

**Aplicação da modelagem e simulação computacional como ferramenta de otimização de processos do setor de pós-venda em uma empresa de prestação de serviços****Application of computational modeling and simulation as a process optimization tool for the after-sales sector in a service company**

DOI:10.34117/bjdv5n7-028

Recebimento dos originais: 14/05/2019

Aceitação para publicação: 13/06/2019

**Mônica Grazieli Parreiras Antunes**MBA Gestão Estratégica em Finanças Corporativas pelo Centro Universitário UNA -  
Campus GuajajarasBacharel em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário UNA - Campus Barreiro  
Instituição: Centro Universitário UNA - Campus Barreiro

Endereço: Avenida Afonso Vaz de Melo, 465 - Barreiro, Belo Horizonte – MG, Brasil

E-mail: monicagrazielipa@gmail.com

**José Ronaldo Tavares Santos**Mestre em Engenharia em Gestão de Processos e Sistemas pelo IETEC - Instituto de  
Educação Tecnológica

Instituição: Centro Universitário UNA - Campus Barreiro

Endereço: Avenida Afonso Vaz de Melo, 465 - Barreiro, Belo Horizonte – MG, Brasil

E-mail: jose.tavares@prof.una.br

**RESUMO**

As empresas buscam manter apenas operações eficientes e de baixo custo, mas para isso é necessário conhecer o processo atual e identificar futuras proposições de melhorias. Em vista disso, o foco principal desse trabalho foi analisar o atual processo desenvolvido no setor de pós-vendas de uma empresa que comercializa consórcios, através da aplicação da ferramenta computacional ARENA®. A partir da análise e dos resultados obtidos foi possível obter um novo modelo como proposta de solução, que após nova simulação e análise, demonstrou-se financeiramente e operacionalmente viável.

**Palavras-chaves:** Simulação de Processos. Modelagem Computacional. Prestação de Serviços.

**ABSTRACT**

Companies seek to keep only efficient and low-cost operations, but for this it's necessary to know the current process and identify future proposals for improvements. Therefore, the main focus of this work was to analyze the current process developed in the post-sales sector of a company that sells consortiums, through the application of the ARENA® computational tool.

From the analysis and the results we get a new model as proposed solution, which after new simulation and analysis, proved to be financially and operationally viable.

**Keywords:** Process Simulation. Computational modeling. Service provision.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de serviços cresceu significativamente nos últimos anos impulsionado por diversos fatores, como avanços tecnológicos e migração demográfica, que desenvolveram novas demandas, tornando a prestação de serviços uma atividade predominante na sociedade pós-industrial, caracterizada pela preocupação com a qualidade de vida. Além disso, esses são indispensáveis para o bom funcionamento da economia, pois os mesmos tornam possível a produção de bens. (FITZSIMMONS, 2010).

É de suma importância que as empresas mantenham operações eficientes e de baixo custo. Portanto, é necessário a realização de estudos, análises e otimização dos processos, para melhoria contínua das atividades e produtos, buscando sua melhor eficiência, vantagens competitivas e minimização de custos operacionais. Sendo assim, esse trabalho justifica-se por analisar os processos desenvolvidos em uma empresa de prestação de serviços, que não possui nenhum tipo de medição da capacidade produtiva e de desempenho dos processos desenvolvidos, propondo uma ferramenta de melhoria para otimização e análise das operações, buscando alcançar um melhor desempenho para a organização.

O presente trabalho trata sobre o estudo de caso do setor de pós-vendas de uma empresa de prestação de serviços, que trabalha com vendas de consórcios. O objetivo geral deste artigo é propor a otimização dos processos desta empresa, através da ferramenta de simulação ARENA®, tendo os seguintes objetivos específicos: analisar a atual situação do processo, identificar possíveis problemas e suas causas e identificar o melhor cenário para desenvolvimento do processo a partir do uso de uma simulação computacional.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

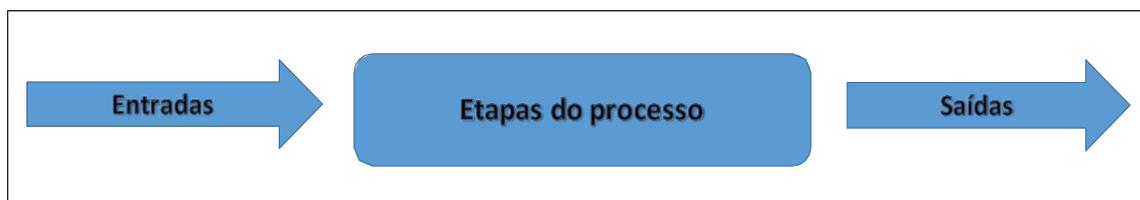
### 2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS E SERVIÇOS

