

## INTEGRAÇÃO ENTRE LEAN OFFICE E SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR DE AUTOPEÇAS

### **Afonso Teberga Campos**

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI  
Avenida BPS, 1303, Itajubá – MG  
teberga@unifei.edu.br

### **José Antonio de Queiroz**

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI  
Avenida BPS, 1303, Itajubá – MG  
ja.queiroz@unifei.edu.br

### **José Arnaldo Barra Montevechi**

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI  
Avenida BPS, 1303, Itajubá – MG  
montevechi@unifei.edu.br

### **Fabiano Leal**

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI  
Avenida BPS, 1303, Itajubá – MG  
fleal@unifei.edu.br

### **Adriano Pellegrini Pereira**

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI  
Avenida BPS, 1303, Itajubá – MG  
pellegriniadriano91@yahoo.com

## RESUMO

O presente trabalho descreve a utilização dos conceitos do *Lean Office* na simulação de um processo administrativo de uma empresa do setor de autopeças, começando pela definição do processo, elaboração do modelo conceitual utilizando a ferramenta IDEF-SIM, modelagem dos dados de entrada e construção e validação do modelo computacional. Com os conceitos do *Lean Office*, que visam eliminar os desperdícios de processos administrativos, foram identificadas oportunidades de melhoria, que foram implementadas na simulação do modelo do estado futuro. O trabalho demonstrou a possibilidade de se reduzir em cerca de 30% o tempo necessário para liberação de mercadorias compradas após sua chegada à empresa, nos casos onde existe divergência entre nota fiscal e pedido de compra. A principal contribuição está na demonstração de que é possível aplicar de forma integrada o *Lean Office* e a simulação, obtendo sinergias entre as duas metodologias.

**PALAVRAS CHAVE.** Simulação a Eventos Discretos, *Lean Office*, *Lean Thinking*.

**SIM - Simulação**

## ABSTRACT

This paper describes the use of the concepts of Lean Office in the simulation of an administrative process of a company in the automotive-parts industry, starting with the process identification, constructing the conceptual model using IDEF-SIM, modeling the input data and constructing and validating the computational model. With the concepts of Lean Office, aimed at eliminating the waste of administrative processes, improvement opportunities were identified,

which were implemented in the future state's simulation. The project demonstrated the possibility to reduce by about 30% the time required to release purchased materials after the arrival to the company, in cases where there is disagreement between invoice and purchase order. The main contribution is the demonstration that it is possible to apply, in an integrated manner, Lean Office and simulation, achieving synergies between the two methodologies.

**KEYWORDS. Discrete-event Simulation, Lean Office, Lean Thinking.**

## **SIM - Simulation**

### **1. Introdução**

Os recursos utilizados pelas organizações não se restringem àqueles consumidos em seus processos de produção. Consequentemente, nem todos os desperdícios advêm destes processos. Tapping e Shuker (2010) afirmam que de 60% a 80% dos custos envolvidos na entrega de um produto ou serviço são decorrentes de funções administrativas. E é nesse contexto que surge uma nova vertente do *Lean Manufacturing*, denominada por estes autores como *Lean Office*, ou, traduzindo-se livremente, escritório enxuto.

Entretanto, ter uma visão ampla do sistema que se deseja melhorar, visualizando, inclusive, os resultados esperados com a implementação das melhorias, é uma tarefa que pode ser complexa, especialmente em cenários onde se deseja utilizar uma abordagem estocástica. O surgimento da simulação a eventos discretos trouxe, segundo Law e Kelton (2000), a possibilidade de enfrentar estes desafios.

De acordo com O'Kane *et al.* (2000), a simulação a eventos discretos pode ser utilizada para prever o comportamento de sistemas e consiste na modelagem de cenários onde mudanças ocorrem em intervalos discretos de tempo, caso de um processo administrativo.

O objetivo deste trabalho consiste na utilização dos conceitos do *Lean Office* como ferramenta para identificação de oportunidades de melhoria em um processo administrativo de uma empresa do setor de autopeças, integrando-o à metodologia de simulação a eventos discretos.

### **2. Referencial teórico**

#### **2.1. Simulação**

Para Banks (1998), a simulação é a imitação de um processo ou de um sistema do mundo real ao longo do tempo. A simulação envolve a geração de uma história artificial e a observação desta história, para a elaboração de inferências a respeito das características operacionais do sistema real que será representado. Segundo Montevechi *et al.* (2010), a simulação é a importação da realidade para dentro de um ambiente controlado, no qual o seu comportamento pode ser estudado e testado sobre diversas condições, sem apresentar riscos físicos e com uma redução nos custos envolvidos.

Para Law e Kelton (2000), o foco da simulação é a modelagem de um sistema por meio de uma representação, na qual as variáveis mudam de estado instantaneamente em pontos distintos no tempo, a partir da ocorrência de eventos. Segundo os autores, uma das principais vantagens em se utilizar a simulação é a capacidade de proporcionar aos tomadores de decisões uma visão ampla de todo o sistema, permitindo uma visualização dos resultados esperados antecipadamente à implementação.

