

Modelo para a Caracterização de Sistemas de Produção: o caso de uma Empresa Metalúrgica

Patrícia Luana Jung (UFSM) patricia.luana.jung@gmail.com
Jéssica Fredi Cocco (UFSM) jessica_cocco@hotmail.com
Pâmela Fagundes Leobeth (UFSM) pamela.leobeth@outlook.com
Carla Hartmann Sturm (UFSM) carlasturm@hotmail.com
Marcelo Battesini (UFSM) marcelo-battesini@ufsm.br

Resumo:

A forma como os Sistemas de Produção (SP) são compreendidos e representados influencia os seu projeto e as estratégias de planejamento a serem utilizadas. Diferentes modelos são apresentados na literatura para estruturar os conteúdos e caracterizar os SP. Este artigo tem o objetivo de caracterizar o SP de uma empresa do setor metalúrgico, situada na região central do Rio Grande do Sul, utilizando como referência o modelo e a concepção de sistema de produção propostos por Groover (2007). O SP foi caracterizado em relação às Tecnologias de Automação e Controle, ao Sistema de Movimentação de Materiais, ao Sistema de Manufatura, ao Sistema de Controle da Qualidade e ao Sistema de Suporte à Manufatura. Essa caracterização permitiu verificar que a empresa está em transição entre uma produção em massa e uma produção enxuta, por apresentar princípios de ambas. O estudo reforçou a importância da caracterização de SP com base em modelos conceituais, etapa anterior e necessária a intervenções de otimização e o planejamento de melhorias.

Palavras chave: Sistema de Produção, Sistema de Manufatura, Movimentação de Materiais, Automação.

Model for Productions Systems Characterization: the case of a Metallurgical Company

Abstract

The way the Production Systems (SP) are understood and represented influences its design and the planning strategies to be used. Different models are presented in the literature to structure the contents and characterize the SP. This article aims to characterize the SP of a company in the metallurgical industry, located in the central region of Rio Grande do Sul, using as reference the model and the conception of the production system proposed by Groover (2007). The SP was characterized in relation to Automation Technologies and Control, Materials Handling System, Manufacturing System, Quality Control System and Manufacturing Support System. This characterization has shown that the company is in transition between mass production and lean production, for presenting principles of both. The study reinforced the importance of characterization of SP based on conceptual, previous step and necessary interventions to optimize the planning of improvements and models.

Key-words: Production System, Manufacturing System, Materials Handling, Automation.

1. Introdução

A capacidade de compreender e representar Sistemas de Produção (SP) são atividades rotineiras de engenharia que subsidiam o seu projeto e planejamento. Os modelos adotados por diferentes autores para a sistematização de conceitos e a apresentação de ferramentas de concepção e otimização de SP, influenciam a compreensão e determina a habilidade de atuar sobre eles. Em busca de um melhor desempenho e aumento da competitividade, muitas empresas têm analisado e aplicado diversos modelos, conceitos e estratégias tradicionais de gestão da produção (BATISTA; MUNIZ; BATISTA JR., 2008).

Utilizar um modelo para análise de um SP, possibilita visualizar a forma como a empresa está organizada para atender as suas necessidades, analisar a disposição das máquinas, a forma de estocagem e como as informações são gerenciadas, permitindo a sistematização do seu funcionamento em um único registro, desde a chegada da matéria-prima até a expedição. Assim, as questões direcionadoras deste artigo são como definir, representar e relatar um SP.

Um SP se refere a uma composição de pessoas, equipamentos e de procedimentos organizados para a combinação de materiais e processos que realizam as operações de manufatura de uma empresa (GROOVER, 2007), incluindo os procedimentos que dão suporte ao funcionamento de máquinas e estações de trabalho no chão de fábrica.

A perspectiva tecnológica é enfatizada por Shingo (1996) compreende sistema de produção como uma rede interligada de processos e operações no tempo e espaço organizada para a transformação de matérias primas em produtos com o mínimo desperdício, e Ohno (1997) que o contextualiza como um método de produção adotado pela empresa para atuar de forma competitiva em um ambiente de crescimento econômico lento.

O modelo de SP adotado por Krajewski, Ritzman, e Malhotra (2009) enfatiza a administração de processos e de cadeias de valor utilizadas pela empresa para competir ao realizar operações de transformação em materiais, planejadas com base em uma sólida estratégia. A distância entre as perspectivas tecnológica e econômica é reduzida pela inserção nos modelos do ambiente, finalidades e clientes, resultando em modelos mais complexos e representativos.

