



Daniel Buzato de Aquino

**A implantação e gestão de um estoque
centralizado para a redução de custos de
uma universidade**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (opção profissional) do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientadora: Prof. Julia Lima Fleck

Rio de Janeiro
agosto de 2019



Daniel Buzato de Aquino

**A implantação e gestão de um estoque
centralizado para a redução de custos de
uma universidade**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (opção profissional) da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo.

Prof. Julia Lima Fleck

Orientadora

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Antônio Márcio Tavares Thomé

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Adriana Leiras

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 28 de agosto de 2019

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, da autora e do orientador.

Daniel Buzato de Aquino

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2012-2016). Estagiou e trabalhou em uma universidade por 1 ano e 6 meses (2016-2017) na área de Logística, com ênfase em controle de estoque, compras e processos. Breve participação na Blueway Consultoria (2018) com mapeamento de processos e análise de indicadores. Monitor por 2 anos (2014-2016) na disciplina Projeto do Produto pela PUC-Rio. Experiência internacional na Nova Zelândia pelo período de 1 ano (2009).

Ficha Catalográfica

Aquino, Daniel Buzato de

A implantação e gestão de um estoque centralizado para a redução de custos de uma universidade / Daniel Buzato de Aquino; orientadora: Julia Lima Fleck. – 2019.

77 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2019.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Estoque. 3. Gestão. 4. Indústria de serviço. 5. Universidade. I. Fleck, Julia Lima. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

A Deus, em primeiro lugar, que sempre me deu saúde e forças para superar todos os momentos difíceis a que eu me deparei ao longo da minha vida.

Aos meus pais, que ao longo de todos os anos da minha vida sempre estiveram ao meu lado e me apoiaram em todas as minhas escolhas.

À minha orientadora, Professora Julia Lima Fleck, por ter-me aceito entre seus mestrandos, pela atenção, disponibilidade, ensinamentos, conselhos e empenho dedicado à minha dissertação.

A todos os professores do Mestrado Profissional em Logística, pelos ensinamentos e horas de aulas dedicadas aos alunos.

A todos os meus amigos do Mestrado que foram companheiros dentro e fora de sala, além de serem parceiros de pesquisa.

A todos que são essenciais na minha vida e me fazem seguir em frente para continuar lutando e alcançar grandes sonhos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Resumo

Aquino, Daniel Buzato de; Fleck, Julia Lima. **A implantação e gestão de um estoque centralizado para a redução de custos de uma universidade.** Rio de Janeiro, 2019. 77p. Dissertação de Mestrado (opção profissional) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Estoques são importantes nas empresas atuais e podem representar uma parte significativa do patrimônio delas. Em indústrias de serviços ligadas ao ensino, como universidades, escolas ou instituições similares, existe a oportunidade de se atentar a outros fatores que potencializem o desempenho além do ensino, como por exemplo, a gestão de estoque. Esta dissertação tem como objetivo apresentar os ganhos através da implantação de um estoque centralizado na universidade, na qual compara a fase de pré-implantação com a fase de pós-implantação do projeto, além de sugerir propostas de melhorias para uma gestão mais eficiente do estoque. A contribuição do estudo é de entender as particularidades da universidade no quesito gestão de estoque, propor melhorias, analisar os ganhos e servir como referência para outras instituições de ensino. O método utilizado foi um estudo de caso *ex-post facto* combinado com políticas de estoques e métodos de estimativas, tais como: políticas de estoques (s, Q), (s, S), (R,S), (R, s, S), curva ABC, classificação XYZ, política de duas gavetas e o algoritmo de Wagner-Whitin. Ao término do estudo, concluiu-se que com o projeto implementado, a universidade apresentou melhorias qualitativas: processo integrado entre as áreas, compras qualificadas, maior controle dos materiais e dos serviços, atividades apoiadas pelo sistema. Já se tratando de melhorias quantitativas: houve uma redução dos gastos com materiais em aproximadamente 22% e um aumento do número de serviços realizados e computados em aproximadamente 26%, na comparação do ano de pré-implantação com o de pós-implantação do projeto. Por fim, para novas pesquisas sugere-se que sejam utilizadas novas variáveis para complementar os resultados, tais como: tempo de realização de um serviço, quantidade de materiais comprados e gastos, tempo de fila para retirada de materiais. Além disso, uma outra variável a ser considerada é o preço médio do item ou o preço praticado a cada compra, e não o último preço unitário do item.

Palavras-chave

Estoque; Gestão; Indústria de serviço; Universidade.

Abstract

Aquino, Daniel Buzato de; Fleck, Julia Lima (Advisor). **Implementation and management of a centralized inventory for cost reduction in a university**. Rio de Janeiro, 2019. 77p. Dissertação de Mestrado (opção profissional) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Stocks are important in today's companies and can be an important part of their assets. In service industries related to education such as universities, schools or similar institutions, there is an opportunity to look at other factors that improve performance beyond education, such as stock management. This dissertation aims to show the results of the implantation of a centralized stock in the university, which compares before the implementation phase with after the implementation phase of the project, besides suggesting improvement proposals for a more efficient stock management. The contribution of the study is to understand the particularities of the university in terms of stock management, propose improvements, analyze gains and serve as a reference for other educational institutions. The method used was an ex post facto case study combined with stock policies and estimation methods such as: stock policies (s, Q), (s, S), (R, S), (R, s, S), ABC curve, XYZ classification, two drawer policy and Wagner-Whitin algorithm. At the end of the study, it was concluded that with the project implemented, the university showed qualitative improvements: integrated process between areas, qualified purchases, greater control of materials and services, activities supported by the system. In terms of quantitative improvements: materials costs were reduced by approximately 22% and the number of services done and computed increased by approximately 26% compared to the year before the implementation and after the implementation of the project. Finally, for new researches it is suggested that new variables can be used to complement the results, such as: time taken to do a service, quantity of materials purchased and spent, queue time to take the materials. In addition, another variable to consider is the average price of the item or the price for each purchase, and not the last unit price of the item.

Keywords

Stock; Management; Service Industries; University.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Problematização	14
1.2. Objeto de Estudo	15
1.3. Objetivo Geral	16
1.4. Objetivos Específicos	16
1.5. Organização do Trabalho	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1. O estoque	18
2.2. <i>Economic Order Quantity</i> (EOQ) / Lote Econômico de Compras (LEC)	21
3. METODOLOGIA	23
3.1. Método de estudo de caso ex-post facto	23
3.1.1. Identificar as perguntas de pesquisa	23
3.1.2. Classificar a pesquisa	24
3.1.3. Identificar o projeto de pesquisa e a unidade de análise	25
3.1.4. Coleta de dados	25
3.1.4.1. Fase de pré-implementação	26
3.1.4.2. Fase de pós-implementação	28
3.2. Políticas de estoques e métodos de estimativas	28
3.2.1. Controle Ponto de Pedido – Lote de Encomenda (s, Q)	30
3.2.2. Controle Ponto de Pedido – Nível de Reposição (s, S)	30
3.2.3. Controle Cíclico (R, S)	31
3.2.4. Combinação do Controle Ponto de Pedido – Nível de reposição e Controle Cíclico (R, s, S)	32
3.2.5. Curva ABC	33
3.2.6. Classificação XYZ	34
3.2.7. Política de “duas gavetas”	35
3.2.8. Algoritmo de <i>Wagner-Whitin</i> (WW)	35
4. ABORDAGEM PRÁTICA E PROPOSTAS DE MELHORIAS	38
4.1. Análise dos dados de pré-implementação do projeto	38

4.1.1.	A estrutura da Universidade	38
4.1.2.	As áreas tratadas e suas funcionalidades	40
4.1.3.	Análise crítica das áreas tratadas	43
4.1.4.	O processo de pré-implementação	44
4.2.	Análise dos dados de pós-implementação do projeto	46
4.2.1.	A implantação do estoque centralizado	46
4.2.2.	Análise crítica das áreas tratadas	47
4.2.3.	O processo de pós-implementação	49
4.3.	Consolidação dos dados e análise dos resultados	51
4.3.1.	Comparação das fases de pré-implementação e pós-implementação	51
4.3.2.	Resultados gerais	53
4.4.	Propostas de melhorias	56
4.4.1.	Classificação ABC, Classificação XYZ e Classe O	57
4.4.2.	Política de controle, análise do consumo, previsão da demanda e tamanho de pedido	61
4.4.2.1.	SKUs de classe A	65
4.4.2.2.	SKUs de classe B	67
4.4.2.3.	SKUs de classe C e classe O	70
5.	CONCLUSÃO	72
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

Lista de Figuras

Figura 1 - Indicadores indústrias de ensino e consumo	15
Figura 2 - Gráfico Dente de Serra	20
Figura 3 - Controle Ponto de Pedido - Lote de Encomenda	30
Figura 4 - Política (s, S)	31
Figura 5 - Política de controle (R, S)	32
Figura 6 - Gráfico Curva ABC	34
Figura 7 - Hierarquia da universidade	39
Figura 8 – Hierarquia da área tratada	40
Figura 9 - Estado das OS	41
Figura 10 - Processo de pré-implementação	45
Figura 11 - Processo de pós-implementação	50
Figura 12 - Gráfico Curva ABC na prática	60
Figura 13 - Classificação dos SKUs pela classificação ABC e XYZ	61
Figura 14 - Quantidade de SKUs pela classificação ABC e XYZ	61
Figura 15 - Exemplo do uso do pacote EOQ com 1 SKU da classe B	69
Figura 16 – Exemplo do pedido de 1 SKU de classe B	69

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Método de pesquisa	24
Tabela 2 - Dados coletados nas observações por área	27
Tabela 3 - Política de controle por classe	29
Tabela 4 - Comparação processo de pré-implementação x pós-implementação	52
Tabela 5 - Gastos com materiais corporativos em 2016-2017	54
Tabela 6 - Quantidade de OS concluída e computada em 2016-2017	55
Tabela 7 - Classificação ABC e distribuição dos SKUs (com preço e sem preço)	58
Tabela 8 - Lista dos 10 primeiros SKUs de classe A por último preço unitário	58
Tabela 9 - Lista dos 10 primeiros SKUs de classe B por último preço unitário	59
Tabela 10 - Lista dos 10 primeiros SKUs de classe C por último preço unitário	59
Tabela 11 - Divisão da quantidade dos SKUs por classe e tipo	59
Tabela 12 - Lista dos 30 SKUs analisados iniciais	62
Tabela 13 - Lista com parte dos SKUs desconsiderados	63
Tabela 14 - Lista dos 30 SKUs selecionados	64
Tabela 15 - Lista dos 30 SKUs selecionados e ordenados por prioridade	65
Tabela 16 - Métodos de estoque por classe	65
Tabela 17 - Lista dos 10 SKUs de classe A selecionados e ordenados	66
Tabela 18 - Lista dos 10 SKUs da classe B selecionados e ordenados	68
Tabela 19 - Simulação do algoritmo WW com os 10 SKUs de classe B selecionados	70

1. INTRODUÇÃO

Na atual realidade de alta competitividade no mercado, as indústrias de serviços estão buscando um diferencial para se destacar em relação à concorrência. Um desses diferenciais, por exemplo, é a existência de um estoque e sua gestão eficiente para reduzir custos e evitar faltas. Para Lee *et al.* (2000), muitas indústrias se comprometem em esforços de reengenharia para melhorar a eficiência de suas cadeias de suprimentos, conciliando oferta e demanda.

Segundo Cárdenas-Bárron *et al.* (2014), o gerenciamento de estoque é uma das atividades mais relevantes e desafiadoras para qualquer organização de manufatura e deve ser executada da maneira mais eficiente possível para alcançar o sucesso no mundo competitivo dos negócios de hoje. Já Levy e Dhruv (2000) mencionam que, no âmbito de gerenciamento da cadeia de suprimentos, não existe nada mais importante do que o gerenciamento de estoque.

Cárdenas-Bárron *et al.* (2014) ainda ressaltam como as organizações se preocupam com o gerenciamento de estoque de matérias-primas, produtos em processo e acabados, peças excedentes e equipamentos, de modo que os responsáveis pela gestão criem modelos eficientes para agir rapidamente e atender à demanda do consumidor com um alto nível de serviço.

Para Bertaglia (2006), o gerenciamento de estoque está mais ligado ao planejamento e ao controle de produtos e materiais para comercialização de bens e serviços ou na utilização para produção, sendo mais relacionado ao ramo da administração.

O estoque é parte do capital de uma indústria de serviço, por isso deve ser bem gerenciado. Segundo Silver *et al.* (2016), as indústrias de serviços, como bancos, hospitais, hotéis, restaurantes e escolas mantêm estoque de suprimentos, que deve ser administrado com cuidado pois pode ser crítico para o desempenho da empresa.

De acordo com Melo e Saito (2016), independente das dimensões de uma organização ou mesmo de seu ramo de atividades, a má administração da gestão de estoques acarreta a redução da eficiência da organização, gerando atrasos, erros e, inevitavelmente, a redução da capacidade produtiva e da otimização de seus recursos.

Segundo Daft (1983), os recursos da empresa permitem melhorar a sua própria eficiência e eficácia, sendo esses recursos considerados como os ativos, capacidades, atributos da empresa, processos organizacionais, informação e conhecimento. Uma universidade é uma empresa, na qual a mesma precisa gerir seus processos e recursos para atingir seus objetivos.

1.1. Problematização

A indústria de serviço ligada ao ensino, como uma universidade, tem como propósito oferecer e promover o ensino para os seus alunos, onde deve lidar com variáveis que afetam o seu desempenho, como por exemplo: qualificação e remuneração dos professores, quantidade de cursos oferecidos, local e ambiente adequado, entre outras. Da mesma forma em que se deve gerir as variáveis ligadas à atividade chave, que é o ensino, o mesmo deve ser feito para outras atividades que podem comprometer o desempenho da universidade. Uma dessas atividades é a gestão de estoque.

A gestão de estoque em universidades é um tema com diversos problemas a serem levantados. Castilha (2016) em seu estudo em uma universidade pública menciona alguns pontos críticos que são encontrados no estoque, como: falta de controle e organização dos materiais e do ambiente, ausência de revisões periódicas, instalações físicas inadequadas, deficiência na restrição e no controle de acesso, vulnerabilidade na segurança externa. Por outro lado, Policarpo (2012) ressalta as consequências da falta ou pouca utilização de informatização na gestão do estoque de outra universidade tratada, levantando outros pontos: utilização de planilhas e controles manuais em excesso, restrições do sistema a determinadas funções, dificuldade de acesso aos dados passados, deficiência na integração entre as atividades, atividades lentas e manuais propensas a mais erros. Santos (2012) complementa que a gestão de estoque auxilia as demais atividades da universidade e quando mal gerenciado os níveis de materiais se descontrolam e ocasionam um aumento desnecessário dos investimentos, resultando em prejuízo.

Outro ponto de vista a ser considerado é uma análise entre dois setores diferentes, como por exemplo: o ensino e o consumo. A Figura 1 ilustra a diferença na ordem de grandeza de alguns indicadores financeiros entre esses dois setores. Os valores levados em consideração são referentes aos dados contábeis do ano de 2018

da Kroton e Estácio (ensino) e Brasil Foods e Ambev (consumo). Os indicadores apresentados na Figura 1 são as médias para cada setor (% estoques/ativo total e % fornecedores/passivo total).

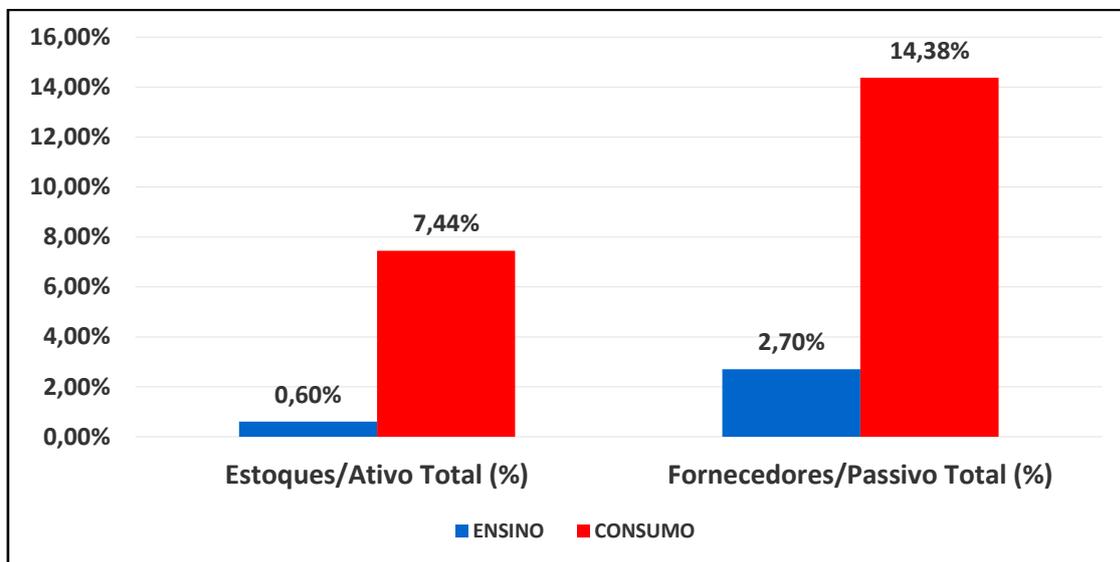


Figura 1 - Indicadores indústrias de ensino e consumo. Fonte: <http://www.b3.com.br>

A Figura 1 é ilustrativa da reduzida significância atribuída ao estoque no setor de ensino, quando comparado ao setor de consumo. Também é notável a diferença de gastos com fornecedores entre esses setores. É possível, portanto, que as indústrias de serviço ligadas ao ensino não estejam priorizando e tampouco gerindo seu estoque da maneira ideal, perdendo a oportunidade de reduzir custos totais. Logo, por mais que a atividade chave de uma universidade seja o ensino, existem outras atividades e processos relacionados ao estoque que impactam os custos e o funcionamento diário da universidade, o que permite realizar um estudo mais aprofundado nesse ramo.

1.2. Objeto de Estudo

O objeto de estudo refere-se à implantação e gestão do estoque em uma universidade. O estudo em questão contempla todas as demais áreas envolvidas diretamente com o estoque, tais como: todas as Oficinas responsáveis pela Instalação e Manutenção do campus (Obras, Bombeiro, Pintura, Carpintaria, Serralheria, Elétrica, Refrigeração, Estação de Pronto Atendimento (EPA)), Apoio

Geral aos serviços (Correio, Elevadores, Jardinagem, Seleção de Resíduos, Serviços de Limpeza, Serviços Gerais e Veículos), Materiais (compras), Tecnologia da Informação (TI) e Gestão de Serviços (*Call-Center* de Ordem de Serviço). O estoque individual dessas Oficinas está diretamente relacionado aos seus serviços, mais conhecido como Ordens de Serviços (OS), as quais utilizam uma diversidade de materiais.

1.3. Objetivo Geral

A presente dissertação busca entender e apresentar os ganhos da implantação e gestão de um estoque centralizado na universidade, comparando duas fases distintas, antes e depois da implementação do projeto. Ainda assim, a dissertação apresenta propostas de melhorias para potencializar os ganhos com uma gestão mais eficiente do estoque. Os objetivos específicos da dissertação são descritos no subcapítulo 1.4.

1.4. Objetivos Específicos

- Compreender o estoque na universidade. A dissertação tem o intuito de explorar as particularidades do estoque e das áreas envolvidas nesse setor de ensino.
- Avaliar e analisar dois processos em momentos distintos, antes e depois da implementação do projeto.
- Sugerir propostas de melhorias para uma gestão mais eficiente do estoque:
 - 1) Classificar e tratar os materiais através das classificações ABC e XYZ;
 - 2) Propor novas políticas de controle de estoque por classe de item para determinar: a frequência com que se deve saber o nível do estoque, o tamanho e quando uma ordem de reabastecimento deve ser colocada.

1.5. Organização do Trabalho

O Capítulo 2 aborda a fundamentação teórica, com o intuito de explorar o que já existe sobre estoque. O Capítulo 3 descreve a metodologia utilizada e as políticas de estoque e métodos de estimativa como referência para gestão de estoque. O Capítulo 4 é toda a abordagem prática baseada em três períodos distintos do estoque

na universidade: pré-implementação do projeto, pós-implementação e logo depois as propostas de melhorias. Por fim, o Capítulo 5 apresenta a conclusão do trabalho mostrando os ganhos do estudo e oportunidades de pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este Capítulo é referente a uma revisão da literatura para elaborar a fundamentação teórica da dissertação. Os temas abordados neste Capítulo são: as definições e importância do estoque por diferentes autores, de modo a obter os diferentes conceitos que agreguem ao estudo; Lote Econômico de Compras, o qual é um modelo antigo criado e que serviu de base para alguns modelos atuais.