Segundo Gronroos (1995) *apud* Fitzsimmons (2010), serviços são atividades e processos de ações intangíveis cujo resultado final não é um produto físico e as interações não ocorrem necessariamente entre os que realizam o serviço e os consumidores, que esperam obter valor de várias formas, como por exemplo, obter acesso a bens. Complementando, segundo Fitzsimmons (2010), a prestação de serviços

possui características específicas, tais como: a definição de insumos, que são os próprios consumidores e recursos, que constituem os bens facilitadores; a participação do cliente no processo: presença do consumidor no local onde ocorre o processo dos serviços, o que requer atenção ao ambiente físico além da necessidade de padronização dos serviços prestados para que todos os clientes tenham o mesmo atendimento, assegurando coerência no serviço prestado; a simultaneidade ou inseparabilidade: os serviços são criados e consumidos ao mesmo tempo, ou seja, são sistemas abertos, onde a variação da demanda pode afetar todo o sistema; a perecibilidade: se o serviço não foi utilizado se perde a oportunidade; e a intangibilidade: refere-se à necessidade de ter confiança na reputação da empresa devido à impossibilidade de testar a eficiência do serviço antes da compra.

Segundo Oliveira (2007), processos são atividades repetitivas que transformam entradas em saídas através de máquinas, pessoas e informações, conforme ilustra a Figura 1. Portanto, a base do desenvolvimento do trabalho são os processos e as pessoas que o realizam.

Figura 1 – Modelo de um processo de um sistema de prestação de serviços.



Fonte: Albertin; Pontes, 2016 (adaptado de Aing, 2009).

## 2.2 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Segundo Ritzman e Krajewski (2004), mapeamento de processo é um método utilizado para registrar todas as atividades desenvolvidas por uma pessoa ou por equipamento. Essas atividades são divididas em cinco categorias: operação, transporte, inspeção, atraso e armazenagem. Ainda, segundo os mesmos autores, existem outras categorias que podem ser utilizadas de acordo com a situação. Cada atividade possui uma categoria e para escolher a correta se deve levar em consideração o objeto a ser mapeado.

## 2.3 MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS

De acordo com Prado (2014), através de estudos de modelagem é possível definir a quantidade de operadores e de máquinas necessárias em uma estação de trabalho, como

também determinar o melhor fluxo de trabalho. Para tal, é possível utilizar uma técnica denominada simulação. Simulação é a modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo reproduza as respostas do sistema real ao longo do tempo. Essa pode ser dividida em simulação computacional, ou seja, realizada através de um computador e simulação não-computacional, que não necessita de computador.

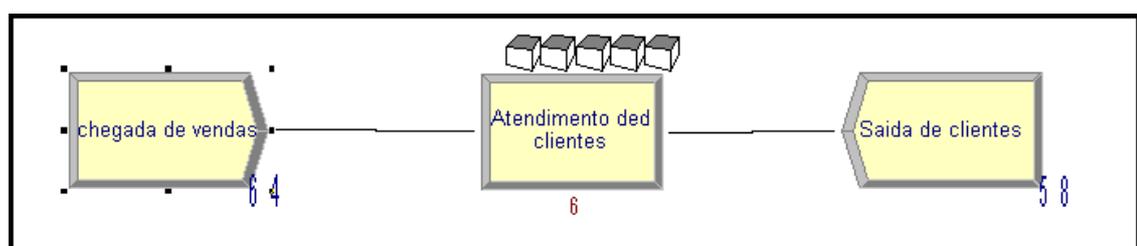
Segundo Medina e Chwif (2010), o estudo da modelagem de dados pode ser dividido em três etapas: coleta de dados, tratamento dos dados e inferência. O objetivo da primeira etapa é definir uma amostra que represente da melhor forma a população. Na segunda etapa são utilizadas técnicas para expressar e identificar possíveis falhas nos dados apurados. O último passo, inferência, tem como objetivo deduzir qual o comportamento da população a partir da amostra.

