

Modelagem analítica de estoques em um almoxarifado de uma IFES

Gustavo Leipnitz – UFRGS – Engenharia de Produção

gustleip88@gmail.com

Michel Anzanello – UFRGS – Engenharia de Produção

michel.anzanello@gmail.com

Resumo

O presente artigo consiste em modelar analiticamente os sistemas de gestão de estoque para dois materiais de consumo críticos em um almoxarifado de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Tal modelagem possui o objetivo de determinar os parâmetros chave de cada sistema de gestão e identificar o sistema mais apropriado para esse cenário. Foi possível observar que um dos requisitos que licitações deveriam utilizar para os seus critérios de escolha de fornecedores é a capacidade de entrega, traduzida por um menor lead time dos pedidos. Tal curso de ação implica em menores custos de estocagem e maiores níveis de serviço. Apesar dos resultados das modelagens terem sugerido que o sistema Q possui menor discrepância entre os níveis de serviço para o menor lead time (fazendo com que o emprego de um nível de serviço de 95% não implique em variações bruscas nos custos de estocagem), o sistema P com periodicidade de 22 dias e nível de serviço de 90% é o mais recomendado para o atual contexto do almoxarifado. Deve-se ainda enfatizar que o sistema P tem fácil implementação, dispensando a instalação de sistemas informatizados para controle do estoque (requisito esse do sistema Q).

Palavras-chave: estoque, lead time, nível de serviço, almoxarifado, sistema Q e sistema P.

1. Introdução

De acordo com Zanon (2008), a administração de empresas no Brasil, devido ao histórico de inflação alta e baixo nível de poupança, é um constante desafio de capitalização. A maioria das falências de empresas inicia com crises de liquidez que resultam em desabastecimento de mercadorias e insumos, perda de confiança de fornecedores e clientes e sensação de insegurança de funcionários quanto ao seu futuro. Para reduzir a necessidade de captação de capital de giro, e por consequência reduzir as despesas financeiras, a gestão de mercadorias, tesouraria, estoques e cotas a pagar torna-se imprescindível. Apesar dos estudos serem principalmente voltados ao setor privado, as teorias e práticas também podem ser aplicadas à gestão pública. Uma gestão apropriada se traduz em redução de despesas em compras desnecessárias e garantia do fornecimento

de suprimentos, mesmo em condições adversas de processos licitatórios e outras aquisições nas empresas públicas.

A implementação de uma administração de estoques nas organizações é fundamental, visto que a gestão de inventários permite ao administrador verificar se os estoques estão utilizados, localizados em relação aos setores que deles se utilizam, adequadamente manuseados e controlados. Diversos indicadores são recomendados para controle dos estoques, os quais incluem diferenças entre o inventário físico e contábil, acurácia dos controles, níveis de serviço, giro e cobertura de estoques (CRUZ et al., 2006). Conforme Krajewski et al. (2009), “gerenciar estoques é um processo que requer informações sobre as demandas esperadas, quantidades de estoque disponíveis e pedidas para cada produto estocado pela empresa em todas as suas localizações, e a quantidade e o momento adequado para novos pedidos”.

Segundo Figueiredo et al. (2003), a gestão das peças de reposição também pode ser compreendida pelo aspecto do serviço ao cliente, e não apenas pelo aspecto financeiro e/ou de operações. A satisfação dos clientes é essencial para muitas empresas que enfrentam um ambiente competitivo acirrado. Por isso, tem se tornado imprescindível uma gestão de estoques que possa garantir o melhor dimensionamento dos lotes e que atenda às variações de demandas. Santos e Rodrigues (2006) afirmam que a gestão de estoque auxilia também na tomada de decisões das organizações, tendo em vista que os padrões de consumo estão cada vez mais diferenciados.

No que tange ao controle de estoque em empresas públicas, Miorando et al. (2008) afirmam que tal contexto é marcado pela necessidade de atendimento às Normas Gerais de Licitação Pública, o que se pronuncia no maior dimensionamento de itens em estoque para garantir as atividades operacionais. Tal prática, pode ter como justificativa o tempo elevado que caracteriza os processos de licitação e liberação do orçamento, entre outros. Entretanto, nessa abordagem podem-se adotar níveis de estoque inadequados ou insuficientes.

Com vistas a assessorar o processo decisório no contexto de inventário, diversas sistemáticas foram propostas para modelar e gerenciar estoques, dentre os quais destacam-se os sistemas de revisão contínua (Q) e revisão periódica (P). Este artigo traz uma aplicação da modelagem analítica dos sistemas Q e P no que diz respeito à gestão de estoque de um sistema. Para tanto, serão estimados os parâmetros de cada modelo de gestão, os quais incluem ponto de reposição e frequência de colocação de pedido, frente a distintos níveis de serviço. A partir dos resultados, o objetivo deste trabalho busca

identificar a política de estoque mais apropriada em um almoxarifado de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) localizada em Porto Alegre/RS. Tal identificação se apoia na discussão das modelagens, comportamento da gestão de estoque atual e análise de opiniões de especialistas. O presente estudo justifica-se pela ausência de sistemáticas estruturadas para gestão de estoques no almoxarifado em questão.

O estudo proposto está estruturado em cinco seções. A segunda seção consiste no referencial teórico, a qual é composta pelos temas de gestão de almoxarifado, análise estatística, definições básicas de gestão de estoque, administração de estoque no setor público e sistemas de gestão de estoque. A terceira seção contempla os procedimentos metodológicos do trabalho. A quarta seção apresenta a aplicação do método e resultados. Por fim, a quinta seção traz as conclusões do estudo e proposições para trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Esta seção apresenta um breve referencial teórico sobre os conceitos de gestão do almoxarifado, testes estatísticos, definições básicas de gestão de estoque, controle de estoque no setor público e sistemas de gestão de estoque.

2.1 Gestão de almoxarifado

Segundo Pozo (2008), o almoxarifado consiste em armazenar, controlar e distribuir os materiais, bem como determinar qual a necessidade da empresa e, diante deste, desenvolver um processo que entenda às necessidades levantadas da melhor forma pelo menor custo possível. Para tanto, é necessário realizar uma gestão eficiente da alocação dos materiais presentes no almoxarifado, a fim de que se possa atender às demandas dos departamentos ou setores de uma organização. Nesse sentido, Vendrame (2013) afirma que a gestão de almoxarifado é a administração dos meios necessários imprescindíveis ao funcionamento da organização, no tempo oportuno, na quantidade necessária, na qualidade requerida e pelo menor custo. Além disso, gerenciamento de estoque e atribuição de localização de armazenamento são típicos problemas de planejamentos verificados em almoxarifados.

Um gerenciamento de estoque eficiente no almoxarifado pode resultar na redução dos custos de armazenagem. Por exemplo, ao aplicar políticas sofisticadas de planejamento de produção e pedidos, pode-se reduzir o estoque total e garantir um nível de serviço satisfatório (BERG e ZIJM, 1999). Para isso, o gestor responsável em

administrar o almoxarifado deve analisar se os estoques estão sendo adequadamente utilizados, localizados, manuseados e controlados (MARTINS e ALT, 2003).

2.2 Análise Estatística

Segundo Barbetta (2010), a análise do comportamento estatístico dos dados pode ser realizada através dos testes de hipóteses e testes de aderência, que possuem o objetivo de verificar se os dados de uma amostra se comportam de acordo com uma distribuição de probabilidade clássica, como normal e exponencial, entre outras. O teste de hipóteses se apoia nos seguintes parâmetros (BARBETTA, 2010):

- Hipótese Nula (H_0): corresponde a hipótese não rejeitada;
- Valor p : consiste na probabilidade de significância e acusa um resultado tão ou mais distante do esperado através da suposição que a H_0 não é rejeitada;
- Nível de significância (α): é a probabilidade tolerável de incorrer no erro de rejeitar a H_0 , quando H_0 não é rejeitada. É comum ser adotado um nível de significância de 5%, ou seja, $\alpha=0,05$. Estabelecido o nível de significância, temos a seguinte decisão de um teste estatístico: ($p>\alpha$) aceita H_0 ; ($p\leq\alpha$) rejeita H_0 .