2.1. O estoque

O estoque é um componente muito importante para uma empresa, uma vez que representa parte do capital dela. Os estoques podem ser insumos, materiais em processo, semiacabados e acabados, os quais são utilizados pelos diversos departamentos da empresa para satisfazer suas necessidades.

Para Silver *et al.* (2016), existem seis tipos diferentes de classificações funcionais para o estoque:

- Estoque de ciclo, se baseia em encomendar ou produzir em lotes em vez de uma unidade de cada vez. A quantidade de estoque disponível resultante desses lotes é chamada de estoque de ciclo. As razões para o reabastecimento de lotes incluem: economia de escala (devido ao grande custo de instalação), descontos de quantidade no preço de compra ou no frete e restrições tecnológicas. A quantidade de estoque de ciclo disponível depende diretamente da frequência com que os pedidos são realizados.
- *Congestion stocks*, se baseia em itens competindo por uma capacidade limitada, ou seja, existe uma acumulação dos itens aguardando a disponibilidade do uso de um mesmo equipamento.
- Estoque de segurança, se baseia na quantidade mínima mantida em estoque para garantir a incerteza da demanda e da oferta no curto prazo. Ele está diretamente relacionado com o nível de serviço ao cliente (ou seja, com que frequência a demanda do cliente é atendida). O estoque de segurança não é necessário quando a demanda e o tempo necessário para obter a entrega completa de um pedido são conhecidos com exatidão.
- Estoque antecipatório, se baseia em um estoque acumulado antes de um determinado período. Ele pode ser construído de algumas formas, tais como: um

período futuro que exista uma alta demanda, na qual o estoque é capaz de atender; a sazonalidade de um determinado suprimento; as eventuais greves ou crises, já que a oferta será menor que a demanda.

- Estoque em processo, também conhecido como *WIP (Work In Process)*, se baseia em itens em trânsito ou deslocamento, por exemplo, por meio de dutos, caminhões, vagões, entre outros.
- Estoque de desacoplamento, se baseia em um estoque específico de um item armazenado em diferentes armazéns da filial, o que torna as decisões descentralizadas.

Segundo Silver *et al.* (2016), os itens produzidos e mantidos em estoque podem diferir de várias maneiras como cor, custo, forma física, peso ou volume, além de poderem ser armazenados de diferentes formas, como em barris, caixas, gavetas, paletes ou prateleiras. Podem ser empacotados juntos ou individualmente. Os itens têm a possibilidade de serem perecíveis por validade, roubo, furto ou obsolescente por estilo ou tecnologia.

Para Ballou (2001), o estoque é usado por quatro motivos: 1) reduzir custos de transporte e de produção, 2) coordenar oferta e demanda, 3) auxiliar na produção, e 4) ajudar no processo de marketing.

O estoque é capaz de armazenar, em determinados casos, uma infinidade de produtos, tanto em termos de quantidade, como também de variedade. Além disso, pode ser responsável por um melhor planejamento das empresas, já que cobre os imprevistos de demanda por um determinado período. Diferentes tipos de empresas se preocupam com a otimização do estoque, tais como empresas comerciais, industriais e até mesmo de serviços. Segundo Marion (2007), esses tipos de empresas estocam da seguinte forma:

- Empresas comerciais: produtos prontos, disponível para o setor de vendas;
- Empresas industriais: matérias-primas que serão utilizadas na produção de produtos em processo e produtos acabados, disponível para o setor de vendas;
- Empresas de serviços: produtos para a utilização na prestação de serviços.

A demanda de cada produto no estoque e o tempo de ressuprimento são variáveis relevantes para o planejamento das empresas. O conhecimento delas facilita a previsão da quantidade a ser pedida por produto para abastecimento do estoque. Sendo assim, a quantidade dos produtos tende a diminuir/aumentar de

acordo com a demanda ou com um possível ressurgimento, o que faz com que o nível de estoque oscile ao longo do tempo. Para um melhor entendimento da oscilação do nível de estoque, é utilizado o gráfico conhecido como “Dente de Serra”, visto na Figura 2.

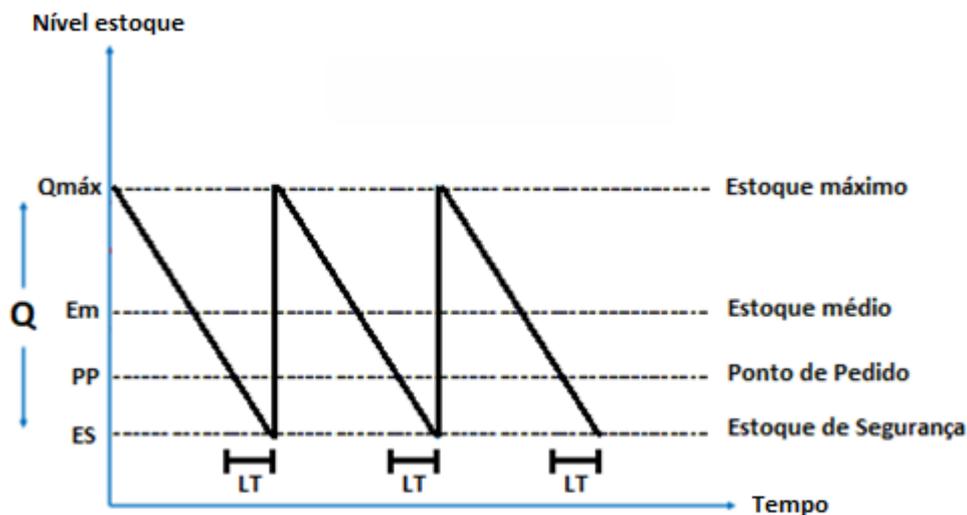


Figura 2 - Gráfico Dente de Serra. Adaptado de Oliveira *et al.* (2013)

Na Figura 2, o eixo das abscissas representa o tempo, já o eixo das ordenadas, a quantidade ou nível de estoque. Neste caso, a demanda é considerada constante. Nota-se que, o estoque é composto por inúmeros termos que são comumente utilizados, alguns deles são:

Q: Quantidade do pedido ou tamanho do lote;

$Q_{máx}$: Estoque máximo, representa a quantidade máxima permitida em estoque;

Estoque de Segurança (ES): Quantidade mínima necessária para manter o nível de estoque suficiente, evitando faltas e a incerteza de ressurgimento;

Lead Time (LT) ou tempo de ressurgimento: Tempo de espera entre o momento do pedido e o momento da chegada do mesmo;

Ponto de Pedido (PP): Ponto ideal para se realizar o processo de compra (pedido) assim que uma determinada quantidade for atingida no estoque;

Estoque Médio (Em): É a média do estoque em um determinado período.

Sabendo a relevância desses termos e o que cada um representa, é possível perceber que o estoque envolve o conhecimento de diversas variáveis e termos importantes para uma melhor tomada de decisões.

2.2. *Economic Order Quantity (EOQ) / Lote Econômico de Compras (LEC)*

Segundo Pentico e Drake (2014), o primeiro e mais conhecido modelo de inventário é o modelo de Lote Econômico de Compra (LEC) desenvolvido por Harris em 1913. Embora este modelo tenha sido criticado por suas suposições irrealistas, ele tem sido amplamente utilizado com sucesso na prática. Cárdenas-Bárron *et al.* (2014) ressaltam que o impacto do artigo original de Harris sobre gerenciamento de estoque foi enorme, porque motivou milhares de outros modelos de estoque. Ainda assim, mencionam que o modelo LEC aparece essencialmente em todos os livros que cobrem o tópico de controle de estoque e é uma das peças mais básicas da teoria na Economia da Produção, unindo um modelo de produção física com suas consequências econômicas.

De acordo com Andriolo *et al.* (2014), seguindo os pressupostos bem conhecidos usados por Harris, mas aplicando uma notação mais moderna, formulou-se o modelo “clássico” de LEC (notação original de Harris e terminologia entre colchetes):

Q: quantidade do pedido [tamanho do pedido, tamanho do lote, X]

D: demanda anual [número de unidades usadas por ano, movimento, M]

K: custo de colocar um pedido [custo de preparação, S]

c: custo unitário de compra/produção por item [custo por quantidade, sem considerar a despesa de preparação, ou o custo de transportar o estoque após sua realização, C]

h: custo unitário de manutenção (armazenagem) de estoque por item por ano incluindo juros e depreciação no estoque [sem um símbolo próprio no trabalho de Harris, presumido como sendo 10% ao ano sobre o valor médio do estoque, o que faz $h = 0.1 C / (12 M)$]

Q*: ordem ótima/quantidade de produção [tamanho do lote, que é mais econômico]

C_{tot}: custo total por unidade [Y]

Harris desenvolveu seu modelo assumindo que a taxa de demanda ("movimento") era conhecida e constante, que não eram permitidas faltas e que os reabastecimentos eram instantâneos. Não há restrições de quantidade (pedido ou armazenamento) no modelo de Harris. Sob estas suposições, o custo total por unidade consiste em apenas três elementos: custo de manutenção de estoque, custo de pedido e custo de compra/produção, mostrados na Equação (1).

$$C_{tot} = \frac{\left(\frac{h}{c}\right)(cQ + K)}{2D} + \frac{K}{Q} + c = \frac{hQ}{2D} + \frac{K}{Q} + c + \frac{hK}{2cD} \quad (1)$$

Originalmente, Harris acrescentou à Equação (1) uma taxa também sobre o valor do custo dos itens estocados ($hK/2cD$), uma prática que mais tarde foi abandonada na literatura. Este termo adicional é constante e não influenciará a quantidade ótima do pedido. O custo total é uma função convexa contínua da quantidade do pedido e, por esta razão, pode ser diferenciado para minimizar o custo total. Esta operação leva à fórmula conhecida da raiz quadrada para determinar o Lote Econômico de Compra (Q^*).

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad (2)$$

Através da Equação (2) é possível diminuir os custos do pedido, sendo possível realizar o cálculo do quanto será pedido em cada lote e o tempo necessário para o reabastecimento do estoque.

3. METODOLOGIA

Este Capítulo descreve a metodologia utilizada para compreender a implantação e a gestão de um estoque centralizado na universidade. A metodologia é dividida em duas partes: 3.1) Método de estudo de caso *ex-post facto* e 3.2) Políticas de estoques e métodos de estimativas.

Após a definição do método a ser utilizado e da abordagem das políticas, os resultados são apresentados logo no Capítulo 4, de modo a comparar todos os dados quantitativos e qualitativos levantados em dois momentos distintos do projeto: pré-implantação e pós-implantação.

3.1. Método de estudo de caso *ex-post facto*

O método de estudo de caso *ex-post facto* seguiu as etapas sugeridas por Yin (2013), sendo elas:

1. Identificar as perguntas de pesquisa
2. Classificar a pesquisa
3. Identificar o projeto de pesquisa e a unidade de análise
4. Coletar os dados das fases de pré-implantação e pós-implantação

3.1.1. Identificar as perguntas de pesquisa

Segundo Yin (2003), as perguntas de pesquisa auxiliam no direcionamento da escolha do método a ser utilizado. A Tabela 1 mostra tal direcionamento levando em consideração outros questionamentos além da forma da pergunta de pesquisa, como: se a pesquisa requer o controle de eventos comportamentais e se é focado ou não em eventos contemporâneos.

Tabela 1 - Método de pesquisa

Método	(1) Forma da pergunta de pesquisa	(2) Requer o controle de eventos comportamentais?	(3) Foca em eventos contemporâneos?
Experimento	como, por quê?	sim	sim
Survey	quem, qual, onde, quanto (a), quantos (as)?	não	sim
Análise de arquivo	quem, qual, onde, quanto (a), quantos (as)?	não	sim/não
Histórico	como, por quê?	não	não
Estudo de Caso	como, por quê?	não	sim

Fonte: Yin (2013) (Tradução Livre)

Dado que a pesquisa se baseia na implantação de um estoque centralizado em uma universidade, sendo um evento que já ocorreu, questionamentos de “Como?” e “Por quê?” fazem sentido para a pesquisa, além de ser um evento que não se consegue controlar o comportamento e ainda considerado como contemporâneo. Logo, o método utilizado se encaixa em um estudo de caso.

3.1.2. Classificar a pesquisa

A classificação da pesquisa na presente dissertação é considerada a *ex-post facto*. Segundo Simon e Goes (2012) esse tipo de pesquisa é utilizado para explicar a consequência de eventos que já ocorreram, sendo um fenômeno ou evento, sejam eles naturais ou propositais, e que as variáveis não podem ser manipuladas pelo pesquisador, ou seja, o pesquisador não tem controle sobre elas. Neste tipo de pesquisa, segundo os mesmos autores, o pesquisador desconfia de possíveis variáveis do evento investigado, mas ainda não há certezas, e por isso, adotam tal pesquisa para uma investigação mais detalhada. O intuito é entender quais e como tais variáveis tem uma relação de causa e efeito depois do fenômeno ou evento ocorrido. Dado isso, o meio *ex-post facto* se enquadra melhor para compreender a implantação do estoque nesta universidade.

Existem algumas vantagens e desvantagens de adotar o meio *ex-post facto*. As vantagens são: os dados já estão disponíveis para serem analisados; menor

tempo conduzindo a investigação do que envolvendo os participantes e do que criando novos dados. Algumas desvantagens são: nenhuma atribuição aleatória, o que pode afetar as variáveis e a generalização se torna limitada; não há como manipular as variáveis, dado que o fenômeno ou experimento já ocorreu.

3.1.3. Identificar o projeto de pesquisa e a unidade de análise

Segundo Yin (2013) esta etapa é importante para entender o começo da pesquisa até o final, ou seja, “*a logical plan for getting from here to there*”, onde traduzido significa, “um plano lógico para sair daqui até lá”, sendo “aqui” como o ponto inicial do levantamento das questões e “lá” onde se quer obter as respostas das questões. Algumas questões já podem ser primeiramente pensadas: Como ocorreu a implantação do estoque centralizado? Como as mudanças ocorreram nas áreas envolvidas? Como foram os resultados obtidos após a implantação do estoque? Por quê? Essas são questões que norteiam a pesquisa e ajudam a identificar a unidade de análise.

De acordo com Yin (2013), a unidade de análise é o caso a ser estudado, sendo definido como o estoque da universidade. O estoque é analisado em três fases distintas. A primeira fase é o período de pré-implantação do projeto do estoque, onde foi necessário entender o contexto e o propósito da situação. A segunda fase é o período de pós-implantação do projeto, ou seja, após a implantação do estoque com o sistema, o estudo busca esclarecer as relações e consequências do antes e do depois da implementação, analisando as variáveis existentes. Por fim, a terceira e última fase é o período de propostas de melhorias após o projeto implementado, onde se aprofunda em conciliar a teoria apresentada da pesquisa com a prática do estoque na universidade, sugerindo melhorias.

3.1.4. Coleta de dados

No primeiro momento, a pesquisa se baseou na análise do material bibliográfico presente na literatura acadêmica, onde foram consultados livros, artigos, teses, dissertações e demais publicações em meio eletrônico, os quais foram selecionados aqueles que tem algum tipo de relação com gestão de estoques em geral, com o intuito de explorar o que já existe sobre tal assunto na literatura e para

reforçar o embasamento teórico. Algumas buscas foram direcionadas exatamente para a gestão de estoque em universidades, buscando entender as particularidades nesse meio.

No segundo momento, foi realizada uma pesquisa de campo nas áreas que se relacionam com o estoque, as quais são melhores explicadas na abordagem prática. De acordo com Yin (2013) é utilizado uma variedade de recursos na coleta de dados para os estudos de caso. Nesse caso, dentre os recursos citados por Yin (2013), foram utilizados: documentos, registro de arquivos, observações diretas e participativas, onde usou-se a triangulação de dados, através do agrupamento desses recursos com as áreas relacionadas. Mathison (1988) descreve que a triangulação de dados se refere ao uso de várias fontes de dados, sendo o exemplo óbvio a inclusão de mais de um indivíduo como fonte de dados. Kleine e Smith (2004) sugerem que o uso de vários métodos resulte em "imagens diferentes de compreensão", aumentando assim a "potência" dos resultados da avaliação.

As áreas que passaram pela coleta de dados foram: Gestão de Serviços (*Call-Center* de Ordem de Serviço), Materiais (compras), Tecnologia da Informação (TI) e Oficinas. O período de coleta das informações ocorreu entre julho de 2015 até janeiro de 2018, contemplando todas as fases do projeto (pré-implementação e pós-implementação).

3.1.4.1. Fase de pré-implementação

A fase de pré-implementação ocorreu entre julho de 2015 e dezembro de 2016. Realizou-se através do acompanhamento diário, ou seja, observações diretas das atividades relevantes desempenhadas pelo funcionário e da utilização dos outros recursos já citados para a coleta. Buscou-se entender a funcionalidade de cada área e sua relação com o estoque. Alguns pré-requisitos foram considerados para realizar tal acompanhamento dos funcionários, como:

- Tempo de cargo na casa: foram selecionados funcionários que tinham pelo menos 2 anos de casa na área específica, evitando inexperiência do funcionário em uma determinada atividade ou falta de informação, tornando os dados mais confiáveis.

- Cargo relevante na área tratada: foram escolhidos os gestores/supervisores de cada área, pois desse modo foi possível entender o dia-a-dia e os problemas das áreas, em uma visão macro.
- Ordem de importância e cronológica das observações: primeiramente buscou-se entender os serviços da universidade, os quais eram realizados pelas Oficinas; depois foi observado como era o registro desses serviços, realizado pela Gestão de Serviços; logo em seguida foram analisados como os materiais eram comprados e utilizados para a realização dos serviços, função da área de Materiais (compras); por fim, compreendeu-se como era a relação das atividades de todas essas áreas com a área de TI.

A Tabela 2 apresenta quais foram as informações coletadas através das observações realizadas por área.

Tabela 2 - Dados coletados nas observações por área

Oficinas	Gestão de Serviços (Call-Center de OS)	Materiais (compras)	Tecnologia da Informação
<ul style="list-style-type: none"> • Os tipos de serviços realizados 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle das OS 	<ul style="list-style-type: none"> • O processo de gestão de materiais e compras 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades apoiadas pelo sistema
<ul style="list-style-type: none"> • Como era a comunicação dos serviços a serem realizados entre os funcionários das Oficinas com a área de Gestão de Serviços 		<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos materiais a serem comprados 	
<ul style="list-style-type: none"> • Vínculo do material com o serviço a ser realizado 		<ul style="list-style-type: none"> • Frequência e meio de compras 	
<ul style="list-style-type: none"> • Controle de acesso aos materiais 		<ul style="list-style-type: none"> • Cotações 	
<ul style="list-style-type: none"> • Armazenamento, controle e utilização dos materiais 		<ul style="list-style-type: none"> • Armazenamento, controle de entrada e saída dos materiais 	

Além disso, também foi necessário entender a estrutura da universidade e em qual parte específica dela a pesquisa se aprofundou.

No final da fase de pré-implantação, em julho de 2016, ocorreu a implantação do estoque, porém como ainda não havia um sistema de apoio ao mesmo, foi considerado como fase pré. Nesse período alguns pontos iniciais do estoque centralizado foram observados diretamente, tais como:

- Localização.

- Armazenamento, contabilização, cadastramento e controle dos materiais iniciais.

A implantação de um sistema de apoio ao estoque, em janeiro de 2017, é o marco inicial da fase de pós-implantação e o fim da fase de pré-implantação.

3.1.4.2. Fase de pós-implantação

A fase de pós-implantação do projeto é considerada após o estoque ser implantado, porém somente com o sistema em funcionamento, ou seja, em janeiro de 2017. Logo, o período analisado nesta fase foi de janeiro de 2017 até janeiro de 2018. A coleta de informações desse período foi voltada para estudar e comparar as mudanças da fase pré-implantação para a fase pós-implantação. Os pontos observados por área da fase de pré-implantação são os mesmos da fase pós-implantação.

