

Avaliação da Área de Operações como Agente Determinante na Competitividade das Empresas

José Carlos Alves Cordeiro
jose.cordeiro@prada.com.br
UNITAU

Valesca Alves Correa
valesca@unitau.br
UNITAU

Luiz Eduardo Nicolini do Patrocínio Nunes
luiz@unitau.br
UNITAU

Resumo: Este trabalho tem como objetivo contribuir com o processo de decisões em estratégias de produção no que se refere a decisões de curto prazo e otimização de recursos produtivos. Algumas dessas decisões, foco deste artigo, são sobre as questões clássicas: o que deve ser produzido, quanto deve ser produzido, quais produtos devem ser produzidos e qual deve ser o prazo para entrega. Estas questões poderiam de certa maneira ser respondidas facilmente quando os mercados possuíam menores exigências quanto à qualidade, prazos e quantidades. Para determinados mercados cuja competição é baseada na diversidade de produtos e no tempo de resposta, isto é, clientes que desejam velocidade no atendimento, alta variedade e confiabilidade, estas questões tornaram-se complexas. Este artigo demonstra que se podem conseguir bons resultados por meio de análises estatísticas e otimização de recursos produtivos mesmo considerando um sistema de entradas aleatórias, com um único recurso produtivo e limitado por restrições e tendo que decidir por dois tipos de atendimento conflitantes: produzir para estoque ou produzir sob encomenda. Propõe por meio de uma abordagem quantitativa analisar a questão sob a perspectiva da teoria das filas e análises estatísticas melhorar a eficiência de um recurso produtivo por meio de uma estratégia diferenciada de atendimento.

Palavras Chave: estratégias de produ - decisões de curto pr - teoria das filas - vantagens competitiv



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas industriais brasileiras se encontram em um ambiente de alta competitividade e intensa busca de melhores resultados econômicos. Diversos setores industriais buscam gerir e entender suas organizações, a fim de que possam estabelecer suas melhores estratégias de negócio para se manter competitivas e conquistar novos mercados consumidores.

Neste ambiente competitivo, as estratégias de negócio têm sido direcionadas na busca constante de inovações e respectiva customização em massa nos produtos e serviços. É vital neste contexto, possuir agilidade nas decisões estratégicas, permitindo que a empresa altere sua forma de competir de acordo com as mudanças do mercado e contextos econômicos.

A área de operações pode atuar e orientar suas decisões de acordo com as escolhas estratégicas da empresa, ou seja, escolher em quais critérios competitivos poderia focar seus recursos operacionais para dar suporte à estratégia competitiva da empresa e, conforme sua atuação e desempenho ao longo do tempo, transformar as próprias operações em fonte de vantagem competitiva.

Nas empresas industriais, gestores a todo o momento são colocados à prova para optar sobre quais são as melhores decisões a serem tomadas no sentido de atender questões como aumento de produtividade, redução de custos e melhorar índices de desempenho de seus indicadores.

Este estudo busca contribuir com o processo de decisões em estratégias de produção no que se refere a decisões de curto prazo e otimização de recursos produtivos. Uma dessas decisões, foco deste trabalho, é a questão sobre como, quanto e quais produtos devem ser produzidos de forma a aumentar a produtividade sobre o processo de produção e manter níveis de serviço competitivos. Foi escolhida uma linha de produção de uma empresa metalúrgica localizada na região sudeste do Brasil como objeto de análise.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente o estudo sobre estratégias de produção tem se destacado quanto a sua relevância tanto quanto aos seus aspectos de conteúdo, quanto ao seu processo de formulação, e sua relação com as prioridades competitivas das empresas.

2.1. ESTRATÉGIAS

Tornar as estratégias delineadas pela alta direção, em ações alinhadas em toda a organização é um desafio para a alta e média gerência, suas ações devem ser orientadas para que as pessoas tomem suas decisões de acordo com os objetivos e resultados esperados.

Jabbour e Alves Filhos (2010) resumiram em seu estudo que estratégia empresarial como um conjunto de metas e planos de ação que ajudam a alocar os recursos da organização numa viável posição de forma a assegurar a vantagem competitiva.

Paiva et al. (2009) consideram que a melhor definição sobre estratégia que se ajusta a atual realidade é a que representa uma adaptação entre um ambiente dinâmico e um sistema de operações estável, fazendo que a organização ajuste-se ao ambiente continuamente.

Slack et al. (1999) definiu estratégia como um padrão global de decisões e ações que posicionam a organização em seu ambiente e têm o objetivo de fazê-la atingir seus objetivos de longo prazo.

2.2. OS TRÊS NÍVEIS ESTRATÉGICOS DAS EMPRESAS

Jabbour e Alves Filhos (2010) descrevem que, a estratégia é definida por níveis de decisões hierárquicas seguindo uma perspectiva *top-down*, decisões de longo prazo feitas pela estratégia corporativa, decisões de posicionamento de mercado feito pela estratégia de negócios e por fim missões individuais onde se enquadram as estratégias funcionais.



