

Saberes e práticas contemporâneas em gestão e inovação na Educação Profissional e em Sistemas Produtivos

Eficiência Industrial como Dimensão Competitiva: Estudo de Caso

Jose Martino Neto¹, Jose Manoel Souza das Neves²

Resumo - O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de apresentar o conceito de eficiência industrial utilizado como dimensão competitiva em uma indústria de manufatura. Este conceito diverge do tradicional OEE, *Overall Equipment Effectiveness*, ou Eficiência Geral de Equipamentos, uma vez que busca focar em eficiência da Mão de Obra Direta (MOD) e demonstrar como pode ser implementado e ser utilizado como ferramenta de controle mais simples dentro da Indústria. Para tanto, será utilizado um estudo de caso em uma empresa de manufatura que o utiliza como um dos principais indicadores de performance dentre as suas dimensões competitivas.

Palavras-chave: Dimensões Competitivas, OEE, Eficiência Industrial, Sistemas Produtivos.

Abstract - The current article was elaborated with the objective to present the concept of industrial efficiency used as competitive dimension in a manufacturing industry. This concept differs from the traditional OEE, overall equipment effectiveness, since the purpose is to focus on the efficiency of Direct Labor (MOD) and demonstrate how it can be implemented and used as a simple control tool within of industry. It will be used a case study of a manufacturing company that uses as one of the key performance indicator among its competitive dimensions.

Keywords: Competitive Dimensions; OEE; Industrial Effectiveness, Productive Systems.

¹ Centro Paula Souza. jose.martino@fatec.sp.gov.br

² Centro Paula Souza jmneves.fatec@gmail.com

1. Introdução

Descrever sobre a necessidade das empresas em implantar indicadores de performance capazes de mensurar e monitorar os seus principais objetivos operacionais em função da acirrada competitividade pós globalização pode ser considerado redundante. Como definiu Drucker (2006), se você não é capaz de medir, não é capaz de gerenciar.

O objetivo deste artigo é apresentar o conceito do indicador eficiência industrial utilizado por uma indústria de manufatura, tendo como premissa explicar a sua metodologia e sua devida importância comparando-o com o tradicional indicador OEE, *overall equipment effectiveness*. A aplicação do indicador, eficiência industrial, supre um papel importante, pois a partir dele, é possível ao gestor da área industrial, administrar a utilização da mão de obra direta diretamente relacionado aos volumes de produção propostos, bem como avaliar impactos positivos ou negativos do custo da mão de obra envolvida mês a mês.

A metodologia utilizada, será qualitativa através de estudo de caso em uma indústria de manufatura que utiliza este indicador de maneira a melhorar as suas dimensões competitivas. Os instrumentos da pesquisa serão dados coletados por meio de relatórios e gráficos que ajudam a entender o indicador, bem como, uma evolução do mesmo durante um período definido.

A estrutura deste artigo, será a partir da definição das principais dimensões competitivas utilizadas em uma indústria de manufatura. Na sequência, um tópico sobre OEE e uma possível associação ao indicador proposto deste estudo que é a eficiência industrial. A seguir, a apresentação do estudo de caso, finalizando com as devidas considerações.

2. Referencial Teórico

2.1. Dimensões competitivas.

Slack (1993) define dimensão competitiva como o conjunto de objetivos de desempenho de modo a contribuir para que a organização obtenha determinadas vantagens competitivas no mercado. E podem ser as mais variadas em função das suas formas de operacionalização.

Segundo Neves (2011), considera-se como quase unânimes, as seguintes dimensões competitivas voltadas para a indústria manufatureira: custo, qualidade, flexibilidade e prazo de entrega.