No final desta fase, em janeiro de 2018, ainda foram coletados dados que complementam a análise dos resultados e as propostas futuras desta dissertação. Tais dados foram extraídos do sistema da universidade e tratados:

- Consumo dos materiais de estoque no período (01/07/2017 até 31/12/2017).
- Saldo do estoque em 1º de janeiro de 2018.
- Quantidade de OS concluídas e computadas por mês em 2016 e 2017.
- Gastos com materiais de estoque por mês em 2016 e 2017.

3.2. Políticas de estoques e métodos de estimativas

A política de controle de estoque é determinante para a redução de custos das indústrias de serviços e um melhor posicionamento no mercado, ajustando a melhor política para aplicar em seus itens de estoque, considerando os seguintes quesitos: frequência com que o nível de estoque é revisto, momento em que uma encomenda deve ser feita e o tamanho da encomenda.

O estoque é parte do patrimônio de uma empresa, ou seja, representa um bem tangível que pode ter um valor agregado significativo. Por isto, os itens que o compõem devem ser minuciosamente controlados através de revisões sistemáticas, através das quais se determina o nível de estoque em dois momentos consecutivos. Existem dois tipos de revisão:

- Contínua, quando o nível de estoque é sempre conhecido, principalmente devido às movimentações e avanços tecnológicos, que permitem o rastreamento de transações automáticas, tais como: expedição, recebimento, demanda, entre outros, evitando procedimentos de controle manuais.
- Periódica, quando o nível de estoque só é determinado em R períodos. É comumente utilizado quando há ausência da tecnologia nas ferramentas de controle de estoque, sendo muitas vezes um processo manual. Neste caso, entre os dois períodos de revisão, o estoque é considerado como incerto.

Ambas as revisões têm suas vantagens e desvantagens. A revisão contínua se destaca por oferecer uma maior confiabilidade no estoque, já que rastreia as movimentações em um curtíssimo período de tempo se comparado com a revisão periódica, mas por outro lado, exige um custo maior de investimento e um maior tempo dedicado às revisões de erros, principalmente por ocorrerem muitas movimentações dos itens. Já a revisão periódica é capaz de verificar o quanto é pedido por item de um determinado fornecedor, por exemplo, já que a revisão é realizada de R períodos. Por outro lado, a desvantagem da revisão periódica é que está mais suscetível a erros, uma vez que o estoque é incerto entre as revisões, que, em muitos casos, não contam com o apoio da tecnologia para um melhor controle.

Pela classificação ABC e XYZ é possível saber a importância de cada item em valor monetário e criticidade, respectivamente. Depois deste passo, é de grande relevância analisar a melhor política a ser adotada para cada item de acordo com a sua classe (A, B ou C) e o quão crítico ele é (X, Y ou Z).

Na Tabela 3 é possível verificar onde se encaixa cada política de controle de acordo com a classe do item (A e B), segundo Silver *et al.* (2016). Segundo os autores, os itens classificados como C não requerem uma atenção significativa, uma vez que não se deve colocar muito esforço por uma economia financeira baixa.

Tabela 3 - Política de controle por classe

	Revisão Contínua	Revisão Periódica
Classe A	(s, S)	(R, s, S)
Classe B	(s, Q)	(R, S)

Fonte: Silver *et al.* (2016) (Tradução Livre)

3.2.1. Controle Ponto de Pedido – Lote de Encomenda (s, Q)

A política (s, Q) é comumente aplicada aos itens de classe B sob revisão contínua ($R=0$). Sempre que um item atingir o nível s (ponto de pedido) do inventário, um pedido de tamanho Q é realizado. Vale ressaltar que o ponto de pedido considera o nível do inventário, e não do estoque líquido, ou seja, leva-se em consideração o item solicitado e ainda não recebido do fornecedor. O ponto de pedido (s) é o estoque necessário para cobrir a demanda durante o tempo de reposição (LT), como mostrado na Figura 3.

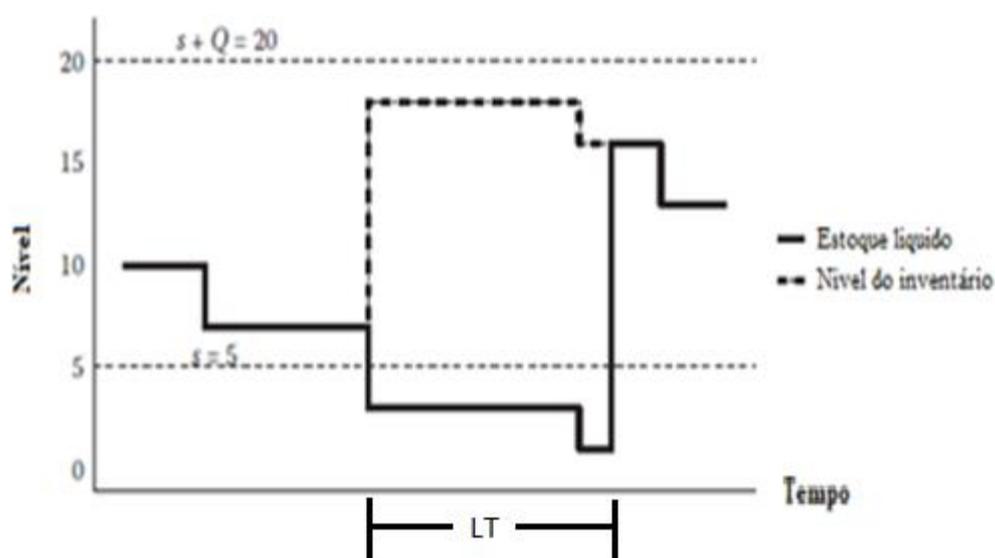


Figura 3 - Controle Ponto de Pedido - Lote de Encomenda. Fonte: Silver *et al.* (2016) (Tradução Livre)

3.2.2. Controle Ponto de Pedido – Nível de Reposição (s, S)

A política (s, S) é comumente aplicada aos itens de classe A sob revisão contínua ($R=0$). Um reabastecimento é feito sempre que o nível do inventário atinge o ponto de pedido (s) ou inferior a ele. Também é conhecida como mín-máx (mínimo-máximo), pois a posição do estoque está sempre entre o mínimo, que é o ponto de pedido (s), e o máximo (S), sendo que a quantidade de reabastecimento pode ser variável, com o objetivo de elevar o nível do estoque sempre ao nível máximo (S).

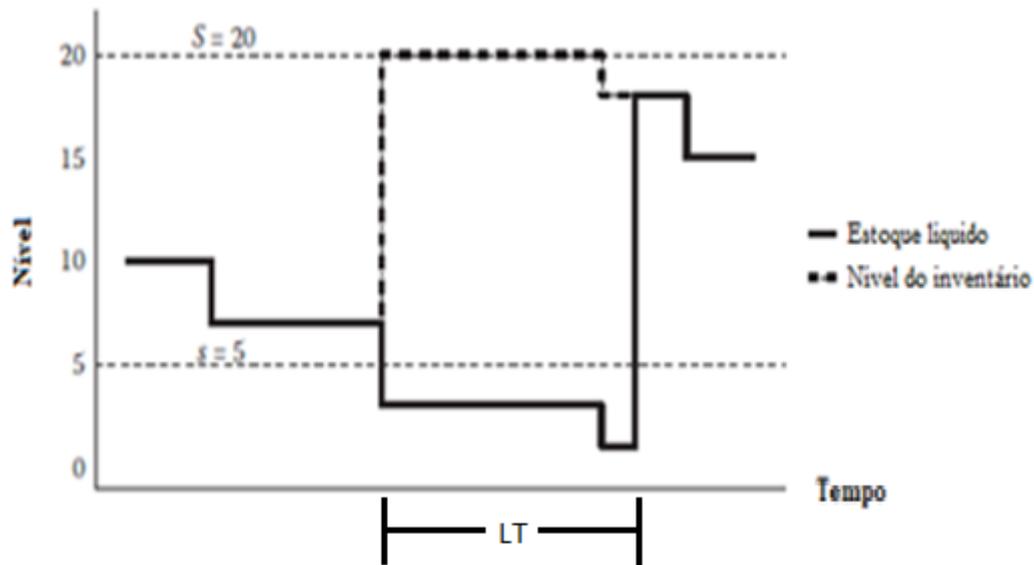


Figura 4 - Política (s, S). Fonte: Silver *et al.* (2016) (Tradução Livre)

As Figura 3 e 4 representam a principal diferença de duas políticas bem similares. Como observado, a política (s, S), na Figura 4, atinge o nível máximo com o reabastecimento, já a política (s, Q), na Figura 3, tem uma quantidade de tamanho Q fixa de reabastecimento.

3.2.3. Controle Cíclico (R, S)

A política (R, S) é comumente aplicada aos itens de classe B sob revisão periódica ($R > 0$). Seu uso é comum em empresas que não possuem uma tecnologia sofisticada. O procedimento de controle é o seguinte: a cada R unidades de tempo, ou seja, em cada momento de revisão, um pedido é realizado para elevar a posição do inventário para o nível S, mostrado na Figura 5.

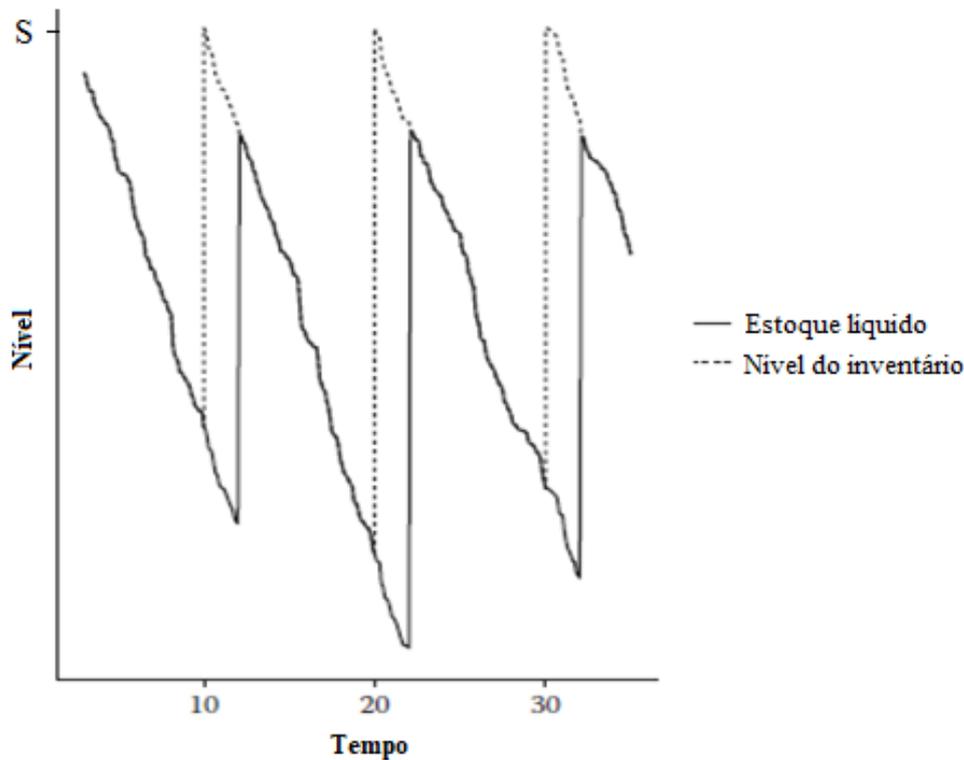


Figura 5 - Política de controle (R, S). Fonte: Silver *et al.* (2016) (Tradução Livre)

Na Figura 5, o eixo das ordenadas representa o nível do inventário e o das abscissas o tempo, enquanto que a linha contínua representa o estoque líquido e a linha pontilhada o nível do inventário. Neste exemplo ilustrativo da política (R, S), percebe-se que, a cada 10 unidades de tempo, um pedido é realizado para que o nível do inventário (e não do estoque líquido) atinja o ponto S. Se por um lado esta política é vantajosa porque oferece uma oportunidade para reabastecer até o nível S (a cada R unidades de tempo), por outro lado, a quantidade de reabastecimento varia e os custos são mais altos do que nos sistemas de revisão contínua.

3.2.4. Combinação do Controle Ponto de Pedido – Nível de reposição e Controle Cíclico (R, s, S)

A política (R, s, S) é comumente aplicada aos itens de classe A sob revisão periódica ($R > 0$). É uma política combinada da (s, S) com a (R, S). A ideia é que exista uma revisão periódica a cada R unidades de tempo e, se o nível do estoque estiver no ponto de pedido (s) ou abaixo dele, um pedido de reabastecimento é realizado para elevar o nível do estoque ao máximo (S), caso contrário, nada é feito

até a próxima revisão. Segundo Scarf (1960), sob suposições gerais sobre o padrão de demanda e fatores de custo envolvidos, o melhor sistema (R, s, S) produz um custo total menor de reabastecimento, transporte e falta do que qualquer outro sistema. Porém, o esforço computacional para obter os melhores valores dos três parâmetros de controle é mais intenso do que para outros sistemas.

3.2.5. Curva ABC

Segundo Silver *et al.* (2016), a unidade específica de estoque a ser controlada é chamada de unidade de manutenção de estoque (ou *Stock Keeping Unit*, SKU), onde um SKU é definido como um item de estoque que é completamente especificado quanto à função, estilo, tamanho, cor e, frequentemente, localização. Segundo Chen *et al.* (2008), a análise ABC é a abordagem mais usada para classificar o SKU. Este método tradicional é baseado apenas no uso anual da unidade monetária, refletindo o princípio de que uma pequena proporção de SKUs representa a maioria do uso dessa unidade.

Chen *et al.* (2008) ainda afirmam que a análise clássica do ABC decorre das famosas observações de Pareto sobre a distribuição desigual das rendas e, portanto, às vezes é chamada de análise de Pareto.

A análise de Pareto, tem o objetivo de priorizar os problemas mais relevantes e dar menos importância aos menos relevantes. É um método gráfico que ordena as frequências de ocorrência dos problemas analisados, do maior para o menor, sendo possível tratar prioritariamente aqueles com o maior número de casos.

A curva ABC é usada similarmente a análise de Pareto. Os itens do estoque analisado são divididos em três grupos (A, B e C), de acordo com o preço individual. Segundo Chen *et al.* (2008), os SKUs mais importantes, em termos financeiros, são colocados no grupo A, que exigem um maior esforço e atenção da administração, já os menos importantes no grupo C, que exige um esforço menor por conta de sua menor importância financeira. Por fim, os SKUs com representatividade financeira intermediária são colocados no grupo B.

O gráfico da curva ABC (Figura 6) também é conhecido como *Distribution by Value* (DBV), o mesmo que Distribuição por Valor.

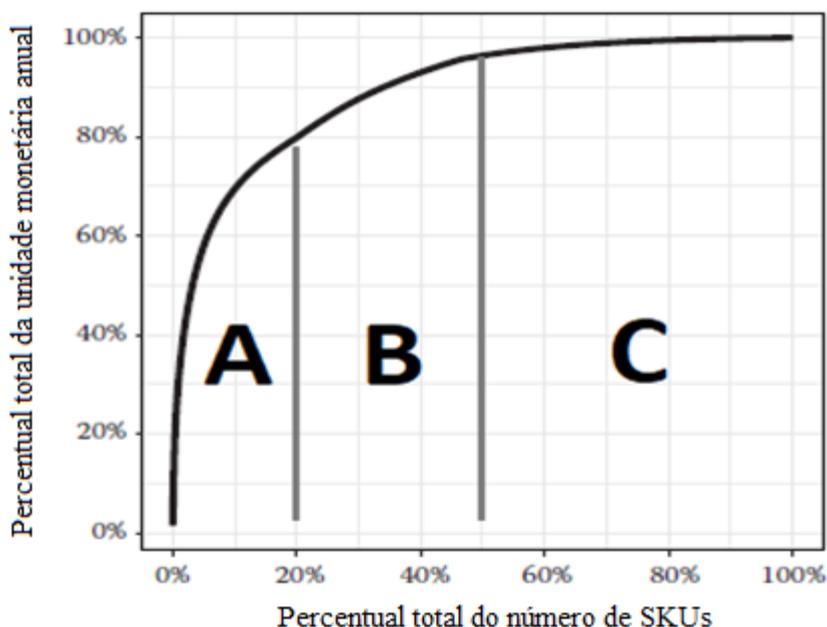


Figura 6 - Gráfico Curva ABC. Fonte: Silver *et al.* (2016) (Tradução Livre)

Na Figura 6 é possível verificar que o eixo das abscissas é composto pela porcentagem do número total de SKUs, e o das ordenadas, a porcentagem do valor total do uso da unidade monetária anual. Sendo assim, os itens localizados no grupo A (cerca de 20%) representam uma grande parcela do estoque em termos financeiros, 80% do valor total. Os itens do grupo B (cerca de 30%) representam por volta de 10-15% do valor total. Já os itens do grupo C (cerca de 50%) compõem grande parte do estoque mas não contribuem significativamente para o valor total do estoque (5-10%).

3.2.6. Classificação XYZ

Uma das classificações consideradas no tema gestão de estoque é a classificação XYZ. Segundo Mendes e Castilho (2009), tal classificação avalia o grau de criticidade ou imprescindibilidade do material no desempenho das atividades realizadas. Para determinar a criticidade dos materiais, algumas questões são levadas em consideração, tal como: o quão ele é vital para uma determinada atividade da organização, facilidade do seu fornecimento e se possui similares no mercado. Considerando isso, os materiais são classificados em X, Y e Z, como o próprio nome da classificação sugere, sendo:

- Materiais de classe X: são materiais considerados de baixa criticidade, cuja falta não afeta o ambiente e o processo, nem confere risco às pessoas ou risco de paralisação das atividades. Possuem alta possibilidade de serem substituídos por similares no mercado.
- Materiais de classe Y: são materiais considerados de média criticidade, estando entre os imprescindíveis e os de baixa criticidade. Possuem alta possibilidade de serem substituídos por similares no mercado, mas alguns são vitais para a realização das atividades.
- Materiais de classe Z: são materiais considerados de alta criticidade, ou seja, são imprescindíveis e raramente podem ser substituídos por outros similares em tempo hábil para evitar transtornos. A falta desses materiais afeta o ambiente, o processo, aumenta o risco às pessoas e acarreta a paralisação das atividades essenciais da instituição.

3.2.7. Política de “duas gavetas”

Este é considerado um método simples para controle de estoque. De acordo com Martins (2004), tal método é mais utilizado para controlar os SKUs de classe C, por se tratar de um método simples, com SKUs de grande variedade e baixa representatividade financeira.

Segundo Tófoli (2012) e Silver e Peterson (1985), a política de duas gavetas consiste em armazenar o mesmo SKU em duas caixas, pilhas ou estantes, que são localizados em áreas distintas do almoxarifado. A caixa, pilha ou estante 1 tem uma quantidade suficiente para atender a demanda do período analisado e seus itens são utilizados inicialmente para atender as requisições de SKUs. A caixa, pilha ou estante 2 tem uma quantidade suficiente para atender o lead time mais o estoque de segurança. Quando a primeira se esgota, inicia-se a utilização da segunda e é disparado um pedido de compra para reabastecer a primeira.

3.2.8. Algoritmo de *Wagner-Whitin* (WW)

Wagner e Whitin (1958) desenvolveram um algoritmo que garante um ótimo (em termos de minimizar os custos totais de reposição e de manter estoque) na seleção da quantidade de reposição sob um conjunto de suposições. Segundo

Richter e Sombrutzki (2000), os modelos tradicionais, começando com o trabalho pioneiro de Wagner e Whitin, cobriram muitos casos de situações hierárquicas de item único, multi-item, etc., e estão constantemente atraindo a atenção de muitos pesquisadores. Em todos esses modelos, a demanda por um ou mais produtos deve ser satisfeita ordenando ou produzindo as quantidades apropriadas. Algumas variáveis são necessárias para entendimento do algoritmo:

A = custo de encomendar um lote em qualquer período j (R\$/encomenda);

v = valor unitário do item (R\$);

r = custo de manutenção de estoques (R\$/R\$/mês);

D = demanda no período (unidade);

Q = tamanho da encomenda (unidade);

TRC (*Total Relevant Cost*) = Custo Relevante Total (R\$).

O algoritmo de Wagner-Whitin é uma aplicação de programação dinâmica, um procedimento matemático para resolver problemas de decisões sequenciais. Tal procedimento avalia todas as maneiras possíveis de pedir materiais para atender à demanda em cada período do programa de necessidades usando a programação dinâmica. O esforço computacional muitas vezes é excessivo na programação dinâmica, sendo significativamente reduzido devido ao uso de duas propriedades-chaves (derivadas de Wagner e Whitin) de que a solução ótima deve satisfazer:

Propriedade 1: Uma reposição ocorre somente quando o nível de inventário é zero.

