



Universidade Federal de Ouro Preto  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas  
Departamento de Engenharia de Produção



## **Trabalho de Conclusão de Curso**

# **Logística Hospitalar: um estudo exploratório**

**Guilherme Queiroz Laurindo**

**João Monlevade, MG  
2019**

**Guilherme Queiroz Laurindo**

## **Logística Hospitalar: um estudo exploratório**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção pelo Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Augusto de Oliveira Silva

**Universidade Federal de Ouro Preto**  
**João Monlevade**  
**2019**

L3851 Laurindo, Guilherme Queiroz.  
Logística hospitalar [manuscrito]: um estudo exploratório / Guilherme  
Queiroz Laurindo. - 2019.

28f.:

Orientador: Prof. Dr. Thiago Augusto de Oliveira Silva.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de  
Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Hospitais - Logística. 2. Administração de produtos. 3. Hospitais -  
Administração de material. I. Silva, Thiago Augusto de Oliveira. II.  
Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 658.7



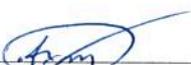
**ATA DE DEFESA – ATV030**

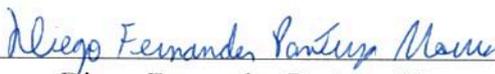
Aos 16 dias do mês de julho de 2019, às 14h30 horas, na sala H203 deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso pelo (a) aluno (a) **Guilherme Queiroz Laurindo**, Matrícula **14.18047** sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: **Thiago Augusto de Oliveira Silva (Orientador)**, **Alexandre Xavier Martins** e **Diego Fernandes Pantuza Moura**.

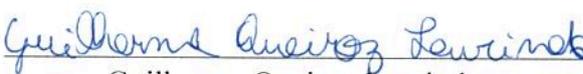
O (a) aluno (a) apresentou o trabalho intitulado: **Logística Hospitalar: Um estudo bibliométrico**. A comissão examinadora deliberou, pela:  Aprovação; ou  Aprovação com Ressalva - Prazo concedido para as correções: 30 dias; ou  Reprovação com Ressalva, com prazo para marcação da nova banca de: \_\_\_\_\_; ou  Reprovação do(a) aluno(a), com a nota 6,20. Na forma regulamentar e seguindo as determinações da Resolução COEP 05/2018 foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo (a) aluno(a).

João Monlevade, 16 de julho de 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Thiago Augusto de Oliveira Silva - Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Alexandre Xavier Martins

  
\_\_\_\_\_  
Diego Fernandes Pantuza Moura

  
\_\_\_\_\_  
Guilherme Queiroz Laurindo

# Resumo

O gasto com saúde pública tem crescido durante o passar dos anos. Embora muitas organizações de saúde tenham reconhecido a importância de adotar práticas de gerenciamento da cadeia de suprimentos, a aplicação de técnicas e práticas têm difícil aplicação devido à complexidade do setor. Assim, a logística hospitalar tem se tornado mais popular entre as pesquisas acadêmicas. Nesse contexto, este estudo busca revisar a literatura para acompanhar o andamento dessa área e contribui nos seguintes aspectos: (1) identifica publicações referentes à logística hospitalar, (2) divide as publicações em categorias dos principais temas da área de logística hospitalar e (3) discute sobre as publicações. Conclui-se que o maior foco dos trabalhos está na redução de custos e no gerenciamento de estoque, e que o campo de pesquisa sobre a logística hospitalar está bastante ativo e ainda há muito para ser explorado.

**Palavras-chave:** Cadeia de suprimentos hospitalar, logística hospitalar, revisão de literatura.

# Abstract

Spending on public health has grown over the years. Although many healthcare organizations have recognized the importance of adopting supply chain management practices, the application of techniques and practices is difficult to apply because of the complexity of the industry. Thus, hospital logistics has become more popular among academic research. In this context, this study intends to review the literature to follow the progress of this area and contributes to the following aspects: (1) identifies publications related to hospital logistics, (2) divides publications into categories of the main themes of hospital logistics and (3) discusses publications. It is concluded that the major focus of publications is on cost reduction and inventory management, and that the field of hospital logistics research is very active and there is still much to explore. **Keywords:** Healthcare supply chain, hospital logistics, literature review.

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Visão global das publicações . . . . .	21
Tabela 2 – Comparação dos modelos de otimização . . . . .	22
Tabela 3 – Trabalhos mais citados . . . . .	23
Tabela 4 – Quantidade de publicações por grupo de anos . . . . .	24

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>2</b>
1.1.1	Objetivo Geral	2
1.1.2	Objetivos Específicos	2
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Compras</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Terceirização e parceria com fornecedor</b>	<b>5</b>
<b>3.3</b>	<b>Gestão de estoque farmacêutico</b>	<b>5</b>
<b>3.4</b>	<b>Inventário de multi-escalaço</b>	<b>7</b>
<b>3.5</b>	<b>Classificação de itens de estoque</b>	<b>10</b>
<b>3.6</b>	<b>Distribuição interna do hospital e escalonamento</b>	<b>10</b>
<b>3.7</b>	<b>Gestão da Cadeia de Suprimentos Hospitalar sob desastres</b>	<b>11</b>
<b>3.8</b>	<b>Itens estéreis</b>	<b>12</b>
<b>3.9</b>	<b>Distribuição externa do hospital</b>	<b>12</b>
<b>3.10</b>	<b>Transferência de conceitos logísticos de outras indústrias</b>	<b>13</b>
<b>3.11</b>	<b>Benchmark, melhores práticas e análises de custos</b>	<b>15</b>
<b>3.12</b>	<b>Outros</b>	<b>18</b>
<b>3.13</b>	<b>Bibliometria</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>26</b>

# 1 Introdução

O gasto com saúde pública tem crescido durante o passar dos anos. Segundo o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2018, os governos têm alocado mais recursos em saúde, mesmo após épocas de crises econômicas. Dados do relatório mostram que países de baixa e média renda aumentaram mais seus gastos em saúde nos últimos anos do que países de alta renda (em relação à porcentagem de gasto, e não em quantidade). O relatório da OMS de 2010 revela que entre 20% e 40% de todos os gastos em saúde são desperdiçados por ineficiência.

O potencial da otimização da logística hospitalar dentro do setor de saúde é considerado significativo tanto para a comunidade acadêmica quanto para praticantes (VOLLAND et al., 2017). Embora muitas organizações de saúde tenham reconhecido a importância de adotar práticas de gerenciamento da cadeia de suprimentos, a aplicação de técnicas, métodos e melhores práticas originalmente desenvolvidas em um ambiente industrial é muito problemática, pois têm difícil aplicação devido à complexidade do setor. A cadeia de suprimentos interna de hospitais possui complexidades como produtos e equipamentos extremamente caros, dificuldade de rastreamento do inventário devido à urgência de tratamentos e uma demanda de difícil previsão para os suprimentos médicos (MOONS, WAEYENBERGH E PINTELON, 2019). De acordo com o trabalho de dos Anjos (2016), essa imprevisibilidade da demanda dos suprimentos médicos ocorre devido às incertezas presentes nesse meio, como a imprevisibilidade do número de pacientes, duração da estadia do paciente no hospital e produtos a serem utilizados. Além disso, há outros problemas como a falta de padronização e preferência pessoal do médico por certos tipos de medicamentos.

Com o objetivo de elevar o nível de atendimento ao cliente, os hospitais acabam aumentando a quantidade de tipos de medicamentos que devem ser armazenados para o tratamento dos pacientes, dificultando, assim, o gerenciamento. Além disso, o formulário de produtos muda com bastante frequência à medida que o comportamento de prescrição dos médicos reage aos avanços da pesquisa e da tecnologia médica (WOOSLEY, 2009). Portanto, o gerenciamento de medicamentos se torna bastante difícil, já que é necessário manter não só um estoque que evite a falta de medicamentos, mas também um estoque que não exista excessos para não gerar altos custos à organização.

Segundo Alcântara (2016, p. 7), um hospital “além de ter um funcionamento ativo de 365 dias por ano e de 24 horas por dia, ainda possui uma extensa organização interna distribuída por sistemas e por subsistemas”. Com uma demanda de difícil previsão e a impossibilidade de armazenar grandes quantidades de determinados produtos, os hospitais se deparam com situações inesperadas, e, por esse motivo, acabam sendo obrigados a realizar compras emergenciais, reduzindo seus poderes de barganha e acarretando no aumento de custos. Um dos motivos dos hospitais não poderem ter grandes quantidades de estoques de medicamentos é que a grande parte dos itens da farmácia hospitalar são perecíveis e precisam ser descartados quando não são

usados a tempo. É o caso de produtos compostos estéreis personalizados que são quimicamente estáveis por um curto período (DOBSON, TILSON e TILSON, 2015).