Paiva et al. (2009) apresentam os três níveis estratégicos de uma organização conforme mostra a Figura 1. A estratégia da corporação (grupo empresarial), a estratégia de negócios (unidade estratégica de negócios, empresa ou divisão), que se relaciona com a obtenção e a manutenção da vantagem competitiva, e a estratégia funcional, ligada às diversas áreas da unidade estratégica de negócios, como a estratégia de manufatura ou operações, tema deste trabalho.

Slack et al. (1999) já destacavam que os três níveis da estratégia:

Corporativo, do negócio e funcional – formam uma hierarquia na qual a estratégia de negócio é uma parte importante do ambiente no qual as estratégias funcionais operam, e a estratégia corporativa é um elemento importante do ambiente no qual a estratégia de negócio se encaixa.



Figura 1: Representação dos níveis estratégicos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2.1. ESTRATÉGIAS FUNCIONAIS

O nível das estratégias funcionais contribui para atender os objetivos estratégicos no negócio, traduzir os objetivos competitivos dos negócios em objetivos funcionais, gerenciarem os recursos das funções de forma a atingir os objetivos funcionais e estabelecer prioridades de melhorias de desempenho (SLACK, 1999). São influenciadas pelas expectativas da alta direção a respeito da função, habilidades do pessoal, capacitação tecnológica e sua organização e planejamento.

2.3. ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO

Paiva et al. (2009) admitem que exista certa concordância que as definições sobre estratégias de produção devem coincidir com os objetivos da empresa ou unidade de negócios, alcançarem os objetivos da área de operações, buscarem vantagens competitivas e focalizar um padrão de decisões consistente.

Segundo Slack et al. (1999) estratégia de (micro) operações é o padrão global de decisões e ações, que definem o papel, os objetivos e as atividades de cada parte da produção de forma que estes apoiem e contribuam para a estratégia de produção do negócio.

Jabbour e Alves Filhos (2010) demonstraram que trabalhos sobre estratégias de produção mais recorrentes estão relacionados ao conteúdo, isto é, representam as decisões tomadas pela corporação



para eficácia da estratégia. Trabalhos sobre formulação e implementação estão representados menores em número.

Os gestores devem traduzir para operações as definições estratégicas corporativas ou das unidades de negócio. Por exemplo, definições estratégicas como a busca do retorno sobre investimentos não traduz ações específicas para o chão de fábrica. É necessário identificar medidas na gestão de operações que impactam no processo estratégico da empresa.

Com intuito de direcionar alguns objetivos da operação e relacioná-las com a estratégia de negócios, Hopp e Spearman (2000), apresentaram uma hierarquia de objetivos da área de produção como demonstra o esquema da Figura 2.

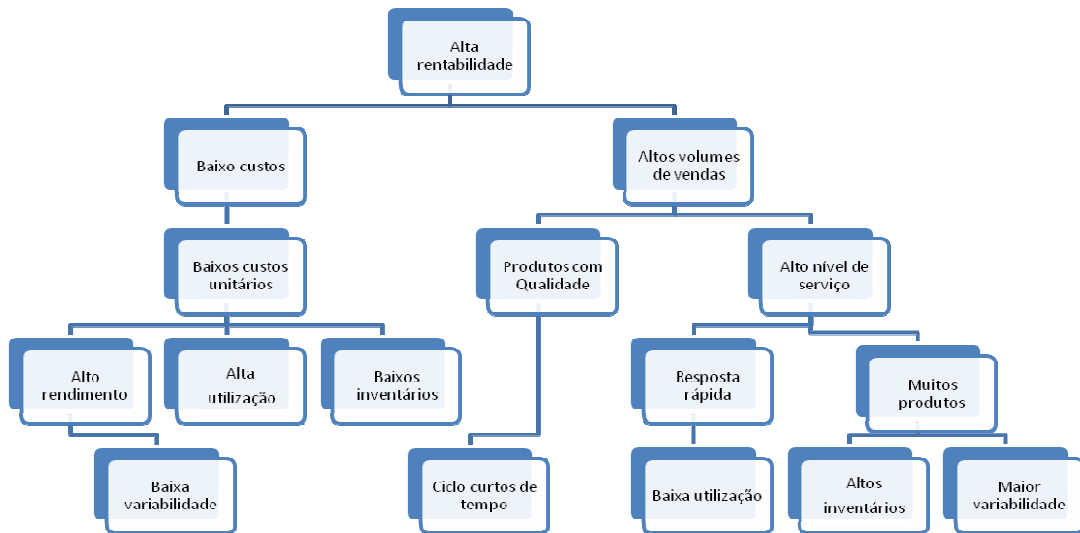


Figura 2: Hierarquia dos objetivos da manufatura.

Fonte: Adaptado de HOPP E SPEARMAN (2000)

O alto rendimento a quantidade vendida de produto por unidade de tempo, inventário (estoques) e custos operacionais são objetivos que ligam o desempenho da operação com as estratégias de negócio.

2.4. ÁREAS DE DECISÃO E PRIORIDADES COMPETITIVAS

As áreas de decisão da estratégia de manufatura são divididas em estruturais e infraestruturais, sendo que as estruturais podem ser referentes aos investimentos de longo prazo, como por exemplo, instalações físicas e equipamentos, consideradas como mais estratégicas. As infraestruturais descrevem sistemas, políticas e práticas que determinam como os aspectos estruturais da organização são gerenciados, e são consideradas como decisões táticas (SLACK, 1999).