Propriedade 2: Se um período j tem como característica $D(j)vr > A$, deve-se considerar o nível de estoque deste mesmo período igual a zero, pois é mais econômico encomendar $D(j)$ no próprio período j ao invés de realizar uma antecipação de reposição.

Segundo Silver *et al.* (1998), existem três possibilidades para se estabelecer uma política ótima em um horizonte de planejamento, sendo:

1. Se $A = 0$ e $vr > 0$, não há custo de encomendar, logo a política ótima é lote-a-lote.
2. Se $A > 0$ e $vr = 0$, não há custo de manter estoque, logo a política ótima é repor logo no primeiro período a quantidade equivalente a toda demanda do planejamento.
3. Se $A > 0$ e $vr > 0$, a política ótima depende da análise do algoritmo.

Sendo assim, o algoritmo tem como objetivo determinar o dimensionamento de lotes ideal para atender cada período em um horizonte de planejamento, com o intuito de escolher a política ótima a ser adotada.

Nesta dissertação, a implementação do algoritmo WW foi auxiliada pelo software RStudio (2019), no qual foi criado por Pinto *et al.* (2018) um pacote EOQ específico para a simulação das variáveis nesse software.

4. ABORDAGEM PRÁTICA E PROPOSTAS DE MELHORIAS

Neste Capítulo, a abordagem prática utilizou os dados coletados, já mencionados na metodologia, para realizar uma análise explicativa e crítica. A partir desses dados, as fases de pré-implementação e pós-implementação do projeto foram comparadas para entender as principais mudanças de uma em relação à outra, com o intuito de compreender o ambiente da universidade e as particularidades associadas à gestão de estoque. Logo após a comparação dessas duas fases, foi realizada a consolidação dos dados e os resultados apresentados.

No final deste Capítulo, as propostas de melhorias foram consideradas após o projeto implementado, ou seja, dado os resultados apresentados na comparação das fases, foi pensado em novas oportunidades para uma gestão ainda mais eficiente do estoque.

4.1. Análise dos dados de pré-implementação do projeto

Este Capítulo explica como os dados coletados na fase de pré-implementação foram utilizados na parte prática. Os próximos subcapítulos descrevem como era estruturada a universidade e em qual gerência a pesquisa se aprofundou, um resumo das áreas tratadas e suas funcionalidades, uma análise crítica por área e o mapeamento do processo para obter uma visão macro.

4.1.1. A estrutura da Universidade

A universidade tratada nesta pesquisa era composta por uma Vice-Reitoria Administrativa, que era responsável pela gestão administrativa da universidade. Dentro da sua estrutura estava a Superintendência Administrativa (SPADM) e, sob a sua subordinação, cinco gerências: Financeira, Orçamento, Recursos Humanos, Sistemas Administrativos e Prefeitura, conforme apresentado na Figura 7.

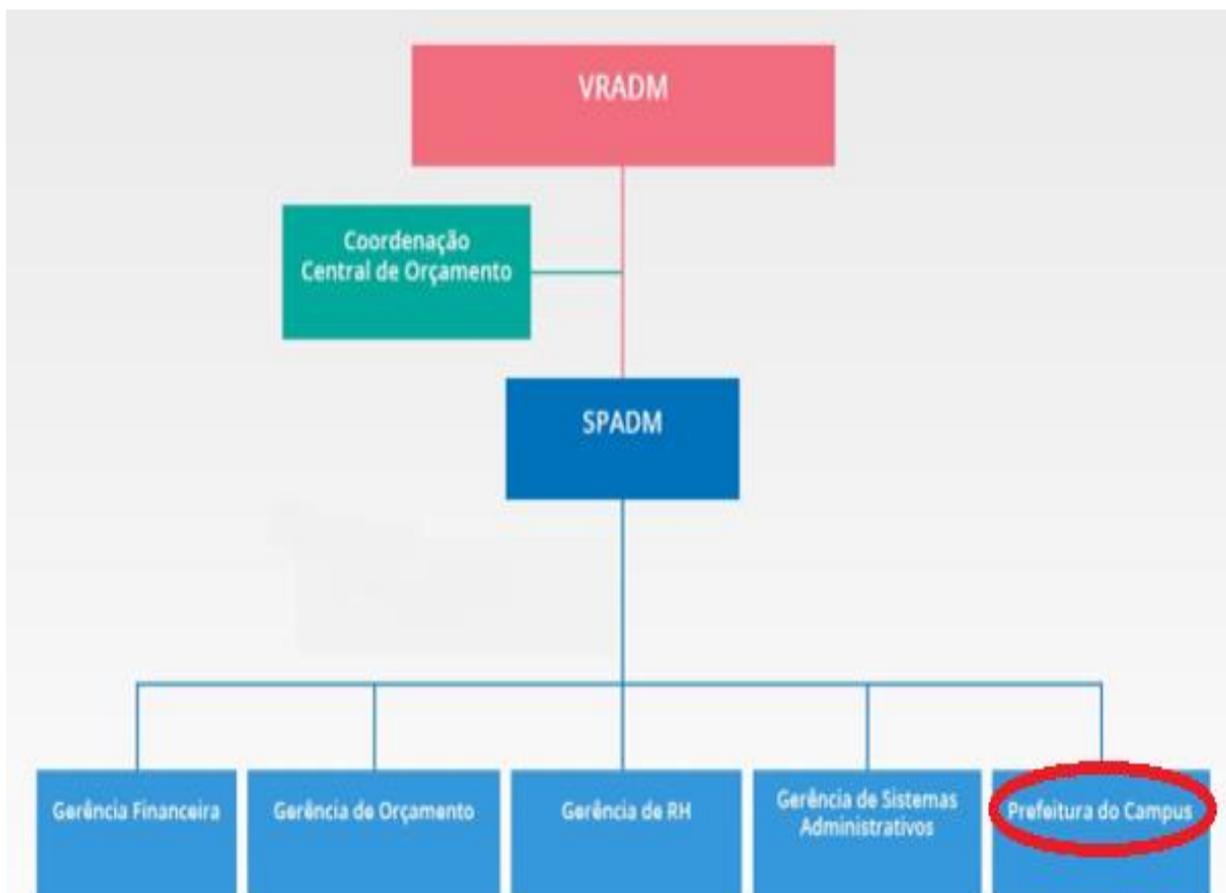


Figura 7 - Hierarquia da universidade. Fonte: Adaptado do sistema da universidade

Dentre todas as gerências citadas, o foco principal foi na Prefeitura do Campus. A Figura 8 mostra como era estruturada a Prefeitura, que era composta pelo Apoio Administrativo (Secretaria, Recepção, Achados e Perdidos, Gestão de Serviços, Materiais), por todas as oficinas de Instalação e Manutenção Técnica (Obras, Bombeiro, Pintura, Carpintaria, Serralheria, Elétrica, Refrigeração, Estação de Pronto Atendimento (EPA)) e pelo Apoio Geral aos Serviços (Correio, Elevadores, Jardinagem, Seleção de Resíduos, Serviços de Limpeza, Serviços Gerais e Veículos) e outras Relações Externas (Autarquias, Concessões (água, esgoto, energia e telecomunicações), Órgãos Públicos e Telefonia).

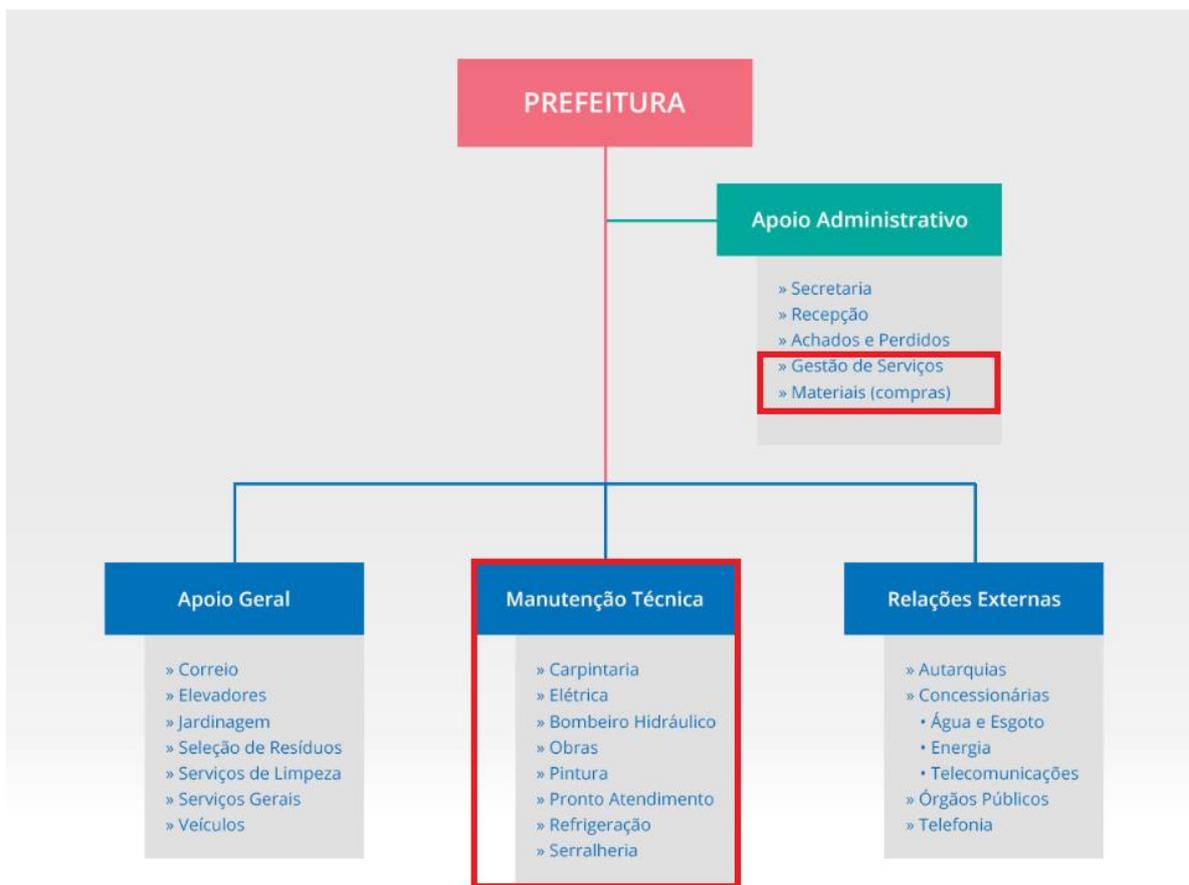


Figura 8 – Hierarquia da área tratada. Fonte: Adaptado do sistema da universidade

Dado essa estrutura, a pesquisa se aprofundou em compreender o funcionamento e coletar informações das áreas diretamente ligadas ao estoque, as quais eram: Gestão de Serviços (*Call-Center* de Ordem de Serviço), Materiais (compras), Tecnologia da Informação (TI) e Oficinas (Manutenção Técnica). As áreas tratadas estão destacadas na Figura 8, com exceção da área de TI, pertencente à Gerência de Sistemas Administrativos.

4.1.2. As áreas tratadas e suas funcionalidades

As áreas tratadas nesta pesquisa são de relevância para compreender como era a relação de cada uma delas com o estoque. Sabendo disso, foi possível entender a funcionalidade das mesmas e a interação entre elas, de tal modo que permitiu se aprofundar em atividades, processos e regras importantes a serem considerados.

A Gestão de Serviços, mais conhecido como *Call-Center* de Ordem de Serviço (OS), era responsável por planejar, organizar e monitorar todos os serviços dentro da universidade destinados às áreas subordinadas à Prefeitura. Para isso, um

funcionário responsável pelo *Call-Center* utilizava um “Protocolo Eletrônico”, no qual outro funcionário solicitante era capaz de abrir uma OS, fornecer os inputs necessários, acompanhar em qual estado estava o serviço e solicitar ao *Call-Center* para que o mesmo fosse encerrado no sistema assim que estivesse concluído.

As OS possuíam uma prioridade prevista, sendo ordenadas em: Baixa, Média e Alta (1, 2 e 3, respectivamente), as quais eram atribuídas normalmente para os serviços planejados, cuja duração poderia superar 48 horas, sendo realizados pelas Oficinas. Imediato e Urgente (4 e 5, respectivamente) eram níveis de prioridade atribuídos aos serviços que podiam ser realizados em até 2 dias úteis, sendo responsável por esses a EPA (Estação de Pronto Atendimento), que será abordada posteriormente. Além da prioridade, as OS também eram identificadas por números, que eram identificadores únicos de cada uma.

Uma OS poderia se encontrar em 7 estados diferentes, os quais foram representados na Figura 9.



Figura 9 - Estado das OS. Fonte: Sistema da universidade

Os estados das OS variavam para cada usuário logado no sistema. Esses estados eram interpretados como:

- **Aguardando sua análise**, quando o serviço era destinado ao usuário específico e deveria ser analisado.
- **Aguardando sua análise – Agendado**, quando o serviço era destinado ao usuário específico, porém com uma data pré-determinada.

- **Pendente para o seu setor**, quando o serviço era solicitado e ainda não tinha sido tratado por nenhum funcionário do setor.
- **Em andamento no setor**, quando o serviço já tinha sido iniciado.
- **Em andamento no setor – Agendado**, quando o serviço já tinha sido iniciado e tinha uma data agendada para dar continuidade.
- **Atendidos recentemente pelo setor**, quando o serviço já tinha sido finalizado.
- **Em espera no setor**, quando era necessário aguardar o início do serviço devido a outros motivos (ex: falta de material, espaço ocupado, entre outros).

A área de Materiais (compras) era responsável pela aquisição de novos materiais, negociação com fornecedores, pesquisa de cotações e acompanhamento dos pagamentos relacionado às compras dos materiais. Baseado nisso, esta área atendia grande parte da demanda das Oficinas.

A Tecnologia da Informação era responsável pela concepção, elaboração, construção, implantação/operação de sistemas e suas integrações, e fornecia o suporte necessário para atender as demandas da Prefeitura. O Protocolo Eletrônico, por exemplo, utilizado na Gestão de Serviços, foi uma das criações da área de TI que permitiu a integração dos serviços com o sistema.

A Manutenção Técnica era composta por Oficinas que realizavam os serviços técnicos imprescindíveis para o funcionamento diário das instalações e manutenções do campus. Essas Oficinas eram as principais responsáveis pela maior parte do uso de materiais para a realização dos serviços, elas eram: Carpintaria, que realizava a confecção e reparos de mesas, prateleiras, armários, portas, janelas, cadeiras, entre outros; Elétrica, que lidava com a instalação e a manutenção de exaustores, tomadas, luminárias, interfones, geradores e subestações; Bombeiro, que atuava na instalação e manutenção de registros, descargas, torneiras, tampas de sanitários, mictórios, bebedouro e redes de água; Obras, que realizava o reparo em paredes, pisos, telhados, tetos, além da limpeza de calhas, lajes e telhados; Pintura, que lidava com a pintura dos corredores, salas, banheiros, grades, janelas, escadas, corrimões, móveis, estantes e prateleiras; Estação de Pronto Atendimento (EPA), que era uma Oficina especializada em atender OS imediatas e urgentes (máximo de 2 dias úteis) nas áreas de eletricidade, hidráulica, carpintaria, refrigeração, pintura e alvenaria; Refrigeração, que atuava na instalação e manutenção de equipamentos de ar-condicionado, bebedouro, geladeira, refrigeradores e freezers; Serralheria,

que confeccionava portões, escadas, corrimões, suporte para aparelhos de ar-condicionado, montagem e desmontagem de pequenas estruturas em metal.

4.1.3. Análise crítica das áreas tratadas

De acordo com a coleta de informações da fase de pré-implementação, foi possível observar alguns pontos críticos de cada área, dado o que se planejou em coletar, mencionado na parte da metodologia. Os pontos críticos observados e divididos por área foram:

1) Oficinas

- Dificuldade de entender o serviço a ser realizado, ou seja, ruídos na comunicação, uma vez que parte dos serviços eram solicitados “boca a boca” e não eram registrados no Protocolo Eletrônico.
- Parte dos funcionários tinham acesso ao Protocolo Eletrônico, então eles mesmos podiam abrir uma OS e finalizar, o que dificultava o controle.
- As Oficinas possuíam seu próprio estoque, ou seja, descentralizado e sem um controle rígido de entrada e saída dos materiais. Os funcionários das Oficinas não tinham restrição para utilização e pedido de requisição de materiais.
- Grande parte dos materiais não estavam disponíveis no estoque das Oficinas para execução das OS solicitadas, conseqüentemente, as OS não eram realizadas ou atrasavam.

2) Gestão de Serviços (*Call-Center* de Ordem de Serviço)

- O controle dos serviços era ineficiente ou pouco eficaz, não se sabia em qual estado estava a OS, pois não havia atualização daquele serviço no Protocolo Eletrônico por parte das Oficinas ou por parte da Gestão de Serviços.
- Grande parte das OS realizadas não eram computadas.

3) Materiais (compras)

- Processo simples e pouco eficaz de Gestão de Materiais.
- Os materiais eram comprados da mesma forma em que eram solicitados, ou seja, não existia nenhuma etapa de aprovação ou validação do nome e especificação daquele material, o que ocasionava compras incorretas.
- A frequência de compra dos materiais era realizada 2 vezes por semana e em grande parte de forma presencial, sendo demorada.

- Os materiais eram comprados com urgência, já que grande parte deles eram para atender uma OS que estava pendente, o que ocasionava compras não planejadas e em fornecedores com um custo de material mais caro.
 - As cotações de compra dos materiais não eram transparentes, pouco se sabia da escolha dos fornecedores e da busca pelos melhores preços.
 - Ausência de um sistema para controle dos materiais.
 - Ausência de revisões periódicas no estoque das Oficinas.
- 4) Tecnologia da Informação (TI)
- A única atividade apoiada pelo sistema era: a gestão das OS por meio do Protocolo Eletrônico.

A partir da coleta de dados nesta fase, foi possível verificar alguns pontos críticos de cada área, sendo esses pontos importantes no quesito gestão de estoque. Após isso, foi necessário entender o que já existia de controle de materiais naquele momento e como as atividades das áreas se relacionavam entre si. Para obter essa visão mais macro, utilizou-se o mapeamento de processo nesse período.

4.1.4. O processo de pré-implantação

O mapeamento do processo de pré-implantação do projeto é realizado por meio da ferramenta Bizagi (2019) com linguagem de notação visual BPMN (*Business Process Model and Notation*) (2019). O mapeamento do mesmo tem o intuito de complementar a análise dos dados, sendo um desenho da gestão de materiais naquele momento, com seus respectivos atores (áreas participantes), atividades identificadas por área e sequenciadas. O processo nomeado como Gestão de Materiais é apresentado na Figura 10.