Chiavenato (2005) entende um SP como a maneira como a empresa administra seus elementos componentes e realiza operações de produção, entendendo-o como um sistema aberto conjunto de elementos, ou partes, inter-relacionadas que existe para atingir um objetivo comum, envolto por um ambiente que o envolve externamente com o qual realizam trocas. Gaither e Frazier (2002) combina as perspectivas tecnológicas e econômicas de SP, caracterizam a produção como um *sistema* de transformação com entradas e saídas, que deve articular a função produção com as demais funções organizacionais, sendo necessário tomar decisões estratégicas, operacionais e de controle. Slack, Chambers e Johnston (2009) enfatizam as atividades de administração da produção, que deve gerenciar recursos disponíveis destinados à produção e disponibilização de produtos e serviços (*operations management*) em base em estratégias de operações.

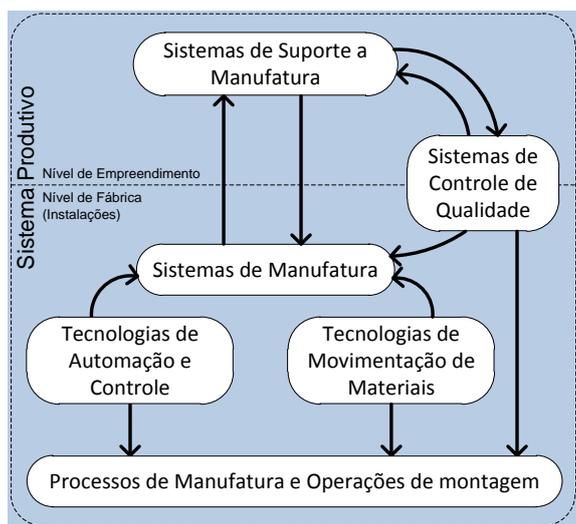
Tendo em vista a necessidade de relatar um SP e as diferentes abordagens para analisá-los, este artigo tem o objetivo de caracterizar um Sistema Produtivo utilizando como referência o modelo e a concepção de sistema de produção propostos por Groover (2007).

2. Procedimentos Metodológicos

A metodologia é o caminho que se traça para se atingir determinado objetivo (MICHEL, 2009), sendo importante caracterizar, conforme Santos (2007), os objetivos, as fontes utilizadas e os procedimentos de coleta que identificam a natureza metodológica de trabalhos de pesquisa. O presente trabalho tem objetivo exploratório, utiliza como fonte de dados a bibliografia e a pesquisa de campo que utilizou a pesquisa de levantamento como procedimento de coleta. A coleta de dados ocorreu no primeiro semestre do ano 2014 em uma empresa metalúrgica situada na região central do Rio Grande do Sul, onde 38 funcionários trabalham em dois turnos diários.

A pesquisa conduzida pode ser caracterizada como um estudo de caso (Yin, 2010 e Miguel, 2007) pela sua natureza empírica utilizada na investigação de um fenômeno contemporâneo em um contexto da vida real, onde um único caso serviu de referência para investigar como caracterizar um SP e porque utilizar o modelo teórico.

A partir da revisão da literatura, foi adotado para caracterizar a empresa estudada o modelo conceitual proposto por Groover (2007), como indicado na Figura 1. Os elementos constituintes dos SP, utilizados para estruturar este artigo, são caracterizados em termos donível de empreendimento e de instalações. Os sistemas de suporte a manufatura envolvem o conjunto de procedimentos usados pela companhia para gerenciar a produção e para resolver problemas técnicos e logísticos, encontrados nos pedidos de materiais, trabalho de movimentação através da fábrica, garantia da qualidade, incluindo também as funções de negócio e o desenvolvimento de produtos, enquanto as instalações são constituídas pela fábrica, pelos equipamentos e pela forma como os equipamentos estão organizados.



Fonte: Adaptado de Groover (2007)
Figura 1- Sistema Produtivo

3. Sistema de Produção da Empresa

A empresa produz talhas elétricas, pontes rolantes, cabeceiras, guinchos especiais, monta cargas sob encomenda, a partir de projetos personalizados desenvolvidos para atender as necessidades dos clientes, fabricando grande parte dos componentes do seu produto final. Um pequeno estoque de talhas elétricas, produto com a maior demanda, é mantido para atender clientes com maior rapidez. No ano de 2013 a empresa fabricou e vendeu 324 itens, sendo 38 pontes rolantes, 25 cabeceiras e 261 talhas, com capacidades entre 5 e 32 toneladas.