Kochan et al. (2018) afirma que as inadequações do compartilhamento tradicional de informações são amplificadas no setor de saúde. A fraca demanda e a visibilidade dos estoques resultam em incompatibilidade de demanda e oferta de produtos de saúde de maneiras que podem ter consequências desastrosas para a economia e para o paciente.

Embora os hospitais sejam desafiados a melhorar a eficiência, não há um consenso sobre o que constitui a eficiência, como medi-la e quais ações tomar para melhorá-la, já que os *stakeholders* têm visões divergentes de eficiência e metas para medição de eficiência (MELO, 2012).

Nesse contexto, este estudo busca revisar a literatura sobre a cadeia de suprimentos hospitalar com o objetivo de categorizar e discutir sobre as publicações.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é realizar uma revisão analítica e estruturada explorando tendências importantes e relatando os conhecimentos atuais existentes em logística hospitalar com base em estudos publicados anteriormente.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar artigos referentes à logística hospitalar;
- ✓ Identificar as principais áreas de logística hospitalar;
- ✓ Discutir sobre as contribuições dos trabalhos analisados.

## 1.2 Justificativa

O número de publicações no campo da Logística Hospitalar vem crescendo nos últimos anos (JONAS et al., 2019). Nesse sentido, é um campo de pesquisa que permanece bastante ativo e que ainda há oportunidades inexploradas.

Portanto, este trabalho se justifica pela necessidade em acompanhar por onde e como está a situação dessa área de pesquisa.

## 2 Metodologia de pesquisa

Este estudo adotou uma abordagem exploratória/descritiva utilizando a técnica de pesquisa bibliográfica para revisar a literatura existente na área de logística hospitalar.

Segundo Turrone e Mello (2012), a pesquisa exploratória envolve o levantamento bibliográfico e visa proporcionar maior familiaridade com o problema a fim de torná-lo explícito ou construir hipóteses. De acordo com Gil (1999), a pesquisa descritiva visa descrever as características de uma determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Vergara (2000) afirma que a pesquisa bibliográfica é um estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, ou seja, em material que é acessível ao público em geral, e seu principal objetivo é fornecer um instrumental analítico para qualquer tipo de pesquisa.

Os três estágios do trabalho são os seguintes:

1. *Coleta de material* em que foi utilizado o Google Acadêmico para encontrar publicações de diferentes jornais sobre o tema com as seguintes palavras-chaves “logística hospitalar”, “gestão da cadeia de suprimentos hospitalar”, "gestão de estoque hospitalar", "gestão de itens perecíveis" e "produção dentro da incerteza", tanto em inglês como português. Os artigos foram selecionados através de seus resumos, sendo escolhidos quando suas abordagens enquadrassem na temática de logística hospitalar. Também foram analisadas as referências bibliográficas dos trabalhos coletados. Foram obtidos no total 40 trabalhos após a triagem;

2. *Seleção de categoria* em que os artigos foram divididos de acordo com seu método de pesquisa (otimização, empírico, revisão de literatura, teoria/conceito e estudo de caso) e sua contribuição, baseada nas áreas da logística hospitalar adaptadas da orientação de pesquisa feita por Volland et al. (2017);

3. *Discussão sobre os temas relevantes* em que os materiais foram analisados e discutidos de acordo com as dimensões estruturais, identificando questões e resultados relevantes.

## 3 Revisão de Literatura

Neste capítulo, os artigos revisados serão categorizados e discutidos baseados na orientação de pesquisa feita por Volland et al. (2017) que identificou os grandes fluxos de pesquisas de logística hospitalar. Com a adaptação dessa orientação, foi considerado que os trabalhos coletados se enquadram em 11 divisões da área de logística hospitalar. Desse modo, cada artigo foi discutido em sua referente categoria. Os trabalhos que não se enquadram em alguma área específica da logística hospitalar foram discutidos na categoria "outros". As presunções dos modelos de otimização são detalhadas a fim de facilitar o entendimento sobre os modelos.

### 3.1 Compras

O setor hospitalar possui diversas complexidades que dificultam o planejamento de compras de materiais. Isso ocorre devido a demanda ser imprevisível e os medicamentos serem perecíveis. Um bom planejamento é essencial para evitar compras emergenciais que acarretam no aumento de custo.

Rodrigues e Sousa (2014) mapearam e analisaram os processos de compras do setor de farmácia hospitalar de uma rede privada para demonstrar a importância da logística hospitalar. A metodologia utilizada foi o estudo de caso realizado em um hospital da rede privada através de estudos exploratórios descritivos. Foram observados três tipos de compras: rotineiras, de alto custo e emergenciais. Todas as compras são feitas com a ajuda do sistema de informação integrado (ERP) que dá informações importantes sobre nível de estoque, estoques de segurança e tempo de entrega. O sistema é importante para evitar compras emergenciais, já que o sistema avisa quando o estoque está num nível perto do mínimo estipulado, permitindo tempo hábil para compras. As compras emergenciais acontecem quando o estoque diminui mais rápido que o normal. Existe também uma relação de parceria entre outras farmácias para realizarem empréstimos de medicamentos.

Tettey et al. (2016) apresentam a aplicação do Seis Sigma e de ferramentas *Lean* para aprimorar o gerenciamento de estoque de um departamento de emergência de um hospital. Entre os resultados obtidos, está a identificação mais fácil e rápida de suprimentos que eventualmente reduz o tempo de serviço por enfermeiros e outros profissionais de saúde. Os autores afirmam que as ferramentas podem ser aplicadas aos suprimentos médicos em qualquer instalação de saúde para produzir bons resultados e recomendam que as autoridades de hospitais mantenham um registro do uso diário de todos os itens de estoque. Segundo os pesquisadores, o conhecimento é muito importante para chegar ao lote econômico de compras para todos os itens e deve ser abordado com urgência.

## 3.2 Terceirização e parceria com fornecedor

Um hospital pode optar por manter o controle interno completo sobre suas funções de gerenciamento de estoque e distribuição. Ele também pode entrar em acordos de colaboração com outras pessoas usando sistemas como IGF (inventário gerido pelo fornecedor).

Bhakoo, Singh e Sohal (2012) afirmam que a literatura tem ignorado a aplicação do sistema IGF no campo hospitalar. IGF é um sistema pelo qual o fornecedor assume a responsabilidade de monitorar os níveis de estoque do varejista e toma decisões de reposição periódicas em relação a quantidades de pedidos, modo de entrega e tempo de reabastecimento. Assim, o estudo se conduz em provar que o sistema pode ser aplicado nesse setor. Para isso, é realizado um estudo de caso envolvendo a rede da cadeia de suprimentos de dez organizações da área da saúde, incluindo fabricantes farmacêuticos, atacadistas, distribuidores e hospitais. Para a coleta de informações, foram realizadas entrevistas, visitas e análise de documentos. Os resultados do estudo demonstraram que o sistema IGF funcionou de forma muito eficaz para itens dentro do Departamento de Gerenciamento de Material, como próteses, suturas e estentes, devido às complexidades inerentes incorporadas nesses itens. Este estudo destaca a existência de uma variedade de acordos colaborativos entre os parceiros da cadeia de suprimentos, sendo que o fator crítico de sucesso para esse arranjo é que havia total compatibilidade nos sistemas de informação entre o fornecedor e a farmácia hospitalar.

## 3.3 Gestão de estoque farmacêutico

Grande parte das despesas hospitalares em mercadorias e serviços são originadas do departamento de farmácia (MAESTRE et al., 2018). A gestão de estoque farmacêutico é importante devido à alta complexidade envolvida no setor de farmácia, como alto custo de alguns medicamentos, itens perecíveis e espaços limitados.

