

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
ALINE APARECIDA ROSA PEREIRA

UTILIZAÇÃO DA SIMULAÇÃO EM AVALIAÇÃO DE PROPOSTA DE APLICAÇÃO
DO PENSAMENTO ENXUTO EM AMBIENTE ADMINISTRATIVO DE
UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

Itajubá - MG

2021

ALINE APARECIDA ROSA PEREIRA

UTILIZAÇÃO DA SIMULAÇÃO EM AVALIAÇÃO DE PROPOSTA DE APLICAÇÃO
DO PENSAMENTO ENXUTO EM AMBIENTE ADMINISTRATIVO DE
UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

Programa de Pós-Graduação em Administração –
Mestrado Profissional da Universidade Federal de Itajubá

Orientador: Prof. Dr. José Antonio de Queiroz

Itajubá - MG

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por permitir concluir este trabalho.

À minha família, Lucas, pelo amor, carinho e compreensão e ao Murilo que chegou para trazer mais amor, em meio a essa jornada.

Aos meus pais e familiares, pelo apoio em todos os momentos.

Ao meu orientador, José Antonio de Queiroz, por acreditar em minha capacidade e orientar-me com paciência e dedicação.

Aos meus colegas de trabalho que direta ou indiretamente foram fundamentais para a concretização desta pesquisa.

Muito obrigada!

RESUMO

A Manufatura Enxuta concentra-se na eliminação dos desperdícios por meio da melhoria dos processos, entretanto, os desperdícios não se acumulam somente nos processos produtivos, mas, também, nas atividades administrativas. A adaptação e aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos recebe o nome de *Lean Office* e favorece as empresas a tornarem-se mais organizadas e competitivas. Porém, ainda assim apresenta complexidades para prever os resultados decorrentes das mudanças. Nesse sentido, a simulação pode ser utilizada para facilitar a análise dos impactos de maneira antecipada, permitindo a visualização das mudanças nos processos sem alterar a realidade. Neste contexto, este trabalho propõe a utilização da simulação de modo integrado aos conceitos enxutos, por meio do Mapeamento do Fluxo de Valor, para avaliar antecipadamente os resultados esperados pela proposta de implementação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos, analisando o impacto da substituição de documentos físicos por digitais em um objeto de estudo. Este, caracteriza-se como um ambiente administrativo de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), que realiza atividades financeiras e contábeis e foi escolhido por apresentar dificuldades em atender sua demanda. Com o intuito de identificar nos trabalhos já publicados, no que se refere, à adaptação e aplicação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos, resultados alcançados, dificuldades identificadas e soluções implantadas, bem como se a Simulação a Eventos Discretos vem sendo utilizada para diminuir a resistência das pessoas à implantação dos conceitos enxutos nesses ambientes foi conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura. Os resultados alcançados mostraram não somente uma redução do *lead time* médio do estado atual para o estado futuro simulado, como também um ganho expressivo de capacidade. O *lead time* médio do estado atual, que ficou acima dos 270.000 segundos, ou 75 horas efetivas de trabalho, foi reduzido no estado futuro para algo em torno de 180.000 segundos, ou 50 horas efetivas de trabalho. Ou seja, uma redução de 33,33%. Já a quantidade de notas pagas, que era de no máximo 145 por mês, segundo dados reais levantados do estado atual, foi aumentada no estado futuro para acima de 320. Ou seja, um aumento acima de 120%.

Palavras-chave: *Lean Office*. Mapeamento do Fluxo de Valor. Revisão Sistemática da Literatura. Simulação a Eventos Discretos.

ABSTRACT

Lean Manufacturing focuses on eliminating waste by improving its processes, however, waste is not just concentrated production processes, but also on administrative activities. The adaptation and application of lean concepts in administrative environments is called Lean Office and favors companies to become more organized and competitive. However, it still presents complexities to predict the results of changes. In this sense, the simulation can be used to facilitate the analysis of impacts in advance, allowing the visualization of changes in processes without changing reality. In this context, this work proposes the use of simulation in an integrated way with lean concepts, through the Value Stream Mapping, to evaluate in advance the results expected by the proposal of implementing lean concepts in administrative environments, analyzing the impact of document replacement by fingerprints on an object of study. This, is characterized as an administrative environment of a Federal Institution of Higher Education (IFES), which performs financial and accounting activities and was chosen for presenting difficulties in meeting its demand. In order to identify in the works already published, with regard to the adaptation and application of lean concepts in administrative environments, results achieved, difficulties identified and solutions implemented, as well as whether the Discrete Events Simulation has been used to reduce resistance of people to the implementation of lean concepts in these environments a Systematic Literature Review was conducted. The results achieved showed not only a reduction in the average lead time from the current state to the simulated future state, but also a significant gain in capacity. The average lead time in the current state, which was above 270.000 seconds, or 75 effective hours of work, was reduced in the future state to somewhere around 180.000 seconds, or 50 effective hours of work. That is, a reduction of 33.33%. The amount of notes paid, which was a maximum of 145 per month, according to actual data from the current state, was increased in the future state to above 320. That is, an increase above 120%.

Key-words: Lean Office. Value Stream Mapping. Systematic Literature Review. Simulation to Discrete Events.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do MFV	22
Figura 2 - Classificação de modelos	31
Figura 3 - Fluxo de informações da RSL realizada	36
Figura 4 - Classificação da Pesquisa	51
Figura 5 - Proposta de alteração do método de Modelagem e Simulação de Montevechi <i>et al.</i> (2010)	54
Figura 6 - Proposta de integração das etapas do MFV às etapas do método de Modelagem e Simulação	57
Figura 7 - Mapa do Estado Atual	61
Figura 8 - Modelo Conceitual via IDEF-SIM	63
Figura 9 - Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de recebimento.	65
Figura 10 - Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de cadastro	65
Figura 11 - Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de conferência e lançamento	66
Figura 12 - Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de análise contábil	66
Figura 13 - Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de criação e inserção de guias	67
Figura 14 - Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de conferência de pagamento	67
Figura 15 - Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de pagamento das notas fiscais	68
Figura 16 - Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de impressão de documentos	68
Figura 17 - Modelo Computacional	69
Figura 18 - Experimento referente ao estado atual: <i>boxplot</i> para notas fiscais pagas	71
Figura 19 - Experimento referente ao estado atual: intervalo para notas fiscais pagas	71
Figura 20 - Experimento referente ao estado atual: <i>boxplot</i> para <i>lead time</i> de porta a porta ..	72
Figura 21 - Experimento referente ao estado atual: intervalo para <i>lead time</i> de porta a porta .	72
Figura 22 - Testes de normalidade para os estados atuais observados e simulados	73
Figura 23 - Teste <i>2 Sample t</i> entre os estados atuais observado e simulado	73
Figura 24 - Mapa do Estado Futuro	76

Figura 25 - Projeto Experimental via IDEF-SIM	78
Figura 26 - Modelo Operacional	78
Figura 27 - Experimento referente ao estado futuro: <i>boxplot</i> para notas fiscais pagas	80
Figura 28 - Experimento referente ao estado futuro: intervalo para notas fiscais pagas	80
Figura 29 - Experimento referente ao estado futuro: <i>boxplot</i> para <i>lead time</i> de porta a porta ..	81
Figura 30 - Experimento referente ao estado futuro: intervalo para <i>lead time</i> de porta a porta	81
Figura 31 - Teste 2 <i>Sample t</i> entre os estados atual observado e o estado futuro simulado	82
Figura 32 - <i>Boxplot</i> e Carta de Controle I-MR do estado futuro simulado expandido para n = 240	82
Figura 33 - Simulação do estado futuro com análise de utilização	83
Figura 34 - Simulação do estado futuro com projeção de capacidade adicional	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Soluções Apresentadas	48
Gráfico 2 - Locais de Aplicação	48
Gráfico 3 - Método	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivos considerados na RSL	34
Quadro 2 - Artigos selecionados	37
Quadro 3 - Comparativo	38
Quadro 4 - Dificuldades e Abordagens	47
Quadro 5 - 5W2H	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Os desperdícios nos ambientes administrativos	26
Tabela 2 - Elementos e Simbologia do IDEF-SIM	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Contexto	12
1.2 Problema de pesquisa	12
1.3 Justificativa de pesquisa	13
1.4 Objetivos e limitações de pesquisa	14
1.5 Procedimentos metodológicos de pesquisa	15
1.6 Contribuições esperadas através desta pesquisa	15
1.7 Estrutura seguida na elaboração dessa dissertação de mestrado	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Introdução aos conceitos enxutos	17
2.2 Aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos	23
2.3 Aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos públicos	27
2.4. Introdução à Simulação a Eventos Discretos (SED)	28
2.5 Utilização da SED associada aos conceitos enxutos nos ambientes administrativos	32
3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL)	34
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	50
4.1 Classificação da Pesquisa	50
4.2 Método de Pesquisa	52
4.3 Roteiro de Pesquisa	55
5. APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	58
5.1 Modelagem Conceitual	58
5.1.1 Objetivos e definição do sistema	58
5.1.2 Seleção da família de produtos	58
5.1.3 Construção do desenho do Estado Atual	59
5.1.4 Construção do modelo conceitual	62

5.1.5 Validação do modelo conceitual	63
5.1.6 Documentação do modelo conceitual	64
5.1.7 Modelagem dos dados de entrada	64
5.2 Modelagem computacional	69
5.2.1 Construção do modelo computacional	69
5.2.2 Verificação do modelo computacional	70
5.2.3 Validação do modelo computacional	70
5.3 Modelagem Operacional	74
5.3.1 Construção do desenho do Estado Futuro	74
5.3.2 Definição dos projetos experimentais	77
5.3.3 Execução dos experimentos	78
5.3.4 Análise Estatística	79
5.3.5 Conclusões e recomendações	84
5.3.5.1 Com base nos MFV dos estados atual e futuro	84
5.3.5.2 Com base nos experimentos planejados e simulados	85
5.3.6 Uma proposta preliminar simplificada de elaboração do plano de implementação	86
6. CONCLUSÃO	87
6.1 Conclusões práticas com base nos MFV dos estados atual e futuro	87
6.2 Conclusões práticas com base nos experimentos planejados e simulados	88
6.3 Limitações da pesquisa e propostas para trabalhos futuros a partir das contribuições	88
REFERÊNCIAS	90

1. INTRODUÇÃO

Esse capítulo apresenta uma contextualização do ambiente no qual a pesquisa está inserida, seguida da apresentação do problema de pesquisa, da justificativa de pesquisa, dos objetivos e delimitações de pesquisa, dos procedimentos metodológicos de pesquisa, das contribuições esperadas através desta pesquisa e da estrutura seguida nessa dissertação de mestrado.

1.1 Contexto

O foco da Manufatura Enxuta concentra-se na eliminação dos desperdícios (que são as atividades que não agregam valor aos clientes ou usuários, tais como estoques e esperas), criando em todos os envolvidos no processo a cultura de melhoria contínua das operações. A Manufatura Enxuta busca atingir ou superar as expectativas dos clientes e suas técnicas buscam reduzir as perdas dentro da organização, gerando produtos com o menor custo, o menor *lead time* e a mais alta qualidade. O Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvido na *Toyota Motor Corporation*, foi precursor daquilo que viria a ser conhecido como Manufatura Enxuta, após publicação de “*The Machine that Changed the World*”, obra de Womack, Jones e Roos lançada em 1990 e que cunhou o termo “*Lean*”, que viria ser traduzido em português como “Enxuto”.

Os conceitos enxutos também podem ser relacionados às atividades voltadas ao fluxo de informações, ou seja, não se limitam ao ambiente fabril, podendo, desse modo, abranger também o ambiente administrativo. A adaptação e aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos recebem o nome de *Lean Office* e os desperdícios encontrados no ambiente administrativo são similares àqueles encontrados nos ambientes manufatureiros.

De modo mais específico, esta pesquisa irá abordar a adaptação e aplicação dos conceitos enxutos em um ambiente administrativo de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), na expectativa da obtenção de resultados satisfatórios gerados pela identificação e eliminação ou minimização dos desperdícios diagnosticados inicialmente.

1.2 Problema de pesquisa

A aplicação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos é um assunto recente, principalmente no segmento público, que tem uma estrutura administrativa muito funcional, onde as solicitações passam frequentemente por diversas áreas e departamentos da instituição e o controle é realizado pelo próprio servidor.

O ambiente administrativo público apresenta uma estrutura dividida em áreas funcionais, chamadas de setores, divisões ou departamentos, podendo apresentar diferentes formas, ritmos e controles de trabalho. Tal realidade é observada no ambiente que constitui objeto de estudo desta pesquisa, pois a sistemática burocrática predominante no serviço público tende a provocar um excesso de atividades a serem desempenhadas, muitas dessas classificadas como desperdícios, ao não agregarem valor, mas que conduzem a grandes volumes de informações desnecessárias tanto físicas quanto digitais, bem como à necessidade de disponibilização de recursos como tempo e pessoal, os quais implicam em gastos adicionais.

1.3 Justificativa de pesquisa

Diante da natureza dos conceitos enxutos, que é a busca pela eliminação dos desperdícios, ou seja, daquelas atividades que não agregam valor aos clientes, e da natureza dos ambientes administrativos públicos, nos quais é forte a presença de atividades que não agregam valor aos clientes, pode-se esperar que a adaptação e aplicação dos conceitos enxutos nesses ambientes consiga proporcionar inúmeros benefícios, tais como ganhos de produtividade e qualidade, além das reduções de custos.

Em um sentido amplo, os conceitos enxutos tendem a influenciar na cultura do setor público, pois a sua aplicação tende a fornecer às pessoas envolvidas habilidades em vários níveis de atuação, o que melhora a maneira como as atividades são realizadas, simplificando o fluxo das mesmas.

A eliminação dos desperdícios por meio da aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos públicos tende a ser útil, uma vez que permite, além de ampliar o conhecimento, apresentar novas práticas de melhoria na execução dos seus processos.

Porém, embora promissora em relação aos benefícios que pode proporcionar, a implantação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos privados e públicos costuma deparar-se com uma série de barreiras e dificuldades, como a resistência imposta pelas pessoas impactadas. Tal resistência, em geral, resulta da falta de conhecimento sobre o conteúdo e os objetivos dos conceitos enxutos, associada à descrença em relação à sua adaptabilidade e aos seus resultados nesses ambientes.

Para contornar tal dificuldade, a Simulação a Eventos Discretos, já utilizada com esse fim nos ambientes manufatureiros, surge como uma ferramenta promissora também para os ambientes administrativos, desde que adaptada a esses ambientes. Por meio da simulação computacional é possível, não somente visualizar o comportamento esperado do sistema real estudado, como, também, e ainda mais importante, avaliar de forma antecipada e sem interferência direta no sistema real os resultados esperados, quando esse sistema é submetido à aplicação dos conceitos enxutos.

Tal visualização do comportamento e, sobretudo, dos resultados esperados antecipadamente, tende a aumentar a aceitação e o envolvimento das pessoas impactadas pela aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos.

1.4 Objetivos e delimitações de pesquisa

Diante do exposto, é possível definir os objetivos geral e específico dessa dissertação:

- o objetivo geral é utilizar a Simulação a Eventos Discretos para avaliar antecipadamente os resultados esperados pela proposta de implementação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos públicos, particularmente, em uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) e, mais precisamente, em sua Diretoria de Contabilidade e Finanças. De modo indireto, espera-se uma diminuição da resistência das pessoas à implementação desses conceitos nesses ambientes públicos, afinal, ao poder visualizar como o sistema passará a funcionar e quais serão os benefícios proporcionados, as pessoas tendem a ser menos resistentes quanto à implementação;
- o primeiro objetivo específico é conduzir uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), para identificar nos trabalhos já publicados, referentes à adaptação e aplicação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos, quais foram os resultados alcançados, as dificuldades identificadas e as soluções implantadas, bem como se a Simulação a Eventos Discretos vem sendo utilizada para diminuir a resistência das pessoas à implantação dos conceitos enxutos nesses ambientes.
- o segundo objetivo específico é a construção dos Mapas do Estado Atual e Estado Futuro de acordo com a técnica do Mapeamento do Fluxo de Valor;
- o terceiro objetivo específico é a construção do modelo conceitual do Estado Atual e Estado Futuro por meio da técnica do IDEF-SIM;

Cabe destacar que o objetivo geral está restrito à utilização da Simulação a Eventos Discretos para avaliar antecipadamente os resultados esperados pela proposta de implementação dos conceitos enxutos na Diretoria de Contabilidade e Finanças de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Portanto, não se estende à aplicação efetiva e nem à avaliação da redução da resistência das pessoas à implementação desses conceitos em tal ambiente, sendo essas limitações da pesquisa e propostas naturais para trabalhos futuros.

1.5 Procedimentos metodológicos de pesquisa

Em coerência aos objetivos definidos, o método de pesquisa a ser utilizado nesta dissertação será o de Modelagem e Simulação. Dentre os diferentes tipos de simulação, optou-se pela utilização da Simulação a Eventos Discretos. E, dentre as diversas opções de softwares, escolheu-se o FlexSim.

1.6 Contribuições esperadas através desta pesquisa

Quanto às contribuições esperadas com essa dissertação, elas podem ser divididas em teórica e prática.

A contribuição teórica esperada é ampliar a compreensão sobre os benefícios que podem ser gerados pela aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos públicos, reduzindo assim a resistências das pessoas e estimulando a consolidação da filosofia enxuta nesses ambientes.

Já a contribuição prática esperada é eliminar ou minimizar os desperdícios identificados e melhorar o desempenho dos processos administrativos da Diretoria de Contabilidade e Finanças da Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) escolhida como objeto de estudo, bem como servir de referência para outros setores dessa instituição e mesmo para outras instituições interessadas.

1.7 Estrutura seguida na elaboração dessa dissertação de mestrado

Para atingir tais objetivos e contribuições esperadas, o restante dessa dissertação está estruturado da seguinte maneira:

- o Capítulo 2 apresentará uma revisão bibliográfica sobre os conceitos enxutos, sobre a sua aplicação nos ambientes administrativos, sobre a sua aplicação nos ambientes administrativos públicos, sobre a Simulação a Eventos Discretos (SED) e sobre a utilização da SED associada aos conceitos enxutos nos ambientes administrativos;
- buscando atender ao objetivo específico, o Capítulo 3 apresentará uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), para identificar nos trabalhos já publicados, referentes à adaptação e aplicação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos, quais foram os resultados alcançados, as dificuldades identificadas e as soluções implantadas, bem como se a Simulação a Eventos Discretos vem sendo utilizada para diminuir a resistência das pessoas à implantação dos conceitos enxutos nesses ambientes;
- o Capítulo 4 apresentará o método de pesquisa da Modelagem e Simulação, bem como um roteiro de pesquisa sobre como utilizá-lo de maneira integrada aos conceitos enxutos, em particular com as etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor, uma sistemática estruturada para o planejamento e condução das transformações enxutas;
- visando atender ao objetivo geral, o Capítulo 5 realizará a aplicação do roteiro de pesquisa, apresentado no capítulo anterior, ao objeto de estudo escolhido, ou seja, aos processos administrativos da Diretoria de Contabilidade e Finanças de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES);
- finalizando essa dissertação, o Capítulo 6 apresentará as conclusões da pesquisa e as propostas para trabalhos subsequentes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre os conceitos enxutos, sobre a sua aplicação nos ambientes administrativos, sobre a sua aplicação nos ambientes administrativos públicos, sobre a Simulação a Eventos Discretos (SED) e sobre a utilização da SED associada aos conceitos enxutos nos ambientes administrativos.

2.1 Introdução aos conceitos enxutos

O Pensamento Enxuto, ou *Lean Thinking*, inicialmente restrito à ideia de Manufatura Enxuta, ou *Lean Manufacturing*, encontra suas bases conceituais no Sistema Toyota de Produção (STP), ou *Toyota Production System* (TPS). Essa filosofia, por assim dizer, concentra-se na eliminação dos desperdícios, ou seja, daquelas atividades que não agregam valor aos clientes, tais como estoques e esperas, por exemplo, criando em todos os envolvidos no processo a cultura de melhoria contínua das operações (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). Tal conceito pode ser resumido como uma abordagem sistemática que busca agregar valor aos clientes e, sobretudo, eliminar os desperdícios (BARRAZA; PUJOL, 2010).

Deve-se destacar que o valor deve ser definido unicamente pela perspectiva do cliente e não pela da organização (RODGERS; CUDNEY, 2017). Antony *et al.* (2017) reforçam essa afirmação.

Para a filosofia *Lean*, “o desperdício é qualquer coisa que adicione custo ou tempo, sem acrescentar valor. É algo que está sendo feito e que não tem valor para os clientes, mesmo que possa estar incluído no custo total” (TAPPING; SHUKER, 2010, p. 50).

Paoli *et al.* (2014) entendem que o *Lean* consiste em uma nova maneira de pensar, sendo muito mais que uma técnica, e afirmam que muito se tem estudado e trabalhado para que se possa enxergar e eliminar os desperdícios dos processos de produção. Tapping e Shuker (2010) afirmam que, para se tornar *Lean*, é necessária uma mudança de mentalidade, com esforço contínuo para alcançar um estado caracterizado pelo mínimo desperdício e máximo fluxo. Assim, *Lean Manufacturing* consiste na redução ou eliminação de desperdícios no processo produtivo, os quais não agrega valor para os clientes (SERAPHIM; SILVA; AGOSTINHO, 2010), muito embora, impliquem em consumo de recursos e, portanto, em gastos.

O *Lean* é uma filosofia que surgiu como um sistema de gestão, cujo propósito é desenvolver processos e procedimentos por meio da redução contínua de desperdício em todas as suas fases. Seus objetivos são, dentre outros, qualidade e flexibilidade do processo, com o

aumento da capacidade de competição em um cenário cada vez mais exigente e globalizado (VENDRAMINI *et al.*, 2016).

Segundo Tapping e Shuker (2010), o que se quer dizer quando se fala a respeito de *Lean*, é que esse sistema é aquele no qual as pessoas lutam para eliminar as atividades que não acrescentam valor, ou seja, os desperdícios, sendo a sua eliminação total, o alvo máximo.

Em face do conceito de agregação de valor, é importante entender qual é a natureza das atividades realizadas. Hines e Taylor (2000) definem três tipos de atividades:

- **Atividades que agregam valor:** são aquelas que aos olhos dos clientes agregam valor aos produtos ou serviços e, portanto, são necessárias. Assim sendo, os clientes estão dispostos a pagar por elas. Essas atividades representam somente 5% das atividades totais em uma empresa de manufatura e 1% em ambientes administrativos (HINES; TAYLOR, 2000);

- **Atividades que não agregam valor, mas são necessárias:** são aquelas que aos olhos dos clientes não agregam valor, mas que continuam sendo necessárias às organizações por limitações técnicas ou financeiras, por exemplo. Assim, tais atividades não podem ser eliminadas no curto prazo e, portanto, precisam ser minimizadas. Essas atividades representam, em média, 35% das atividades totais em uma empresa de manufatura e 50% em ambientes administrativos (HINES; TAYLOR, 2000);

- **Atividades que não agregam valor e não são necessárias:** são aquelas que aos olhos dos clientes não agregam valor e que também não são necessárias às organizações, embora estejam presentes, sejam por quaisquer razões, como, por exemplo, pela aversão às mudanças. Ou seja, essas atividades são os chamados desperdícios puros, que devem ser eliminados imediatamente, a curto prazo. Segundo Hines e Taylor (2010), tais atividades representam 60%, em torno, das atividades totais em uma empresa de manufatura e 49% em ambientes administrativos.

Para Ohno (1997), a melhoria na eficiência passa a ocorrer quando se elimina o desperdício e se eleva a porcentagem de trabalho agregador de valor em direção aos 100%. Visto que, no Sistema Toyota de Produção, deve-se produzir somente a quantidade necessária e no momento necessário, combatendo-se a superprodução, seja por quantidade ou por antecipação, então, a força de trabalho deve ser reduzida ou, preferencialmente, redistribuída, para se eliminar o excesso de capacidade e alinhar a produção à demanda.

Para se obter um sistema que agrega valor máximo, enquanto minimiza o desperdício, centro do pensamento enxuto, é fundamental o envolvimento da força de trabalho, de modo que todas as partes interessadas tenham oportunidade de contribuir para as atividades que agregam valor e para a redução dos desperdícios (SMITH, 2016).

O *Lean* desmembra o desperdício em aspectos específicos e Ohno (1997) os classificou em sete tipos:

1. superprodução: o pior de todos, pois contribui para o surgimento e a ocultação de outros desperdícios (OHNO, 1997). Ocorre quando se produz além (superprodução por quantidade) ou antes (superprodução por antecipação) do necessário, com a ideia de que “produzir mais que o necessário ou produzir cedo demais melhora a eficiência”, o que não é verdade. Produzir além ou antes do necessário só dispara os demais desperdícios, como os listados a seguir, prejudicando a eficiência (TAPPING; SHUKER, 2010, p. 51);

2. estoque: aquilo que foi adquirido ou produzido além ou antes do necessário, precisa ficar estocado, aguardando o momento de ser processado, como matérias-primas, produtos em elaboração e produtos acabados. Além de demandarem área, os estoques precisam ser controlados e preservados, o que implica em gastos adicionais;

3. espera: toda matéria-prima, produto em elaboração e produto acabado em estoque, por consequência natural, está esperando pelo momento de ser processado ou despachado. Além disso, estoques elevados podem dificultar a localização daqueles itens demandados, deixando pessoas e máquinas na espera pelos mesmos. Segundo Tapping e Shuker (2010), a espera não agrega valor e o cliente não quer pagar por isso, sendo esse o desperdício mais fácil de ser detectado, juntamente com os estoques. Pode-se dizer, que estoque e espera representam a face mais visível da superprodução;

4. transporte: o deslocamento excessivo e desnecessário de materiais e informações no decorrer do processo de produção é uma atividade que não agrega valor aos clientes. Por exemplo, para Tapping e Shuker (2010), deslocar algo que deve ser estocado temporariamente representa um transporte excessivo ou desnecessário, consumindo recursos como empilhadeiras e empilhadeiristas e, mais uma vez, gerando gastos adicionais. Cabe destacar, que a existência de *layouts* ineficientes potencializa esse tipo de desperdício;

5. movimentação: segundo Tapping e Shuker (2010), toda movimentação das pessoas que não é necessária para uma operação ser bem-sucedida é desperdício. Qualquer movimentação deve adicionar valor do ponto de vista do cliente. Porém, não é isso que acontece na prática, onde movimentações excessivas e desnecessárias são geradas por métodos e postos de trabalho inadequados, assim como por *layouts* ineficientes, por exemplo. Além disso, uma área cheia de estoques, causados pela superprodução, também pode dificultar a movimentação das pessoas;

6. processamento: esse desperdício ocorre quando um processo é realizado de forma excessiva ou redundante. Normalmente, está associado com atividades que se eliminadas não diminuem o valor definido e percebido pelos clientes;

7. defeitos: advém de produtos que apresentam características fora do padrão de qualidade, incluindo perdas de produtividade que podem ser acompanhadas de pausa no processo normal para atuar nos defeitos ou realizar o retrabalho.

A eliminação do desperdício por meio da aplicação dos conceitos enxutos é considerada um antídoto perfeito, significando que o conceito pode ser entendido como a tentativa sistemática de priorizar as atividades que agreguem valor aos clientes, a partir da eliminação de desperdícios (BARRAZA *et al.*, 2009).

Para Danielsson (2013), o *Lean* tem como objetivo geral liberar tempo e trabalhar com mais eficiência, mas, para alcançar esse objetivo, deve-se criar um fluxo de trabalho mais enxuto e regular, visualizando a ordem, reduzindo prazos de entrega e desperdícios, implementando melhorias contínuas e aumentando a flexibilidade.

O *Lean*, nos últimos anos, tornou-se uma filosofia popular de gerenciamento para as organizações melhorarem seu desempenho operacional em todos os setores, levando seu foco também para processos menos estruturados (como os administrativos), mesmo que tradicionalmente seu foco seja em processos bem estruturados (como os manufatureiros) (GONG; JANSSEN, 2015).

Antony *et al.* (2016) afirmam que, embora o *Lean* seja projetado para eliminar o desperdício de cada processo que fornece um produto, ele também pode ser utilizado para analisar a entrega geral de serviços, considerando quais são mais importantes para quais clientes.