Segundo Banks *et al.* (2005), inúmeras são as vantagens proporcionadas pela simulação, destacando-se: testar novos projetos de equipamentos; testar *layouts* e sistemas de transportes sem consumo de recursos ou aquisições; fornecer uma maior compreensão sobre interações entre variáveis e a importância de seus efeitos no sistema; analisar gargalos para se

descobrir onde há estoque em processo e informações e materiais em excesso; auxiliar no entendimento de como o sistema opera como um todo, ao invés de como operam suas partes; e a realizar experimentos (questões “*what if*”), o que é particularmente útil.

Apesar das inúmeras vantagens da simulação, alguns autores ressaltam algumas dificuldades desta ferramenta. Banks *et al.* (2005) ressaltam a necessidade de treinamento especial para construção de modelos na simulação, e que os resultados podem ser de difícil interpretação, pois são essencialmente variáveis aleatórias.

Segundo Law e Kelton (2000) modelos de simulação geralmente são caros e consomem um elevado tempo para o seu desenvolvimento, além de tornar necessário, por parte do modelador, um treinamento especial em um *software* ou linguagem de programação. Para os mesmos, os resultados provenientes de um modelo de simulação podem apresentar uma complexa interpretação por parte dos tomadores de decisões, e ainda as informações provenientes deste modelo podem não possuir utilidade caso o modelo não seja validado.

Já em relação à aplicação da simulação ao *Lean*, segundo Abdulmalek e Rajgopal (2007), a principal vantagem é possibilitar a visualização e avaliação antecipada e detalhada dos resultados esperados para os estados futuros. Por outro lado, o *Lean* pode oferecer à simulação um direcionamento para as ações de melhoria, fazendo com que estas passem a ser escolhidas de acordo com os princípios e conceitos enxutos, os quais têm como foco a redução dos custos pela eliminação dos desperdícios, ou seja, daquelas atividades que não agregam valor aos clientes, mas que implicam em aumento dos custos e redução dos lucros.

## 2.2. *Lean Office*

O Sistema Toyota de Produção, ou *Lean Manufacturing*, como denominado por Womack, Jones e Roos (2004), foi idealizado por Taichii Ohno a partir da década de 1950 como uma filosofia e um conjunto de práticas que objetivam a eliminação de desperdícios, maximizando o fluxo de valor de produção. Concebido inicialmente para a manufatura, o *Lean* tem se expandido para outras áreas e tipos de organizações, o que vem apresentando resultados positivos [Turati e Musetti 2006].

Como citado anteriormente, nem todos os desperdícios advêm do processo de manufatura. Logo, o esforço proposto pelo *Lean Office* representa uma oportunidade para que as organizações se tornem mais eficientes.

O principal desafio do *Lean Office* se relaciona diretamente à natureza abstrata dos processos de gestão. Eliminar desperdícios no fluxo de valor de informações e conhecimentos nem sempre é trivial, contrastando com a identificação mais fácil do fluxo de materiais na manufatura, os quais podem ser vistos, tocados e analisados.

Battaglia (2007) cita o desafio da identificação das necessidades do cliente, ou seja, daquilo que lhe entrega valor. Ao contrário da manufatura, onde ao final do processo de produção deve ser atendida a necessidade do cliente externo, na área administrativa, os processos, muitas vezes, possuem somente clientes internos. Estes clientes estão frequentemente acostumados com as entregas que recebem, sendo necessária uma análise crítica a fim de determinar suas reais necessidades.

França (2013) constata, durante seu trabalho de implementação do *Lean Office*, certa resistência por parte dos funcionários, seja devido ao desconhecimento das metodologias utilizadas ou à dificuldade em aceitar as mudanças.

Por outro lado, a autora identifica que, após a implementação das melhorias, a resistência dos colaboradores é reduzida, pois estes percebem os benefícios gerados com as mudanças.

E por fim, é interessante citar a constatação de Paoli, Andrade e Lucato (2014): os benefícios trazidos pelo *Lean Office* não se restringem à área administrativa, pois sua implementação ajuda a disseminar a cultura *Lean* em toda a empresa.

Ohno (1997) define sete desperdícios presentes na manufatura, os quais precisam ser adaptados para o contexto das atividades administrativas. Com este objetivo, Oliveira (2007) realiza a comparação apresentada na tabela 1.

Tabela 1 – Os sete desperdícios na manufatura e em processos administrativos

<b>Desperdício</b>	<b>Processo de manufatura</b>	<b>Processo administrativo</b>
Superprodução	Quantidades produzidas acima do necessário ou antecipadamente.	Produção de dados, informações, relatórios e correlatos sem necessidade ou antecipadamente.
Espera	Material parado esperando o processamento dentro da mesma operação ou para a próxima.	Espera por informações, documentos, manifestação de terceiros, disponibilidade de computador.
Transporte	Transporte de materiais ou produtos, utilização de meio de transporte inadequado e/ou ineficiente.	Excesso de troca de informação em forma de e-mails, documentos, telefonemas.
Processamento demasiado	Atividades que consomem recursos, mas não agregam valor sob a perspectiva do cliente.	Atividades que não são necessárias, que não trazem resultados. Trabalho repetitivo.
Inventário	Estoque de materiais e produtos, acabados ou não.	Acúmulo de atividades a realizar, arquivo de documentos em papel, excesso de materiais.
Movimentação	Excesso de movimentação e/ou deslocamento para executar atividade.	Deslocamento de pessoas a fim de realizar atividades administrativas, reuniões e buscar informações.
Defeitos	Produtos fora de especificação, refugados ou retrabalhados.	Processamento incorreto de informações, exigindo retrabalho.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2007)