As instalações da empresa são constituídas de um pavilhão de alvenaria dividido entre a administração e a produção, além de uma área externa em anexo dedicada a produção. A empresa conta com diversas máquinas, sendo algumas automatizadas, equipamentos e ferramentas. Identificou-se que o leiaute utilizado é de processo, no qual os equipamentos são dispostos de acordo com a sua função, arranjados em 17 setores de produção e de administração. Os clientes são atendidos na recepção da empresa que também é utilizada para realizar reuniões com os funcionários.

Para entrar no setor de produção é necessário o uso de EPIs, pois o ruído é muito intenso e existe risco de lesões nos olhos, causados por fagulhas. O controle de pedidos é realizado no escritório de produção I que está localizado ao lado do setor de elétrica, onde os componentes elétricos são montados. Os setores de usinagem I e II são compostos por três tornos CNC, um centro de usinagem CNC com 30 ferramentas, quatro tornos convencionais, três furadeiras de bancada, uma furadeira de coluna, duas fresadoras, duas dentadoras, duas serras, uma chanfradeira e uma calandra, leiaute indicado na Figura 2.

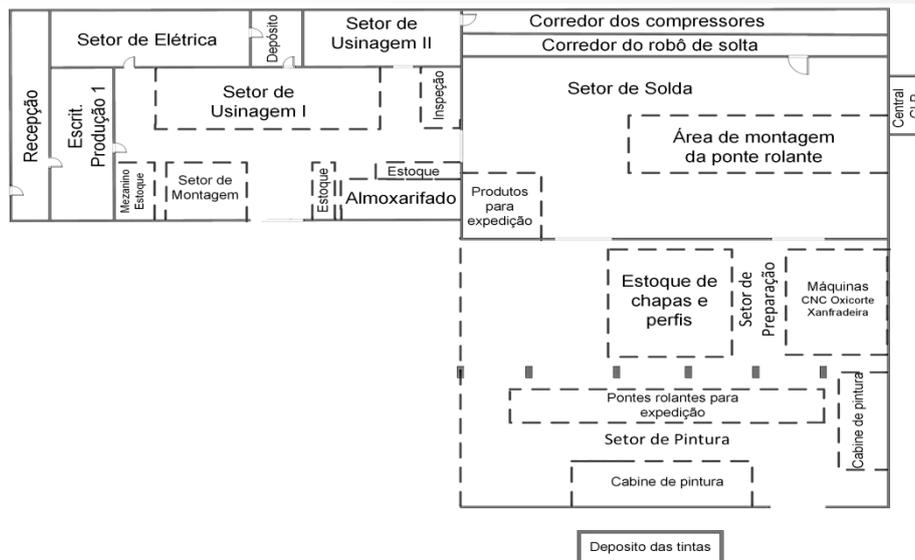


Figura 2- Leiaute do pavilhão da empresa

Paralelo aos setores descritos está o setor de montagem, onde ocorre o acoplamento das peças que compõem o produto final. Todos os produtos comercializados pela empresa são montados neste setor, somente produtos que ao final da montagem pesem mais de uma tonelada são retirados do mesmo antes da sua finalização, pois o mecanismo de manuseio tem capacidade para até uma tonelada. Os motores das talhas são armazenados em um mezanino ao lado do setor de montagem, sendo que abaixo do mezanino ficam estocadas as peças pequenas que são usinadas pela empresa.

No almoxarifado são estocados apenas as peças compradas para produção dos produtos da empresa, são peças relativamente simples como parafusos e porcas. Ao lado do almoxarifado são realizados os testes das talhas, onde todas são devidamente testadas antes de serem entregues aos clientes. O escritório de produção II é localizado em um mezanino onde é realizada a organização dos pedidos e o controle de produção abaixo do qual está o refeitório dos funcionários. O setor de soldagem que é composto por 29 máquinas de solda e um robô de solda. Paralelo a soldagem, está o corredor de compressores e a central de GLP. As talhas para expedição ficam dispostas no setor de soldagem. No setor de preparação ficam as chapas e os componentes que são terceirizados para a produção e, algumas máquinas de corte.