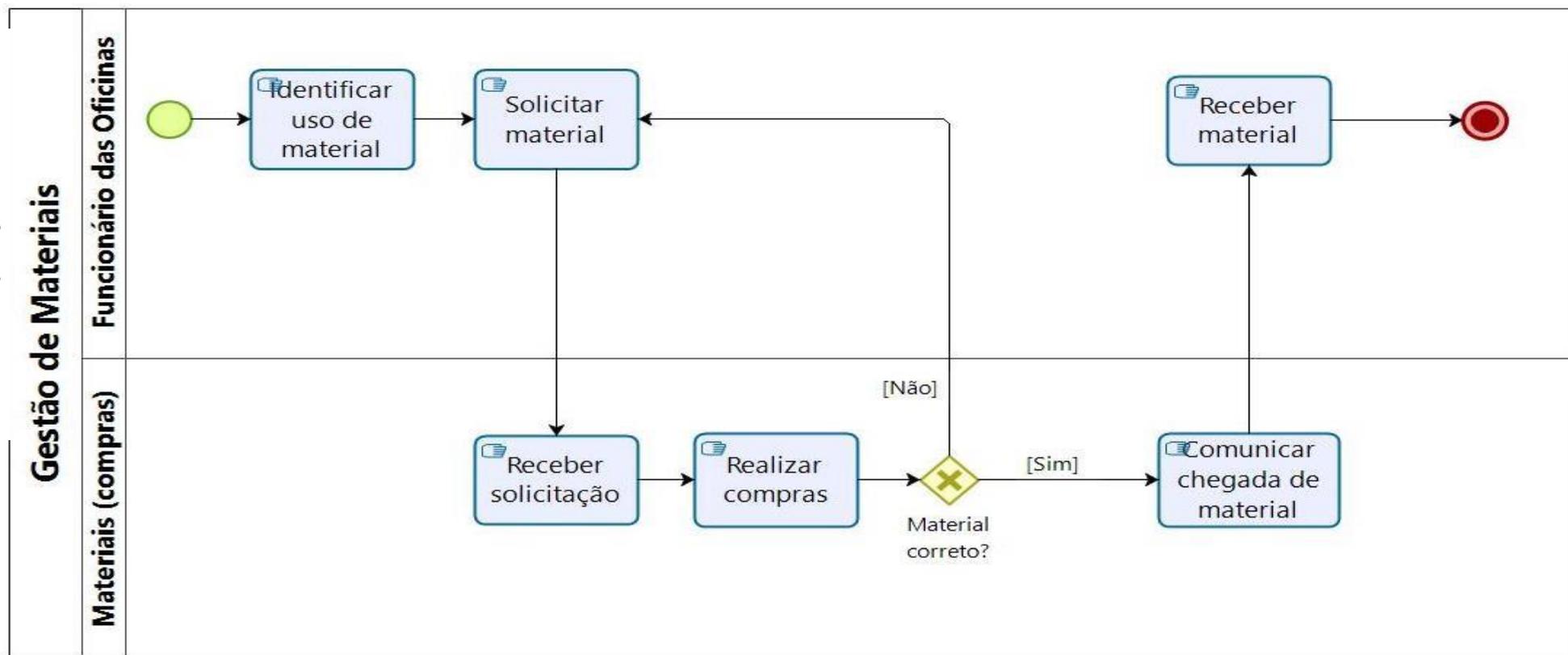


Figura 10 - Processo de pré-implementação

Dada a representação do processo no período de pré-implementação, visto na Figura 10, foi possível verificar outros pontos e confirmar alguns já mencionados de uma maneira mais visual, os quais são:

- Pouco apoio do sistema nas atividades. De todas as 6 atividades do processo, 5 eram manuais e a de “Realizar compras” era em grande parte realizada manualmente, logo, propensas a mais erros e mais demoradas.
- Os materiais eram tratados de forma equivalente, não existia distinção do tipo de material.
- Da atividade de “Solicitar material” até a atividade de “Receber solicitação” é possível visualizar que não existia uma etapa de validação e nem de aprovação.
- Uma parte dos materiais eram comprados incorretamente, como já mencionado, porém, notou-se que a cada material comprado incorretamente, o processo entra em um loop, ocasionando retrabalho e desperdício de tempo.
- A atividade “Receber solicitação” é o momento em que não se tinha uma justificativa para a compra daquele material, ou seja, não se sabia para qual serviço aquele material seria utilizado.

4.2. Análise dos dados de pós-implementação do projeto

Este subcapítulo explica a coleta dos dados na fase de pós-implementação e a comparação dos mesmos com a fase de pré-implementação. As próximas subseções descrevem como ocorreu a implantação do estoque centralizado (ainda no período pré-implementação, porém essencial para se entender o período pós com a implantação do sistema posteriormente), a análise crítica em relação às mudanças nas áreas tratadas e o mapeamento do processo de pós-implementação.

4.2.1. A implantação do estoque centralizado

A implantação do estoque ocorreu no mês de julho de 2016. O estoque foi construído em um local próximo às Oficinas, de modo a agilizar a retirada dos materiais necessários. O estoque inicial foi formado por todos os materiais pertencentes ao estoque prévio das Oficinas, ou seja, todos os materiais foram retirados do estoque de cada Oficina e realocados no estoque principal, sendo esse centralizado. Inicialmente, os materiais foram contabilizados e seus nomes

cadastrados apenas em planilhas. Os funcionários da área de Materiais (compras) eram responsáveis pelo fluxo dos materiais que entravam e saíam do estoque, onde todas as movimentações e alterações eram controladas por essas planilhas e anotações manuais.

A criação do sistema completo para apoio ao estoque, em janeiro de 2017, permitiu que o controle de estoque se tornasse mais rígido e eficaz. A partir daí, os materiais foram contabilizados novamente e recadastrados no sistema, de modo a eliminar os erros cometidos pelas operações manuais. Dessa maneira, os materiais foram cadastrados de acordo com as suas especificações, as quais foram:

- **Código do Item** (CodItem), um código unitário para cada material.
- **Descrição**, nome específico do material.
- **Oficina**, sendo a Oficina que mais utiliza.
- **Natureza**, sendo classificados em três tipos: material de Ordem de Serviço, os quais são ligados diretamente aos serviços, ex: “Tinta Suvinil Fosco Completo Areia 3,6L”, material de consumo, os quais são para apoio aos serviços, ex: “Cola Super Bonder”, material permanente, os quais são ferramentas ou equipamentos para auxílio aos serviços, ex: “Martetele Perfurador”.
- **Medida**, sendo a unidade de medida, como: peça, metro, quilo, lata ou balde.
- **Último Preço Unitário**, sendo o último preço praticado na compra daquele material.

No estoque, existiam dois momentos cruciais: a entrada e a saída dos materiais. A entrada era caracterizada pela chegada de novas aquisições, já a saída pela solicitação de retirada. Na primeira atividade, os materiais eram verificados e, se não houvesse nenhuma inconsistência, os materiais eram guardados no devido local e a nota fiscal era cadastrada no sistema, atualizando automaticamente o saldo de cada material. Na segunda atividade, se a retirada fosse de um material de consumo ou permanente, o mesmo precisaria ser aprovado por meio de um supervisor. Já no caso da retirada de um material de OS, era necessário apenas que o solicitante informasse o número do serviço (OS) a ser realizado.

4.2.2. Análise crítica das áreas tratadas

De acordo com os problemas levantados na fase de pré-implementação e, junto com a coleta de informações da fase de pós-implementação, foi possível

verificar algumas mudanças por área, em janeiro de 2017, com o sistema já implantado. Uma das mudanças foi a segregação do Setor de Materiais e do Setor de Compras, ou seja, o Setor de Materiais ficou responsável pelo estoque e o de Compras pelas aquisições. As outras mudanças por área foram listadas já com essa nova segregação:

1) Oficinas

- Os materiais passaram a ser controlados pela área de Materiais e não pelos funcionários das Oficinas. Dessa maneira, os funcionários das Oficinas não tinham acesso direto ao uso de materiais, evitando desperdícios ou uso em excesso.
- Os funcionários das Oficinas passam a realizar a retirada dos materiais por meio de um número de OS que justifique a utilização desse material ou então, com a autorização de um supervisor.

2) Gestão de Serviços (*Call-Center* de Ordem de Serviço)

- Centralização das OS na área de Call-Center, evitando ruídos na comunicação e restringindo o controle dos serviços para apenas uma área. Além disso, grande parte dos serviços que, antes não eram registrados, passam a ser registrados e melhores controlados.

3) Materiais

- Criou-se um novo processo de “Gestão de Materiais”.
- Gestão mais eficiente do armazenamento, entrada e saída dos materiais através da criação de um estoque centralizado, conseqüentemente, maior disponibilidade de materiais para execução dos serviços.

4) Compras

- As compras dos materiais passaram a ser realizadas após as etapas de aprovação, cotação e uma eventual catalogação.
- A frequência de compra dos materiais permanece em 2 vezes por semana, porém grande parte via online, agilizando a atividade.
- A lista de compras dos materiais passou a ser mais bem planejada, com uma busca por melhores fornecedores e preços antecipadamente.
- Maior transparência na escolha por fornecedores e preços, através de aprovações de compras, validações de materiais e registros no sistema.

5) Tecnologia da Informação (TI)

- A maior parte das atividades relacionadas ao estoque passam a ter um maior apoio do sistema, como: pedido de materiais, controle de entrada e saída dos materiais, consulta ao histórico de compras, auxílio nas cotações e escolha de fornecedores, cadastramento de notas fiscais vinculadas às compras dos materiais, saída de materiais do estoque vinculados a uma OS ou por meio de autorização.

Após isso, foi necessário entender as mudanças em uma visão mais macro, as quais puderam ser observadas em um novo processo mapeado.

4.2.3. O processo de pós-implementação

O mapeamento do processo de pós-implementação considerou todas as análises e problemas levantados na fase de pré-implementação e a partir disso, mapeou-se um novo processo de Gestão de Materiais com as melhorias já implementadas. O novo processo pode ser visto na Figura 11.

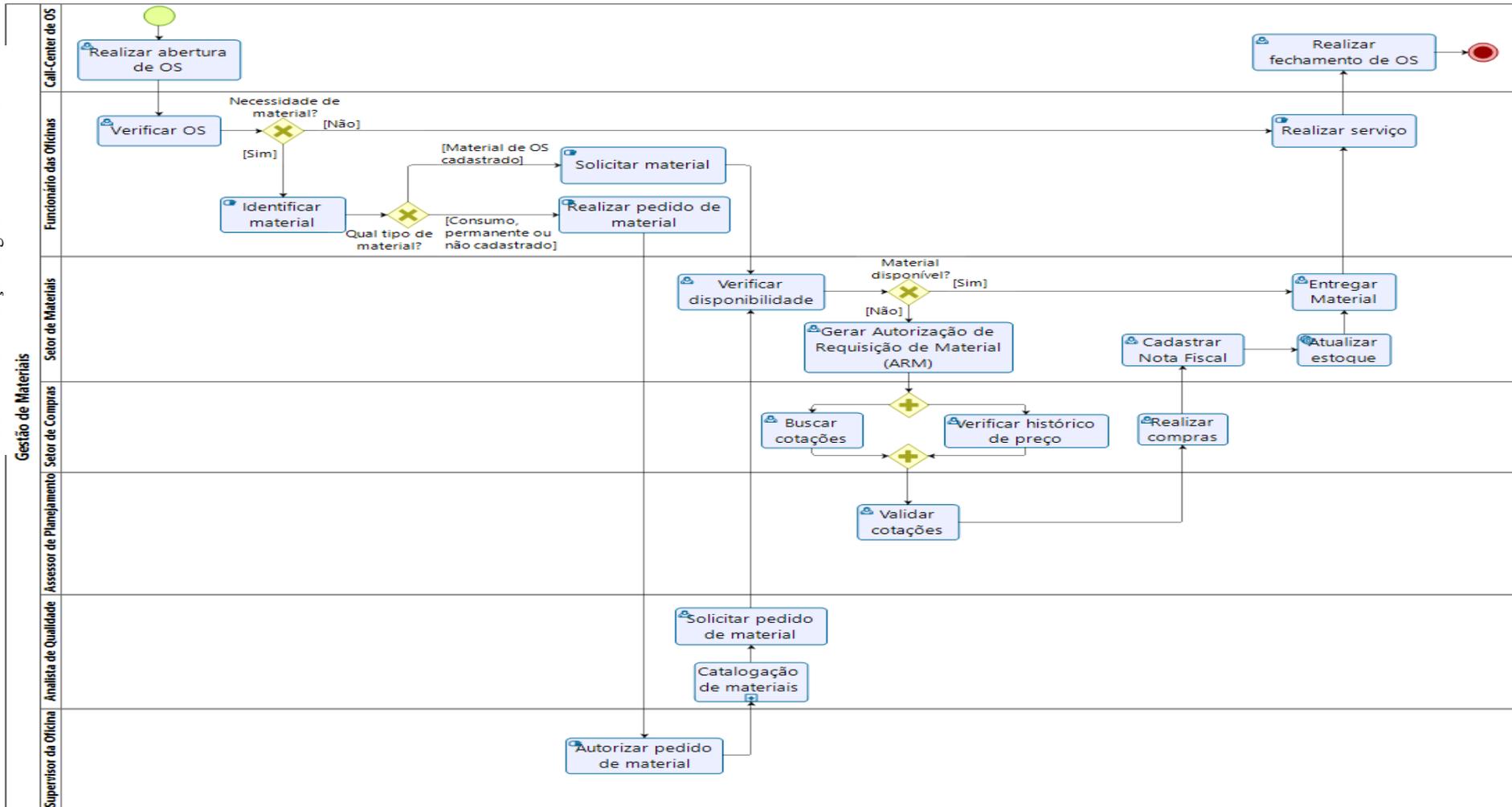


Figura 11 - Processo de pós-implantação

Dada a representação do processo, é possível perceber as mudanças já implementadas de uma maneira mais visual, de modo a tratar os problemas previamente levantados, algumas delas foram:

- Processo passou a ser bem definido, com as atividades de cada área.
- De todas as 19 atividades, 5 se tornaram manuais e as outras 14 têm alguma dependência com o sistema, o que automatizou as atividades e as tornou mais controláveis.
- Materiais solicitados passam por uma etapa de aprovação e validação, tanto no pedido quanto na retirada.

4.3. Consolidação dos dados e análise dos resultados

Neste subcapítulo é apresentado a consolidação dos dados e a análise dos resultados das duas fases mencionadas na metodologia e na abordagem prática: pré-implantação e pós-implantação do projeto de implantação do estoque.

4.3.1. Comparação das fases de pré-implantação e pós-implantação

A pesquisa levantou os dados nas fases de pré-implantação e pós-implantação e após isso, os mesmos foram avaliados e tratados na abordagem prática para analisar as mudanças com a implantação do estoque. A Tabela 4 apresenta a consolidação das principais mudanças ocorridas nessas duas fases distintas, sendo divididas por área.

Tabela 4 - Comparação processo de pré-implantação x pós-implantação

Pré-implantação	Pós-implantação
Oficinas	
Dificuldade de entender o tipo de serviço a ser realizado	Centralização das OS na área de Gestão de Serviços e maior controle das mesmas. Melhor comunicação entre as áreas de Oficinas e Gestão de Serviços
Oficinas com o próprio estoque e sem restrição para utilização e requisição de materiais	Criação de um estoque centralizado e materiais controlados pelo Setor de Materiais
Falta de materiais e conseqüentemente, não execução ou atraso das OS solicitadas	Gestão mais eficiente do armazenamento, entrada e saída dos materiais através de um estoque centralizado, conseqüentemente, maior disponibilidade de materiais para execução dos serviços
Gestão de Serviços (Call-Center de OS)	
O controle dos serviços era ineficiente ou pouco eficaz, grande parte das OS realizadas não eram computadas	Centralização das OS na área de Gestão de Serviços e maior controle das mesmas. Melhor comunicação entre as áreas de Oficinas e Gestão de Serviços
Materiais (compras)	
Processo simples e pouco eficaz de Gestão de Materiais	Novo processo de Gestão de Materiais e atividades melhores definidas por área
Estoque descentralizado nas Oficinas	Criação de um estoque centralizado
Materiais sem distinção por tipo	Materiais distintos por tipo (material de OS, consumo e permanente)
Materiais comprados incorretamente. Ausência de etapas de aprovação e validação	As compras dos materiais passaram a ser realizadas após as etapas de aprovação, cotação e eventual catalogação
A frequência de compra era realizada 2 vezes por semana e em grande parte de forma presencial	A frequência de compra dos materiais continua a ser realizada 2 vezes por semana, porém grande parte via online, agilizando a atividade
Os materiais eram comprados com urgência, o que ocasionava compras não planejadas e em fornecedores com um custo de material mais caro	A lista de compras dos materiais passou a ser mais bem planejada, com uma busca por melhores fornecedores e preços antecipadamente
As cotações de compra dos materiais não eram transparentes, pouco se sabia da escolha dos fornecedores e da busca pelos melhores preços	Maior transparência na escolha por fornecedores e preços, através de aprovações de compras, validações de materiais e registros no sistema
Ausência de um sistema para controle dos materiais	Criação de um sistema para apoio ao estoque
Ausência de revisões periódicas no estoque das Oficinas	Revisões periódicas no estoque centralizado e apoiadas pelo sistema
Tecnologia da Informação	
Apenas uma atividade apoiada pelo sistema: gestão das OS por meio do Protocolo Eletrônico	Várias atividades apoiadas pelo sistema
De todas as 6 atividades do processo de Gestão de Materiais, 5 eram manuais e a outra em grande parte manual	De todas as 18 atividades do processo de Gestão de Materiais, 5 se tornaram manuais e as outras 13 têm alguma dependência com o sistema

De acordo com a Tabela 4 e com o mapeamento dos processos de pré-implantação e pós-implantação foi possível verificar que na fase pré, todas as áreas tratadas envolvidas com o estoque tiveram pelo menos um problema levantado. A área com maior número de problemas levantados foi a de Materiais (compras) e, conseqüentemente, um maior número de mudanças foram vistas na fase pós.

De modo geral, todas as áreas tratadas foram beneficiadas após a implantação do estoque centralizado, pois para se ter uma gestão de estoque mais eficiente, foi necessário corrigir todos os outros problemas que de alguma maneira se relacionavam com o estoque, dessa maneira os ganhos em geral foram: automatização das atividades com o apoio de um sistema, processo novo com as atividades melhores definidas por área, regras mais bem definidas no processo, melhores práticas de compras, maior controle e organização das atividades.

4.3.2. Resultados gerais

Os resultados foram extraídos do sistema e tratados, de modo a tornar os dados mais fáceis de serem interpretados. Baseado nisso, foram coletados dois relatórios, os quais foram obtidos na fase de pós-implantação. Ambos os relatórios comparam o ano de 2016 (ainda na fase de pré-implantação) com o de 2017 (já na fase de pós-implantação).

No primeiro relatório foram levantados os gastos com materiais corporativos por mês, ou seja, os gastos com materiais de estoque. Vale lembrar que, esses materiais foram destinados para atender as OS da universidade. A Tabela 5 mostra os gastos com esses materiais nas duas fases distintas do projeto. Os valores foram multiplicados por um fator constante k para manter os dados da empresa em sigilo.

Tabela 5 - Gastos com materiais corporativos em 2016-2017

Ano	Mês	Material Corporativo
2016	Jan	R\$ 52.118,88
2016	Fev	R\$ 22.877,85
2016	Mar	R\$ 63.698,62
2016	Abr	R\$ 47.603,51
2016	Mai	R\$ 17.501,53
2016	Jun	R\$ 28.910,69
2016	Jul	R\$ 37.604,64
2016	Ago	R\$ 81.001,43
2016	Set	R\$ 43.336,10
2016	Out	R\$ 36.980,03
2016	Nov	R\$ 49.455,68
2016	Dez	R\$ 34.114,91
TOTAL ANO		R\$ 515.203,85
Média mensal		R\$ 42.933,65
2017	Jan	R\$ 47.600,60
2017	Fev	R\$ 71.060,44
2017	Mar	R\$ 42.338,30
2017	Abr	R\$ 10.736,67
2017	Mai	R\$ 35.812,06
2017	Jun	R\$ 25.500,55
2017	Jul	R\$ 51.798,99
2017	Ago	R\$ 30.508,98
2017	Set	R\$ 11.655,56
2017	Out	R\$ 33.973,38
2017	Nov	R\$ 13.050,24
2017	Dez	R\$ 26.605,59
TOTAL ANO		R\$ 400.641,34
Média mensal		R\$ 33.386,78

Na Tabela 5 é possível perceber a diferença dos gastos totais nos anos analisados. Nota-se que os gastos sofreram uma redução de aproximadamente 22% de um ano para o outro. Em geral, tal redução significativa foi ocasionada pelas mudanças do projeto implementado, porém, especificamente, algumas delas foram fundamentais:

- Criação de um estoque centralizado e materiais controlados pelo Setor de Materiais. A partir disso, houve um controle mais rígido dos materiais e realizado somente por uma área, onde os funcionários que controlam não eram os mesmos que utilizam, entende-se que assim, restringiu o uso e as compras em excesso.
- Implantação de um sistema, no qual permitiu a integração do Setor de Compras com o de Materiais, diminuindo os erros de operações manuais e auxiliando no processo de compras.
- Compras qualificadas, os materiais passam por várias etapas antes de serem comprados, como: planejamento, aprovação, validação da especificação,

registros do histórico de preços e fornecedores no sistema, busca por melhores cotações.

No segundo relatório foi levantado a quantidade de OS concluídas e computadas por mês nos anos analisados. Esse estado de OS, concluída e computada, serviu como um medidor para determinar a quantidade de serviços realizados em cada ano na universidade. A Tabela 6 apresenta essas OS nas duas fases distintas do projeto.