Os critérios de competição ou prioridades competitivas têm sido propostos na literatura e tem-se alterado ao longo do tempo, entre os mais recentes são: qualidade, velocidade, confiabilidade de entregas, flexibilidade, preço/custo (PAIVA et al., 2009).

Jabbour e Alves Filhos, (2010) constaram a importância do alinhamento entre as prioridades competitivas e a estratégia competitiva da empresa para melhorar o desempenho organizacional e sua importância no direcionamento na implementação de práticas de produção e na orientação das áreas de decisão.



Alves Filho (2011) também afirmaram que as prioridades competitivas de produção são definidas, então, em função das estratégias competitivas (que refletem fatores de mercado como, por exemplo, demanda mais ou menos aquecida) e das características das áreas de decisão (que refletem os recursos acumulados e as pressões decorrentes de determinada trajetória).

Segundo Alves Filho (2011) mudanças nas prioridades competitivas de produção (e nas estratégias competitivas e de entrada, eventualmente) e as correspondentes medidas implementadas nas áreas de decisão compõem as estratégias de produção e, ao longo do tempo, marcam os movimentos e as trajetórias das estratégias adotadas pelas empresas.

Uma empresa pode estabelecer estratégias globais ou individuais para sua linha de produtos em função do mercado que se quer competir. Dependendo da estratégia adotada a empresa depara-se com restrições operacionais como prazos para entrega, custos, capacidades produtivas, etc. Por isso freqüentemente é necessário tomar decisões que permitam estabelecer um determinado nível de serviço, que leve em conta as restrições dos recursos operacionais da empresa e que atendam tanto os interesses dos clientes e acionistas.

A área de operações pode contribuir para que a empresa possa manter-se competitiva no mercado tendo uma estratégia de produção flexível, baixos custos e ter rapidez em seus processos. Para tanto é necessário que tenha um bom planejamento e um processo de tomada de decisão rápido.

3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O caso em estudo é de uma empresa de corte e distribuição de bobinas de aço. Estas bobinas são especificadas com pesos de 8 a 14 toneladas e podem ter diversos tipos de especificações (espessura, largura, norma, acabamento, etc.).

Em um de seus processos, objeto de estudo deste trabalho, a empresa executa cortes transversais à largura da bobina em tamanhos que variam de 1.000 a 8.000 mm de comprimento de acordo com as necessidades do cliente e respectiva capacidade do equipamento.

O produto final deste processo são chapas de aço comercializadas pela empresa para diversos tipos de mercados consumidores que utilizam em seus processos internos ou revendem para outros mercados.

No geral as empresas possuem em seus estoques itens “padrões” de mercado que podem ter, por exemplo, comprimentos de 2.000; 3.000; 6.000 mm, mas também podem comercializar seus produtos nos mais diversos tamanhos, conforme sua necessidade e que pode variar em milímetro a milímetro.

O mercado consumidor deste produto tem como característica alta competitividade e seus principais critérios são preço, disponibilidade, prazo e confiabilidade. Conseqüentemente este tipo de produto oferece baixa margem de lucro e sua produção deve ser feita em larga escala.

A produção requer um equipamento que necessita de altos investimentos além da necessidade de uma preparação de infra-estrutura para fundação e a necessidade de ampla área para alocação da máquina e do produto acabado.

A empresa organiza seu sistema produtivo com estratégias de atendimento do tipo: produção sob encomenda ou *make to order* (MTO), neste caso a produção é direcionada por um pedido de um cliente.

Outra modalidade é a produção para estoque também conhecida como *make to stock* (MTS), neste caso a produção é feita por meio de análises estatísticas dos produtos comercializados.

Para os casos de produção sob encomenda (MTO), os prazos de entrega são curtos, isto é, para ser competitivo é necessário estar dentro do prazo de entrega mínimo que as empresas concorrentes trabalham.

Para os casos de produção para estoque (MTS), os prazos de entrega são quase que imediatos, e o sucesso de sua venda esta em ter a todo o momento disponibilidade em estoque.



A escolha para atender uma estratégia de produção normalmente afeta o desempenho da outra, quando ocorre a opção por atender o MTO, conseqüentemente o MTS começa a faltar em estoque. O recurso produtivo está no limite de sua capacidade de produção e disponibilidade (turnos e horas extras) e alternativas como, por exemplo, investimentos (aquisição de novos equipamentos) ou subcontratação da produção com terceiros não poderão ser considerados como opção para solução do problema principalmente devido às baixas margens do produto. A Figura 3 mostra um fluxo simplificado do processo.