### 3. Metodologia

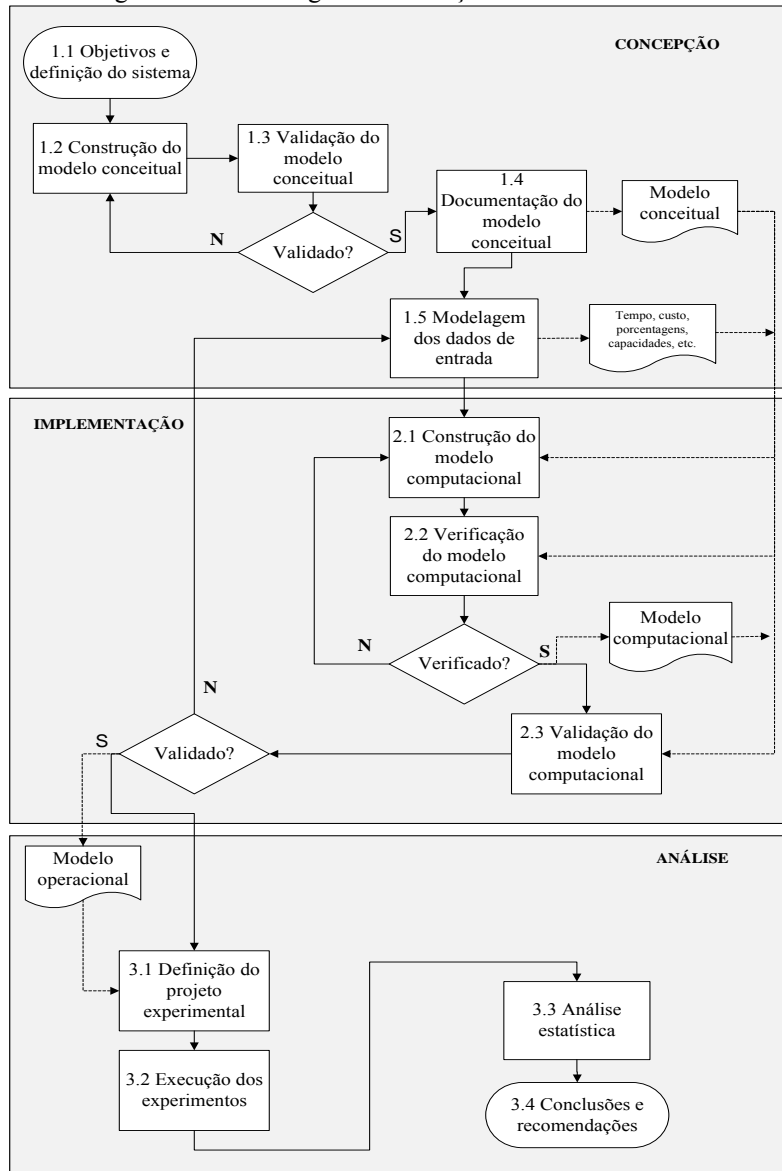
A metodologia de simulação adotada será a proposta por Montevechi *et al.* (2010), representada pela figura 1.

Durante a concepção, são definidos os objetivos do projeto. Em sequência, constrói-se o modelo conceitual, o qual é validado por especialistas do sistema real. Assim, dá-se início à coleta de dados, como tempos de ciclo, quantidades e frequências de entrada, finalizando-se a primeira etapa.

Na etapa de implementação, constrói-se o modelo computacional, o qual é verificado e validado. A validação pode ser realizada de forma quantitativa, geralmente comparando variáveis de saída do modelo e do sistema real. Há, também, a validação face-a-face com especialistas do sistema real.

Então, executa-se a etapa de análise, onde o modelo é submetido a experimentos e os resultados são analisados. Como último passo, são feitas conclusões e recomendações a respeito do sistema estudado.

Figura 1 - Metodologia de Simulação a Eventos Discretos



Fonte: adaptado de Montevechi *et al.* (2010)

#### 4. Aplicação

A implementação do *Lean Office* na empresa foi solicitada e apoiada por sua alta direção no Brasil.

Através da experiência dos gestores, foi escolhido o setor fiscal, aquele responsável pelo processamento fiscal das entradas e saídas de materiais e serviços, como área prioritária para projetos. O setor apresenta natureza basicamente burocrática, sobrecarga de trabalho e estreita relação com a produção.