Uma das alternativas mais poderosas de verificar a aderência dos dados de uma *função de distribuição acumulada* $F(x)$, corresponde ao teste do Kolmogorov-Smirnov. Sejam as distribuições de frequências acumuladas: a empírica, $S(x)$, e a teórica, $F(x)$, é identificada a distância máxima d e comparada ao valor tabelado dc , de acordo com o nível de significância α e do tamanho n da amostra, esse teste possui a seguinte regra de decisão:

- $d < dc$: não rejeita H_0 (há aderência à distribuição especificada);
- $d \geq dc$: rejeita H_0 (não há aderência à distribuição especificada).

Paralelamente, o histograma é uma técnica bastante utilizada para visualizar a curva da distribuição de probabilidade dos dados, pois consiste em um gráfico de barras justapostas em que o eixo horizontal está a variável de interesse dividida em classes e no eixo vertical a frequência da classe correspondente (SOARES e SIQUEIRA, 2002). Através do histograma, pode-se, por exemplo, buscar a forma de sino característica da distribuição normal, ou de outra distribuição que melhor caracterize a demanda (RIBOLDI et al., 2012).

2.3 Definições Básicas de Estoques

O estoque consiste no acúmulo de recursos materiais em um sistema de transformação (SLACK et al., 2009). De acordo com Krajewski et al. (2009), o estoque é gerado quando o recebimento de materiais, peças ou bens acabados é superior à sua utilização ou saída; o mesmo é esgotado quando a utilização é superior ao recebimento. Slack et al. (2009) argumentam que o estoque existe através de uma diferença de ritmo (ou de taxa) entre o fornecimento e demanda, não importando o que é estocado de material e onde é posicionado na operação.

Os estoques possuem as mais variadas funções, dentre as quais desempenhar o desacoplamento dos estágios do ciclo de distribuição, a acomodação de uma demanda sazonal forte e manutenção do abastecimento de materiais como margem de proteção contra aumentos de custos precipitados (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005).

As vantagens em manter estoques implicam em economias consideráveis ao permitir operações de produção mais prolongadas e equilibradas através da redução de custos operacionais em outras atividades do canal de suprimentos, de tal modo que compense os custos de manutenção. De tal forma, o volume de produção pode se proteger contra flutuações da demanda quando se dispõe de estoques suficientes para atuar como pulmão entre essas duas variáveis (BALLOU, 2006). Segundo Ballou (1993), outra vantagem da gestão de estoques é permitir economias de escala nas compras e no transporte, visto que os estoques possibilitam que seja comprada uma quantidade de material maior que a necessária para ganho de descontos por quantidade comprada e utilização mais eficiente do transporte encarregado de realizar a movimentação do material. Além disso, segundo Krajewski et al. (2009), pressões para manter estoques altos acabam proporcionando outras vantagens através das colocações dos pedidos, ou seja, a negociação e a colocação de um pedido alto garante as vantagens de evitar as perdas de tempo geradas por registro de dados, manutenção de contato e recebimento dos produtos.

Apesar dos estoques assumirem um papel importante no desempenho de muitas operações, existem muitas desvantagens em relação a manutenção dos mesmos. Slack et al. (2009) apresenta como desvantagens dos estoques os custos incorridos por: armazenamento (aluguel de espaço, manutenção de condições apropriadas, etc); custos administrativos e securitários. Dessa forma, o estoque congela o dinheiro, na forma de capital de giro, que fica indisponível para outros usos, como redução de empréstimos ou

investimentos em bens fixos produtivos. Em outras palavras, um custo de oportunidade é gerado através do capital imobilizado em estoque para investir em outros negócios. Como agravante a manutenção de elevados níveis de estoque são excepcionalmente danosas ao regime financeiro das empresas no Brasil, graças as elevadas taxas de juros praticas pelo mercado. Essa situação, que destoa da realidade internacional, decorre do baixo nível de poupança e da escassez de crédito de longo prazo no país, evidenciado pela quase inexistência de um mercado de debêntures brasileiro. Dessa forma o empresariado é forçado a recorrer à operações de curto prazo para suprir suas demandas de capital de longo prazo, para operação e investimento (ASSAF NETO, 2012).

2.4 Administração de estoque no setor público

A Portaria nº 448, de 13 de setembro de 2002, da Secretaria do Tesouro Nacional, detalha a natureza das despesas com material de consumo, outros serviços de terceiros pessoa física, outros serviços de terceiros pessoa jurídica e equipamentos e material permanente. Tal portaria revela que, na administração pública, em especial na administração dos estoques, o material é dividido em consumo e permanente:

"Art. 2º - Para efeito desta Portaria, entende-se como material de consumo e material permanente:

I - Material de Consumo, aquele que, em razão de seu uso corrente e da definição da Lei n. 4.320/64, perde normalmente sua identidade física e/ou tem sua utilização limitada a dois anos;

II - Material Permanente, aquele que, em razão de seu uso corrente, não perde a sua identidade física, e/ou tem uma durabilidade superior a dois anos."

A compra de material na administração pública ocorre de acordo com a Lei nº 8666 de 21 de junho de 1993, através de processos de licitação - processos de compra de material que buscam garantir a observância do princípio constitucional da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável. Esse processo deve ser executado e julgado em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao

instrumento convocatório, do julgamento do objetivo e dos que lhes são correlatos. Estão subordinados a esse processo, os órgãos da administração direta, os fundos especiais, as autarquias, as fundações públicas, as empresas públicas, as sociedades de economia mista e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios.

Scheidegger (2014) aborda que um dos problemas existentes na gestão dos estoques em instituições públicas consiste em:

- **Consumo de material desalinhado ao sistema de abastecimento:** raramente existe uma ligação entre o consumo do material pelos departamentos e ao sistema de abastecimento, pois está presente a falta de uma efetiva restrição custo-benefício. Partindo do pressuposto que todos os materiais de consumo adquiridos pelas compras pertencem aos departamentos, comumente ocorre a falta de uma boa comunicação entre o tempo de compras e a necessidade de consumo dos departamentos, ocasionando em dificuldades para gerir os estoques de saber quando e o quanto comprar para as reposições. Esta incerteza acaba gerando uma grande aleatoriedade na organização do fluxo dos materiais de consumo.
- **Estrutura irracional de inventário:** costumam ocorrer reposições excessivas dos materiais em ambientes públicos, visto que através de uma pressão insuficiente sobre os custos incorridos acaba gerando aumento excessivo dos estoques. Da mesma forma que métodos de classificação ineficazes (ou existentes) ocasionam em uma estrutura de inventário irracional.
- **Isolamento da informação:** mesmo que uma grande parte dos órgãos públicos atualmente estejam adotando sistemas integrados de gestão, em geral, ainda falta para aprimorar a gestão integrada dos dados por parte das organizações públicas. Portanto, acaba dificultando no acesso a dados históricos e/ou de outros departamentos ao planejamento das aquisições.

2.5 Sistemas de Gestão de Estoque

Além de realizar uma gestão de estoques, para Passos (2010) utilizar métodos de controle como forma de organizar e identificar disponibilidades de produtos é apropriado para registrar, fiscalizar e gerir as entradas e saídas de insumos e produtos acabados. Segundo Vendrame (2013), o controle de estoque busca encontrar o equilíbrio entre a

necessidade de consumo e os custos envolvidos. As necessidades do estoque tendem a acompanhar a demanda, mas como esta demanda é variável é necessário que o estoque acompanhe esta variabilidade, pois o não reabastecimento deste material acarreta em prejuízo para a empresa, da mesma forma que se a reposição for além da necessária, aumentará os níveis de estoque a ponto de que onere uma grande parte do capital da empresa, conseqüentemente, aumentando o custo deste produto.

Para Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), os sistemas de controle de estoques procuram responder duas perguntas: 1) quando um pedido deve ser feito, e 2) qual a quantidade a ser pedida. Dessa forma, os sistemas de controle de estoque consistem em: (i) Sistema de Revisão Contínua (Q), algumas vezes chamado de sistema ROP (*Reorder Point System* – Sistema de Ponto de Reposição); e (ii) Sistema de Revisão Periódica (P), algumas vezes chamado de sistema de reposição fixa ou sistema de reposição periódica (KRAJEWSKI et al., 2009).