Segundo Maalouf e Gammelgaard (2016), o nível estratégico do *Lean*, com foco no valor para o cliente, se aplica a todos os lugares, enquanto as ferramentas operacionais do *Lean Manufacturing* não. As empresas podem integrar uma série de práticas e adotar ferramentas do ponto de vista estratégico, sem contradizer o objetivo principal do *Lean*, que é fornecer valor ao cliente e eliminar o desperdício

Para Jensen (2017), o *Lean* tem intenção geral de eliminar desperdícios que são definidos como os processos e elementos que não criam valor para o cliente, podendo assumir muitas formas em uma empresa de manufatura ou de serviço.

Rother e Shook (2003) afirmam que, para tornar um fluxo enxuto, deve-se, inicialmente, eliminar as fontes ou causas do desperdício no fluxo de valor. O excesso de produção é a fonte de desperdício mais importante a ser eliminada, porque pode contribuir para outros desperdícios

surgirem (como visto), não permitindo produzir somente o que o próximo processo necessita e quando necessita.

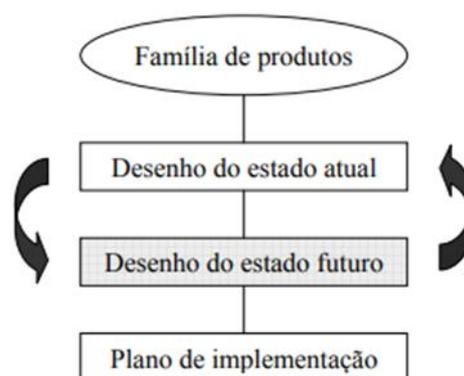
De acordo com Hines e Taylor (2000), para um fluxo de valor enxuto é fundamental a eliminação dos desperdícios, tanto dentro das empresas quanto entre elas. Melhorar a produtividade leva a operações mais enxutas, que por sua vez, ajudam a mostrar os problemas de desperdício e de qualidade presentes no sistema. Realizar um ataque sistemático aos desperdícios é também realizar um ataque sistemático aos problemas de má qualidade e gestão.

Segundo Rother e Shook (2009), o que torna um fluxo de valor enxuto é produzir com um fluxo contínuo completo, com o menor *lead time*, permitindo a produção somente daquilo que foi pedido e quando pedido, com tempo de mudança zero entre os diferentes produtos e mantendo a qualidade elevada e o custo baixo.

Para ajudar na melhoria de processos tomando como base o *Lean*, uma das ferramentas mais utilizadas é o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) ou *Value Stream Mapping* (VSM). Esta ferramenta cria um retrato do estado atual do processo e enfatiza propostas de melhoria para compor o mapa do estado futuro. O MFV é um método eficaz que pode resumir, apresentar e comunicar as principais características de um processo dentro de uma organização (VENDRAMINI *et al.*, 2016).

Rother e Shook (2009), pioneiros no MFV, recomendam sua aplicação e apresentam uma estrutura de elaboração que se inicia com a escolha da família de produtos a ser mapeada, ou seja, pela definição do escopo do projeto. A etapa seguinte é desenhar o mapa do estado atual, cujo objetivo é fazer um diagnóstico da situação vigente, identificando os desperdícios, onde eles ocorrem e, principalmente, as suas causas-raiz. Em seguida, faz-se a proposição de um estado futuro, definindo-se ações de melhoria alinhadas aos conceitos *Lean* para combater as causas-raiz dos desperdícios identificadas na etapa anterior. Na etapa final, elabora-se e executa-se um plano de implementação, cujo objetivo é colocar em prática as ações de melhoria definidas anteriormente. Pela sua facilidade e eficácia de aplicação, o MFV é usualmente considerado como o ponto de partida para o *Lean*, ao permitir a implementação de forma estruturada dos conceitos enxutos. A Figura 1 ilustra as etapas citadas.

Figura 1 – Etapas do MFV



Fonte: Rother e Shook (2009)

Vale destacar, que as etapas de desenho dos mapas dos estados atual e futuro representam esforços concomitantes, afinal, durante o desenho do mapa do estado atual, já podem surgir ideias para o desenho do mapa do estado futuro. Por outro lado, durante o desenho do mapa do estado futuro, poderá ser necessário retornar ao objeto de estudo para coletar dados e informações complementares que acabaram não sendo coletadas durante o desenho do mapa do estado atual.

Como o MFV é uma representação visual abrangente do fluxo de material e do fluxo de informações de um fluxo de valor em particular, ele torna-se indispensável como ferramenta para gerenciar visualmente as melhorias de processo (TAPPING; SHUKER, 2010).

Segundo Rother e Shook (2009), o MFV possibilita visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, auxiliando na compreensão do fluxo de valor como um todo e permitindo não só a identificação dos desperdícios, como também, de suas fontes no fluxo de valor.

Mais especificamente para os ambientes administrativos, Tapping e Shuker (2010) explicam que, para melhorar um fluxo de valor focado em informações, deve-se, primeiramente, observá-lo e entendê-lo. O MFV tenta retratar os sistemas administrativos de maneira abrangente e visa elaborar mapas que representam a mesma trajetória que o fluxo de informações (DANIELSSON, 2013).

De acordo com Rother e Shook (2009) e Evangelista *et al.* (2013), um fluxo de valor é toda ação que, agregando valor ou não, é necessária para passar um produto ou informação do estado de conceito para o estado de produto ou atividade finalizada. No suporte às etapas do processo de melhoria aplicado aos ambientes administrativos, essa é uma ferramenta simples que exige apenas seguir o caminho da produção (do produto ou informação) do início ao fim, desenhando-se, detalhadamente, cada processo no fluxo de material e informação.

Paoli *et al.* (2014) entendem que o pensamento enxuto não deve ser visto somente como uma ferramenta de gestão ou estratégia de produção, mas incorporado à organização como uma nova cultura da empresa e uma nova forma de executar seus processos de modo geral, promovendo melhorias de acordo com cada época ou situação.

Smith (2016) salienta que, se o *Lean* deve ser adotado, está evidente que é preciso uma considerável adesão por parte dos funcionários da organização em questão. Para a implementação, não se usa uma abordagem de cima para baixo ou de baixo para cima, ela é abrangente e requer criatividade e engajamento dos funcionários de todos os níveis.

O objetivo do *Lean* é realizar o trabalho com maior eficiência e rapidez possível, por meio de melhoria contínua do fluxo de valor, da redução de prazos, da eliminação de desperdícios, da melhoria na sequência de atividades e do aumento da flexibilidade do processo (DANIELSSON, 2013).

Conforme Tapping e Shuker (2010), embora o *Lean* tenha surgido na manufatura, ele pode e deve ser aplicado aos ambientes administrativos, como será visto a seguir.

2.2 Aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos

Segundo Paoli *et al.* (2014), os desperdícios abrangem os ambientes de produção e administrativo. A adaptação e aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos recebem o nome de Escritório Enxuto ou *Lean Office*. Para Tapping e Shuker (2010), é correto considerar que, algo em torno de 60% a 80% dos custos envolvidos para atender a demanda dos clientes, referem-se aos processos administrativos, demonstrando a relevância no estudo do tema. Afirmam ainda, que esses processos não referentes à produção fornecem uma enorme e normalmente ignorada oportunidade para melhoria, com resultados surpreendentes e reais.

Por meio do *Lean Office*, Freitas *et al.* (2018) destacam que as organizações buscam melhorar sua eficiência e produtividade através da revisão de seus processos administrativos, nos quais os desperdícios nos fluxos de trabalho são identificados e, sempre que possível, são eliminados (ou, pelo menos, minimizados).

Segundo Danielsson (2013), o *Lean Office*, além de cooperar com a produção, é caracterizado por seu foco no cliente e melhorias contínuas da eficiência do processo de trabalho de várias maneiras, com métodos diferentes sendo aplicados para alcançar um processo de trabalho administrativo mais eficiente.

O *Lean Office* fornece a habilidade de melhorar o fluxo de trabalho e diminuir o desperdício administrativo, permitindo maior flexibilidade com uma resposta mais rápida às mudanças do mercado (ALMEIDA *et al.*, 2017).

A cooperação com a produção, o foco no cliente e a melhoria contínua da eficiência do processo de trabalho são características do *Lean Office*, podendo esse aplicar diferentes métodos para alcançar um processo de trabalho administrativo mais eficiente (DANIELSSON, 2013). A eliminação total de desperdícios nos ambientes administrativos é o principal alvo do *Lean Office* (BARRAZA *et al.*, 2009).

Segundo Paoli *et al.* (2014), o *Lean Office* consiste na diminuição ou eliminação de desperdícios inerentes aos fluxos de informações. Nos processos administrativos, somente 1% das informações geradas em uma empresa, verdadeiramente, agregam valor (HINES; TAYLOR, 2000).

Almeida *et al.* (2017) afirmam que as técnicas relacionadas ao *Lean Office* contribuem para a melhoria da eficiência, da agilidade na resposta e da flexibilidade nos setores administrativos, tudo isso por meio do gerenciamento de processos com foco na eliminação dos desperdícios e de processos flexíveis para gerar diversificação de serviços, queda nos custos, maior produtividade, agilidade na entrega e menores filas e esperas, além de excelente qualidade.

Tal como ocorre na manufatura, os projetos de *Lean Office* devem começar em escala relativamente pequena e com problemas simples, que apresentam um potencial de melhora significativo e visível (PEDERSEN; HUNICHE, 2011).

A filosofia *Lean Office* permite reduzir a superprodução de documentos impressos, minimizar o tempo necessário para fornecer serviços, reduzir o movimento excessivo de pessoas entre departamentos, melhorar o uso de recursos humanos subutilizados, restringir o número de níveis hierárquicos e reduzir os custos de armazenamento de documentos, dentre outros benefícios (ALMEIDA, *et al.*, 2017).

De acordo com Rodgers e Gijo (2016), as melhorias alcançadas com o *Lean Office*, quando combinadas com uma cultura de melhoria contínua, representam uma oportunidade potencial para a obtenção de uma estrutura integrada de serviços eficientes, que forneçam os resultados que os clientes necessitam.

Radnor (2010) indica que a estratégia deve ser a base, apoiada por liderança decisiva e força de trabalho envolvida para entender os processos e, em seguida, usar ferramentas e técnicas para melhorar os mesmos.

O custo, o serviço e a qualidade das atividades administrativas, na maioria das empresas, estão ocultos para os clientes ou têm pouco a ver diretamente com esses. Tal distância criou funções de suporte com mínima valorização ou avaliação dos desperdícios gerados. A área de produção tem métricas de desempenho que se destacam e estimulam respostas a problemas e desperdícios, algo que na área administrativa normalmente não há. Métricas semelhantes para as atividades administrativas são necessárias para dar suporte à maximização do valor e à minimização do desperdício (KEYTE; LOCHER, 2004).

Paoli *et al.* (2014) afirmam que o *Lean Office* enfrenta mais dificuldades de implementação que o *Lean Manufacturing*, devido aos processos administrativos apresentarem maior variação com menos informação por parte dos envolvidos e insuficiência de referência na literatura existente. Ainda, segundo os autores, assim como o *Lean Manufacturing*, o *Lean Office* também ataca os desperdícios, porém, esses são mais difíceis de enxergar, em consequência de suas características específicas e distintas. Nas atividades administrativas, a maioria dos processos são relacionados à geração de informação, o que torna difícil a identificação dos desperdícios, porque visualizar algo intangível, como a informação no fluxo dos processos, é bem complexo (SERAPHIM; SILVA; AGOSTINHO, 2010).

Para Freitas *et al.* (2018), a implementação dos conceitos *Lean* modifica a cultura organizacional, promovendo o engajamento das pessoas ao demonstrarem motivação para alcançar resultados mais satisfatórios.

Para a compreensão do fluxo de valor em áreas administrativas, as equipes devem ser capazes de distinguir o que representa valor e o que representa desperdícios, sabendo que os desperdícios administrativos são abundantes. Aprender a distinguir valor de desperdícios, inicia-se com o reconhecimento das muitas atividades que são realizadas diariamente na empresa e depois reconhecer os desperdícios que agregam custos ao negócio, mas não agregam valor aos olhos dos clientes (KEYTE; LOCHER, 2004).

Os sete desperdícios identificados classicamente na manufatura por Ohno (1997) também podem ser encontrados nas atividades administrativas, conforme apresentado na Tabela 1, adaptada de Keyte e Locher (2004).

Tabela 1 – Os desperdícios nos ambientes administrativos

Desperdício	Ambiente Administrativo
Superprodução	Produção de dados, relatórios e informações em excesso ou antecipadamente
Estoque	Excesso de atividades pendentes e acúmulo de documentos em papel e de material destinado a uma atividade
Espera	O aguardo por informações, documentos, ações de outros colaboradores e até mesmo pelo processamento de computadores, fazem com que o processo fique esperando
Transporte	Excessiva troca de informações por meio físico ou digital nas comunicações, documentos e telefonemas
Movimentação	Deslocamento desnecessário de pessoas e outros recursos
Processamento	Atividades inadequadas que não agregam valor para o cliente, ao invés de abordagens simples e eficazes
Defeitos	Realizar atividades que geram informações erradas, por exemplo, resultando em retrabalho

Fonte: Adaptado de Keyte e Locher (2004).

Para Danielsson (2013), o objetivo geral do *Lean Office* é apoiar a eficiência do trabalho, porém, é possível encontrar obstáculos que impedem o alcance desse objetivo. Obstáculos esses que podem estar relacionados a realocar funções que precisam estar próximas umas das outras, localizar equipes ou departamentos que apresentam necessidade de proximidade, estando o mais próximo possível uns dos outros e, principalmente, evitar a separação vertical de departamentos dentro de uma mesma instituição.

A implantação de ferramentas e técnicas de gerenciamento de fluxo de valor são estratégias muito utilizadas para a eliminação de desperdícios em áreas administrativas, com obtenção de maior produtividade e desempenho (FREITAS *et al.*, 2018).

Para Turati e Musetti (2006), em áreas administrativas do setor público, o *Lean* também pode ser usado, sendo capaz de fornecer resultados positivos e criar valor para o cidadão, que representa o cliente final. Esse será o próximo assunto a ser abordado.

2.3 Aplicação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos públicos

A adaptação e aplicação dos conceitos enxutos no setor público tem recebido o nome de Ambientes Públicos Enxutos ou *Lean Public*. A aplicação dos conceitos *Lean* na área de serviços é um dos desafios do futuro. Minimizar falhas e tempos de utilização dos recursos disponíveis e maximizar o valor agregado das operações são os principais objetivos a serem alcançados em áreas públicas (TAPPING; SHUKER, 2010; SERAPHIM *et al.*, 2010).

Embora a administração pública seja caracterizada por uma estrutura funcional frequentemente marcada por interrupções, ela pode apresentar bons resultados quando aplicadas as ferramentas corretas para a melhoria dos seus processos, com o objetivo de melhorar o fluxo de trabalho e eliminar os desperdícios (TURATI; MUSETTI, 2006).

No setor público, o *Lean* está sendo cada vez mais utilizado, sobretudo, devido à sua capacidade de melhorar as práticas de gestão e, assim, proporcionar maior qualidade, melhores padrões e maior flexibilidade para atender à demanda cada vez mais crescente do cidadão-cliente por mais serviços e por eficiência na administração pública, algo que deve ser buscado através da redução de desperdícios (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Janssen e Estevez (2013) afirmam que no setor público o *Lean* pode ser visto como um conjunto de ferramentas, uma abordagem para reduzir custos e melhorar serviços, um sistema e uma filosofia baseada em um setor público menos abrangente, que faz uso das capacidades existentes para alcançar valores públicos para a sociedade.

Na comparação com uma empresa de serviços privados, os serviços públicos apresentam especificidades, como burocracia, trâmites legais de informações e mudança de cultura, que podem diferenciar a implementação das ferramentas do *Lean* nesses dois setores, evidenciando a necessidade de ajustes no planejamento e aplicação para as particularidades da administração pública (ALMEIDA, *et al.*, 2017).

No setor público, a aplicação do *Lean* apresenta dificuldades, como a falta de foco claro no cliente, os procedimentos e metas em excesso, as pessoas trabalhando isoladamente, a falta

de consciência da direção estratégica e a crença geral que os funcionários estão sobrecarregados e mal pagos, além da falta de visão sistêmica e compreensão do fluxo do processo (ALMEIDA, *et al.*, 2017).

Para Price *et al.* (2018), as organizações do setor público são frequentemente expostas a ambientes complexos orientados a serviços intangíveis, baseados em serviços de criação de valor entregue a um amplo número de clientes com múltiplas identidades.

Segundo Almeida *et al.* (2017), a aplicação de *Lean* no setor público brasileiro pode representar um desafio, porque, nesse setor, existem alguns fatores que dificultam iniciativas de mudanças, tais como cultura organizacional, burocracia e autoritarismo ou centralização. Para Turati e Musetti (2006), embora existam barreiras e fatores de resistência quanto à mudança, a adoção dos conceitos *Lean* pode contribuir, melhorando a qualidade, minimizando custos e maximizando a rapidez dos serviços prestados.

O fracasso que pode ocorrer em o *Lean* fornecer e sustentar mudanças nas organizações do setor público é o resultado do foco de curto prazo na eficiência e não na eficácia, ou seja, fornecer aos clientes um serviço com mais rapidez ou menor custo ao invés de fornecer serviços com valor (PRICE, *et al.*, 2018).

Seja no setor privado ou público, uma outra dificuldade enfrentada para a aplicação do *Lean* em ambientes administrativos é a falta de conhecimento dos pressupostos e dos resultados que o *Lean* pode oferecer. Uma forma de diminuir a resistência é fazer com que as pessoas possam visualizar, antecipadamente, como o sistema passará a funcionar e quais serão os resultados esperados após a implantação do *Lean*. Para isso, uma ferramenta que pode ser utilizada é a simulação computacional, em particular, a Simulação a Eventos Discretos, a qual será apresentada a seguir.

2.4 Introdução à Simulação a Eventos Discretos (SED)

De acordo com Banks (1998), a simulação pode ser entendida como sendo uma técnica de imitação de processos reais em um certo período de tempo. Tal imitação envolve a criação de uma história baseada em sistemas reais, seguida pela criação de inferências acerca das características que são representativas para o estudo. Segundo o autor, esta ferramenta é utilizada para descrever e analisar o comportamento de sistemas e responder questões sobre o sistema real.

O’Kane, Spenceley e Taylor (2000) já relatavam, no início dos anos 2000, a grande popularidade da simulação como ferramenta de análise para sistemas e processos. Queiroz *et*

al. (2012) apresentam a simulação como uma alternativa afim de se evitar interferências em sistemas reais e, conseqüentemente, evitar custos e transtornos oriundos dessa intervenção. Ainda para os autores, a partir da visualização e análise de sistemas reais através da construção de modelos simulados, é possível auxiliar e orientar as tomadas de decisão, uma vez que essa ferramenta proporciona uma visualização completa de sistemas ou processos, além dos resultados de melhorias ou modificações, antes mesmo da implementação dessas.

Segundo Fishman (2001), a Simulação a Eventos Discretos (SED), uma das modalidades de simulação e a escolhida para ser utilizada neste trabalho, são capazes de gerar seqüências ou caminhos amostrais e temporais que caracterizam o comportamento do sistema analisado. Em outras palavras, Schriber, Brunner e Smith (2015) ressaltam que na SED, o modelo a ser analisado sofre alterações através de eventos instantâneos, que ocorrem entre intervalos de tempo discretos, podendo, inclusive, ser aleatórios.

Uma das vantagens da simulação é o baixo investimento, uma vez que os custos associados são inferiores àqueles de implementação de ações em um sistema real. Outra vantagem é a possibilidade de se obter análises específicas, já que a simulação permite uma análise de determinadas áreas ou partes de um sistema, ao invés de se analisá-lo como um todo (ou vice e versa), podendo, inclusive, diminuir a complexidade do estudo. Destaca-se, ainda, a possibilidade de se testar novos projetos, *layouts* e equipamentos, sem que haja a necessidade de se utilizar recursos para tal, além de se evitar interferências no sistema real (BANKS, 1998).

Já Law e Kelton (2000) consideram como uma das principais vantagens associadas à simulação, sua capacidade de proporcionar, aos tomadores de decisão, uma visão ampla do sistema real e certa previsão dos resultados, antes mesmo da implementação de ações. Além disso, Chwif e Medina (2010) também salientam que a simulação proporciona um melhor entendimento do sistema, quando esse é submetido à experimentos, auxiliando na resposta de questões do tipo “O que ocorre se”, como, por exemplo, o que ocorre se este ou aquele conceito enxuto for implementado.

Por outro lado, Banks (1998) cita algumas desvantagens da simulação. Dentre elas, há a necessidade de treinamento especial para a construção de modelos a serem simulados, já que se trata de modelos muitas vezes complexos. O autor também cita o fato de que a simulação pode ser utilizada em casos onde não há a real necessidade, por exemplo, em casos onde a solução analítica é possível e até mesmo preferível, seja por questões econômicas ou de complexidade, dentre outros fatores.

Segundo Law e Kelton (2000), alguns modelos de simulação podem ser relativamente caros e podem consumir um tempo elevado para o seu desenvolvimento. Além disso, os

resultados obtidos a partir de um modelo simulado podem necessitar de uma complexa interpretação por parte dos tomadores de decisão. Os autores ainda alertam para o fato de muitas vezes haver uma confiança excessiva nos resultados oriundos da simulação por parte dos clientes e tomadores de decisão, fato esse que pode resultar em decisões equivocadas, baseando-se em um modelo inválido.

De acordo com Shannon (1998), o uso da simulação possibilita testar novos projetos sem comprometer recursos para a implantação, além de permitir identificar gargalos nos fluxos de informações, de materiais e de produtos, adquirindo conhecimento de como um sistema realmente trabalha e de quais variáveis são importantes para o seu desempenho.

De acordo com Vendramini *et al.* (2016) a simulação é uma ferramenta confiável para avaliar e analisar o planejamento de um novo sistema ou fazer as correções necessárias no sistema atual e sugerir eventual necessidade de revisão do sistema de controle atual e das funções operacionais. Por meio de simulação é possível aplicar um método para apresentar informações obtidas a partir da construção de um modelo baseado na observação do fluxo de trabalho sobre a situação atual e demais variáveis relacionadas.

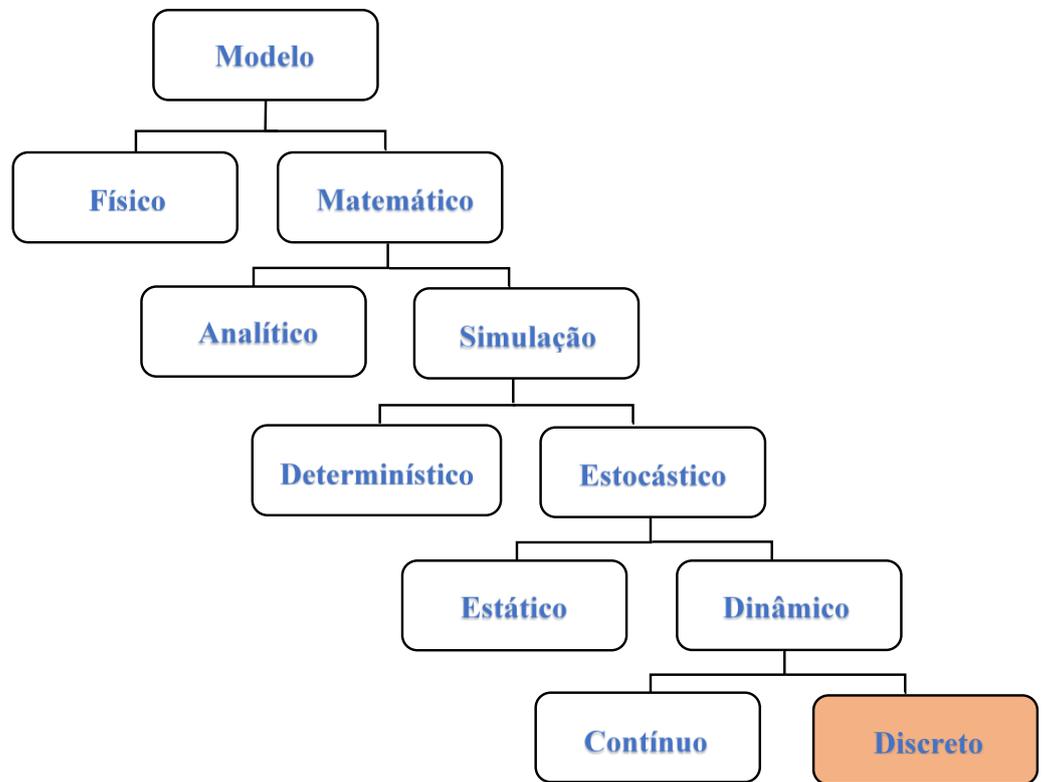
Segundo Law (2015), os sistemas reais são divididos em dois tipos: discretos e contínuos. Os sistemas discretos possuem variáveis de estado que se modificam no mesmo instante em pontos separados no tempo. Já os sistemas contínuos, as variáveis se modificam continuamente no tempo. É válido ressaltar que um sistema, seja ele discreto ou contínuo, não precisa necessariamente ser analisado por um modelo da mesma natureza.

Ainda de acordo com Law (2015), um modelo é uma representação de um sistema real ou de um sistema proposto, podendo ser físico ou matemático. O modelo matemático é, ainda, dividido em analítico ou de simulação. Um modelo analítico consiste em soluções exatas baseadas nas relações entre as suas variáveis, sem necessidade de simular dados. Já um modelo de simulação estuda a maneira como algumas variáveis de entrada afetam seus resultados de interesse por meio de ensaios numéricos com o modelo.

Para Leemis e Park (2006) o modelo de simulação pode ser classificado em determinístico ou estocástico, em dinâmico ou estático e, em discreto ou contínuo. Modelos determinísticos não possuem variáveis aleatórias, isto é, o conjunto de entradas possui valores fixos e, portanto, os resultados do modelo são únicos. Modelos estocásticos, por sua vez, possuem pelo menos uma variável aleatória, ou seja, o conjunto de entradas possui não valores fixos e, portanto, os resultados do modelo não são únicos. Modelos estáticos não consideram o tempo como uma variável significativa. Modelos dinâmicos, ao contrário, consideram o tempo como uma variável significativa e podem ser contínuos ou discretos. Assim como em sistemas

reais, nos modelos contínuos, as variáveis de estado variam de forma contínua. Já nos modelos discretos, as variáveis de estado se modificam entre intervalos discretizados no tempo. A Figura 2 apresenta as classes de modelos descritas.

Figura 2 – Classificação de modelos



Fonte: Adaptado de Law (2015) e Leemis e Park (2006)

Tratando-se mais especificamente da Simulação a Eventos Discretos (SED), Banks (1998) ressalta a possibilidade de se acelerar ou reduzir o tempo, durante a simulação, para possibilitar uma análise mais rápida ou mais profunda do fenômeno em investigação; testar as alterações no sistema computacional sem demandar recursos que seriam necessários para realizar os testes no sistema real; entender as razões pelas quais o fenômeno ocorre, observando-o e controlando-o; identificar gargalos; explorar possibilidades, testando diversas alternativas; aumentar o entendimento sobre como o sistema funciona e irá funcionar; diagnosticar problemas, avaliando sistemas complexos por meio de interações; enxergar o *layout* do ambiente e seu funcionamento através de animações; construir consenso; preparar para mudanças; e treinar pessoas.

Ademais, Skoogh, Perera e Johansson (2012) destacam que a implementação de uma intervenção no sistema real pode comprometê-lo no pior cenário, mesmo que o objetivo seja a

obtenção de melhorias. A SED tem a vantagem de permitir que as intervenções sejam testadas anteriormente à implementação, verificando de forma antecipada os seus resultados. Com base nas possibilidades apresentadas pela SED para demonstrar os resultados esperados pela implementação em um sistema real, esta será utilizada associada aos conceitos enxutos nos ambientes administrativos como apresentado a seguir.

2.5 Utilização da SED associada aos conceitos enxutos nos ambientes administrativos

Nos ambientes manufatureiros, a SED já vem sendo utilizada de modo associado aos conceitos enxutos, dado que ela permite a visualização antecipada do que pode ocorrer no sistema real quando submetido às melhorias propostas e, conseqüentemente, melhora a compreensão e diminui a resistência às implantações. No âmbito dos conceitos enxutos, a SED fornece aos tomadores de decisão uma visão sistêmica do processo, bem como decisões mais assertivas (CORREA; MELLO; PEREIRA, 2015). Para Bertrand e Fransoo (2002) a SED pode lidar de modo mais rápido e simples com uma quantidade muito maior de variáveis, inclusive interdependentes, do que a análise matemática.

