam paradas no ponto de restrição do processo produtivo. As determinações do tamanho dos Pulmões devem passar por um processo de melhoria continua para

sua redução ou eliminação deste (COX; SPENCER, 2002).

Outro elemento logístico da TOC é a Corda, que tem objetivo de sinalizar a necessidade de entrada de materiais para a alimentação do gargalo e dos pulmões que antecedem as linhas de montagem. Ou seja, consiste na liberação de necessidade de materiais somente na quantidade e na hora certa. Esta pode ser comparada ao *Kanban* de acionamento. As cordas ligam as operações que ligam os pulmões (TORRES; KLIPPEL, 2002).

2.4 Produção Puxada

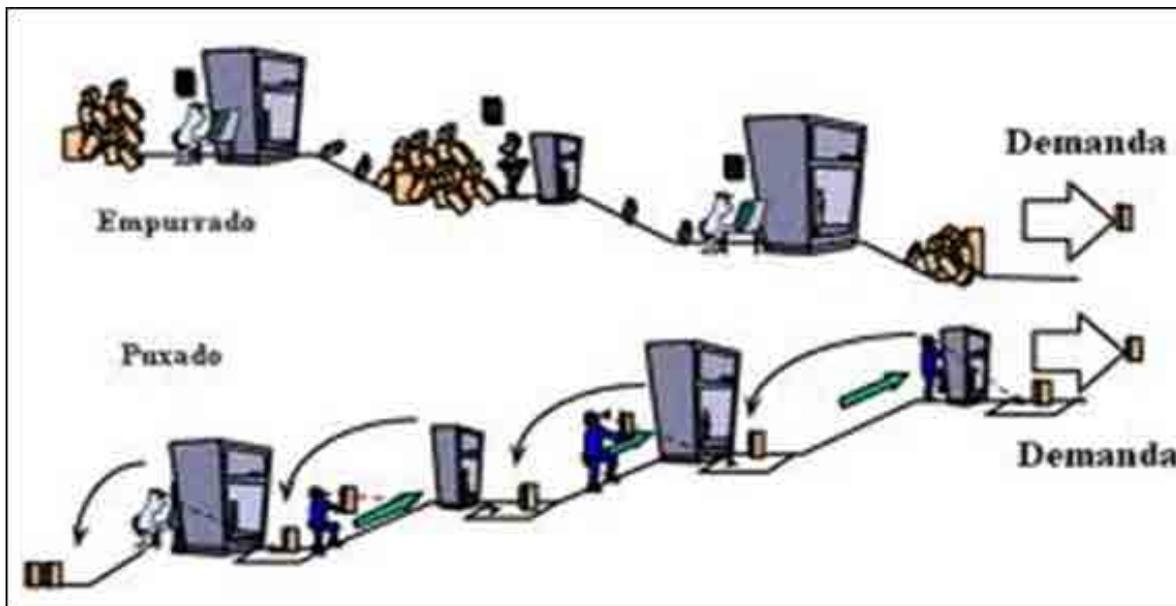
O processo de manufatura envolve várias operações de fabricação, e dentro destas operações os materiais devem estar sincronizados de forma que sejam processados na quantidade, qualidade e no momento correto. Os processos produtivos com vários estágios de fabricação podem ser divididos em dois tipos de sistema de produção, empurrado ou puxado (TARDIN; LIMA, 2000).

No sistema de produção empurrada, baseada nos tempos de fabricação, cada etapa do processo produz para cumprir os seus prazos de entrega e garantir a maior eficiência. Neste modelo de produção se o posto de trabalho estiver adiantado no processo produtivo, ou no posto de trabalho seguinte ocorrer atraso, ocasionará um acúmulo de peças, ou aumento do estoque em processo. No posto de trabalho que possui vários pedidos a espera, cabe aos próprios operadores a escolha de qual será o pedido processado primeiramente.

Corrêa e Corrêa (2005), afirmam que, o sistema *just in time* propõe uma forma de puxar a produção. No sistema de produção puxado o material é processado se a próxima operação solicitar o mesmo, através de um acionamento. O sistema de puxar elimina a necessidade de se programarem todas as operações por onde passará um pedido. Decisões do que fazer e de quanto fazer, as quais são tomadas pelos operadores, usando um simples sistema de sinalização que conecta as operações através do processo. O Sistema *Kanban* é um método de se fazer esta sinalização. O sistema de puxar a produção é iniciado pela última etapa do processo.

Segundo Tardin e Lima (2000), são necessárias algumas condições para implementar um sistema de produção puxada: liberação de maior poder para os operadores de produção, para que decidam o que, quando e quanto produzir; produzir o que o cliente pedir; redução de material em processo (WIP); realização da manutenção preventiva de equipamentos; garantia da qualidade para que os estoques mantenham-se mínimos; redução de tempos de setup, para aumentar a flexibilidade; sincronizar os processos, para que estes tenham a capacidade de produzir no ritmo da etapa final do processo; manutenção da demanda relativamente estável. A Figura 1 apresenta um comparativo entre o processo de produção puxada e o processo de produção empurrada.

Figura 1: Comparativo entre programação empurrada e programação puxada



Fonte: Corrêa e Corrêa (2005).

2.5 Just in Time

O *Just in time* (JIT) foi desenvolvido pela Toyota, após a Segunda Guerra Mundial, e trata-se de um sistema de produção. Este sistema de produção deu início à filosofia do Sistema Toyota de Produção. O Sistema da Toyota é um método racional de fabricação pela eliminação de desperdícios do processo produtivo, como por exemplo, estoques e tempos de espera entre operações, superprodução, transporte, movimentação, peças defeituosas e perdas por processamento. Com as eliminações destas perdas, a empresa passa a trabalhar com um sistema produtivo mais enxuto (MONDEN, 1983). Tubino (2000) acrescenta que, além de reduzir os desperdícios, a filosofia tem como objetivo aumentar a produtividade.

