

Proposta de melhoria para a rentabilidade na produção de artefatos de concreto pré-moldados

Rafael Alvise Alberti (Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC) alberti_rafael@yahoo.com.br

João Carlos Furtado (Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC) jcarlosf@unisc.br

Guilherme Tonini Botassoli (Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC) guiobotass@live.com

Flávia Regina Knak (Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC) flaviaknak@gmail.com

Guilherme Augusto Schwingel (Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC) gui.sch@hotmail.com

Resumo:

O processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto em uma empresa situada no Rio Grande do Sul se apresentava visualmente eficiente aos gestores, porém faltavam informações que comprovassem tal realidade. Desta forma, se buscou identificar um panorama geral do processo, identificando a utilização dos recursos, pontos críticos e a capacidade produtiva, a fim de propor soluções que aumentassem a rentabilidade do processo. Com o estudo do caso, através de visitas técnicas, elaboração de rede de atividades, cronometragem e confecção de um modelo de simulação, foi possível obter informações capazes de fomentar uma proposta de melhoria, de baixo custo e alto impacto na rentabilidade do processo. A realização do estudo deixou evidente o benefício da utilização da simulação em avaliar processos produtivos, porém, não diminuiu a importância do fator humano na interpretação das informações e no processo de decisão.

Palavras chave: Rentabilidade, Simulação, Propostas de melhorias, Produção.

Proposal for improvement to profitability in the production of precast concrete artifacts

Abstract

The production process of precast concrete elements in a company located in Rio Grande do Sul was visually efficient managers, but lacked information demonstrating such reality. This way, if sought to identify a general overview of the process, identifying the use of resources, critical points and the production capacity in order to propose solutions that increase their profitability in the process. With the case study, through technical visits, preparation of network activities, timing and preparation of a simulation model, it was possible to obtain information capable of promoting a proposal for improvement, of low cost and high impact on profitability in the process. The study left clear the benefit of the use of simulation to evaluate productive processes, however, did not diminish the importance of the human factor in the interpretation of the information and in the decision-making process.

Key-words: Profitability, Simulation, Proposals for improvements, Production.

1 Introdução

A simulação de processos produtivos com o emprego de softwares simuladores, através de manipulação dos fatores produtivos, aliado a facilidade de predição do resultado de mudanças, auxilia a tomada de decisões e conseqüentemente alavanca a rentabilidade organizacional (ALBERTI et al., 2013).

A possibilidade de descobrir antecipadamente o resultado das mudanças e testar diversas configurações acarreta em uma gama de aplicações para a utilização deste tipo de técnica em ambientes industriais (CASSEL e VACCARO, 2007; MORABITO e PUREZA, 2010).

Processos produtivos simples geralmente são considerados de fácil identificação de pontos de melhoria, nos quais os custos podem ser mensurados com mais clareza. Desta maneira, a utilização da simulação é determinante no melhor aproveitamento de maquinário e da mão de obra disponível.

Neste contexto, o presente estudo aborda o processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto, mais precisamente, postes de secção circular 400 daN (kgf) e 11 metros de comprimento, com a intenção de descobrir os pontos críticos, para futura análise e sugestões de melhorias.

Com a utilização de ferramentas apropriadas (Software ARENA) objetiva-se identificar pontos de baixo/alto aproveitamento de recursos e também sugerir cenários para aumento da lucratividade do processo. Desta forma, busca-se resposta à seguinte problemática: Com recursos disponíveis e identificação dos gargalos produtivos, é possível propor cenários capazes de alavancar a rentabilidade?

2 Revisão bibliográfica

2.1 Padronização do trabalho

Segundo Ghinato (2000) o balanceamento das operações procura nivelar os tempos de ciclos de cada trabalhador, fazendo com que todos recebam cargas de trabalhos semelhantes.

Carvalho e Santos (2007) defendem que o planejamento/padronização das tarefas permite coordenar e executá-las com qualidade, produtividade, segurança, organização e principalmente, buscando o cumprimento das metas estabelecidas.

A padronização permite a definição ou conhecimento do caminho crítico, a sequência de atividades que possuem folga total nula e que determina o tempo total de duração do projeto. As atividades pertencentes ao este caminho são as chamadas atividades críticas, visto que as mesmas não podem sofrer atrasos, pois caso tal fato ocorra, o projeto como um todo sofrerá este atraso. (TUBINO, 2006).

