



ESTUDO DE CASO EM UM PROCESSO PRODUTIVO DE UMA FÁBRICA DE MOTORES

Matheus Philippe Mesquita da Silva
theo_mesquita@hotmail.com
AEDB

Paulo César Alves Júnior
pcalves11@hotmail.com
AEDB

Washington Lemos
washington.lemos@aedb.br
AEDB

Resumo: Este artigo consiste em um estudo de caso da implantação de uma melhoria em um processo produtivo de uma fábrica de motores. A fábrica identificou em um dos seus postos de trabalho uma melhoria que poderia melhorar o tempo de execução da atividade e resolver alguns problemas de qualidade que estavam ocorrendo naquele processo, no entanto, antes da aplicação desta melhoria não foram analisados quais impactos esta teria na linha como um todo. Desta forma, foi realizado um estudo de caso com objetivo de identificar por meio de uma comparação do antes e depois, os impactos que esta melhoria teve na linha de produção. Para tal estudo utilizamos a simulação operacional, que foi aplicada por meio do software Arena Basic Simulation. Na etapa inicial foram encontradas algumas informações sobre o desempenho da linha antes da aplicação desta melhoria, onde as mesmas foram ponto de partida, sendo projetadas no módulo Input Analyzer para entendimento do seu comportamento. Posteriormente, foram colhidos através de uma medição com conceitos de cronoanálise os dados do comportamento atual da linha de produção, já com a melhoria aplicada. Por fim, foram simulados no software os dois comportamentos e assim realizada a comparação dos mesmos, chegando à conclusão de que a melhoria trouxe mais ganhos que apenas a solução para os problemas de qualidade, mas que também foram abertas algumas brechas para outras possíveis melhorias no sentido de adaptar o processo ao novo desempenho do posto melhorado.

Palavras Chave: Melhoria Contínua - Simulação computacional - Software Arena - Cabeçote -



1. INTRODUÇÃO

Uma linha de produção sendo vista por um leigo, pode parecer extraordinária e ao mesmo tempo simples, porém para garantir que a demanda seja atendida com qualidade, segurança e atendendo as expectativas de quem compra e de quem usa, é essencial que o processo seja equilibrado, cadenciado e com o menor desperdício. Visando essa redução de desperdício, sempre acontecem nessas linhas de produção alguns processos de melhoria contínua.

Ao se tomar uma decisão, uma empresa tem como base análise de variáveis e problemáticas que podem afetar desde suas estruturas até o produto acabado. De acordo com Rubin (Andrade, 2004), a chave para se obter bons resultados é um bom processo de decisões. O ato de tomar decisões é o trabalho mais importante de qualquer executivo. É o que contém o maior grau de risco, pois uma decisão errada pode arruinar um negócio e uma pessoa. Assim, uma escolha ruim pode acarretar grandes perdas financeiras, comprometer a imagem da empresa perante seus clientes/fornecedores, gerar desperdícios e retrabalho segundo Hammond; Keeney; Raiffa (2001).

Assim, simular um problema ou os aspectos de mudanças em um processo, objetivando a tomada de decisão ou ainda a melhoria contínua vem crescendo conforme a disputa de mercado nos dias de hoje.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo geral investigar a aplicação do software de simulação Arena, no setor de usinagem de cabeçotes de uma fábrica de motores. A partir dessa análise, cenários hipotéticos serão criados e estudados através do Arena.

A linha de produção escolhida para o estudo realizou uma melhoria que após ser implantada, solucionou alguns problemas de qualidade e trouxe também uma redução de custos. Com isso, enxergamos uma oportunidade para aplicar os conhecimentos adquiridos com o intuito de visualizar como essa implantação impactou o desempenho da linha como um todo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - Simulação Operacional

O uso da simulação no gerenciamento de um processo pode contribuir para, a melhoria deste processo, resolução de problemas que podem aparecer com o tempo e adaptação em mudanças. Para que isso se torne verdade e que o mesmo venha a contribuir de forma significativa para melhoria, todas as variáveis e influenciem no processo devem ser levadas em consideração. Qualquer omissão, seja ela qual for que leve a distorção do modelo, causando a ineficiência do mesmo pode levar a tomar uma decisão equivocada. (AGUILAR et al, 2009, p. 3).

Na atualidade, devido tanta competitividade entre empresas, a exigência de atender uma demanda, sem esquecer a qualidade dos produtos, está cada vez maior e a simulação se torna essencial para planejar, projetar e controlar produtividade e processos para os responsáveis do mesmo.