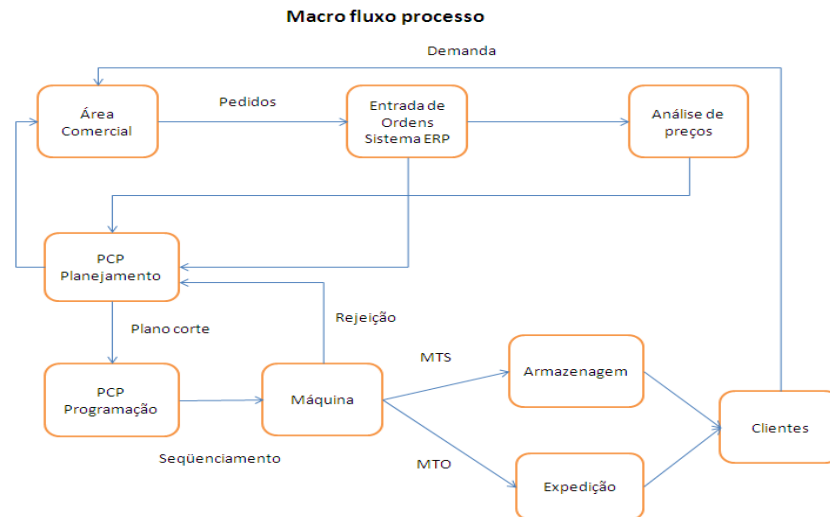


Figura 3: Fluxo do processo.

Fonte: elaborado pelo autor.

A empresa possui dificuldades quanto à definição de prazos de entrega para seus clientes e conseqüentemente cumprir este compromisso em função da dificuldade de medir o tempo do ciclo de produção. Atualmente para definição dos prazos de entrega considera-se o total de pedidos sobre a capacidade de produção diária do equipamento mais o tempo estimado de processamento de pedidos.

3.1. LEVANTAMENTO E COLETA DE DADOS

O início do levantamento dos dados foi obtido com informações pela coleta de índices, relatórios e outros dados secundários das áreas relacionadas com o objeto em estudo. O período considerado para análise foi de 39 semanas como amostra do processo.

Também foram levantados dados através de entrevistas com planejadores de produção, gerentes de produção e operadores dos equipamentos, onde foram feitas algumas comparações sobre as duas linhas de produtos.

Algumas comparações foram feitas de forma qualitativa, como a percepção de atendimento e dificuldades de processamento e outras foram feitas de forma quantitativa, como margem do produto, tempo de *setup*, perdas e tempo de produção. As informações levantadas são demonstradas no Quadro 1.

**Quadro 1:** Levantamento de dados.

Base de informações	Análise da informação	Objetivos
Base de entrada de pedidos	Média, desvio padrão, coeficiente de variação, tipo dispersão, normalidade.	Avaliar a dispersão de entrada dos pedidos, padrões de comportamentos e previsibilidades.
Entrada de pedidos no PPCP	Análise do processo de programação.	Verificar as variáveis de programação que interferem no processo.
Planejamento e sequenciamento de ordens	Análise do processo de planejamento e sequenciamento.	Verificar as variáveis de planejamento que interferem no processo (ex: agrupamento e métodos de planejamento).
Capacidades do equipamento	Análise da capacidade.	Identificar as restrições.
Histórico de produção	Média, desvio padrão, coeficiente de variação, tipo dispersão, normalidade.	Avaliar a dispersão de entrada dos pedidos, padrões de comportamentos e previsibilidades e comparar com a capacidade.
Histórico de paradas	Análise das principais paradas que interferem no processo.	Quantificar a interferência das paradas no processo.
Portfólio de produtos MTS	Análise dos volumes e produtos.	Avaliar o volume do MTS e interferência na capacidade de produção.

Fonte: elaborado pelo autor

4. METODOLOGIA

Segundo Arenales (apud Miguel, 2012) pesquisa operacional é uma abordagem científica para auxiliar no processo de tomada de decisões, que procura determinar como melhor projetar, planejar e operar sistemas, usualmente sob condições que requerem alocações eficientes de recursos escassos.

A pesquisa axiomática descritiva busca analisar modelos quantitativos a fim de entender o processo modelado ou explicar suas características, baseando-se em modelos que descrevem o comportamento do sistema permitindo uma melhor compreensão dos relacionamentos funcionais do ambiente em questão (MIGUEL, 2012).

Hopp e Spearman (2000) utilizam conceitos de teoria de filas, variabilidade e análises estatísticas para análise e estudo de sistemas de produção.

Um sistema útil para gestão de capacidades é o uso da teoria das filas, principalmente para sistemas que não podem prever exatamente quando cada cliente ou pedido individual chegará (SLACK, 1999).

Treville et al. (apud Godinho e Uzsoyoy, 2009), afirmou que apesar do grande interesse na redução do *lead time*, aponta que a grande maioria da literatura mostra esta metodologia somente de forma teórica e exploratória, mas destaca o trabalho de Hopp e Spearman (2000), que reuniu um conjunto de princípios matemáticos para o estudo e determinação do *lead time* que se baseou na teoria de filas denominando *Factory Physics*.



4.1 CONSTRUÇÃO DO MODELO

O modelo considera um sistema de manufatura modelado como um servidor único com tempos entre chegadas e processamentos genéricos, distribuição de Poisson e podem ser representados como uma fila G/G/1 (Notação de Kendall).