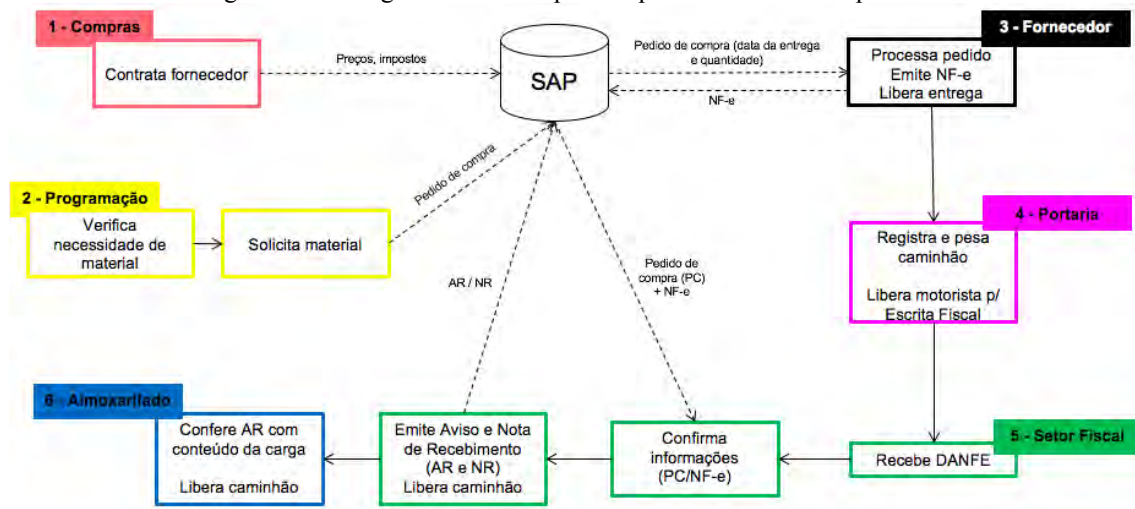
Durante uma reunião de conscientização com a equipe do setor, onde foram apresentados exemplos práticos de desperdícios, os presentes citaram espontaneamente processos que poderiam ser melhorados.

#### 4.1. Objetivos e definição do sistema

A direção da empresa escolheu um dos processos citados como alvo do projeto de melhoria: o processo de recebimento de mercadorias compradas quando da ocorrência de divergência entre pedido de compra e nota fiscal.

Com a elaboração do fluxograma apresentado na figura 2, a equipe propôs o processo de recebimento de materiais comprados como fluxo de valor a ser abordado no projeto. O fluxo vai da emissão da nota fiscal da mercadoria comprada até a liberação do material para a produção.

Figura 2 – Fluxograma utilizado para mapeamento macro do processo



Fonte: elaborado pelos próprios autores

Ao receber uma mercadoria, deve-se buscar disponibilizá-la o mais rápido possível para a produção. Quando há uma divergência entre a nota fiscal e o correspondente pedido de compra, a mercadoria não pode ser utilizada enquanto o problema não for solucionado. Isto causa tempos de espera no fluxo de valor do processo.

Em uma primeira etapa do diagnóstico, foi identificado que, nos meses de junho a agosto de 2014, 83,7% das notas fiscais recebidas pela empresa apresentaram alguma divergência. O problema é significativo, visto que o volume de documentos fiscais atinge, em média, cerca de 2000 unidades por mês.

No passo seguinte, buscou-se entender as características e causas do problema, o que possibilitou a identificação da ocorrência de divergências em relação às seguintes informações:

- Nomenclatura Comum do Mercosul: código numérico composto por oito dígitos que representa de forma padronizada a categoria da mercadoria;
- Origem: local de onde a mercadoria foi enviada;
- Forma de pagamento: prazo para pagamento da compra;
- Preço: mais especificamente, pode ocorrer divergência pela existência de itens com preço menor ou maior do que o acordado;
- Tipo de tributação: informa a transação é interestadual, isenta, com substituição tributária, dentre outros tipos de tributação;
- Alíquotas de tributos: na nota fiscal devem constar as alíquotas corretas de tributos, como o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

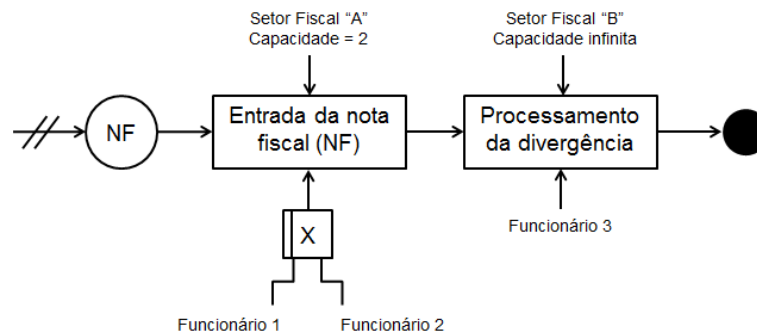
Todas as informações citadas acima são essenciais para que a documentação fiscal seja processada e para que o setor contábil da empresa, assim como os órgãos públicos de receita, receba informações precisas e corretas.

A direção validou a proposta e agregou à equipe membros do setor de compras, portaria, almoxarifado e da programação e controle da produção, por estarem relacionados ao processo.

#### 4.2. Modelo conceitual

A fim de simplificar o processo de simulação e focar nos aspectos mais relevantes do processo, foi definido o modelo conceitual apresentado na figura 3 utilizando-se a técnica de modelagem IDEF-SIM [Montevecchi *et al.* 2010].

Figura 3 – Modelo conceitual representado com o IDEF-SIM



Fonte: elaborado pelos próprios autores

A capacidade da etapa de processamento da divergência foi definida como infinita, pois, na prática, o funcionário 3 pode ter em sua posse várias notas fiscais “em andamento”, com análise parcial realizada.