Kelle, Woosley e Schneider (2012) estudam um sistema de abastecimento automatizado. O objetivo do trabalho é melhorar a política de gerenciamento de estoque farmacêutica de um caso real de uma única unidade de saúde. As metas frequentemente conflitantes na tomada de decisões entre os vários *stakeholders* são analisadas e são explorados os *tradeoffs* gerenciais de tomada de decisão. Os objetivos do hospital são: reduzir as cargas de trabalho (reabastecimentos emergenciais e diários), reduzir os custos retidos e ajudar na tomada de decisão da farmácia. É criado um modelo matemático que considera que a demanda para cada medicamento é incerta e sazonal e o espaço total do depósito é limitado. Para definir o ponto de reabastecimento, há *tradeoffs* importantes, como a necessidade de alta disponibilidade por item e o alto custo de reabastecimento, enquanto que a redução de reabastecimento necessita de alta disponibilidade de espaço. Os parâmetros são derivados usando um algoritmo heurístico iterativo. Para a decisão de inventário operacional, foram encontrados os níveis mínimos e máximos (ponto de reabastecimento) que controlam o sistema de pedidos automatizado. Os parâmetros encontrados fornecem

um nível de serviço consistente, alocam o estoque de segurança para diminuir a carga de trabalho do reabastecimento emergencial e aloca o espaço do estoque de ciclo, diminuindo a carga de trabalho do reabastecimento diário. Conclui-se que a ferramenta de suporte à decisão resultante facilita melhorias nas práticas de gerenciamento atuais e que o esforço da pesquisa e as extensões recomendadas fornecerão mais informações sobre as preferências dos *stakeholders*.

Saedi, Kundakcioglu e Henry (2016) propõem um modelo estocástico para achar a política de estoque ótima para uma unidade de saúde a fim de minimizar o efeito da falta de medicamentos na presença de interrupções e demandas incertas. O modelo tem as seguintes suposições:

- Há apenas um único fornecedor;
- As ordens de pedido têm um custo fixo de zero;
- O time é zero;
- A demanda é incerta;
- Há dois tipos de medicamentos para cada caso (um principal e outro substituto);
- O espaço ocupado por um item é considerado;
- Leva em conta taxas de interrupção e a duração esperada de uma interrupção (ou seja, taxa de recuperação);
- Há impacto de escassez para cada produto;
- Os produtos são perecíveis.

Um algoritmo heurístico prático é proposto para resolver o problema e encontrar a solução quase ótima. É realizada a comparação dos resultados computacionais com a política empregada atual de duas unidades de assistência médica. Os resultados mostram uma redução no custo de estocagem, que é esperado pela baixa utilização de espaço.

O trabalho de Oliveira (2017) apresenta um método para encontrar melhores limites inferiores de um modelo matemático de dimensionamento de lote com seleção de fornecedores em uma farmácia hospitalar. Essa necessidade vem da fragilidade do ambiente hospitalar em necessitar uma boa gestão dos estoques dos medicamentos, uma vez que eles possuem demandas muito variadas. Então, é proposta a implementação da decomposição de Dantzig-Wolfe com um método de geração de colunas para o modelo. Sua resposta não soluciona o problema de estoque, mas abre precedentes para a implementação de técnicas que, quando trabalhadas em conjunto com a pesquisa, retornam soluções melhores.

No artigo de Maestre, Fernández, Jurado (2018), é feita a aplicação do modelo de controle preditivo na gestão de estoques em um hospital real. Os níveis de estoque de dez medicamentos diferentes que pertencem ao mesmo laboratório foram controlados usando essa política de

gerenciamento de estoque. Os principais objetivos são: satisfação da demanda, redução dos níveis de estoque e minimização do número de pedidos. O modelo possui restrições individuais para cada medicamento, pois cada um pode ter requisito de armazenagem diferente. Quantidades mínimas de pedidos são impostas por cada laboratório. Outra questão que o modelo leva em conta é que tanto os laboratórios como as farmácias têm dias de folga. Essas restrições estão relacionadas à capacidade limitada da farmácia em fazer pedidos. Os resultados obtidos após quatro meses mostram que a abordagem adotada supera o método empregado pelo hospital e reduz tanto o estoque médio quanto a carga de trabalho do departamento de farmácia. Esse artigo também apresenta alguns *insights* práticos sobre a aplicação de métodos avançados de controle neste contexto.

### 3.4 Inventário de multi-escalão

Nesta seção, os estoques hospitalares são discutidos paralelamente com os estoques de fornecedores.

Bakker, Riezebos e Teuter (2012) afirmam que o controle de inventário multi-escalão está ganhando importância devido à necessidade de integração da cadeia de suprimentos no ambiente competitivo atual. Eles apresentam uma revisão atualizada dos avanços realizados na área de controle de estoque de itens perecíveis (estoques em deterioração). O objetivo do artigo é dar uma revisão abrangente da literatura de modelos para controle de estoque com itens perecíveis. Os autores concluem que os modelos de estoques em deterioração com demanda dependente do tempo ou variável no tempo estão bem representados na literatura atual, e reforçam que informações prontamente disponíveis, como a identificação por radiofrequência (RFID), facilitam a integração na cadeia de suprimentos, com grandes oportunidades de controle de estoque de produtos perecíveis.

Guerrero, Yeung e Guéret (2013) abordam o problema de controle de estoque de farmácias para a rede de cadeia de suprimentos de hospitais de um centro médico. Eles apresentam uma metodologia para encontrar políticas de controle de estoque conjunto quase ideais de um sistema de distribuição com reabastecimento emergencial e nível de serviço de um único depósito e  $n$ -varejistas dentro de uma demanda estocástica. O modelo matemático tem como objetivo minimizar o valor do estoque na cadeia de suprimentos e considera que:

- As entregas emergenciais podem ser feitas imediatamente a qualquer hora. O custo do pedido não é considerado;
- Não há data de validade dos produtos, ou seja, é um modelo especialmente feito para produtos não-críticos;
- Todas as demandas devem ser atendidas se tiver estoque disponível;

- Cada produto possui uma capacidade de estoque máxima no centro farmacêutico e nas unidades de saúde;
- A demanda de cada Unidade de Saúde é estocástica, distribuída por Poisson e independente entre produtos e unidades de saúde.

Um modelo de Cadeia de Markov é usado para encontrar a taxa de demanda semanal enfrentada pelo depósito central para cada produto. O modelo foi implementado em JAVA para ser solucionado. A comparação da metodologia utilizada versus a usada no hospital mostrou uma redução de aproximadamente 45% no valor estoque disponível, respeitando os requisitos de nível de serviço.

O trabalho de Uthayakumar e Priyan (2013) tem como objetivo desenvolver um modelo que integra a revisão contínua de produção e distribuição da cadeia de suprimentos envolvendo companhias de farmácia e a cadeia de suprimentos de um hospital. Eles desenvolvem um modelo de estoque da cadeia de suprimentos farmacêutica de dois escalões para vários produtos farmacêuticos que inclui produção e distribuição de produtos. O modelo tem como objetivo determinar as soluções ideais para o tamanho do lote de estoque, o prazo de entrega e o número de entregas para atingir as metas de nível de serviço do paciente do hospital com um custo total mínimo para a cadeia de suprimentos. O modelo matemático considera que:

- Há múltiplos produtos farmacêuticos;
- Todos os pedidos de um produto são entregues à empresa farmacêutica em uma remessa por um fornecedor externo;
- O *lead time* é variável;
- Há permissão para atrasar pagamento;
- Há restrições no espaço disponível;
- Existe nível de serviço do cliente.

O contexto da aplicação do modelo é a gestão de estoque de uma única companhia farmacêutica e um único hospital. Foi utilizada uma abordagem algorítmica de multiplicador Lagrangiano para determinar o tamanho ideal do lote de tamanho de lote, o prazo de entrega e o número total de entregas em um ciclo de produção, minimizando o custo total esperado enquanto satisfaz a disponibilidade de espaço hospitalar e restrições de nível de serviço do cliente. Conclui-se que este estudo melhora a política atual de gestão de estoques em saúde e oferece suporte gerencial por meio da ferramenta de apoio à decisão desenvolvida. Ele pode ser usado para manter o inventário do hospital ou farmácia sem excesso de estoque ou vencimento e para atingir uma meta de serviço do consumidor com um custo mínimo de estoque.

A pesquisa de Kochan et al. (2018) tem como objetivo examinar a computação em nuvem como um facilitador dos sistemas eletrônicos que aprimoram o compartilhamento colaborativo

de informações em uma cadeia de suprimentos hospitalar de vários níveis, pois, segundo os autores, inadequações do compartilhamento tradicional de informações são amplificadas no setor hospitalar. Eles desenvolvem dois diagramas conceituais de laços causais, um representando o compartilhamento de informações tradicional e outro baseado em nuvem em uma cadeia de suprimentos hospitalar. São comparadas as métricas de desempenho de ambos os modelos: níveis médios de estoque, *lead time* e pedidos não preenchidos. O modelo para cadeias de suprimentos hospitalares tradicionais apresenta as seguintes premissas:

- Os pedidos não preenchidos não são perdidos;
- A taxa de envio e a taxa de atendimento de pedidos são consideradas numericamente iguais;
- Todos os pedidos serão enviados imediatamente se os produtos estiverem disponíveis em estoque;
- A capacidade de produção é irrestrita;
- Todos os escalões empregam sistema de revisão periódica com um período de revisão de unidade única;
- Em cada período, o sistema enfrenta demanda de pacientes independentes e aleatórios que segue uma distribuição normal;
- O sistema usa uma técnica de suavização exponencial de primeira ordem para prever a demanda para o próximo período.