Como resultantes da padronização do trabalho, Monden (1998) comenta:

- Alta produtividade através do trabalho dos operários sem qualquer movimento perdido;
- Balanceamento de linha entre todos os processos em termos de tempo de produção;
- Quantidade mínima de material em processo manipulada pelos operários (sem excessos).

Toda padronização, segundo Spear e Bowen (1999) deve ser norteado por regras básicas:

- I. Todo trabalho deve ser altamente especificado quanto ao conteúdo, sequência, andamento e resultado. A regra está relacionada em como as pessoas realizam seu trabalho individual.
- II. Cada conexão cliente-fornecedor tem que ser direta e deve existir uma forma ambígua de se fazer solicitações e receber respostas. Esta regra mostra como as pessoas se conectam umas às outras e a relação com as conexões do fluxo produtivo.
- III. O caminho para cada produto ou serviço deve ser simples e direto. As linhas de produção devem ser projetadas para que cada produto ou serviço tenha um caminho particular.
- IV. Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método científico, sob a orientação de um instrutor, no nível organizacional mais baixo possível.

Portanto, com a padronização das tarefas, é possível obter a máxima produtividade através da identificação dos elementos de trabalho que agregam valor e das perdas.

2.2 Uso da ferramenta de simulação computacional

A simulação computacional é ferramenta útil na resolução de problemas complexos que envolvem situações determinísticas ou estocásticas, ou seja, é importante para o planejamento organizacional, emulando o funcionamento de sistemas e avaliando diferentes cenários que contemplem menores custos e/ou maiores ganhos (MORABITO e PUREZA, 2010; ALBERTI et al., 2013)

Segundo Costa (2011) a simulação objetiva a construção de modelos, a realização de ensaios e a identificação de alterações possíveis. Desta forma, sendo útil como uma ferramenta de segurança no que tange a minimização de riscos e custos com recursos e ações.

De forma ampla, a simulação e modelagem podem ser consideradas técnicas integradas, sendo necessário o desenvolvimento de um modelo para posterior simulação (ÖREN, 2010). Normalmente, os modelos incorporam várias entradas (parâmetros) no sistema, como tempo, distância, velocidade e recursos disponíveis, fornecendo um meio estatisticamente válido para avaliar, redesenhar e quantificar a utilização de recursos, a racionalização de processos e o tempo gasto.

Portanto, a utilização destes tipos de ferramentas em ambientes manufatureiros possibilita obter uma visão geral (macro) do efeito de uma pequena (micro) mudança (BANKS et al, 2005; DIEHL et al, 2009).

3 Material e métodos

No estudo de processos através de modelagem computacional a definição correta dos aspectos relevantes é um ponto muito importante. Ou seja, é imprescindível conhecer o processo em questão, bem como, discutir o modelo a ser utilizado/criado de acordo com a complexidade e aproximação ao modelo real (PASQUINI JÚNIOR & COSTA NETO (1996).

Para a abordagem pretendida, optou-se pela modalidade de pesquisa estudo de caso, pois se trata de uma investigação que proporciona uma visão geral do problema estudado (GIL, 2009), buscando dados relevantes e convenientes obtidos por meio da experiência e/ou vivência, definindo uma estratégia de pesquisa abrangente (YIN, 2005).

Desta forma, para a verificação do processo produtivo, conhecimento da dinâmica de fabricação e obtenção de dados foi realizado visita técnica em diversas ocasiões.

Portanto, para a realização completo do estudo, foram determinados alguns procedimentos metodológicos (Figura 1).