Tabela 6 - Quantidade de OS concluída e computada em 2016-2017

Número de OS por mês		
ano	mês	OS concluídas
2016	jan	1.113
2016	fev	1.346
2016	mar	1.862
2016	abr	1.627
2016	mai	1.460
2016	jun	1.717
2016	jul	1.531
2016	ago	1.223
2016	set	1.481
2016	out	1.354
2016	nov	1.309
2016	dez	908
MÉDIA MENSAL 2016	-	1.411
TOTAL 2016	-	16.931
2017	jan	1.252
2017	fev	1.486
2017	mar	1.905
2017	abr	1.375
2017	mai	1.665
2017	jun	1.631
2017	jul	2.216
2017	ago	2.701
2017	set	1.847
2017	out	2.147
2017	nov	1.724
2017	dez	1.460
MÉDIA MENSAL 2017	-	1.784
TOTAL 2017	-	21.409

Na Tabela 6 é possível verificar que as OS apresentaram um aumento de aproximadamente 26% do ano de 2016 para o ano de 2017. Dado que, a estrutura da universidade e o quadro de funcionários não tiveram alterações em grande escala que justificasse tal aumento, é possível afirmar que, isso foi causado pela implementação do projeto, o que tornou a universidade mais organizada e produtiva em termos de serviços. Na implementação do projeto, as mudanças que mais impactaram para o aumento do número de OS concluídas e computadas foram:

- Centralização das OS na área de Gestão de Serviços. Tal mudança bloqueou o acesso dos funcionários das Oficinas ao Protocolo Eletrônico para abertura e

fechamento de uma OS, concernindo à uma área especializada para isso. Sendo assim, os erros com abertura, fechamento e até não registro das OS diminuíram.

- Melhor comunicação entre os funcionários das Oficinas e a área de Gestão de Serviços. Dado que ambos gerenciavam o Protocolo Eletrônico, havia muitos conflitos entre as atividades de cada um, logo, acordos internos de comunicação foram criados para uma melhor atualização do Protocolo Eletrônico.

Na problematização desta dissertação foram apresentados alguns pontos críticos encontrados no referencial teórico, sendo eles de um modo geral: falta de controle e organização dos materiais e do ambiente, utilização em excesso de planilhas e anotações manuais, ausência ou pouca utilização de informatização na gestão de estoque da universidade. Os pontos críticos apresentados na teoria foram similares aos encontrados no estudo de caso desta universidade, o que reforça os problemas existentes na gestão de estoque em universidades. Dado isso, nesta pesquisa, inúmeras melhorias qualitativas por área foram apresentadas após a implementação do projeto, conforme o comparativo apresentado na Tabela 4. Em relação às melhorias quantitativas, foi possível obter o relatório de dois dados relevantes: por um lado, houve uma redução significativa dos gastos com materiais e por outro, um melhor controle e maior quantidade de OS concluídas e computadas nos anos analisados. Por fim, a teoria ainda aborda a deficiência na integração entre as atividades, também observado nesta universidade, porém esta pesquisa trata não só das atividades, mas sim da integração de todas as áreas e suas atividades associadas ao estoque, apresentando melhorias através de um processo bem definido e integrado depois da implementação do projeto.

4.4. Propostas de melhorias

As propostas de melhorias são propostas futuras para melhor gerir o estoque e potencializar os ganhos da universidade. Dado que os resultados foram significativos em relação à uma melhor gestão e uma redução de custos com a implementação do projeto, é possível monitorar e analisar novas oportunidades com o mesmo propósito de potencializar os ganhos. Tais propostas são consideradas depois do projeto implementado, ou seja, após janeiro de 2018. Para isso, utilizou-se dados que foram coletados no final da fase pós-implementação, em janeiro de 2018. Esses dados levantados são aqueles já mencionados na metodologia:

consumo dos materiais de estoque no período (01/07/2017 até 31/12/2017) e saldo do estoque em 1º de janeiro de 2018.

Uma das propostas candidatas, por exemplo, pode ser uma melhor classificação dos itens, de modo a organizar o estoque e pensar em quais são os itens estratégicos e quais têm o maior valor agregado. Outra proposta seria um melhor tratamento dos itens através de políticas de controle, nas quais envolvem diferentes questões a serem pensadas, tais como: qual é a demanda, quanto é o tempo de reposição e qual a quantidade a ser pedida de cada item. Pensando nisso, os próximos subcapítulos descrevem essas propostas.

4.4.1. Classificação ABC, Classificação XYZ e Classe O

A curva ABC é uma das abordagens mais utilizadas para a classificação de SKUs e foi responsável por nortear a classificação dos itens do estoque nesta universidade, visando a gestão do estoque de uma maneira mais adequada e o suprimento da demanda futura da mesma, de acordo com as políticas e algoritmos citados na parte teórica. A partir desta classificação, os itens são tratados de acordo com a sua classe, dando importância aqueles que são mais relevantes, tanto em termos financeiros quanto prioritários.

Uma data foi escolhida para que fosse coletado o número exato de itens cadastrados e suas especificações, pois assim não haveria mudanças ao longo da análise. A data escolhida para análise dos itens cadastrados até aquele momento no estoque foi o dia 1º de janeiro de 2018. A quantidade total dos SKUs cadastrados no estoque e analisados naquele momento foram de 1423, sendo 1148 materiais de OS, 231 materiais permanentes e 44 materiais de consumo.

A curva ABC (Figura 6) propõe uma divisão dos SKUs em A, B e C, como o próprio nome sugere, de acordo com a sua representatividade financeira. A variável utilizada como referência para o enquadramento dos SKUs nas classes citadas foi o “último preço unitário”, tendo como referência o ano de 2017. Vale ressaltar que, devido ao desconhecimento da demanda no período de 1º de janeiro a junho de 2017, não foi possível calcular o valor total gasto no ano por cada SKU (como sugere a curva ABC), sendo então utilizada a variável conhecida ao longo de todo ano de 2017 (“último preço unitário”) de cada SKU como referência.

A curva ABC sugere que, do total de SKUs, aproximadamente, 20% sejam de classe A, 30% de classe B e 50% de classe C. Porém, nem todos os SKUs cadastrados no almoxarifado tinham o histórico de último preço unitário, ou seja, não foram comprados no período analisado ou já pertenciam à universidade, porém sem vínculo com o preço de compra. Logo, para realizar a classificação dos SKUs e para atender o princípio da curva ABC, só foram considerados os que tinham pelo menos um valor de último preço unitário cadastrado. Desta forma, os itens que não tinham nenhum preço vinculado foram considerados como SKUs de classe O, ou seja, em observação. Dentre o total dos SKUs analisados (1423), 14,05% (200) são de classe A, 21,15% (301) de classe B, 35,21% (501) de classe C e 29,59% (421) não tem o histórico de preço unitário e foram associados à classe O, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Classificação ABC e distribuição dos SKUs (com preço e sem preço)

	SKUs (com preço)	% (com preço)	SKUs (sem preço)	SKUs % (sem preço)	SKUs (total)	SKUs % (total)
Classe A	200	19,96%	0	0,00%	200	14,05%
Classe B	301	30,04%	0	0,00%	301	21,15%
Classe C	501	50,00%	0	0,00%	501	35,21%
Classe O	0	0,00%	421	100,00%	421	29,59%
Total Quantidade	1002	100,00%	421	100,00%	1423	100,00%

As Tabelas 8, 9 e 10 apresentam os 10 primeiros SKUs de cada classe, já ordenados pelo seu último preço unitário. Nota-se também nas tabelas outros parâmetros relevantes que caracterizam cada SKU, tais como: CodItem (código do item), Descrição (nome específico do SKU), Oficina, Natureza (tipo do SKU), Medida e sua respectiva Classe Item (classificação ABC).

Tabela 8 - Lista dos 10 primeiros SKUs de classe A por último preço unitário

CodItem	Descrição	Oficina	Natureza	Medida	Último Preço	Classe Item
2167	Kit de média tensão p/ subestação 15KV 800A 16KA	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$14.542,07	A
2170	Ar Condicionado Split 60.000Btus Versatile	SERRALHERIA	Material Permanente	PEÇA	R\$6.825,00	A
1028	Ar condicionado 24.000 BTU - INVERTER HI WALL - Midea	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$3.139,00	A
1868	Condensadora Carrier Piso /Teto 30.000 BTU	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$2.445,41	A
1190	Split INVERTER 18.000 BTU	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$2.386,59	A
1162	Evaporadora Carrier Piso /Teto 30.000 BTU	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$1.854,59	A
265	Ar condicionado Split 12.000 BTU	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$1.248,79	A
1144	Compressor rotativo 60.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$1.105,58	A
768	Bebedouro Soft	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$870,00	A
1842	Compressor rotativo 36.000 BTUs (TECUMSEH, HITACHI, LG)	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$867,62	A

Tabela 9 - Lista dos 10 primeiros SKUs de classe B por último preço unitário

CodItem	Descrição	Oficina	Natureza	Medida	Último Preço	Classe Item
870	Cilindro de Oxigênio PPU/ m ³	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	METRO	R\$80,00	B
886	Lixeira Basculante 60l	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	PEÇA	R\$80,00	B
885	Pneu Enduro II Levorin (4.10/3.50-8)	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	PEÇA	R\$80,00	B
1252	Adesivo de contato PVA Cascola/ Fômica 3,3L	CARPINTARIA	Material de OS	LATA	R\$79,90	B
884	Tinta Suvnil Cor Elefante 3,6l	PINTURA	Material de OS	LATA	R\$79,90	B
882	Tinta Sherwin Williams branco neve (3,6 L)	PINTURA	Material de OS	BALDE	R\$79,00	B
1435	Verniz 3,6l Sparlack Duplo Filtro Solar	CARPINTARIA	Material de OS	LATA	R\$79,00	B
1825	Válvula de retenção fundo de poço 2	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$78,34	B
860	Caixa para montagem plástica tampa opaca 300x300x130mm	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$76,80	B
1020	Talhadeira SDS PLUS 20 x 250mm	OBRAS	Material Permanente	PEÇA	R\$75,00	B

Tabela 10 - Lista dos 10 primeiros SKUs de classe C por último preço unitário

CodItem	Descrição	Oficina	Natureza	Medida	Último Preço	Classe Item
409	Lâmpada Dulux L OSRAM 36W/840 (4 pinos)	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$17,50	C
1724	Trena Starrett com fita em aço e trava (5mts) Cód. KTS34-5ME-S	OBRAS	Material Permanente	PEÇA	R\$16,90	C
410	Barra Chata 3/4 x 3/16	SERRALHERIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,80	C
411	Lâmpada mista E27 250W	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,80	C
552	Montante de 70mm (peça c/ 3m)	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,79	C
1902	Cantoneira de Ferro 5/8 x 1/8 (6m)	SERRALHERIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,70	C
1903	Interruptor 2 seções silentoque 10A (com espelho)	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,63	C
553	Cloro Granulato HTH 10kg	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	QUILO	R\$16,54	C
555	Luva soldável de correr 32mm	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	C
1029	Tube de ligação flexível p/ vaso 1. 1/2 x 25cm Astra	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	C

A curva ABC sugere que, do percentual total gasto da unidade monetária anual relacionado aos SKUs, aproximadamente: 80% sejam de classe A, 10-15% de classe B e 5-10% de classe C. Dessa forma, apenas considerando os SKUs com último preço unitário, ou seja, desconsiderando a classe O, a Tabela 11 apresenta a divisão dos SKUs em números por classe e por tipo. Além disso, também apresenta o valor financeiro total de cada classe e de cada tipo de SKU, se baseando no último preço unitário do SKU como referência, em reais.

Tabela 11 - Divisão da quantidade dos SKUs por classe e tipo

	SKUs com último preço unitário						
	Material de OS	Material Permanente	Material de Consumo	Total Quantidade	% Quantidade	Valor Financeiro	% Financeiro
Classe A	149	46	5	200	19,96%	R\$73.987,62	83,58%
Classe B	226	67	8	301	30,04%	R\$11.561,04	13,06%
Classe C	411	71	19	501	50,00%	R\$2.970,33	3,36%
Total Quantidade	786	184	32	1002	-	-	-
% Quantidade	78,44%	18,36%	3,19%	-	100,00%	-	-
Valor Financeiro	R\$58.842,42	R\$28.282,91	R\$1.393,66	-	-	R\$88.518,99	-
% Financeiro	66,47%	31,95%	1,57%	-	-	-	100,00%

A variável “último preço unitário” é uma referência para se usar junto com a curva ABC, uma vez que mede o valor de cada unidade de SKU, permitindo assim obter o valor financeiro total por classe, como apresentado na Tabela 11. A

porcentagem do valor financeiro total dos SKUs de cada classe está de acordo com o proposto pela curva ABC, aproximadamente, 84% (classe A), 13% (classe B) e 3% (classe C), ou seja, valores bem próximos aos sugeridos pela curva, 80%, 15% e 5%, respectivamente. A Figura 12 mostra a curva ABC dos SKUs com último preço unitário na prática. A classe O não possui representatividade financeira neste primeiro momento, e por isto, não foi considerada na curva ABC.

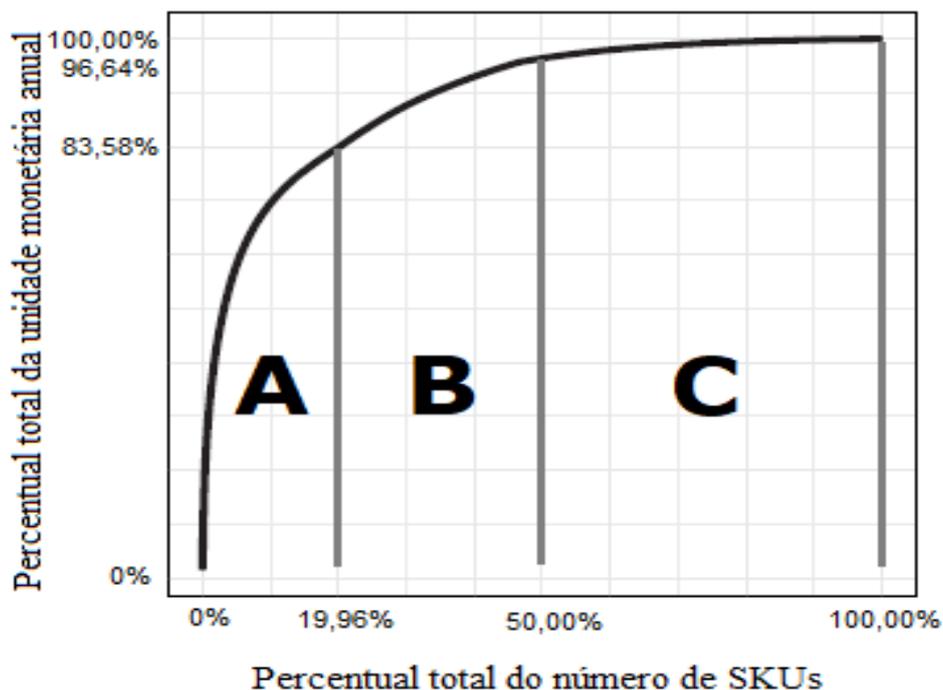


Figura 12 - Gráfico Curva ABC na prática

De acordo com a Tabela 11, é possível perceber que a maior quantidade dos tipos de SKUs que têm vínculo com preço são materiais de OS (786 de 1002), ou seja, 78,44% da totalidade dos SKUs, que também representam a maior parte financeira, 66,47% da totalidade. Todos os materiais são importantes para as instalações e manutenções no campus da universidade, porém, os materiais diretamente ligados aos serviços (materiais de OS) são de alta criticidade e devem ser prioritariamente tratados, já que são imprescindíveis e específicos, e sua falta afeta o ambiente e/ou o processo e pode acarretar a paralisação das atividades essenciais da universidade. Sendo assim, além da divisão dos SKUs por classe, os mesmos também podem ser separados pela Natureza, ou seja, tipo do SKU. Para isto, ocorre mais uma divisão dentro das classes, adicionando-se os sufixos X, Y e Z ao final de cada classe, sendo estes: material de consumo, material permanente e

material de OS, respectivamente. A Figura 13 demonstra as divisões das classes pela classificação ABC e XYZ em conjunto, originando novas subclasses.

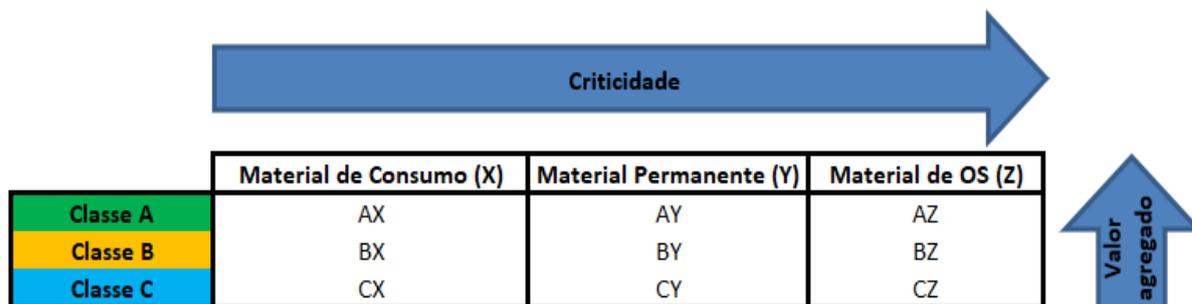


Figura 13 - Classificação dos SKUs pela classificação ABC e XYZ

As novas subclasses geradas são importantes para definir a criticidade dos SKUs. Na Figura 13, é possível visualizar a criticidade dos SKUs, determinado pela classificação XYZ, conciliando com o valor agregado, dado pela classificação ABC. Logo, os SKUs a serem tratados com maior prioridade são os pertencentes à subclasse AZ, ou seja, SKUs de classe A e que são materiais de OS. A Figura 14 apresenta a quantidade de cada SKU por classe e por tipo.

	Material de Consumo (X)	Material Permanente (Y)	Material de OS (Z)
Classe A	5	46	149
Classe B	8	67	226
Classe C	19	71	411

Figura 14 - Quantidade de SKUs pela classificação ABC e XYZ

4.4.2. Política de controle, análise do consumo, previsão da demanda e tamanho de pedido

O consumo (C) dos itens nos períodos passados é uma variável relevante para o planejamento das empresas, pois auxilia na demanda futura. Quando o consumo e o tempo de ressuprimento são exatamente conhecidos, a quantidade a ser pedida

para atender um determinado período é exata. Porém, quando o consumo e o tempo de ressurgimento são incertos, a quantidade a ser pedida varia para cada caso.

Nesta universidade, o consumo varia ao longo dos períodos, ou seja, não é constante, o que permite realizar previsões com o intuito de ordenar a quantidade ideal por período visando o menor custo possível. Sendo assim, para se fazer uma melhor previsão da demanda, usa-se o consumo de períodos anteriores, onde neste caso foram coletados e analisados dados do consumo dos SKUs em 6 meses, no período de julho a dezembro de 2017. Logo, devido à sazonalidade de alguns SKUs, a previsão é realizada para os mesmos períodos dos anos subsequentes (julho a dezembro 2018, por exemplo), com o intuito de melhor planejar os pedidos.

As previsões da demanda de cada classe dos SKUs são tratadas separadamente, uma vez que suas políticas de controle são diferentes e uma determinada classe pode ter prioridade sobre a outra. Para efeitos de simulação da previsão são escolhidos 10 SKUs de cada classe, que nesse primeiro momento são ordenados de acordo com sua representatividade financeira. A Tabela 12 apresenta os 30 SKUs analisados inicialmente para previsão, com a quantidade de SKUs consumida no período analisado.