O modelo para cadeias de suprimento hospitalares baseadas em nuvem apresenta as seguintes premissas:

- Informações sobre pedidos desejados que incluam o nível desejado de inventário hospitalar e a demanda de pacientes esperados exigem visibilidade para todos os parceiros da cadeia de suprimentos;
- Informações de pedidos devem ser entregues em tempo real;
- O compartilhamento de informações é protegido usando criptografia de dados e sistema de assinatura digital segura.

Em relação às diferenças entre os resultados, pode-se observar que, no sistema tradicional, há grande variabilidade de nível de estoque e de *lead time* devido ao efeito chicote. O efeito chicote está relacionado com o fenômeno de amplificação e variabilidade do intervalo entre a demanda real e a demanda prevista, que se propaga a montante da cadeia de suprimentos (MOORI, PERERA e MANGINI, 2011). Com a utilização do compartilhamento de informações em nuvem nas cadeias de suprimentos hospitalares, a visibilidade da demanda e do estoque é melhorada.

Desse modo, a capacidade de resposta do hospital melhora e os níveis e a variabilidade do *lead time* e do estoque médio são reduzidos, e o atendimento ao cliente é melhorado. Assim, os hospitais ficam em melhor posição para acomodar as flutuações na demanda dos pacientes e nos prazos de fornecimento. Como consequência, as cadeias de suprimentos hospitalares sofrerão reduções nos custos de estoque, custos de fornecimento e escassez de suprimentos.

### 3.5 Classificação de itens de estoque

Uma forma para facilitar o gerenciamento de estoque é categorizar os itens do inventário e estabelecer políticas de estoque individuais para essas categorias. Isso permite o tratamento padronizado de itens dentro da mesma categoria, como por exemplo atenção exigida, níveis de estoque de segurança, estratégias de compra etc.

Novaes, Gonçalves e Simonetti (2006) fazem uma análise sobre a gestão do estoque de uma farmácia hospitalar através do método ABC e da padronização de medicamentos com o objetivo de observar os impactos advindos dessa prática. A conclusão do estudo é que o emprego dessas ferramentas traz benefícios às organizações de saúde, com redução do custo final do estoque.

Dos Anjos (2016) utiliza o método ABC para classificar os itens de estoque para determinar o estoque de segurança de medicamentos críticos em um centro de abastecimento farmacêutico hospitalar. Para isso, foi aplicada a metodologia de pesquisa empírica do tipo normativa a fim de definir o estoque de segurança de forma a reduzir os custos do hospital. Após realizada a pesquisa, foi feita uma análise estatística das demandas e, por fim, foi proposto um modelo para atingir um nível de serviço ótimo a um custo mínimo. O trabalho conclui que, com base nos resultados obtidos através da simulação efetuada, a análise foi útil para atingir o objetivo estipulado.

### 3.6 Distribuição interna do hospital e escalonamento

Um gestor hospitalar precisa saber quando comprar um produto, quando e quantos produtos deve ser entregues para cada unidade de saúde, quão frequente devem ser feitas ligações para o fornecedor, quando cada funcionário deve trabalhar, qual tarefa ele deve fazer etc. É para isso que o estudo de distribuição interna e escalonamento são importantes.

O artigo de Lapierre e Ruiz (2007) apresenta uma abordagem inovadora para melhorar a logística hospitalar, coordenando as operações de aquisição e distribuição, respeitando as capacidades de estoque. A estratégia requer a elaboração de cronogramas coordenados que equilibram as atividades por meio do ciclo de compras. De acordo com os autores, a abordagem de estoque tem sido a dominante na literatura, enquanto que a abordagem de escalonamento tem sido menos abordada na literatura por se tratar de um estudo mais recente. Os pesquisadores apresentam um modelo que tem como foco as decisões de escalonamento, ou seja, não tem foco

na abordagem de estoque. O diferencial do modelo está na consideração dos recursos humanos como variáveis (exemplo: capacidade de um trabalhador). Assim, está mais próxima da realidade do dia-a-dia dos gerentes do que a otimização clássica de estoque. Foram desenvolvidas duas abordagens de modelagem que podem contabilizar as inúmeras decisões de escalonamento. Algumas presunções da modelagem são:

- A maioria dos departamentos de suprimentos em ambientes hospitalares trabalha em um horário de segunda a sexta-feira;
- As unidades de saúde estão abertas 7 dias por semana, enquanto as clínicas são operadas apenas dois ou três dias por semana;
- Em relação ao fornecimento, alguns fornecedores podem entregar várias vezes por semana, mas a maioria deles entrega apenas uma vez por semana ou até menos frequentemente.

Foi apresentada uma meta-heurística de pesquisa tabu que explora quatro vizinhanças diferentes e que acomoda as duas abordagens de modelagem para resolver o problema. Os modelos e algoritmos foram testados em um caso real extraído de um hospital em Montreal, Canadá. Os esquemas de fornecimento gerados pelo algoritmo foram considerados pelos gestores do hospital como eficientes e bem equilibrados. A abordagem pode ajudar os hospitais a melhorarem suas logísticas, coordenando melhor as compras e aquisições.

### 3.7 Gestão da Cadeia de Suprimentos Hospitalar sob desastres

Apesar do Brasil não ser um país de muitos desastres naturais, o estudo da cadeia de suprimentos hospitalar em situações de desastres é interessante devido aos recentes casos de tragédias ambientais, como deslizamentos, inundações e rompimentos de barragens.

Segundo Syahrir, Suparno e Vanany (2015), integrar a cadeia de suprimentos de saúde com a cadeia de suprimentos de desastres é uma questão relevante para desenvolver um modelo de estrutura de cadeia de suprimentos de assistência médica, a fim de ter a capacidade de lidar com operações humanitárias durante períodos de tragédias. Eles fazem um estudo e revisão sobre o tema devido à baixa quantidade de artigos que tratam sobre o assunto. A pesquisa focou na gestão de estoque e o controle de medicamentos em situações de desastres naturais. Foram revisados 53 artigos encontrados através de plataformas de busca. A partir da análise dos artigos, conclui-se que há diversas oportunidades de pesquisa para o futuro. Por fim, deixam como sugestão tópicos de pesquisa para serem considerados no futuro, como a otimização das operações de gerenciamento e logística no sistema da cadeia de suprimentos hospitalar em resposta aos distúrbios da cadeia de fornecimento causados por eventos catastróficos.

### 3.8 Itens estéreis

Devido ao fato de produtos estéreis serem itens de características distintas, é necessário que eles sejam abordados separadamente (VOLLAND et al., 2017).

Segundo Dobson, Tilson e Tilson (2015), uma das funções da farmácia hospitalar é a preparação de produtos compostos esterilizados. Esses produtos são quimicamente estáveis por um tempo curto após terem sido preparados. Também eles são geralmente customizados de acordo com a necessidade do paciente. Como a maioria desses medicamentos são administrados diretamente na corrente sanguínea, procedimentos rigorosos de esterilidade devem ser seguidos em sua preparação. Algumas doses específicas do paciente acabam sendo dispensadas, como, por exemplo, quando o estado de saúde do paciente muda e ele não precisa mais do medicamento. Assim, o desperdício de doses preparadas deste tipo de produto se tornou uma questão importante para os gestores de farmácia, já que, para utilizar pedidos dispensados, deve-se haver outro paciente que precisa da mesma prescrição antes do vencimento do medicamento. Portanto, o trabalho tem como objetivo a extensão da literatura de dimensionamento de lote através da introdução de uma fórmula para decidir a quantidade ótima de lotes e minimizar os custos de estoque e *setup*. Fazendo isso, as curvas de inventário durante o tempo são modeladas de forma precisa. Além disso, contribui através do desenvolvimento de uma metodologia para a programação dinâmica para o problema de otimização que é solucionado através de pouco tempo de computação. Os autores apresentam um modelo de escalonamento que pode ajudar os gestores a reduzir esse desperdício e tomar melhores decisões em diferentes cenários. O modelo considera que as operações do hospital demonstram uma certa periodicidade, como, por exemplo, a probabilidade de cancelamento do pedido. O modelo apresentado não só permite o farmacêutico estimar as economias em uma variedade de cenários, mas também ajuda a identificar programações ótimas, levando em conta os principais custos e parâmetros operacionais de seu hospital.