Seguindo o pensamento de Vaccaro (AZEVEDO, 2010), a simulação computacional recria um sistema em um ambiente visível e controlado, de forma que haja uma capacidade de entendê-lo, modificar e conferir seu comportamento de forma segura e a custos relativamente menores. É justamente por estes motivos que a simulação, na grande maioria das vezes, é aplicada em sistemas ou processos complexos.



2.2 Cronoanálise

O controle de tempo segundo Sugai (2003), teve início com Taylor, que tinha a intenção de saber como era a capacidade individual de cada operador, nos dias de hoje é uma ferramenta de suma importância nas indústrias, que querem melhorar os seus mais variados processos.

Tendo como base o pensamento de Oliveira (2009), a cronoanálise pode ser considerada uma medição estatística visto que pode se coletar tempos e com base nos dados determinar tempos padrões de operação e capacidade produtiva.

Utilizando-se o tempo centesimal, a cronoanálise toma como unidade de medida centésimos de minutos. Há três modalidades de tempos que devem ser levados em consideração e estudados, o tempo normal, o tempo padrão e o tempo cronometrado, a partir deles é feita a avaliação da capacidade produtiva individual (máquina e operador) de acordo com suas habilidades e tolerâncias. O tempo cronometrado é o tempo que o cronoanalista observa no cronômetro.

Conforme Peinado e Graeml (2004), a definição da velocidade é um dos pontos relevantes da cronoanálise, pois o cronoanalista analisa de forma individual, tendo que ser bem treinado e apto a observar corretamente se um operador está realizando a tarefas no tempo normal. Sendo que a operação para estar sendo realizada no tempo normal ela deve corresponder a uma taxa de 100%, sendo assim variações quando a velocidade está em ritmo lento é inferior a 100% e quando a velocidade está em ritmo acelerado a taxa é maior que 100%. A fórmula abaixo define tempo normal.

FÓRMULA DE TEMPO NORMAL

$$TN = TC \times V$$

TN = Tempo Normal

TC = Tempo Cronometrado

V = Taxa de velocidade do operador

Seguindo o pensamento Peinado e Graeml (2004), após a obtenção do tempo normal que é calculado levando em consideração o tempo cronometrado e o fator avaliação de ritmo, precisa-se levar em consideração as necessidades adversas do processo com tolerância de tempo em % para encontrar um tempo real para a execução de tarefas.

Segundo Chase; Jacobs e Aquilano, (2006), a fórmula correta para obtenção do tempo padrão é a citada abaixo, pois são levadas em consideração todas as tolerâncias. Sendo que o número 1 na fórmula significa 100% do tempo total subtraído das tolerâncias.

FÓRMULA DE TEMPO NORMAL

$$TP = TN \div (1 - TL)$$

TN = Tempo Normal

TP = Tempo Padrão

TL = Tolerância

Segundo Peinado e Graeml (2004), o tempo padrão possui tolerâncias que se dividem em tolerância para necessidades pessoais, tolerância para alívio da fadiga e tolerância de espera. Respectivamente a primeira trata das necessidades fisiológicas do operador, exemplo: levando em consideração as jornadas de trabalho de 8 horas, exemplo; o tempo de tolerância varia de 10 a 24 minutos, mas em jornadas de trabalho pesadas a variação aumenta bastante.

Na tolerância para alívio da fadiga são levados em consideração o ambiente de trabalho, e a natureza do trabalho a que é submetido o operador ou máquina, exemplo: um trabalhador que trabalha em forno de cal tem uma fadiga enorme em decorrência da temperatura, ruídos e resíduos, então essa tolerância depende dos fatores do ambiente.

Já na tolerância de paradas, são levados em consideração aspectos como quebra de

máquinas, tempo de espera para uma manutenção corretiva, paradas devido à falta de energia, ou a falta de matéria prima, nesse caso a tolerância independe do operador, pois não depende dele o tempo que ele espera. Quando ocorre esse tipo de tolerância o tempo padrão que as vezes já estava cronometrado terá que ser revisto para não manter a realidade dos dados finais. Em empresas onde a linha de produção não há oscilação, ou seja, o tempo padrão pode ser sempre o mesmo, mas já nas que têm constantes mudanças, deve-se calcular o tempo padrão de acordo com as atividades que terão que ser realizadas para a montagem do produto.