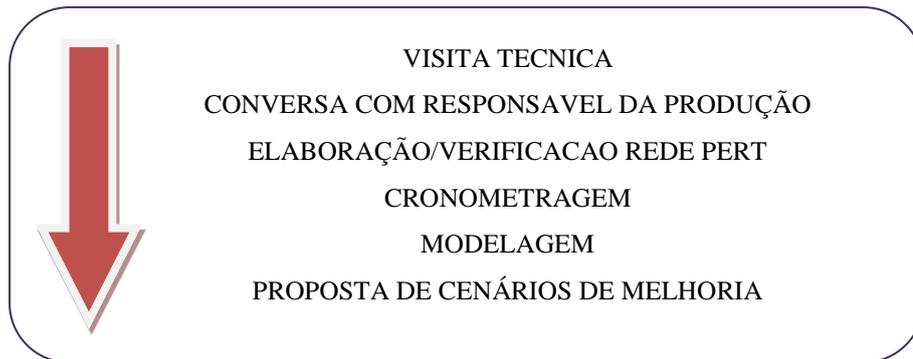


Figura 1: Procedimentos metodológicos

4 Resultados e diagnóstico

4.1 A empresa e processo

A empresa atuante no ramo de pré-moldados em concreto armado possui uma unidade de produção (unidade em estudo), na qual são fabricados postes de concreto armado. A empresa prioriza sua fabricação mediante acionamento de contratos firmados com Concessionárias de Energia Elétrica, possuindo também uma pequena quantidade em estoque para fornecimento à terceiros.

Quanto ao arranjo físico da produção, pois a matéria-prima passa por todos os recursos transformadores de acordo com a sequência estabelecida de operações. Não há uma forma sistematizada de plano de produção para longo prazo. Sendo assim, a programação existente é com base nos pedidos mensais e trimestrais recebidos através dos acionamentos de clientes fixos e consumidores esporádicos. Geralmente os pedidos são de grandes quantidades, que depois de confeccionados, são inspecionados e posteriormente expedidos. Outra informação relevante é de que não existe um planejamento de produção ou uma previsão de vendas, não se tem um gerenciamento de informações históricas da produção.

Sobre o processo, o layout produtivo é apresentado na Figura 2.

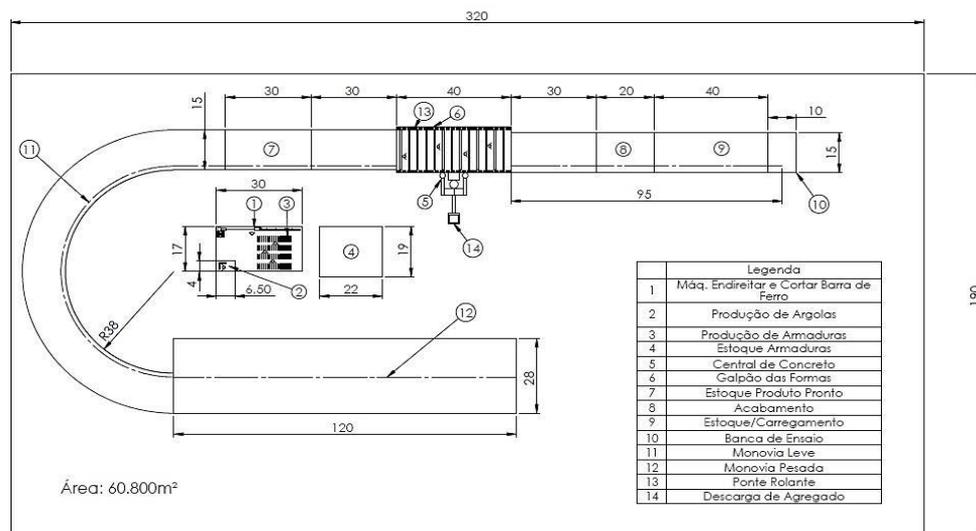


Figura 2: Layout do processo produtivo. Fonte: Documentação organizacional

A partir da conversa com o responsável pelo setor de fabricação, foi levantada a informação de que visualmente o processo se apresentava eficiente, porém se buscavam informações complementares sobre a utilização eficiente dos recursos e possíveis restrições aos processos.

O processo de produção em si, sucintamente engloba as atividades de recebimento e estocagem da matéria-prima, preparação do concreto, formas, armaduras, logística, até a expedição do produto acabado para o consumidor. Conhecendo a sequência lógica de processos, foi possível elaborar/verificar a Rede Pert.

A técnica PERT/CPM, proporcionou demonstrar o layout produtivo como demonstrado na Figura 3.