A combinação dos conceitos enxutos e da SED mostra-se como um importante suporte aos tomadores de decisão, visto que técnicas de simulação foram desenvolvidas como uma ferramenta para analisar, projetar e melhorar os processos das empresas, as quais vêm evoluindo consideravelmente nos últimos anos (URIARTE; NG; MORIS, 2020). Ainda, segundo os autores, é comum a aplicação de métodos e ferramentas *Lean* integrados à SED, principalmente, para desenhar um mapa de estado futuro e para avaliar os resultados esperados, aumentando o comprometimento e diminuindo a resistência dos impactados, uma vez que as melhorias alinhadas aos conceitos enxutos podem ser testadas por meio da simulação, sem interferências no sistema real.

De acordo com Vendramini *et al.* (2016), os princípios da manufatura enxuta, conjuntamente com a SED, podem ser aplicados sem quaisquer restrições nos processos de serviços e contribuem positivamente para a identificação de melhorias. A aplicação dos conceitos *Lean* torna as empresas mais organizadas e competitivas e o uso da SED permite a visualização das implicações das mudanças nos processos, sem alterar a realidade do sistema (OLIVEIRA, 2008). Do mesmo modo, Robinson (2012) afirma que SED e *Lean* são ferramentas que se complementam e possuem motivações semelhantes, ou seja, a melhoria de processos (sejam eles manufatureiros ou administrativos). O autor ainda propõe um método denominado *SimLean* que possui como um de seus objetivos centrais utilizar a SED para

treinamento e preparação das equipes envolvidas nas transformações enxutas, mais uma vez, aumentando o comprometimento e diminuindo a resistência.

Uriarte, Ng e Moris (2020) sugerem que os conceitos enxutos também podem desempenhar um papel importante no suporte ao processo de SED, fazendo com que os modeladores passem a testar cenários com melhorias alinhadas aos conceitos enxutos e, desse modo, busquem melhorar a eficiência e desempenho por meio da eliminação dos desperdícios, ou seja, daquelas atividades que não agregam valor aos clientes. Ainda segundo os autores, a SED deve ser vista como tecnologia-chave para transformar as empresas em entidades enxutas, dinâmicas e responsáveis, que prosperam em meio a desafios e mudanças.

Para Abdulmalek e Rajgopal (2007), a principal vantagem da integração da SED ao *Lean* é permitir a visualização e avaliação antecipada e detalhada dos resultados esperados para as propostas de melhorias, tudo isso em um cenário dinâmico e estocástico, minimizando as dificuldades impostas pelos impactados. Em contrapartida, o *Lean* oferece à simulação um direcionamento para as ações de melhoria, fazendo com que essas passem a ser planejadas de acordo com os conceitos enxutos, os quais têm como foco a redução dos custos por meio da eliminação dos desperdícios, isto é, daquelas atividades que não agregam valor aos clientes ou usuários, mas que implicam em aumento dos custos e redução dos lucros.

Solding e Gullander (2009) afirmam que a SED pode ser usada para reduzir a incerteza e criar exibições dinâmicas e estocásticas da situação futura do MFV, além de gerar mapas alternativos de acordo com diferentes cenários projetados, permitindo aferir o retorno do uso do MFV e seu impacto sobre o sistema total. Assim, a integração entre MFV e SED facilita o planejamento e a implementação dos conceitos enxutos, do mesmo modo que facilita as tomadas de decisão dos gestores pelos melhores cenários (SHARARAH; EL-KILANY; EL-SAYED, 2010; SILVA, 2013).

Ao longo desta seção, a integração SED e conceitos enxutos foi abordada de uma maneira geral, não estando restrita aos ambientes administrativos, que é o foco deste trabalho. Sendo assim, com o intuito de identificar nos trabalhos já publicados, referentes à adaptação e aplicação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos, quais foram os resultados alcançados, as dificuldades identificadas e as soluções implantadas, bem como se a Simulação a Eventos Discretos vem sendo utilizada para diminuir a resistência das pessoas e, sobretudo, para demonstrar os resultados esperados pela implementação dos conceitos enxutos nesses ambientes, será apresentada no próximo capítulo uma Revisão Sistemática da Literatura.

3. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL)

Buscando atender ao objetivo específico, este capítulo apresenta uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) com o intuito de identificar nos trabalhos já publicados, referentes à adaptação e aplicação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos, quais foram os resultados alcançados, as dificuldades identificadas e as soluções implantadas, bem como se a Simulação a Eventos Discretos vem sendo utilizada para diminuir a resistência das pessoas e, sobretudo, para demonstrar os resultados esperados pela implementação dos conceitos enxutos nesses ambientes.

Para conduzir tal RSL, fez-se necessário realizar uma medição quantitativa da produção científica disponível no Portal de Periódicos CAPES/MEC, buscando por artigos revisados por pares nos últimos 5 (cinco) anos e no idioma Inglês, de modo a verificar o que há de mais recente em publicações disponíveis na base de dados. Segundo o próprio Portal, ele conta com um acervo de mais de 53 mil títulos com textos completos, 129 bases referenciais, 11 bases dedicadas a patentes e, ainda, livros, enciclopédias, obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual.

Entretanto, analisar os artigos a serem trabalhados, em um cenário em que os mesmos apresentam foco e abordagens diferenciadas, é um desafio e necessita de um método para a realização da análise. Dessa forma, optou-se pela condução da análise dos artigos por meio de perguntas de fácil entendimento e que apresentam evidências claras quanto aos objetivos desse trabalho e quanto ao conteúdo a ser pesquisado. Assim, foram formuladas duas perguntas alinhadas a esses objetivos, as quais estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Objetivos considerados na RSL

Perguntas orientadoras para inclusão ou exclusão do artigo nesta revisão sistemática de literatura
O artigo aborda a aplicação dos conceitos e ferramentas enxutas em ambientes administrativos, apontando dificuldades, apresentando recomendações e/ou analisando resultados?
O artigo utiliza a Simulação a Eventos Discretos para diminuir a resistência e, sobretudo, para demonstrar os resultados esperados pela implementação desses conceitos nesses ambientes?

A busca de artigos foi realizada no dia 04 de dezembro de 2018 (e atualizada posteriormente, como será comentado) e as palavras-chave utilizadas foram, no campo “título”, *lean*, e, no campo “assunto”, *office OR public OR government*, conjuntamente. Outros critérios foram: últimos cinco anos para a data de publicação, artigos para o tipo de material e idioma

inglês. Optou-se, ainda, por realizar a busca de forma ampla, devido ao número reduzido de publicações existentes, de forma a não restringir a busca em um primeiro momento.

Por meio dos parâmetros definidos para a busca, foram identificados 160 artigos. Desses, 2 se apresentaram em duplicidade e outros 131 foram eliminados, totalizando 27 artigos selecionados para a pesquisa desenvolvida.

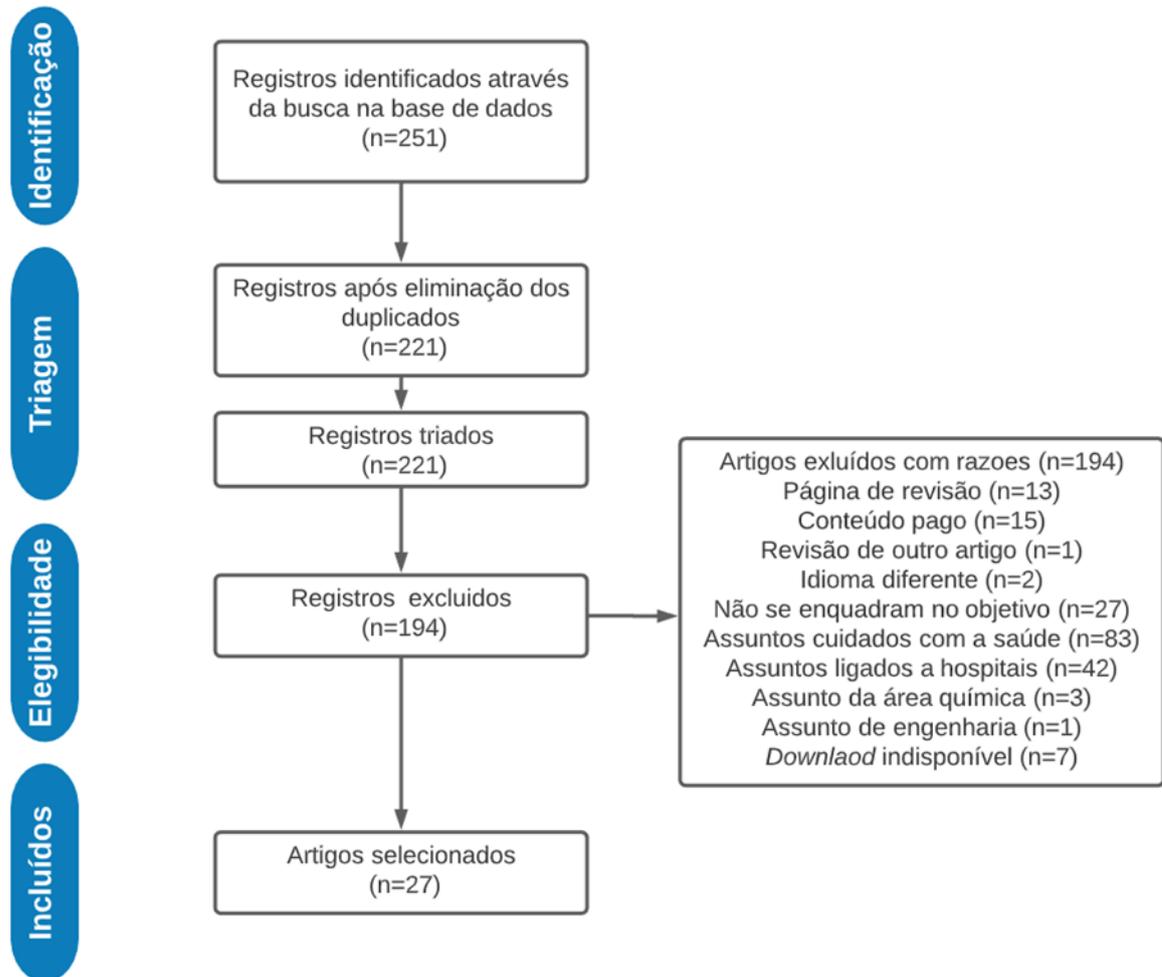
Dos 131 eliminados, 12 eram somente uma página de revista, não possuindo conteúdo a ser utilizado; para outros 2, o jornal não disponibilizou o texto completo para download; para 15, o acesso ao conteúdo completo do artigo exigia pagamento; para 1, tratava-se da revisão de outro artigo e, sendo assim, optou-se por utilizar o original; outros 16, não se enquadraram nos objetivos da revisão sistemática da literatura; um outro, se apresentava em idioma indonésio, e mais um em idioma polonês, não podendo ser compreendido o conteúdo do artigo; além disso, 39 demonstraram tratar de assuntos ligados a cuidados com a saúde, em geral; 42 demonstraram tratar de assuntos ligados a hospitais, particularmente; 1 demonstrou tratar de assuntos ligados à área química; por fim, 1 demonstrou tratar de assuntos ligados à área de engenharia sem relação com o tema.

De modo a atualizar a pesquisa para os dias atuais, em 03 de setembro de 2020 foi realizada nova busca de artigos, com o intuito de reafirmar a pesquisa já realizada e verificar se nesse interstício de tempo houve novas publicações que atendessem aos objetivos dessa RSL. Manteve-se os parâmetros definidos anteriormente para as palavras-chave, tipo de material e idioma, porém, para a data de publicação, foi indicado nos últimos dois anos, período em aberto da pesquisa para o levantamento dos artigos.

Por meio dos parâmetros definidos para busca, foram identificados 91 artigos. Desses, 1 apresentou-se em duplicidade, 27 apresentaram-se em duplicidade em relação à busca anterior e, dentre esses, 5 já haviam sido selecionados, 63 foram eliminados. Dos 63 eliminados: 1 era composto por somente uma página de revista; em 5, o jornal não disponibilizou o texto completo para download; 44 demonstraram tratar de assuntos ligados à área de saúde; 2 demonstraram tratar de assuntos ligados à área química e 11 não se enquadraram nos objetivos da revisão sistemática da literatura.

Na Figura 3, é possível visualizar as fases da RSL, desde a identificação até a seleção dos artigos para estudo na pesquisa.

Figura 3 – Fluxo de informações da RSL realizada



Fonte: A autora

O Quadro 2 reúne os 27 artigos selecionados, apresentando as revistas acadêmicas que os publicaram. Após a seleção dos artigos, seguiu-se para a etapa de extração e análise dos dados e informações, as quais serão descritas a seguir, de acordo com as perguntas apresentadas no Quadro 1 e aqui recordadas:

- O artigo aborda a aplicação dos conceitos e ferramentas enxutas em ambientes administrativos, apontando dificuldades ou apresentando recomendações ou analisando resultados?
- O artigo utiliza a Simulação a Eventos Discretos para diminuir a resistência e, sobretudo, para demonstrar os resultados esperados pela implementação desses conceitos nesses ambientes?

Quadro 2 – Artigos selecionados

Artigo	Revista
Danielsson (2013)	Journal of Corporate Real Estate
Janssen e Estevez (2013)	Government Information Quarterly
Carter <i>et. al.</i> (2013)	Public Administration
Radnor e Johnston (2013)	Loughborough University Institutional Repository
Meza e Jeong (2013)	Journal of Industrial Engineering and Management
Dora <i>et. al.</i> (2014)	British Food Journal
Baines <i>et. al.</i> (2014)	Critical Social Policy
Bateman <i>et. al.</i> (2014)	International Journal of Productivity and Performance Management
Hills (2015)	International Journal of Emergency Services
Gong e Janssen (2015)	Journal of Systems and Information Technology
Aij <i>et. al.</i> (2015)	Leadership in Health Services
Silva <i>et. al.</i> (2015)	International Journal of Lean Six Sigma
Thedvall (2015)	European Association of Social Anthropologists
Antony <i>et. al.</i> (2016)	International Journal of Productivity and Performance Management
Maalouf e Gammelgaard (2016)	International Journal of Operations & Production Management
Smith (2016)	International Journal of Emergency Services
Vendramini <i>et. al.</i> (2016)	International Journal of Performability Engineering
Elias (2016)	International Journal of Lean Six Sigma
Antony <i>et. al.</i> (2017)	International Journal of Quality & Reliability Management
Almeida <i>et. al.</i> (2017)	International Journal of Lean Six Sigma
Madsen <i>et. al.</i> (2017)	Cogent Business Management
Jensen (2017)	Journal of Organizational Ethnography

Quadro 2 – Artigos selecionados

(continua)

Kregel e Coners (2018)	International Journal of Lean Six Sigma
Freitas et. al. (2018)	Journal of Organizational Change Management
Price et. al. (2018)	International Journal of Lean Six Sigma
Antony et. al. (2018)	International Journal of Productivity and Performance Management
Fletcher (2018)	International Journal of Lean Six Sigma

Fonte: A autora

Após a extração e a análise dos dados e informações, foi possível construir um comparativo dos artigos estudados, apresentando uma síntese em coerência àquelas perguntas do Quadro 1, de modo a simplificar a Revisão Sistemática da Literatura, como pode-se ver no Quadro 3.

Quadro 3 - Comparativo

Autor	Aplicação	Resultados Alcançados	Dificuldades encontradas na condução	Soluções apresentadas frente as dificuldades	Método
Danielsson (2013)	Investigar como a abordagem neo-taylorista e a abordagem baseada em equipes utiliza o <i>Lean Office</i> .	Apresenta as duas perspectivas do <i>Lean Office</i> em relação uma à outra e possíveis riscos e benefícios e perspectiva organizacional.	Primeira revisão exploratória sobre <i>Lean Office</i> .	Se basear nas teorias e exemplos de prática e evidenciar uma lacuna para realização de novos estudos empíricos para determinar novas ou confirmar as perspectivas.	Revisão Exploratória
Janssen e Estevez (2013)	Demonstrar como o <i>Lean</i> tem influenciado as mudanças que tem ocorrido no setor público.	Demonstra que é essencial aos governos que possuam capacidade de gerenciar uma rede, reunindo as partes certas e gerenciando os problemas.	Como tornar as plataformas governamentais suficientemente atraentes para os usuários ingressarem e mantê-los.	Utilizar a estratégia de dados abertos e governo aberto para criar a oportunidade de desenvolvimento de aplicativos tornando a plataforma mais atraente.	Revisão sistemática da literatura

Quadro 3 – Comparativo

(Continuação)

Carter <i>et. al.</i> (2013)	Redesenho do fluxo de trabalho para melhorar a eficiência.	Aumento na prática burocrática e ineficiência.	Falta de suporte correlato para provar as eficiências geradas pelo <i>Lean</i> .	Utilização de diversas métricas e avaliações quantitativas de melhorias de desempenho.	Entrevistas semiestruturadas e questionário
Radnor e Johnston (2013)	Investigar se a implementação do <i>Lean</i> em serviços públicos tem focado na melhoria de processos internos e, não nas necessidades do cliente.	Para as organizações do setor público se sustentarem a melhoria deve ser focada no cliente e o valor para aprimorar o serviço e não apenas em processos internos.	Impossibilidade em determinar se havia alguma melhoria no atendimento ao cliente por não saber o que o cliente procurava.	Reconhecer o conceito de cliente e entender os requisitos para satisfação de suas necessidades de informação rápida e alta qualidade.	Estudo de Caso
Meza e Jeong (2013)	Revisar a implementação de <i>Lean Six Sigma</i> na NASA, com avaliação de desempenho de projetos individuais e desenvolvimento de recomendações de estratégias para melhorar a eficiência operacional.	O modelo desenvolvido com a Análise Envoltória de Dados - DEA, vários projetos de melhoria de processo foram identificados para serem medidos quanto à eficiência.	A incorporação dos Fatores Críticos - CSFs de Sucesso na Análise Envoltória de Dados - DEA.	Como a DEA é tradicionalmente considerada uma abordagem orientada a dados para que fosse possível incorporar os CSFs foi desenvolvida uma estrutura única em termos de seleção e quantificação de fatores de entrada de procedimentos que podem ser facilmente aplicada a outras organizações.	Estudo de Caso
Dora <i>et. al.</i> (2014)	Analisar as práticas <i>Lean</i> e os seus benefícios e barreiras entre as pequenas e médias empresas europeias de processamento de alimentos	As práticas <i>Lean</i> implementadas no processamento de alimentos das pequenas e médias empresas europeias são geralmente baixas e ainda estão em evolução.	Tamanho da amostra para a pesquisa, falta de conhecimento e recursos disponíveis.	Buscar apoio na literatura para oferecer conhecimento, melhorias quanto a eficiência operacional e redução de custos.	Levantamento.

Quadro 3 – Comparativo

(Continuação)

Baines et. al. (2014)	Estudo da transição da assistência social do setor público para o setor sem fins lucrativos com base na Nova Gestão Pública.	Com a reestruturação do serviço público trabalhadores e gerentes passaram a se sentir como parte de máquinas de documentar resultados.	Resistência dos trabalhadores.	Deu-se ênfase na construção de relações de respeito, cuidado integral e democracia cotidiana, ao invés de focar na economia de custos e eficiências características do <i>Lean</i> .	Estudo de Caso
Bateman et. al. (2014)	Estudo aprofundado do <i>Lean</i> na Força Aérea Real Britânica.	A demonstração que o <i>Lean</i> pode ser aplicado com sucesso, no contexto do serviço público, com algumas modificações no núcleo dos princípios.	Diferença entre o ambiente convencional de alto volume e baixa variabilidade, no qual o <i>Lean</i> é tipicamente aplicado.	Indicação de pessoas específicas para as reuniões e recursos para realização das ações, visto a robustez na aplicabilidade das ferramentas.	Pesquisa-ação
Hills (2015)	Descrever uma abordagem <i>Lean</i> para treinamento de impacto para líderes estratégicos.	Detalhar pela primeira vez na literatura aberta duas formas de abordagens enxutas eficazes para descoberta de riscos e gerenciamento de crises.	Não haviam preparado adequadamente medidas de controle e contingência.	Empreendeu um rápido aprendizado estratégico e instruiu uma maneira nova de pensar e mitigar riscos.	Simulação

Quadro 3 – Comparativo

(Continuação)

Gong e Janssen (2015)	Desmistificar o <i>Lean</i> para inovação em serviços, investigando seus benefícios e riscos.	Demonstra as vantagens e os riscos para o setor de serviços com a adoção da abordagem <i>Lean</i> .	Dispensar os sistemas orientados a lotes que não são disponíveis 24 horas e 7 dias por semana e pagamentos internacionais.	Continuamente são aprimorados os aplicativos bancários com os dados dos usuários e foi racionalizado o cenário reduzindo contudo as aplicações independentes.	Estudo de Caso
Aij et. al. (2015)	Fornecer uma análise crítica da liderança <i>Lean</i> contemporânea no contexto de saúde.	Demonstra a importância dos líderes <i>Lean</i> irem para o <i>Gemba</i> , verem a situação por si próprios, capacitarem os funcionários da saúde e serem modestos.	Resistência para adotar mudanças por funcionários que trabalham sob pressão.	Preparação dos líderes antecipadamente para os desafios.	Estudo de Caso
Silva et. al. (2015)	Apresentar técnicas de gestão no setor de saúde por meio do <i>Lean</i> .	Padronização do trabalho com utilização de ferramentas <i>Lean</i> buscando informações na matriz de responsabilidades.	Processo de mudança de cultura organizacional em equipe composta com pessoas do exército e civis. Realização das operações em locais diferentes com dificuldade de comunicação e tomada de decisões.	Redução de rotatividade, com pesquisa de satisfação geral por meio de questionários.	Estudo de Caso

Quadro 3 – Comparativo

(Continuação)

Thedvall (2015)	Utilizar técnicas avaliativas com números e cores em pré-escola do setor público utilizando o <i>Lean</i> .	As técnicas avaliativas transformam as pré-escolas em organizações que precisam de gestão racional adicional que dão origem a melhorias adicionais, planos de ação e objetivos avaliativos.	Resistência dos funcionários ao que eles entendem como estatísticas essenciais, tentando introduzir ferramentas de monitoramento que incluem sentimentos e experiências.	Tratar a ética da avaliação na forma de cores e números como sendo a ordem natural das coisas.	Pesquisa de Campo
Antony et. al. (2016)	Demonstrar de forma fragmentada o <i>Lean Six Sigma</i> no setor público do Reino Unido.	Demonstra que o <i>Lean Six Sigma</i> é aplicável ao setor público do Reino Unido, com a necessidade de um trabalho adicional para comprovar melhores benefícios e os investimentos.	Pouca evidência de incorporação bem-sucedida do <i>Lean Six Sigma</i> em toda uma agência do setor público.	Evidenciou medidas de austeridade em torno dos orçamentos e exigiu-se investimento inicial e a indicação de pessoas certas para resultados relevantes.	Ponto de Vista
Maalouf e Gammelgaard (2016)	Aprofundar o entendimento das complexidades da implementação enxuta e contribuição para sustentar o <i>Lean</i> nas empresas.	Foram identificados três paradoxos organizacionais: organização, desempenho e pertencimento, além de respostas gerenciais para lidar com os paradoxos, que facilitam a transformação <i>Lean</i> .	Tensão dos funcionários associado aos paradoxos de pertencimento com o início da implementação do fluxo enxuto.	<i>Coaching/Mentoring</i> para a facilitação de reuniões e discussões em grupo a fim de promover a aceitação dos paradoxos.	Estudo de Caso

Quadro 3 – Comparativo

(Continuação)

Smith (2016)	Propor o conceito de <i>Lean</i> , como um método pelo qual os desperdícios são reduzidos ao mesmo tempo em que são feitas melhorias nos resultados.	As evidências coletadas mostraram que os desperdícios foram eliminados e a produtividade começou a melhorar.	O desafio de se tornar <i>Lean</i> , foi recebido pelos funcionários com uma ampla resistência cultural no que tange aos desafios financeiros.	Demonstrou-se a importância do comprometimento da equipe em todos os níveis da organização para a melhoria dos processos acontecer, porém esse é ainda um bloqueio para tornar o serviço realmente enxuto.	Estudo de Caso
Vendramini et. al. (2016)	Destacar as características e operação de um sistema de prestação de serviços públicos com uma proposta de melhoria.	O <i>Lean</i> em conjunto com a simulação podem ser aplicados sem qualquer restrição nos processos de prestação de serviços públicos e contribuem para melhorias de processos.	Número de pessoas ociosas no fluxo.	Balançamento e adequação do processo com realocação de pessoas para execução das atividades.	Estudo de Caso
Elias (2016)	Ilustrar a utilidade da análise das partes interessadas para gerenciar os projetos <i>Lean Six Sigma</i> efetivamente no setor público.	Foram identificadas as partes interessadas e suas apostas, analisou a eficiência de seus processos de gerenciamento de partes interessadas e avaliou a eficácia das transações entre os interessados e o gerenciamento de projeto de <i>Lean Six Sigma</i> .	Ferramentas e conceitos estatísticos relacionados ao <i>Six Sigma</i> para alguns funcionários pareceu desafiador e complexo.	Adaptar as ferramentas disponíveis na literatura para gerenciamento de projetos.	Estudo de Caso

Quadro 3 – Comparativo

(Continuação)

Antony et. al. (2017)	Debater sobre o uso do <i>Lean Six Sigma</i> e suas possíveis aplicações no contexto do setor público.	Constatou-se que todas as organizações do setor público podem adotar o <i>Lean Six Sigma</i> para criar processos eficientes e eficazes para fornecer experiência e valor aprimorado ao cliente com custos operacionais reduzidos.	Limitado número de evidências da aplicabilidade do <i>Lean Six Sigma</i> em organizações do setor público.	Foram levantadas uma série de exemplos de casos simples, mas poderosos, executados com sucesso, que demonstraram que o <i>Lean Six Sigma</i> não se limita apenas aos setores de manufatura e serviços.	Estudo de Caso
Almeida et. al. (2017)	Analisar como o planejamento e a implementação do <i>Lean Office</i> ocorreram e investigar os ajustes necessários para sua implementação.	Verificou-se que o planejamento e a implementação do <i>Lean Office</i> seguiram as recomendações presentes na literatura, porém, foram necessários ajustes de acordo com as particularidades da instituição pública.	Resistência à mudança.	Foram adotadas questões que abordam o compromisso com a mudança na fase de planejamento do <i>Lean Office</i> .	Estudo de Caso
Madsen et. al. (2017)	Examinar a difusão do <i>Lean</i> entre os 426 municípios da Noruega.	Constatou-se que a taxa de adoção aumentou cerca de um terço. A implementação do conceito é adaptada e personalizada, sendo mais utilizada em áreas com assistência médica, administração imobiliária e serviços de assistência à infância.	Desafios culturais, falta de envolvimento da alta gerência, resistência de funcionários e problemas de comunicação.	Maior dedicação dos gerentes quanto ao tempo e recursos investidos na implementação do <i>Lean</i> evidenciando que esta, pode não ser suave e linear como retratado em livros ou apresentações de consultores.	Survey

Quadro 3 – Comparativo

(Continuação)

Price et. al. (2018)	Examinar um estudo de caso contextualizado do governo local da Austrália com aplicação do <i>Lean Six Sigma</i> .	Constatou-se que o <i>Lean Six Sigma</i> quando usado em conjunto com o <i>Australian Business Excellence Framework</i> fornece foco nas práticas de aprendizagem organizacional incorporadas na implementação da melhoria contínua.	Os dados foram coletados de um único estudo de caso.	Utilizou-se várias fontes de dados ativados para a triangulação de informações e compreensão contextualizada da jornada de implementação do <i>Lean Six Sigma</i> na organização em estudo.	Estudo de Caso
Jensen (2017)	Analisar os aspectos sociais e culturais, contexto e consequências da introdução de um conceito de gestão do setor privado para o setor público.	Constatou-se que primeiramente o <i>Lean</i> é visto em um contexto cultural, segundo como um jogo em que todos saem ganhando. Pelos assistentes sociais e trabalhadores da área pesquisada, o <i>Lean</i> é visto como uma perda de tempo.	Liderança inadequada ou conhecimento insuficiente sobre o <i>Lean</i> por parte da equipe de assistência social.	Observou-se atentamente a linguagem e as metáforas pelas quais o <i>Lean</i> é visualizado e propagado, de modo a apresentá-lo em um contexto cultural mais amplo e com sentido social.	Trabalho de Campo
Kregel e Coners (2018)	Expandir o conhecimento sobre implementação do <i>Lean Six Sigma</i> no setor público.	Foi provado que o gerenciamento de mudanças e comunicação são importantes para o sucesso, aceitação, cooperação e melhoria da sustentabilidade.	Enfoque apenas em um município em um país.	Abertura para pesquisa futura abrangendo um grande número de casos coletados e analisados para manter um entendimento comum sobre <i>Lean Six Sigma</i> .	Pesquisa-ação

Quadro 3 – Comparativo

(Conclusão)

Freitas et. al. (2018)	Identificar e analisar os fatores do <i>Lean Office</i> que contribuíram para a aprendizagem organizacional.	Constatação de que o <i>Lean Office</i> oferece benefícios para o processo de aprendizagem de pessoas, equipes de trabalho e organizações.	Ausência de estudos sobre <i>Lean Office</i> com foco baseado em equipe, evidenciando uma lacuna no estudo apresentado.	Em pesquisa futura sobre <i>Lean Office</i> abordar outras perspectivas, com vistas a aumentar e ampliar a análise e discussão da perspectiva baseada em equipes com contribuições para o aprendizado organizacional.	Estudo de Caso
Antony et. al. (2018)	Discutir um estudo de caso que abordou um programa de mudança usado como uma ferramenta reflexiva para aproveitar a aprendizagem organizacional considerada ao implementar, revisar ou reenergizar um programa <i>Lean Six Sigma</i> .	Apresentou-se uma série de pontos de aprendizado extraídos de uma implementação bem-sucedida de <i>Lean Six Sigma</i> dentro de um projeto de mudança realizado como parte de um programa geral nos serviços de polícia.	Os pontos de aprendizado traçados neste artigo são de um único estudo de caso no serviço policial.	Coleta manual de dados e vários cálculos subsequentes para identificar a natureza dos defeitos no processo em estudo.	Estudo de Caso
Fletcher (2018)	Investigar, ilustrar e demonstrar como o <i>Lean Six Sigma</i> pode ser aplicado em entidades públicas.	O estudo descobriu que existem diversas oportunidades para o <i>Lean Six Sigma</i> no setor público.	Falta de pesquisas anteriores sobre o <i>Lean Six Sigma</i> no setor público com foco na utilidade da metodologia para a área em estudo.	Realizou-se uma investigação de estudos relacionados ao <i>Lean Six Sigma</i> e ao setor público e reuniu maneiras pelas quais é possível utilizar a metodologia e filosofia na prática.	Estudo de Caso

Fonte: A autora

A partir das informações levantadas com os dados do comparativo dos artigos estudados, é possível fazer uma análise mais visual do que a literatura já apresenta.