Na área externa da fábrica, onde os produtos são finalizados, está o setor de pintura, que conta com duas cabines de pintura. As tintas são armazenadas no depósito de tintas que fica afastado do pavilhão. Como não existe um setor específico para corte na empresa as máquinas corte plasma manual, máquina de corte CNC, guilhotina e oxicorte CNC ficam distribuídos nos setores da fábrica. A produção da empresa é caracterizada por lotes, de acordo com os pedidos dos clientes.

3.1 Tecnologias de Automação e Controle

A empresa não apresenta um alto nível de automação, definida por Groover (2007) como uma tecnologia onde um processo é executado sem o auxílio humano. Foi identificado uma automação em nível de máquina, onde máquinas automatizadas atuam de forma independente, sem receber instruções de um computador em nível de planta e sem conexão entre si. A Figura 2 registra o torno de Controle Numérico Computacional (CNC) (a), a oxicorte CNC (b), plasma CNC (e), o centro de usinagem CNC (c) e o robô de solda (d).

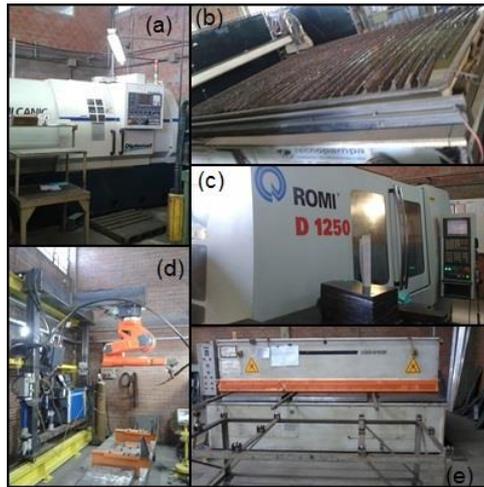


Figura 3 - Máquinas automatizadas identificadas

As máquinas de controle numérico computacional (CNC) são programadas para executar um ciclo de operações repetidamente a exemplo do torno CNC, que permite usinar peças com forma geométrica de revolução, enquanto uma ou diversas ferramentas de corte são pressionadas em um movimento regulável de avanço em direção à superfície da peça, removendo material de acordo com o programado.

A Oxicorte CNC realiza o processo de seccionamento de metais através da erosão térmica, onde o objeto metálico, após ser aquecido, é submetido a um jato de oxigênio, causando sua oxidação. A plasma CNC realiza o processo de corte utilizando um gás eletricamente condutor para transferir energia de uma fonte de alimentação elétrica, por meio de uma tocha de corte, ao material que está sendo cortado. O centro de usinagem CNC realiza processos de remoção de material da peça sob forma de cavaco, contando com 30 diferentes ferramentas.

Um robô industrial é definido pela ISO 8373 como um manipulador multiuso, reprogramável, controlado automaticamente, que pode ser ou fixo em um lugar ou móvel para uso em aplicações de automação industrial. O robô de solda realiza a operação de soldagem, visando a união de duas ou mais peças e garantindo a continuidade das propriedades físicas e químicas na junta.

3.2 Sistemas de Movimentação de Materiais

A movimentação e a manipulação de materiais se referem à movimentação, estocagem, proteção e controle de materiais (TOMPKINS et al., 1996). O acondicionamento das peças é a base do sistema de manipulação, sendo usadas são caixas de plástico e paletes. As caixas de plástico são utilizadas para pequenas peças usinadas. Quando uma peça do lote está finalizada a mesma é acondicionada nas caixas até que o lote esteja concluído, quando então o recipiente é levado até o estoque de peças produzidas pela empresa, é possível observar na Figura 4 f. Os paletes são usados para acondicionar peças de grande porte ou pesadas. As peças são usinadas e dispostas nos paletes, ver Figura 4 g, até que todo o lote esteja processado, depois o lote é levado para o setor de solda onde fica estocado.

A empresa utiliza para a movimentação veículos industriais manuais e paleteiras manuais, bem como as pontes rolantes, braços giratórios e guinchos especiais, que também fazem parte do mix de produtos da empresa. Os veículos industriais manuais, ver Figura 4 h, são utilizados para movimentar materiais entre um setor e outro, já que são pequenas as distâncias percorridas no chão de fábrica, a exemplo das pontes rolantes que são montadas no setor de solda e precisam ser transportadas até a pintura e das talhas que são levadas da montagem ao setor de testes, setor de pintura e setor de expedição.