A simulação visual é uma técnica que surgiu em 1980 com maior capacidade de comunicação e menor complexidade. Através da simulação é possível fazer interação com o processo sem alterar o sistema real. Além disso, é possível simular diversos sistemas, como sistemas de transporte, de produção, administrativos. Entre as linguagens de simulação mundialmente conhecidas tem-se a ARENA® (PRADO, 2014).

O programa ARENA® surgiu em 1993 a partir da unificação e aperfeiçoamento de dois sistemas de simulação, o SIMAN e o CINEMA. Através desse programa é possível reproduzir uma aplicação real e realizar análise da atual situação do processo, onde os comandos são representados por blocos, conforme ilustrado na Figura

Além de permitir a construção de um modelo, o ARENA® possui duas ferramentas úteis: analisador de dados de entrada (*Input Analyser*), que determina a melhor distribuição probabilística para os dados reais e analisador de resultados, que analisa os dados computados durante a simulação (PRADO, 2014).

Figura 2 – Simulação de um processo.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

#### 2.4 PERDAS DE UM PROCESSO

Segundo Chase *et al* (2004) citado por Mello e Marques (2013), perdas são atividades que não agregam valor ao produto gerando um custo para a empresa.

Para a otimização do processo é necessário que o mesmo não possua perdas e que utilize de forma maximizada a força de trabalho (SHINGO, 1996 *apud* KAYSER, 2001). O primeiro passo para eliminar as perdas é a sua identificação. Entre os tipos de perdas têm-se perdas por espera, que são caracterizadas por recursos que não seguem um fluxo contínuo, ou seja, ficam esperando a efetivação de atividades, demoras nos processos e gargalos de capacidade (SLACK *et al*, 2006).

Segundo Albertin e Pontes (2016), existem oito tipos de perdas relacionadas a um processo, tais como: superprodução, transporte, processamento, fabricação de produtos defeituosos, movimentação, espera, estoque e perdas de criatividade. A perda de superprodução pode ser classificada como superprodução por quantidade (sobram produtos) e antecipada (produção antes do prazo de entrega dos produtos). A perda por transporte deve ser minimizada uma vez que a atividade de transporte não agrega valor ao produto final. A perda por processamento é caracterizada por atividades ou etapas em excesso. A perda por fabricação de produtos defeituosos é caracterizada pela fabricação de produtos não conforme com as especificações do cliente ou da engenharia. Perda por movimentação são os movimentos desnecessários realizados por equipamento ou pessoas. Perda por espera relaciona-se com o tempo em que o lote fica parado sem que nenhuma atividade esteja sendo executada. Perda por estoque refere-se ao acúmulo de matéria-prima, produto semiacabado e acabado. E perdas de criatividade significa não aproveitar a capacidade intelectual do funcionário de forma proveitosa.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho do ponto de vista de sua natureza é uma pesquisa aplicada, pois se direciona a estudar um problema específico. Para tal, realizou-se um estudo do setor de pós-venda de uma empresa de vendas de consórcios de médio porte, que teve como meio de análise a aplicação da ferramenta ARENA®.

Foi feito um levantamento teórico, com o intuito de aprofundar o conhecimento sobre o tema em estudo. Portanto, esta pesquisa pode ser classificada como bibliográfica, uma vez que se baseou em livros e artigos.

Para coleta dos dados foi realizada uma visita técnica à empresa, onde a mesma forneceu os dados de seu sistema interno, que registra todas as ligações realizadas, inclusive o tempo de duração de cada uma. Estes dados foram analisados por meio do *Input Analyser* do ARENA®, onde identificou-se a existência de *outliers*, que foram tratadas através da técnica de quartis da amostra. Em seguida, verificou-se qual é a melhor distribuição probabilística dos dados de cada processo.

A partir da observação do processo e para a interpretação sequencial das atividades desenvolvidas, foi elaborado um fluxograma, e posteriormente um modelo para simulação e estudo do processo, obtendo-se a geração de relatórios do sistema atual.