2.5.1 Sistema de Revisão Contínua (Q)

De acordo com Rosa et al. (2010), a sistemática Q consiste em estabelecer um nível fixo de reposição (R) que, ao ser atingido, dispara um pedido de compra ao fornecedor para reposição de tamanho pré-definido (Q). De tal forma, se um local de estocagem é controlado por uma política de instalação (R, Q), ele coloca uma ordem de unidades Q sempre que sua posição de estoque atinge ou cai abaixo do ponto de pedido R (CHEN e LI, 2015). O nível (R) é conhecido também por ponto de reposição. Esse sistema é encontrado na literatura internacional também por: *continuous review model*, *reorder point policy*, *(Q, R) model*, *fixed order quantity system*, *two-bin system*, entre outros (ROSA et al., 2010).

Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), a determinação do ponto de pedido ou *reorder point* se dá pela equação (1):

$$ROP = SS + \mu * LT \quad (1)$$

Onde: ROP = Ponto de Pedido (R) ou *Reorder Point*; SS = Estoque de Segurança ou *Safe Stock*; μ =Demanda média; LT= *Lead Time*.

Segundo Ballou (2004), é possível a formação de estoques como uma forma de pulmão para lidar com a variabilidade na demanda e nos prazos de reposição. Para isso é necessário de uma quantidade extra, ou estoque de segurança, o qual consiste em um acréscimo ao estoque normal necessário para suprir as condições da demanda média e do

prazo de entrega médio. Contudo, para o estoque de segurança ser calculado, o mesmo deve se basear no conceito de nível de serviço, o qual se refere à probabilidade de que a falta de um produto em estoque não aconteça, visto que está presente a dificuldade de balancear com precisão o custo de falta e o custo do excesso (GAITHER e FRAZIER, 2004). É importante salientar que segundo Jacobs (2009), as empresas comumente empregam essa abordagem de probabilidade de não ficar sem estoque em 95% dos casos.

Segundo Arnold (1999), os custos de estocagem consistem em todas as despesas que uma empresa incorre para manter um determinado volume de estoque. Os custos de estocagem também podem ser chamados de custo de manutenção do estoque ou custo de guarda. Os custos incluídos nesta categoria são: (i) custos de capital - representa o custo de oportunidade perdida, quando o dinheiro investido nos estoques não está disponível para outras utilizações; (ii) custos de armazenamento – consiste nos custos do espaço físico, funcionários e equipamentos; (iii) custos de risco – implicam em custos de obsolescência, danos, furtos e deterioração.

Apesar dos gestores das empresas conhecerem o alto custo de guarda e oportunidade que os estoques implicam, os mesmos oferecem, quando dimensionados, proteção contra demandas incertas, variabilidade do *lead time* de entrega e eventos especiais. A modelagem dos estoques visa identificar um *trade-off* entre custos e nível de serviço, ou seja, não é possível oferecer um alto nível de serviço e, ao mesmo tempo, optar pela redução de custos de guarda em estoque (visto que um alto nível de serviço ocasiona em estoques maiores, os quais geram custos elevados) (MIORANDO et al., 2008).

Para o sistema de revisão contínua, Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005) atribui o estoque de segurança dada pela equação (2).

$$SS = z_r * \sigma \sqrt{LT} \quad (2)$$

Onde: SS = Estoque de Segurança ou *Safe Stock*; z_r = desvio padrão normal para um nível de serviço de r%; σ = desvio padrão da demanda; LT = *Lead Time*.

Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005) afirmam que as variações dos níveis dos estoques correspondem a um estoque cíclico; em outras palavras, o nível de estoque alcança o seu valor máximo logo após o recebimento do pedido e diminui até o ponto mínimo imediatamente antes do recebimento de um novo pedido. Segundo Qi (2013), observa-se fortemente o emprego do sistema Q nas indústrias, nas quais o gerenciamento de recursos dá-se através do uso de um sistema de *Enterprise Resource Planning* (ERP).

Além disso, a política de revisão Q permite a atualização de contagens no inventário em tempo real, facilitando a definição do momento de reordem. O sistema habilita um cálculo contábil preciso, visto que o mesmo pode fornecer os custos de bens vendidos ou consumidos em tempo real (SETYANINGSIH e BASRI, 2013). Segundo Krajewski et. al (2009), o sistema Q pode oferecer outras vantagens: economia através de estoques de segurança mais baixos, redução de custos totais de pedido e armazenamento através da frequência de revisão individualizada para cada produto, e necessidade de tamanhos de lotes fixos para a reposição dos estoques devido a limitações física da empresa através das capacidades de carregamento, manuseio dos materiais e espaço. No entanto, o sistema Q é desvantajoso no momento em que demanda um alto custo de implementação de um sistema de informação (SETYANINGSIH e BASRI, 2013).

2.5.2 Sistema de Revisão Periódica (P)

Este sistema fundamenta-se em modelos de revisão periódicas que estabelecem intervalos de tempo em que os níveis de estoque serão verificados (BECK et al., 2015). Um novo pedido é sempre colocado no fim de cada revisão e o tempo entre pedidos é fixo em P (KRAJEWSKI et al., 2009). Este modelo pode ser identificado como *periodic review model*, *periodic order model*, *(R,T) model*, *fixed reorder cycle system*, entre outros (ROSA et al., 2010). Tais parâmetros são trazidos nas equações (3) e (4), abaixo (Fitzsimmons e Fitzsimmons, 2005):

$$TIL = SS + \mu * (RP + LT) \quad (3)$$

$$SS = z_r * \sigma \sqrt{RP + LT} \quad (4)$$

Onde: RP = Período Fixo de Revisão (P) ou *Review Period*; TIL = Nível alvo de estoque ou *Target Inventory Level* (T).

O sistema de revisão periódica é comumente empregado para gerenciar itens de menor valor e menor custo de armazenagem, como por exemplo, materiais de escritórios em que mensalmente são checados os estoques e são realizadas as encomendas das quantidades complementares para um nível preestabelecido (CORRÊA e CORRÊA, 2012).

O sistema P possui como vantagem a flexibilização do período a ser empregado para reposição. Por isso, segundo Novaes e Alvarenga (1994), essa sistemática é vastamente empregada nas empresas. Além disso, segundo Krajewski et al. (2009), o

sistema P se torna vantajoso pelo fato de que a quantidade de estoque só precisa ser conhecida quando uma revisão é feita (não continuamente, como o sistema Q). Apesar disso, o sistema P pode ser desvantajoso por gerar uma proteção menor contra rupturas no estoque durante um horizonte de tempo mais longo, e assim, requer um estoque de segurança maior (BAKER et al., 2013). Outra desvantagem é que o sistema P gera imprecisões na determinação da quantidade de inventário para um alto volume de vendas (ou seja, o empresário ou o gerente deve construir hipótese dos inventários e suprimentos dos períodos de análise, além de ter, naturalmente, um impacto nas imprecisões contábeis) (SETYANINGSIH e BASRI, 2013).

3. Metodologia

Nesta seção serão exibidos os procedimentos metodológicos utilizados no estudo, os quais consistem na descrição do cenário onde a pesquisa foi realizada, a caracterização do método de pesquisa e, por fim, as etapas seguidas no método de trabalho.

3.1 Descrição do Cenário

O método foi aplicado no Departamento de Patrimônio e Almoxarifado Central (DEPATRI), mais especificamente na Divisão do Almoxarifado Central (DIVALMOX) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), dentro de uma estrutura que pode ser visualizada no organograma exposto na Figura 1. O DIVALMOX é responsável pela administração dos estoques de materiais de consumo, administrando a compra, controle e distribuição dos materiais de consumo demandados pelos órgãos da universidade. Além disso, o DIVALMOX revisa periodicamente as especificações técnicas dos produtos fornecidos, procede às consultas de preços de mercado para os produtos a serem adquiridos, e elabora as solicitações de compra de material a fim de suprir os estoques e encaminhar ao Departamento de Licitação e Transportes (DELIT), juntamente com a Pró-reitora de Planejamento e Administração (PROPLAN) da universidade, para realizar as licitações.