#### 4.3. Modelagem dos dados de entrada

Foram realizadas 10 observações da etapa de entrada da nota fiscal no sistema da empresa, obtendo-se uma média de 7,5 minutos. Este tempo será utilizado de forma determinística, devido ao reduzido número de observações e por ser pequeno em relação ao tempo de processamento das divergências. É importante observar que até este momento, a nota fiscal se encontrava na forma impressa. Com a entrada da nota fiscal, as informações são inseridas no banco de dados da empresa, abandonando-se o formato em papel.

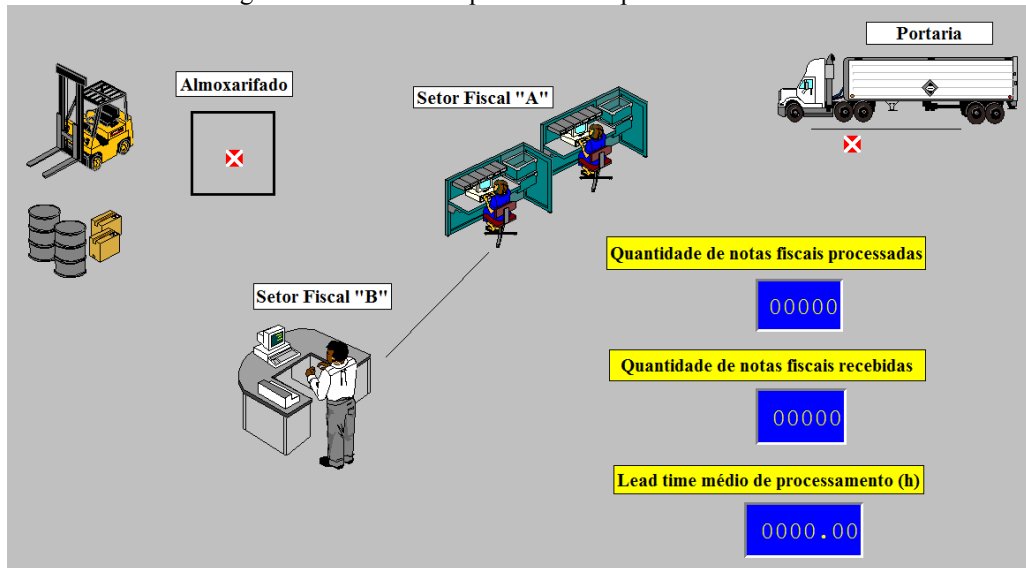
O processamento das divergências em notas fiscais é realizado através de um módulo do sistema de informação. Desta forma, foi possível obter 4146 registros dos meses de junho a agosto de 2014, com informações como o tempo gasto para seu total processamento e o motivo de divergência.

Assim, foi possível obter distribuições de probabilidade que representam a quantidade diária de notas fiscais recebidas com cada tipo de divergência e seu tempo para processamento.

#### 4.4. Construção e validação do modelo computacional

O modelo computacional foi desenvolvido no software ProModel® e está representado na figura 4.

Figura 4 – Modelo computacional do processo em estudo



Fonte: elaborado pelos próprios autores

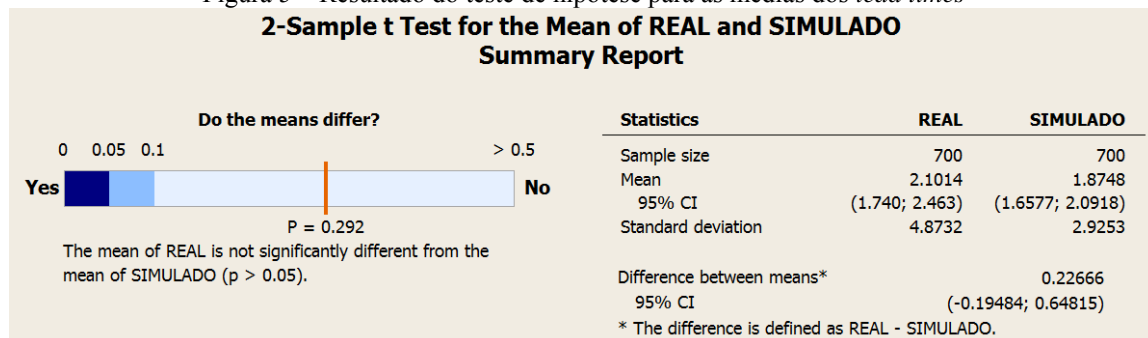
Para a validação, o modelo computacional foi executado com duração de um mês e 30 réplicas. Decidiu-se realizar um teste de hipótese para as médias dos *lead times* reais e simulados. A hipótese nula é de que as médias são iguais.

O teste de hipótese é do tipo *two-sample T*, ou seja, para a média de duas amostras. Não foram realizadas análises quanto à normalidade dos dados, pois, para amostras grandes o suficiente, maiores que 30, a violação da suposição de normalidade não causa grandes impactos [Pallant 2007]. Neste mesmo sentido, o *software* Minitab® informa que, para amostras maiores que 15, a normalidade não é um problema, sendo o teste também preciso com dados não normais. O teste de hipótese realizado adotou tamanho de amostra significativamente grande, o qual foi calculado utilizando-se a ferramenta *power and sample size* para testes *two-sample T* do *software* Minitab®. Esta ferramenta é um algoritmo iterativo que leva em consideração uma estimativa do desvio padrão populacional, no caso, o desvio padrão agrupado (*pooled*) dos dados, o poder desejado para o teste e a diferença mínima que se deseja identificar.