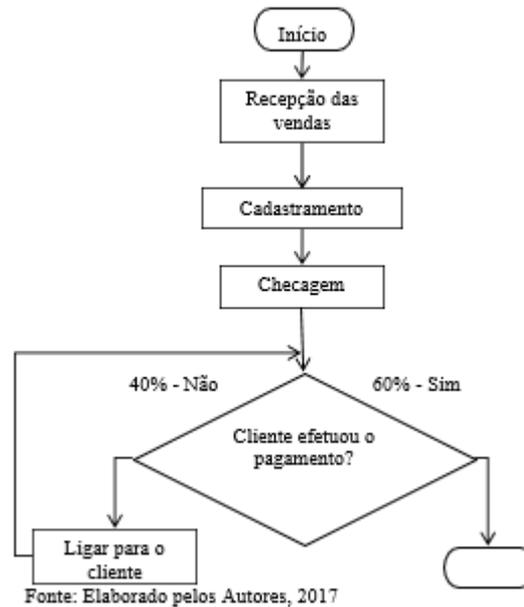
A partir dos relatórios, identificaram-se os processos que poderiam ser melhorados e elaborou-se como proposta de solução um novo modelo. A partir do mesmo, foram feitas simulações e analisados os resultados encontrados. Dessa forma, a pesquisa se classifica tanto como quantitativa durante o levantamento de dados da empresa, bem como qualitativa ao propor uma solução a partir de uma simulação.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 FLUXOGRAMA**

A Figura 3 ilustra o processo de pós-venda da empresa, ou seja, o que ocorre depois que o cliente adquiriu o consórcio e efetuou o pagamento da primeira parcela. No primeiro momento, as vendas são recepcionadas no escritório, e em seguida, são cadastradas em um sistema próprio. Em seguida, inicia-se um processo, denominado pela empresa de -checagemll, onde é verificada a veracidade das informações fornecidas pelos vendedores. Por fim, é feita uma ligação para os clientes que não efetuaram o pagamento, a fim de verificar os motivos e possibilitar o pagamento.

Figura 3 – Fluxograma do processo



#### 4.2 DISTRIBUIÇÃO PROBABILÍSTICA

Através do analisador dos dados de entrada identifica-se a distribuição probabilística de cada processo, conforme se observa na Tabela 1.

TABELA 1. DISTRIBUIÇÕES PROBABILÍSTICAS DOS PROCESSOS

Processo	Distribuição Probabilística	Expressão	Teste
Entrada de vendas	Normal	$NORM(1.07,0.573)$	<i>Kolmogorov-Smirnov Test</i> Test Statistic = 0.288 Corresponding p-value > 0.15
Cadastramento	Normal	$NORM(1.88,0.541)$	<i>Kolmogorov-Smirnov Test</i> Test Statistic = 0.288 Corresponding p-value > 0.15
Checagem	Weibull	$1+WEIB(1.88,0.541)$	<i>Kolmogorov-Smirnov Test</i> Test Statistic = 0.0571 Corresponding p-value > 0.15

Cobrança Colaborador 1	Weibull	WEIB(5.5,1.17)	<i>Kolmogorov-Smirnov Test</i> Test Statistic = 0.0582 Corresponding p-value > 0.117
Cobrança Colaborador 2	Gamma	GAMM(1.34,1.91)	<i>Kolmogorov-Smirnov Test</i> Test Statistic = 7.76 Corresponding p-value > 0.101

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2017.

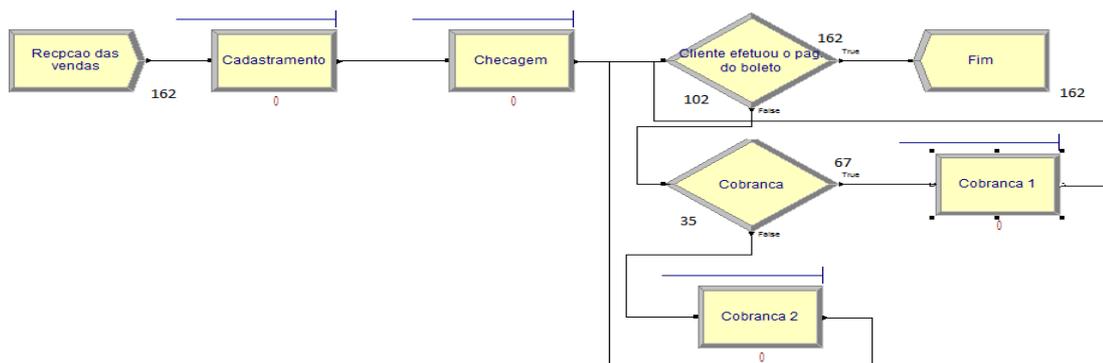
De acordo com o teste *Kolmogorov-Smirnov* as distribuições são estatisticamente adequadas para representar os dados em estudo, pois o *p-value* de todos os processos são maiores ou iguais a 0,10 indicando que há evidência fraca ou inexistente contra a hipótese de aderência.