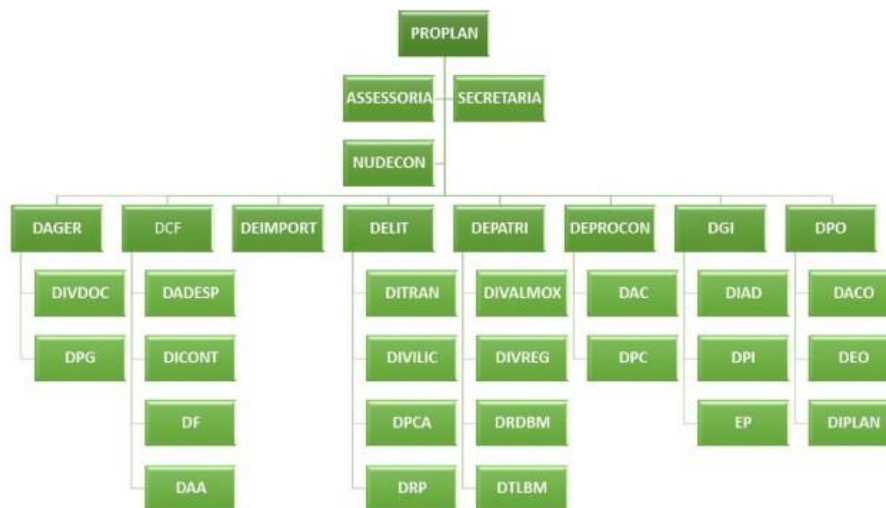


Figura 1 – Organograma da PROPLAN

3.2 Caracterização do Método de Pesquisa

Este trabalho pode ser classificado com uma pesquisa de natureza aplicada, visto que possui interesse prático. A pesquisa possui caráter quantitativo, uma vez que é realizada uma abordagem numérica através da análise dos dados históricos de demanda. O objetivo desta pesquisa pode ser classificado como exploratório, pois busca proporcionar maior familiaridade com o problema (GIL, 2007), através da aplicação e análise da metodologia de estudo empregada. Por fim, quanto aos procedimentos técnicos utilizados, segundo Yin (2001), o trabalho classifica-se como estudo de caso, pois representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e análise dos dados.

3.3 Etapas do método de trabalho

As etapas do método de trabalho detalhadas a seguir consistem em: (1) definição dos produtos e coleta dos dados históricos; (2) tratamento e testes estatísticos dos dados; (3) modelagem analítica dos sistemas de controle de estoque P e Q; (4) análise e discussão das modelagens.

Com vistas à realização das modelagens analíticas dos sistemas de gestão de estoques, foi necessário inicialmente definir dois produtos representativos dentro do cenário de estudo. Foram escolhidos os produtos com maior impacto termos financeiros e por ocorrência de escassez em seus estoques. A partir disso, foi realizada a coleta dos

dados históricos de movimentação e consumo dos dois materiais extraídos do *software* Sistema de Administração de Materiais (SAM) do almoxarifado central da UFRGS.

Na segunda etapa, foi verificada a presença de dados atípicos e realizado o tratamento dos mesmos. Na sequência, foram definidas as distribuições de probabilidade que melhor representaram o comportamento dos dados históricos através da análise estatística. Essa etapa se apoiou na análise de histogramas e no teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) com o uso do *software* STATISTICA.

Para realizar a modelagem analítica dos sistemas de gestão de estoque, na terceira etapa, foi utilizada planilha eletrônica. Para tanto, foram realizadas as modelagens para o sistema de revisão contínua (Q), as quais se apoiam nos parâmetros ROP, SS e μ LT. Para a modelagem do sistema de revisão periódica (P), levantaram os parâmetros RP, TIL e SS. As equações utilizadas para tal modelagem foram detalhadas na seção 2.

Com o objetivo de analisar e discutir as modelagens na quarta etapa, foram observados como os diferentes níveis de serviços e *lead times* influenciam nos pontos de reposição do sistema Q e nos níveis máximos de estoque (TIL) do sistema P. Além disso, analisou-se a viabilidade da implementação dos sistemas dentro do atual formato do almoxarifado com base na opinião de especialistas de processo.

4. Resultados

Nesta seção serão expostos os resultados obtidos para este estudo, os quais serão discutidos à luz do referencial e da realidade encontrada no setor em que o estudo foi realizado.

4.1 Escolha dos produtos e coleta dos dados históricos

Através do levantamento das despesas de 01/01/2013 até 01/07/2017 dos materiais de consumo no DIVALMOX, foi possível observar (Tabela 1) que a classe de material de limpeza e produtos de higienização, item 8, corresponderam ao maior percentual do valor total monetário de despesa (respondendo por 65,44%).

Tabela 1 - Fornecimentos por Classificação de Despesa

Fornecimentos por classificação de despesa		Período: 01/01/2013 até 01/07/2017	
Classes		Valor Total	Percentual do Valor
1	Combustíveis e lubrificantes automotivos	R\$ 1.650,00	0,02%
2	Gêneros de alimentação	R\$ 155.034,84	2,21%
3	Material farmacológico	R\$ 16.265,84	0,23%
4	Material de expediente	R\$ 1.639.311,39	23,35%
5	Material de processamento de dados	R\$ 199.267,88	2,84%
6	Material de acondicionamento e embalagem	R\$ 20.734,11	0,30%
7	Material de copa e cozinha	R\$ 312.245,39	4,45%
8	Material de limpeza e produtos de higienização	R\$ 4.594.838,82	65,44%
9	Material elétrico	R\$ 6.526,90	0,09%
10	Material de proteção e segurança	R\$ 75.191,49	1,07%
11	Despesa	R\$ 546,10	0,01%
TOTAL		R\$ 7.021.612,76	100%

Na sequência, foram realizadas reuniões com os diretores responsáveis pelo DEPATRI e DIVALMOX, onde foram definidos os dois materiais de consumo críticos pertencentes à classe dos materiais de limpeza e produtos de higienização: papel toalha branco simples e papel higiênico ROLÃO de 300m pacote com 8 rolos. Tais produtos foram escolhidos por serem aqueles que geram maiores problemas por conta de sua elevada demanda e ineficiente reposição. A seguir, levantou-se, com o auxílio do Centro de Processamento de Dados (CPD) da UFRGS, os dados históricos dos consumos mensais de março de 2013 a julho de 2017, através do SAM.

4.2 Tratamento dos dados históricos

A partir da coleta dos dados históricos dos produtos escolhidos entre os meses de março de 2013 até julho de 2017, foram observados períodos em que as demandas se encontravam zeradas por conta de fenômenos atípicos. Estes fenômenos atípicos, segundo os gestores, são considerados processos de licitação, na qual o DIVALMOX não possuía verba para reabastecer os seus estoques e atender às demandas. Tais dados não foram considerados na análise, pois tratam-se de comportamentos que não teriam sido verificados se houvesse estoques para abastecê-las. Concluída a etapa de tratamento dos dados, restaram quarenta e cinco dados para o papel toalha e quarenta dados para o papel higiênico.

4.3 Resultados dos testes estatísticos dos dados históricos

Para averiguar o comportamento estatístico das demandas históricas dos produtos escolhidos foi utilizado o *software* STATISTICA. Neste *software*, foram gerados gráficos de histogramas e calculados os parâmetros do teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Observou-se a aderência dos dados a uma distribuição normal de probabilidade. Os histogramas foram construídos com o número de classes igual a 10, para permitir uma melhor visualização da curva da distribuição de probabilidade. O histograma do papel toalha é apresentado na Figura 1.

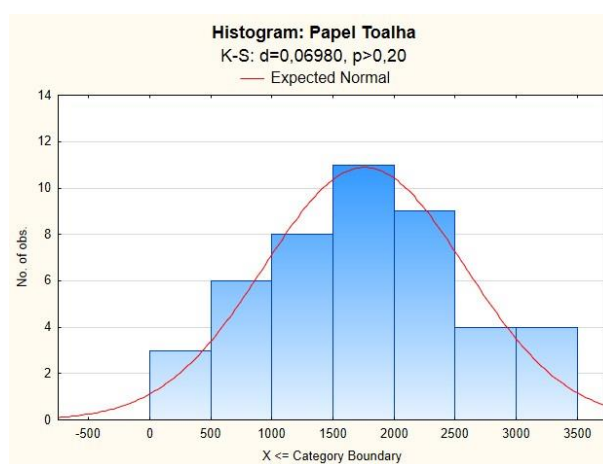


Figura 2 – Histograma das demandas mensais do papel toalha

A partir disso, foi possível constatar que a hipótese nula (H_0), a qual assume que o histórico de demandas mensais é normalmente distribuído, não pode ser rejeitada, pois $p > 0,20$ e maior que o nível de significância ($\alpha = 0,05$). Além disso, por meio dos cálculos dos parâmetros do teste de K-S, verificou-se que d calculado (0,0698) é menor que o tabelado para uma amostra de tamanho $n=45$ ($d_c = 0,198$), fazendo com que a hipótese nula não seja rejeitada e se confirme a aderência à distribuição normal.