2.3 Balanceamento de Linha

De forma a atender as necessidades distintas da organização ao produzir o que o mercado demanda, faz-se o balanceamento das às atividades, elevando ao máximo a utilização dos postos de trabalho da mão de obra empregada. Balancear consiste em distribuir igualmente a carga de trabalho de todos os postos englobados pela linha de produção a ser balanceada, de modo que estes trabalhem de forma sintonizada com a demanda, de preferência utilizando o mesmo tempo unitário. Quando dividimos de forma igual à mão de obra, acabamos com a ociosidade de recursos produtivos, evitando perdas e assim atingindo os níveis de produtividade. Com isso, se diminui os custos operacionais, o que coloca a empresa no mercado competitivo, visando sempre o aperfeiçoamento da utilização dos recursos produtivos. (Rocha 2011)

3. CASO ANALIZADO

O trabalho desenvolve-se em uma fabrica de motores, comercializados no Brasil e Argentina. Localizada na cidade de Porto Real no interior do estado do Rio de Janeiro, inaugurada em junho 2009. Conta com uma média de 200 funcionários, envolvendo o setor produtivo e administrativo, hoje funcionando em dois turnos de produção. Dentro de sua planta, ocorre o processo de usinagem dos cabeçotes que são componentes dos motores que são utilizados em veículos.

Os cabeçotes são peças de extrema importância para o funcionamento correto do motor, por meio dele ocorre à transmissão térmica e de combustível. Para que o motor fique estável, depois de tanto esforço e temperatura elevada, o cabeçote do motor entra com sua função de refrigeração, conduzindo a entrada necessária de ar e combustível para dentro dos cilindros, evitando o superaquecimento. Essa peça é indispensável para o funcionamento do motor, gerenciando a admissão de ar e o escape do mesmo através de válvulas. Devido a toda essa complexidade do cabeçote, em seu processo não pode haver falhas, sendo todas as peças que não estão conformes descartadas.

A linha onde foi aplicada a melhoria e feito o estudo é responsável pela fabricação desses cabeçotes dos motores e abriga uma série de operações de extrema importância para a qualidade final do motor e tem um acompanhamento de perto por toda equipe. Composta por 11, Figura 1, operações aqui denominadas de OP05, OP10, OP20, OP30, OP40, OP70, OP80, OP90, OP130, OP140 e OP150. Onde, seu processo não tolera falhas, sendo assim não há retrabalho em nenhuma parte do processo.