As paleteiras manuais transportam os paletes com kits retirados do almoxarifado que servem para realizar testes nas pontes rolantes, Figura 4 i e peças grandes ou pesadas, como por exemplo chapas que saem do setor de usinagem I e são levadas até a soldagem.



Figura 4 - Sistema de acondicionamento e movimentação de materiais

As pontes rolantes são de grande importância na empresa, podendo ser encontradas em diversos setores, visto que a empresa possui produtos de grande porte sendo possível a movimentação somente através delas. Os únicos setores que não contam com pontes rolantes são o setor de elétrica e os setores de usinagem I e II. No setor de elétrica não são movidas peças que necessitem do auxílio de pontes. Já, no setor de usinagem I e II, as partes são movidas através de guinchos (Figuras 5 j) ou braços giratórios (Figuras 5k) entre as máquinas de usinagem mecânica, tornos CNC e o centro de usinagem, em razão da área de movimentação ser pequena e as partes não possuem peso elevado.

Do setor de montagem até o almoxarifado há uma ponte rolante com capacidade de uma tonelada, ver Figuras 5(l). Nessa área a ponte rolante é responsável por fazer a movimentação dos materiais que estão em estoque na frente do almoxarifado até a área de montagem. Essa movimenta também as talhas da mesa de montagem para o carro manual, quando já estão prontas para seguirem o processamento.

O setor de soldagem conta com uma ponte rolante de cinco toneladas que movimenta principalmente as pontes rolantes que são produzidas no setor. Nesse setor são soldadas as pontes rolantes com até três metros de comprimento. A primeira soldagem é com o robô de solda. Quando completada a soldagem, a ponte rolante é usada para retirar a que está no corredor e movê-la até o meio do setor para que seja finalizada a sua construção. Posteriormente é realizado a finalização, onde a ponte rolante é movimentada até o carro manual para ser transportada para a pintura.

No setor de preparação é utilizada com uma ponte rolante para movimentações de chapas de aço que são utilizadas na produção, ver Figuras 5 (m), enquanto que no setor de soldagem outros componentes também são movimentados com o auxílio de uma ponte rolante como identificado na Figuras 5 (n).



Figura 5 - Mecanismos de movimentação de materiais

Após soldadas as peças são levadas até o setor de pintura, a mesma com o auxílio de outra ponte rolante. Como a ponte rolante que está sendo produzida não cabe por inteiro na cabine de pintura, suas partes são pintadas devendo esperar pela secagem da tinta para então serem removidas. Concluída todo o procedimento de pintura, a ponte rolante em processo é retirada da cabine e colocada ao lado para a mesma terminar de secar.

Os métodos utilizados para sistema de estocagem de matéria-prima, peças e componentes são em pilhas, estantes e prateleiras do tipo cantilever. No sistema de pilhas os materiais são estocados de maneira que as próprias cargas servem de suporte, sendo utilizadas na área de estocagem de materiais e no setor de montagem das talhas como mostra a Figuras 6 (o), além do setor de preparação onde são empilhados perfis e chapas, ver Figuras 6 (p). As estantes são utilizadas no setor de montagem dos componentes elétricos, ver Figuras 6 (q), no setor de montagem das talhas, Figuras 6(r), e no setor de usinagem ao lado das máquinas com as ferramentas e peças utilizadas nas máquinas. A prateleira cantilever é utilizada no setor de preparação com os perfis, Figuras 6 (s).



Figura 6 - Métodos de estocagem de materiais

3.3 Sistemas de Manufatura

Um Sistema de Manufatura (SM) é composto por equipamentos integrados e recursos humanos cuja função é executar uma ou mais operações de processamento ou de montagem em um material inicial, é onde é realizado o trabalho de adição de valor ao produto (GROOVER, 2007), podendo ser caracterizados em função: do tipo de operações realizadas, do número de estações de trabalho e sistemas de leiaute, do nível de automação e da variedade das partes/produto.

Na empresa em estudo, são realizadas operações de processamento e de montagem e as máquinas são organizadas por processo caracterizando um sistema de manufatura multi-estação com rotas variáveis. Apesar de a empresa possuir automação em nível de máquina, as operações realizadas são compatíveis com o trabalho não automatizado, dado elas demandarem a atenção em tempo integral de operadores dedicados. A variedade é pequena com apresenta alguma flexibilidade de produtos caracterizada pela proposta de atender sob encomenda produtos personalizados.