Outros autores, como Hayes e Wheelright (1984) também apresentaram quatro dimensões para o desempenho competitivo da manufatura: preço, qualidade, confiabilidade e flexibilidade. Pires (1994) adotou em sua pesquisa, as seguintes dimensões: custo, qualidade, desempenho nas entregas e flexibilidade. Santos (1998) utiliza as mesmas quatro dimensões, chamando-as de dimensões competitivas da manufatura, caracterizando desempenho com rapidez nas entregas. Slack e Johnston (2009) apontam cinco dimensões competitivas da manufatura, que podem contribuir para o sucesso da empresa:

custo, qualidade, rapidez ou velocidade, confiabilidade e flexibilidade. Cada fator competitivo está associado a determinado objetivo de desempenho.

De modo geral existe um consenso entre os diversos autores pesquisados sobre as dimensões competitivas e serve como referência para o estudo. A proposta é fundamentar estas dimensões destacadas, desempenho na entrega, custo, qualidade e flexibilidade, porém, na dimensão custo, relacionando-a a eficiência industrial, objeto do estudo deste artigo.

2.2. Desempenho na entrega

Slack (1993) afirma ser possível dividir o critério desempenho na entrega em velocidade de produção (ou entrega) e confiabilidade de entrega. Este critério está baseado na valorização do tempo e na velocidade de produção, caracterizada pela sua capacidade de realizar determinada atividade de modo mais rápido que a sua concorrência. Ainda segundo Slack (1993), esta rapidez está associada a dois objetivos: a velocidade e a confiança.

Para Bowersox (2001), a satisfação total de um cliente acontece com o atendimento perfeito do pedido, qualidade do produto e sua capacidade de responder rapidamente a consultas e informações quanto à situação atual do pedido em andamento. O desempenho na entrega, na data solicitada, nas condições negociadas e em perfeitas condições de uso é denominado de pedido perfeito.

Sendo assim, o desempenho na entrega, está associado ao resultado de uma produção realizada com rapidez, com confiabilidade de dados, pontualidade, sendo capaz de atender as necessidades de seu cliente, superando a sua concorrência.

2.3. Qualidade

Chase e Jacobs (2008) afirmam que qualidade pode ser dividida em duas categorias: qualidade de produto e qualidade de processo, complementando que, o nível de qualidade no projeto de um produto irá variar de acordo com o segmento de mercado para o qual ele está destinado. Qualidade de produto exige um foco nas exigências do consumidor enquanto que a qualidade do processo se relaciona diretamente com a confiabilidade do produto.

Slack e Johnston (2009) definem qualidade dentro de uma estratégia competitiva como “fazer certo as coisas”, porém, de acordo com o tipo de operação a ser realizada. Um bom desempenho de qualidade em uma operação torna tudo mais simples, facilitando os atores envolvidos, sejam internos ou sejam externos. Ainda segundo o autor, qualidade reduz custos, aumenta a confiabilidade, traz estabilidade e eficiência para dentro da organização.

2.4. Flexibilidade

Chase e Jacobs (2008) definem flexibilidade do ponto de vista estratégico, como sendo a habilidade da organização em oferecer uma variedade de produtos ou serviços a seus clientes, somado ao tempo necessário em desenvolver um produto novo e converter seus processos, de modo a oferecer este produto.

Martins e Laugeni (2007) definem flexibilidade como sendo a capacidade que a empresa deve ter para rapidamente adaptar-se às mudanças nas tendências de mercado. Deve ser ágil na adaptação de seus produtos às novas exigências do consumidor. Quanto mais flexível e rápida for, mais cedo sairá na frente de seus concorrentes, trazendo novidades ao mercado.

Complementado o tópico flexibilidade, Slack e Johnston (2009) a definem como sendo a capacidade de mudar a operação de alguma forma. Mudança é a palavra-chave, e deve atender a quatro tipos de exigências:

- ✓ Flexibilidade de produto ou serviço,
- ✓ Flexibilidade de mix de produtos e serviços, oferecendo uma ampla variedade de opções,
- ✓ Flexibilidade de volume, quantidades e volumes diferentes de produtos e serviços,
- ✓ Flexibilidade de entregas, em momentos e tempos diferentes.