### 3.9 Distribuição externa do hospital

Volland et al. (2017) afirmam que há poucos artigos relevantes sobre a distribuição externa hospitalar na literatura.

Imran, Kang e Ramzan (2018) formulam e otimizam um modelo de cadeia de fornecimento médico de multiperíodo e multiobjetivo para um sistema de saúde integrado. Essa rede integrada envolve o fluxo de medicamentos e informações entre empresas farmacêuticas, governo (departamentos de saúde) e a rede de hospitais. O modelo minimiza o custo e tempo, tanto de produção quanto de transporte, e calcula a qualidade dos medicamentos através do número de reclamações. A abordagem proposta integra a opinião de especialistas juntamente com suas experiências. Segundo os pesquisadores, a integração de tempo, custo e qualidade simultaneamente não foi bem abordada pela literatura.

Algumas considerações do modelo:

- O número de pacientes que visitam cada instalação por dia é puramente aleatório e a chegada de um paciente é governada pela distribuição de Poisson. A demanda de cada hospital é baseada no número de pacientes que visitam o hospital por mês;
- A capacidade de produção e o custo dos medicamentos de todos os fornecedores permanecem os mesmos durante todo o ano, ou seja, o preço do produto e a capacidade dos fornecedores são fixos;
- O custo logístico é uma função da distância e é medido pelo custo por quilômetro;
- É um modelo centralizado da cadeia de suprimentos, no qual a rede de hospitais descobre o custo do transporte;
- O número de reclamações recebidas pelos fabricantes é incerto ou impreciso, o número de reclamações de qualidade recebidas nos últimos seis meses é conhecido e o número de unidades de medicamentos liberadas nos últimos seis meses de cada fornecedor é conhecido;
- O custo de garantia de qualidade é o mesmo para todos os tipos de medicamentos em cada período.

Nesta abordagem, cada objetivo é avaliado separadamente. A função de associação triangular é usada para linearizar os objetivos e medir o nível de satisfação. Para atribuir os pesos ao nível de satisfação de cada objetivo e torná-los um único objetivo, um método de peso difuso agregado é introduzido nesta pesquisa. Este método incorpora o poder de decisão humana dos especialistas, considerando sua experiência. Um exemplo numérico de três hospitais, sete fornecedores e cinco medicamentos para seis meses de planejamento é apresentado para fins de ilustração. Os resultados do exemplo numérico mostraram um nível de satisfação de 31,95% para o custo, 41,99% de satisfação para o tempo e 92,90% de satisfação pela qualidade dos medicamentos. Esse modelo ajuda os tomadores de decisão nos sistemas de saúde a adquirir medicamentos com o nível de satisfação exigido em termos de qualidade, tempo e custo.

### 3.10 Transferência de conceitos logísticos de outras indústrias

Dois trabalhos sobre o tema foram coletados, eles confirmam que conceitos logísticos de outras indústrias são transferíveis para o setor de saúde, mas os pesquisadores alertam sobre os grandes obstáculos que precisam ser superados.

De Vries e Huijsman (2011) fazem uma avaliação se as práticas de outras indústrias podem ser aplicadas no setor de saúde. Foi adotada uma abordagem exploratória, qualitativa, baseada em uma análise da literatura existente sobre gestão da cadeia de suprimentos. Além disso, são apresentados dois estudos de caso para avaliar o atual conjunto de conhecimentos sobre

gerenciamento da cadeia de suprimentos nos serviços de saúde. Eles identificam importantes áreas de pesquisa que estão ligadas aos dois campos. Primeiramente, sobre como a tecnologia da informação é importante no setor de saúde. Em segundo, sobre a construção do relacionamento com os *stakeholders* e a alocação de autoridades e responsabilidades. Em terceiro, fazendo um estudo mais profundo sobre as vantagens e desvantagens do gerenciamento de filosofias como *Lean* Seis Sigma e manufatura ágil. Já o quarto campo da pesquisa foi sobre a definição de métricas de performance no setor de saúde. Assim, os autores contribuem para que acadêmicos e gestores entendam melhor a complexidade da gestão da cadeia de suprimentos nos serviços de saúde.

O objetivo do artigo de Kwon, Kim e Martin (2016) é explorar e discutir áreas estratégicas da cadeia de suprimentos nas organizações de saúde a fim de encontrar maneiras para reduzir os gastos e melhorar a qualidade do atendimento dentro de uma estrutura de gerenciamento da cadeia de suprimentos. Outro objetivo do artigo é educar os gerentes da área de saúde de que não há diferença entre conceitos e aplicações da cadeia de suprimentos da área da saúde e comercial. Três áreas estratégicas foram exploradas para maximizar a receita do provedor: compreensão dos princípios da cadeia de suprimentos, melhoria de processos e implantação de ferramentas logísticas. Os pesquisadores destacam algumas ferramentas que foram amplamente aplicadas na área comercial e que podem ser de grande benefício para a área da saúde. A primeira ferramenta citada é a IGF (Inventário Gerido pelo Fornecedor). Segundo os autores, IGF reduz o erro de entrada de dados (principais fontes de erros de previsão), melhora os níveis de serviço (quase sem esgotamento de estoque) e abre uma verdadeira oportunidade de parceria entre provedores e fornecedores. A segunda ferramenta citada é a *cross-docking*. A ideia básica por trás do *cross-docking* é transferir as remessas recebidas diretamente para os veículos que saem sem armazená-las entre elas. Segundo os autores, essa ferramenta é especialmente benéfica para pequenos provedores independentes que não têm quantidade suficiente para se qualificar para taxas de transporte baixas entre fabricantes/fornecedores e provedores. A terceira ferramenta citada é a CPFRR (Planejamento Colaborativo, Previsão e Ressuprimento). O objetivo do CPFRR é converter a cadeia de suprimentos de um sistema de previsão de investimentos desarticulado e ineficiente para um sistema coordenado orientado pela demanda. Segundo os autores, ele tenta minimizar o impacto do erro de previsão por meio da colaboração da cadeia de fornecimento entre fabricantes e provedores em um produto crítico (por exemplo, suprimentos críticos para cirurgias). A filosofia de Relacionamento com Fornecedores (SRM) e o conceito *Lean* também são citados. A SRM incentiva o envolvimento proativo com seus fornecedores estratégicos para gerar a inovação que leva a novos produtos na área da saúde, e a otimização do tempo para a atividade de assistência médica, melhorando o atendimento ao paciente. *Lean* envolve o uso mínimo possível do recurso disponível, incluindo o tempo. O principal objetivo da aplicação enxuta é reduzir o desperdício no sistema de prestação de assistência médica. Este artigo conclui que os profissionais da área da saúde ignoram os princípios fundamentais da cadeia de suprimentos e a falsa suposição de que a cadeia de suprimentos da saúde é diferente

das demais.

### 3.11 Benchmark, melhores práticas e análises de custos

Esta categoria aborda os trabalhos que fazem comparações entre práticas (geralmente de estudo de caso) e reforçam ideias necessárias para a gestão hospitalar.

A pesquisa de Dean et al. (1997) possui como finalidade descrever diferentes tipos de modelagem, discutir suas vantagens e desvantagens e dar alguns exemplos de como eles podem ser aplicados à farmácia de um hospital. Também apresentam um exemplo de como um modelo matemático pode auxiliar na prática. É ressaltada a importância de os modelos serem validados antes que os resultados possam ser aceitos, além da familiarização que o farmacêutico precisa ter com a modelagem para que possa interpretar o estudo e aplicá-la em sua própria pesquisa. Os autores também reforçam sobre a complexidade do setor hospitalar e do perigo de fazer mudanças que não saem como o esperado, pois a informação deve ser transferida de forma rápida e precisa em todo o hospital devido ao fato de terem muitas pessoas envolvidas.

Aptel e Pourjalali (2001) fazem uma análise nas funções logísticas de hospitais nos países da França e Estados Unidos a fim de entender como esses hospitais têm aprimorado suas atividades e diminuído seus custos. Foram escolhidas diversas variáveis para serem comparadas. Para isso, foram enviados questionários a 2600 hospitais no total, sendo 201 hospitais que responderam o questionário. Após a coleta de informações, foi realizada a análise comparativa das respostas obtidas. Foram encontradas importantes diferenças nas operações logísticas entre os hospitais norte-americanos e franceses. Por exemplo, há diferenças substanciais no grau de colaboração entre os hospitais e outras organizações (como outros hospitais e fornecedores). Essas colaborações estão mais em vigor e são vistas mais favoravelmente nos EUA do que na França. Os resultados também sugerem que os hospitais localizados nos EUA são mais desenvolvidos em logística e em nível de parcerias com fornecedores. Enquanto isso, os hospitais franceses mostram uma maior motivação na redução de estoques. Além disso, os pesquisadores defendem que a filosofia *Just-in-Time* (JIT) seja aplicada aos hospitais na redução de custos de estoque.