Dentre as dificuldades e abordagens adotadas pelos artigos, destacam-se a presença de resistência ou desconhecimento ao *Lean*, como a principal dificuldade (deficiência e lacuna que esse trabalho se propõe a minimizar por meio da SED, em coerência à contribuição teórica descrita no Capítulo 1), como evidenciado pelo Quadro 4.

Quadro 4 – Dificuldades e Abordagens

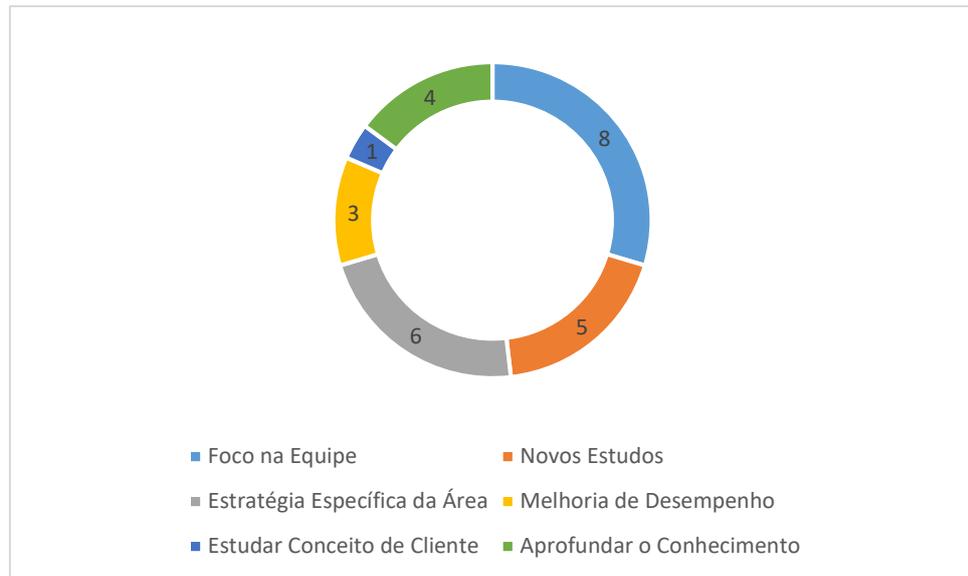
Resistência/Desconhecimento ao <i>Lean</i>	Pouco Estudo Anterior
10 Artigos	9 Artigos
Dora <i>et. al.</i> (2014); Baines <i>et. al.</i> (2014); Aij <i>et. al.</i> (2015); Silva <i>et. al.</i> (2015); Thedvall (2015); Smith (2016); Elias (2016); Almeida <i>et. al.</i> (2017); Madsen <i>et. al.</i> (2017); Jensen (2017).	Danielsson (2013); Dora <i>et. al.</i> (2014); Antony <i>et. al.</i> (2016); Antony <i>et. al.</i> (2017); Kregel e Coners (2018); Freitas <i>et. al.</i> (2018); Price <i>et. al.</i> (2018); Antony <i>et. al.</i> (2018); Fletcher (2018).

Fonte: A autora

A resistência ao *Lean* é fortemente apresentada na literatura devido à associação da redução de custo com a diminuição do efetivo da força de trabalho, bem como à dificuldade de enxergar os benefícios proporcionados pelo *Lean*. Quanto à associação da redução de custo com a diminuição do efetivo da força de trabalho, constata-se que na maioria dos casos, não ocorre uma redução, mas uma redistribuição da mesma, sendo a redução de custo resultado da eliminação de desperdícios. Quanto à dificuldade de enxergar os benefícios proporcionados pelo *Lean*, daí sim, vislumbra-se uma lacuna, que pode e, neste trabalho, será preenchida por meio da utilização da SED.

Nesta RSL também foram identificadas as dificuldades encontradas para a condução das pesquisas e, ainda mais importante, as soluções implementadas, as quais poderão auxiliar nos trabalhos futuros e, sendo assim, estão em destaque no Gráfico 1.

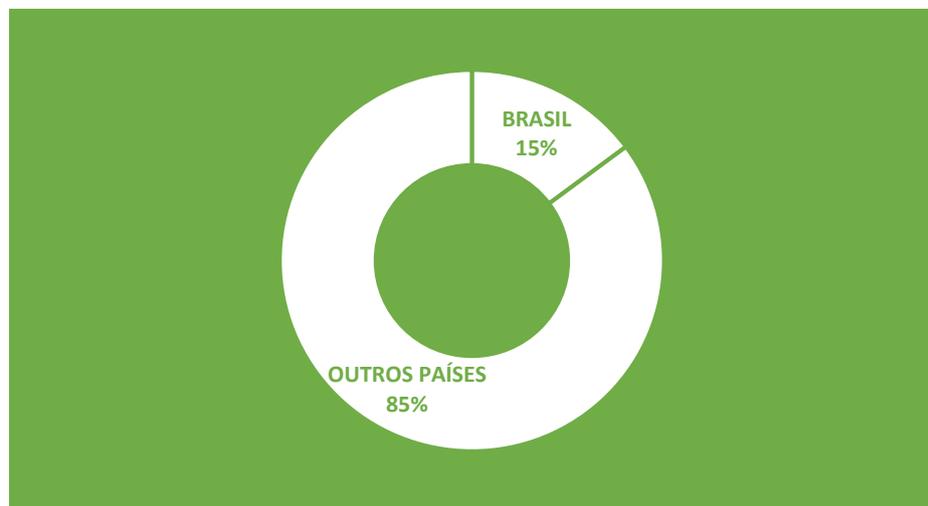
Gráfico 1 – Soluções Apresentadas



Fonte: A Autora

Conforme demonstrado na seleção dos artigos, a abordagem *Lean* voltada para os ambientes administrativos ainda é pequena e, se focada no Brasil, é ainda menor, como visto no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Locais de Aplicação

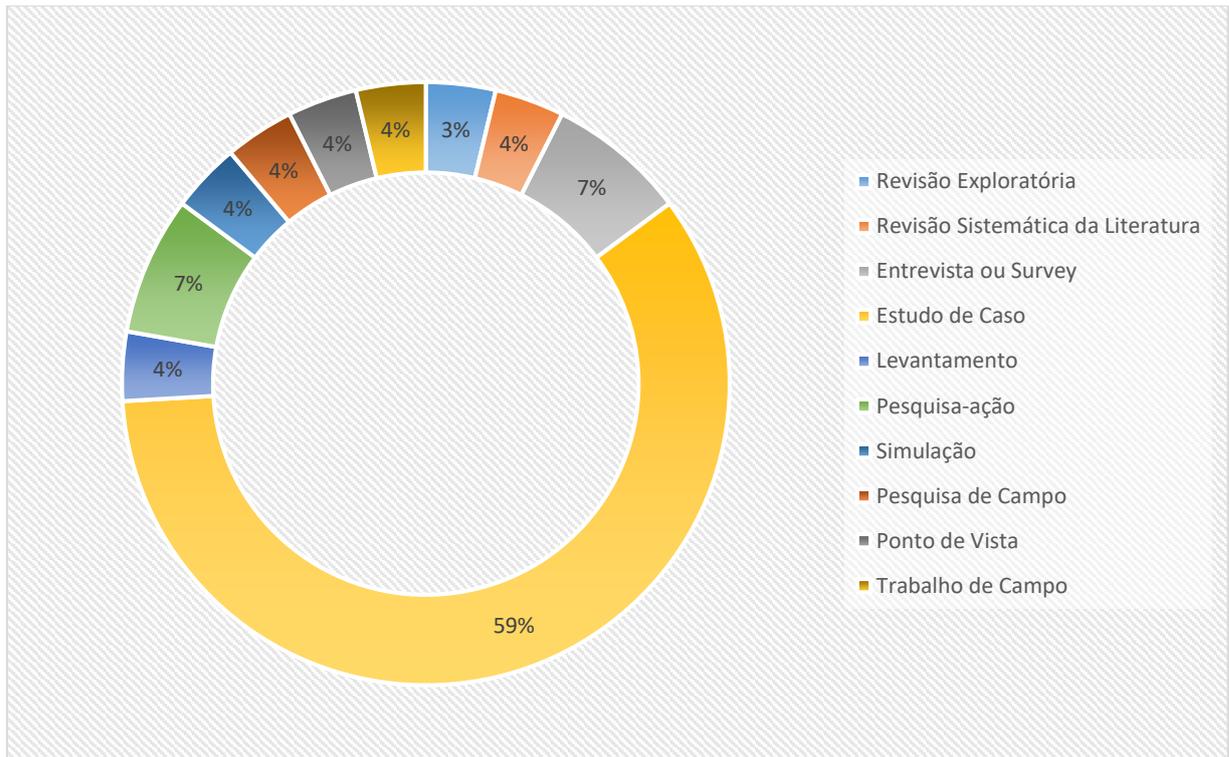


Fonte: A autora

Dentre os artigos selecionados apenas 4 são pesquisas brasileiras, prevalecendo os estudos de outros países sobre os conceitos enxutos, embora valha destacar que 3 desses são estudos no setor público.

Quanto ao método de pesquisa utilizado pelos artigos, encontrou-se diversos, porém, com predominância para o Estudo de Caso, como pode ser melhor visualizado no Gráfico 3 (ou seja, a despeito de todas as vantagens da Modelagem e Simulação, ela ainda é pouco empregada).

Gráfico 3 – Método



Fonte: A autora

Conforme mostrado no gráfico, o método de Estudo de Caso se destacou, uma vez que 16 artigos embasaram suas pesquisas nele. Por outro lado, a simulação responde por menos de 5%.

No próximo capítulo, o de número quatro, será apresentada a classificação da pesquisa, seguida pelo método de pesquisa da Modelagem e Simulação e do roteiro de pesquisa, que integrará o *Lean* a esse método através do MFV. Será esse o roteiro utilizado para conduzir a aplicação, que será apresentada no Capítulo 5.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

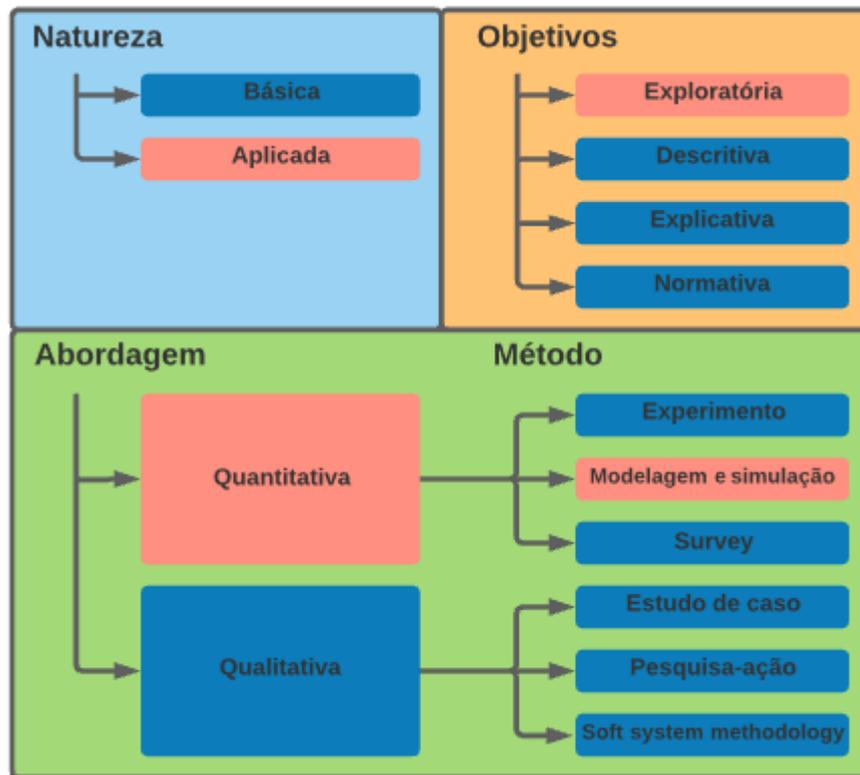
Inicialmente, este capítulo abordará a classificação da pesquisa, quanto à sua natureza, aos seus objetivos, à sua abordagem e ao seu método. Em seguida, será apresentado um detalhamento do método de pesquisa escolhido, bem como a proposição de um roteiro de pesquisa, o qual conduzirá a aplicação no capítulo seguinte.

4.1 Classificação da Pesquisa

A presente pesquisa pode ser classificada, segundo Silva e Menezes (2005), como aplicada em relação à sua natureza, exploratória em relação aos seus objetivos e quantitativa em relação à sua abordagem, como mostra a Figura 4. Quanto ao método, a escolha foi pelo de Modelagem e Simulação, em coerência ao objetivo geral deste trabalho, agora recordado: utilizar a Simulação a Eventos Discretos para avaliar antecipadamente os resultados esperados pela implantação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos públicos, particularmente, em uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) e, mais precisamente, em sua Diretoria de Contabilidade e Finanças. De modo indireto, espera-se uma diminuição da resistência das pessoas à implementação dos conceitos enxutos nos ambientes administrativos públicos, afinal, ao poder visualizar como o sistema passará a funcionar e quais serão os benefícios proporcionados, as pessoas tendem a ser menos resistentes quanto à implantação.

Porém, cabe destacar, mais uma vez, que o objetivo geral está restrito à utilização da Simulação a Eventos Discretos para avaliar antecipadamente os resultados esperados pela implantação dos conceitos enxutos na Diretoria de Contabilidade e Finanças de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Portanto, não se estende à aplicação efetiva e nem à avaliação da redução da resistência das pessoas à implantação desses conceitos em tal ambiente, sendo essas limitações da pesquisa e propostas naturais para trabalhos futuros.

Figura 4 – Classificação da Pesquisa



Fonte: Adaptado de Turrioni e Mello (2012).

De acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa básica gera conhecimentos novos para o avanço da ciência sem aplicação prática, enquanto a pesquisa aplicada tem como foco gerar conhecimentos para aplicação prática e voltados à solução de problemas específicos. Nesse sentido, este trabalho se classifica como uma pesquisa aplicada, utilizando-se de conhecimentos já existentes.

Em relação aos seus objetivos, esta pesquisa se caracteriza como exploratória, uma vez que visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou visando construir hipóteses (GIL, 1999).

Quanto à forma de abordar o problema, a pesquisa se classifica como quantitativa, pois considera que tudo pode ser quantificável, com coleta de dados fundamentada em medição e a análise se dá por meio de procedimentos estatísticos (TURRIONI; MELLO, 2012).

Quanto ao método, trata-se da Modelagem e Simulação, tal como reforçado anteriormente, sendo esse melhor apresentado na próxima seção.

4.2 Método de Pesquisa

O método mais adequado para essa pesquisa é a Modelagem e Simulação, que, segundo Turrioni e Mello (2010), é o processo de criar e experimentar um sistema físico por meio de modelo matemático computadorizado, podendo o sistema ser definido como um conjunto de componentes ou processos que se interagem e que recebem entradas e oferecem resultados para algum propósito. Com a simulação computadorizada, é possível representar explicitamente a variabilidade, a interconectividade e a complexidade de um dado sistema.

Para Bertrand e Fransoo (2002), um modelo é sempre uma abstração da realidade, no sentido de que não está incluída a realidade completa e que pode ser usado para explicar ou prever o comportamento ou desempenho dos processos operacionais da vida real. O desempenho de um processo operacional é geralmente medido em termos de qualidade do produto, eficiência de produção, custo, entrega e flexibilidade, e pode ser afetado por diversos elementos no processo.

A utilização da Simulação a Eventos Discretos (SED), integrada aos conceitos enxutos para a melhoria de processo, apresenta-se em perfeita consonância com o objetivo geral deste trabalho, ao mesmo tempo em que evidencia a Modelagem e Simulação como o método de pesquisa mais adequado. A partir desse artifício, as variáveis e seus níveis em um modelo matemático e/ou computadorizado são manipulados.

Para Miguel *et al.* (2018), esse modelo apresenta uma abstração da realidade e, a partir dos resultados, e sem afetar o ambiente real durante tal manipulação, parte-se para as análises e conclusões, as quais podem ou não inferir novamente no sistema real.

As três fases do método de pesquisa da Modelagem e Simulação são melhor detalhadas por meio da estrutura proposta por Montevechi *et al.* (2010):

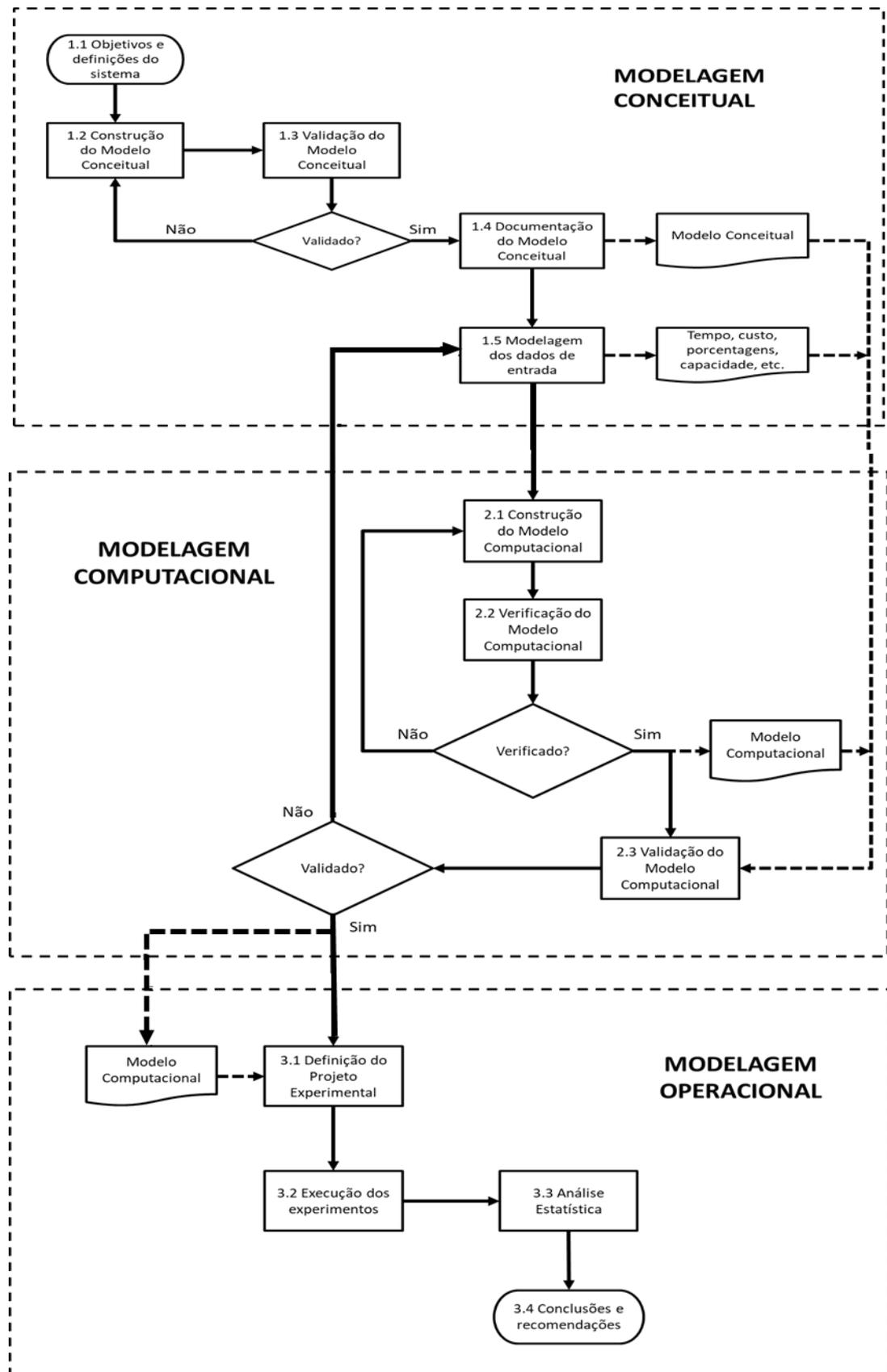
- a primeira fase é chamada de Concepção e contempla as seguintes etapas: (1) Objetivos e definição do sistema, (2) Construção do modelo conceitual, (3) Validação do modelo conceitual, (4) Documentação do modelo conceitual e, (5) Modelagem dos dados de entrada do modelo. Como resultado ou produto dessa fase, têm-se o Modelo Conceitual do objeto de estudo;
- a segunda fase é chamada de Implementação e contempla as seguintes etapas: (6) Construção do modelo computacional, (7) Verificação do modelo computacional e (8) Validação do modelo computacional. As etapas de verificação e validação garantem com que o modelo computacional represente, dentro do nível de precisão aceito, o comportamento do sistema real estudado. Como resultado ou produto dessa fase, têm-

se o Modelo Computacional, o qual pode ser utilizado para experimentos e análises futuras;

- a terceira e última fase é chamada de Análise e contempla as seguintes etapas: (9) Definição do projeto experimental, (10) Execução dos experimentos, (11) Análise estatística e, para finalizar, (12) Conclusões e recomendações. Como resultado ou produto dessa fase, têm-se os resultados dos diferentes cenários avaliados, os quais serão utilizados para orientar a escolha daquele que é o melhor cenário frente ao problema que se está buscando resolver do sistema real.

Porém, objetivando-se uma melhor interpretação quanto às atividades pertencentes a cada bloco, Santos (2019) propôs que a primeira fase, chamada de Concepção, passasse a se chamar Modelagem Conceitual, a segunda, chamada de Implementação, passasse a se chamar Modelagem Computacional e, a terceira, chamada de Análise, passasse a ser chamada de Modelagem Operacional, conforme representado na Figura 5. É a estrutura proposta por Montevechi *et al.* (2010), com as alterações nos nomes de cada fase, tal como realizadas por Santos (2019), que será utilizada nesta dissertação como representativa do método de pesquisa da Modelagem e Simulação.

Figura 5 – Proposta de alteração do método de Modelagem e Simulação de Montevechi *et al.* (2010)



Fonte: Santos (2019)

Resumidamente:

- na fase de Modelagem Conceitual são estabelecidos os objetivos e a definição do sistema a ser estudado, para, então, ser construído o modelo conceitual, que é uma representação do objeto de estudo. O modelo é validado e documentado e depois é realizada a coleta e o tratamento dos dados, podendo variar desde tempos e custos, até número de funcionários, de acordo com a sua relevância em relação aos objetivos estabelecidos;
- na fase de Modelagem Computacional, com as informações obtidas na fase anterior, o modelo computacional é construído e, em seguida, verificado e validado. A validação pode ser realizada com os profissionais da área estudada (do tipo face a face) ou de forma quantitativa, na qual comparam-se os valores reais com os do modelo, estatisticamente;
- na fase de Modelagem Operacional, é definido o projeto experimental e então são executados tais experimentos. Finalmente, realiza-se uma análise estatística seguida pelas conclusões e recomendações.

Compreendidas as fases e etapas que compõem o método de pesquisa da Modelagem e Simulação, o passo seguinte é descrever como tais fases e etapas serão integradas com os conceitos enxutos, dando origem ao roteiro de pesquisa a ser utilizado na condução da aplicação.

4.3 Roteiro de Pesquisa

Tendo em vista que a estrutura proposta por Montevechi *et al.* (2010) e adaptada por Santos (2019) faz referência a projetos tradicionais de simulação, algumas alterações tornam-se necessárias para a sua adaptação aos conceitos enxutos através das etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). Neste contexto, as seguintes modificações foram realizadas em cada uma das fases.

I. Modelagem Conceitual

Para a integração da estrutura proposta por Montevechi *et al.* (2010) e adaptada por Santos (2019), aos conceitos enxutos através das etapas do MFV, propõe-se a criação de duas

novas atividades. São elas: “Seleção da família de produtos” e “Construção do desenho do Estado Atual”. Essas duas novas atividades foram inseridas para melhor adequar a utilização da Modelagem e Simulação aos conceitos enxutos através do MFV. Tais atividades permitem a definição mais precisa do escopo do projeto, por meio da Seleção da família de produtos, e um diagnóstico mais detalhado do estado atual do sistema, por meio da Construção do desenho do Estado Atual, cuja maior contribuição é evidenciar os desperdícios existentes, onde eles ocorrem e, sobretudo, quais são as suas causas-raiz.