2.5. Confiabilidade

Confiabilidade na entrega segundo Chase e Jacobs (2008) está relacionada à habilidade da organização em suprir o produto ou serviço no dia, ou antes, do prazo de entrega.

Corrêa e Corrêa (2012) definem confiabilidade como sendo um aspecto de desempenho, que tem como objetivo a pontualidade com o cumprimento dos prazos acordados e de promessas feitas, segurança pessoal e de bens dos clientes e robustez, caracterizada pela manutenção do atendimento, ainda que algo dê errado.

Slack e Johnston (2009) afirmam que confiabilidade significa fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços quando foram prometidos. Esta dimensão somente poderá ser julgada após o produto ou serviço ter sido entregue. Confiabilidade economiza tempo, recursos e traz estabilidade para toda a operação.

2.6. Custo

Chase e Jacobs (2008) afirmam ser um grande desafio para as empresas, ter a sua estratégia de competitividade, associada a produtos de baixo custo, pois este posicionamento de mercado não é garantia de rentabilidade e sucesso. A concorrência neste segmento é feroz assim como a taxa de fracasso.

Slack et Johnston (2009) apontam que está dentro de todas as operações que envolvem o atendimento ao cliente, sejam atividades internas ou externas. À medida que a organização é capaz de produzir com alto nível de qualidade, não haverá desperdícios ou retrabalhos. À medida que as operações acontecem de forma rápida, haverá redução de estoques em processos ou entre trabalhos intermediários. Caso a organização seja capaz de realizar operações confiáveis conforme planejado, não incidirão custos desnecessários ou não previstos. Caso a organização opere de modo flexível, adaptada as condições de mercado, poderá otimizar processos, recursos, tempo, capacidade e certamente reduzirá custos.

Uma das formas de controlar os custos de produção é utilizar a eficiência industrial. Por meio dela é possível assegurar se os custos projetados nas rotinas

de fabricação em relação a utilização de mão de obra estão sendo cumpridos. A seguir, no detalhamento do estudo de caso, será apresentado tal metodologia.

2.7. Integração das dimensões competitivas com a estratégia industrial

A Estratégia industrial diz respeito ao estabelecimento de políticas e planos amplos, de modo a utilizar os recursos de uma empresa, para melhor sustentar sua estratégia competitiva no longo prazo (CHASE, 2001).

A lógica é, utilizando-se de um modelo de gestão, ser uma alternativa mais eficaz na busca pelos objetivos de desempenho mencionados, fundamentais para atender as necessidades competitivas vivenciadas atualmente pelas organizações.

Com o objetivo de apresentar o conceito do indicador eficiência industrial utilizado por uma indústria de manufatura, tendo como premissa explicar a sua metodologia e sua devida importância, primeiramente descreveremos o indicador OEE, *overall equipment effectiveness*, também utilizado nas indústrias como métrica de controle de eficiência, porém em uma maior amplitude.

2.8. OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Segundo Hansen (2002), OEE começou a ser reconhecida como um método fundamental para mensurar a performance de uma planta industrial no fim dos anos 1980s e início dos anos 1990s. Foi um período caracterizado pelo rápido avanço da implantação da filosofia TPM (manutenção produtiva total) e com as indústrias começando a realizar benchmarking,

No princípio, OEE estava extremamente associada ao TPM e frequentemente era visto apenas como um indicador para apoiar e validar métricas relacionadas as empresas que haviam implantado o TPM. Com a sua divulgação e ampliação da utilização, muitas empresas perceberam a oportunidade de expandir a sua aplicação como um indicador capaz de medir disponibilidade de máquinas, eficiência e qualidade, de modo a se tornar uma referência, quando da comparação de performance entre diferentes indústrias.