Na sequência, repetiu-se a análise para o papel higiênico, confirmando-se a aderência a uma distribuição de probabilidade normal (Figura 2). A H_0 novamente não pode ser rejeitada, pois o valor de p ($p > 0,20$) é maior que α . Além disso, o valor de d resultou em 0,0811 e o valor tabelado de d_c corresponde a 0,210 para uma amostra de tamanho $n=40$, logo $d < d_c$ e confirma que a H_0 não pode ser rejeitada (dados possuem aderência a uma distribuição normal).

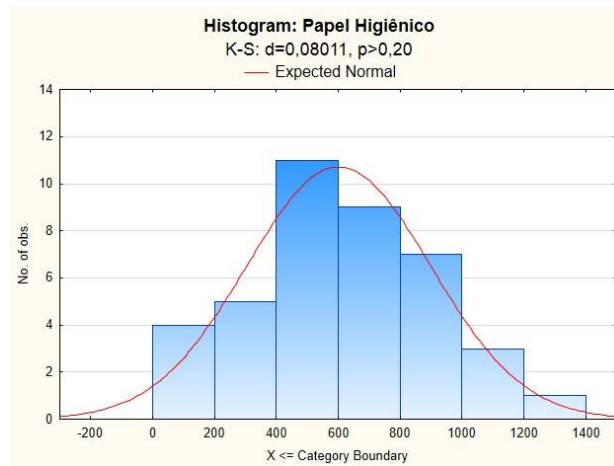


Figura 3 – Histograma das demandas mensais do papel higiênico

4.3 Modelagem do sistema Q

Após as realizações dos testes estatísticos dos dados históricos, a modelagem analítica partiu da necessidade de definir os valores do *Lead Time* (LT). Por meio de entrevistas realizadas com os especialistas do almoxarifado em análise, verificou-se que os valores de LT relatadas podem variar entre um a dez dias (entendido como prazo limite de entrega concedido aos fornecedores). Os *lead times* testados são de um dia (estimativa otimista), cinco dias (estimativa razoável) e dez dias (estimativa pessimista). Além disso, foi necessário realizar a conversão dos dados (originalmente expressos em demandas mensais) para demandas médias diárias dentro de cada mês, onde foi assumido que um mês útil possui 22 dias úteis (visto que o horário de funcionamento do DIVALMOX é de segunda-feira à sexta-feira durante o ano). Esta conversão se justificou em padronizar na mesma unidade que os LTs envolvidos.

4.3.1 Resultados do sistema Q para o papel toalha

Sabendo-se que a amostra dos 45 dados se encontram normalmente distribuídos, foi possível calcular a demanda média diária do período, a qual resultou em 80 pacotes de papel toalha e um desvio padrão de 37 pacotes de papel toalha. Segundo Bowersox e Closs (2011), a técnica de previsão com o auxílio da distribuição normal baseia-se no desvio padrão das observações em torno das medidas de tendência central. Sendo assim, é possível prever que as demandas futuras estarão dentro do limite de 3 desvios padrões, os quais correspondem a um intervalo de confiança de 99,73%. De acordo com esta

distribuição, a maior demanda diária possível resultaria em 192 pacotes de papel toalha (3 desvios acima da média).

Para a realização dos cálculos dos pontos de reposição, foram sugeridos 4 níveis de serviço NS, os quais são próximos às faixas tipicamente vistas em aplicações práticas e correspondem a 85%, 90% e 95% para os dois itens em análise deste estudo. Os demais níveis de serviço estão presentes nesta análise apenas para elucidar o que ocorreria se não houvesse a presença de um estoque de segurança para o caso de NS de 50% e o que implicaria com o uso de um nível de serviço máximo de 99,9%. Com base nisso, foram gerados os pontos de pedido para diferentes *lead times* e níveis de serviço apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Pontos de pedido do papel toalha (pacotes)

NS	Lead Time (dias)		
	1	5	10
50%	80	400	799
85%	119	487	922
90%	128	507	951
95%	142	538	994
99,9%	193	652	1156

Com base nos dados desta tabela, foi gerado um gráfico para melhor visualização do comportamento do ponto de pedido mediante diferentes LTs.

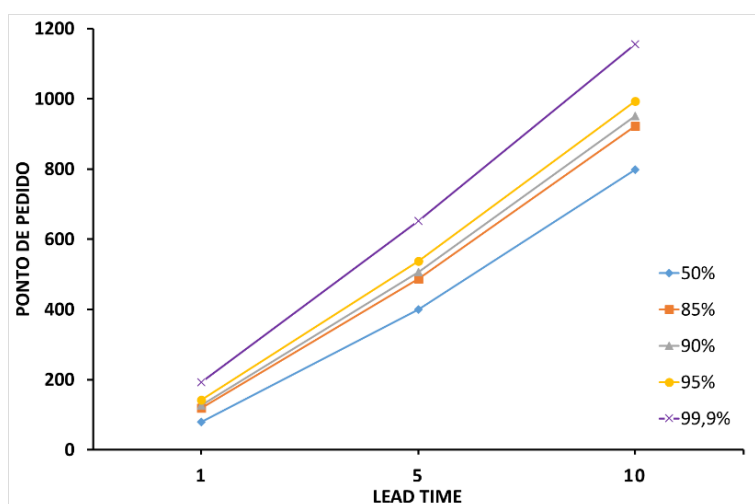


Figura 4 – Gráfico ponto de pedido versus *lead time* para o papel toalha

Através deste gráfico 1, foi possível observar que o emprego de um nível de serviço de 85%, 90% e 95% para um LT de 1 dia não implica em grandes variações nos

pontos de pedido. Nesse cenário, caso um fornecedor de pacotes de papel toalha costume levar 1 dia para reabastecer esses estoques, o mesmo poderia escolher um nível de serviço de 95%, pois não implicaria em um custo de guarda significativamente maior e permitiria cobertura de uma demanda de até 142 pacotes durante esse LT. É importante destacar que, para um nível de serviço de 95% e $LT=1$, 44 dos 45 dados históricos de demanda seriam atendidos por esse nível de serviço. A demanda de 152 seria a única não atendida. A utilização do nível de serviço de 85%, durante um LT de 1 dia, seria capaz de dar cobertura a 38 dados históricos.

Para poder cobrir a maior demanda possível que seria um valor de 192 durante o LT de 1 dia, o almoxarifado deveria empregar um nível de serviço de 99,9%. Embora este nível de serviço proporcione investimentos muito maiores de custo de guarda, visto que implica em quantidades de estoque e pontos de pedido maiores, para um $LT=1$ seria o melhor emprego deste serviço por possuir a menor variação em relação ao $NS=95\%$.

Para os LTs de 5 e 10 dias, foi possível observar o distanciamento do ponto de pedido do emprego do nível de serviço de 95% em relação aos de 85% e 90%, logo o DIVALMOX teria que realizar uma análise financeira entre os seus gestores para verificar a viabilidade do emprego do nível de serviço de 95% (pois o mesmo implica em custos de guarda maiores em relação aos níveis de 85% e 90%). Através do comportamento gráfico, foi possível observar também que as inclinações das curvas de 85% e 90% apresentaram pequena discrepância entre si, o que não ocorre quando comparada com a curva de 95%, o que confirma que, quanto maior o LT, maior o custo de guarda do emprego do nível de serviço de 95% em relação aos de 85% e 90%. Os níveis de serviço de 85% e 90% acabariam implicando em maiores custos de guarda, contudo como a diferença entre eles não foi substancial, poderia escolher o nível de serviço de 90% se um determinado fornecedor reabastece os pedidos em um LT de 5 dias.

Portanto, nos processos de licitação, os quais normalmente envolve o concurso entre vários fornecedores, o DIVALMOX poderia adicionar a capacidade de os fornecedores entregarem em menor tempo os pedidos aos critérios do processo licitatório, de forma a possibilitar a opção por menores LT de entrega. Assim seria possível reduzir os estoques de segurança sem comprometer o nível de serviço.

4.3.2 Resultados do sistema Q para o papel higiênico

De acordo com os 40 dados normalmente distribuídos, foi possível calcular a demanda média diária do período, a qual resultou em 27 pacotes de papel higiênico e um desvio padrão de 14 pacotes de papel higiênico. O limite superior resultou em uma demanda diária de 68 pacotes de papel higiênico. Novamente, foi gerada uma tabela (Tabela 3) com os LTs envolvidos e os níveis de serviço sugeridos para analisar os diferentes pontos de pedidos foram gerados a partir das equações (1) e (2).