Neste sentido, Corrêa e Giansesi (1999) destacam que o objetivo da filosofia *just-in-time* é eliminar todos os desperdícios e que as matérias primas ou peças devem ser recebidas no momento e na quantidade que são necessárias, para a redução ou a eliminação dos estoques. O ideal seria que a empresa mantivesse somente um mínimo de estoque de produção em elaboração.

A produção em grandes lotes faz com que se descubram os defeitos de produção de uma operação somente quando já foi produzida uma grande quantidade de unidades, o que causa paradas de processos produtivos e elevados números de peças rejeitadas. Como o *just in time* trabalha com lotes de baixa escala de fabricação, os defeitos são identificados e resolvidos, evita retrabalho, desperdício de material e custo de mão de obra (CORRÊA; GIANESI, 1999).

Dentro da filosofia JIT é necessário o desenvolvimento de formas de “puxar” a produção, elaborarr formas de desenvolver um fluxo de informações do final para o início do processo, permitindo uma resposta rápida na resolução de problemas. Uma forma de se chegar ao *just in time* é a de se adotar o sistema *Kanban* para controle de estoques. Apesar de o *Kanban* trabalhar com um nível de estoque no supermercado, é o mínimo necessário para o momento. Com isso tem-se o menor estoque possível. Através do sistema *Kanban* é que o *just-in-time* é operacionalizado no chão de fábrica (OHNO, 1997; SHIMOKAWA,

FUJIMOTO, 2011). O sistema de produção JIT está baseado na entrega de pequenos pedidos em um curto tempo, o que demanda métodos que avaliem constantemente a capacidade produtiva (KHOO et al., 2005) para garantir as entregas.

Neste sentido, Martins (2002) cita outras ferramentas que facilitam a operacionalização do sistema *just in time*. Entre estas ferramentas destacam-se: redução dos tempos de preparação de máquinas (*setup*); implantação de um sistema de Controle da Qualidade; realização de manutenção preventiva nos equipamentos; redefinição do *layout* e a utilização de um sistema *Kanban*.

As mudanças que podem ser observadas em uma empresa que trabalha com JIT são a diminuição de estoques em seu espaço físico de armazenamento, menores lotes de produção, menores tempos de preparação de máquinas ou *setup*, e melhor atendimento à variação de produtos. Desta forma a filosofia do *just in time* é uma estratégia de melhor circulação do capital de giro e melhor atendimento dos clientes externos e internos, o que melhora o resultado da organização a curto prazo, o que contribui para a formação de um diferencial competitivo (MARTINS, 2002).

Para melhorar a gestão de estoques, sem comprometer as entregas, as empresas aplicam os conceitos de JIT e utilizam recursos logísticos, como por exemplo, o sistema *Just in Sequence* (JIS) o qual trata do fornecimento, momento em os fornecedores estão próximos à empresa, em condomínios, ou ainda no conceito de setores que, nos dois casos, atendem diretamente à linha de produção de forma sequenciada, garantindo a entrega dos materiais de acordo com cada projeto (MATSON; MATSON, 2007; HÜTTMEIR et al., 2009).

As montadoras de veículos, entre estas as empresas japonesas, onde nasceu o JIT, esforçam-se para sobreviver em um mercado competitivo, expandir a sua produção global, alcançar níveis consistentes de qualidade e realizar lançamentos simultâneos de novos modelos que irão aumentar o valor frente aos concorrentes, o que justifica a atenção dispensada em estudar e aperfeiçoar o JIT. Consoante isso, este sistema apresenta o objetivo subjacente de eliminar o desperdício, o que pode ser conseguido através de diversos esforços, tais como reduzir o tempo de *lead time* e melhorar a qualidade (OUYANG; WU; HO, 2006; AMASAKA; SAKAI, 2010).

2.6 Atendimento ao Cliente

Segundo Kotler e Keller (2006), ter qualidade no atendimento significa satisfazer o consumidor e atender às suas necessidades. Neste sentido para definir a satisfação do cliente e o seu grau de interação com a empresa são destacados os seguintes pontos: satisfação que significa suprir as necessidades do cliente; fidelização, o que torna o cliente fiel ao seu produto e, sua marca; encantamento: alcançar um alto grau de satisfação do cliente, este a ser um meio disseminador de sua marca no mercado. O atendimento ao cliente pode ser analisado como um diferencial competitivo.

Existem alguns tipos de clientes, entre eles o cliente interno e o cliente externo. O cliente externo é aquele que compra os produtos e os serviços que são oferecidos e não participa do processo de produção e realização do mesmo. Estes clientes podem ser pessoas interessadas no produto, visitantes da empresa, compradores e pessoas que elogiam o negócio da organização. O cliente interno é aquele que trabalha na

empresa e presta serviços. Este cliente participa do sucesso de uma empresa, ele deve garantir e exigir qualidade dos produtos dentro do processo produtivo (LABADESSA; LABADESSA; OLIVEIRA, 2012).