Áreas fabris denominadas de *world class* (classe mundial), dividem duas características em comum: Elas são orientadas por informações e são lideradas por equipes multidisciplinares. A definição de métricas mensuradas de modo confiável e orientadas pela sua devida importância, contribui para uma maior produtividade industrial. O método OEE pode ajudar a entender como a área de manufatura está operando, identificando seus limites e oportunidades de ação.

Stamatis (2011) afirma que a essência da OEE, é confiabilidade e manutenibilidade em estabelecer um sistema eficiente. Manutenibilidade, segundo Blanchard (1992) é uma característica inerente a um projeto de sistema ou produto, e se refere à facilidade, precisão, segurança e economia na execução de ações de manutenção nesse sistema ou produto. Significa que uma máquina ou parte dela, ou um conjunto de máquinas devem operar conforme projetado.

Complementando, para Stamatis (2011), a proposta do OEE é medir este possível desvio, entre o realizado e o projetado de modo a fornecer informações que ajudem a identificar possíveis falhas e apoiar nos planos de contenção e de recuperação da eficiência da máquina ou do sistema.

Conforme Hansen (2002), o cálculo da OEE é fruto da multiplicação de três variáveis mensuráveis de uma planta industrial: a disponibilidade de equipamentos, o desempenho e a qualidade de seus produtos. A variável disponibilidade é medida pelo total de perdas por parada não programadas de seus equipamentos. A variável desempenho é medida pelo total de perdas por variação de ritmo e a variável qualidade é medida pelo total de perdas por defeitos nos produtos.

OEE = disponibilidade x desempenho x qualidade

Deste modo, a OEE unifica a manutenção, as operações e a engenharia com objetivo comum de obter níveis superiores de desempenho, e é aceita como a principal métrica de desempenho industrial. Hansen (2002) finaliza destacando as principais vantagens na utilização da OEE:

- 1.) Com a OEE, é possível aos gestores tomarem decisões a curto prazo.
- 2.) Permite a alta direção ter uma visão clara e real do que ocorre no chão de fábrica.
- 3.) Dificulta que informações operacionais sejam ocultadas.
- 4.) Permite revisão dos tempos padrão de fabricação.
- 5.) Democratiza as informações sobre as performances dos equipamentos.
- 6.) A OEE pode ser considerado abrangente pois sinaliza os efeitos por possíveis falta de matéria prima, mão de obra e problemas de qualidade entre outros.

A empresa de manufatura utilizada neste estudo de caso, desenvolveu um indicador, denominada eficiência industrial com o propósito de simplificar a métrica de desempenho em função de ter uma realidade industrial com algumas particularidades que justificam a não implantação da OEE como veremos a seguir.

3. Método

Com o objetivo de apresentar e comparar eficiência industrial com o conceito da OEE, é necessário embasar esses indicadores, associado as principais dimensões competitivas utilizadas pela indústria. A abordagem metodológica desta pesquisa é caracterizada como exploratória documental e descritiva (GIL, 2006), em conjunto com um estudo de caso. Para tanto, será realizado uma pesquisa bibliográfica a respeito. Na sequência, será apresentado o estudo de caso, de modo a possibilitar a compreensão da utilização do indicador eficiência industrial em uma indústria de manufatura, dentro da estratégia definida pela empresa.

De acordo com Yin (2005), os estudos de casos auxiliam o pesquisador a elencar elementos que lhe permitem diagnosticar um caso com perspectivas de generalização naturalística que será complementada com análise de dados e documentos recebidos.

4. Resultados e Discussão

A empresa de manufatura em questão, têm como estratégia industrial a responsividade, ou seja, utiliza como premissas básicas de seu negócio: lotes de produção em menores volumes com ênfase em rentabilidade, lançamento constante de novos produtos para minimizar impactos da concorrência e garantir maior margem operacional e atender os seus clientes no menor tempo possível. Estas características básicas traz uma menor capacidade de utilização da fábrica, elevando seus custos. A área industrial foi remodelada para o arranjo físico de células de produção e é constante as trocas de linhas, muito em função do baixo volume produzido e da diversificação de produtos.