Tabela 3 – Pontos de pedido para o papel higiênico (pacotes)

NS	Lead Time (dias)		
	1	5	10
50%	27	137	273
85%	41	168	318
90%	45	176	328
95%	50	187	344
99,9%	68	228	402

A partir dos dados desta tabela, foi gerado um gráfico para melhor visualização do comportamento dos pontos de pedido do papel higiênico.

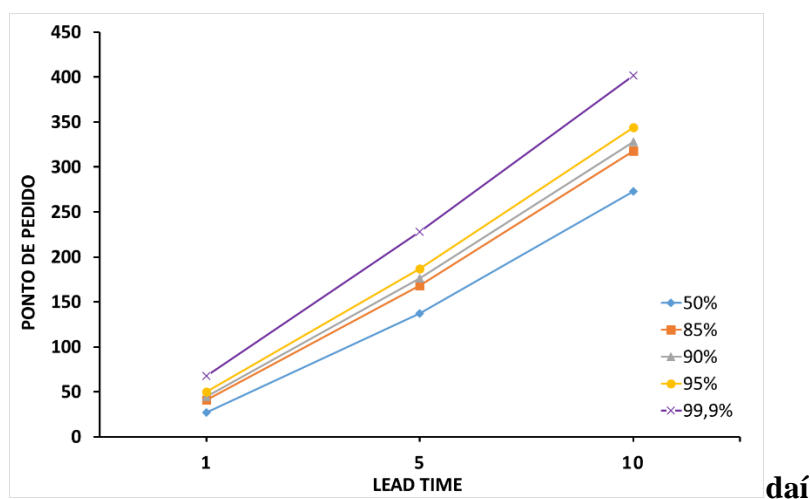


Figura 5 – Gráfico ponto de pedido versus *lead time* para o papel higiênico

Por via da tabela e do gráfico, pode-se concluir que, se um fornecedor que é capaz de reabastecer os estoques em 1 dia no almoxarifado, o mesmo poderia empregar um nível de serviço de 95% nesse LT, visto que não implica em diferença significativa nos pontos de pedidos (e, conseqüentemente, nos custos de guarda). Pode-se observar também

que, para um nível de serviço de 95% e $LT=1$, todos os dados históricos de demanda seriam atendidos por esse nível de serviço. Por sua vez, um nível de serviço de 85% durante um LT de um 1 dia seria capaz de dar cobertura aos 36 dados históricos de demanda para este produto. Para os LT s de 5 e 10 dias foi possível observar o mesmo comportamento proporcionado anteriormente pelo papel toalha e a implicância na decisão dos mesmos *trade-off*.

4.4 Modelagem do sistema P

Com base no histórico de compras e entrevistas com os gestores do DIVALMOX, foram estimados os valores de P de 1 mês, 2 meses e 3 meses (que dizem respeito a 22, 44 e 66 dias de intervalos entre as compras para reabastecimento dos estoques de papel toalha). Para o papel higiênico, foram estimados P em 44, 66 e 88 dias, de acordo com a opinião dos especialistas de processo.

4.4.1 Resultados da modelagem P para o papel toalha

Para os cálculos dos níveis de estoques meta (T) foram utilizados novamente os níveis de serviço de 85%, 90% e 95%. Além desses, testou-se $NS=50\%$, o que implicaria em elevada ocorrência de ruptura do estoque durante o intervalo do ciclo de $P+LT$ e 99,9%, o qual apresenta elevados custos de guarda incorridos. Com base nisso, gerou-se a Tabela 4, a qual traz os níveis de serviço sugeridos, períodos fixos de revisão estimados (P) e os LT s envolvidos para análise dos diferentes valores de T (gerados a partir dos cálculos das equações (3) e (4)).

Tabela 4 – Níveis alvo de estoque para o papel toalha (pacotes)

NS	P=22 dias			P=44 dias			P=66 dias		
	LT=1	LT=5	LT=10	LT=1	LT=5	LT=10	LT=1	LT=5	LT=10
50%	1838	2158	2558	3597	3917	4316	5356	5675	6075
85%	2025	2360	2778	3858	4189	4602	5674	6003	6414
90%	2069	2408	2830	3919	4253	4669	5749	6080	6494
95%	2134	2479	2907	4011	4368	4769	5860	6195	6612
99,9%	2380	2745	3196	4354	4707	5146	6279	6626	7059

Através dos dados desta tabela, foram gerados os gráficos dos P=22, P=44 e P=66 para visualizar o comportamento dos níveis de estoque alvo frente a diferentes *lead times* e níveis de serviço.

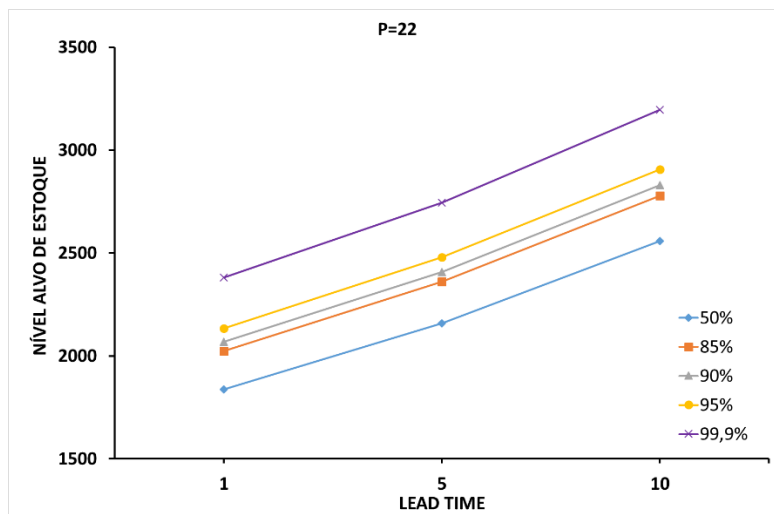


Figura 6 – Gráfico do nível alvo de estoque versus *lead time* para P=22 do papel toalha

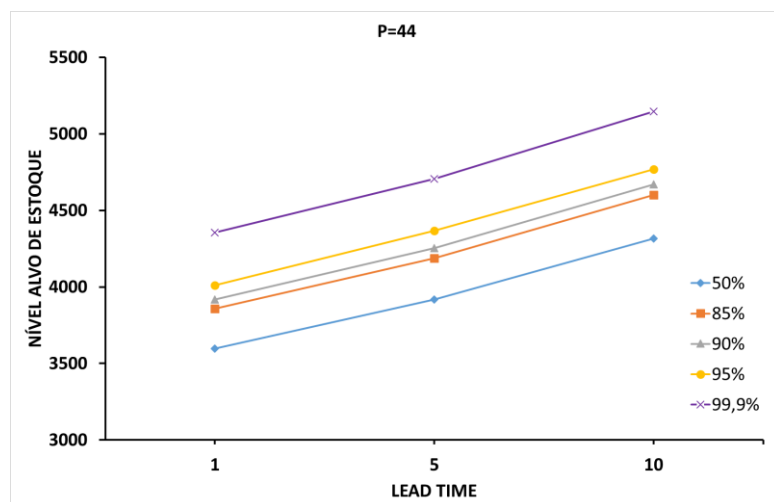


Figura 7 – Gráfico do nível alvo de estoque versus *lead time* para P=44 do papel toalha

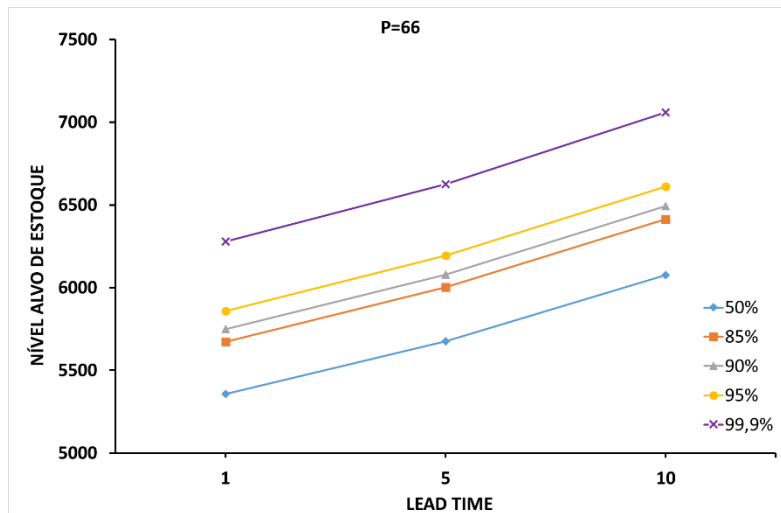


Figura 8 – Gráfico do nível alvo de estoque versus *lead time* para P=66 do papel toalha