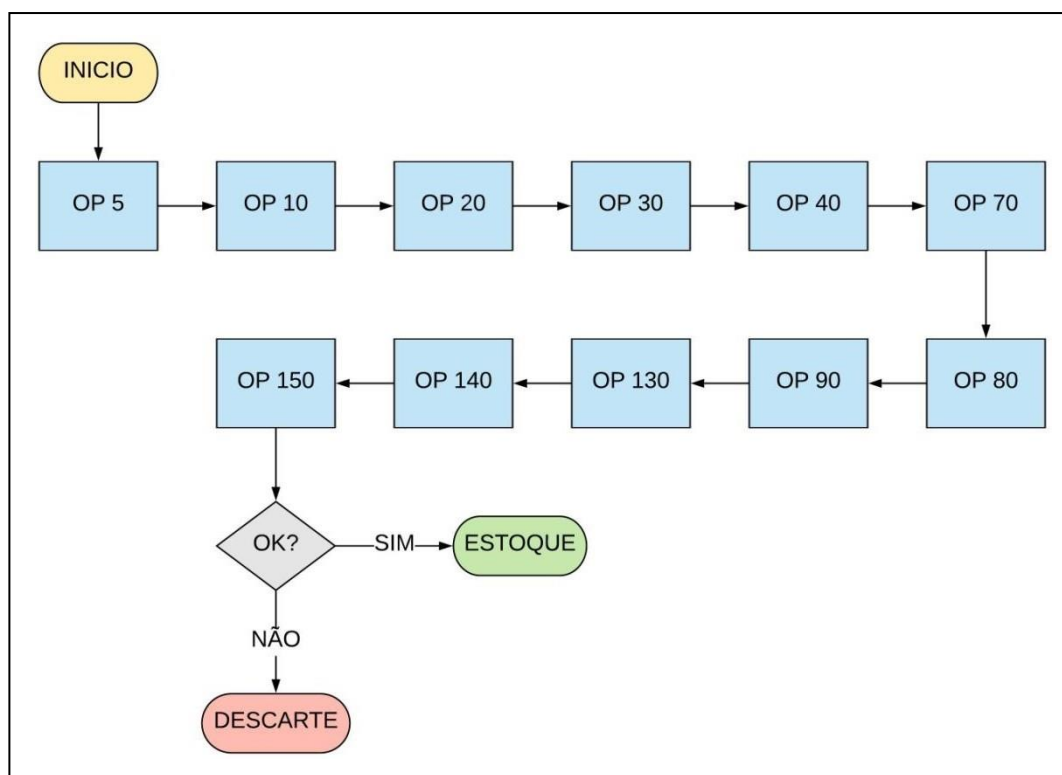


Figura 1- Fluxo do processo
 Fonte- Autor

Os dados utilizados na simulação do antes foram cedidos pela empresa, onde continham os tempos de ciclo das operações da linha antes da aplicação da melhoria, e os dados dos tempos atuais foram coletados durante dois dias de produção do mês de abril de 2018, onde a cronoanálise foi utilizada como ferramenta de análise dos dados que foram retirados desse processo. Para que representassem com maior precisão o comportamento real do posto, a coleta de dados foi realizada em períodos (Turno A e B) diferenciados. Considerou-se para esse estudo 16 horas de trabalho diárias, sendo estas divididas em 8 horas iguais para os turnos A e B.

A melhoria implantada pela empresa foi a de uma nova broca, a fim de melhorar uma das atividades mais demoradas do setor (OP 10) e resolver os problemas de qualidade que esta operação gerava. Nesta operação é realizado o furo *Index*, um furo que servirá de referência para todos os outros que virão a ser feitos no cabeçote nas operações posteriores.

Por meio de uma análise realizada pelos responsáveis do setor, notou-se que o motivo do gargalo na operação era o de furação do furo *Index*. Foi visto que este gargalo é derivado do uso de uma broca tubular de perfuração “obsoleta” em relação aos dias de hoje. A mesma era feita de um material onde sua estrutura era frágil para tal atividade, onde a sua função era fazer dois furos no cabeçote de alumínio, de aproximadamente 570 milímetros, tomando um tempo de 56 segundos.

Ao entrar a fundo na questão de estudo dessa broca, relatórios antigos do posto de garantia de qualidade foram levantados e descobriu-se que ela também era responsável por quebra de qualidade no cliente, pois a mesma para terminar de executar a sua função, furos *Index*, iniciava o processo de furação pela parte frontal do cabeçote e quando ela chegava à metade do furo, 285 mm, ela parava o processo e ia pra parte traseira do cabeçote furando a outra metade, assim ligando os furos, tornando um de 570 mm. Porém, esse processo gerava grande falha em relação ao alinhamento desse furo, tendo quebra de qualidade relacionada à estanqueidade.

Através de estudos com a equipe técnica e gestão, o responsável instrumental propôs a criação e implantação de uma nova broca helicoidal, com um novo material e com especificações e formato mais atuais e mais adequados para a realização do trabalho. A estrutura da broca conta com um material mais resistente e desenvolvido exatamente para essa função.

Com o início dos testes, os resultados foram nítidos, a broca foi exposta a diversas situações de desgaste e respondeu positivamente. Primeiro ponto observado e levado em consideração foi o valor de cada uma das brocas e notou-se que mesmo com o seu custo um pouco maior a nova broca compensava a outra em todos os sentidos. Principalmente em relação a sua capacidade produtiva, que é capaz de produzir 3000 peças sem ter necessidade de ser afiada, enquanto a outra tinha necessidade de ser afiada a cada 800 peças.

Para estudo do caso, por meio dos dados coletados foram simulados no software Arena, Figura 2, os comportamentos da linha anterior à implantação da melhoria e o atual processo.