Desmembrando o custo de fabricação da empresa, os custos de mão de obra direta e indireta, passaram a ter um importante papel de controle dentro do resultado operacional da indústria. Tudo nasce a partir da engenharia de processos quando define que, para cada produto fabricado, qual será a sua rotina de fabricação, especificando matérias primas, bem como o total em horas de mão de obra direta utilizada em cada uma das etapas do processo de fabricação. Nessa empresa estudada, esses custos de mão de obra representam em média, 20% do custo de fabricação de um determinado produto, por ter um baixo grau de automação e depender muito da mão de obra direta para a fabricação de seus produtos. Definida as rotinas de fabricação, é possível calcular quanto de mão de obra direta será necessário para produzir um determinado produto.

A empresa entende que utilizar a OEE como métrica, não seria o ideal, pois esse indicador demanda uma maior complexidade de controle, em função das diferentes variáveis, relacionando disponibilidade de máquinas, desempenho e qualidade. Nesse caso, como o foco é controlar o custo da mão de obra direta em função do impacto no custo de produção, a opção foi desenvolver a métrica denominada eficiência industrial exatamente com esse objetivo, que descreveremos a seguir. Certamente mantém em paralelo outros indicadores, como índice de qualidade, confiabilidade nas entregas, flexibilidade, porém, entende que não faz sentido relacioná-los diretamente a produtividade oriunda da otimização da sua mão de obra.

Para exemplificar a dimensão competitiva eficiência industrial, na tabela 1 a seguir, ilustra um exemplo de 10 produtos (SKU) com a respectiva informação de quantidade mensal a ser produzida, o tempo necessário de produção em minutos e o tempo total de horas de produção para cada item.

Tabela 1. Horas Necessárias por SKU e quantidade

SKU	Qtde Produzida	Minutos Totais	Horas Necessárias
9200000045	72.854	325.944,32	5.432,41
9295300083	27.588	220.400,05	3.673,33
9295300063	23.992	251.917,20	4.198,62
9200000074	23.327	106.087,60	1.768,13
9200000325	20.310	77.678,93	1.294,65
9200003090	17.709	49.147,32	819,12
9200002476	17.500	46.654,50	777,58
9295300404	17.172	71.059,26	1.184,32
9295300453	16.848	68.519,41	1.141,99
9200003282	16.740	54.427,65	907,13
Total	254.040	1.271.836,23	21.197,27

Fonte: Elaborado pelo autor

No exemplo acima, tendo o objetivo de 21.197,27 horas de produção, é possível estimar a quantidade de mão de obra necessária. No caso de um mês com 20 dias úteis disponíveis, trabalhando 42 horas por semana, seriam necessários:

$$Total\ de\ MOD = \frac{21197,27}{20 \left(\frac{42}{5}\right)} = 127 \text{ (cálculo exato)} \quad Eq\ (1)$$

Porém, recomenda-se utilizar um fator de correção em função de absenteísmo, tempos operacionais utilizados para limpeza, pequenos reparos, *check list* de segurança, abastecimento, e outros, definidos nesta empresa como sendo em média 12%. Portanto para atender o plano de produção seria necessário utilizar:

$$Total\ MOD = \frac{127}{0,88} = 145 \text{ (cálculo corrigido)} \quad Eq\ (2)$$

O indicador eficiência industrial, é calculado, somando-se todas as horas homem necessárias de cada produto fabricado, dividido pelo total de horas de mão de obra direta disponível.