Por meio dos resultados dos gráficos, pode se constatar que as variações dos níveis alvo de estoque entre os níveis de serviço de 85% e 90% foram as menores, quando comparadas às variações entre a curva de 95% com a curva de 90%. Nesse caso, os gestores poderiam escolher o nível de serviço de 90% ao invés da curva de 85% de acordo com o período de revisão que for arbitrado e a capacidade do fornecedor de realizar as entregas (LT). Tal curso de ação não implicaria em custos de guarda significativamente maiores em relação ao uso do nível de 85%. Por outro lado, quanto maiores o LT e o P, maiores seriam os níveis de estoques que deveriam ser acomodados no espaço físico para poder atender às demandas durante o intervalo de proteção (P+LT). Logo, se o DIVALMOX desejasse implementar uma política de revisão periódica em sua gestão de estoques, o mesmo deveria analisar o *trade-off* entre os custos de guarda, nível de serviço e o período de revisão para verificar qual seria a melhor decisão gerencial. No entanto, quanto maior o volume de estoque a ser armazenado no espaço físico, maior seria o custo de guarda e, portanto, o DIVALMOX poderia adotar a revisão a cada 22 dias e solicitar os pedidos a um fornecedor com capacidade de reabastecer os estoques em 1 dia. Além disso, caso não acabe implicando em um aumento muito grande do custo de guarda para o P=22 e LT=1, o DIVALMOX poderia escolher um nível de serviço de 95% para aumentar a sua eficiência no atendimento às demandas.

4.4.2 Resultados da modelagem P para o papel higiênico

A Tabela 5 traz os níveis alvo de estoque (T) para diferentes P e LT para o papel higiênico.

Tabela 5 – Níveis alvo de estoque para o papel higiênico

NS (%)	P=44 dias			P=66 dias			P=88 dias		
	LT=1	LT=5	LT=10	LT=1	LT=5	LT=10	LT=1	LT=5	LT=10
50%	1231	1340	1477	1832	1942	2079	2434	2543	2680
85%	1325	1438	1580	1947	2060	2201	2566	2679	2819
90%	1347	1462	1604	1974	2088	2230	2598	2711	2852
95%	1380	1496	1641	2015	2130	2273	2644	2758	2901
99,9%	1504	1626	1777	2166	2285	2434	2819	2937	3084

Na sequência, são apresentados os gráficos para este produto dos P=44, P=66 e P=88. Os resultados trazem grande semelhança aos obtidos para o papel toalha, e serão melhor discutidos na seção 4.5.

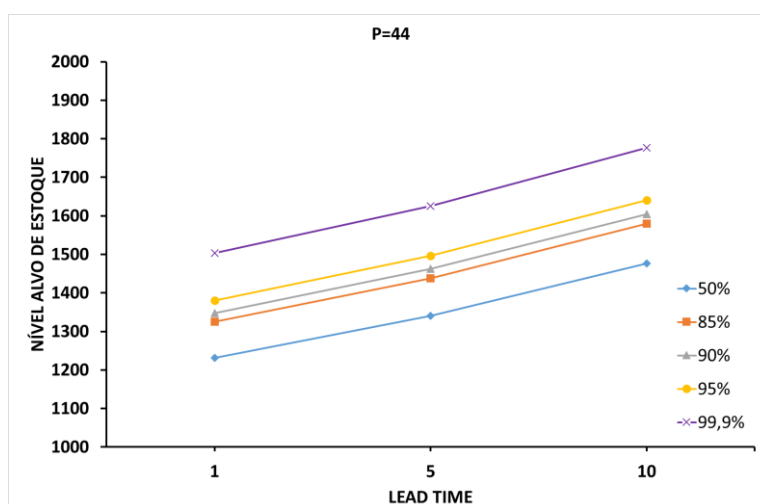


Figura 9 – Gráfico nível alvo de estoque versus *lead time* para um P=44 do papel higiênico

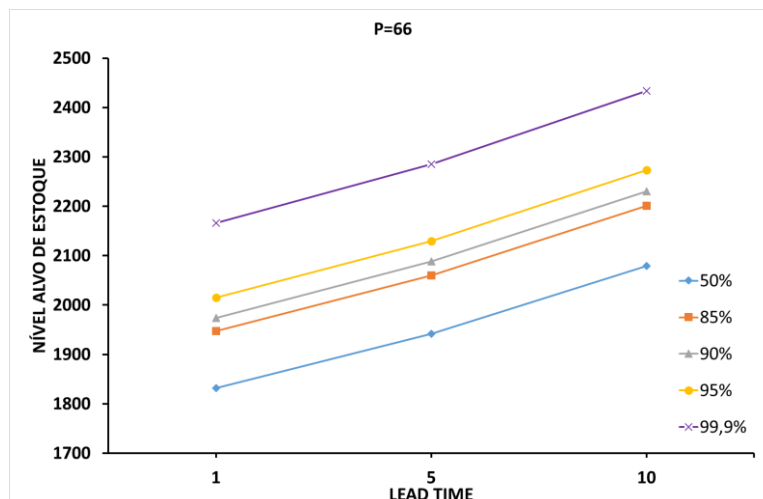


Figura 10 – Gráfico nível alvo de estoque versus *lead time* para um P=66 do papel higiênico

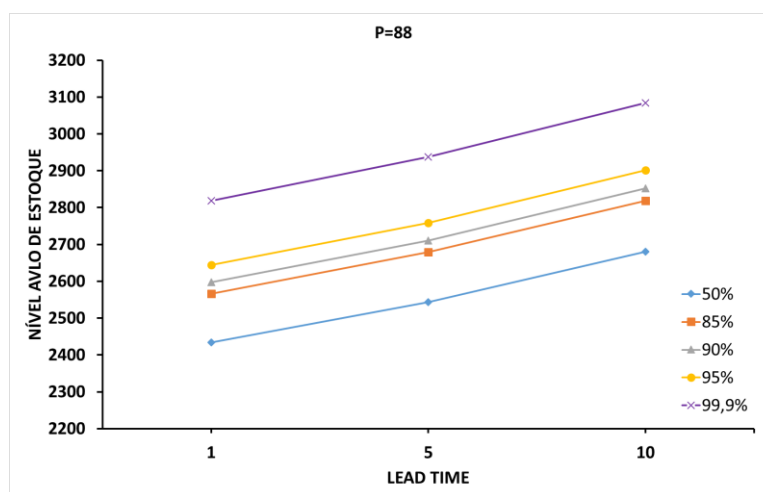


Figura 11 – Gráfico nível alvo de estoque versus *lead time* para um P=88 do papel higiênico

4.5 Discussão dos resultados

Através de entrevistas com o diretor do DEPATRI, foi possível confirmar que, nos processos licitatórios, os editais costumam utilizar o requisito de selecionar o fornecedor que entregará o produto com o menor custo. A capacidade do fornecedor de entrega dos pedidos em menor tempo não é um dos requisitos para o concurso, visto que os editais apenas exigem que as entregas devem ser feitas em até 10 dias. Contudo, através das modelagens e análises realizadas, foi possível constatar que a implementação de um sistema Q com LT=1 dia acabariam implicando em menores estoques de segurança, tornando possível o cumprimento de um NS=95%. Logo, a capacidade dos fornecedores de entregarem em menor tempo deveria ser incluída como critério para as licitações dos

produtos. Além disso, pode-se observar que o sistema P com periodicidade igual a 22 implica em níveis de estoques e custos de guarda menores em relação às demais periodicidades. Neste contexto, seria recomendado escolher um fornecedor com $LT=1$ dia, o que asseguraria um $NS=90\%$ frente a um baixo custo de guarda.