Labadessa, Labadessa e Oliveira (2012) destacam que a qualidade de atendimento é mais importante que o preço do produto. O cliente não se importa com o preço do produto, pois ele já decidiu que é aquele serviço ou produto que quer adquirir, para a realização da compra vai depender da qualidade no atendimento que irá receber ao ser abordado pelo funcionário e por toda a equipe da empresa. Neste sentido Duarte e Silva (2011) destacam algumas formas de as empresas conquistarem e manterem os clientes: oferecer produtos na qualidade e no prazo acordado, realizar treinamentos dos funcionários e criar um ambiente com o cliente de interação e confiabilidade.

2.7 Indicadores de Desempenho

Segundo Kyian (2001), a ação de medição agrega um conjunto de atividades que tem por objetivo quantificar as variáveis de processo para análise e plano de ação para melhorias. Esta ação repassa melhorias para os clientes, os fornecedores e os próprios operadores da produção. Nas organizações são medidos os desempenhos de equipamentos, processos e produtos, permitindo a tomada de decisões futuras. A medição do desempenho somente se justifica se existir um objetivo de analisar e de corrigir os problemas identificados.

A teoria das restrições define que os indicadores são sinalizadores do processo de tomada de decisão, os levam ao encontro da meta da empresa. Goldratt (1996) postula que a teoria das restrições é um meio para a geração de dinheiro hoje e no futuro. Neste sentido, torna-se necessário a identificação de indicadores globais que apontem para o alcance dessa meta. A teoria das restrições apresenta como indicadores globais da organização o Lucro Líquido, Retorno sobre Investimento e Caixa. Apesar da importância destes indicadores, as empresas devem também medir o seu nível operacional, por meio de indicadores do posto de trabalho, que estão diretamente relacionados com indicadores globais.

Goldratt (1996) propõe que, além de indicadores locais e globais, são necessários no mínimo três indicadores e com pelo menos duas correlações, de forma a definir ações ou projeto em uma empresa como um todo. Os indicadores de desempenho devem fornecer informações para diversos fins, como: comunicar as estratégias e valores; identificar problemas e soluções; entender o processo; definir responsabilidade; melhorar o controle e o planejamento; guiar e mudar comportamentos; favorecer o envolvimento das pessoas; tornar o processo mais fácil e delegar responsabilidades.

3. Procedimentos metodológicos

O estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa qualitativa, descritiva através de um estudo de caso. O objetivo deste estudo é apresentar e descrever a proposta e a implementação do programa de produção em uma empresa metalúrgica de Caxias do Sul, por meio de um método de programação e sequenciamento da linha de produção, bem como, apresentação de uma nova forma de trabalho.

Segundo Hair, Bush e Irtinau (2000), a pesquisa qualitativa aborda um problema de pesquisa estu-

dado, em que os dados coletados são analisados, adequado aos conceitos e uma proposta de novas formas de trabalho. Neste artigo utilizou-se a pesquisa descritiva, que apresenta características de um determinado processo apresentando propostas melhorias, este tipo de pesquisa expõe características de um determinado fenômeno, definindo sua natureza sem interferir na realidade estudada (CHURCHILL, 1987).

Para este estudo foi utilizada a metodologia de estudo de caso, que conforme Yin (2009) trata-se de uma investigação experimental, que tem como objetivo investigar um fenômeno inserido em um determinado contexto, quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão definidos.

Para realização da coleta de informações de dados utilizou-se entrevista com os operadores e as pessoas envolvidas na operação de definição do programa de produção. De acordo com Malhotra (2010), a interação do entrevistado com o entrevistador permite um *feedback* e esclarecimentos entre perguntas e respostas, em que o entrevistado recebe informações e comentários a respeito do tema.

As entrevistas ocorreram no período de abril de 2013. Os entrevistados foram: dois gestores responsáveis pelo setor de revisão da empresa; dois operadores envolvidos no processo produtivo; um engenheiro de processo e de produto; um programador da linha de produção. As entrevistas foram gravadas e anotações de campo foram feitas, com duração média de 45 minutos para cada entrevista. Além da entrevista o pesquisador acompanhou o trabalho realizado pela produção para compor o programa e o mix de produção, durante uma semana, em um turno de trabalho. Após esta etapa da pesquisa as informações foram transcritas digitalmente para proporcionar precisão e confiabilidade nos dados (GIBBS, 2009).

Para análise e interpretação dos dados foram realizadas conforme o método de Análise de Conteúdo, que de acordo com Bardin (2004) a análise visa por meios sistemáticos, a descrever o conteúdo e também a gerar indicadores que possibilitam um aprofundamento nas análises e uma melhor interpretação das interferências e dos pontos para tomada de ações. A partir dos objetivos desta pesquisa, considerado o embasamento teórico, definiram-se as categorias *a priori* para a análise e interpretação dos dados: i) identificar a necessidade de implementação de um programa de produção para o setor de revisão da empresa; ii) apresentar uma proposta e um plano de implementação; iii) sincronizar todos os processos da empresa melhorando o atendimento dos clientes internos e externos; iv) definir os indicadores e metas para medir o desempenho; v) coletar dados para alavancar o rendimento do processo produtivo através do programa de produção que visa a um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Na validação dos dados coletados e na apresentação da proposta realizou-se a comparação entre as entrevistas e os documentos fornecidos pelas áreas da empresa e, para manter a confiabilidade, os entrevistados verificaram a transcrição das entrevistas, seguindo as recomendações da metodologia de pesquisa qualitativa (GIBBS, 2009; FLICK, 2004). Com relação ao aspecto de confidencialidade e por questões estratégicas, a empresa reserva-se ao direito de não divulgar o nome, portanto, neste estudo, será denominada Alfa.