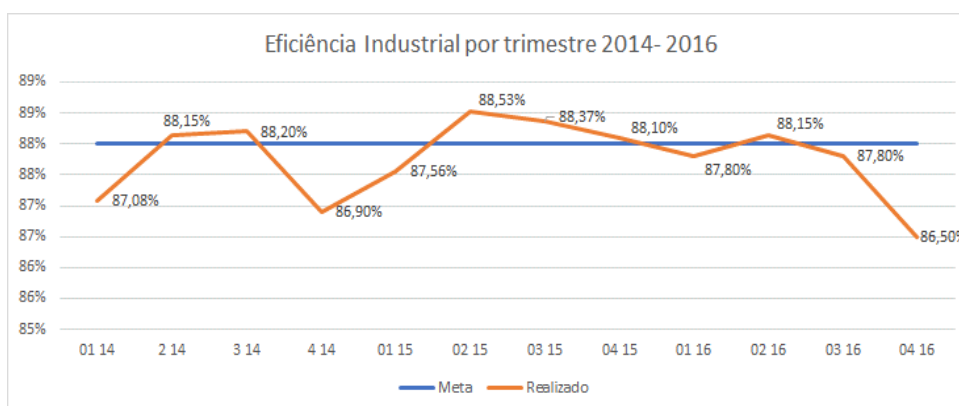
$$Eficiência\ Industrial = \frac{\sum\ Horas\ necessárias}{\sum\ Horas\ disponíveis} \quad Eq\ (3)$$

Desse modo é possível estimar quando da realização do orçamento anual, a partir de um volume previsto de produção, quanto será necessário de mão de obra e qual será o seu custo anual, inclusive podendo ser calculado mês a mês também em função de uma previsão sazonal.

Conclui-se que, para atingir a meta da eficiência, o ideal é ter disponível a mão de obra necessária apenas para o volume de produção proposto. Fato este irreal, pois é normal as oscilações de previsão de demanda sejam superiores ou abaixo da disponibilidade de mão de obra em uma análise mensal. O desafio da indústria neste caso é trimestralmente adequar os volumes de produção a mão de obra disponível, de modo a assegurar que os custos de fabricação não sejam afetados, mesmo que tenha que recorrer em alguns períodos a produzir além da necessidade.

Na figura 1 abaixo, é possível ilustrar os últimos três anos, comparando eficiência projetada (meta) e a realizada.

Figura 1. Eficiência Industrial 2014-2016



Fonte: Elaborado pelo autor

É cultura desta empresa, medir mensalmente o indicador eficiência industrial, que é caracterizado como a representação da dimensão competitiva de custo, especificamente, variação do custo de mão de obra direta, associada ao volume a ser produzido, parcela esta, de impacto significativo, cujo resultado depende exclusivamente da gestão da manufatura. Por meio da área de Controladoria da empresa, é possível saber qual o custo médio de sua mão de obra, inclusive por departamentos, e deste modo calcular o impacto destas variações, tanto positivas como negativas e tomar as suas devidas ações.

O objetivo é, mês a mês, programar o volume de produção necessário, com base na mão de obra disponível, previamente estabelecida, em função de previsões de demanda quando da elaboração de seu orçamento anual. Atingir o objetivo deste indicador, garante que a indústria está produzindo um determinado produto ao custo de mão obra, equivalente ao que foi projetado dentro da sua rotina de fabricação.

Importante destacar que, quando a empresa em questão, relata ter uma eficiência abaixo da meta, como observado na figura 1 em determinados trimestres, significa que, ou a empresa deixou de produzir produtos que estavam no plano de produção por falta de mão de obra, em função da ineficiência, ou a empresa utilizou-se de horas extras para produzir o plano. Consequentemente, planeja, compra matéria prima e produz parcialmente o plano, correndo o risco de não atender as vendas planejadas ou, gera um custo adicional de mão de obra com horas extras não previstas. De modo resumido, produzir abaixo da eficiência projetada, traz prejuízos financeiros consideráveis a Empresa.

Outra consideração importante a se destacar refere-se ao equilíbrio da mão de obra disponível com a necessidade de produção ao longo de um período. Esta empresa, utilizada no estudo de caso, têm uma demanda sazonal, sendo necessário prever a construção de estoques. Este fato beneficia o equilíbrio da mão de obra possibilitando otimizá-la de modo a ter um custo de fabricação projetado, desde que atinja a eficiência projetada como meta.