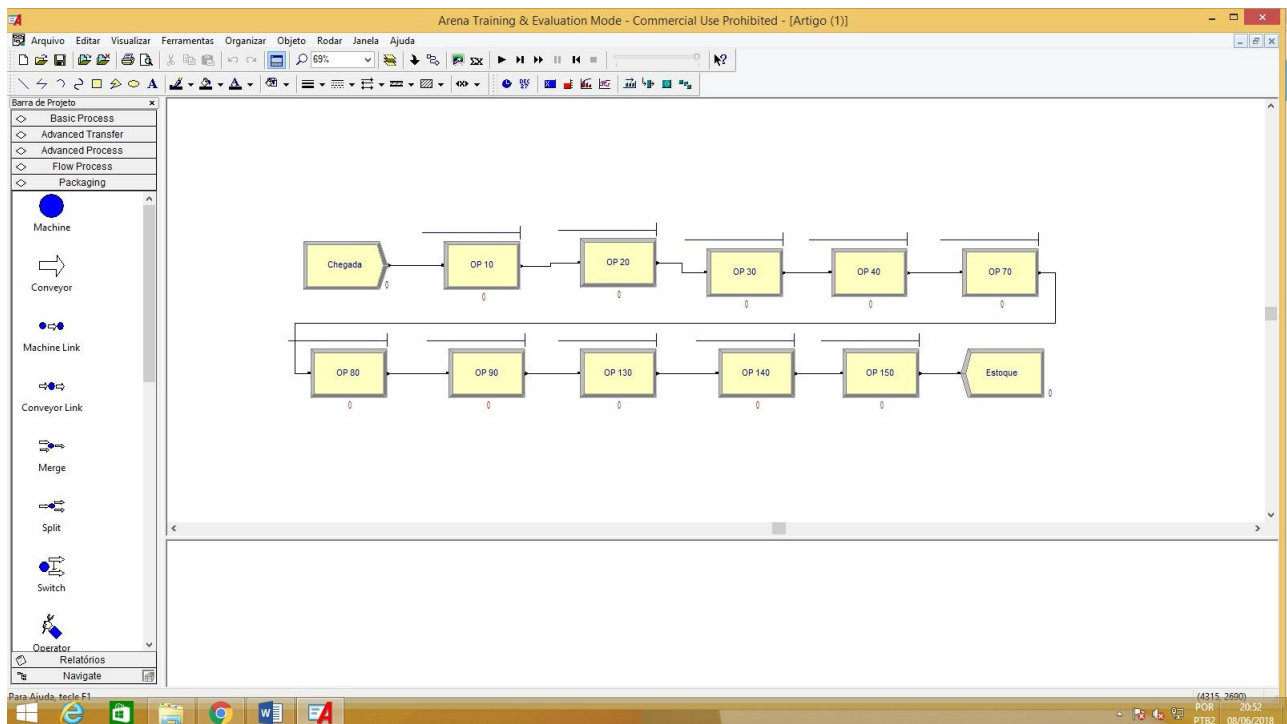


Figura 2- *Simulação do Processo*
 Fonte- Software Arena Basic Simulation

Com a substituição por um material que admite uma maior resistência a esforços de usinagem, foi possível aumentar o ritmo de perfuração diminuindo o tempo de ciclo em 20 segundos. Como resultado, a empresa teve um aumento de produtividade, conseguiu solucionar o problema com a quebra de qualidade dos cabeçotes, reduziu seus custos e o CPP (custo de peça produzida) e aumentou a vida útil do equipamento. Com os relatórios gerados pelo software, conseguimos extrair informações e montar uma tabela para melhor comparar e analisar os impactos causados pela melhoria, conforme TAB 1.



Impactos Gerados Pela Melhoria Implementada		
Quantidade de Saídas		
Processo	Antes	Depois
Produção Diária	270	277
Produção Mensal	5940	6094
Quantidade de Cabeçotes em Fila		
Processo	Antes	Depois
Op 20	0,0042	16
Ocupação das Máquinas		
Processo	Antes	Depois
OP 10	0,9934	0,9990
OP 20	0,9604	0,9969
OP 30	0,9616	0,9926
OP 40	0,9135	0,9377
OP 70	0,9432	0,9692
OP 80	0,9221	0,9514
OP 90	0,8817	0,9076
OP 130	0,9328	0,9577
OP 140	0,8591	0,8809
OP 150	0,8746	0,8979

TAB 1- *Impactos Gerados Pela Melhoria Implementada*
Fonte- Software Arena Basic Simulation

De acordo com os relatórios gerados pelo software após as simulações, é possível comparar os dois comportamentos da linha e analisar os impactos causados pela troca da broca na OP10. É possível notar que a quantidade de saídas de cabeçotes do processo aumentou em 7 após a implantação da melhoria, gerando um ganho de 154 cabeçotes mensais em uma empresa com 22 dias de produção mensal. Com essa análise é possível concluir que houve um aumento significativo de produtividade.

Outro fato que chama a atenção é a alteração significativa em relação as filas que a OP 20 sofreu, pois, a mesma possuía uma média de 0,0042 peças em espera e agora possui uma média de 16 cabeçotes nessa situação. Isso nos leva a entender que a OP20 se tornou um gargalo.