II. Modelagem Computacional

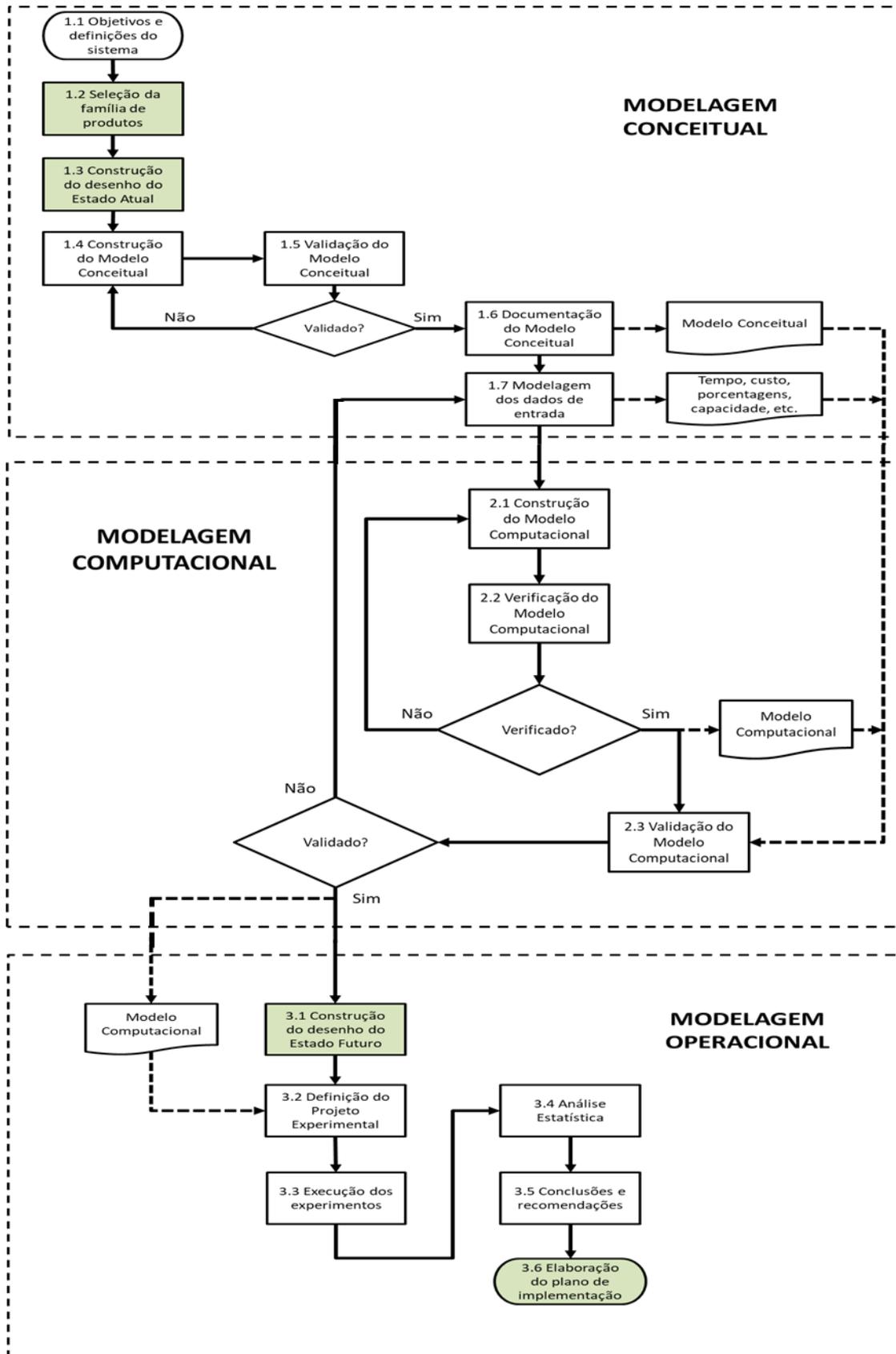
A segunda fase da estrutura proposta por Montevechi *et al.* (2010) e adaptada por Santos (2019) não sofre alterações no que diz respeito às suas atividades, tendo em vista que a construção do modelo computacional ocorrerá da mesma maneira, mesmo com a integração das etapas do MFV.

III. Modelagem Operacional

Nesta terceira e última fase, propõe-se a criação de mais duas novas atividades. São elas: “Construção do desenho do Estado Futuro” e “Elaboração do Plano de Implementação”. Pode-se dizer que a Construção do desenho do Estado Futuro, é uma atividade de planejamento de experimentos ou cenários, que incorporam melhorias alinhadas aos conceitos enxutos voltadas à eliminação das causas-raiz dos desperdícios destacados pela atividade de Construção do desenho do Estado Atual. De maneira complementar, pode-se afirmar que a Elaboração do Plano de Implementação, é uma atividade de descrição dos prazos, metas, responsáveis, etc., pela implementação das melhorias apontadas pela atividade de Construção do desenho do Estado Futuro.

A Figura 6 ilustra as modificações realizadas no método e constituiu-se em um roteiro estruturado para a avaliação dos resultados esperados pela aplicação dos conceitos enxutos, inclusive, nos ambientes administrativos.

Figura 6 – Proposta de integração das etapas do MFV às etapas do método de Modelagem e Simulação



Fonte: A autora

5. APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a aplicação do roteiro de pesquisa apresentado na Figura 6, ao objeto de estudo.

5.1 Modelagem Conceitual

5.1.1 Objetivos e definição do sistema

O sistema estudado nesse trabalho consiste em um Ambiente Administrativo de uma Instituição Pública Federal de Ensino Superior, que realiza atividades financeiras e contábeis. Dentre os processos de trabalho realizados pelo setor, escolheu-se o processo de Liquidação de Notas Fiscais para a utilização da Simulação integrada às etapas do MFV.

A justificativa para escolha deste processo é a falta de mapeamento adequado, o qual diminui a eficiência das atividades executadas pela equipe. O setor possui uma demanda média de 160 notas fiscais mensais para pagamento, porém, atualmente só consegue efetuar o processamento e pagamento de 140 a 145 mensais.

Diante deste cenário, o objetivo é utilizar a proposta desenvolvida no Item 4.3 e representada na Figura 6 para avaliar, por meio da Simulação, os resultados esperados de um Estado Futuro, no qual, os processos em papel, feitos manualmente, passariam a ser feitos eletronicamente, reduzindo, assim, desperdícios como transporte, movimentação, estoque e espera.

Para planejar este Estado Futuro na etapa de Modelagem Operacional, serão utilizados os conceitos enxutos, cujo foco é a eliminação dos desperdícios, isto é, das atividades que não agregam valor aos usuários, em particular, para o objeto de estudo em questão, as transferências em lotes que ocorrem atualmente, além dos demais desperdícios já citados no final do parágrafo anterior.

5.1.2 Seleção da família de produtos

Como mencionado no item anterior, dentre os processos de trabalho realizados pelo setor, escolheu-se o processo de Liquidação de Notas Fiscais, que envolve duas áreas de dentro do setor: Coordenação de Finanças e Coordenação de Contabilidade.

Esse processo de Liquidação engloba dois tipos de notas, as de materiais e as de serviços, que seguem basicamente um mesmo fluxo de atividades, diferindo-se somente pelo parecer contábil necessário para as notas fiscais de serviços, atividade adicional devido à retenção de Imposto Sobre Serviços (ISS).

Portanto, como tais notas passam basicamente pelas mesmas etapas e possuem características de processos semelhantes, elas podem compor uma família.

5.1.3 Construção do desenho do Estado Atual

O objetivo dessa dissertação de mestrado é realizar um diagnóstico, identificando os desperdícios, onde eles ocorrem e, sobretudo, quais são suas causas-raiz. Da revisão bibliográfica, ficou claro que valor e desperdício devem ser definidos pela perspectiva dos clientes e, sendo assim, antes de desenhar o mapa do estado atual, é necessário definir com precisão quem são os clientes e o que eles definem como valor e como desperdício.

Para o processo de Liquidação de Notas Fiscais tem-se como clientes diretos externos à instituição, os fornecedores, que entregaram seus serviços ou materiais e aguardam pelo pagamento. Os clientes internos à instituição, em uma visão mais restrita, a unidade demandante do material ou serviço, mas de modo mais amplo pode-se considerar toda a comunidade acadêmica como clientes indiretos e, ainda em última instância, os clientes podem ser toda a sociedade pagadora de impostos, que espera das Instituições Públicas eficiência na aplicação dos recursos e qualidade nos serviços ofertados.

O processo de Liquidação de Notas Fiscais começa com o envio das notas (NF) do almoxarifado ao setor em estudo, realizado por um responsável do próprio almoxarifado, com uma frequência de uma ou duas vezes ao dia, de acordo com a demanda.

O recebimento das notas fiscais (RE.NF) é de responsabilidade do secretário do setor (SS), que, em seguida, realiza o cadastro da nota (CA.NF) em protocolo digital e a encaminha à Coordenação de Finanças.

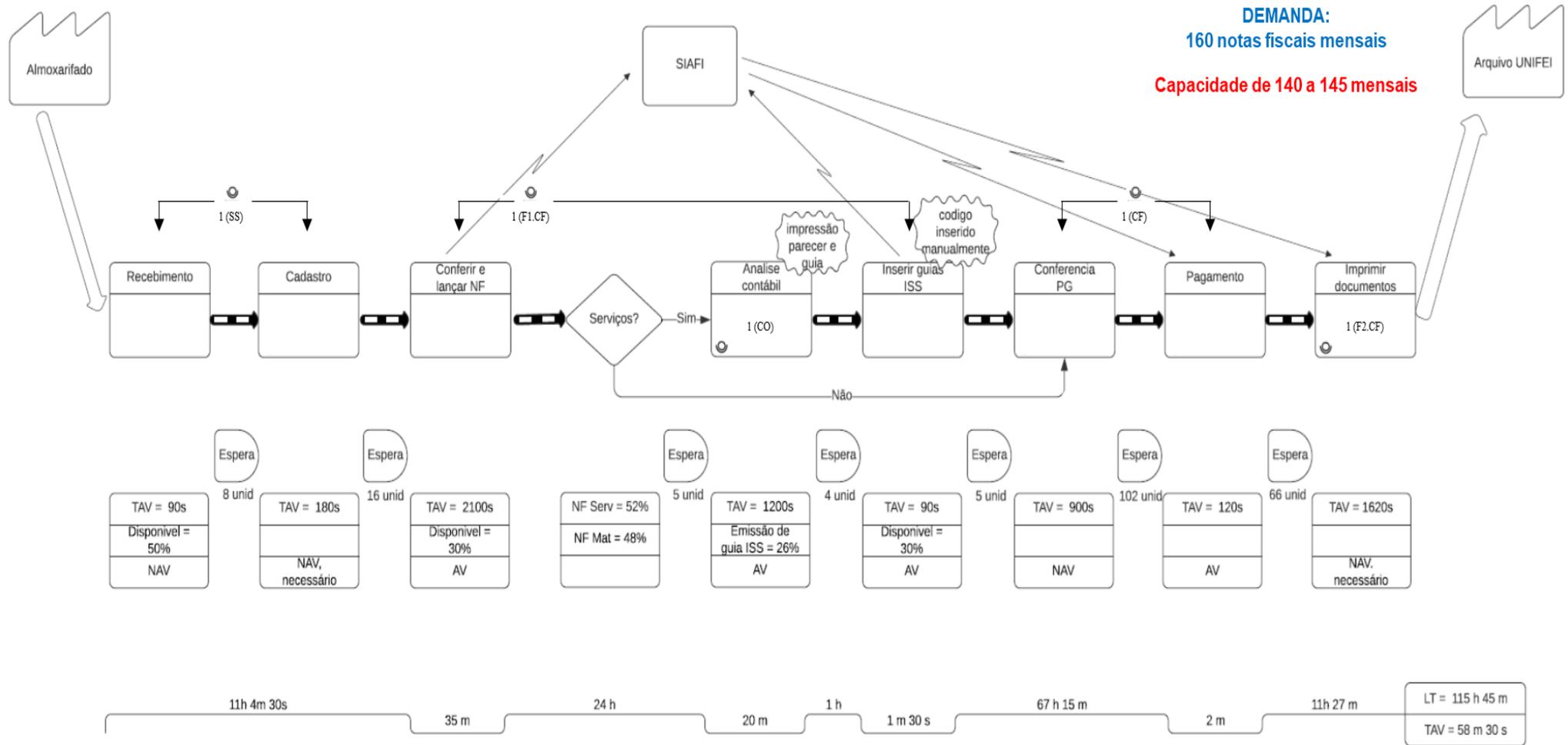
Após o encaminhamento, realiza-se a conferência da nota fiscal por um funcionário da Coordenação de Finanças (F1.CF). Este procedimento consiste na verificação de todos os dados informados na nota e, caso não haja incoerências, efetua-se a liquidação da nota fiscal (CL.NF). A liquidação é o lançamento da nota fiscal no Sistema Integrado de Administração Financeira – SIAFI, sistema do Governo Federal voltado às áreas que executam atividades financeiras e contábeis nos órgãos federais.

Particularmente, as notas fiscais de serviço são encaminhadas à Coordenação de Contabilidade, para a análise contábil (AC.NF) pelo contador (CO), com a indicação de retenção ou não do ISS. Caso haja a indicação de retenção no parecer, são criadas e inseridas guias de ISS (CI.GU), que serão lançadas no SIAFI juntamente com o documento criado para liquidação da nota fiscal, pelo mesmo responsável da Coordenação de Finanças (F1.CF).

A conferência para o pagamento (CO.OG) é um procedimento no qual se verifica detalhadamente se as informações que constam na nota fiscal foram inseridas corretamente, sendo tal atividade realizada pelo Coordenador de Finanças (CF), assim como o pagamento (PG.NF), que ocorre quando há a disponibilização de recursos financeiros para a instituição. Por fim, os documentos gerados a partir do pagamento e os que foram emitidos com a liquidação são impressos em lote (IM.DO), separados e arquivados fisicamente por um segundo funcionário da Coordenação de Finanças (F2.CF).

As atividades descritas, mapeadas de acordo com a técnica do MFV, podem ser melhor visualizadas a partir do desenho do Estado Atual apresentado na Figura 7. É importante destacar que o MFV foi construído com dados determinísticos, optando-se pelos valores médios, como comumente acontece na teoria e na prática. Porém, como será visto adiante, a construção do modelo computacional utilizará dados estocásticos. Isso reforça uma das vantagens da integração da SED ao MFV, que é poder transformar um mapa estático e determinístico em algo dinâmico e estocástico, tal como é o mundo real.

Figura 7 – Mapa do Estado Atual



Fonte: A autora

5.1.4 Construção do modelo conceitual

Dispondo-se do mapeamento do Estado Atual do processo de Liquidação de Notas Fiscais, foi possível a construção do modelo conceitual, que de acordo com Sargent (2010), é uma abstração da realidade em forma não-computacional, por meio de técnicas de mapeamento.

A construção do modelo conceitual foi realizada utilizando-se o IDEF-SIM, técnica proposta por Leal, Almeida e Montevechi (2008), que possui como característica principal sua identidade lógica de aplicação. Suas vantagens incluem a redução do tempo gasto na modelagem computacional, a contribuição para o processo de validação face a face e a documentação do projeto por meio do registro das lógicas utilizadas na simulação. Os elementos e simbologias utilizados podem ser encontrados na Tabela 2, enquanto o modelo conceitual construído é apresentado na Figura 8.

Tabela 2 – Elementos e Simbologia do IDEF-SIM

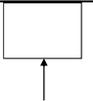
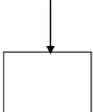
Elementos	Simbologia	Técnica de origem
Entidade		IDEF3 (modo descrição das transições)
Locais		IDEF0
Fluxo da entidade		IDEF0 e IDEF3
Recursos		IDEF0
Controles		IDEF0
Regras para fluxos paralelos e/ou alternativos	 Regra E	IDEF3
	 Regra OU	
	 Regra E/OU	
Transporte		Fluxograma
Informação explicativa		IDEF0 e IDEF3

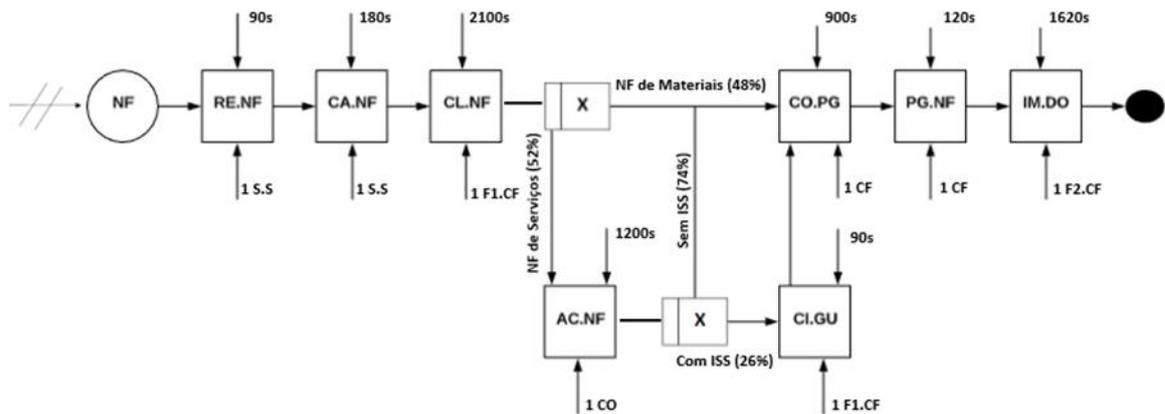
Tabela 3 – Elementos e Simbologia do IDEF-SIM

(Continua)

Fluxo de entrada no sistema modelado		
Ponto final do sistema		
Conexão com outra figura		

Fonte: Leal, Almeida e Montevechi (2008)

Figura 8 – Modelo Conceitual via IDEF-SIM



Fonte: A autora

5.1.5 Validação do modelo conceitual

Segundo Chwif e Medina (2010) e Harrel *et al.* (2011), existem três maneiras de se validar o modelo conceitual. A primeira, consiste na duplicação de modelos, na qual equipes diferentes constroem seus próprios modelos conceituais, que são confrontados na sequência. Caso sejam similares, significa que os modelos se aproximam da realidade, ou seja, estão validados. A segunda, consiste na comparação com modelos anteriores, no qual o novo modelo é comparado com outro já validado. A terceira, consiste na validação face a face, por meio de reuniões com especialistas do sistema real.

A validação da modelagem conceitual desse trabalho deu-se por meio da validação face a face, na qual a pesquisadora, em conjunto com a equipe do setor, verificou que o modelo, de fato, condiz com o sistema real.

5.1.6 Documentação do modelo conceitual

O modelo conceitual foi construído e documentado a partir da técnica IDEF-SIM (MONTEVECHI *et al.*, 2008), tal como mostrado na Figura 8, que registra as lógicas utilizadas na simulação, assim como os recursos e controles necessários para as atividades. Ademais, após validado, o modelo foi disponibilizado para a equipe do setor em estudo.

5.1.7 Modelagem dos dados de entrada

A determinação das variáveis de entrada que alimentarão o modelo computacional ocorreu a partir de uma coleta de dados realizada no setor em estudo.

O processo de Liquidação de Notas Fiscais foi acompanhado e analisado durante um mês, totalizando 22 dias úteis. Os dados referentes aos tempos de ciclo e de espera para cada atividade mapeada foram obtidos a partir da observação e cronometragem.

Já os dados de chegada das notas fiscais, foram contabilizados diariamente, demonstrando grandes variações de acordo com o período. No início do mês, aumenta-se a quantidade de notas fiscais de serviço, em decorrência da data de pagamento do ISS, enquanto nos últimos dias do mês, ocorre um aumento do número de notas para liquidação ainda no mês corrente.

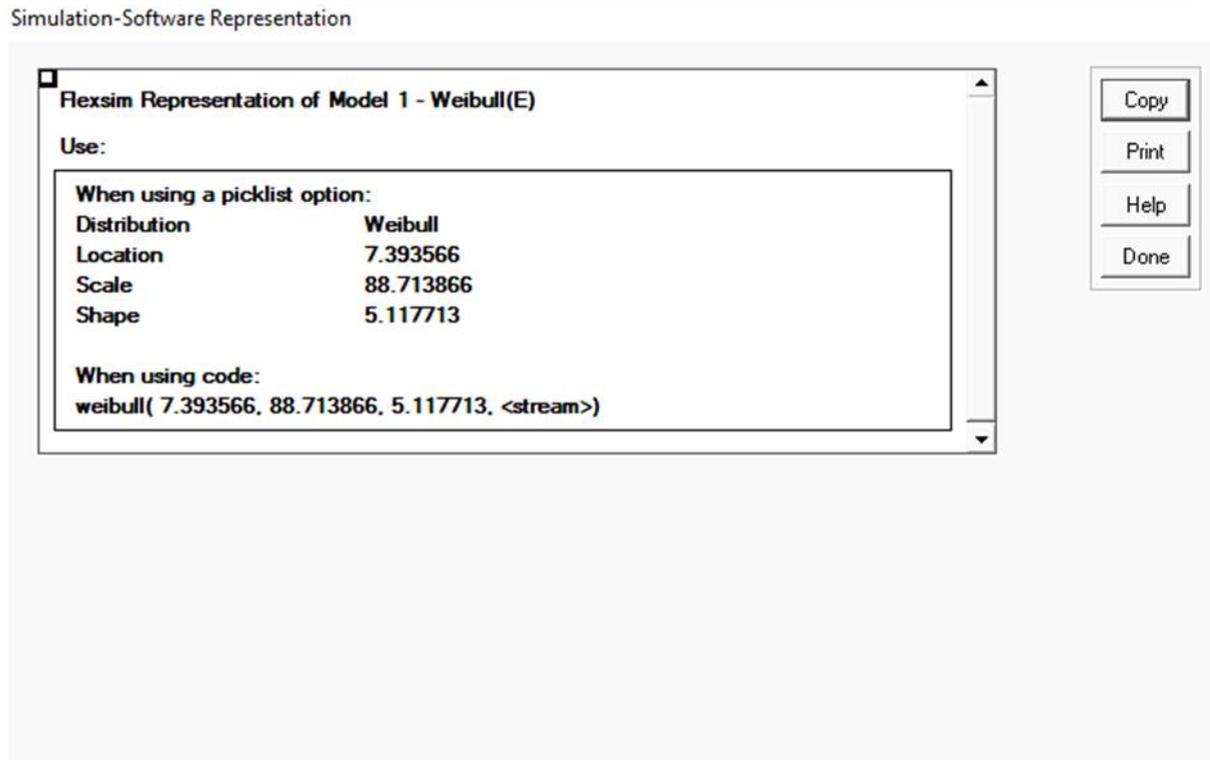
As proporções de notas fiscais de materiais e de serviços, estas sem e com inserção de Guias de ISS, recebidas pelo setor foi determinada de acordo com os lançamentos realizados no sistema durante o período de coleta dos dados e foram de 48%, 38% e 14%, respectivamente. Foi realizado ainda, um estudo do *layout* do setor para possibilitar a compreensão das distâncias percorridas pelos funcionários durante a realização das atividades.

Como variável de saída e análise será mensurada a quantidade total de notas pagas mensalmente, que como foi destacado, está entre 140 a 145, embora a demanda seja de 160 no mesmo período.

Vale destacar que a coleta de dados resultou em uma amostra pequena, entre 40 a 80 dados para cada uma das variáveis, pois precisou ser interrompida devido à pandemia da COVID-19, que acarretou na interrupção, total para alguns e parcialmente para outros, das atividades presenciais do setor em prol do isolamento social.

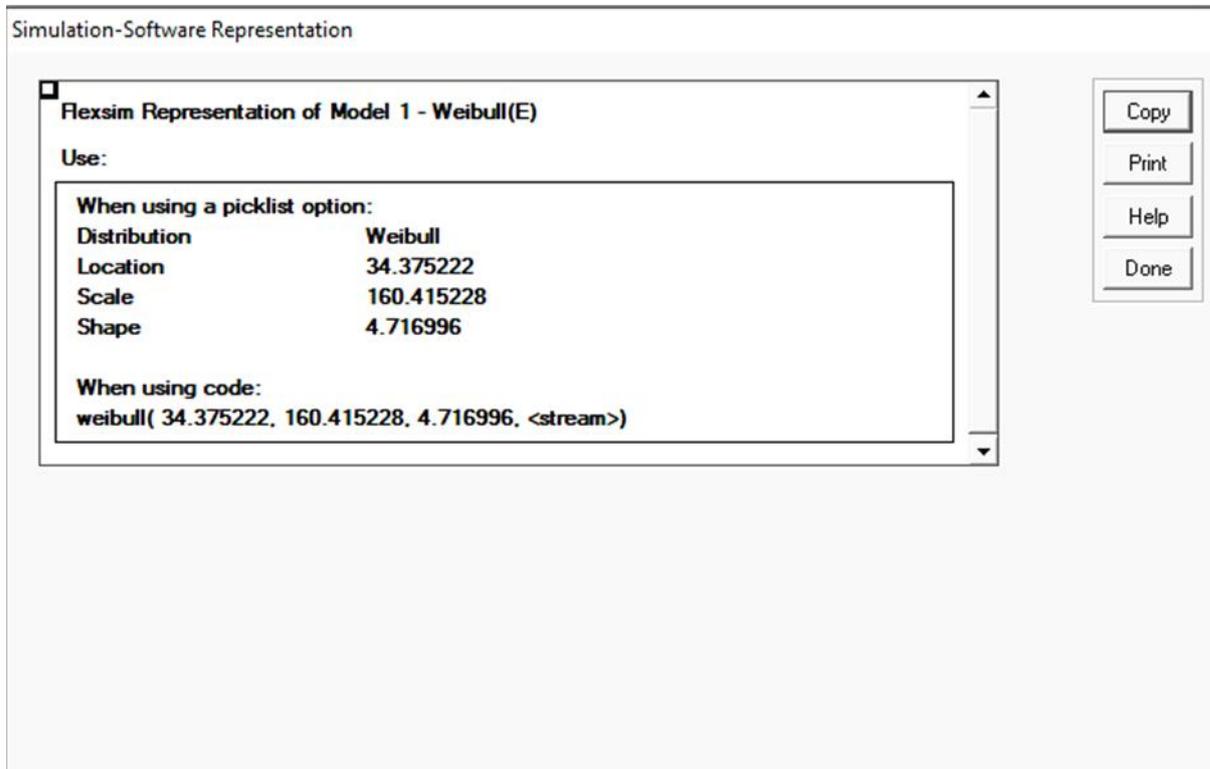
Com os dados coletados, partiu-se para a etapa de tratamento estatístico desses dados, algo que foi realizado por meio da função “Fit automático” do ExpertFit® do FlexSim®, resultando nas distribuições de probabilidades apresentadas pelas figuras 9 a 16.