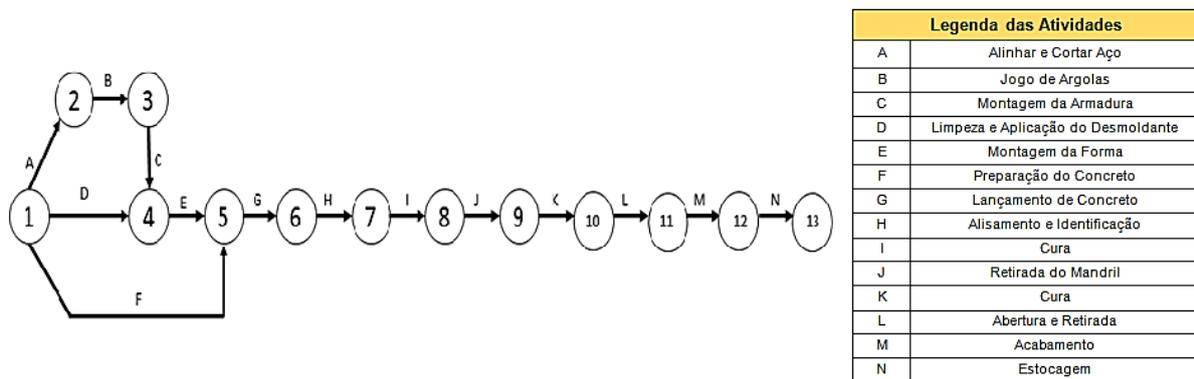


Figura 3: Rede Pert CPM - Produção de postes pré-moldados em concreto

4.2 Coleta de dados e modelagem

A coleta de dados das 14 atividades, seguiu a orientação de 5 amostras de tempo para atividades com tempo superior a 5 minutos e 10 amostras para atividades com tempo inferior a 5 minutos, ao final foi feita uma média aritmética e elaborada a Tabela 1.

PRODUTO: Poste Circular de Concreto R-2/400/11,00		
Item	Atividade	Tempo [s]
A	Alinhar e Cortar Aço	423
B	Jogo de Argolas	744
C	Montagem da Armadura	1.679
D	Limpeza e Aplicação do Desmoldante	782
E	Montagem da Forma	748
F	Preparação do Concreto	187
G	Lançamento de Concreto	220
H	Alisamento e Identificação	731
I	Cura	222

J	Retirada do Mandril	463
K	Cura	74.880
L	Abertura e Retirada	221
M	Acabamento	397
N	Estocagem	169

Tabela 1: Cronometragem dos processos

A partir dos dados coletados foi elaborado um modelo de simulação em Software ARENA. A escolha pelo software se deu pelo fato de ser um dos mais utilizados em material científico, que além de possibilitar o desenvolvimento de diversos modelos (lógica) e cenários (animação) de produção, auxilia na análise estatística dos dados de entrada, de saída e na identificação de resultados “ótimos” (KELTON; SADOWSKI; SWETS, 2010).

Todos os dados cronometrados foram importados para programa adjunto ao ARENA, o Input Analyzer, o qual forneceu as curvas de distribuição probabilísticas, possibilitando assim a modelagem (Figura 4).