## 5 MODELOS

### 5.1.1 Modelo atual

A partir do fluxograma e por meio das distribuições probabilísticas de cada processo elaborou-se o modelo para representar e analisar a atuação situação do processo, conforme Figura 4.

Figura 4 – Modelo do processo atual



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2017.

A partir do modelo é possível analisar e simular a atual situação do processo, onde no mês em estudo (22 dias trabalhados) foram realizadas em média 162 vendas, sendo que todas passaram pelo setor de pós-vendas. Não houve formação de filas em nenhum dos processos.

Através dos relatórios, observa-se uma grande ociosidade em todos os processos, conforme ilustrado na Tabela 2.

TABELA 2. INFORMAÇÕES DOS PROCESSOS

Processo	Tempo Médio na Fila (minutos)	Número de Pessoas na Fila	Utilização Média do Colaborador (%)
Cadastramento	0,048	0	2,97
Checagem	0,060	0	4,07
Cobrança Colaborador 1	0,090	0	3,34
Cobrança Colaborador 2	0,000	0	0,75

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2017.

Observa-se na Tabela 2 que as atividades realizadas não ocupam o tempo total disponível de cada colaborador, onde a taxa de ocupação é inferior a 5%. Entre as causas dessa ociosidade destaca-se a diminuição do número de vendas mensais. A empresa informou que antes do início da crise econômica, eram realizadas em média 600 vendas mensais. Após essa redução, alguns colaboradores do setor de vendas foram desligados, mas o setor de pós-vendas não foi alterado. Dessa forma, não há tarefas suficientes para ocupar em 100% os funcionários, sendo que o processo onde o colaborador fica mais ocupado é o setor de cobrança.

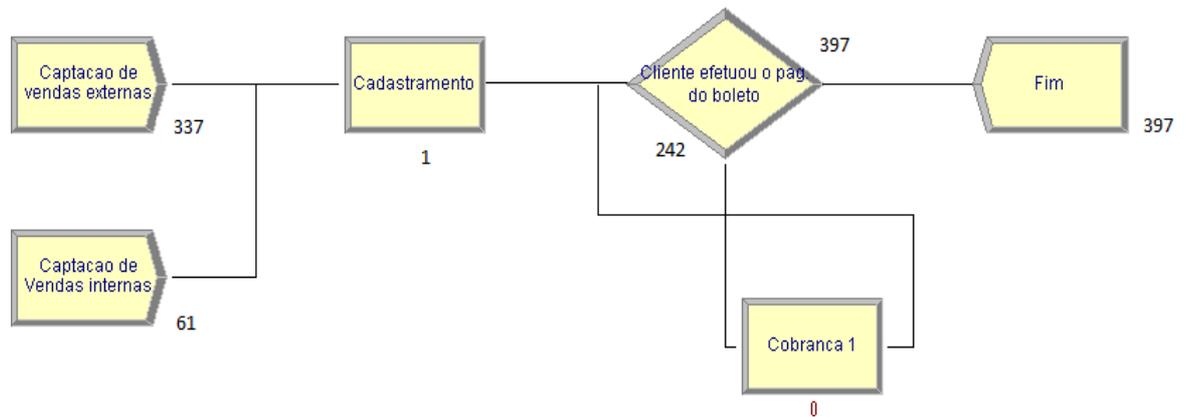
### 5.1.2 Modelo proposto

Após a análise do atual processo e de várias simulações, identificou-se um novo modelo proposto para melhor aproveitamento dos recursos da empresa e que alcançaria melhores resultados, com um aumento de aproximadamente 50% das vendas, conforme ilustrado na Figura 5.

Com o novo processo, a empresa passaria a ter duas formas de captação de vendas: a captação interna e a externa. Na primeira é proposta que os dois funcionários que saíram do setor de pós-vendas sejam realocados no setor de vendas e passarão a ter uma meta individual de 25 vendas por mês, onde os mesmos terão salário fixo mais uma comissão de 0,2% do valor da carta de crédito, que funcionaria como um incentivo para maior desempenho dos funcionários. Na segunda proposta, propõe-se uma redução do quadro, que passa a ter 17 vendedores com recebimento conforme produtividade, onde estes deverão alcançar uma meta

mínima de 20 vendas mensais, acarretando um aumento de 50% destas vendas. O setor de pós-vendas passa a ter apenas um funcionário, que executará duas atividades, a de cadastramento e de cobrança e nos momentos ociosos podem contribuir para captação de vendas.

Figura 5 – Modelo Proposto



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2017.