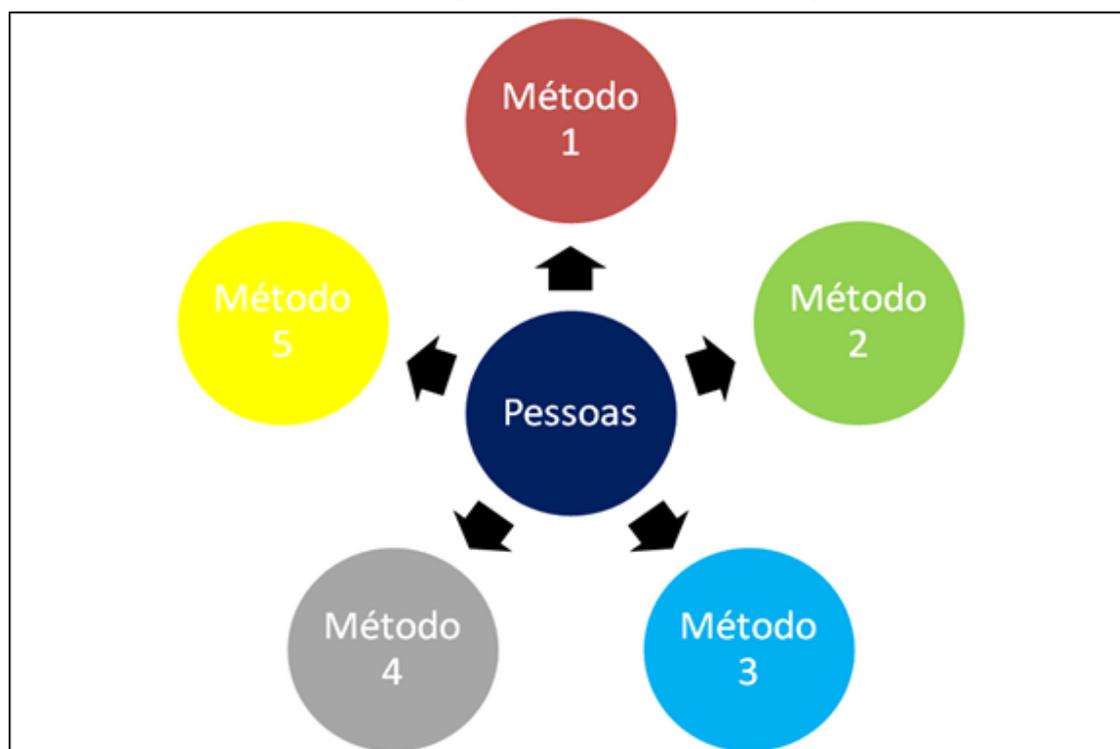
4. Estudo de caso

O presente trabalho desenvolveu-se na empresa Metalúrgica Alfa, com matriz em Caxias do Sul. A empresa fabrica implementos rodoviários, implementos especiais para atender às necessidades específicas

de cada cliente. A pesquisa e o seu desenvolvimento ocorreram no setor de revisão, que é a etapa final de produção e que processa todas as famílias de produtos produzidos. O setor de revisão da empresa é responsável pelo acabamento do produto. Nesta etapa do processo são agregados os componentes estéticos, os componentes elétricos e pneumáticos.

A Figura 2 apresenta o modelo esquemático do sistema de produção da empresa. De acordo com a figura o mesmo é apresentado como grupos de trabalho, e no centro estão às pessoas. A programação da produção está descrita dentro do método dois, que tem por objetivo o atendimento à produção.

Figura 2: Modelo esquemático do sistema Alfa de produção



Fonte: Empresa Alfa (2013).

4.1 Viabilidade de Implementação

Os principais objetivos do trabalho visam melhorar a sincronização entre os demais setores da empresa, que alavanca o prazo de entrega e a melhoria da satisfação dos clientes internos e externos. Para atingir estes objetivos a pesquisa propõe a implementação de um método de programação e sequenciamento de produção no setor de revisão da empresa Alfa.

A programação da produção na empresa ocorria em forma de produção empurrada de seus produtos acabados. Cada setor produzia para atender a sua demanda e a demanda que o mercado estava exigindo. Neste contexto em casos de aumento de produção os setores que eram redimensionados para atender à demanda eram as linhas de soldagem e a área de estamparia, que não abrange os setores que se tornaram gargalo, processos estes que absorviam todos os equipamentos produzidos pela Alfa.

Desta forma a empresa estava gerando bolhas de produtos na entrada das linhas gargalo, que ocasiona atrasos na entrega e superprodução nas etapas anteriores. Outro ponto complicador neste processo é que

o setor de PCP não atuava na programação e sequenciamento das linhas de revisão, o que deixa a cargo da produção em escolher quais equipamentos a serem processados e em também em qual sequência. Este procedimento dificultava o abastecimento de componentes na quantidade e no momento correto. Com este processo a revisão reprovava 7,95% por falta de componentes ou por defeitos de montagem e mais 8,24% por falta de capacidade produtiva ou de aproveitamento inadequado de seus recursos. Com estes números a empresa deixava de liberar uma quantidade de equipamentos por dia que era recuperada em regime de hora extra durante a semana.

4.2 Planejamento e Proposta

De acordo com o cenário da empresa, observou-se que o setor de revisão era um gargalo e que a mesma trabalhava com a programação empurrada. Em pesquisas realizadas identificou-se que a disponibilidade de algumas famílias de produtos era escassa em alguns momentos e exageradas em outros, desta forma não favorecer o mix de produção e não aproveitar a capacidade produtiva instalada. Como este processo era gargalo foi implementado um *buffer* de produtos, servindo como amortecedor e não deixar a área desabastecida e proporcionar a formação de um mix de produtos que favorecesse a produção pelo aumento do volume de equipamentos produzidos.