3.3.1 Análise quantitativa

A máquina considerada gargalo na produção é a empresa, é a o centro de usinagem CNC por realizar diversos processos de usinagem com grande exatidão. Para fazer a análise quantitativa da capacidade de produção desta máquina, foram escolhidas 2 peças que são usinadas por ela e que são de grande importância para a montagem das talhas.

A peça A0887-Chapa do trole elétrico 3T (peça 1), que tem um tempo de ciclo de 0,305 h/pç e a A1620-Chapa do trole manual de 5T (peça 2), com um tempo de ciclo de 0,38 h/pç. O lote mínimo produzido da peça 1 é de 12 peças e da peça 2 de 10 peças. O tempo de *setup* para o preparo da máquina é de cerca de 25min (0,417h) para cada lote, sendo que ao início de cada dia a máquina requer 0,5h para o aquecimento (T_a). Os tempos (T) para a produção dos lotes das peças 1 e 2 e o tempo total dos lotes são dados por:

$$T_{\text{Lote}} = T_{\text{setup}} + Q \cdot T_c$$

$$T_{1\text{Lote } Pç1} = 4,077 \text{ h/lote}$$

$$T_{2\text{Lote } Pç2} = 4,217 \text{ h/lote}$$

$$T_{\text{Total}} = T_{1\text{Lote}} + T_{2\text{Lote}} + T_a = 4,077 + 4,217 + 0,5 = 8,794 \text{ h}$$

O tempo (T) e a taxa de produção média (R_p) para os lotes é de e a capacidade produtiva semanal (CP) da máquina para uma jornada de 44h é de:

$$T_{p \text{ médio}} = T_{\text{Total}}/Q = \frac{8,794}{22} = 0,4 \text{ h/pç} \quad \text{e} \quad R_{p \text{ média}} = 1/T_{p \text{ médio}} = 2,5 \text{ pç/h}$$

$$CP = 44\text{h} * R_p = 44 * 2,5 = 110 \text{ pç/sem}$$

Caso a empresa tenha de produzir 100 peças 1 e 100 peças 2 em uma semana, com 5 lotes de cada, o número de centros de usinagem CNC necessários, é dado por $WL = \sum Q \cdot T_c$:

$$WL = (100 \text{ pç/sem} * 0,305 \text{ h/pç}) + (10 \text{ lotes} * 0,417 \text{ h}) + (100 \text{ pç/sem} * 0,38 \text{ h/pç}) + (5 \text{ d} * 0,5\text{h}) = 75,17 \text{ h/sem}$$

$$n = \frac{WL}{AT} = \frac{75,17 \text{ h/sem}}{8,8\text{h} * 5\text{d}} = 1,7 \text{ centros CNC}$$

Como seria esperado, com apenas um centro de usinagem CNC a empresa não conseguiria atender a produção de 200pç dos tipos 1 e 2, que ultrapassam a CP, sendo então necessário comprar outra máquina ou aumentar o tempo de produção com horas extras. Nesse caso, seriam necessárias 31,17 h/sem ou 6,23 h/dia (75,17 h/sem - 44 h/sem) para atender a

demanda, sendo recomendável a utilização de um terceiro turno de trabalho. Essa análise determinística indica um potencial desbalanceamento entre os setores de corte e usinagem.

3.4 Sistemas de Controle de Qualidade

O Sistema de Controle de Qualidade é realizado desde a chegada das matérias primas até a montagem final do produto. A matéria prima é entregue na empresa pelo fornecedor, e antes de iniciar o processo de fabricação são realizados inspeções visuais e dimensionais, para verificar a condição do material. Na montagem final são realizados testes para verificar o funcionamento dos produtos. Para realizar essas inspeções são utilizados paquímetros e blocos de massa padrão para testar a capacidade de peso das talhas, que é avaliada quanto ao atendimento das especificações e da carga máxima para qual foram projetadas.

Quando identificada alguma pela peça não conforme é feita uma análise por parte do chefe de produção e do funcionário responsável, para a adoção de ações corretivas. Assim, a empresa apresenta a cultura de produzir da maneira certa na primeira vez, em todas as etapas do processo, porém, medidas corretivas são tomadas somente após a identificação de problemas.

3.5 Sistemas de Suporte à Manufatura

O Sistema de Suporte à Manufatura (SSM) é responsável pelo gerenciamento da produção e resolução de problemas técnicos e logísticos relacionados ao projeto de produto, planejamento de processos, requisição de materiais, controle de inventário em processo, movimentação e entrega do produto ao consumidor (GROOVER, 2007).