O trabalho de Tucker (2004) tem como objetivo ressaltar a importância da relação entre falhas, desempenho e aprendizado organizacional através da análise de falhas operacionais em seu contexto, bem como eles ocorrem. Para isso, foi realizada uma pesquisa etnográfica em unidades de enfermagem hospitalar. A metodologia de pesquisa foi qualitativa e geradora de hipóteses. A autora conclui que as falhas de operações no setor de saúde são responsáveis pela morte de uma boa parte dos pacientes e que essas falhas são intensificadas pelos custos crescentes. Ainda segundo a autora, a maioria das falhas operacionais é causada por problemas no fornecimento de materiais.

Landry e Philippe (2004) abordam sobre o papel da logística e mostram como ela pode atender os serviços de saúde e melhorar a qualidade do atendimento através de dois estudos

de casos de reengenharia logística. Também apresenta exemplos de como integrar melhor as atividades de logística por meio de uma combinação exclusiva de reengenharia e custeio baseado em atividades. Conclui-se que a integração da cadeia de suprimentos interna pode não apenas reunir novas fontes de eficiência no sentido logístico, mas também pode afetar a qualidade do atendimento.

Pontes et al. (2008) fazem uma revisão da literatura sobre a utilização de indicadores de desempenho no setor de suprimentos hospitalar. Os autores concluem que há poucas publicações de exemplos práticos da utilização de indicadores na área de suprimentos hospitalar. É ressaltado que a utilização de indicadores de desempenho no setor de suprimentos pode ser de grande recompensa para os gestores como instrumento no auxílio à tomada de decisão.

O objetivo do artigo de Lee, Lee e Schniederjans (2011) é examinar a inovação da cadeia de suprimentos para melhorar o desempenho organizacional no setor de saúde. É proposto um modelo de pesquisa que descreve o impacto das práticas de inovação, cooperação com fornecedores, eficácia da cadeia de suprimentos e gestão da qualidade no desempenho organizacional. O modelo de pesquisa proposto e as hipóteses foram testadas usando modelos de equações estruturais baseados em dados coletados em 243 hospitais da Coreia do Sul. Os resultados demonstram que a inovação da cadeia de suprimentos está positivamente associada ao desempenho organizacional. Além disso, o *design* inovador da cadeia de suprimentos tem um impacto significativo na seleção e cooperação com excelentes fornecedores, maior eficiência da cadeia de suprimentos e incentivo às práticas de gestão da qualidade. Em resultados numéricos, o estudo mostrou que o desempenho organizacional está associado com a prática da gestão de qualidade em um coeficiente de 0.693, eficiência na cadeia de suprimentos em um coeficiente de 0.311, e cooperação com fornecedor em um coeficiente de 0.161.

O objetivo do estudo de Pereira et al. (2012) é mostrar a importância pela busca da excelência na gestão hospitalar em todos os níveis. Foi utilizada a metodologia de pesquisa bibliográfica referentes ao tema. Os autores abordam sobre a importância da Tecnologia da Informação na gestão hospitalar, pois auxilia na tomada de decisão e na integridade de informações. Os autores também citam o sistema ERP, que é um alicerce do fluxo de informações de uma organização e que deve estar integrado a outros sistemas de gestão hospitalar e o WMS, que auxilia no gerenciamento da armazenagem e movimentação interna de materiais. Eles concluem que, com um sistema completo de administração hospitalar devidamente definido e implantado, é possível um efetivo gerenciamento de todo o processo de tratamento dos pacientes, auxiliando, assim, a tomada de decisão dos gestores e conseqüentemente na excelência em qualidade.

Glock (2012) busca categorizar e sintetizar trabalhos existentes em modelos de tamanho do lote econômico conjunto. Ele conclui que a coordenação das decisões de reposição de estoques em uma cadeia de suprimentos pode aumentar a eficiência do canal e melhorar o posicionamento das empresas envolvidas. Os benefícios da coordenação podem incluir menores custos relacionados ao estoque, tempo de entrega reduzido e maior qualidade do produto. No entanto, uma análise mais detalhada da literatura mostra que várias lacunas de pesquisa

permanecem, as quais precisam ser abordadas em pesquisas futuras.

Zepeda, Nyaga e Young (2016) examinam arranjos interorganizacionais horizontais nos custos de estoque para hospitais através de duas condições: a infraestrutura do hospital e a incerteza da demanda. Para conduzir a investigação, foram utilizados dados financeiros detalhados de hospitais do Estado da Califórnia. Foram analisados os efeitos da associação do sistema no acúmulo do estoque hospitalar na presença dos riscos da cadeia de suprimentos. Em termos financeiros, os resultados sugerem que, para dois hospitais idênticos em todos os aspectos, exceto em localização, sendo um operando em uma área com baixa infraestrutura de serviços logísticos, e outro operando em uma área com forte infraestrutura de serviços logísticos resultaria em uma diferença nos custos de inventário 40%. Ou seja, operar em áreas com infraestrutura de serviços de logística fraca pode levar um hospital médio a aumentar seus custos de estoque em até 40%. Por outro lado, dado que a infraestrutura de serviços de logística é um indicador de nível macro e, portanto, os gerentes têm menos controle sobre ela, associar-se estrategicamente a um sistema hospitalar local para obter benefícios de *pooling* pode gerar uma redução de 20% nos custos de estoque. Desse modo, os resultados apontam para o potencial de melhorar a eficiência operacional com a associação ao sistema, um fator que muitas vezes não é considerado nas discussões políticas sobre a formação de sistemas hospitalares.

Yoon, Lee e Schniederjans (2016) fazem um estudo empírico para analisar os efeitos da inovação em hospitais de maior e menor porte. Foi feita uma coleta de dados de hospitais com mais de 100 leitos através da aplicação de questionários. Com a análise dos dados, os autores concluem que, em todos os hospitais com mais de 500 leitos, a inovação da liderança e a inovação da tecnologia de informação têm um impacto positivo na gestão da Logística Hospitalar. Hospitais de pequeno porte não devem, necessariamente, priorizar investir em tecnologia de informação pois o custo é muito alto e o retorno não pode ser o esperado. Em relação à inovação da cadeia de suprimentos, o impacto é positivo em qualquer porte hospitalar.

A pesquisa de Settanni et al. (2017) tem como objetivo avaliar criticamente as lacunas existentes entre as características da cadeia de suprimentos farmacêutica, dos modelos atuais e daqueles que devem ser considerados dentro de outros contextos. Para isso, é feita uma revisão de modelos de logística farmacêutica publicados. Os pesquisadores reforçam a ideia de que a busca de resultados precisos e ambiciosos é menos importante que compreender o problema e o valor entregue ao paciente. Conclui-se que as atuais definições da cadeia de suprimentos farmacêutica falham em capturar o consumo do paciente. Além disso, a maioria dos modelos matemáticos dessa área carece de conceituação adequada da estrutura e do comportamento da cadeia de suprimentos que precisam ser consideradas para um dado problema. Ainda segundo os autores, os modelos atuais não especificam adequadamente as operações em unidades atuais ou as futuras opções de tecnologia de produção e, portanto, são incapazes de abordar as questões críticas em torno de tecnologias alternativas de produtos ou processos.

O objetivo do estudo de Hussain et al. (2018) é investigar as práticas de sustentabilidade social na cadeia de suprimentos do setor de saúde. Assim, os autores buscam identificar motiva-

dores e barreiras de sustentabilidade social do ponto de vista dos *stakeholders* dos hospitais e as semelhanças entre os grupos de *stakeholders* para criar uma visão abrangente do que impulsiona, inibe e facilita as práticas de sustentabilidade na área da saúde. Para isso, o estudo adotou um método de pesquisa baseado em questionários industriais para coletar informações empíricas sobre hospitais selecionados. Os dados foram coletados, analisados e, por fim, discutidos. Conclui-se que, para que a estrutura seja eficaz, os hospitais precisam analisar suas estratégias de negócios e iniciativas de sustentabilidade para identificar, de maneira mais fácil, áreas de melhoria na estratégia de negócios e os recursos necessários para fazer melhorias.