Em relação a utilização das máquinas, todas obtiveram um aumento de carga de trabalho após a alteração, porém nada muito além do que já vinha sendo realizado.



4. CONCLUSÃO

Neste estudo de caso foi utilizado o software arena para realizar uma análise por meio de uma comparação entre o desempenho de uma linha de produção antes e depois de uma melhoria implantada na OP10.

A empresa havia utilizado como parâmetro para decisão da realização da melhoria o âmbito financeiro e a capacidade desta resolver os problemas de qualidade resultantes do processo anterior e a melhora no tempo de ciclo da operação. Porém, faltou no processo de tomada de decisão, um estudo sobre como este impactaria na linha como um todo, ou seja, como os outros postos iria se adaptar a esta alteração. Através do software arena foi possível analisar as alterações do comportamento que ocorreram na linha e verificar os impactos que a alteração da broca utilizada na OP10 ocasionou.

Após o estudo é possível concluir que a melhoria foi bastante benéfica para a empresa. Por meio dela a empresa alcançou diversos resultados satisfatórios, como:

- Aumento de produtividade, alterando de 270 cabeçotes acabados diários para 277;
- Diminuição do CPP (Custo de Peça Produzida) através do custo benefício da nova broca;
- Solução dos problemas de qualidade resultantes da broca anterior;

Contudo, é importante que uma empresa vise a melhoria constante, pois com isso ela pode aumentar ainda mais a sua capacidade produtiva e reduzir os desperdícios que possam haver em seus processos. Desta forma, cabe ressaltar que através dos relatórios gerados pelo software é possível notar algumas possíveis brechas para outros trabalhos a serem realizados. O fato de o tempo de ciclo da OP10 ter diminuído, ocasionou um gargalo na OP20 e um aumento de ocupação das operações posteriores, desta forma é possível realizar alguns outros estudo como um balanceamento de linha, estudo de layout e etc.

Por fim, outras análises poderiam ser consideradas, porém não faziam parte do objetivo proposto pelo estudo. No entanto, sugere-se a empresa realizar outros estudos sobre esta linha para melhorar cada vez mais ou seu processo e elevar o nome de sua marca no mercado de produção de motores e cabeçotes.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, S.M.S. et al.: Avaliação dos benefícios da aplicação da simulação, através do software Arena 10.0, em uma empresa de transporte ferroviário. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 2009, Salvador, 2009.

ANDRADE, E. L. Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para análise de Decisões. 3.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 192p.

AXELROD, R. Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences. Special Issue on Agent-Based Modeling. Japanese Journal for Management Information System. V.12, n.3, dez. 2003.

AZEVEDO, D. et. al. Um estudo de simulação computacional para a análise de perfis de aprendizagem organizacional. Revista Produção, [s.l], v. 20, n. 4, p. 639-656, 2010.

CHRISPIM, E.M. Análise da operação ferroviária do Porto do Rio de Janeiro utilizando simulação de eventos discretos. Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2007.

FIORONI, M.M. Simulação em ciclo fechado de malhas ferroviárias e suas aplicações no Brasil: avaliação de alternativas para o direcionamento de composições. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

CHASE, R.B; JACOBS, F.R; AQUILANO, N.J. Administração da produção para a vantagem competitiva. 10. ed. - Porto Alegre : Bookman, 2006.

HAMMOND, J. S.; KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. As Armadilhas Ocultas na Tomada de Decisão. In: Harvard Business Review. Tomada de Decisão – Decision Making. Tradução de Eduardo Riech. Rio de Janeiro: Campus, 2001. p.135-157.

MARTINS, P.: Administração da Produção. Saraiva. São Paulo, 1998.

MEDEIROS, L.F.; MOSER, A.; DOS SANTOS, N. A simulação Computacional como técnica de pesquisa na administração. ENGEVISTA, v. 17, n. 2, p. 273-287, 2014.

OLIVEIRA, C. L P. A: Análise e Controle da Produção em uma empresa têxtil, através da cronoanálise, 2009.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da produção (Operações Industriais e de Serviços). Curitiba: [s.n.], 2004.

ROCHA, D. R. Balanceamento de linha: um enfoque simplificado. 2011.

SUGAI, Miguel. Avaliação do uso do MTM (Methods-Time Measurement) em uma empresa de metal-mecânica. 2003. 115 f. Dissertação de mestrado (Mestre em Engenharia mecânica)-Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.