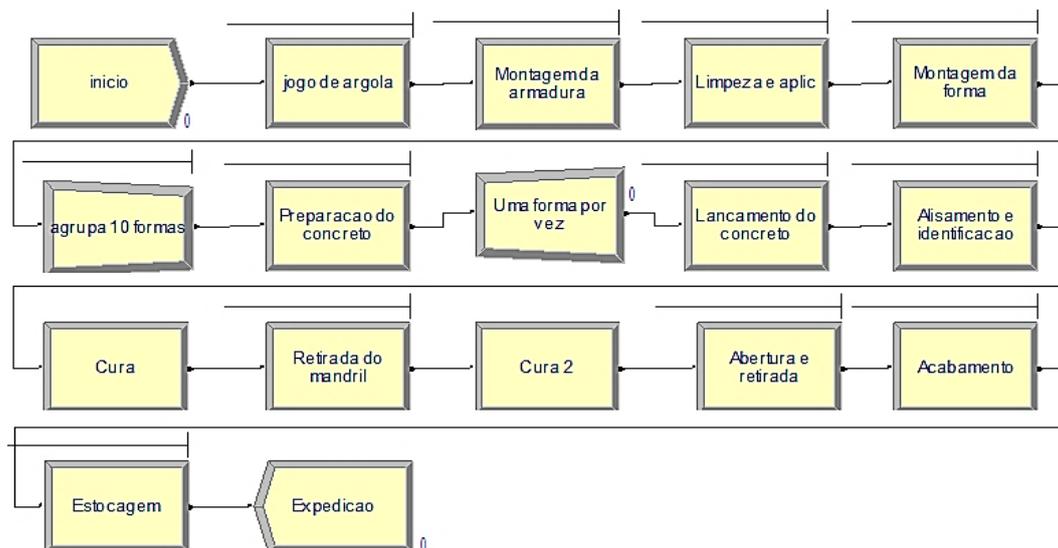


Figura 4: Modelo computacional do processo

A simulação deste modelo no período de 240 horas (1 mês de trabalho) e 10 replicações (devido a aleatoriedades do software e para centrar valores na média) revelou uma capacidade de produção de 889 postes. Este número foi avaliado como coerente pelo responsável do setor de fabricação e devido ao fato de não haver dados históricos, partiu-se desta confirmação do responsável como forma de validação ao modelo simulado.

Também foi possível a aferição da utilização e distribuição dos recursos utilizados, conforme Gráfico 1.

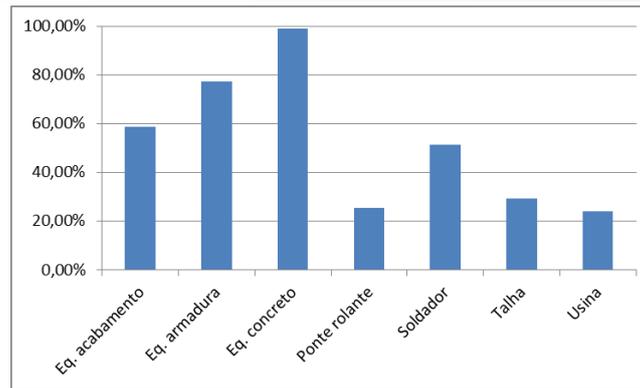


Gráfico 1: Utilização das equipes conforme produção atual

Portanto, após criado, executado e validado o modelo, obtendo as informações sobre o estado atual do processo, partiu-se para a execução de cenários com sugestões de melhorias.

4.3 Proposta e avaliação de melhorias

Com o objetivo do aumento da produtividade aliado a baixos investimentos, foram propostos e analisados dois cenários (Tabela 2 e 3) de melhorias, nos mesmos parâmetros de tempo e número de replicações.

► 1º cenário:

Modificação	Adição de uma equipe para concreto (1 servente e 1 oficial de produção)
Produção	1070 postes (+20,6%)
Total de investimento mensal	R\$ 4.500,00
Lucro do cenário frente ao atual	R\$ 27.150,00
Lucro Real	R\$ 22.650,00

Tabela 2: Avaliação do 1º cenário

Com a execução deste primeiro cenário modificado, a taxa de ocupação dos recursos apresentou os resultados presentes no Gráfico 2.

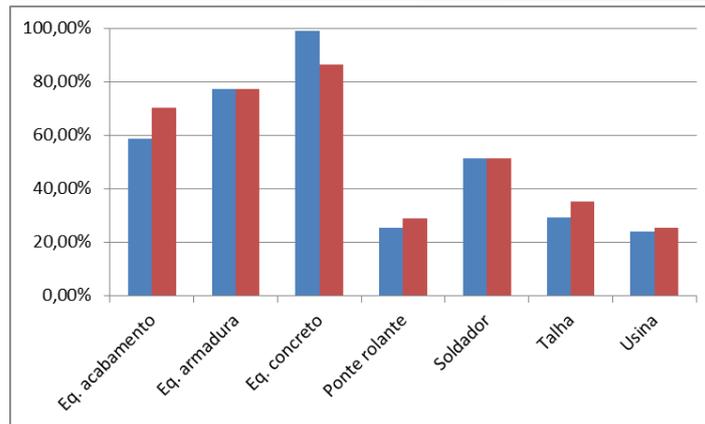


Gráfico 2: Utilização dos recursos – Atual versus Modificado. Legenda: (azul - modelo atual; vermelho – cenário proposto)

Avaliando os resultados, observou-se que as equipes de concretagem eram as que permaneciam com os índices de utilização mais elevados ($0,8626 = 86,26\%$). Desta forma para a segunda modificação, foi proposto adicionar mais uma equipe.