Baseando-se no desvio padrão agrupado dos *lead times* obtidos dos registros históricos da empresa e das réplicas da simulação ( $s = 3,319$ ), adotando-se um nível de confiança de 95%, poder do teste de 80% e desejando-se identificar uma diferença de 0,5 dia útil entre as médias, o tamanho de amostra recomendado para realização do teste de hipótese é de 693. Decidiu-se realizar o teste com amostras de 700 *lead times*, que foram escolhidos aleatoriamente.

Realizando-se o teste através do *software* Minitab®, não foi encontrada diferença significativa entre as médias, já que o valor-p encontrado é maior do que o nível de significância de 0,05 (figura 5). Isto é, não foi possível rejeitar a hipótese nula, validando, assim, o modelo.

Figura 5 – Resultado do teste de hipótese para as médias dos *lead times*



Fonte: elaborado pelos próprios autores

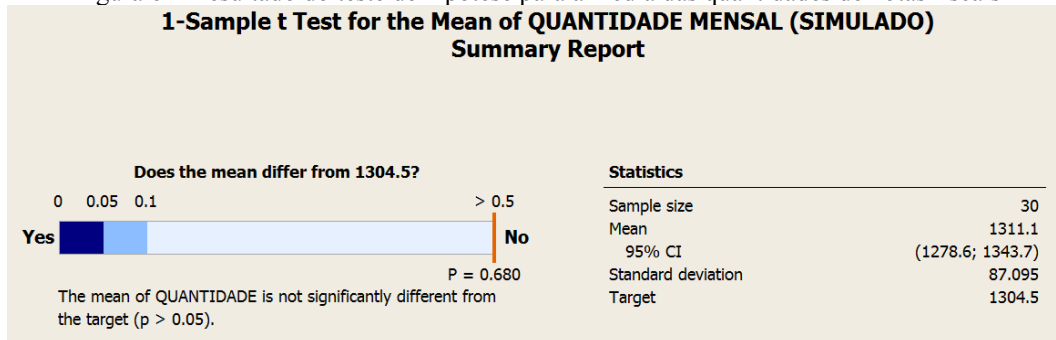


Adicionalmente, decidiu-se analisar o modelo em relação à quantidade de notas fiscais com divergências que são processadas mensalmente pela empresa.

Foi realizado um teste de hipótese para uma média, *one-sample T*, através do *software* Minitab®, onde a hipótese nula é de que a média das quantidades de notas fiscais com divergências processadas mensalmente na simulação é igual a 1304,5, quantidade média mensal observada nos três meses inicialmente analisados no sistema real, mais 12 de 22 dias úteis do mês subsequente, dos quais foram obtidos os registros posteriormente. Como o tamanho de amostra, 30 (equivalente ao número de réplicas), não é significativamente alto, decidiu-se por realizar um teste de normalidade de Anderson-Darling, também utilizando o *software* Minitab®. A hipótese nula é de que os dados são normalmente distribuídos. Não foi possível encontrar evidências para rejeitar a hipótese nula, visto que o valor-p obtido foi de 0,812, maior do que o nível de significância de 0,05.

Já na figura 6, observa-se que não foi possível encontrar diferença significativa entre as médias das quantidades de notas fiscais obtidas na simulação e na observação do sistema real, validando o modelo computacional. O valor-p encontrado ficou acima do nível de significância de 0,05, o que não permite rejeitar a hipótese nula.

Figura 6 – Resultado do teste de hipótese para a média das quantidades de notas fiscais



Fonte: elaborado pelos próprios autores

#### 4.5. Oportunidades de melhoria

Sob a ótica do *Lean Office*, no processo escolhido, somente agrega valor, do ponto de vista da produção, a liberação da mercadoria comprada para que esta seja utilizada. O processamento da divergência, portanto, não agrega valor, mas continua sendo necessário por questões legais e para que as informações da compra realizada, tais como preço e alíquotas de tributos, essenciais para o funcionamento da empresa, estejam corretas e de acordo com os contratos pactuados com fornecedores.

A equipe identificou que a divergência pode ser causada tanto por uma falha do fornecedor quanto da equipe de compras, que determina as informações do pedido de compra. Para identificar a causa raiz deste problema, foi realizada uma análise de “5 porquês”, um *brainstorming* para soluções e uma análise de esforço e impacto das propostas. Assim, foi possível identificar 4 propostas para reduzir a ocorrência de divergências.

- Desenvolvimento de um relatório interno mensal com métricas do fluxo de valor e seus desdobramentos;
- Formação de um comitê de acompanhamento do processo para análise crítica;
- Elaboração de um *check-list* para fornecedores com os principais requisitos para a emissão de notas fiscais;
- Realização de um treinamento sobre alíquotas de tributos e outros temas fiscais para o setor de compras.