Onde o primeiro “G” determina a distribuição do tempo de chegadas, o segundo “G”, determina que a distribuição do tempo de serviço ou atendimento e o número 1 indicam o número de servidores.

Segundo Shamblin e Stevens Junior (1979), problemas de fila consistem em ajustar adequadamente a taxa de atendimento do processo com a taxa de chegada do trabalho a ser feito e utiliza alguns termos básicos para definição de modelos, onde:

Cliente: unidade de chegada que requer atendimento, podendo ser representado por pessoas, máquinas, peças, etc.

Fila ou Linha de espera: número de clientes esperando atendimento. Normalmente, a fila não inclui o cliente que esta sendo atendido.

Canal de atendimento: é o processo ou sistema que realiza o atendimento do cliente. Pode ser um canal múltiplo ou único.

Os modelos para solução de fila de espera podem ser divididos em classes, tamanho da população e canais de atendimento conforme mostra a Figura 4.

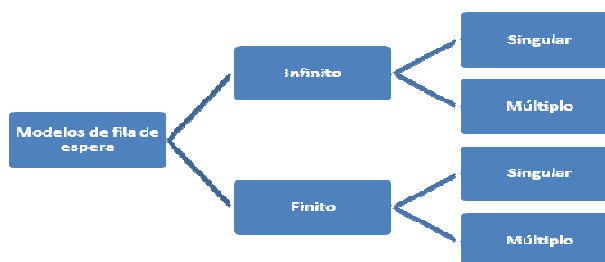


Figura 4: Modelos de fila de espera

Fonte: adaptado de SHAMBLIN E STEVENS JUNIOR (1979).

As linhas de espera podem se formar, ainda, quando o sistema (instalação) tiver capacidade suficiente, em média, para suprir a demanda. Isto se deve ao fato que o tempo de chegada e os tempos de serviço para os clientes (tarefas) são aleatórios e variáveis (MONKS, 1987).

Hopp e Spearman (2000) relacionam outros fatores que implicam na formação de filas como a variabilidade dos processos que prejudicam o desempenho (com relação a estoques, capacidade e tempo) de um sistema de produção e sugerem para a redução da variabilidade na taxa de chegada das ordens de produção: melhor programação da produção; melhor controle de chão de fábrica; utilização de um sistema puxado, como por exemplo, *Constant Work in Process*.

4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO

O Quadro 2 mostra a caracterização do modelo proposto em uma tabela de equivalência dos termos básicos, com as seguintes considerações:

- Característica do problema estudado: Modelo de fila de espera



- Tamanho da população: Infinito
- Número de canais: Singular
- Tipo de atendimento: Primeiro a chegar é o primeiro atendido.

Quadro 2: Equivalência de termos.

Termo utilizado na teoria das filas	Modelo estudado
Clientes	Ordens de Venda que requer ser produzidas
Fila (linha de espera)	Número de ordens esperando ser produzidas. (exceto ordens em produção)
Canal de atendimento	Recurso produtivo que realiza a produção das ordens de venda. (canal único $k=1$)
Taxa de chegada	A taxa (ordens de venda por semana) segundo a qual o recurso produtivo consegue efetuar a produção da requerida ordem.
Taxa de atendimento	A taxa (ordens de venda por semana) segundo a qual as ordens de venda chegam para serem atendidas.

Fonte: elaborado pelo autor

4.1.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA E TRATAMENTO DE DADOS

Em sistemas de manufatura, existem muitos atributos em que variabilidade é de interesse: dimensões físicas, tempos de processo, quebra da máquina, manutenção, qualidade. Medidas, temperaturas, dureza do material, tempos de *setup*, e assim por diante são exemplos de características que são propensas a não uniformidade.

Para análise dos dados foram estabelecidas quais características influenciam no resultado do objeto em estudo. Foram consideradas as seguintes características: a espessura, o comprimento da peça e o tamanho do lote. Para segregar os itens de maior representatividade no processo foi utilizada a lei de Pareto (HOPP E SPEARMAN, 2000).

Para este estudo foi considerado um intervalo de 39 semanas como período de amostragem e foram calculadas as médias, desvio padrão, coeficiente de variação, frequência do item e lote mínimo conforme demonstrado no Quadro 3.

Hopp e Spearman (2000) utilizam o coeficiente de variação para representar e analisar variabilidades nos sistemas de produção e consideram que taxas com coeficiente de variação menor que 1,33 possuem uma moderada variação no processo, neste estudo foi considerado um coeficiente menor que 1,0.

Quadro 3: Análise estatística para segregação de dados (PARETO)

Variáveis / Características	Valor médio	Coeficiente de variação	Frequência do item	Total da amostra	Itens considerados	Representatividade
Espessura	Maior que 10	Menor que 1,0	Maior que 32	46	9	98%



Comprimento	Maior que 10	Menor que 1,0	Maior que 32	259	4	89%
Faixa de peso/lote	Maior que 10	Menor que 1,0	Maior que 32	44	8	81%

Fonte: elaborado pelo autor

5. RESULTADOS

Para este trabalho foram feitas as análises estatísticas das informações da entrada de pedidos e histórico de produção semanal para avaliar a taxa de entrada de pedidos e a taxa de atendimento baseado nas restrições do Quadro 3 visando identificar as características mais importantes e com maior relevância para o estudo. A Tabela 1 representa um modelo simplificado do resultado da combinação das três características mais relevantes, onde cada coluna mostra a quantidade de pedidos em relação as espessuras.