► **2º cenário:**

Modificação	Adição de duas equipes para concreto (2 servente e 2 oficial de produção)
Produção	1070 postes (+20,6%)
Total de investimento mensal	R\$ 9.000,00
Lucro do cenário frente ao atual	R\$ 27.150,00
Lucro Real	R\$ 18.150,00

Tabela 3: Avaliação do 2º cenário

Claramente observou-se que o adicional de duas equipes de concretagem não alavancou a produção final, ou seja, com a adição de uma ou duas equipes o resultado final permaneceu os mesmos 1070 postes. Este cenário 2, apenas contribuiu para a diminuição das taxas de utilização dos recursos, porém, os mesmos já se encontravam em valores aceitáveis no cenário 1.

Com essas informações, ficou evidente que o segundo cenário deveria ser preterido em relação ao primeiro.

5. Considerações finais

Com a realização desta análise frente ao processo produtivo de postes de concreto pré-moldados, observou-se que as ferramentas de simulação fornecem informações importantes, auxiliam na interpretação dos dados e avaliação do processo real/atual. Porém, não substituem o trabalho de interpretação humana ao ponto de que recai ao gestor a decisão, assertiva ou não escolha, das ações a serem realizadas.

No caso da empresa dispor de recursos e possuir a intenção de aumentar os lucros reais da operação, neste caso, as propostas de cenários (cenário 1 > cenário 2) apresentadas seriam uma alternativa interessante para implementação.

Desta forma, consideramos que a utilização de métodos de simulação computacional, como na construção de modelos representativos ao modelo real, possibilitam desde que haja qualidade na coleta de dados e coerência na formulação do modelo, identificar gargalos produtivos, avaliar a utilização de recursos e por fim propor cenários capazes de alavancar a rentabilidade dos processos.

Referências

- ALBERTI, R. A. et al.** *Uso de simulação computacional para avaliação de cenários produtivos em empresa de acessórios para motociclistas.* In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - CONBREPRO, Ponta Grossa. Anais. Ponta Grossa – PR. 2013.
- BANKS, J.; CARSON II, J. S.; NELSON, B. L. & NICOL, D. M.** *Discrete event system simulation.* 4rd Ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CARVALHO, M. G.; SANTOS, A.C.** *Modelo de Planejamento de Obras na Construção Civil utilizando a técnica PERT/CPM.* Artigo Acadêmico - Universidade do Estado do Pará. Pará, Belém.
- CASSEL, G. L.; VACCARO, G. L. R.** *Aplicação de Simulação Otimização para Definição do Mix Ótimo de Produção de uma Indústria Metal-Mecânica.* In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia – ENEGEG, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu. 2007.
- COSTA, F. M.** *Construção de modelo de simulação de sistema puxado de produção para melhorias de eficiência.* Tese de Mestrado. Universidade do Minho, Escola de Engenharia. Guimarães, 2011.
- DIEHL, F.C.; LUSA, L.P.; SECCHI A.R.; MUNIZ, L.A.R.; LONGHI, L.G.S.** *Simulação Operacional de uma Torre de Destilação Atmosférica via Aspen Plus e Avaliação de Modelos de Analisadores Virtuais.* Revista Controle & Automação, v.20, n.3/Julho, Agosto e Setembro, 2009.
- GIL, Antonio Carlos.** *Estudo de Caso.* São Paulo: Atlas, 2009.
- GHINATO, P.** *Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações.* Recife: UFPE, 2000.
- KELTON, W.D.; SADOWSKI, R.P.; SWETS, N.B.** *Simulation with Arena.* New York: McGraw-Hill, 2010.
- MONDEM, Y.** *Toyota Production System.* São Paulo: EMP, 1998.
- MORABITO, R.; PUREZA, V.** *Modelagem e simulação.* In: CAUCHICK MIGUEL, P.A.C. et al. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, p.165-192, 2010.
- ÖREN, T.I.** *Simulation and reality: The big picture.* International Journal of Modeling, Simulation and Scientific Computing. 2010.
- PASQUINI JÚNIOR, J.; COSTA NETO, A.** *Determinação das características de handling de veículos automotivos.* In: Encontro de Usuários do Programa Adams 15. São Paulo. Anais. São Paulo: USP, 1996.
- SPEAR, S., BOWEN, H. K.** *Decoding the DNA of the Toyota Production System.* Harvard Business Review, Sep./Oct. 1999
- TUBINO, Dalvio Ferrari.** *Manual de Planejamento e Controle da Produção.* São Paulo: Atlas, 2006.
- YIN, Robert K.** *Estudo de caso: planejamento e métodos.* 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.