A partir do trabalho proposto para programar o processo de revisão e a sincronização dos processos anteriores, foi realizado um estudo dos processos existentes. Como forma de avaliar a elaboração da definição do mix de produtos, o PCP entrevistou e acompanhou a montagem deste trabalho até então realizado por um operador da produção. Com este trabalho foi possível chegar a algumas conclusões conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3: Resultado do estudo sobre a programação da revisão

FONTE DE INFORMAÇÃO	MIX	PRAZO DE ENTREGA	PROGRAMA FIRME DE PRODUÇÃO E SEQUENCIAMENTO (DIAS)	ABASTECIMENTO	ÁREAS ENVOLVIDAS COM O PROGRAMA
Lista de prioridade de clientes; Produtos disponíveis e liberados pela etapa anterior (Pintura) vizualizados no pátio.	Realizado de acordo com a disponibilidade	Não era limitante	0,5	Grandes lotes para amortecer indefinição	Montagem Final

Fonte: Empresa Alfa (2013).

A segunda etapa, depois de realizada esta avaliação foi à apresentação da proposta, com as ações para melhorar as informações de programação da revisão e poder agir na causa raiz dos problemas, garantindo uma melhora na produção. A Figura 4 apresenta a forma proposta e a base de dados a ser utilizada para realizar o programa de produção.

Figura 4: Proposta para realização do programa de produção da revisão

FONTE DE INFORMAÇÃO	MIX	PRAZO DE ENTREGA	PROGRAMA FIRME DE PRODUÇÃO E SEQUENCIAMENTO (DIAS)	ABASTECIMENTO	ÁREAS ENVOLVIDAS COM O PROGRAMA
Lista de prioridade de clientes; Produtos disponíveis e liberados pela etapa anterior (Pintura) vizualizados no pátio.	Realizado de acordo com a disponibilidade	Não era limitante	0,5	Grandes lotes para amortecer indefinição	Montagem Final

Fonte: Empresa Alfa (2013).

A proposta de programação da revisão da empresa Alfa foi apresentada e validada juntamente à gestão. No primeiro mês de operação a programação seria realizada em forma de protótipo. A programação era definida pelo PCP inicialmente com um dia de antecedência, e divulgada para a produção. Neste primeiro momento não foi seguida cegamente, pois havia muitos erros a serem corrigidos, como, por exemplo, os apontamentos de produção.

Após o protótipo aprovado o PCP passou a liberar a programação e o sequenciamento da revisão com três dias de antecedência, o que possibilitou que as linhas de soldagem e pintura visualizassem previamente quais seriam as suas prioridades e que a área de logística pudesse realizar a implementação do abastecimento carro a carro.

4.3 Ações Necessárias

Para iniciar o processo de programação puxada pela revisão, alguns pontos foram trabalhados: a criação do *buffer* de produtos; a divisão dos centros de trabalho e readequação dos roteiros; treinamento sobre o novo conceito para os operadores e gestores de cada setor; a reciclagem sobre a importância dos apontamentos de produção e a elaboração de um quadro com a sequência de produção a ser seguida.

O *buffer* de produtos foi desenvolvido com o intuito de não desabastecer a revisão e favorecer a composição de mix ideal para a produção. Esta operação nada mais é do que uma garantia, um amortecedor para interferências que viessem a ocorrer no fluxo produtivo. Para criação desta operação foi cadastrado um novo centro de trabalho e o PCP puxaria os produtos que estivessem dentro deste centro para serem processados. O *buffer* foi dimensionado em um dia de produção, que totaliza cem equipamentos, divididos pelas quantidades que cada família estava comprometida com o atendimento do mercado.

A revisão estava dividida em dois centros de trabalho, o qual, na prática, estava dividido em três linhas de montagem. Cada linha de produção estava preparada para processar sempre as mesmas famílias de produtos, com seus devidos tempos de produção. Por este motivo foi criado um novo centro de trabalho, alocado dentro do sistema onde cada produto o qual considera as restrições do processo.

Para realizar o corte foram reunidas as pessoas da produção e as áreas de apoio para realização de um treinamento sobre o conceito de programação puxada, demonstrado que a revisão passaria a definir o ritmo de produção dos demais setores da organização, já que era o gargalo da empresa.

Também foram repassados os treinamentos de apontamentos de produção, informação fundamental para a programação e o acompanhamento da produção. Como forma de orientar o que produzir o PCP passou a divulgar o programa de entrada de revisão com três dias de antecedência, para as tomadas de ação e disponibilização dos carros. Na entrada da revisão o programa passou a ser disponibilizado no início do turno um e recolhido no dia seguinte para análise e preenchimento dos indicadores. Com o sequenciamento e a lista definida a área de logística melhorou o abastecimento de produção, que passou a abastecer carro a carro, através de um *kit* de componentes.

4.5 Recursos Necessários

Para a implementação da programação da revisão não foram necessários investimentos extra com equipamentos ou software. Os dados foram todos retirados do sistema existente, ou acrescentados como roteiros, centro e *buffer*. Com o acréscimo do *buffer* houve um aumento no estoque em processo, valor este validado junto à gestão da empresa.

No acompanhamento e na programação do setor de revisão o PCP disponibilizou três pessoas. Um programador que passou a definir a lista de produtos a serem processados nas três linhas e a sua sequência e mais duas pessoas para realização do *follow up*, o qual passou a ter o objetivo de disponibilizar e avaliar todas as variáveis envolvidas, que sincronizou os demais setores da empresa para garantia da melhor aderência à programação.