A partir dos relatórios gerados, observa-se que o percentual de utilização do funcionário relocado aumenta e não há formação de filas, conforme Tabela 3.

TABELA 3. INFORMAÇÕES DO MODELO PROPOSTO

Processo	Tempo Médio na Fila (minutos)	Número de Pessoas na Fila	de Utilização Colaborador (%)	Média do
Cadastramento / Checagem	0,26	1	17,40	
Cobrança	2,01	0	24,27	
Total			41,67	

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2017.

Observa-se na tabela 3 um aumento da taxa de ocupação do processo do funcionário, que passa a ser de 41,67%. O tempo médio de espera na fila também aumenta, porém o mesmo é irrelevante. Dessa forma, a empresa aumentaria seus lucros, com a maior captação de vendas

e com a redução de custos com funcionários, uma vez que o quadro de funcionários seria reduzido em 75% no setor de pós-vendas e em 48% no setor de vendas, conforme ilustrado a Tabela 4.

TABELA 4. COMPARAÇÕES ENTRE O PROCESSO ATUAL E O PROCESSO PROPOSTO

	Processo Atual	Processo Proposto
Quantidade de vendas por mês	167	397
Quantidade de funcionários no setor de pós-vendas	4	1
Quantidade de funcionários no setor de vendas	40	19
Taxa de ocupação do processo de cadastramento	2,97%	17,40% (*)
Taxa de ocupação do processo de checagem	4,07%	
Taxa de ocupação do processo de cobrança colaborador 1	-3,34%	24,27% (**)
Taxa de ocupação do processo de cobrança colaborador 2	-0,75%	
Lucro Bruto (R\$)	238.355,76	566.630,16
Custo com os Funcionários (R\$)	102.275,41	135.357,08
Custo com o aluguel (R\$)	40.516,48	40.516,48
Custos Administrativos (R\$)	5.409,63	5.409,63
Margem de Contribuição (R\$)	90.154,24	418.428,64
Relação do Custo Realizado x Lucro Bruto	62,2%	32%

Observações:

(\*) Percentual total de ocupação com a unificação das atividades de cadastramento e checagem por somente uma pessoa;

(\*\*) Percentual total de ocupação com a unificação das atividades de cobrança por somente uma pessoa.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2017.

Partindo dos dados da tabela 4, observa-se um aumento do custo salarial na proposta de solução devido à forma de pagamento, que é por lucratividade, mas há também um aumento expressivo do resultado mensal do final da empresa que passa a ser de R\$ 418.428,64,

representando um aumento de aproximadamente 467%, ao mês. Além disso, a relação custo realizado e lucro bruto reduz de 62,2% para 32%, ao mês.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados foram satisfatórios, onde foi possível analisar a atual situação do processo, identificando os seus principais problemas e suas principais causas, propondo uma nova reestruturação, partindo da modelagem e simulação computacional.

Comprova-se na simulação proposta um aumento do lucro em aproximadamente 467%, sem formação de filas no processo, além do aumento da taxa de ocupação dos funcionários e a redução da relação custo realizado e lucro bruto.

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. 1ª Ed. Curitiba: Editora Intersaberes, 2016.

FITZSIMMONS, James; FITZSIMMONS, Mona. **Administração de serviços**. 6ª. Ed. São Paulo (Porto alegre): Editora Bookman, 2010.

KAYSER, Detlev. **Identificação e redução de perdas segundo o sistema Toyota de produção**: um estudo de caso na área de revestimento de superfícies; Porto Alegre, 2001.

MEDINA, Afonso Celso; CHWIF, Leonardo; **Modelagem e simulação de eventos discretos**. Teoria e aplicações. 3ª ed. São Paulo, 2010.

MELLO, Andrea Justino Ribeiro; MARQUES, Jefferson Rafael dos Santos. **Perdas no processo produtivo**: um estudo de caso numa indústria de laminados plásticos; Salvador, 2013.

OLIVEIRA, Djalma. **Administração de processos**. 2ª. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

PRADO, Darci; **Usando o ARENA em simulação**. 5ª. ed. Nova Lima: Editora FALCONI, 2014.

RITZMAN, Larry P; KRAJEWSKI, Lee, J; **Administração da produção e operações.**

São Paulo: Editora Pearson Prentice, 2004.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; BETTS, Allan. **Gerenciamento de operações e de processos.** Princípios e prática de impacto estratégico. Porto Alegre:

Artmed, 2006.