Figura 9 – Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de recebimento



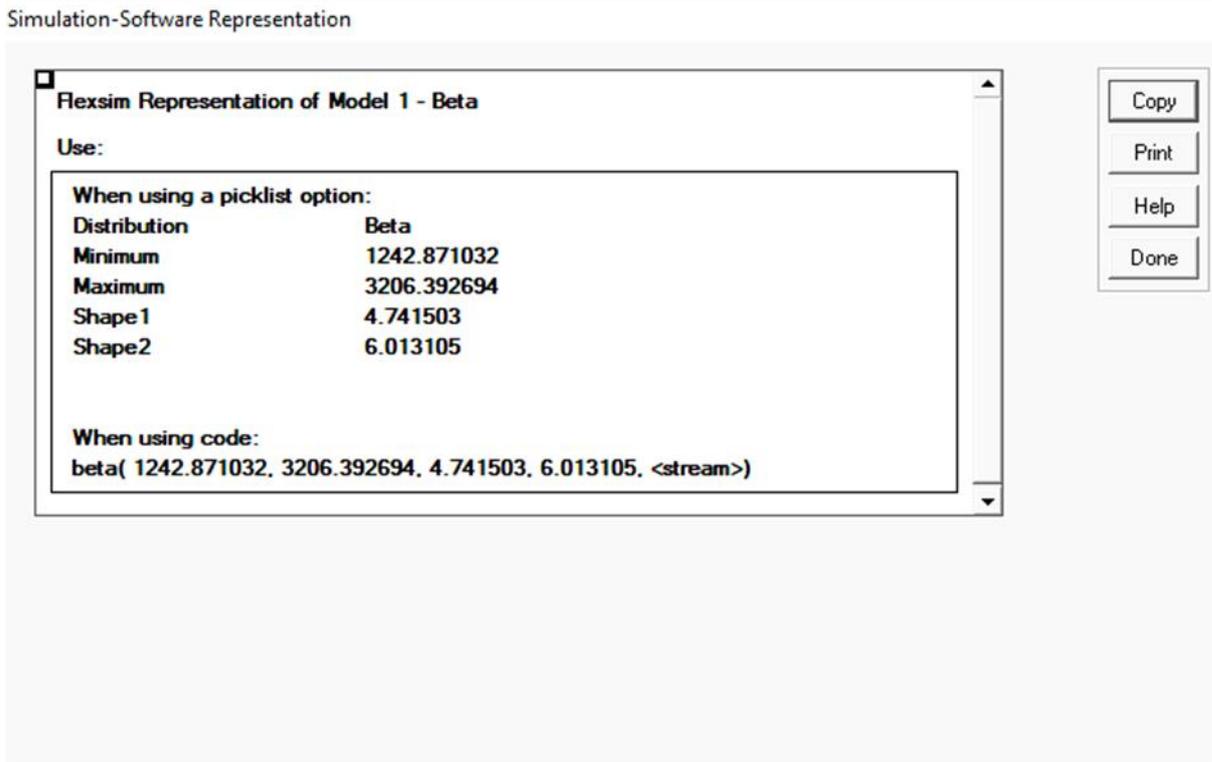
Fonte: A autora

Figura 10 – Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de cadastro



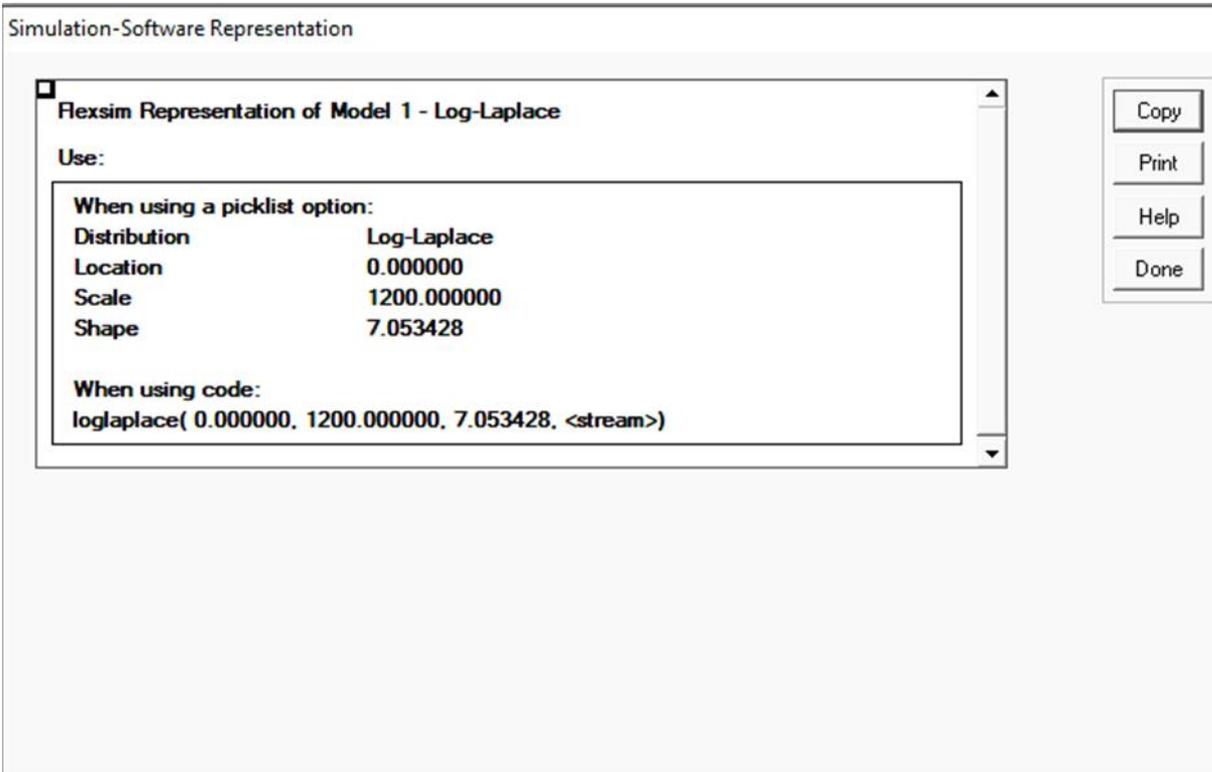
Fonte: A autora

Figura 11 – Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de conferência e lançamento



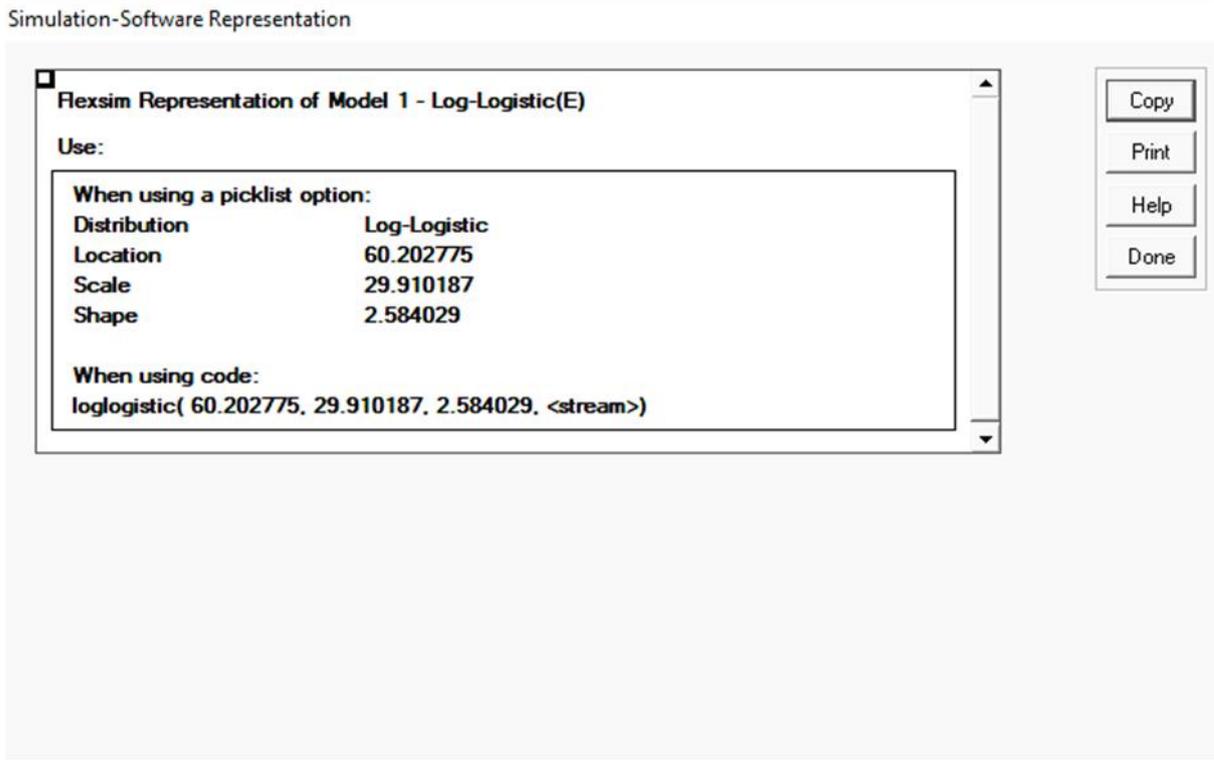
Fonte: A autora

Figura 12 – Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de análise contábil



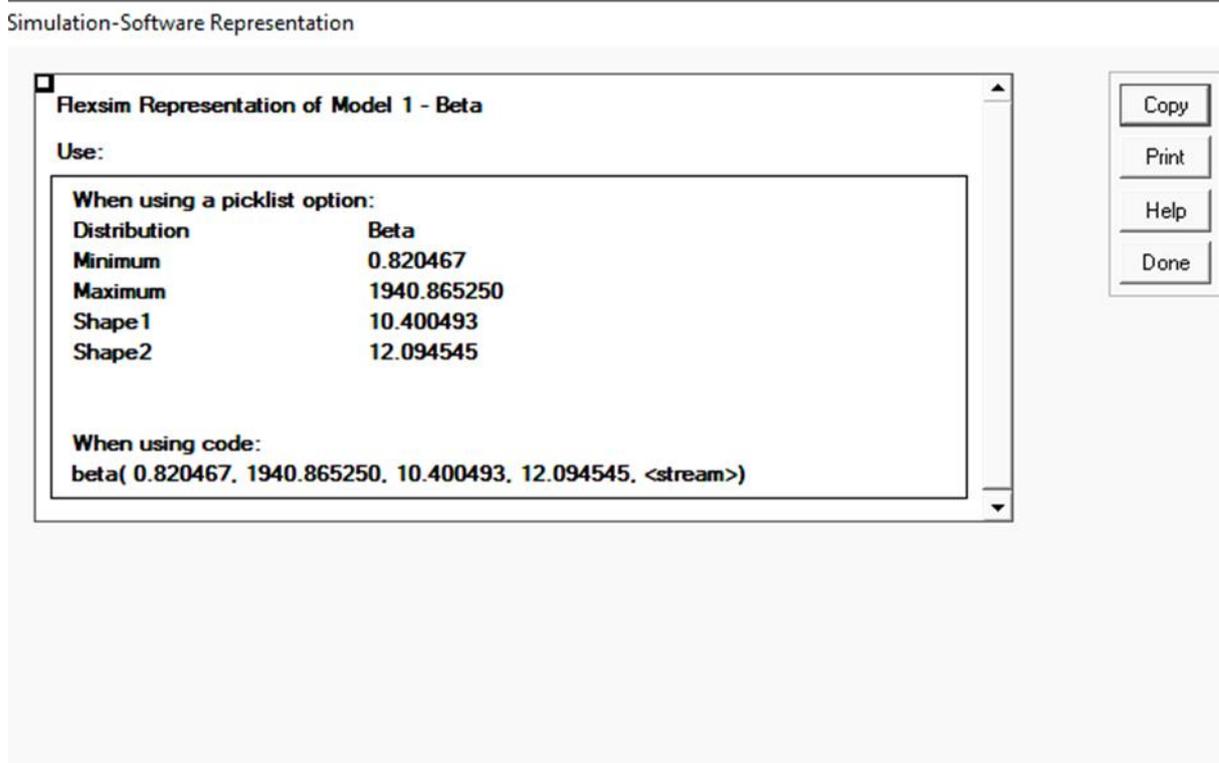
Fonte: A autora

Figura 13 – Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de criação e inserção de guias



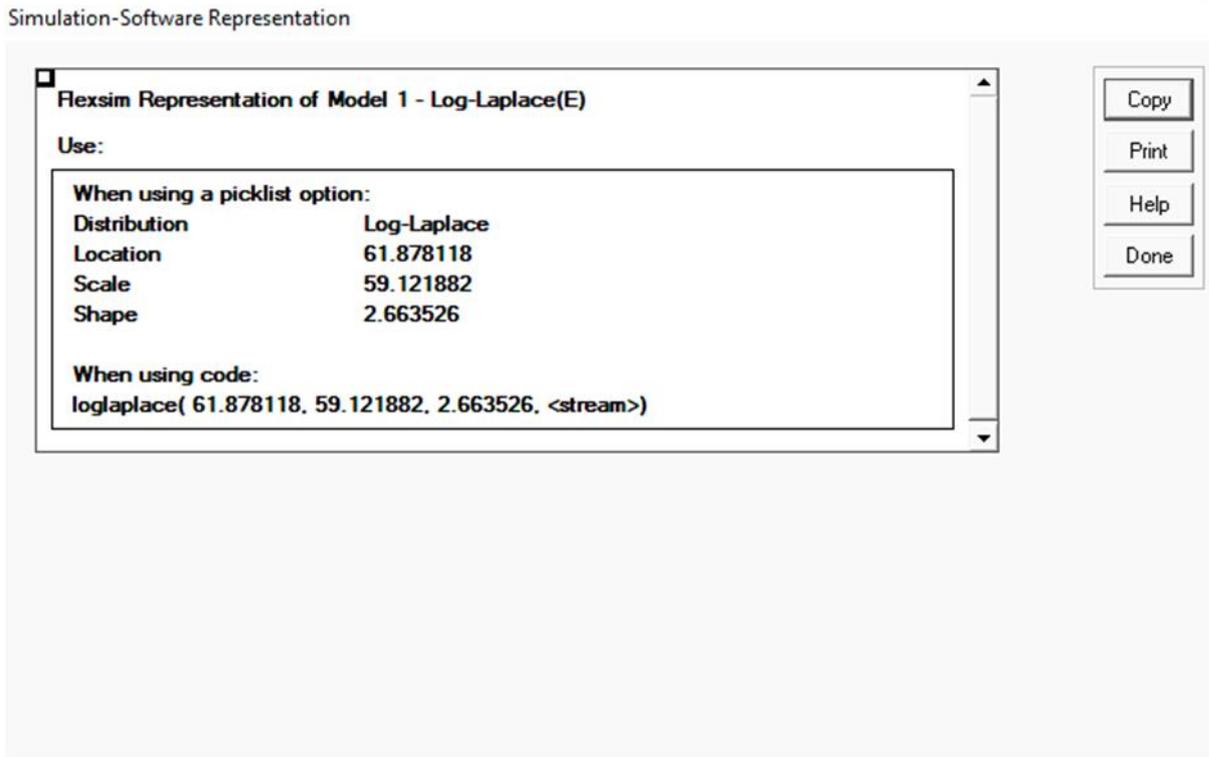
Fonte: A autora

Figura 14 – Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de conferência de pagamento



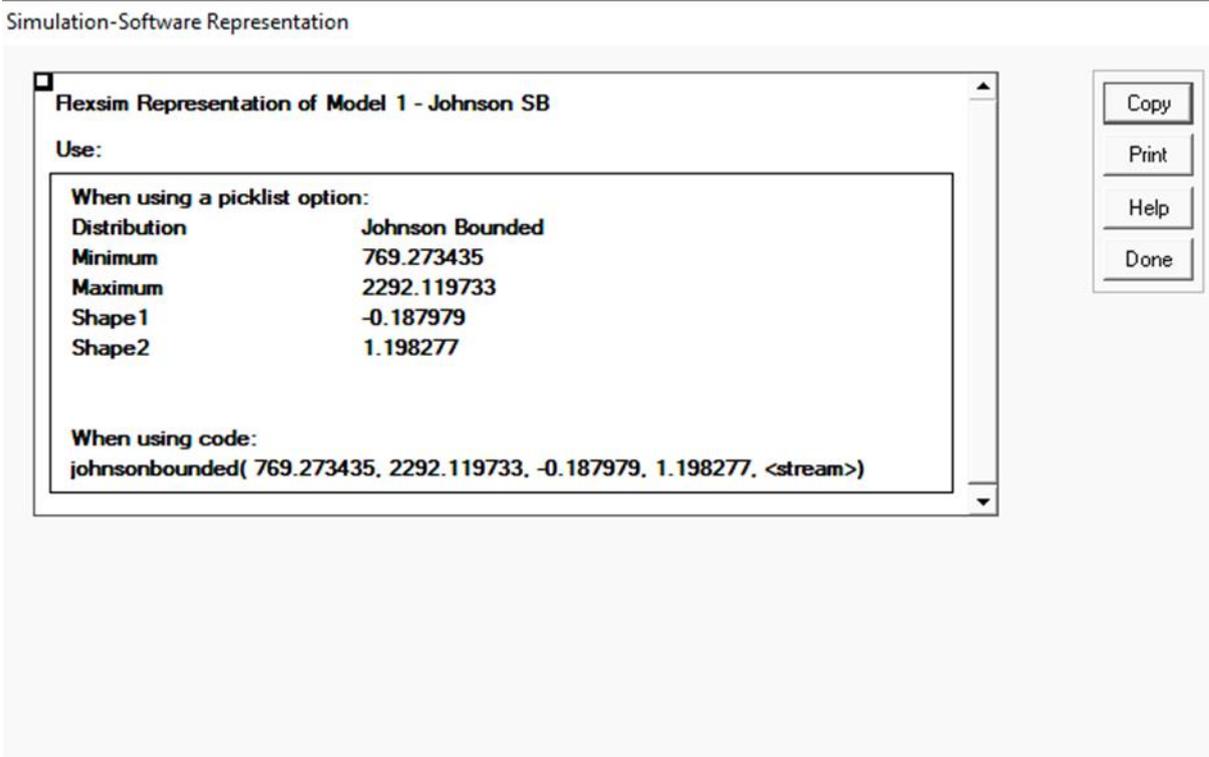
Fonte: A autora

Figura 15 – Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de pagamento das notas fiscais



Fonte: A autora

Figura 16 – Tratamento dos dados do estado atual observado para a atividade de impressão de documentos



Fonte: A autora

5.2 Modelagem computacional

5.2.1 Construção do modelo computacional

Baseando-se no modelo conceitual elaborado para o objeto em estudo e nas distribuições de probabilidades obtidas por meio da função “Fit automático” do ExpertFit® do FlexSim®, foi possível construir o modelo computacional utilizando o próprio Flexsim. A escolha por esse software ocorreu devido a interface e facilidade de programação em relação a atividades administrativas. A Figura 17 apresenta a tela do modelo computacional.

Figura 17 – Modelo Computacional



Fonte: A autora

O modelo construído simula as atividades do processo de Liquidação de Notas Fiscais por um mês, considerando-se vinte e dois dias úteis e oito horas diárias.

Para simular o processo, definiu-se uma entrada total de 160 notas fiscais por mês, equivalente à demanda, divididas em chegadas de sete notas fiscais no início de cada dia, aproximadamente. Além disso, foi considerado três tipos de notas fiscais: de materiais, de

serviços sem inserção de guias ISS e de serviços com inserção de guias ISS, representando 48%, 38% e 14% da totalidade, respectivamente.

Depois, determinou-se o fluxo de atividades que cada tipo de nota fiscal deveria percorrer, bem como as pessoas alocadas nessas atividades. Assim sendo, cada atividade foi modelada de acordo com o seu tempo de ciclo e pessoas determinados no MFV, conforme mencionado no item 5.1.7.

Por fim, organizou-se o *layout* de acordo com mapeamento realizado no setor em estudo, considerando-se como deslocamento somente as distâncias significativas, pois muitas atividades são realizadas por funcionários sentados na mesma mesa. Portanto, foram consideradas três regiões de trabalho. A primeira é onde ocorre as atividades de Recebimento e Cadastro das Notas Fiscais, que se situa a dez metros da segunda, onde se realizam as atividades financeiras como Conferência e Liquidação das Notas Fiscais, Inserção de Guias ISS, Conferência antes do Pagamento, Pagamento e Impressão dos Documentos. A terceira região é onde ocorre a atividade de Análise Contábil das Notas Fiscais, que se situa a três metros da segunda.

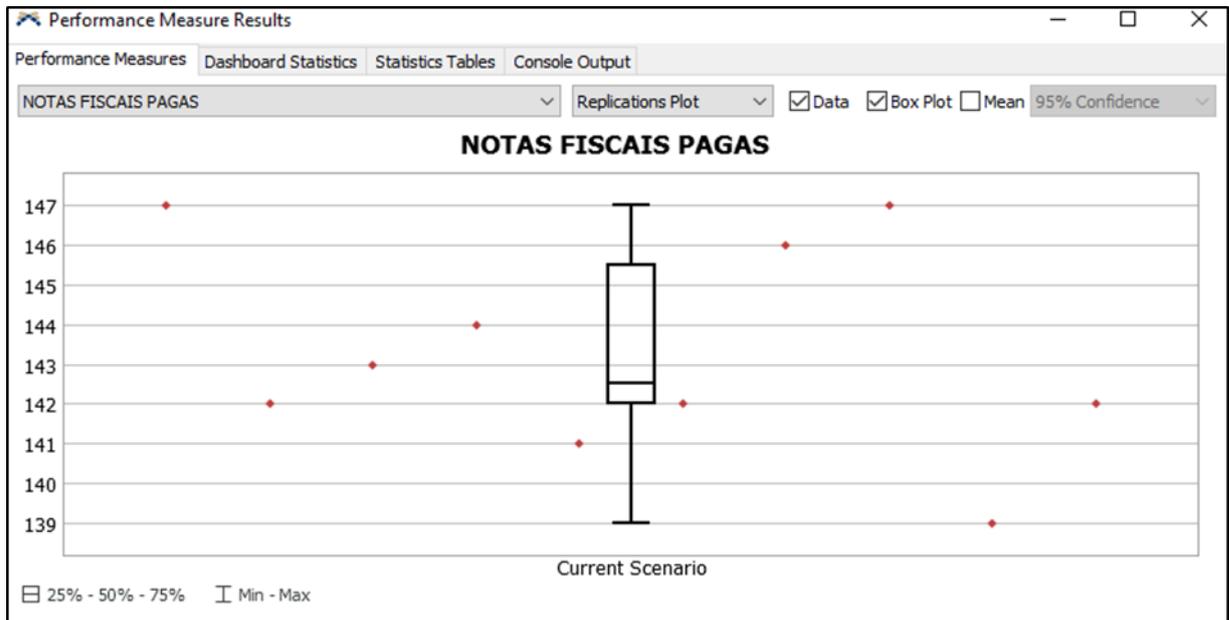
5.2.2 Verificação do modelo computacional

Ao verificar a concepção do modelo computacional, constatou-se que o mesmo não apresentava erros lógicos em sua programação, exibindo resultados condizentes com os esperados. Logo, a lógica empregada para a construção do modelo computacional foi coerente.

5.2.3 Validação do modelo computacional

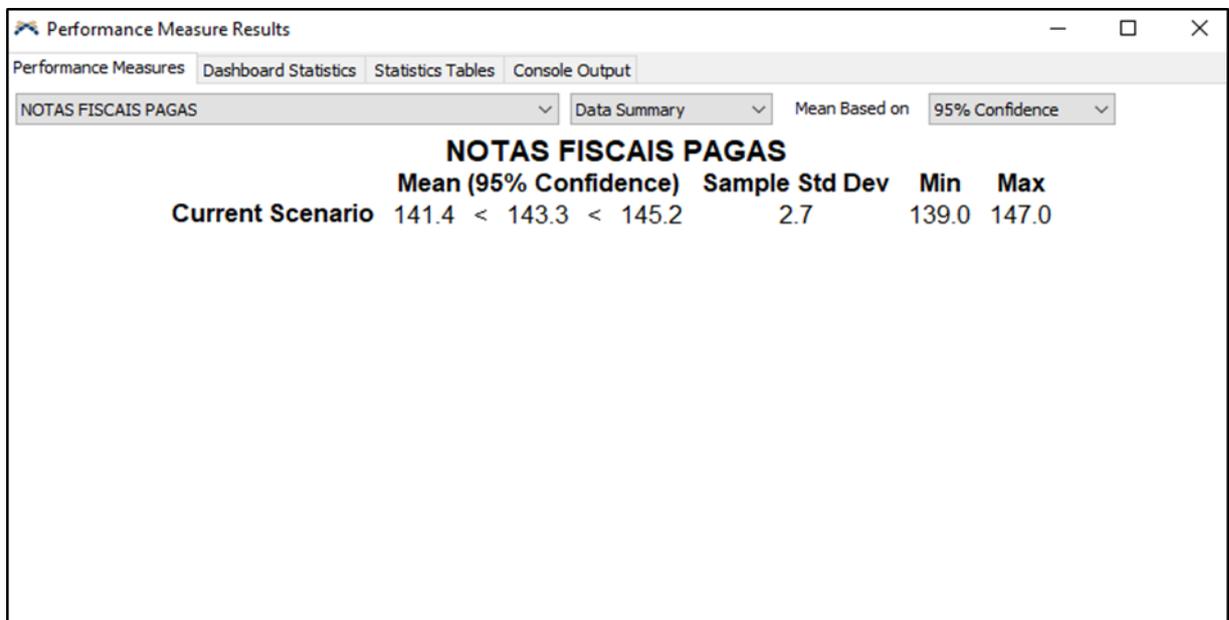
Inicialmente, para uma validação face a face, a variável de saída utilizada foi a quantidade de Notas Fiscais pagas, que é uma variável discreta. Utilizando-se a função Experimenter do FlexSim, obteve-se os resultados apresentados nas Figuras 18 e 19, para a variável de saída em questão, para dez replicações, os quais comprovam que a demanda de pagamento de 160 Notas Fiscais mensais não é atendida.

Figura 18 – Experimento referente ao **estado atual**: *boxplot* para notas fiscais pagas



Fonte: A autora

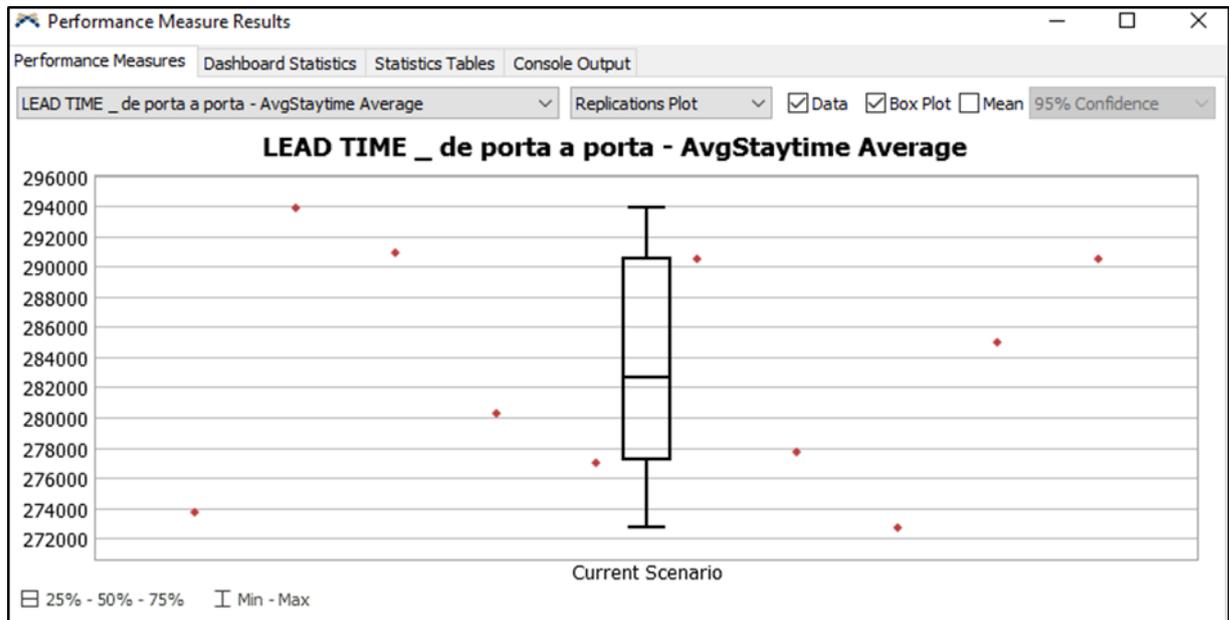
Figura 19 – Experimento referente ao **estado atual**: intervalo para notas fiscais pagas



Fonte: A autora

Posteriormente, para uma validação estatística, a variável de saída utilizada foi o *lead time* médio das Notas Fiscais pagas, que é uma variável contínua. Novamente, utilizando-se a função Experimenter do FlexSim, obteve-se agora os resultados apresentados nas Figuras 20 e 21, para a variável de saída em questão.

Figura 20 – Experimento referente ao **estado atual**: *boxplot* para *lead time* de porta a porta



Fonte: A autora

Figura 21 – Experimento referente ao **estado atual**: intervalo para *lead time* de porta a porta

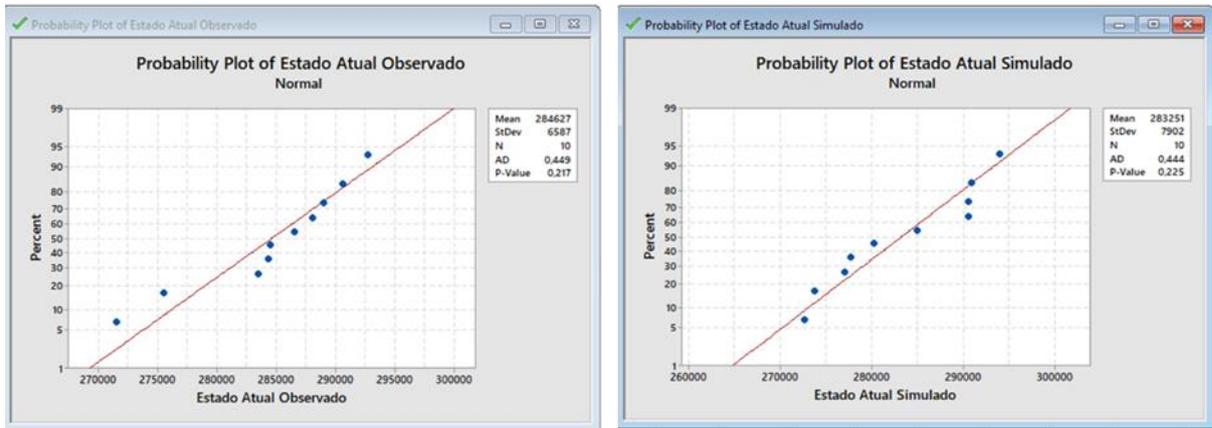


Fonte: A autora

Contudo, para a validação estatística, é necessário fazer um teste de hipótese, mas não antes de realizar um teste de normalidade, o qual influenciará na escolha do teste adequado. Para tal, utilizou-se o Minitab®, obtendo-se os resultados apresentados na Figura 22, a partir dos quais é possível concluir que não há evidências estatísticas para se rejeitar a hipótese nula de normalidade para os dados referentes aos *lead times* médios observados (reais) e simulados,

uma vez que os *P-Value* foram de 0,217 e 0,225, respectivamente. Portanto, maiores que 0,05, em uma condição de 95% de confiança.