Tabela 1: Matriz de análise de entrada de pedidos.

controle (Todos) [x] CONFIRM (Vários ter) [x] ou-tem (Todos) [x] QTE Ov (Vários ter) [x]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Rótulo de Linha		6/6/2011 - 12/6/2011	13/6/2011 - 19/6/2011	20/6/2011 - 26/6/2011	27/6/2011 - 3/7/2011	4/7/2011 - 10/7/2011	11/7/2011 - 17/7/2011	18/7/2011 - 24/7/2011	25/7/2011 - 31/7/2011	1/8/2011 - 7/8/2011	8/8/2011 - 14/8/2011	15/8/2011 - 21/8/2011	22/8/2011 - 28/8/2011	29/8/2011 - 4/9/2011	5/9/2011 - 11/9/2011	12/9/2011 - 18/9/2011	19/9/2011 - 25/9/2011	26/9/2011 - 2/10/2011	3/10/2011 - 9/10/2011	10/10/2011 - 16/10/2011	17/10/2011 - 23/10/2011	24/10/2011 - 30/10/2011	31/10/2011 - 6/11/2011	7/11/2011 - 13/11/2011	14/11/2011 - 20/11/2011	21/11/2011 - 27/11/2011	28/11/2011 - 4/12/2011	5/12/2011 - 11/12/2011	12/12/2011 - 18/12/2011	19/12/2011 - 25/12/2011	26/12/2011 - 1/1/2012	2/1/2012 - 8/1/2012	9/1/2012 - 15/1/2012	16/1/2012 - 22/1/2012	23/1/2012 - 29/1/2012	30/1/2012 - 5/2/2012	6/2/2012 - 12/2/2012	13/2/2012 - 19/2/2012	20/2/2012 - 26/2/2012	27/2/2012 - 5/3/2012	Total geral	media	coeficiente de variacao	Resolucao																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
3	5	83	72	132	162	164	175	97	154	108	140	158	244	269	91	226	139	238	81	212	229	159	150	166	149	176	202	120	144	101	118	177	233	189	143	265	128	162	173	250	6.276	161	51	0,32	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
3,35	3	55	26	22	30	8	13	12	8	13	12	9	27	14	25	11	22	35	26	23	6	27	19	7	10	8	4	15	11	10	20	23	13	17	13	13	162	4	16	6	530	16	9	0,53	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
3,75	3	33	13	46	36	18	17	18	9	9	9	11	42	13	21	29	7	26	46	14	2	17	10	45	5	12	19	3	4	43	9	2	17	43	29	8	13	15	19	16	22	14	842	23	14	0,61	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4	4,25	2	5	58	12	12	41	1	22	34	10	24	6	6	8	45	8	9	42	9	14	2	17	41	43	26	7	79	24	54	37	31	37	14	43	23	70	53	15	70	40	13	1.135	29	10	0,75	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4,75	4	155	198	178	184	257	147	263	146	222	152	167	343	271	192	426	185	265	227	147	212	225	196	204	299	191	126	160	197	213	181	187	384	295	164	298	138	162	189	8.766	225	77	0,34	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
5	5,5	54	129	338	71	190	159	171	53	97	138	122	335	155	204	130	275	126	146	141	172	179	211	363	363	262	260	172	152	166	103	191	188	267	144	228	129	197	4.907	177	73	0,4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
6	6,8	8	213	78	150	43	47	63	124	59	65	31	89	241	91	114	131	249	150	127	142	112	143	189	130	135	222	143	108	153	248	90	113	166	99	242	115	265	164	181	170	5502	129	60	0,47	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7	7,5	169	79	46	435	60	24	49	80	100	126	130	65	296	47	146	89	225	115	61	62	126	171	212	290	266	119	160	92	108	181	236	70	67	54	65	65	90	72	201	33	284	576	138	91	0,66	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
10,5	12,5	72	144	17	127	56	34	42	93	63	62	45	88	213	65	112	83	61	82	138	69	69	90	38	55	41	133	56	112	62	49	30	31	36	104	83	46	16	70	2.722	79	41	0,59	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Total geral		429	467	1.703	1.598	1.466	1.565	1.511	1.247	1.382	1.466	1.307	1.665	1.887	1.614	1.939	1.521	1.645	1.721	1.719	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721



Figura 5: Matriz de análise de entrada de pedidos.

Fonte: elaborado pelo autor.

Dos dados levantados destacam-se as seguintes informações para análise do modelo:

Taxa média semanal de entrada de pedidos (λ): 981 toneladas

Taxa média semanal de atendimento de pedidos (μ): 1.002 toneladas

Da teoria da fila são utilizadas algumas expressões para avaliar o atual nível de serviço, em função do modelo idealizado escolhido (G/G/1) e os resultados são mostrados conforme o Quadro 4:

Quadro 4: Resultados em relação a entrada de pedidos.