Tabela 12 - Lista dos 30 SKUs analisados iniciais

Nome	Oficina	Natureza	Unidade	Último preço	Classe item	C1 (Julho)	C2 (Agosto)	C3 (Setembro)	C4 (Outubro)	C5 (Novembro)	C6 (Dezembro)	Consumo médio	Consumo total
Kit de tensão p/ subestação 15KV 800A 16KA	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$14.542,07	AZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Ar Condicionado do Split 60.000Btus Versatile	SERRALHERIA	Material Permanente	PEÇA	R\$6.825,00	AY	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Ar Condicionado Carrier 18.000 BTU - INVERTER HI WALL - Midea	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$3.139,00	AY	0	0	4	0	0	0	0,67	4
Condensador Carrier Piso /Teto 30.000 BTU	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$2.445,41	AZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Split II R 18.000 BTU	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$2.386,59	AY	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Evaporador Carrier Piso /Teto 30.000 BTU	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$1.854,59	AZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Ar Condicionado do Split 12.000 BTU	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$1.248,79	AY	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Compressor rotativo 60.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$1.105,58	AZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Bebedouro Soft	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$870,00	AY	0	1	0	0	0	0	0,17	1
Compressor rotativo 36.000 BTUs (TECUMSEH, HITACHI, LG)	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$867,62	AZ	0	0	0	1	3	0	0,67	4
Cilindro de Oxigênio PPU/ m ³	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	METRO	R\$80,00	BZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Lixeira Basculante 60l	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	PEÇA	R\$80,00	BX	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Pneu Enduro II Levorin (4.10/3.50-8)	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	PEÇA	R\$80,00	BX	2	1	1	0	0	0	0,67	4
Adesivo de contato PVA Cascola/ Fórmula 3,3L	CARPINTARIA	Material de OS	LATA	R\$79,90	BZ	2	4	2	3	2	3	2,67	16
Tinta Suvinil Cor Elefante 3,6l	PINTURA	Material de OS	LATA	R\$79,90	BZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Tinta Sherwin Williams branco neve (3,6 L)	PINTURA	Material de OS	BALDE	R\$79,00	BZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Verniz 3,6l Sparlack Duplo Filtro Solar	CARPINTARIA	Material de OS	LATA	R\$79,00	BZ	0	0	1	0	1	0	0,33	2
Válvula de retenção fundo de poço 2	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$78,34	BZ	0	1	0	0	1	0	0,33	2
Caixa para montagem plástica tampa opaca 300x300x130mm	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$76,80	BZ	0	0	0	0	0	1	0,17	1
Talhadeira SDS PLUS 20 x 250mm	OBRAS	Material Permanente	PEÇA	R\$75,00	BY	0	0	0	0	0	1	0,17	1
Lâmpada Dulux L OSRAM 36W/840 (4 pinos)	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$17,50	CZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Trena Starrett com fita em aço e trava (5mts) Cód. KTS34-5ME-5	OBRAS	Material Permanente	PEÇA	R\$16,90	CY	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Barra Chata 3/4 x 3/16	SERRALHERIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,80	CZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Lâmpada mista E27 250W	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,80	CZ	0	6	2	0	1	6	2,50	15
Montante de 70mm (peça c/ 3m)	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,79	CZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Canteoneira de Ferro 5/8 x 1/8 (6m)	SERRALHERIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,70	CZ	2	0	0	0	0	0	0,33	2
Interruptor 2 seções silentoque 10A (com espelho)	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,63	CZ	4	2	1	0	0	0	1,17	7
Cloro Granulado HTH 10kg	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	QUILLO	R\$16,54	CX	0	0	0	2	0	1	0,50	3
Luva soldável de correr 32mm	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	CZ	0	0	0	0	1	4	0,83	5
Tubo de ligação flexível p/ vaso 1. 1/2 x 25cm Astra	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	CZ	5	6	2	1	2	2	3,00	18

A previsão da demanda para os mesmos períodos subsequentes levou em consideração o consumo passado dos SKUs. Logo, todos os SKUs que não tiveram o consumo de pelo menos 1 unidade no período analisado foram desconsiderados, conforme mostra a Tabela 13.

Tabela 13 - Lista com parte dos SKUs desconsiderados

Nome	Oficina	Natureza	Unidade	Último preço	Classe item	C1 (Julho)	C2 (Agosto)	C3 (Setembro)	C4 (Outubro)	C5 (Novembro)	C6 (Dezembro)	Consumo médio	Consumo total
Kit de média tensão p/ subestação 15KV-800A-16KA	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$14.542,07	AZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Ar Condicionado Split 60.000Btus-Versatile-	SERRALHERIA	Material Permanente	PEÇA	R\$6.825,00	AV	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Ar condicionado 24.000 BTU - INVERTER HI WALL - Midea	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$3.139,00	AY	0	0	4	0	0	0	0,67	4
Condensadora Carrier -Piso /Teto-30.000-BTU	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$2.445,41	AZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Split INVERTER-18.000-BTU	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$2.386,59	AV	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Evaporadora Carrier -Piso /Teto-30.000-BTU	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$1.854,59	AZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Ar condicionado Split 12.000-BTU	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$1.248,79	AV	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Compressor rotativo 60.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$1.105,58	AZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Bebedouro Soft	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$870,00	AY	0	1	0	0	0	0	0,17	1
Compressor rotativo 36.000 BTUs (TECUMSEH, HITACHI, LG)	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$867,62	AZ	0	0	0	1	3	0	0,67	4
Cilindro de Oxigênio PPU/ m ³	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	METRO	R\$80,00	BZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Lixeira Baseulante 60l	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	PEÇA	R\$80,00	BX	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Pneu Enduro II Levorin (4.10/3.50-8)	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	PEÇA	R\$80,00	BX	2	1	1	0	0	0	0,67	4
Adesivo de contato PVA Cascola/ Fórmula 3,3L	CARPINTARIA	Material de OS	LATA	R\$79,90	BZ	2	4	2	3	2	3	2,67	16
Tinta Suvinil Cor Elefante-3,6l	PINTURA	Material de OS	LATA	R\$79,90	BZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Tinta Sherwin-Williams-branco-neve-(3,6 L)	PINTURA	Material de OS	BALDE	R\$79,90	BZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Verniz arlack Duplo Filtro Solar	CARPINTARIA	Material de OS	LATA	R\$79,00	BZ	0	0	1	0	1	0	0,33	2
Válvula de fechamento fundo de poço 2"	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$78,34	BZ	0	1	0	0	1	0	0,33	2
Caixa de proteção elétrica tampa opaca 300x300x130mm	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$76,80	BZ	0	0	0	0	0	1	0,17	1
Talhar de madeira 20 x 250mm	OBRAS	Material Permanente	PEÇA	R\$75,00	BY	0	0	0	0	0	1	0,17	1
Lâmpada LED OSRAM 36W/840 (4 pinos)	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$17,50	CZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Trena 5m com fita em aço e trava (5mts)-Cód.-KTS34-5ME-S	OBRAS	Material Permanente	PEÇA	R\$16,90	CY	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Barra de aço 1/4 x 3/16	SERRALHERIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,80	CZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Lâmpada LED E27 250W	ELETRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,80	CZ	0	6	2	0	1	6	2,50	15
Montante 70mm (peça c/ 3m)	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,79	CZ	0	0	0	0	0	0	0,00	0
Cantoneira 5/8 x 1/8 (6m)	SERRALHERIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,70	CZ	2	0	0	0	0	0	0,33	2
Interrupção de seção silenteoque 10A (com espelho)	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,63	CZ	4	2	1	0	0	0	1,17	7
Cloro líquido HTH 10kg	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	QUILO	R\$16,54	CX	0	0	0	2	0	1	0,50	3
Luva de proteção 32mm	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	CZ	0	0	0	0	1	4	0,83	5
Tubo flexível p/ vaso 1. 1/2 x 25cm Astra	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	CZ	5	6	2	1	2	2	3,00	18

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 172167/CA

Dada a desconsideração dos SKUs na Tabela 13 e seguindo a representatividade financeira dos mesmos, os novos entrantes são os próximos SKUs que têm o consumo mínimo atendido no período analisado, dentre os 1002 SKUs do estoque com preço, conforme apresenta a Tabela 14.

Tabela 14 - Lista dos 30 SKUs selecionados

Nome	Oficina	Natureza	Unidade	Último preço	Classe item	C1 (Julho)	C2 (Agosto)	C3 (Setembro)	C4 (Outubro)	C5 (Novembro)	C6 (Dezembro)	Consumo médio	Consumo total
Ar condicionado 24.000 BTU - INVERTER HI WALL - Midea	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$6.825,00	AY	0	0	4	0	0	0	0,67	4
Compressor rotativo 60.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$3.139,00	AZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Bebedouro Soft	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$2.445,41	AY	0	1	0	0	0	0	0,17	1
Compressor rotativo 36.000 BTUs (TECUMSEH, HITACHI, LG)	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$2.386,59	AZ	0	0	0	1	3	0	0,67	4
Pistola com mangueira profissional KARCHER p/ lavadura de alta pressão HD 5/12C	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$695,00	AY	0	2	0	0	0	0	0,33	2
Martelete perfurador rompedor 800W GBH2-24D profissional BOSCH 110V	BOMBEIRO	Material Permanente	PEÇA	R\$569,90	AY	0	0	0	1	0	0	0,17	1
Escada de alumínio ALULEV modelo PN206 7 degraus (pintor dupla)	CARPINTARIA	Material Permanente	PEÇA	R\$520,00	AY	0	0	1	0	0	0	0,17	1
Compressor rotativo 22.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$494,98	AZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Botija de gás Freon R410A	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$480,08	AZ	0	2	2	1	0	0	0,83	5
Compressor rotativo 24.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$479,00	AZ	0	1	0	1	0	0	0,33	2
Pneu Enduro II Levorin (4.10/3.50-8)	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	PEÇA	R\$80,00	BX	2	1	1	0	0	0	0,67	4
Adesivo de contato PVA Cascola/ Fôrmica 3,3L	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$80,00	BZ	2	4	2	3	2	3	2,67	16
Verniz 3,6l Sparlack Duplo Filtro Solar	CARPINTARIA	Material de OS	LATA	R\$79,90	BZ	0	0	1	0	1	0	0,33	2
Válvula de retenção fundo de poço 2	BOMBEIRO	Material de OS	LATA	R\$79,90	BZ	0	1	0	0	1	0	0,33	2
Caixa para montagem plástica tampa opaca 300x300x130mm	ELETRICA	Material de OS	BALDE	R\$79,90	BZ	0	0	0	0	0	1	0,17	1
Talhadeira SDS PLUS 20 x 250mm	OBRAS	Material Permanente	LATA	R\$79,00	BY	0	0	0	0	0	1	0,17	1
Tinta Suviniil Gelo Acrílico Fosco 3,6l (Segue Modelo)	PINTURA	Material de OS	LATA	R\$75,00	BZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Porta de Madeira Lisa 0,60cm	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$74,99	BZ	3	2	0	0	0	0	0,83	5
Porta de Madeira Lisa 0,70cm	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$74,99	BZ	1	4	0	0	0	0	0,83	5
Porta de Madeira Lisa 0,80cm	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$74,99	BZ	4	1	0	0	0	0	0,83	5
Lâmpada mista E27 250W	ELETRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,80	CZ	0	6	2	0	1	6	2,50	15
Cantoneira de Ferro 5/8 x 1/8 (6m)	SERRALHERIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,70	CZ	2	0	0	0	0	0	0,33	2
Interruptor 2 seções silêntoque 10A (com espelho)	ELETRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,63	CZ	4	2	1	0	0	0	1,17	7
Cloro Granulado HTH 10kg	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	QUILO	R\$16,54	CX	0	0	0	2	0	1	0,50	3
Luva soldável de correr 32mm	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	CZ	0	0	0	0	1	4	0,83	5
Tubo de ligação flexível p/ vaso 1. 1/2 x 25cm Astra	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	CZ	5	6	2	1	2	2	3,00	18
Niple de metal 1" 1/2	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,31	CZ	0	1	0	1	0	0	0,33	2
Fita du Scotch 3M/ 25mm x 2m (Transparente)	ELETRICA	Material de OS	PEÇA	R\$15,95	CZ	1	3	1	1	3	2	1,83	11
Identif le Banheiro Feminino	SERVIÇOS GERAIS	Material de OS	PEÇA	R\$15,90	CZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Identif le Banheiro Masculino	SERVIÇOS GERAIS	Material de OS	PEÇA	R\$15,90	CZ	0	0	1	0	1	0	0,33	2

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1721767/CA

Após todos os SKUs selecionados atenderem o consumo mínimo, os mesmos são reordenados a partir de suas subclasses, de modo a levar em consideração a criticidade, apresentada na Tabela 15. A lista final dos SKUs que são tratados para previsão da demanda e tamanho de pedido também é apresentada na Tabela 15, já ordenados pela prioridade de classes e subclasses.

Tabela 15 - Lista dos 30 SKUs selecionados e ordenados por prioridade

Nome	Oficina	Natureza	Unidade	Último preço	Classe item	C1 (Julho)	C2 (Agosto)	C3 (Setembro)	C4 (Outubro)	C5 (Novembro)	C6 (Dezembro)	Consumo médio	Consumo total
Compressor rotativo 60.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$3.139,00	AZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Compressor rotativo 36.000 BTUs (TECUMSEH, HITACHI, LG)	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$2.386,59	AZ	0	0	0	1	3	0	0,67	4
Compressor rotativo 22.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$494,98	AZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Botija de gás Freon R410A	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$480,08	AZ	0	2	2	1	0	0	0,83	5
Compressor rotativo 24.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$479,00	AZ	0	1	0	1	0	0	0,33	2
Ar condicionado 24.000 BTU - INVERTER HI WALL - Midea	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$6.825,00	AY	0	0	4	0	0	0	0,67	4
Bebedouro Soft	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$2.445,41	AY	0	1	0	0	0	0	0,17	1
Pistola com mangueira profissional KARCHER p/ lavadura de alta pressão HD 5/12C	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$695,00	AY	0	2	0	0	0	0	0,33	2
Martetele perfurador rompedor 800W GBH2-24D profissional BOSCH 110V	BOMBEIRO	Material Permanente	PEÇA	R\$569,90	AY	0	0	0	1	0	0	0,17	1
Escada de alumínio ALULEV modelo PN206 7 degraus (pintor dupla)	CARPINTARIA	Material Permanente	PEÇA	R\$520,00	AY	0	0	1	0	0	0	0,17	1
Adesivo de contato PVA Cascola/ Fôrnica 3,3L	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$80,00	BZ	2	4	2	3	2	3	2,67	16
Verniz 3,6l Sparlack Duplo Filtro Solar	CARPINTARIA	Material de OS	LATA	R\$79,90	BZ	0	0	1	0	1	0	0,33	2
Válvula de retenção fundo de poço 2	BOMBEIRO	Material de OS	LATA	R\$79,90	BZ	0	1	0	0	1	0	0,33	2
Caixa para montagem plástica tampa opaca 300x300x130mm	ELÉTRICA	Material de OS	BALDE	R\$79,00	BZ	0	0	0	0	0	1	0,17	1
Tinta Suviniel Gelo Acrílico Fosco 3,6l (Segue Modelo)	PINTURA	Material de OS	LATA	R\$75,00	BZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Porta de Madeira Lisa 0,60cm	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$74,99	BZ	3	2	0	0	0	0	0,83	5
Porta de Madeira Lisa 0,70cm	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$74,99	BZ	1	4	0	0	0	0	0,83	5
Porta de Madeira Lisa 0,80cm	CARPINTARIA	Material de OS	PEÇA	R\$74,99	BZ	4	1	0	0	0	0	0,83	5
Talhadeira SDS PLUS 20 x 250mm	OBRAS	Material Permanente	LATA	R\$79,00	BY	0	0	0	0	0	1	0,17	1
Pneu Enduro II Levorin (4.10/3.50-8)	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	PEÇA	R\$80,00	BX	2	1	1	0	0	0	0,67	4
Lâmpada mista E27 250W	ELETRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,80	CZ	0	6	2	0	1	6	2,50	15
Cantoneira de Ferro 5/8 x 1/8 (6m)	SERRALHERIA	Material de OS	PEÇA	R\$16,70	CZ	2	0	0	0	0	0	0,33	2
Interruptor 2 seções silenteque 10A (com espelho)	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$16,63	CZ	4	2	1	0	0	0	1,17	7
Luva soldável de correr 32mm	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	CZ	0	0	0	0	1	4	0,83	5
Tube de ligação flexível p/ vaso 1. 1/2 x 25cm Astra	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,45	CZ	5	6	2	1	2	2	3,00	18
Niple de metal 1". 1/2	BOMBEIRO	Material de OS	PEÇA	R\$16,31	CZ	0	1	0	1	0	0	0,33	2
Fita dupla face Scotch 3M/ 25mm x 2m (Transparente)	ELÉTRICA	Material de OS	PEÇA	R\$15,95	CZ	1	3	1	1	3	2	1,83	11
Identif le Banheiro Feminino	SERVIÇOS GERAIS	Material de OS	PEÇA	R\$15,90	CZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Identif le Banheiro Masculino	SERVIÇOS GERAIS	Material de OS	PEÇA	R\$15,90	CZ	0	0	1	0	1	0	0,33	2
Cloro 4.0 HTH 10kg	SERVIÇOS GERAIS	Material de Consumo	QUILO	R\$16,54	CX	0	0	0	2	0	1	0,50	3

Por fim, a Tabela 16 apresenta os métodos de estoque para tratar os SKUs de cada classe.

Tabela 16 - Métodos de estoque por classe

Classes	Métodos de estoque
A	(R, s, S)
B	Wagner Whitin com Rstudio
C	Duas gavetas
O	Nenhuma

4.4.2.1. SKUs de classe A

Os SKUs de classe A representam 19,96% (200) do total de SKUs analisados com último preço unitário, correspondendo a um valor financeiro de R\$73.987,62 no período analisado, conforme mostrado na Tabela 11.

A política (R, s, S) é uma política combinada da (s, S) com a (R, S). Como já explicado no subcapítulo “3.2. Políticas de estoques e métodos de estimativas”, a política funciona da seguinte forma: é realizada uma revisão periódica a cada R

unidades de tempo e, se o nível do estoque estiver no ponto de pedido (s) ou abaixo dele, um pedido de reabastecimento é realizado para elevar o nível do estoque ao máximo (S), caso contrário, nada é feito até a próxima revisão. O esforço operacional é grande e complexo para obter o melhor valor dos três parâmetros, porém regras simples podem ser adotadas. Segundo Thomé (2009, p. 69), “técnicas de simulação podem ser utilizadas periodicamente para estabelecer os melhores parâmetros, sempre quando os custos ou a criticidade dos itens envolvidos no controle de estoque o justifique.”

Na Tabela 17 são apresentados os 10 SKUs da classe A, selecionados e já classificados pela prioridade.

Tabela 17 - Lista dos 10 SKUs de classe A selecionados e ordenados

Nome	Oficina	Natureza	Unidade	Último preço	Classe item	C1 (Julho)	C2 (Agosto)	C3 (Setembro)	C4 (Outubro)	C5 (Novembro)	C6 (Dezembro)	Consumo médio	Consumo total
Compressor rotativo 60.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$3.139,00	AZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Compressor rotativo 36.000 BTUs (TECUMSEH, HITACHI, LG)	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$2.386,59	AZ	0	0	0	1	3	0	0,67	4
Compressor rotativo 22.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$494,98	AZ	0	0	0	0	1	0	0,17	1
Botijão de gás 410A	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$480,08	AZ	0	2	2	1	0	0	0,83	5
Compressor rotativo 24.000 BTUs	REFRIGERAÇÃO	Material de OS	PEÇA	R\$479,00	AZ	0	1	0	1	0	0	0,33	2
Ar condicionado 24.000 BTU - INVERTER HI WALL - Midea	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$6.825,00	AY	0	0	4	0	0	0	0,67	4
Bebedouro	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$2.445,41	AY	0	1	0	0	0	0	0,17	1
Pistola de limpeza profissional KARCHER p/ lavadora de alta pressão HD 5/12C	REFRIGERAÇÃO	Material Permanente	PEÇA	R\$695,00	AY	0	2	0	0	0	0	0,33	2
Martelo furador rompedor 800W GBH2-24D profissional BOSCH 110V	BOMBEIRO	Material Permanente	PEÇA	R\$569,90	AY	0	0	0	1	0	0	0,17	1
Escada telescópica ALULEV modelo PN206 7 degraus (pintor dupla)	CARPINTARIA	Material Permanente	PEÇA	R\$520,00	AY	0	0	1	0	0	0	0,17	1

Dado que todos os SKUs da classe A apresentam consumo médio individual menor do que 1, ou seja, uma baixa rotatividade por período, é justificável armazenar uma quantidade pequena desses itens em estoque. Porém, como são SKUs de alto valor agregado e imprescindíveis para a execução de uma OS, deve-se conciliar disponibilidade e baixo estoque, de modo a ter uma quantidade suficiente para atender à demanda dos períodos futuros. Logo, os parâmetros de decisão para a política de controle são:

1. O estoque máximo (S) é fixado em 3 meses de consumo.
2. O ponto de pedido (s) está associado à demanda durante o *lead time* de entrega, sendo $s = \text{estoque mínimo} + D (LT)$. O estoque mínimo para esses SKUs é fixado em 1 mês de consumo, pois o consumo médio do período de 6 meses é baixo, sendo menor do que 1.
3. O *lead time* é igual a 1 mês.