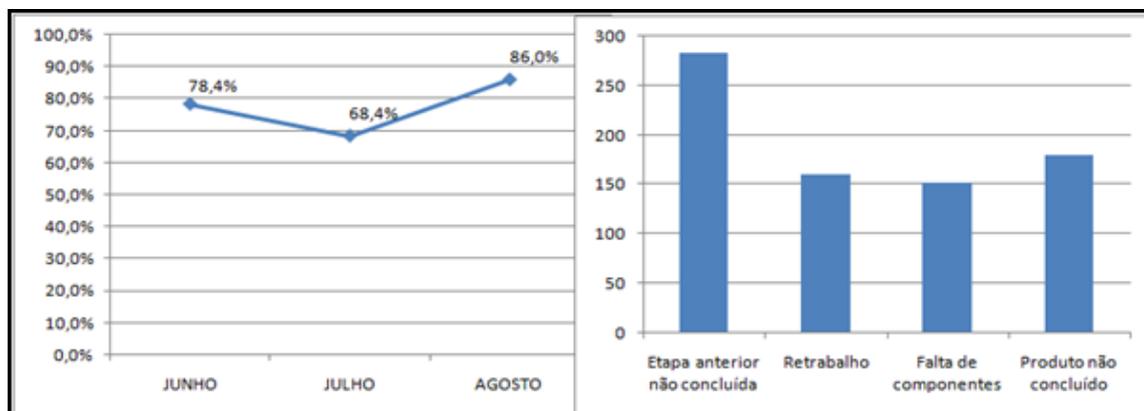
Para o acompanhamento diário foi formada uma equipe de trabalho com um representante de cada linha de produção da empresa, áreas de apoio como Engenharia, Engenharia de processo, Logística e PCP, que discutem brevemente em uma reunião de 30 minutos, realizada no início do turno um e no início do turno dois, os dados do dia anterior e as ações para o dia em questão.

4.6 Indicadores Propostos

Para controlar e definir plano de ação para melhoria e confiabilidade do programa foram sugeridos alguns indicadores. O primeiro indicador é o de aderência a programação, o segundo indicador proposto é medido na saída da linha de produção, o qual apresenta o prazo de entrega geral da empresa, também passou a ser controlado um indicador de média de dias em atraso, que soma os dias de atraso de cada produto em relação ao número de produtos no fluxo produtivo e também o número de produtos que saíam incompletos da revisão, a incompletos que como meta foi estipulada ser menor de 10 produtos de média mensal. A média de dias de atraso de ser o mais próximo de zero.

O indicador de aderência conforme apresenta a Figura 5, demonstra a variação nos meses monitorados, e apresenta as quatro causas macro que afetaram seu rendimento. A aderência tem o objetivo de medir a relação entre o programado e o realizado e tem como meta o mais próximo de 100%. O indicador de aderência gera um Pareto que apresenta os principais motivos da não aderência para geração de plano de ação. Já o indicador de prazo de entrega demonstra a confiabilidade de entrega, ou seja, é a relação entre a data programada e a data real de conclusão. O indicador de prazo de entrega já era medido, o intuito de analisá-lo foi para medir a confiabilidade nas entregas com o novo método de programação da produção puxada da área produtiva da revisão.

Figura 5: Gráfico do indicador de aderência acumulado e Pareto das causas

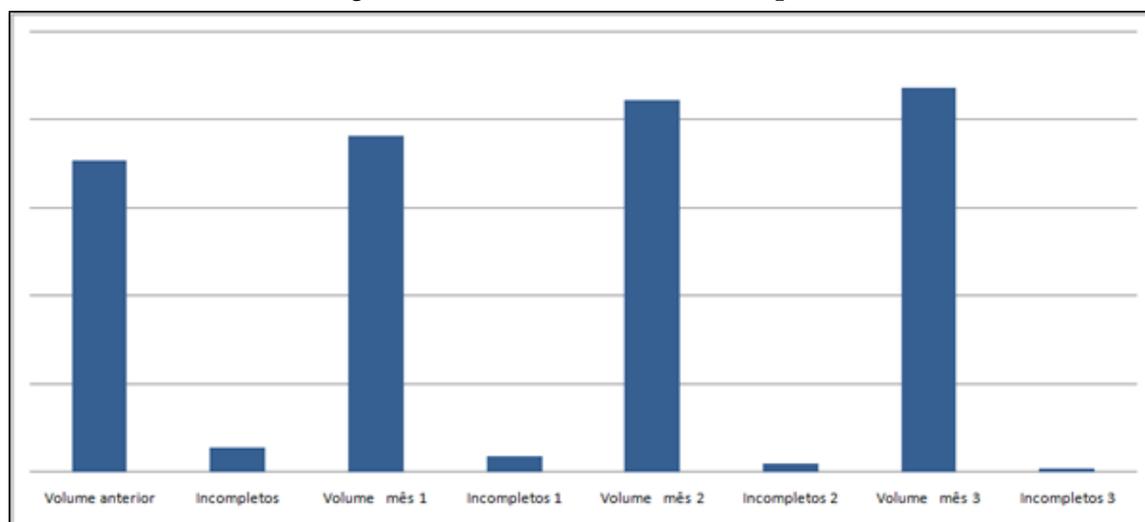


Fonte: Empresa Alfa (2013).