	Expressão	Resultado obtido
Taxa de ocupação	$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$	0,98 ou 98%
Tempo médio no sistema	$\frac{1}{(\mu - \lambda)}$	0,047 semanas
Tempo médio de espera	$\frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	0,046 semanas
Número médio na fila	$\frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	45,7 toneladas
Número médio no sistema	$\frac{\lambda}{(\mu - \lambda)}$	46,7 toneladas

Fonte: elaborado pelo autor

Este modelo apresenta um nível de ocupação alto (98%) isto é a probabilidade do sistema vazio é de 2% ou muito baixa. Com este cenário a formação de fila é inevitável devido às diversas variações que o sistema possui.

Portanto, o problema apresentado esta na taxa de ocupação onde ($\rho=98\%$), indicando fila grande e tempo de espera elevado o que leva a necessidade de reduzir a taxa de ocupação (ρ).

Como existem dificuldades de controlar taxa de entrada de pedidos (λ), pode-se melhorar a taxa de atendimento (μ) através técnicas sugeridas por Hopp e Spermann (2000) e neste estudo será focado na programação de produção.

Para reduzir a variabilidade por meio da entrada dos pedidos foi estabelecido critérios para organizar a entrada de ordens e conseqüentemente fazer o planejamento conforme a melhor produtividade da máquina reduzindo os *setups* na troca de espessuras.

Com a redução do *setup* na troca de espessura obtém um conseqüente aumento útil no tempo de máquina operando. A Figura 6 demonstra os maiores tempos com a máquina parada.

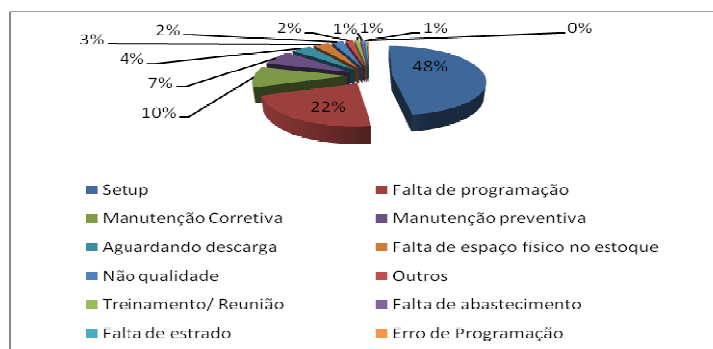


Figura 6: Principais motivos de máquina parada.

Fonte: elaborado pelo autor.

Estabelecendo um planejamento diário por espessura pode-se chegar a ganhos esperados na ordem de 30% sobre a produtividade da máquina, isto é, pode-se melhorar a taxa de atendimento (μ), reduzindo a taxa de ocupação para melhorar o nível de serviço e consequentemente reduzir o tempo de atendimento.

Semanalmente se gasta em média 18,8 horas com 75,4 *setups* semanais, Uma semana possui 112,5 horas trabalhadas, isto representa 16,8% de horas em que a máquina não esta produzindo. A capacidade por hora trabalhada em média são 7,29 toneladas.

A Tabela 2 simula a relação de redução de *setups* e respectivo ganho na taxa de ocupação.

Tabela 2: Simulação de redução de *setups*.

Total médio de setups semanais	% Redução	Setups					
		0,25	7,29	horas	tonelada/hora	taxa atend	taxa de ocupação
						1002	98%
75,4	10%	7,54	1,9	13,7	1016	981	97%
75,4	20%	15,08	3,8	27,4	1043	981	94%
75,4	30%	22,62	5,6	41,0	1084	981	90%
75,4	40%	30,16	7,5	54,7	1139	981	86%
75,4	50%	37,7	9,4	68,4	1207	981	81%
75,4	60%	45,24	11,3	82,1	1289	981	76%
75,4	70%	52,78	13,1	95,8	1385	981	71%
75,4	80%	60,32	15,0	109,4	1494	981	66%

Fonte: elaborado pelo autor

A Figura 7 compara graficamente a relação da redução de *setups* e a evolução da taxa de ocupação.