Figura 22 – Testes de normalidade para os estados atuais observados e simulados

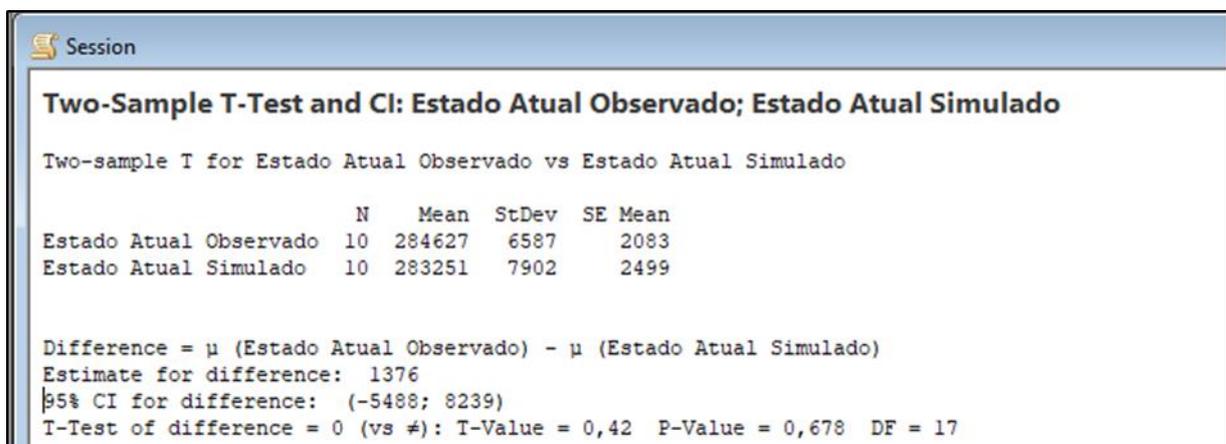


$P\text{-Value} > 0,05$ – NÃO HÁ evidência estatística para rejeitar a hipótese nula de normalidade

Fonte: A autora

Dado que podemos considerar os dados normais, o teste de hipótese escolhido foi o *T-SampleT*, que aplicado às duas amostras, gerou os resultados apresentados na Figura 23, a partir dos quais é possível concluir que não há evidências estatísticas para se rejeitar a hipótese nula de igualdade para os dados referentes aos *lead times* médios observados (reais) e simulados, uma vez que o *P-Value* foi de 0,678. Portanto, maior que 0,05, em uma condição de 95% de confiança. Isso valida estatisticamente o modelo computacional em relação ao objeto de estudo real, para a variável *lead time* médio.

Figura 23 – Teste 2 *Sample t* entre os estados atuais observado e simulado



$P\text{-Value} > 0,05$ – NÃO HÁ evidência estatística para rejeitar a hipótese nula de igualdade (Validação estatística)

Fonte: A autora

Com o modelo computacional validado estatisticamente, pode-se partir para a experimentação simulada, através da etapa de modelagem operacional, onde as melhorias alinhadas aos conceitos e ferramentas enxutas serão testadas. Nessa etapa de modelagem operacional, será possível avaliar o comportamento e os resultados esperados sobre o sistema real por uma futura aplicação desses conceitos e ferramentas enxutas propostos e simulados, o que, espera-se, contribuirá para diminuir a resistência ao pensamento enxuto pelas pessoas que atuam nesse ambiente administrativo público.

5.3 Modelagem Operacional

5.3.1 Construção do desenho do Estado Futuro

Após a construção do desenho do Estado Atual e a validação do Modelo Computacional, foi possível obter um direcionamento para as ações de melhoria e as modificações necessárias para substituir os documentos físicos por eletrônicos, assim como eliminar os desperdícios utilizando os conceitos enxutos. Recordando os principais desperdícios identificados por meio da construção do mapa do Estado Atual: transporte, movimentação, estoque e espera, além das transferências em lotes.

Assim, o Estado Futuro proposto para o processo de Liquidação de Notas Fiscais apresenta sua documentação toda tramitada exclusivamente por meio eletrônico, utilizando o Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos – SIPAC.

Com a informatização, o recebimento passa a demandar menos tempo do secretário do setor em estudo. E ao receber as notas fiscais, torna-se possível copiar as informações para o protocolo interno e já efetivar o encaminhamento do documento para liquidação ou, em caso de notas fiscais de serviço, para a análise contábil.

A análise contábil não obteve redução de tempo significativa, devido à quantidade limitada de contadores na instituição, que são os responsáveis por executar todas as demandas contábeis. Entretanto, com a mudança no fluxo de encaminhamento, no qual a análise contábil passa a ocorrer antes da liquidação da nota fiscal, o retrabalho de acessar novamente o sistema para a inserção das guias de ISS é excluído.

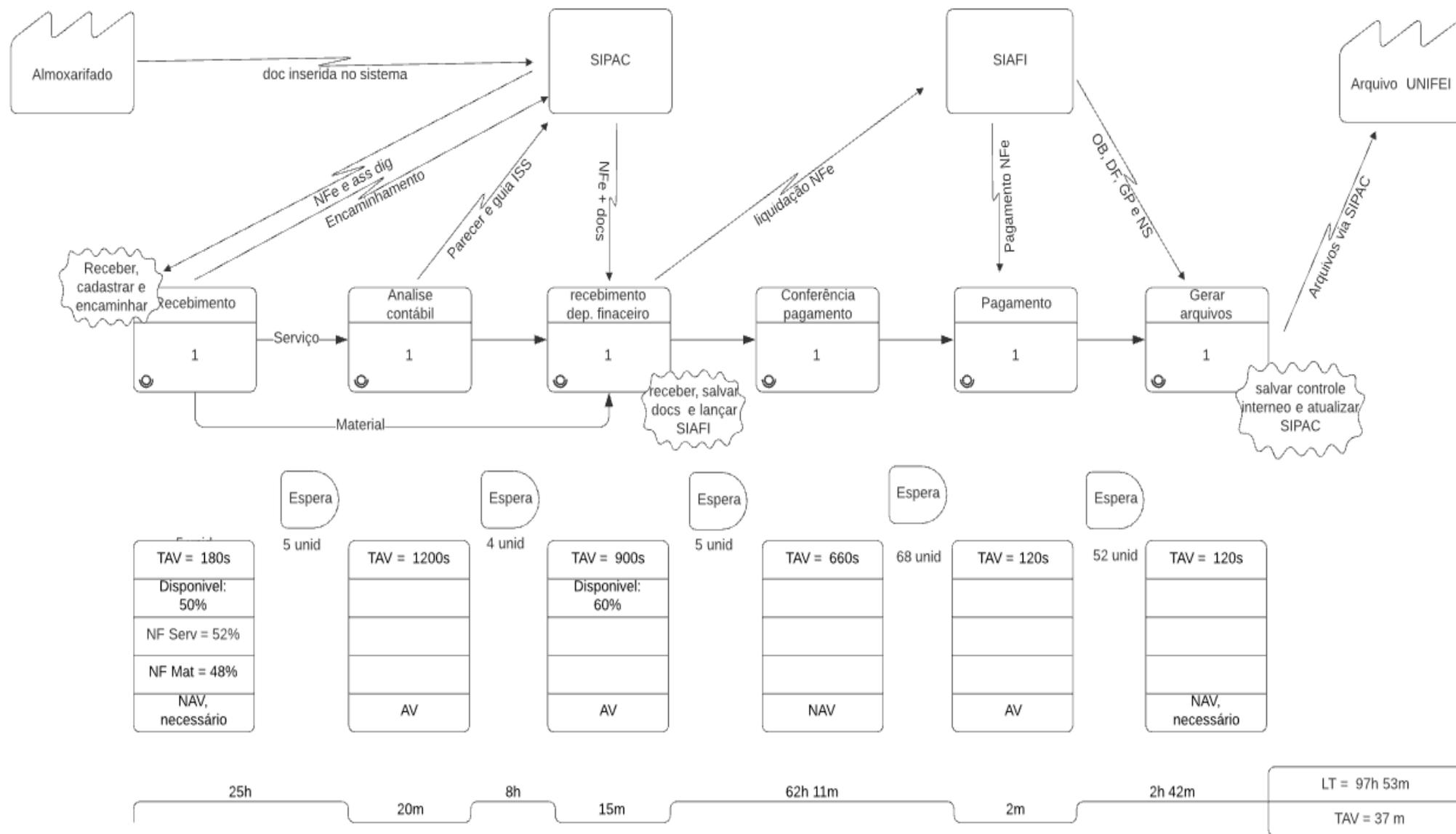
Ademais, a conferência para o pagamento se torna mais rápida, pois não há mais dispêndio de tempo com a separação e organização de notas e documentos físicos. Assim, esta etapa passa a se resumir a uma conferência das informações inseridas no SIAFI.

Em seguida, com a disponibilização de recursos financeiros, é realizado o pagamento. Esta etapa não sofre alteração, tendo em vista que envolve fatores externos à instituição.

Por fim, a emissão dos documentos, para posterior arquivamento, apresenta redução significativa de tempo, pois não há mais necessidade de impressão de documentos em lote, assim como sua posterior separação e arquivamento, devido à extinção dos documentos físicos. Logo, essa etapa se resume ao arquivamento eletrônico das notas fiscais individualmente, para tramitação dos documentos e processos.

As melhorias propostas para as atividades do setor em estudo podem ser melhor visualizadas a partir do desenho do Estado Futuro, apresentado na Figura 24. Mais uma vez, é importante destacar que o MFV foi construído com dados determinísticos, optando-se pelos valores médios, como comumente acontece na teoria e na prática. Porém, como será visto adiante, a construção do modelo operacional simulado utilizará dados estocásticos, os quais serão comentados mais detalhadamente adiante.

Figura 24 – Mapa do Estado Futuro



Fonte: A autora

5.3.2 Definição dos projetos experimentais

A partir do desenho do Estado Futuro, foi possível inserir no modelo computacional as melhorias propostas alinhadas aos conceitos enxutos e avaliar os resultados esperados para o processo de Liquidação de Notas Fiscais.

A primeira alteração definida para o cenário experimental a ser executado foi a exclusão da atividade de Cadastro das Notas Fiscais, que passa a ser realizada juntamente com o Recebimento (RE.NF), em decorrência da substituição dos documentos físicos por eletrônicos. Além disso, o estoque e a espera de notas fiscais entre essa região de trabalho e a próxima, foi eliminado pela substituição da transferência em lotes pela transferência item a item, devido a informatização das notas fiscais.

Em seguida, alterou-se o fluxo e *layout*, movimentando-se a Análise Contábil (AC.NF), que também abrangerá a Criação e Inserção de Guias de ISS, para antes da conferência e lançamento das notas fiscais, eliminando o retrabalho de acessar novamente o sistema para a inserção das guias. Ademais, criou-se uma atividade denominada Recebimento na Coordenação Financeira (RE.DF), que envolve a conferência e lançamento das Notas Fiscais no SIAFI.

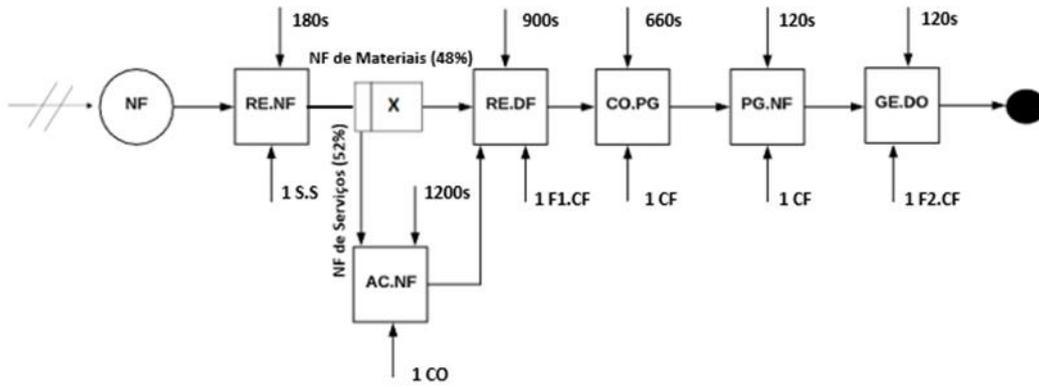
Outra mudança foi em relação à etapa de Conferência (CO.NF) antes do Pagamento, que com a inserção de documentos eletrônicos, torna-se mais rápida, apresentando um menor tempo de ciclo. Já a atividade de Pagamento (PG.NF) não sofreu alterações, pois sua realização envolve fatores externos ao setor, como a liberação de recursos financeiros à Instituição.

Por fim, a atividade de Imprimir Documentos é substituída pela Geração de Documentos (GE.AR), pois não há mais necessidade de impressão, mas sim, de um arquivamento eletrônico das notas fiscais.

Os transportes também foram eliminados, tendo em vista que as pessoas não necessitam mais deslocar fisicamente as notas fiscais.

A Figura 25 representa a lógica definida para a execução dos experimentos, via IDEF-SIM.

Figura 25 – Projeto Experimental via IDEF-SIM



Fonte: A autora

5.3.3 Execução dos experimentos

Baseando-se no projeto experimental elaborado para o objeto em estudo, foi possível executar o experimento pelo *software* Flexsim. A Figura 26 apresenta a tela do Modelo Operacional.

Figura 26 – Modelo Operacional



Fonte: A autora

Os dados, mais uma vez estocásticos, ou foram extraídos do próprio modelo computacional do estado atual, e isso valeu para os processos de Recebimento, Pagamento e Análise Contábil, uma vez que os mesmos foram mantidos inalterados do estado atual para o futuro, ou foram estimados para o estado futuro na forma de distribuições triangulares, e isso se aplicou aos processos de Registro (triangular(810, 990, 900)), Conferência de Pagamento (triangular(594, 726, 660)) e Geração de Arquivo (triangular(108, 132, 120)), uma vez que os mesmos foram modificados do estado atual para o estado futuro.

O Modelo Operacional construído simula as atividades do processo de Liquidação de Notas Fiscais por um mês, considerando-se 22 dias úteis e oito horas diárias, analogamente ao Modelo Computacional.

Igualmente, manteve-se uma entrada total de 160 notas fiscais por mês, divididas em chegadas de sete notas fiscais no início de cada dia, aproximadamente.

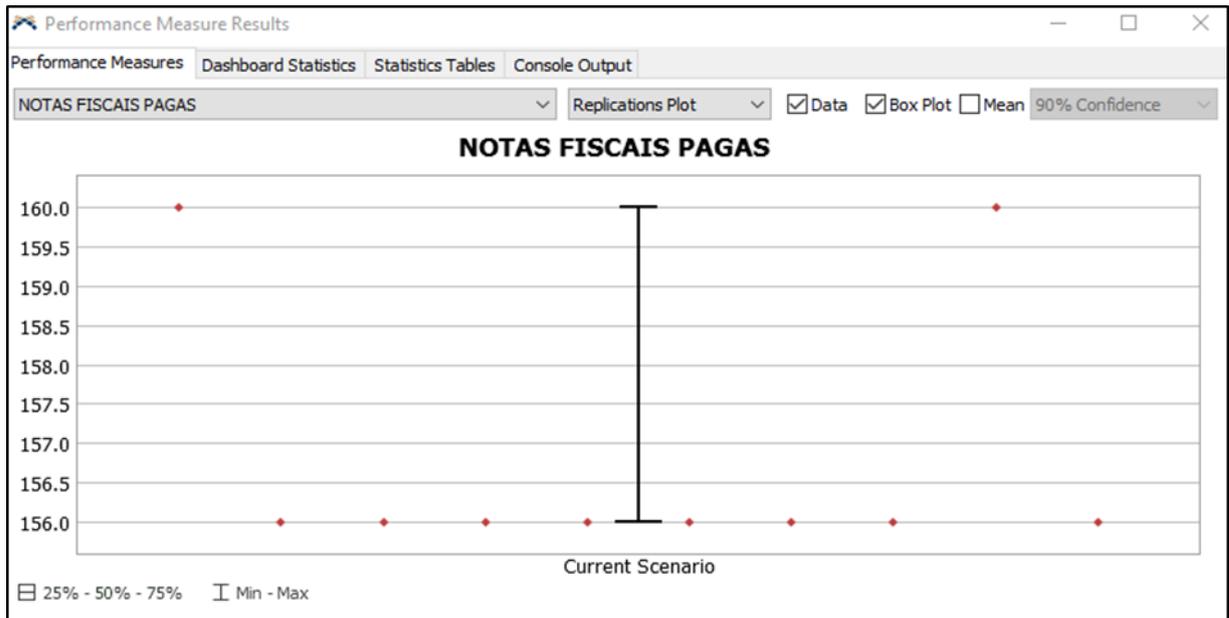
Para a construção do Modelo Operacional, modelou-se as atividades e seus respectivos tempos de ciclo, assim como as pessoas envolvidas. Entretanto, alterou-se o número de tipos de notas fiscais consideradas, tendo em vista que, no Estado Futuro, a atividade de Criação e Inserção de Guias de ISS será realizada juntamente com a Análise Contábil, não havendo necessidade de separar notas fiscais de serviço sem e com inserção de guias, pois ambas terão o mesmo fluxo de atividades. Assim sendo, estabeleceu-se somente dois tipos de notas fiscais: de materiais e de serviços, representando 48% e 52% da totalidade, respectivamente.

Além disso, a movimentação dos operadores para o transporte das notas fiscais, de uma região de trabalho para outra, foi desconsiderada em decorrência da substituição dos documentos físicos por digitais.

5.3.4 Análise Estatística

Coerentemente, para uma análise estatística, a variável de saída utilizada foi o *lead time* médio das Notas Fiscais pagas, que é uma variável contínua e foi a mesma utilizada para a validação estatística (embora também sejam apresentados os dados para Notas Fiscais Pagas). Novamente, utilizando-se a função Experimenter do FlexSim, obteve-se agora os resultados apresentados nas Figuras 27 a 30, para a variável de saída em questão, para dez replicações, os quais comprovam que a demanda de pagamento de 160 Notas Fiscais mensais será atendida regularmente.

Figura 27 – Experimento referente ao **estado futuro**: *boxplot* para notas fiscais pagas



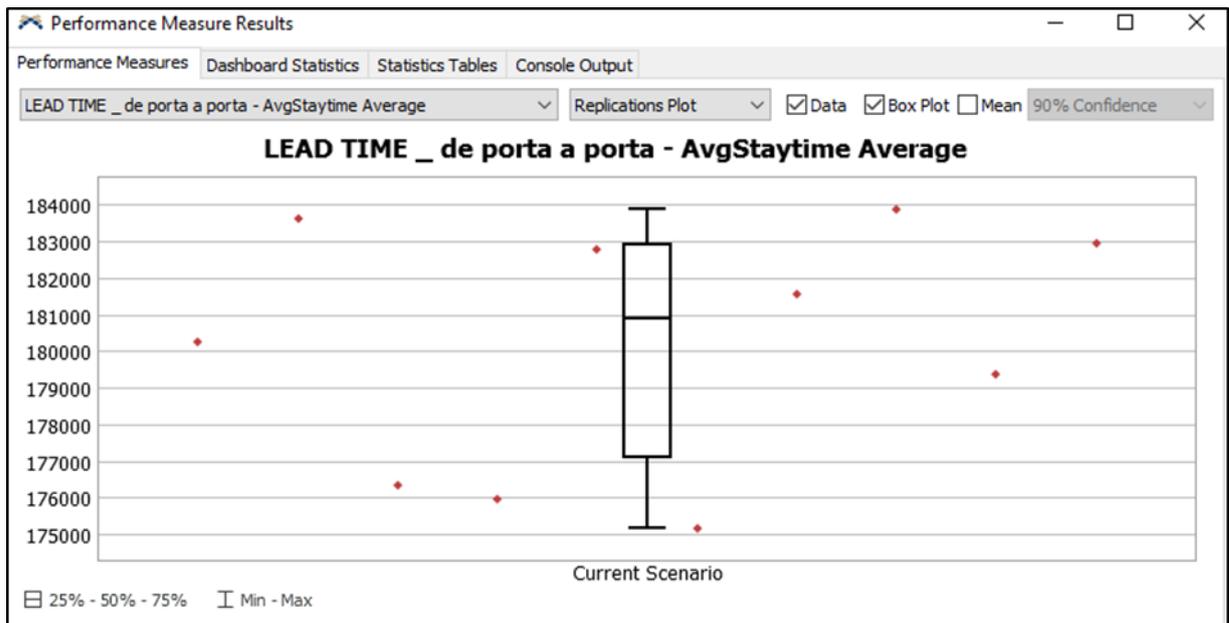
Fonte: A autora

Figura 28 – Experimento referente ao **estado futuro**: intervalo para notas fiscais pagas



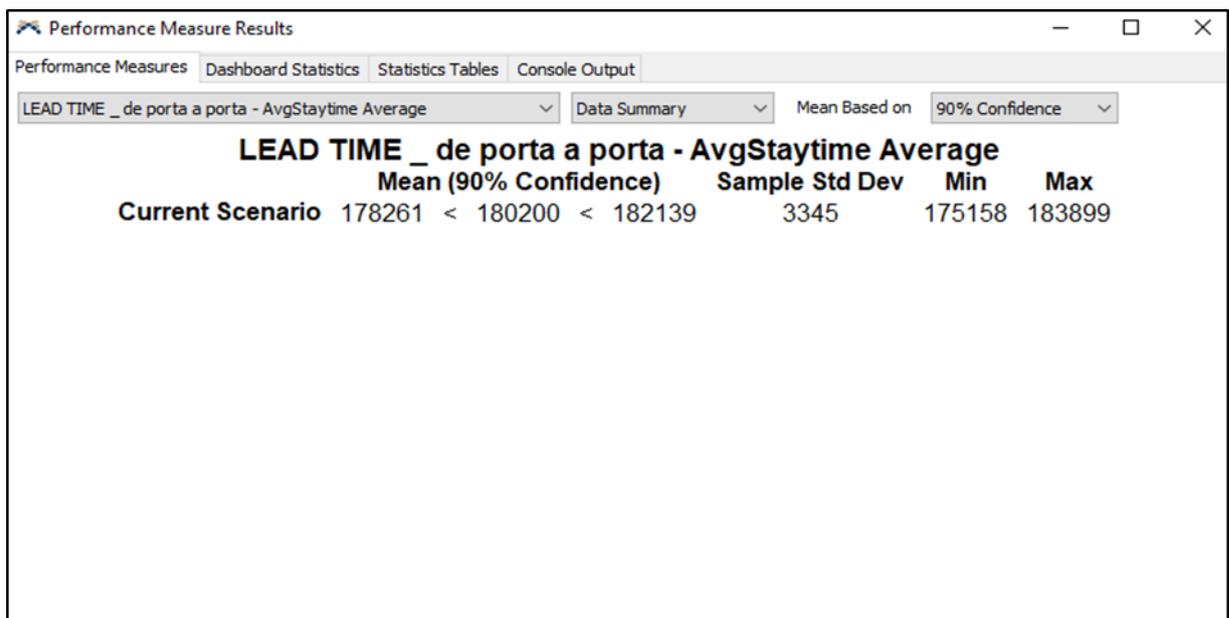
Fonte: A autora

Figura 29 – Experimento referente ao **estado futuro**: *boxplot* para *lead time* de porta a porta



Fonte: A autora

Figura 30 – Experimento referente ao **estado futuro**: intervalo para *lead time* de porta a porta

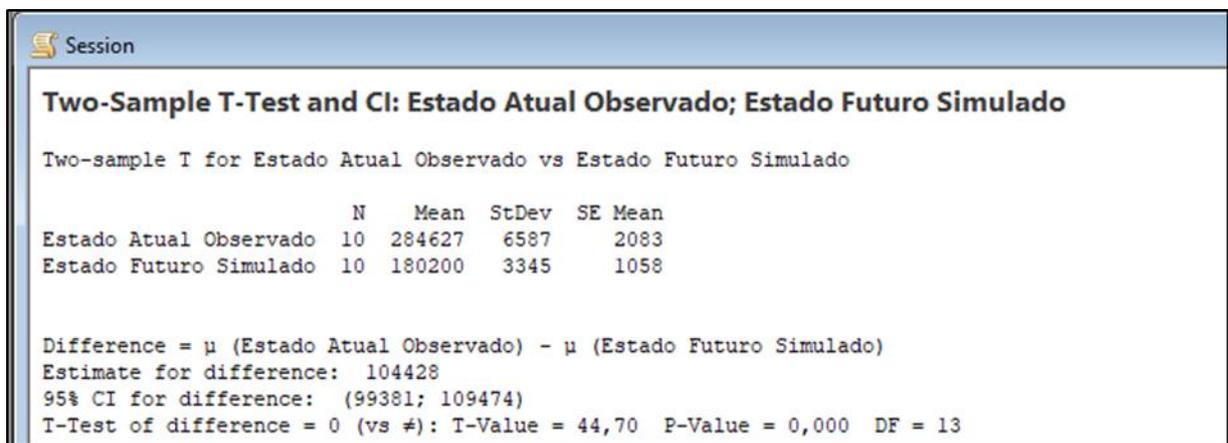


Fonte: A autora

Esta análise estatística é encerrada com uma comprovação estatística das melhorias, apresentada pela Figura 31, utilizando-se como variável o *lead time* médio, pelos motivos já explicitados. A partir dos resultados apresentados na Figura 31, é possível concluir que há evidências estatísticas para se rejeitar a hipótese nula de igualdade para os dados referentes aos *lead times* médios observados (reais) e simulados, uma vez que o *P-Value* foi de 0,000.

Portanto, menor que 0,05, em uma condição de 95% de confiança. Isso comprova estatisticamente a melhoria do *lead time* do estado futuro em relação ao do estado atual, quando aplicadas as melhorias propostas, alinhadas ao pensamento enxuto. Para deixar ainda mais evidente, a Figura 32 apresenta lado a lado o *box splot* dos *lead times* reais do estado atual e simulados do estado futuro, bem como uma análise de capacidade para o estado futuro simulado, apontando para controle e estabilidade. A utilização da carta I-MR ocorreu pelo fato de se tratar de grupos de tamanho unitários.