Adicionalmente, a equipe identificou a possibilidade de se realizar uma alteração do fluxo do processo: determinar o envio imediato das notas fiscais pelos fornecedores, possibilitando sua análise prévia pelo setor fiscal, antes da chegada da mercadoria na empresa. O

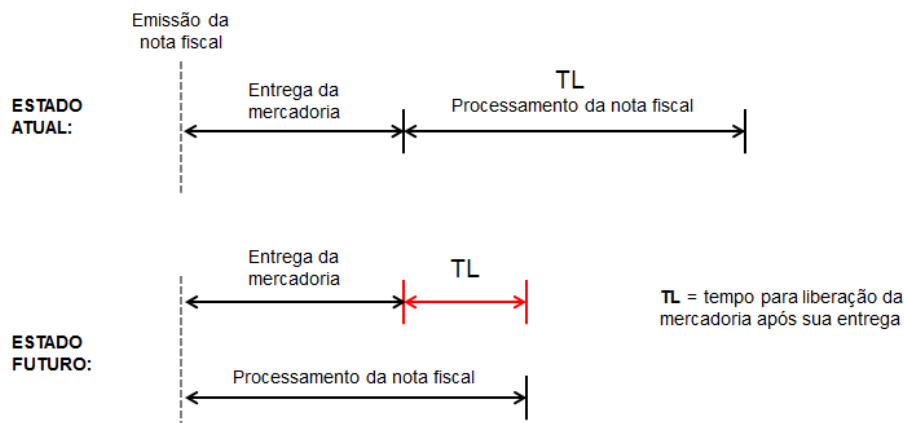
objetivo era permitir que uma parcela das divergências fosse resolvida ainda antes da chegada do material comprado, reduzindo o impacto sobre a produção.

#### 4.6. Projeto experimental

Neste momento, tornou-se essencial utilizar o modelo computacional para testar o cenário proposto, visando analisar seus resultados antes da implementação da mudança, a qual demandaria tempo e recursos. A lógica do modelo foi alterada de modo a prever que a documentação fiscal não chegue mais juntamente com a mercadoria comprada, mas um dia útil antes, de forma eletrônica, tempo, este, comum entre a emissão da nota fiscal pelo fornecedor e a respectiva entrega de mercadoria.

No estado atual do processo, o tempo entre a entrega da mercadoria e sua liberação para a produção é igual ao *lead time* de processamento da nota fiscal com divergência. Já no estado futuro, estes tempos serão diferentes, como é possível observar na figura 7.

Figura 7 – Representação da alteração do fluxo do processo



Fonte: elaborado pelos próprios autores

#### 4.7. Resultado da simulação do estado futuro

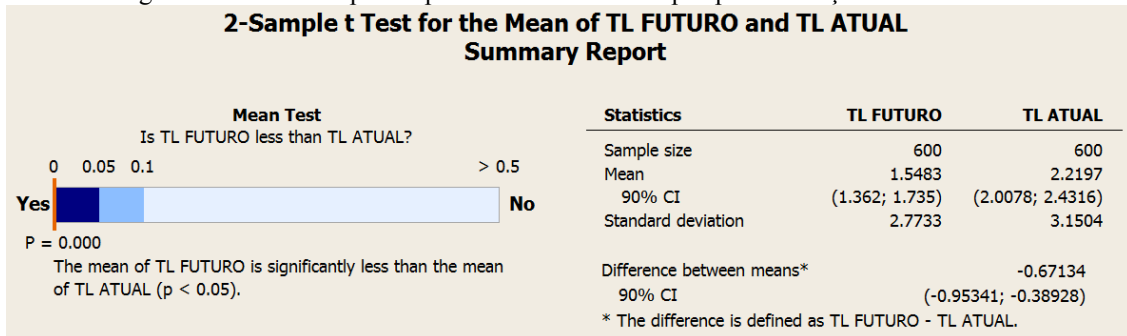
Executou-se a simulação do modelo do estado futuro com 30 réplicas, coletando-se o tempo para liberação da mercadoria após sua entrega.

Foi realizado um teste de hipótese para duas médias, *two-sample T*, com o objetivo de verificar se a média do tempo para liberação da mercadoria no estado futuro é estatisticamente menor do que no estado atual. Pelas mesmas razões expostas no item 4.4, não foram realizadas análises quanto à normalidade dos dados. A hipótese nula é de que as médias são iguais, enquanto a hipótese alternativa é de que a média do estado futuro é menor do que a média do estado atual.

Para o cálculo do tamanho de amostra necessário, utilizou-se novamente a ferramenta *power and sample size* para testes *two-sample T* do *software* Minitab®. Baseando-se no desvio padrão agrupado dos tempos para liberação da mercadoria obtidos da simulação dos modelos dos estados atual e futuro ( $s = 2,905$ ), adotando-se um nível de confiança de 95%, poder do teste de 80% e desejando-se identificar uma diferença de 0,5 dia útil entre as médias, o tamanho de amostra recomendado para realização do teste de hipótese é de 531. Decidiu-se realizar o teste com uma amostra de 600 tempos, que foram escolhidos aleatoriamente.

Como pode ser observado na figura 8, o tempo médio para liberação da mercadoria no estado futuro (TL futuro) é significativamente menor do que no estado atual (TL atual), pois o valor-p é menor do que o nível de significância de 0,05, rejeitando a hipótese nula. Isto demonstra que a proposta de melhoria pode trazer resultados positivos quando implementada. Em média, a redução do tempo para liberação da mercadoria seria de cerca de 30%.