4.7 Resultados Alcançados

Após três meses de monitoramento pôde-se chegar a alguns números positivos sobre a programação do setor de revisão e também sobre alguns pontos para trabalhar e melhorar. A empresa trabalhava com um número de produtos que saíam incompletos do setor de revisão. No primeiro mês monitorado e trabalhado, o volume de equipamentos incompletos baixou em 62,5%. Em três meses o volume de incompletos teve uma queda de 87%. A Figura 6 apresenta a evolução de volumes produzidos em relação ao número de equipamentos incompletos.

Figura 6: Gráfico de volumes e incompletos



Fonte: Empresa Alfa (2013).

A Alfa trabalhava com uma média de dias de atraso em seus produtos, com este trabalho no primeiro mês baixou 35%, no segundo mês baixou mais 20%. O indicador de aderência também apresentou melhora conforme a Figura 5, nos meses monitorados. A meta de 95% não foi atingida até o último mês monitorado. Como forma de corrigir os problemas apresentados no Pareto o grupo de trabalho passou a gerar plano de ação, atacando as maiores interferências.

Devido ao fato de a empresa estar trabalhando com um atraso de produção, o prazo de entrega sofreu uma melhora no primeiro mês, porém, nos meses seguintes, houve uma queda. O prazo de entrega passa a melhorar quanto às metas dos indicadores de aderência, incompletos e os números de dias de atraso estiverem atingidos.

5. Considerações finais

Com o crescimento da concorrência de mercados e na busca por espaço as ferramentas que fazem aproveitamento dos recursos, reduzindo os custos, tornam-se muito importante nas organizações. O trabalho de programação e sequenciamento da produção apresentado no estudo de caso pode ser descrito como uma forma de aproveitamento dos recursos disponíveis de produção reduzindo os custos com retrabalhos e materiais, que possibilita o aumento do diferencial competitivo. Estes recursos de programação permitem a empresa traçar metas, objetivos e identificar as carências e falhas que possam ocorrer, impedindo que as mesmas prejudiquem o processo produtivo. Esta nova situação corrobora com as pesquisas de Slack, Chambers e Johnstona (2002), Lopes e Michel (2007) e Amasaka e Sakai (2010) que apresentam as premissas do JIT, em que este sistema busca sistematicamente eliminar as perdas de processo, para reduzir os custos com estoque em processo, fornecer os produtos na quantidade correta, nos locais e momentos certos. Neste sentido, a programação e sequenciamento da produção são fatores decisivos.

Neste contexto, esta pesquisa apresenta uma proposta de implementação e formas controle, programação e sequenciamento de uma linha de produção de uma empresa de Implementos Rodoviários. Tem como objetivo também a aplicação da filosofia de programação puxada, que sincroniza os processos antecedentes. Este método implementado na empresa Alfa, apresenta sucesso no alcance dos objetivos propostos, que resultou no melhor aproveitamento dos recursos, facilitou o abastecimento da linha de produção, sincronizou o fluxo produtivo através de uma produção puxada, provocando melhora dos indicadores de aderência e retrabalhos, que conseqüentemente melhoram o atendimento ao cliente final, que traduz um diferencial competitivo. Os resultados encontrados na Alfa são suportados pelas premissas de Khoo (2005), Hüttmeir (2009), e Amasaka e Sakai (2010) que expressam a possibilidade da programação e sequenciamento da produção influenciarem positivamente nos índices de produtividade, entrega, qualidade e redução de custos.

Para a implementação deste trabalho foi necessária à interação de diversas áreas da empresa. Foram coletadas informações desde o setor de Vendas, Engenharia e Produção e as ações afetaram as áreas de apoio indireto com a própria Programação da Produção, engenharia de Processo, Logística e Qualidade. Neste sentido, o envolvimento dos diferentes *stakeholders* foi fundamental para o sucesso, o que é evidenciado por Tardin e Lima (2000) que destaca como fundamental condição de liberar mais poder para os operadores de produção, como fator preponderante para o sucesso da implementação de um sistema produção puxada.

Destacam-se algumas dificuldades encontradas na implementação e utilização do programa de produção: i) dificuldade de mudança de cultura da organização, já que os próprios operadores definiam o que produzir e quando produzir; ii) dificuldade no cumprimento do programa de produção, seguindo a exata seqüência de trabalho; iii) dificuldade de sincronizar os processos anteriores para cumprir o prazo de entre-

ga; iv) correção nos apontamentos de produção para identificação do status de cada produto; v) dados fora do sistema como roteiros incorretos e falta de padrão de trabalho na definição da sequência de produção. Estas dificuldades foram superadas mediante o comprometimento e persistência da equipe envolvida, contribuindo para o desenvolvimento de diferenciais competitivos, como propõe Martins (2002).

A principal contribuição acadêmica deste artigo reside na ampliação da discussão sobre o sistema puxado de produção, como forma de programação e sequenciamento da produção. Neste artigo, encontram-se os princípios teóricos apresentados por diferentes autores, que culminam nos achados de pesquisa de cunho gerencial, os quais estão expressos no caso, o qual mostra algumas das principais etapas e fatores relevantes para a implementação da programação e sequenciamento da produção em uma montadora de implementos rodoviários.

Este estudo de caso limita-se à linha de produção de uma empresa metalmecânica, o qual foi realizado na área de programação, controle e sequenciamento. Destaca-se que as demais ações que envolvem Logística, Produção e Processos foram consequentes do trabalho de implementação. Portanto, sugerem-se para pesquisas posteriores, novos estudos envolvendo outras áreas da empresa, levantando os impactos do novo sistema de programação e sequenciamento, assim como estudos que envolvam outras organizações como o objetivo de realizar comparações e evidenciar contribuições para o desenvolvimento da ciência e dos processos de gestão. Estes estudos seriam relevantes para a ampliação dos conhecimentos acadêmicos e aplicações gerenciais.