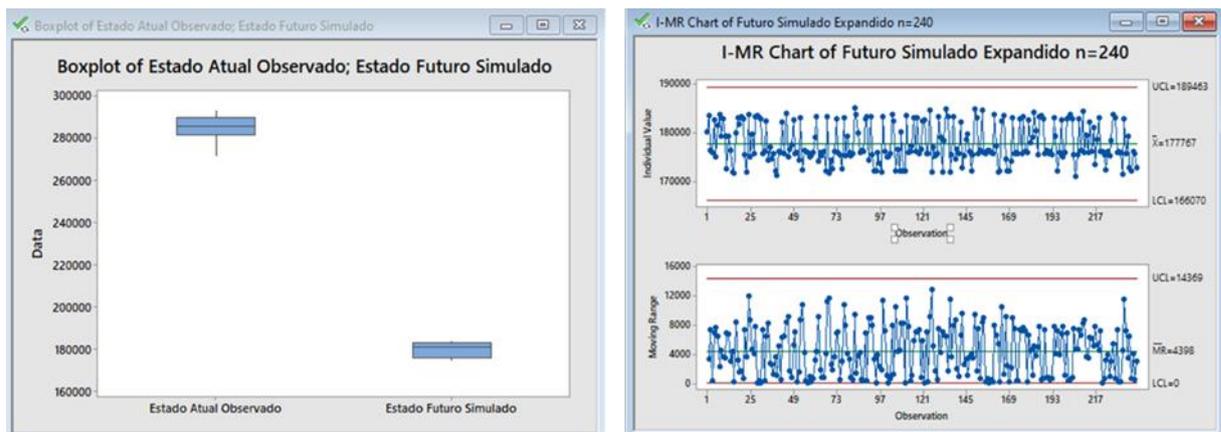
Figura 31 – Teste 2 Sample t entre os estados atual observado e o estado futuro simulado



P-Value < 0,05 – Há evidência estatística para rejeitar a hipótese nula de igualdade (Comprovação estatística)

Fonte: A autora

Figura 32 – Boxplot e Carta de Controle I-MR do estado futuro simulado expandido para n = 240

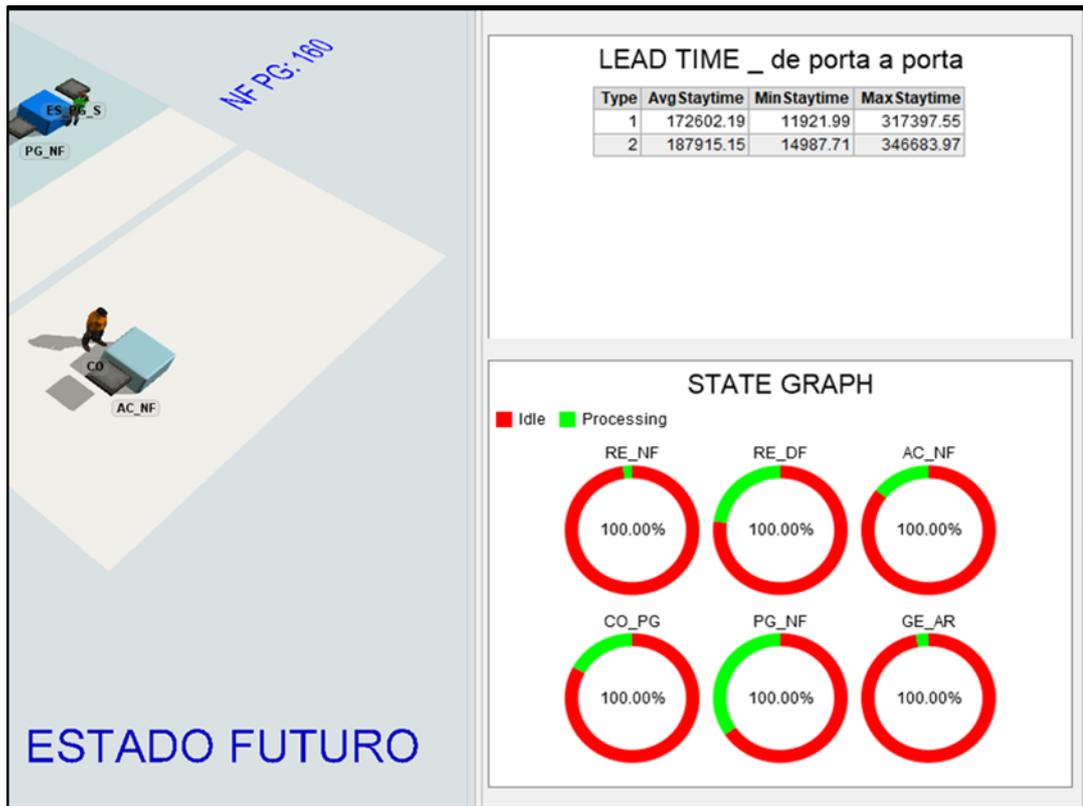


Validação estatística da melhoria e comprovação de estabilidade esperada

Fonte: A autora

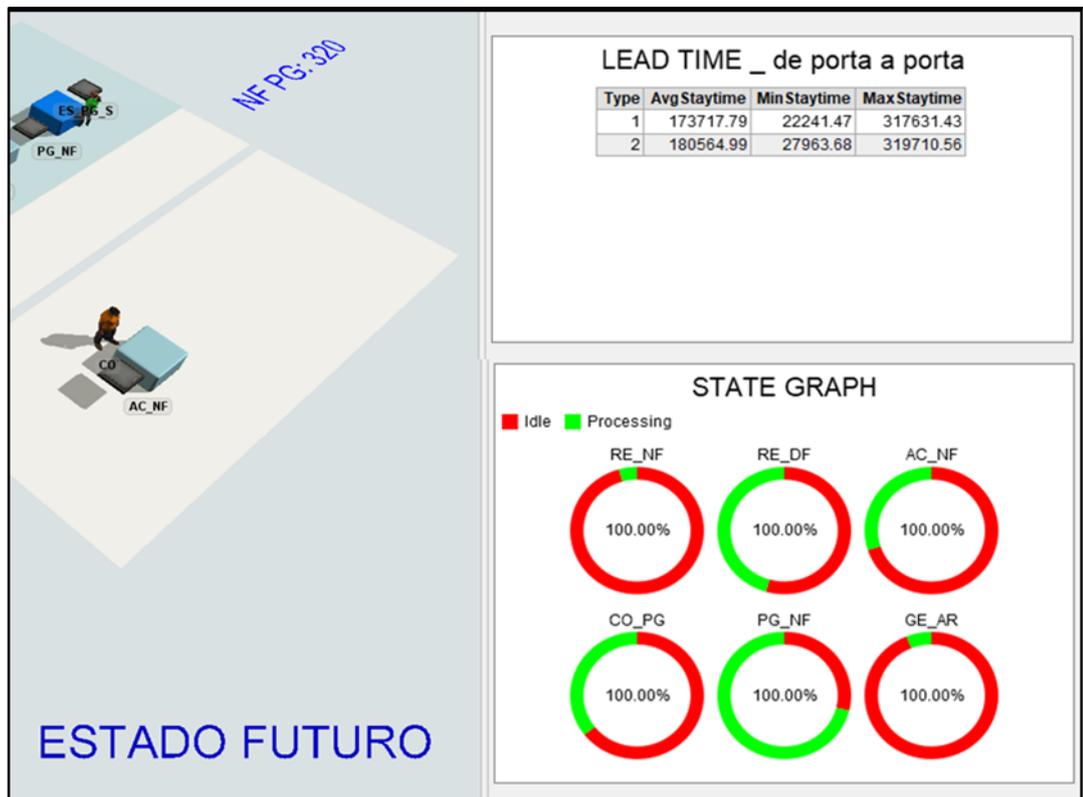
Para encerrar, foi feita uma projeção de capacidade para o estado futuro, cujos resultados estão apresentados nas Figuras 33 e 34, os quais mostram que é possível atender mais de 320 por mês.

Figura 33 – Simulação do estado futuro com análise de utilização



Fonte: A autora

Figura 34 – Simulação do estado futuro com projeção de capacidade adicional



Fonte: A autora

5.3.5 Conclusões e recomendações

5.3.5.1 Com base nos MFV dos estados atual e futuro

Dispondo-se dos desenhos do Estado Atual e Futuro, assim como dos Modelos Computacional e Operacional, pode-se concluir que a adequação do processo de Liquidação de Notas Fiscais ao meio eletrônico trará muitos benefícios ao setor.

Com o MFV, pode-se notar que o Tempo de Agregação de Valor do processo irá diminuir de 58m30s para 37m, devido à diminuição dos tempos de ciclo das atividades. Porém, o mais importante é que o *Lead Time* do processo será reduzido em, aproximadamente, 15%, de 115h45m para 97h53m.

Por meio de análise do Mapa do Estado Futuro em relação ao Mapa do Estado Atual é possível evidenciar ganhos promovidos pela informatização do processo. Com o processo informatizado o tempo para a realização da atividade de recebimento passou por uma redução de 90 segundos, devido a exclusão do protocolo manual, que demandava assinatura e conferência, necessitando apenas de um comando no sistema e o cadastro tornou-se mais simples devido os dados já se apresentarem informatizados.

Com a informatização do processo o recebimento no departamento financeiro passou por uma redução de 21 minutos e 30 segundos quando a nota fiscal é de serviço e de 20 minutos quando nota fiscal de material. Com os documentos em meio digital é necessário apenas salvar os documentos nas pastas correspondentes e inserir as informações no sistema, que por muitas vezes, podem ser copiados, que reduz a possibilidade de erro. A redução no tempo de trabalho com as notas fiscais de serviço também ocorre devido a eliminação do retrabalho que, no Mapa do Estado Atual, gastava-se 90 segundos para inserir a guia no sistema, pois o código deve ser digitado e, no Mapa do Estado Futuro a guia chega junto à nota fiscal, sendo já inserida no SIAFI no mesmo momento.

A etapa de conferência antes do pagamento com a informatização sofreu redução de 4 minutos, pois já se apresentam nas pastas correspondentes (arquivos digitais internos), não sendo necessário realizar a separação manual, como em documentos físicos.

A atividade de gerar arquivos, denominada como imprimir documentos no Mapa do Estado Atual é que sofreu a maior redução de tempo de 27 minutos para 2 minutos, redução esta que se dá devido a exclusão da impressão em meio físico, que demandava diversas etapas, como deslocamento até a impressora, separação dos documentos, carimbar e numerar as páginas até que estas estejam prontas para serem arquivadas. Enquanto que, com a

informatização é possível gerar os arquivos e salvá-los nas pastas correspondentes e rapidamente inseri-los no SIPAC para serem arquivados.

A redução no *Lead Time* se dá pela informatização do processo alinhada à eliminação dos desperdícios que reduzem significativamente a espera entre as etapas do processo, que sobretudo, é vista na finalização da atividade no Estado Futuro com as transferências deixando de ocorrer em lote, passando a acontecer item a item.

A informatização do processo reduz, além dos evidenciados nos Mapas, os custos da instituição com água, luz, internet, equipamentos, pois permite a realização das atividades por meio de tele trabalho, sem comprometer a eficiência da atividade, permanecendo inalterada e executada plenamente.

5.3.5.2 Com base nos experimentos planejados e simulados

Também foi feita uma projeção de capacidade para o estado futuro, cujos resultados estão apresentados nas Figuras 33 e 34, os quais mostram que é possível atender mais de 320 notas por mês.

Os resultados apresentados mostram não somente uma redução do *lead time* médio do estado atual para o estado futuro simulado, como também um ganho expressivo de capacidade. O *lead time* médio do estado atual, que ficou acima dos 270.000 segundos, ou 75 horas efetivas de trabalho, foi reduzido no estado futuro para algo em torno de 180.000 segundos, ou 50 horas efetivas de trabalho. Ou seja, uma redução de 33,33%. Já a quantidade de notas pagas, que era de no máximo 145 por mês, segundo dados reais levantados do estado atual, foi aumentada no estado futuro para acima de 320. Ou seja, um aumento acima de 120%. Deste modo, os experimentos executados mostram que, a extinção dos documentos físicos associada a um fluxo de atividades enxuto, possibilitará que as atividades do processo sejam realizadas com maior agilidade e menos desperdícios, resultando no atendimento da demanda atual e futura do setor. E tudo isso, sem recursos humanos adicionais. A diferença entre os resultados obtidos através do MFV e da SED ocorrem porque o MFV é estático e determinístico, representando o sistema naquele momento da coleta de dados e sem levar em conta as variabilidades. Já a SED é dinâmica e estocástica, representando o sistema em diferentes momentos e levando em conta as variabilidades. Isso, também, reforça a sinergia da integração entre MFV e SED, proposta neste trabalho.

5.3.6 Uma proposta preliminar simplificada de elaboração do plano de implementação

O passo final do método de Simulação integrada às etapas do MFV é preparar e aplicar o plano de implementação. Este, segundo Rother e Shook (2009), descreve de forma sucinta como chegar ao Estado Futuro.

Como dito anteriormente o plano de implementação é uma atividade de descrição dos prazos, metas, responsáveis entre outros, portanto este será apresentado por meio da ferramenta 5W2H. O quadro 5 apresenta o plano de implementação.

Quadro 5 – 5W2H

What	Why	Who	Where	When	How	How much
Informatização dos processos administrativos	De acordo com a Gestão sem Papel da instituição	Tecnologia da informação em conjunto com os gestores departamentais	Diretoria de Contabilidade e Finanças	A partir de 2020	Ampliação da utilização das ferramentas operacionais disponíveis na instituição. Como o SIPAC	Custo de manutenção do sistema SIG e custo de infraestrutura de informática

Fonte: A autora

6. CONCLUSÃO

Tratando-se da resistência ao *Lean*, na literatura estudada para a condução da Revisão Sistemática da Literatura, ela destacou-se como uma dificuldade para as pesquisas anteriores, deixando uma lacuna, que esse trabalho se propôs a minimizar por meio da SED, já que ao utilizar esse método é possível visualizar antecipadamente o cenário das mudanças, a qual, permite demonstrar aos envolvidos os benefícios advindos da adoção dos conceitos enxutos nos processos de trabalho. A literatura apresenta ainda, uma outra lacuna, apesar de todas as vantagens da simulação, ela ainda é pouco empregada, dado que esse método foi utilizado por apenas um estudo analisado. Neste sentido, o presente trabalho atinge seus objetivos, ao utilizar a Simulação a Eventos Discretos para avaliar os resultados esperados pela proposta de implementação dos conceitos e ferramentas enxutas e ao conduzir uma Revisão Sistemática de Literatura, identificando nos trabalhos já publicados resultados alcançados, dificuldades identificadas e soluções implantadas, assim como a utilização da SED para reduzir a resistência das pessoas à implantação dos conceitos enxutos em ambientes administrativos.

Para avaliar os resultados esperados pela proposta de implementação dos conceitos enxutos, foi utilizada a Simulação integrada às etapas do MFV em um processo do ambiente administrativo público, objeto de estudo deste trabalho. Dentre as atividades executadas pelo setor optou-se pelo processo de Liquidação de Notas Fiscais, o qual, no Estado Futuro os documentos utilizados para a realização da atividade e seu produto final deixa de existir em meio físico (papel) passando a tramitação ocorrer apenas por meio eletrônico. A seguir, são apresentadas conclusões mais práticas quanto ao trabalho.

6.1 Conclusões práticas com base nos MFV dos estados atual e futuro

Utilizando-se do MFV construiu-se o Mapa do Estado Atual e verificou-se que o processo apresentava *Lead Time* de 115h 45m e Tempo de Agregação de Valor de 58m 30s e uma demanda de 160 notas fiscais mensais operando com a capacidade de 140 a 145 mensais. Utilizando-se da simulação, por meio do *software* Flexsim pode-se consolidar os dados inseridos no mapa do estado atual e validar o modelo.

Com ações de melhoria para a substituição dos documentos físicos para tramitação eletrônica e eliminação dos desperdícios de transporte, movimentação, estoque e espera construiu-se o Mapa do Estado Futuro que demonstrou que o processo pode apresentar *Lead Time* de 97h 53m e Tempo de Agregação de Valor de 37m. A simulação permitiu visualizar o

atendimento da demanda a extinção da transferência em lote que sobrecarregava o processo em determinado período.

A informatização do processo alinhada a eliminação do desperdício de retrabalho possibilitou reduzir em 9h o *Lead Time* do processo com a análise contábil ocorrendo antes do recebimento da nota fiscal no departamento financeiro e em 8h 45m com a eliminação da impressão em meio físico, sendo realizado apenas o arquivo do documento eletrônico gerado.

Ao conduzir a Revisão Sistemática de Literatura foi possível identificar o que a literatura apresenta quanto aos resultados, as dificuldades e soluções apresentadas em estudos anteriores a esse, como proposto nos objetivos. Foi evidenciado que a resistência ao *Lean*, é associada à redução de custos com diminuição do efetivo da força de trabalho, assim como a dificuldade de se enxergar os benefícios.

6.2 Conclusões práticas com base nos experimentos planejados e simulados

Os resultados apresentados mostram não somente uma redução do *lead time* médio do estado atual para o estado futuro simulado, como também um ganho expressivo de capacidade. O *lead time* médio do estado atual, que ficou acima dos 270.000 segundos, ou 75 horas efetivas de trabalho, foi reduzido no estado futuro para algo em torno de 180.000 segundos, ou 50 horas efetivas de trabalho. Ou seja, uma redução de 33,33%. Já a quantidade de notas pagas, que era de no máximo 145 por mês, segundo dados reais levantados do estado atual, foi aumentada no estado futuro para acima de 320. Ou seja, um aumento acima de 120%. Deste modo, os experimentos executados mostram que, a extinção dos documentos físicos associada a um fluxo de atividades enxuto, possibilitará que as atividades do processo sejam realizadas com maior agilidade e menos desperdícios, resultando no atendimento da demanda atual e futura do setor. E tudo isso, sem recursos humanos adicionais. A diferença entre os resultados obtidos através do MFV e da SED ocorrem porque o MFV é estático e determinístico, representando o sistema naquele momento da coleta de dados e sem levar em conta as variabilidades. Já a SED é dinâmica e estocástica, representando o sistema em diferentes momentos e levando em conta as variabilidades. Isso, também, reforça a sinergia da integração entre MFV e SED, proposta neste trabalho.

6.3 Limitações da pesquisa e propostas para trabalhos futuros a partir das contribuições

Obviamente, o presente trabalho possui limitações, já que o objetivo geral está restrito à utilização da Simulação a Eventos Discretos para avaliar antecipadamente os resultados esperados pela implantação dos conceitos enxutos na Diretoria de Contabilidade e Finanças de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Conseqüentemente, a pesquisa não se estende à aplicação efetiva da proposta e nem à avaliação da redução da resistência das pessoas à implantação desses conceitos em tal ambiente, tornando essa uma proposta natural para trabalhos futuros.

Caso trabalhos futuros venham a ser realizados, aplicando efetivamente a proposta e avaliando a redução da resistência das pessoas à implantação dos conceitos enxutos no ambiente, objeto de estudo, seria interessante coletar novos dados, visto que esse trabalho utilizou uma pequena amostra, devido as atividades presenciais terem sido interrompidas (para uma parte da equipe total e outra parcial), em virtude da pandemia COVID-19.

Em suma, considerando os resultados obtidos pela aplicação e análise dos resultados e limitações do estudo apresentado, uma função que este cumpre é a de mostrar a equipe da Diretoria de Contabilidade e Finanças, a Instituição em si, como um todo e, indo um pouco além, toda comunidade pagadora de impostos que a adoção dos conceitos enxutos, especificamente no caso estudado da mudança na tramitação de documentos físicos por meio eletrônico, permite reduzir os custos de execução das atividades.

REFERÊNCIAS

- ABDULMALEK, F. A.; RAJGOPAL, J. 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, 2007.
- AIJ, K. H.; VISSE, M.; WIDDERSHOVEN, G. A. M. Lean leadership: an ethnographic Study. **Leadership in Health Services**, v. 28, n. 2, p. 119-134, 2015.
- ALMEIDA, J. P. L.; GALINA, S. V. R.; GRANDE, M. M.; BRUM, D. G. Lean thinking: planning and implementation in the public sector, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 8 n. 4, p. 390-410, 2017.
- ANTONY, J.; RODGERS, B.; CUDNEY, E. A. Lean Six Sigma for public sector organizations: is it a myth or reality?, **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34 n. 9, p. 1402-1411, 2017.
- ANTONY, J.; RODGERS, B.; GIJO, E. V. Can Lean Six Sigma make UK public sector organisations more efficient and effective?, **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65 n. 7, p. 995-1002, 2016.
- ANTONY, J.; RODGERS, B.; CUDNEY, E. A. Lean Six Sigma for public sector organizations: is it a myth or reality?, **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34, n. 9, p. 1402-1411, 2017.
- ANTONY, J.; RODGERS, B.; COULL, I.; SUNDER, V. Lean Six Sigma in policing services: A case study from an organisational learning perspective, **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 67, n 5, p. 935-940, 2018.
- BAINES, D.; CHARLESWORTH, S.; TURNER, D.; O'NEILL, L. Lean social care and worker identity: The role of outcomes, supervision and mission. **Critical Social Policy**, v. 34, n. 4, p. 433-453, 2014.
- BANKS, J. (ED.). **Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice**. 1. ed. New York: John Wiley and Sons Inc., 1998.
- BARRAZA, M. F. S.; PUJOL, J. R. Implementation of Lean-Kaizen in the human resource service process: A case study in a Mexican public service organisation, **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21 n. 3, p. 388-410, 2010.
- BARRAZA, M. F. S.; SMITH, T.; PARK, S. M. D. Lean-kaizen public service: na empirical approach in Spanish local governments, **The TQM Journal**, v. 21 n. 2, p. 143-167, 2009.
- BATEMAN, N.; HINES, P.; DAVIDSON, P. Wider applications for Lean: An examination of the fundamental principles within public sector organisations. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 63, n. 5, p. 550-568, 2014.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002.

CARTER, B.; DANFORD, A.; HOWCROFT, D.; RICHARDSON, H.; SMITH, A.; TAYLOR, P. Taxing Times: Lean Working and the Creation of (In)Efficiencies in HM Revenue and Customs, **Public Administration**, v. 91, n. 1, p. 83-97, 2013.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de eventos discretos: teoria e aplicações**. 3 ed. São Paulo: Editora dos Autores, 2010.

CORREA, J. E.; MELLO, C. H. P.; PEREIRA, T. F. Uso de simulação de eventos discretos para avaliação de uma linha de montagem de uma empresa do ramo automotivo e os impactos do fator humano. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 6, 2015.

DANIELSSON, C. B. An explorative review of the Lean office concept, **Journal of Corporate Real Estate**, v. 15, n. 3/4, p. 167-180, 2013.

DORA, M.; GOUBERGEN, D. V.; KUMAR, M.; MOLNAR, A.; GELLYNCK, X. Application of lean practices in small and médium-sized food enterprises. **British Food Journal**, v. 116, n. 1, p. 125-141, 2014.

ELIAS, A. A. Stakeholder analysis for Lean Six Sigma project management, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 4, p. 394-405, 2016.

FLETCHER, J. Opportunities for Lean Six Sigma in public sector municipalities, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 9, n: 2, p. 256-267, 2018.

FREITAS, R. C.; FREITAS, M. C. D.; MENEZES, G. G.; ODORCZYK, R. S. Lean Office contributions for organizational learning, **Journal of Organizational Change Management**, v. 31, n 5, p. 1027-1039, 2018.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1 ed. Porto Alegre, UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo, Atlas, 1999.

GONG, Y.; JANSSEN, M. Demystifying the benefits and risks of Lean service innovation: a banking case study. **Journal of Systems and Information Technology**, v. 17, n. 4, p. 364-380, 2015.

HARRELL, C.; GHOSH, B.K.; BOWDEN, R.O. **Simulation using promodel**. Boston: McGraw-Hill, 2011.

HILLS, M. Assuring organisational resilience with lean scenario-driven exercises. **International Journal of Emergency Services**, v. 4, n. 1, p. 37-49, 2015.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean: A guide to implementation**. Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK, 2000.

JANSSEN, M.; ESTEVEZ, E. Lean government and platform-based governance – Doing more with less, **Government Information Quarterly**, 30, S1-S8, 2013.

JENSEN, J. K. Trimming the social body: An analysis of Lean management among family counsellors in a Danish municipality, **Journal of Organizational Ethnography**, v. 6, n. 2, p. 68-86, 2017.

KEYTE, B.; LOCHER, D. **The Complete Lean Enterprise: Value stream mapping for administrative and office processes**. New York: Productivity Press, 2004.

KREGEL, I; CONERS, A. Introducing Lean Six Sigma to a German municipality: na action research report, International, **Journal of Lean Six Sigma**, v. 9, n. 2, p. 221-237, 2018.

LAW, A. M. **Simulation Modeling and Analysis**. 5. ed. Boston: McGraw-Hill, 2015.

LEAL, F., ALMEIDA, D. A. de e MONTEVECHI, J. A. B. Uma proposta de técnica de modelagem conceitual para a simulação através de elementos do IDEF. In: **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, João Pessoa-PB: Anais XL, 2008.

LEEMIS, L. M.; PARK, S. K. **Discrete event simulation: a first course**. Pearson Prentice Hall, 2006.

LOBAO, L. M.; HOOKS, G. Public Employment, Welfare Transfers, and Economic Well-Being across Local Populations: Does a Lean and Mean Government Benefit the Masses?, **Social Forces**, v. 82, n. 2, p. 519-556, 2003.

LUO, J.; BROZOVSKY, J. Lean Accounting and Information Adjustment in Efficient Industries: Assimilation Ahead?, **Academy of Accounting and Financial Studies Journal**, v. 17, n. 4, p. 1-10, 2013.

MAALOUF, M.; GAMMELGAARD, B. Managing paradoxical tensions during the implementation of lean capabilities for improvement, **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, n. 6, p. 687-709, 2016.

MADSEN, D. O.; RISVIK, S.; STENHEIM, T. The diffusion of Lean in the Norwegian municipality sector: Na exploratory survey, **Cogent Business & Management**, v. 4, p. 1-25, 2017.

MEZA, D.; JEONG, K. Measuring efficiency of lean six sigma Project implementation usig data envelopment analysis at NASA. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 6, p. 401-422, 2013.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; COSTA, S. E. G.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MONTEVECHI, J. A. B.; LEAL, F.; PINHO, A. F.; COSTA, R. F.; OLIVEIRA, M. L. O.; SILVA, A. L. F. Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: An

application in a Brazilian tech company. In: **Winter Simulation Conference**. Proceedings... Baltimore, MD: 2010.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAOLI, F. M. P.; ANDRADE, V. F. S.; LUCATO, W. C. O conceito de Lean Office aplicado a um ambiente industrial com produção ETO – Engineer-to-Order, **Exacta**, v. 12, n. 1, p. 43-53, 2014.

PEDERSEN, E. R. G.; HUNICHE, M. Determinants of lean success and failure in the Danish public sector: A negotiated order perspective, **International Journal of Public Sector Management**, v. 24 n. 5, p. 403-420, 2011.

PRICE, O. M.; PEPPER, M.; STEWART, M. Lean Six Sigma and the Australian business excellence framework: An exploratory case within local government, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 9, n. 2, p. 185-198, 2018.

RADNOR, Z. Transferring Lean into government, **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21 n. 3, p. 411-428, 2010.

RADNOR, Z.; JOHNSTON, R. Lean in UK Government: internal efficiency or customer service. **Production Planning and Control**, v. 24, p. 903-915, 2013.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.

SANTOS, C. H. Utilização da simulação para tomada de decisões no contexto da indústria 4.0: uma aplicação inserida no conceito de gêmeo digital. 107 f. Dissertação Mestrado - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

SERAPHIM, E. C.; SILVA, I.B.; AGOSTINHO, O. L. Lean Office em organizações militares de saúde: estudo de caso do Posto Médico da Guarnição Militar de Campinas, **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 389-405, 2010.

SHARARAH, M. A.; EL-KILANY, K. S.; EL-SAYED, A. E. Component bas zed modeling and simulation of value stream mapping for lean production systems. In: **FAIM Conference**, p. 881-888, 2010.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, I. B.; SERAPHIM, E. C.; AGOSTINHO, O. L.; JUNIOR, O. F. L.; BATALHA, G. F. Lean office in health organization in the Brazilian Army, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 6 n. 1, p. 2-16, 2015.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, 4 ed. rev. atual., Florianópolis: UFSC, 2005.

SKOOGH, A.; PERERA, T.; JOHANSSON, B. Input data management in simulation – Industrial practices and future trends. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 29, p. 181-192, 2012.

SMITH, R. Policing in austerity: time to go lean?, **International Journal of Emergency Services**, v. 5, n. 2, p. 174-183, 2016.

SOLDING, P.; GULLANDER, P. Concepts for simulation based value stream mapping. In: Simulation Conference (WSC), **Proceedings of the 2009 Winter**. p. 2231-2237, IEEE, 2009.

TAPPING, E.; SHUKER, T. **Lean Office: gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas – 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas**. 1 ed. São Paulo: Leopardo, 2010.

THEDVALL, R. Managing preschool the LEAN way. Evaluating work processes by numbers and colours. **European Association of Social Anthropologists**, v. 23, n. 1, p. 42-52, 2015.

TRIPP, D. Pesquisa-Ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

TURATI, R. C., MUSETTI, M. A. Aplicação dos conceitos de Lean office no setor administrativo público, **26º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, ENEGEP, ABEPRO, Fortaleza, p. 1-9, 2006.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Pesquisa-ação na Engenharia de Produção. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2010.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção: Estratégia, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, 2012.

URIARTE, A. G.; NG, A. H. C.; MORIS, M. U. Bringing together Lean and simulation: a comprehensive review, **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 1, p. 87-117, 2020.

VENDRAMINI, M.; CAGNIN, F.; OLIVEIRA, M. C.; SANTOS, M. S. C. Simulation and Lean Principles: A Case Study in a Public Service in Brazil, **International Journal of Performability Engineering**, v. 12, n. 2, p. 103-113, 2016.

WOMACK, J. P.; JONES, D.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.