4. O período de revisão (R) é o menor inteiro possível, neste caso, sendo $R = 1$, ou seja, mensalmente a quantidade em estoque é analisada, de modo a ter o menor estoque possível e sem faltas.
5. O pedido (Q) só é realizado quando atinge o ponto de pedido (s) ou está abaixo dele. O pedido é realizado para atingir o estoque máximo (S).

4.4.2.2. SKUs de classe B

Os SKUs de classe B representam 30,04% (301) do total de SKUs analisados com último preço unitário, correspondendo a um valor financeiro de R\$11.561,04 no período analisado, conforme mostrado na Tabela 11.

A política de controle comumente usada para os SKUs de classe B com revisão periódica é a (R, S). De acordo com o referencial teórico, essa política é aplicada em empresas que não possuem uma tecnologia sofisticada. Porém, tal política recomendada diverge do proposto no período de pós-implementação, onde se enfatiza a importância do auxílio da tecnologia. Pensando nisso, optou-se pela escolha do algoritmo de Wagner-Whitin (WW), utilizando como apoio a linguagem em R no software RStudio (2019), que trata a previsão da demanda de cada SKU dessa classe separadamente. Para implementação do algoritmo WW no RStudio foi utilizado o uso do pacote EOQ criado por Pinto *et al.* (2018).

O algoritmo WW permite calcular o tamanho do pedido ideal em um horizonte de planejamento, a fim de obter a quantidade ótima a ser encomendada por período com o menor custo. Dado que o custo de aquisição (A) e o custo de manutenção de estoques (r) multiplicado pelo valor unitário (v) são maiores que 0, a política ótima a ser usada é $A > 0$ e $vr > 0$. Para aplicação do algoritmo, algumas variáveis precisam ser definidas:

- Custo de Aquisição (A): para análise desse custo, foi levado em consideração o salário de um funcionário que realiza a compra dos itens, a sua quantidade de horas trabalhadas por mês e o custo de transporte do item desde o fornecedor até a universidade. O salário levantado é de R\$4.000,00 por mês, considerando já FGTS, férias e 13º salário. A quantidade de horas trabalhadas é de 40 horas por semana, sendo 160 horas por mês, logo, o custo do funcionário por hora é de R\$25,00. Dado que o funcionário realiza o processo de encomenda, em média em 2 horas, o custo de aquisição (A) é de R\$50,00. O custo de transporte foi

desconsiderado, já que a maior parte das compras passaram a ser realizadas via online e o valor do frete já foi incluído no último preço unitário (v).

- Custo de manutenção de estoques (r): esse custo é equivalente ao custo de oportunidade do capital para a universidade, logo, foi levado em consideração a taxa básica de juros da economia, a SELIC, na qual se manteve em 6,5% ao ano em 2018, logo 0,54% ao mês.
- Último preço unitário (v): foi levado em consideração o último preço unitário praticado de cada item.

A Tabela 18 apresenta o consumo dos SKUs no período de julho de 2017 até dezembro de 2017, o valor do último preço unitário (v), os custos de aquisição (A) e manutenção de estoque (r) usados para os SKUs de classe B.

Tabela 18 - Lista dos 10 SKUs da classe B selecionados e ordenados

		A = R\$50		r = 0,0054/reais/mês						
	Nome	Último preço unitário (v)	Classe item	C1 (Julho)	C2 (Agosto)	C3 (Setembro)	C4 (Outubro)	C5 (Novembro)	C6 (Dezembro)	Consumo total
Adesivo	Adesivo de contato PVA Cascola/ Fórmica 3,3L	R\$80,00	BZ	2	4	2	3	2	3	16
Verruco	Verruco Sparlack Duplo Filtro Solar	R\$79,90	BZ	0	0	1	0	1	0	2
Válvula	Válvula de retenção fundo de poço 2	R\$79,90	BZ	0	1	0	0	1	0	2
Caixa	Caixa de montagem plástica tampa opaca 300x300x130mm	R\$79,00	BZ	0	0	0	0	0	1	1
Tinta	Tinta de Gelo Acrílico Fosco 3,6l (Segue Modelo)	R\$75,00	BZ	0	0	0	0	1	0	1
Porta	Porta Madeira Lisa 0,60cm	R\$74,99	BZ	3	2	0	0	0	0	5
Porta	Porta Madeira Lisa 0,70cm	R\$74,99	BZ	1	4	0	0	0	0	5
Porta	Porta Madeira Lisa 0,80cm	R\$74,99	BZ	4	1	0	0	0	0	5
Talho	Talho de SDS PLUS 20 x 250mm	R\$79,00	BY	0	0	0	0	0	1	1
Pneu	Pneu Ilorin II Levorin (4.10/3.50-8)	R\$80,00	BX	2	1	1	0	0	0	4

O consumo e os valores das outras variáveis são utilizados para a simulação do item “Adesivo de contato PVA Cascola/Fórmica 3,3L” no RStudio, como exemplo.

A Figura 15 apresenta a utilização do pacote EOQ para calcular o *Total Relevant Cost* (TRC) ou Custo Relevante Total (CRT) do exemplo mencionado, no qual o valor é usado para se basear em qual período o pedido é realizado. Lê-se a matriz de trás para frente, onde nesse exemplo, o melhor momento para realizar o pedido é no período 1, sendo possível abastecer até o período 6 com o menor custo.

```

> scheduleB <- c(2, 4, 2, 3, 2, 3)
> ww(scheduleB, 50, 80, 0.0054)
$`Demand`
[1] 2 4 2 3 2 3

$Ww. TRC
[1] 67.28

$Ww
      [,1]    [,2]    [,3]    [,4]    [,5]    [,6]
[1,]    50  51.728  53.456  57.344  60.800  67.280
[2,]     0 100.000 100.864 103.456 106.048 111.232
[3,]     0   0.000 101.728 103.024 104.752 108.640
[4,]     0   0.000   0.000 103.456 104.320 106.912
[5,]     0   0.000   0.000   0.000 107.344 108.640
[6,]     0   0.000   0.000   0.000   0.000 110.800

```

Figura 15 - Exemplo do uso do pacote EOQ com 1 SKU da classe B

Dado que o pedido para esse SKU é realizado no mês 1, abastecendo até o mês 6, logo, a quantidade total a ser pedida para atender a demanda é acumulada no mês 1, de 16 unidades, como exemplificado na Figura 16.

Nome	Classe item	C1 (Julho)	C2 (Agosto)	C3 (Setembro)	C4 (Outubro)	C5 (Novembro)	C6 (Dezembro)
Adesivo de contato PVA Cascola/ Fórmica 3,3L	BZ	2	4	2	3	2	3



Q (Tamanho do pedido)	16	0	0	0	0	0

Figura 16 – Exemplo do pedido de 1 SKU de classe B

O restante dos SKUs obedecem a lista de prioridade e passam pelo mesmo processo no software. Os resultados são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Simulação do algoritmo WW com os 10 SKUs de classe B selecionados

A = R\$50,00 v = 0,0054/reais/mês										
Nome	Último preço	Classe item	C1 (Julho)	C2 (Agosto)	C3 (Setembro)	C4 (Outubro)	C5 (Novembro)	C6 (Dezembro)	Consumo Total	Custo Relevante Total (CRT)
Adesivo de contato PVA Cascola/ Fôrmica 3,3L	R\$80,00	BZ	2	4	2	3	2	3	16	R\$67,28
Q (Tamanho do pedido)			16	0	0	0	0	0		
Verniz 3,6l Sparlack Duplo Filtro Solar	R\$79,90	BZ	0	0	1	0	1	0	2	R\$52,58
Q (Tamanho do pedido)			2	0	0	0	0	0		
Válvula de retenção fundo de poço 2	R\$79,90	BZ	0	1	0	0	1	0	2	R\$52,15
Q (Tamanho do pedido)			2	0	0	0	0	0		
Caixa para montagem plástica tampa opaca 300x300x130mm	R\$79,00	BZ	0	0	0	0	0	1	1	R\$52,15
Q (Tamanho do pedido)			1	0	0	0	0	0		
Tinta Suviniil Gelo Acrílico Fosco 3,6l (Segue Modelo)	R\$75,00	BZ	0	0	0	0	1	0	1	R\$51,62
Q (Tamanho do pedido)			1	0	0	0	0	0		
Porta de Madeira Lisa 0,60cm	R\$74,99	BZ	3	2	0	0	0	0	5	R\$50,80
Q (Tamanho do pedido)			5	0	0	0	0	0		
Porta de Madeira Lisa 0,70cm	R\$74,99	BZ	1	4	0	0	0	0	5	R\$51,62
Q (Tamanho do pedido)			5	0	0	0	0	0		
Porta de Madeira Lisa 0,80cm	R\$74,99	BZ	4	1	0	0	0	0	5	R\$50,40
Q (Tamanho do pedido)			5	0	0	0	0	0		
Talhadeira SDS PLUS 20 x 250mm	R\$79,00	BY	0	0	0	0	0	1	1	R\$52,13
Q (Tamanho do pedido)			1	0	0	0	0	0		
Pneu Enduro II Levorin (4.10/3.50-8)	R\$80,00	BX	2	1	1	0	0	0	4	R\$51,30
Q (Tamanho do pedido)			4	0	0	0	0	0		

Dada a simulação apresentada na Tabela 19 com a implementação do algoritmo WW no RStudio, é possível verificar que devido ao custo de manutenção de estoques (r) utilizado ser baixo, a política ótima de todos os SKUs é de repor logo no primeiro período a quantidade equivalente a toda demanda do planejamento.

4.4.2.3. SKUs de classe C e classe O

Os SKUs de classe C representam 50,00% (501) do total de SKUs analisados com último preço unitário, correspondendo a um valor financeiro de R\$2.970,33 no período analisado, conforme mostrado na Tabela 11. Esses têm uma menor relevância entre todas as classes em termos financeiros, representando apenas 3,36% da totalidade financeira dos SKUs analisados. Segundo Silver *et al.* (2016), os SKUs dessa classe não requerem uma atenção significativa já que apresentariam uma economia financeira baixa. Sendo assim, a política de controle de estoque a ser adotada é a simples política de duas gavetas, cuja principal intenção é organizar e evitar faltas, sem ênfase na redução de custos.

Os SKUs de classe O são aqueles cujo os preços não estão disponibilizados no sistema, correspondendo a 29,59% (421) dos SKUs totais considerados (incluindo os SKUs sem último preço unitário). Dado que a política de controle e

tamanho de pedido é baseada em SKUs que tenham pelo menos um último preço unitário associado a ele, nenhuma política foi proposta para essa classe. À medida que os preços dos SKUs desta classe forem cadastrados, esses itens podem ser classificados quanto à sua representatividade financeira e criticidade e, conseqüentemente, seus estoques controlados por uma das políticas propostas anteriormente.

5. CONCLUSÃO

A literatura voltada para a gestão de estoque em universidades aborda diversos pontos críticos em diferentes universidades. Alguns pontos críticos encontrados na fase de pré-implementação do projeto desta pesquisa foram similares aos apresentados na literatura. Dado isso, os ganhos do estudo podem ser divididos em duas partes: o primeiro ganho foi obtido na fase de pós-implementação do projeto, na qual se baseou em corrigir os pontos críticos encontrados da fase pré, já o segundo ganho foi obtido por meio das propostas de melhorias.

O primeiro ganho do estudo foi caracterizado pela implantação de um estoque centralizado com sistema em janeiro de 2017, sendo o marco inicial da fase de pós-implementação do projeto. Junto com a implantação do estoque, também surgiram inúmeros outros ganhos que possam servir de referência para outras universidades para uma gestão mais eficiente do estoque, como: a criação de um processo integrado entre as áreas, criando regras de fluxo e tornando as atividades melhores definidas; um maior controle e organização dos materiais; a realização de compras qualificadas, através de boas cotações e consulta ao histórico de preços praticados, permitindo a redução significativa dos gastos com materiais; um maior controle dos serviços da universidade por meio de um Protocolo Eletrônico e de uma área especializada (Gestão de Serviços); a contribuição do sistema para o apoio das atividades ligadas ao estoque, diminuindo os erros em atividades manuais.

O segundo ganho se deve às propostas de melhorias, as quais foram sugeridas de modo a potencializar os ganhos da universidade, mesmo após os ganhos já obtidos na fase de pós-implementação. Esses ganhos podem ser considerados como: uma melhor classificação e tratamento dos materiais para separá-los quanto à prioridade, tanto em termos financeiros como de criticidade, sendo utilizadas duas classificações: classificação ABC, onde os SKUs de classe A têm uma maior relevância financeira e os de classe C uma menor relevância; classificação XYZ, onde os SKUs de classe Z têm uma maior criticidade e os de classe X uma menor. Ambas as classificações foram sugeridas em conjunto, de modo a realizar um melhor tratamento dos SKUs, sendo a subclasse AZ com a maior prioridade. Ainda em relação aos ganhos, políticas de controle de estoque foram propostas para tratar cada classe de SKU, de modo a pensar na demanda futura, tempo de reposição e

quantidade a ser pedida. Para os 10 primeiros SKUs classificados de classe A, adotou-se a política (R, s, S). Para os 10 primeiros SKUs classificados de classe B, optou-se pela utilização do algoritmo Wagner-Whitin, sendo os pedidos realizados todos no primeiro período. Para os 10 primeiros SKUs classificados de classe C, utilizou-se a política simples de duas gavetas.

As limitações do estudo se resumem nas variáveis utilizadas, tanto para medir os resultados como para sugerir melhorias. Na medição dos resultados, por exemplo, a pesquisa não teve acesso a outros dados quantitativos, limitando-se apenas aos gastos com materiais e a quantidade de OS concluídas e computadas. Outros dados complementarizam os resultados, tais como: tempo de realização de uma OS, quantidade de materiais comprados e gastos, tempo de fila para retirada de materiais. Já nas propostas de melhorias, a variável utilizada como referência para a classificação ABC e para realizar as políticas de controle foi o último preço unitário, adotado como preço referência de um SKU, sendo este não o melhor parâmetro, já que vincula o preço do item à última compra. Uma melhor variável a ser utilizada seria a média do preço praticado daquele item em um determinado período, ou então, o preço praticado a cada compra. Ainda assim, uma outra variável para ser levada em consideração é o consumo dos itens, no qual só é conhecido entre julho e dezembro de 2017, dificultando a previsão da demanda e dando um peso menor a uma possível sazonalidade.

Como recomendação para estudos futuros, sugere-se que tais variáveis mencionadas nas limitações do estudo sejam consideradas, pois assim geraria uma análise mais completa. Por fim, sugere-se que as propostas da dissertação sejam implementadas na universidade em questão, de forma a auferir os ganhos (em termos de redução de custo) oriundos de uma gestão de estoque mais eficiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, A., BATTINI, D., GRUBBSTRÖM, R. W., PERSONA, A., SGARBOSSA, F. (2014). A century of evolution from Harris's basic lot size model: Survey and research agenda. **International Journal of Production Economics**, Vol. 155, Issue 1-3, pp. 16-38.

BALLOU, R. H. (2001). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman.

BERTAGLIA, P. R. (2006). Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. São Paulo: Saraiva.

BIZAGI (2019). Disponível em: <http://www.bizagi.com/>.

BPMN (2019). Disponível em: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>.

CASTILHA, E. D. (2016). Avaliação da gestão da cadeia de suprimentos na Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA. Especialização (Especialização em Gestão Pública) – Universidade Federal do Paraná, Foz do Iguaçu.

CÁRDENAS-BARRÓN, L. E., CHUNG, K-J., TREVIÑO-GARZA, G. (2014). Celebrating a century of the economic order quantity model in honor of Ford Whitman Harris. **International Journal of Production Economics**, Vol. 155, Issue 1, pp. 1-7.

CHEN Y., HIPEL K. W., KILGOUR D. M., LI K. W. (2008). A case-based distance model for multiple criteria ABC analysis. **Journal Computers and Operations Research**, Vol. 35, Issue 3, pp. 776-796.

DAFT, R. L. (1983). Organization theory and design. New York: West.

HENDRY, L., KINGSMAN, B. G. (1989). Production planning systems and their applicability to make-to-order companies. **European Journal of Operational Research**, Vol. 40, Issue 2, pp. 1-15.

KLEINE, P. F., SMITH, L. M. (2004). Qualitative research and evaluation: Triangulation and multimethods reconsidered. **New Directions for Program Evaluation**, vol. 1986, Issue 30, pp. 55-71.

LEE, H. L., SO, K. C., TANG., C. (2000). The Value of Information Sharing in a Two-Level Supply Chain. **Management Science**, Vol. 46, Issue 5, pp. 626-643.

LEVY, M., DHURUV, G. (2000). Supply chain management in a networked economy. **Journal of Retailing**. Vol. 76, Issue 4, pp. 415-429.

MARION, J. C. (2007). Contabilidade empresarial. 13ª ed. São Paulo: Atlas.

MARTINS, A. M. (2004). Otimização de estoques de matéria-prima de uma empresa de confecção de lingerie: um estudo de caso da D'Mony Moda Íntima. Trabalho de Conclusão de Estágio (Graduação em Administração) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MATHISON, S. (1988). Why Triangulate?. **Educational Researcher**, Vol. 17, Issue 2, pp. 13-17.

MELO, J. C., SAITO, A. T. (2016). Adequação das práticas de gestão de estoques: o caso de uma microempresa do setor de móveis da zona norte de SP. **Caderno profissional de administração - UNIMEP**, Vol. 6, Issue 2, pp. 43-59.

MENDES, K. G. L., CASTILHO, V. (2009). Determinação da importância operacional dos materiais de enfermagem segundo a Classificação XYZ. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, Vol. 27, Issue 4, pp. 324-329.

OLIVEIRA, R. B. M., GONCALVES, S. A, SILVA, L. F., FERREIRA, S. C. G, DIVINO, F. C. A. (2013). Implantação da gestão de estoque em uma empresa de usinagem. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP / ABEPRO. Salvador – BA.

PENTICO, D. W., DRAKE, M. J. (2011). A survey of deterministic models for the EOQ and EPQ with partial backordering. **European Journal of Operational Research**, Vol. 214, Issue 2, pp. 179-198.

PINTO, D. S, VILLARINHO, P.A, FLECK, J. L. FACULDADES CATÓLICAS. **EOQ**. Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2018. Linguagem: R. Campo de aplicação: ED-04; IN-03. Tipo de programa: DS-05. Algoritmo Hash: SHA-512.

POLICARPO, K. A. Z. K. (2012). Consequência da falta de informatização no controle de estoque de uma instituição pública e possibilidades. ETIC - Encontro de Iniciação Científica. Faculdades Integradas Antônio Eufrásio de Toledo, Presidente Prudente - SP.

RICHTER, K., SOMBRUTZKI, M. (2000). Remanufacturing planning for the reverse Wagner/Whitin models. **European Journal of Operational Research**, Vol. 121, Issue 2, 1, pp. 304-315.

RSTUDIO (2019). Disponível em: <https://www.rstudio.com/>.

SANTOS, R. B. (2012). Proposta de um procedimento de trabalho para gerenciamento de estoque em uma instituição pública de ensino superior. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista.

SCARF, H. E. (1960). The optimality of (S, s) policies in the dynamic inventory problem. **Mathematical Methods in the Social Sciences**, Chapter 13.

SILVER, E. A., PETERSON, R. (1985). Decision System for Inventory Management and Product Planning, John Willey & Sons.

SILVER, E. A., PIKE, D. F., PETERSON, R. (1998). Inventory Management and Production Planning and Scheduling. 3ª Ed, Wiley, Nova York.

SILVER, E. A., PYKE, D. F., THOMAS, D. J. (2016). Inventory and production management in supply chains. 4ª Ed, CRC Press.

SIMON, M., GOES, J. (2012). Dissertation and scholarly research: Recipes for success.

THOME, A. M. T. (2009). Classificação e gestão de estoques de produtos de varejo: um estudo de caso. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia de Produção) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

TÓFOLI, I. (2012). Administração Financeira Empresarial. São José do Rio Preto, SP: Raízes Gráfica e editora.

WAGNER, H. M., WHITIN, T. M. (1958). Dynamic problems in the theory of the firm. **Naval Research Logistics Quarterly**, Vol. 5, Issue 1, pp. 53–74.

YIN, R. (2003). A Review of Case Study Research: Design and Methods. *Applied Social Research Methods*, 4^a Ed, Vol. 5.