Figura 8 – Teste de hipótese para as médias dos tempos para liberação da mercadoria



Fonte: os próprios autores

## 5. Análise dos resultados e conclusão

O trabalho permitiu elaborar uma proposta de estado futuro para o processo, apresentando o potencial de reduzir em cerca de 30% o tempo necessário para liberação de mercadorias após sua chegada, em casos de divergência entre nota fiscal e pedido de compra.

Quanto à facilidade em se visualizar e entender o processo, é interessante citar: mesmo em se tratando, em parte, de um fluxo de informações (digital), foi possível desenvolver os modelos de modo a permitir uma fácil percepção por parte da equipe e dos tomadores de decisão. Isto é importante, pois processos administrativos apresentam, geralmente, natureza abstrata, o que dificulta a identificação do fluxo. O mesmo não ocorre nos fluxos de materiais e pessoas, que são concretos.

Porém, também foram encontradas algumas dificuldades durante a execução do trabalho. A primeira delas se refere à multifuncionalidade característica de recursos utilizados em processos administrativos, especialmente dos funcionários do setor fiscal, no caso. Compreender o nível de utilização do recurso demandaria observar, pelo menos de forma simples, todas as atividades realizadas por ele. No presente estudo, optou-se por não considerar as demais atividades, o que simplificou o processo de modelagem, mas não permitiu a análise do nível de utilização dos funcionários do setor fiscal.

A segunda dificuldade está relacionada à grande variedade de entradas que um processo administrativo pode ter. No caso, a nota fiscal poderia ter diferentes tipos de divergências, cada qual causando um comportamento diferente do sistema. Para enfrentar esta questão, decidiu-se por coletar dados considerando cada um dos tipos de divergências, de modo a obter um modelo mais próximo da realidade.

E por último, a dificuldade com a variabilidade do processo. Quando da coleta de dados, de sua modelagem e da validação do modelo, a variabilidade é um fator que impacta fortemente o tamanho das amostras a serem coletadas. No presente caso, foram necessárias, para um dos testes de hipótese, quase 700 observações em cada amostra. Como os tempos do processo foram facilmente obtidos do banco de dados da empresa, esse tamanho de amostra não foi um empecilho. Porém, se os dados não estivessem disponíveis, a coleta de dados tomaria um tempo considerável, podendo comprometer o andamento do projeto. Assim, poderia ser necessário, em um primeiro momento, investigar as causas da variabilidade.

Por fim, foi possível observar sinergias com a integração das duas metodologias: de um lado, o foco e a clareza do *Lean* na identificação e redução de desperdícios e, por outro, a facilidade de se visualizar e entender o processo através da simulação, inclusive permitindo a execução de experimentos e a visualização antecipada dos resultados das melhorias, auxiliando a tomada de decisão.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro, que permitiu o desenvolvimento deste projeto.

## REFERÊNCIAS

- Abdulmalek, F. A. e Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. *International Journal of Production Economics*, v.107, n.1, p. 223-236.
- Banks, J. (1998). *Handbook of simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. New York: John Wiley & Sons, Inc. 864p.
- Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L. e Nicol, D. M. (2005). *Discrete-event Simulation*. 4th. ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Battaglia, F. (2007). Desafios para pensarmos lean além das fábricas. Lean Institute Brasil. Disponível em: [http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo\\_29.pdf](http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_29.pdf). Acesso em 01 de agosto de 2015.
- França, S.V. de S. (2013). Implementação de ferramentas Lean Manufacturing e Lean Office: indústria metálica, plástica e gabinete de contabilidade. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Law, A. M. e Kelton, W. D. (2000). *Simulation modeling and analysis*. New York: McGraw-Hill.
- Montevechi, J. A. B., Leal, F., Pinho, A. F., Costa, R. F. S., Oliveira, M. L. M. e Silva, A. L. F. (2010). Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: an application in a Brazilian tech company. *Winter Simulation Conference*.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Ed. Artmed.
- Oliveira, J. D. (2007). *Escritório Enxuto (Lean Office)*. Lean Institute Brasil.
- O'Kane, J. F., Spenceley, J. R. e Taylor, R. (2000). Simulation as an essential tool for advanced manufacturing technology problems. *Journal of Materials Processing Technology*, 107(412-424).
- Paoli, F. M., Andrade, V. F. de S. e Lucato, W. C. (2014). O conceito de Lean Office aplicado a um ambiente industrial com produção ETO – Engineer-to-Order. *Exacta*, vol. 12, núm. 1, pp. 43-53. Universidade Nove de Julho. São Paulo.
- Pallant J. (2007). *SPSS survival manual, a step by step guide to data analysis using SPSS for windows*. 3 ed. Sydney: McGraw Hill.
- Tapping, D. e Shuker, T. (2010). *Lean Office: gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas – 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias lean nas áreas administrativas*. São Paulo: Editora Leopardo.
- Turati, R. de C. e Musetti, M. A. (2006). Aplicação dos conceitos de Lean Office no setor administrativo público. In: *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 26. Fortaleza.
- Womack, J. P.; Jones, D. T. e Ross, D. (2004). *A máquina que mudou o mundo*. 10 ed. Rio de Janeiro. Elsevier Editora.