REFERÊNCIAS

- AMASAKA, Kakuro; SAKAI, Hirohisa. Evolution of TPS fundamentals utilizing new JIT strategy: proposal and validity of advanced TPS at Toyota. **Journal of Advanced Manufacturing Systems** v. 9, n. 2, 85-99, 2010.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2004.
- CHURCHILL Jr., Gilbert A. **Marketing research: methodological foundations**. Chicago: The Dryden Press, 1987.
- CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu G. H.; CAON, Mauro. Planejamento, programação e controle da produção. São Paulo: Atlas, 1999.
- CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. Edição compacta. São Paulo: Atlas, 2005.
- COX III, James F.; SPENCER, Michael S. **Manual da teoria das restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- DUARTE, William Estevão; SILVA, Maria Helena. **Atendimento ao cliente como um diferencial competitivo: uma abordagem teórica**. Rondonópolis - UNIC, 2011.

- FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- GIBBS, Graham. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- GOLDRATT, Eliyahu M. **A síndrome do palheiro**: garimpando informações num oceano de dados. 2. ed. São Paulo: Educador, 1996.
- GOLDRATT, Eliyahu M.; FOX, Robert E. **A corrida pela vantagem competitiva**. São Paulo: Editora Educador, 1989.
- HAIR Jr., Joseph F.; BUSH, Robert P.; ORTINAU, David J. **Marketing research**: a practical approach for the new millennium. New York: Irwin/McGraw-Hill, 2000.
- HÜTTMEIR, Andreas; TRÉVILLE, Suzanne; ACKERE, Ann van.; MONNIER, Léonard; PRENNINGER, Johann. Trading off between heijunka and just-in-sequence. **International Journal of Production Economics** v.118, n. 2, p. 501-507, 2009.
- KIYAN, Fabio Makita. **Proposta para desenvolvimento de indicadores de desempenho como suporte estratégico**. Dissertação de conclusão de curso de Mestrado de Engenharia de Produção: São Carlos - Escola de Engenharia de São Carlos, 2001.
- KHOO, Michael B. C.; QUAH, S. H.; LOW, H. C.; CH'NG, C. K. Short runs multivariate control chart for process dispersion. **International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering**, v. 12, n. 2, 127-1147, 2005.
- KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de marketing**: a bíblia do marketing. 12.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- LABADESSA, Aparecido Silvério; LABADESSA, Luciene Ap. Susi; OLIVEIRA, Luciana Jardim de. **A importância da qualidade no atendimento ao cliente**: Um Estudo bibliográfico. Artigo Científico apresentado no curso de Administração de Empresas. Ariquemes - Faculdades Integradas de Ariquemes - FIAR, 2012.
- LOPES, Rita; MICHEL, Murillo. Planejamento e controle da produção e sua importância na administração. **Revista científica eletrônica de ciências contábeis: Garça** - Faculdade de Ciências Jurídicas e Gerenciais de Garça, 2007.
- MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- MARTINS, Iara Terezinha. **Implantação do Planejamento e Controle da Produção em Ambiente JIT**: Caso Bombas Vanbro LTDA. Trabalho de conclusão de curso de Bacharel em Administração de Empresas: São Leopoldo - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2002.
- MATSON, Jack; MATSON, Jessica. Just-in-time implementation issues among automotive suppliers in the southern USA. **Supply Chain Management: An International Journal**. v. 12, n. 6, p. 432-443, 2007.
- MONDEN, Yasuhiro. **The Toyota production system**. Productivity Press, Portland, OR., 1983.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Introdução a Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira,

1998.

OHNO, Taiichi. *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OUYANG, Liang-Yuh; WU, Kun-Shan; HO, Chia-Huei. The single-vendor single-buyer integrated inventory problem with quality improvement and lead time reduction: minimax distribution-free approach. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*. v. 23, n. 3, p. 407-424, 2006.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Pearson, 2004.

SALES, Alessandra Simoni Ferraz. *Logística na cadeia de suprimentos da indústria automobilística*. Belo Horizonte: Fundação Mineira de Educação e Cultura, 2005.

SHIMOKAWA, Koichi; FUJIMOTO, Takhiro. *O Nascimento do Lean: Conversas com Taiichi Ohno, Eiji e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão*. Porto Alegre: Bookman, 2011.

SHINGO, Shigeo. *O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, Nigel. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuaire; JOHNSTON, Robert. *Administração da produção*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TARDIN, Gustavo Guimarães; LIMA, Paulo Corrêa. *O papel de um quadro de nivelamento de produção na produção puxada: um estudo de caso*. São Paulo: XX ENEGEP-Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2000.

TORRES, Márcio Soares; KLIPPEL, Marcelo. *Considerações sobre o planejamento, programação e controle da produção e materiais com base na sinergia entre o sistema toyota de produção e a teoria das restrições*. In: XXII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba: 2002.

TORRES, Marcio S.; LEITAO, Fabio; RODRIGUES, Luis Henrique; ANTUNES JR., José Antônio V. *Os benefícios da manufatura sincronizada: uma aplicação prática em uma empresa metal-mecânica do setor de autopeças*. Porto Alegre: 2003.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Manual de planejamento e controle da produção*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

YIN, Robert K. *Case study research: design and methods*. 4 ed., v. 5. Thousand Oaks, CA: Sage Publication, 2009.