A partir dos resultados das modelagens analíticas, foi possível constatar que apesar do sistema Q proporcionar economias nos custos de guarda através quantidades de estoques de segurança mais baixos para um nível de serviço de 95% e um LT de 1 dia, em um primeiro momento seria recomendado implementar o sistema P para o almoxarifado. A implementação de um sistema de revisão contínua implicaria na realização de um alto investimento em tecnologia de informação para *upgrade* do SAM, ou até mesmo implantar um outro sistema de informação mais robusto para realizar o controle dos estoques em tempo real. Além disso, essa política de estoque implicaria em treinamento e capacitação dos gestores para ganharem as expertises necessárias para administração dos materiais em revisões contínuas, o que tomaria tempo e redundaria em mais custos.

Na gestão de estoques atual, foi possível constatar que os gestores do almoxarifado já possuem o hábito de realizarem as compras dos materiais (reposições dos estoques) em intervalos não regulares de tempo, mas sem a lógica oferecida pelo sistema P e o uso de estoques de segurança. É importante ressaltar também que o DIVALMOX possui a capacidade de acomodar altos níveis de estoque em seu espaço físico, o que torna a escolha pelo sistema P mais conveniente.

Apesar dos valores de P terem sido estimados em valores de 44, 66 e 88 dias para o papel higiênico, devido ao fato dos dados históricos de demanda mensais possuírem uma variabilidade muito alta em relação à média, seria recomendado que o DIVALMOX não optasse por uma revisão periódica maior que 22 dias. Tal recomendação justifica-se, visto que, no momento em que forem realizados os pedidos para $P=22$ e $LT=1$, a quantidade de rolos que preenche o nível alvo de estoque não conseguiria cobrir eficientemente algumas demandas históricas mensais. A cobertura das demandas durante o intervalo de proteção, oferecido pelo T, poderiam acabar gerando incertezas, visto que as demandas históricas mensais possuem uma variabilidade muito alta em relação à média (tanto para o papel higiênico como para o papel toalha). Portanto, além de implicar em custos de guarda maiores, valores maiores que $P=22$ gerariam maiores incertezas em termos de rupturas do estoque decorrentes da elevada variabilidade dos dados históricos.

5. Conclusão

O DIVALMOX faz parte de uma gestão pública e necessita realizar processos licitatórios para reabastecer os estoques dos materiais de consumo. Para tanto, este artigo comparou os sistemas de gestão P e Q aplicados ao almoxarifado em questão. A adoção de um sistema P é recomendada para permitir o alinhamento das revisões periódicas com um planejamento e cronograma estabelecidos para as licitações, tornando a gestão de estoques mais eficiente no almoxarifado. O emprego de um sistema de gestão de estoque de revisão periódica teria como benefício a redução de ocorrências de falta de estoque devido aos estoques de segurança. Além disso, com a lógica oferecida pelo sistema P, o controle e o pedido das reposições dos estoques acabariam ocorrendo de forma mais consciente e racionada. Portanto se recomenda, em um primeiro momento, que o almoxarifado adote o sistema P para sua gestão de estoque.

Além disso, é interessante que se estabeleça um novo critério balizador na escolha dos fornecedores. A capacidade do tempo de entrega dos pedidos de reposições deve ser considerada, pois afeta o nível de serviço. Por exemplo, a adição desta requisição por via de uma cláusula na licitação. Não obstante, é importante que o DIVALMOX aprimore a sua gestão da informação com os demais órgãos e departamentos da UFRGS, a fim de que seja implementada uma gestão integrada, capaz de melhorar o planejamento das aquisições dos estoques.

Ressalta-se que, no decorrer deste estudo, não foi possível ter acesso a dados de custos confiáveis. Portanto, para uma análise mais robusta em estudos futuros, seria necessário implementar um sistema de custeio para os estoques de forma que haja melhor ciência do impacto da gestão de estoques sobre os custos.

Apesar de ter sido constatado que é recomendado implementar um sistema P no almoxarifado da UFRGS, o sistema Q proporciona custos menores de guarda e maior eficiência no emprego de um NS=95% para um LT de 1 dia, portanto seria muito bem empregado para uma IFES que possuísse a capacidade de empregar este sistema de gestão de estoques, principalmente para estocar produtos que implicam em maiores volumes financeiros em relação aos demais.

Referências

- ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1993.
- ASSAF, A. N. **Finanças Corporativas e Valor**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- BAKER, T.; JAYARAMAN, V.; ASHLEY, N. **A data-driven inventory control policy for cash logistics operations: an exploratory case study application at a financial institution**. *Decision Sciences*, v. 44, n. 1, p. 205-226, 2013.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição**. São Paulo: Atlas, 1993.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARBETTA, P. A. **Estatística: para cursos de engenharia e informática**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- BECK, T.; ANZANELLO, M. J.; KAHMANN, A. Análise da Gestão de Estoques Utilizando Simulação de Monte Carlo. **Revista Gestão Industrial**, v. 11, p. 190-207, 2015.
- BERG, J.; ZIJM, W. Models for Warehouse Management: Classification and Examples. **Internation Journal of Production Economics**, v. 59, p. 519-528, 1999.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- BRASIL. Presidência da República. Lei nº 4320 de 17 de março de 1964. **Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4320.htm>. Acesso em: 26/11/2017.
- BRASIL. Presidência da República. Lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, insitui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm>. Acesso em: 26/11/2017

BRASIL. Secretaria do Tesouro Nacional. Portaria nº 448 de 13 setembro de 2002. **Divulga o detalhamento das naturezas de despesas 339030, 339036, 339039 e 449052.**

Disponível em:

<http://www.mds.gov.br/suas/guia_protecao/projovem/port_448_2002.pdf/html2pdf>.

Acesso em: 26/11/2017.

CHEN, H.; LI, P. Optimization of (R,Q) Policies for Serial Inventory Systems Using The Guaranteed Service Approach. **Computers & Industrial Engineering**, v. 80, p. 261-273, 2015.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração da produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CRUZ, M.C., SANTOS JUNIOR, M.P.; OLIVEIRA, R.B. **Gestão de Estoque**, Lins, SP: 2006. Monografia (Graduação em Administração) – Centro Universitário Salesiano Auxilium, Lins.

FIGUEIREDO, K.F.; FLEURY, P.F.; WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2003.

FITZSIMMONS, J. A; FITZSIMMONS M. J. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GAITHER, N.; FRAIZER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. Ed. São Paulo: Thomson, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

JACOBS, F. R. **Administração da produção e de operações: o essencial**. 1. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. 8 ed. São Paulo: Pearson, 2009.

PASSOS, L. A. A fragilidade do controle de estoque varejista face à dinâmica mercadológica. **Revista Urutágua**. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, n. 20, jan-abr., 2010.

MARTINS, P.G.; ALT, P.C.R.C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Saraiva 2003.

MIORANDO, R. F.; LEMOS, F. O.; FOGLIATTO, F. S. Modelagem estocástica de estoques utilizando o Processo Analítico Hierárquico para definição de nível de serviço. In: **XL SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2008, João Pessoa.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

QI, L. A continuous-review inventory model with random disruptions at the primary supplier. **European Journal of Operational Research**, v. 225, p. 59-74, 2013.

ROSA, H.; MAYERLE, S. F.; GONÇALVES, M. B. Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação. **Produção**, v. 20, n. 4, p. 626-638, 2010.

SANTOS, A. M.; RODRIGUES, I. A. O *trade-off* entre a folga na capacidade de produção e o nível de estoque, **Revista Gestão Industrial**, v. 13, n. 2, p. 217-233, 2006.

SCHEIDEGGER, A. P. G. **Sistematização do processo de reposição de estoques no setor público: pesquisa-ação no almoxarifado da Universidade Federal de Itajubá**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2014.

SETYANINGSIH, S.; BASRI, H. M. Comparison continuous and periodic review policy inventory management system formula and enteral food supply in public hospital Bandung. **International Journal of Innovation, Management and Technology**, v. 4, n. 2, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOARES, J. F.; SIQUEIRA, A. L. **Introdução à Estatística Médica**. Coopmed Editora Médica, Belo Horizonte, MG, Brasil. 2. Ed., 2002.

RIBOLDI, J; TORMAN, V. B. L.; COSTER, R. Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. **Revista HCPA**. v. 32, n. 2, p. 227-234, 2012.

VENDRAME, F.C. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**, 2008, 66p. Apostila da disciplina de Administração. Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium Lins, Lins.

YIN, R. K. **Estudo de caso planejamento e método**. 3 ed. Porto Alegre: Brookman, 2003.

ZANON, E. J. **Administração de material no setor público**. 1 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.