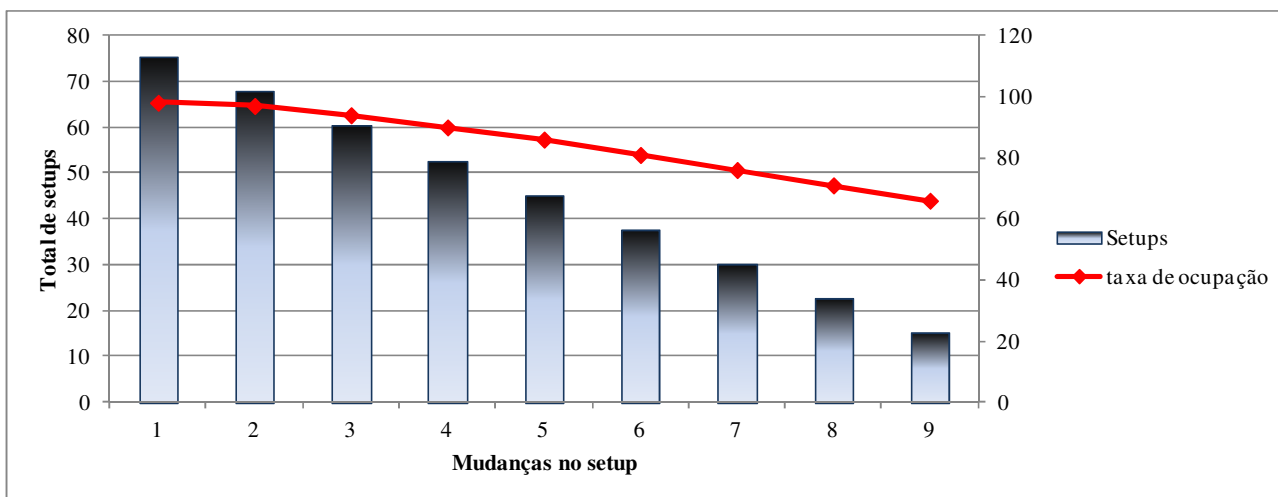


Figura 7: Comparação de redução de *setups* versus taxa de ocupação.

Fonte: elaborado pelo autor.

No Quadro 5 são apresentados os resultados após uma redução de 50% no número de setups. Verifica-se a redução na taxa de ocupação, no tempo médio no sistema e no tempo médio de espera.

Quadro 5: Resumo de dados – entrada de pedidos.

	Expressão	Resultado obtido
Taxa de ocupação	$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$	0,86 ou 86%
Tempo médio no sistema	$\frac{1}{(\mu - \lambda)}$	0,0044 semanas
Tempo médio de espera	$\frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	0,0036 semanas
Número médio na fila	$\frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	3,52 toneladas
Número médio no sistema	$\frac{\lambda}{(\mu - \lambda)}$	4,34 toneladas

Fonte: elaborado pelo autor.

6. CONCLUSÃO

Este artigo demonstrou que as decisões tomadas pelos gestores de produção podem influenciar e impactar no processo competitivo da empresa. Decisões para aumento da produtividade podem tornar a operação de produção como diferencial competitivo.

No modelo estudado com a modificação no método de programação da produção proposto, é possível ganhos significativos com o aumento na taxa de atendimento do recurso estudado. A taxa



de ocupação poder ter reflexos importantes, reduzindo o tempo médio de espera de pedidos na fila e conseqüentemente ter o prazo de atendimento melhorado.

Estes fatores demonstram que com a redução do *setup* por meio de uma mudança na programação de produção permite que a empresa torne-se mais competitiva, permitindo que o recurso tenha um aumento de disponibilidade de até 32%.

Estudos posteriores serão realizados para aplicação do modelo de Hopp e Spearman (2000) para obter ganhos substanciais nos processos, por meio da redução da variabilidade do processo e aplicação de programas de melhorias contínua no chão fábrica. Estudos futuros serão estendidos para um número maior estações de trabalho.

7. REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, A. G.; NOGUEIRA, E.; BENTO, P. E. G. Análise das estratégias de produção de seis montadoras de motores para automóveis. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 3, n. 18, p.603-618, 2011.

CORRÊA, C. A. O Processo de formação da estratégia de manufatura em empresas brasileiras de médio de pequeno porte. 2008. 274 f. Dissertação (Doutorado) - Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2008. Cap. 1.

GODINHO FILHO, M. & UZSOY, R. Efeito da redução do tamanho de lote e de programas de melhoria contínua no estoque em processo (WIP) e na utilização: estudo utilizando uma abordagem híbrida *System Dynamics – Factory Physics*. *Revista Produção*, v. 19, n. 1, p. 214-229, 2009.

HOPP, W. H. & SPEARMAN, M. L. *Factory physics: foundations of manufacturing management*. 2. ed. New York, Ny, Usa: Mc Graw-hill, 2000. 726 p.

JABBOUR, A. B. L. S. & FILHOS, A. G. A. Tendências da área de pesquisa em estratégia de produção. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, São Carlos, v. 3, n. 4, p.238-262, maio 2010.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONE, J. B.; HO, L. L.; MORABIE, R.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; COSTA, S. E. G.; PUREZA, V. *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e gestão de operações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MONKS, J. G. *Administração da produção*. São Paulo: Mc Graw-hill, 1987. 502 p.

PAIVA, E. L.; CARVALHO JUNIOR, J. M.; FENSTERSEIFER, J. E. *Estratégia de produção e de operações: conceitos, melhores práticas, visão de futuro*. 2. ed. Porto Alegre, Rs: Bookman, 2009. 253 p.

PRIETO, V. C.; CARVALHO, M. M.; FISCHMANN, A. A. Análise comparativa de modelos de alinhamento estratégico. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132009000200008&script=sci_arttext>. Acesso em: 02 jun. 2012.

SHAMBLIN, J. E. & STEVENS JUNIOR, G. T. *Pesquisa Operacional: Uma abordagem básica*. 1ª Edição São Paulo: Atlas, 1979. 426 p.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1999.