O objetivo do artigo de Moons, Waeyenbergh e Pintelon (2019) é apresentar pesquisas existentes sobre medição de desempenho na cadeia de suprimentos hospitalar interna e, mais especificamente, na sala de cirurgia, pois está entre os recursos mais críticos de um hospital. Os pesquisadores ressaltam sobre a atenção necessária ao centro cirúrgico por se tratar de uma parte crítica do hospital, pois os itens solicitados devem estar disponíveis no momento certo, no lugar certo, na condição certa, com o menor custo possível. Eles concluem que, a partir da literatura, pode-se resumir que existem vários objetivos e critérios para gestão de estoques e distribuição em hospitais. No entanto, falta uma abordagem metodológica para a seleção de indicadores-chave de desempenho relevantes para medir o desempenho da cadeia de suprimentos interna.

### 3.12 Outros

Esta categoria aborda os trabalhos que não se enquadram especificadamente em alguma área da logística hospitalar.

A pesquisa de Mula et al. (2006) tem como objetivo a revisão e a classificação da literatura baseada na área de planejamento de produção e métodos de modelagem, e identificação de futuras direções de pesquisa. Foi utilizada a metodologia de pesquisa bibliográfica. Os autores concluíram que, embora muitos trabalhos usem abordagens de simulação para modelar a incerteza, existem muito poucos estudos sobre avaliação comparativa das vantagens e inconveniências de diferentes linguagens de simulação.

Na pesquisa de Jans e Degraeve (2008), é realizada uma revisão dos desenvolvimentos no campo de problemas de modelagem determinística em um único nível dinâmico de dimensionamento de lote. Como metodologia, vários problemas diferentes de tamanho de lote foram definidos primeiramente. Muitas extensões desses problemas foram propostas e a pesquisa basicamente se expande em duas direções opostas. A primeira linha de pesquisa se concentra em modelar os aspectos operacionais em mais detalhes. A segunda linha se trata de modelos mais táticos e estratégicos, nos quais o problema de dimensionamento do lote é uma subestrutura básica, como o planejamento integrado de distribuição de produção ou seleção de fornecedores. Avanços recentes em ambas as direções foram discutidos. Por fim, o artigo se conclui com as observações sobre cada pesquisa.

Ullah e Parveen (2010) revisam a literatura sobre modelos de loteamento de um único

nível e único recurso, e fornecem um levantamento da literatura sobre problemas de dimensionamento de lotes de inventário e outros conceitos considerados nessa área. Assim, o objetivo do artigo é revisar os desenvolvimentos e identificar o estado da literatura existente nessa área. Os pesquisadores concluem que, apesar da pesquisa sobre loteamento capacitado ter começado há cerca de cinquenta anos, muitos problemas ainda são desafiadores porque muitas extensões são muito difíceis de resolver. Muitas outras oportunidades ainda estão inexploradas, então é um campo de pesquisa que permanece bastante ativo.

No artigo apresentado por Zhou e Guan (2013), é considerado um problema de dimensionamento de lote estocástico de dois estágios de um único item sob a incerteza de parâmetro de custo. É desenvolvida uma formulação de programação linear estendida em um espaço dimensional superior que pode fornecer soluções integrais mostrando que sua matriz de restrição é totalmente unimodular. Experimentos computacionais finais demonstram que a formulação estendida é mais eficiente e tem desempenho mais estável do que a formulação de programação mista de números inteiros estocásticos de dois estágios.

O objetivo da pesquisa de Dobrzykowski et al. (2014) é realizar uma análise estruturada da gestão de operações e estudos da gestão da cadeia de suprimentos realizados na área da saúde. Então, a pesquisa busca informar quais são os principais tópicos ou temas na literatura existente sobre o assunto, quais são as abordagens metodológicas prevalentes empregadas na área da saúde, e qual é o futuro da pesquisa de gestão de operações e gestão da cadeia de suprimentos hospitalar. A metodologia é a revisão de literatura, análise bibliométrica, análise histórica, meta-análise e análise estruturada de artigos sobre assistência médica no campo de gestão de operações e da cadeia de suprimentos publicados entre 1982 e 2011. Os resultados deste estudo fornecem informações valiosas para os profissionais de saúde e para pesquisadores de gestão de operações e da cadeia de suprimentos interessados na área hospitalar.

O artigo de Bushuev et al. (2014) tem como objetivo fornecer uma revisão abrangente sobre modelos de inventários, além de resumir e discutir sobre os modelos que apareceram na literatura. Com base na revisão inicial, foi apresentada a literatura que amplia as práticas atuais de pesquisa sobre modelagem de estoques em cadeias de suprimentos e práticas sustentáveis. Lacunas na pesquisa atual foram discutidas e duas direções de pesquisa foram identificadas, que são: tomada de decisão de inventário em uma cadeia de suprimentos coordenada; e preocupações de sustentabilidade.

O objetivo do trabalho de Janssen, Claus e Sauer (2016) é dar uma revisão atualizada de modelos de estoques perecíveis e dos principais tópicos das publicações, de 2012 até 2015, na área de pesquisa de modelos de estoques em deterioração. Para isso, foi realizada uma pesquisa em diversos sites com palavras chaves pré-determinadas a fim de encontrar os artigos referentes ao tema.

A proposta do trabalho de Volland et al. (2017) é apresentar o estado da pesquisa sobre gestão logística de materiais em hospitais. Primeiramente, é fornecida uma orientação de pesquisa por meio da categorização de literatura e da identificação de grandes fluxos de pesquisa. Em

segundo lugar, são discutidas metodologias aplicadas e, em terceiro lugar, são identificadas futuras direções de pesquisa. Uma abordagem sistemática é realizada a fim de identificar a literatura relevante de 1998 a 2014. Conclui-se que o número de publicações no campo da logística hospitalar vem crescendo nos últimos anos. Além de sua relevância para os acadêmicos, os resultados desta publicação e a visão geral que ela fornece também devem ser de interesse para os profissionais em funções de gerenciamento de material hospitalar.

### 3.13 Bibliometria

As publicações foram divididas entre os trabalhos que criam modelos matemáticos (otimização), que tiram conclusões a partir da prática (empírico), que revisam a literatura, que introduzem ou discutem alguma nova teoria ou conceito, e que investigam alguma situação através da coleta de dados (estudo de caso). Pode-se observar pela tabela 1 que as publicações mais coletadas são de revisão de literatura, com 14 publicações no total.

A tabela 2 mostra a comparação entre os modelos de otimização coletados. Pode-se observar que apenas um modelo tem como objetivo otimizar o tempo, a qualidade e o custo simultaneamente. Em relação ao custo, todos os modelos buscam a sua minimização.

A tabela 3 traz os trabalhos mais citados pelos outros trabalhos coletados. Aptel e Pourjalali (2001), Lapierre e Ruiz (2007), e Uthayakumar e Priyan (2013) são os trabalhos mais citados, cada um com seis citações de outros autores. Apesar disso, o trabalho de Uthayakumar e Priyan (2013) é muito mais recente que os outros dois trabalhos mais citados. Sendo assim, pode-se considerar que esse trabalho é o de maior relevância para os artigos coletados.

A tabela 4 divide os trabalhos coletados em grupos de cinco anos de suas publicações, também divide os trabalhos que abordam especificamente a Logística Hospitalar com os artigos que abordam a Logística de forma geral. Percebe-se que a quantidade de publicações referentes à Logística Hospitalar aumentou drasticamente durante o passar dos anos, comprovando ainda ser uma área de pesquisa bastante ativa.