A empresa estudada utiliza o Sistema ERP da DataSul (*Enterprise Resource Planning*) dando suporte ao suprimento de materiais, controle da manufatura e controle contábil, financeiro e fiscal dos processos. O sistema permite que não falem peças, e que se produza dentro do limite do estoque mínimo, gerando uma ordem de produção somente após identificar a quantidade de peças existentes em estoque. A ordem de produção é então avaliada pelo responsável para identificar a real necessidade de se produzir as peças indicadas e a produção é iniciada, após verificar-se se há a matéria prima em estoque. Caso contrário, o sistema ERP envia a ordem de produção para o setor de compras para a aquisição da quantidade de matéria-prima à produção de determinada peça.

Na chegada da matéria-prima é realizada a conferência entre a ordem de compra com a nota fiscal. Se não houver irregularidades a matéria-prima é enviada direto para a industrialização ou para o estoque. Se houver problema na nota, a ordem de compra e a ordem de produção são reajustadas para a quantidade de matéria-prima que chegaram.

A análise do SP permitiu identificar características de diferentes formas de gerenciamento da produção, não tendo sido identificadas características de uma manufatura ágil. A empresa adota princípios de produção em massa ao cobrar pelo custo do produto, que tem uma expectativa de longo ciclo de vida, e ao utilizar um relacionamento com os consumidores em um único momento. Os princípios de uma produção enxuta ao produzir produtos customizados, ao utilizar uma produção flexível à variedade de produtos e depende do balanceamento da produção e ao adotar a melhoria contínua e a produção com qualidade na primeira vez. Observa-se assim que a empresa está em transição de uma organização para produção em massa para uma produção enxuta.

4. Considerações Finais

Este artigo caracterizou um Sistema Produtivo, utilizando como referência o modelo e a definição de sistema de produção propostos por Groover (2007). O modelo se apresentou robusto e de fácil compreensão, permitindo uma caracterização completa do SP estudado em relação a cada um de seus elementos.

As Tecnologias de Automação e Controle identificadas no SP investigado caracterizam automação em nível de máquina e nível de manuseio manual. O Sistema de Movimentação de Materiais utiliza caixas plásticas e paletes para unificar cargas movimentadas com o auxílio de veículos industriais manuais, pontes rolantes, braços giratórios e guinchos especiais, sendo armazenados em pilhas, estantes e prateleiras do tipo cantilever. O Sistema de Manufatura realiza operações de processamento e de montagem, em máquinas organizadas por processo caracterizando um sistema de manufatura multi-estação com rotas variáveis, permitindo a produção de uma variedade pequena com alguma flexibilidade a novos produtos. O Sistema de Controle da Qualidade enfatiza a montagem e o teste final.

Com base nessa caracterização identificou-se que a empresa está em transição de uma organização para produção em massa para uma produção enxuta, por apresentar princípios de ambas às formas de gerenciamento da produção. O estudo demonstrou a importância do uso de modelos conceituais na caracterização de SP em atividades rotineiras de engenharia, etapa anterior e necessária a intervenções de otimização e o planejamento de melhorias.

Referências

- BATISTA, J. B.; MUNIZ, J.; BATISTA JR.** *Análise do Sistema Toyota de Produção: estudo exploratório em empresas brasileiras do grupo Toyota*. In: ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 13., Rio de Janeiro, 2008. Anais... Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.
- CHIAVENATO, I.** *Administração de Materiais: uma abordagem introdutória*. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2005.
- GAITHER, N.; & FRAIZER, G.** *Administração da Produção e Operações*. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002.
- GROOVER, M. P.** *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. 2.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007.
- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M.** *Administração de Produção e Operações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- MICHEL, M. H.** *Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- MIGUEL, PAULO A. C.** *Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução*. Revista Produção. Vol. 17, n. 1, p. 216-229.
- OHNO, T.** *O Sistema Toyota de Produção*. São Paulo: Bookman, 1997.
- SANTOS, A. R.** *Metodologia científica: a construção do conhecimento*. 7. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.
- SHINGO, S.** *O Sistema Toyota de Produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; & JOHNSTON, R.** *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 2009.
- TOMPKINS, J.; WHITE, J.; BOZER, Y.; FRAZELLE, E.; TANCHOCO, J.; & J, T.** *Facilities Planning*. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- YIN, R. K.** *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.