5. Considerações finais

Entende-se que o trabalho realizado dentro do objetivo de pesquisar sobre o uso do indicador eficiência industrial, comparando-o com a OEE, entre os mais relevantes das dimensões competitivas da indústria de manufatura foi atingido.

Com base em uma estratégia competitiva de responsividade, a empresa decidiu por simplificar o uso da OEE, adotando a eficiência industrial como uma das mais relevantes dimensões de competitividade, muito em função de poder controlar os impactos de custo em relação a sua mão de obra direta.

Importante destacar que o foco deste trabalho é exatamente apresentar o indicador eficiência, o que não quer dizer que a empresa de manufatura estudada, não utilize outros indicadores de gestão em sua atividade industrial.

Retomando ao tema específico em questão, a eficiência industrial pode ser utilizada como meio para melhorar as dimensões competitivas da manufatura, passível de continuidade em termos de pesquisa e apoiar as estratégias competitivas definidas pela indústria.

Define-se algumas limitações em relação ao universo e a amostra do presente trabalho podendo gerar interpretações errôneas a respeito. Mesmo considerando a confiabilidade dos dados obtidos, é bastante questionável a

possibilidade de que determinadas organizações informem as estratégias adotados, deste modo dificultando possíveis correlações.

Importante destacar que os dados da pesquisa por este artigo apresentado, é representado por uma amostra não probabilística, portanto as inferências devem ser tratadas com certas restrições.

De qualquer modo, é um tema relevante em se tratando da influência de determinadas dimensões competitivas podem impactar sobre o custo e a estratégia de uma empresa e poderá ser utilizada para trabalhos futuros de modo a ampliar o tema desta pesquisa em outras empresas, fazendo inclusive comparações entre elas. Pode-se ainda relacionar o nível de maturidade da empresa com os resultados obtidos por meio da implantação desta metodologia, de modo a manter a competitividade das indústrias em um ambiente extremamente desafiador.

Referências

- BLANCHARD, B. **Logistics engineering and management**. Pearson, Virginia, 4th ed, 1992
- BOWERSOX, D. J. **Logística Empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.
- CHASE, R.B. **Operations Management for Competitive Advantage**: 9. ed. Mc Graw-Hill Higher Education, 2001.
- CHASE R.B.; JACOBS R. **Administração da Produção para a vantagem competitiva**. 10. ed. São Paulo: Bookman, 2008.
- CORRÊA L.H.; CORRÊA C.A. **Administração de Produção e Operações**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.
- DRUCKER, P. **The practice of management**. Harper Collins Publishers Inc. New York, 2006.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.
- HANSEN, R. **Overall Equipment Effectiveness : A powerful Production / Maintenance for increased profits**. Industrial Press Inc. New York, 2002
- HAYES, R.H.; WHEELWRIGHT, S.C. **Restoring our competitive edge: competing through manufacturing**. New York: Editora John Wiley, 1984.
- NEVES, J.M.S. **Contribuições da Implantação da Tecnologia da Informação MÊS para a melhoria das dimensões competitivas na Manufatura: Estudo de caso Novelis Brasil Ltda. 2011**. 78 f. (Dissertação de doutorado em Engenharia Mecânica na área de Transmissão e Conversão de Energia) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2011
- PIRES, S.R.I. **Integração do planejamento e controle da produção a uma estratégia de manufatura**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.
- SANTOS, F.C.A. **Dimensões competitivas da estratégia de recursos humanos: Importância para a gestão de negócios e empresas manufatureiras**. Tese (Doutorado) – Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1998.
- SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas, 1993
- SLACK, N.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- STAMATIS, D.H. **The OEE Primer: Understanding overall equipment effectiveness, reliability and maintainability**. CRC Press, Florida, 2011.
- YIN, R.K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2005.