Tabela 1 – Visão global das publicações

Otimização	Empírico	Revisão de Literatura	Teoria/Conceito	Estudo de Caso
Lapierre e Ruiz (2007)	Yoon et al. (2016)	Mula et al. (2006)	Dean et al. (1997)	Aptel e Pourjalali (2001)
Kelle et al. (2012)	dos Anjos (2016)	Pontes et al. (2008)	Pereira et al. (2012)	Tucker (2004)
Guerrero et al. (2013)	Tetty et al. (2016)	Jans e Degraeve (2008)	Kwon et al. (2016)	Landry e Philippe (2004)
Uthayakumar e Priyan (2013)		Ullah e Parveen (2010)		Novaes (2006)
Zhou e Guan (2013)		de Vries e Huijsman (2011)		Lee et al. (2011)
Dobson et al. (2015)		Bakker et al. (2012)		Bhakoo et al. (2012)
Saedi et al. (2016)		Glock (2012)		Rodrigues e Sousa (2014)
de Oliveira (2017)		Dobrzykowski et al. (2014)		Zepeda et al. (2016)
Kochan et al. (2018)		Bushuev et al. (2014)		Hussain et al. (2018)
Maestre et al. (2018)		Syahrir et al. (2015)		
Imran et al. (2018)		Janssen et al. (2016)		
		Settanni et al. (2017)		
		Volland et al. (2017)		
		Moons (2019)		

Tabela 2 – Comparação dos modelos de otimização

Autor	Ambiente		Quantidade de itens		Objetivos		Metodologia de solução
	Certo	Incerto	Único item	Múltiplos itens	Tempo	Qualidade	
Lapierre e Ruiz (2007)	•			•	•		• Pesquisa Tabu
Kelle et al. (2012)		•		•			• Algoritmo Heurístico Iterativo
Guerrero et al. (2013)	•			•	•		• Algoritmo Heurístico
Uthayakumar e Priyan (2013)	•			•			• Multiplicador Lagrangeano
Zhou e Guan (2013)		•	•				• Programação Linear Estendida
Dobson et al. (2015)	•		•				• Programação Dinâmica
Saedi et al. (2016)		•		•		•	• Algoritmo Heurístico Prático
de Oliveira (2017)	•			•			• Modelagem e Simulação
Kochan et al. (2018)	•						• Sistemas Dinâmicos
Maestre et al. (2018)	•			•			• Modelo de Controle Preditivo
Imran et al. (2018)		•		•	•	•	• Otimização Multiobjetivo Iterativa

Tabela 3 – Trabalhos mais citados

<b>Autor</b>	<b>Citado por</b>	<b>Quantidade</b>
Aptel e Pourjalali (2001)	de Vries e Huijsman, Guerrero et al., Uthayakumar e Priyan, Volland et al., de Oliveira, Hussain et al.	6
Lapierre e Ruiz (2007)	Kelle et al., Uthayakumar e Priyan, Saedi et al., Volland et al., Settanni et al., Moons	6
Uthayakumar e Priyan (2013)	Janssen et al., Volland et al., de Oliveira, Settanni et al., Imran et al., Moons	6
de Vries e Huijsman (2011)	Dobrzykowski et al., Kwon et al., Volland et al., Hussain et al., Moons	5
Kelle et al. (2012)	Uthayakumar e Priyan, Volland et al., Settanni et al., Kochan et al., Moons	5
Dobrzykowski et al. (2014)	Volland et al., Syahrir et al., Kochan et al.	3

Tabela 4 – Quantidade de publicações por grupo de anos

<b>Grupo de anos</b>	<b>Logística Hospitalar</b>	<b>Logística Geral</b>	<b>Total</b>
1995-1999	1		1
2000-2004	3		3
2005-2009	3	2	5
2010-2014	8	4	12
2015-2019	17	2	19

## 4 Conclusão

O setor hospitalar em geral se depara com desafios relacionados ao significativo aumento de custos. A comunidade acadêmica tem se empenhado em lidar com esses desafios, provando estar ciente das necessidades encontradas nesse meio. Este trabalho teve como objetivo realizar a revisão de literatura sobre logística hospitalar. Assim, o trabalho contribui nos seguintes aspectos: (1) identifica publicações referentes à logística hospitalar, (2) divide as publicações em categorias dos principais temas da área de logística hospitalar e (3) discute sobre as publicações.

A partir da revisão, pode-se resumir que existem vários objetivos e critérios para gestão de estoques e distribuição em hospitais. Percebe-se que a maioria dos trabalhos de otimização focam na parte de gestão de estoque, e não em processos de compra, distribuição e escalonamento. Assim, a comunidade acadêmica ainda precisa expandir mais seus horizontes para que as teorias sejam condizentes com a prática. Os problemas de otimização não devem focar só na redução de custos, mas também no aumento da qualidade e na redução de desperdícios de outros recursos, como tempo. Pela análise dos materiais coletados, pode-se observar que as publicações na área continuam em crescimento e que ainda há muito para ser explorado.

Como limitação, o presente trabalho não abrange todas as áreas do setor hospitalar, sendo necessária a análise de mais artigos para uma melhor delimitação do tema.

# Referências

- ALCÂNTARA, Emanuele G. **Suprimentos médico hospitalares no Hospital São Vicente de Paulo: uma pesquisa para redução de estoque.** Trabalho de conclusão de curso: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2016.
- APTTEL, Olivier; POURJALALI, Hamid. **Improving activities and decreasing costs of logistics in hospitals: a comparison of US and French hospitals.** The international journal of accounting, v. 36, n. 1, p. 65-90, 2001.
- BAKKER, Monique; RIEZEBOS, Jan; TEUNTER, Ruud H. **Review of inventory systems with deterioration since 2001.** European Journal of Operational Research, v. 221, n. 2, p. 275-284, 2012.
- BHAKOO, Vikram; SINGH, Prakash; SOHAL, Amrik. **Collaborative management of inventory in Australian hospital supply chains: practices and issues.** Supply Chain Management: An International Journal, v. 17, n. 2, p. 217-230, 2012.
- BUSHUEV, Maxim A. et al. **A review of inventory lot sizing review papers.** Management Research Review, v. 38, n. 3, p. 283-298, 2015.
- DEAN, Bryony S. et al. **Mathematical modeling of pharmacy systems.** American journal of health-system pharmacy, v. 54, n. 21, p. 2491-2499, 1997.
- DE OLIVEIRA, Robson Vieira. **Decomposição de Dantzig-Wolfe aplicado em um modelo de dimensionamento de lote não capacitado com seleção de fornecedores em uma farmácia hospitalar.** Trabalho de conclusão de curso: Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2017.
- DE VRIES, Jan; HUIJSMAN, Robbert. **Supply chain management in health services: an overview.** Supply Chain Management: An International Journal, v. 16, n. 3, p. 159-165, 2011.
- DOBSON, Gregory; TILSON, David; TILSON, Vera. **Optimizing the timing and number of batches for compounded sterile products in an in-hospital pharmacy.** Decision Support Systems, v. 76, p. 53-62, 2015.
- DOBRZYKOWSKI, David et al. **A structured analysis of operations and supply chain management research in healthcare (1982–2011).** International Journal of Production Economics, v. 147, p. 514-530, 2014.
- DOS ANJOS, Michelle Suzanne. **Determinação do estoque de segurança de medicamentos críticos em um centro de abastecimento farmacêutico hospitalar.** Trabalho de conclusão de curso: Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2016.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

- GLOCK, Christoph H. **The joint economic lot size problem: A review.** International Journal of Production Economics, v. 135, n. 2, p. 671-686, 2012.
- GUERRERO, William J.; YEUNG, T. G.; GUÉRET, Christelle. **Joint-optimization of inventory policies on a multi-product multi-echelon pharmaceutical system with batching and ordering constraints.** European Journal of Operational Research, v. 231, n. 1, p. 98-108, 2013.
- HUSSAIN, Matloub et al. **Exploration of social sustainability in healthcare supply chain.** Journal of Cleaner Production, v. 203, p. 977-989, 2018.
- IMRAN, Muhammad; KANG, Changwook; RAMZAN, Muhammad Babar. **Medicine supply chain model for an integrated healthcare system with uncertain product complaints.** Journal of manufacturing systems, v. 46, p. 13-28, 2018.
- JANS, Raf; DEGRAEVE, Zeger. **Modeling industrial lot sizing problems: a review.** International Journal of Production Research, v. 46, n. 6, p. 1619-1643, 2008.
- JANSSEN, Larissa; CLAUS, Thorsten; SAUER, Jürgen. **Literature review of deteriorating inventory models by key topics from 2012 to 2015.** International Journal of Production Economics, v. 182, p. 86-112, 2016.
- KELLE, Peter; WOOSLEY, John; SCHNEIDER, Helmut. **Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case.** Operations Research for Health Care, v. 1, n. 2-3, p. 54-63, 2012.
- KOCHAN, Cigdem Gonul et al. **Impact of cloud-based information sharing on hospital supply chain performance: A system dynamics framework.** International Journal of Production Economics, v. 195, p. 168-185, 2018.
- KWON, Ik-Whan G.; KIM, Sung-Ho; MARTIN, David G. **Healthcare supply chain management: strategic areas for quality and financial improvement.** Technological Forecasting and Social Change, v. 113, p. 422-428, 2016.
- LANDRY, Sylvain; PHILIPPE, Richard. **How logistics can service healthcare.** Supply Chain Forum: An International Journal. Taylor & Francis, p. 24-30, 2004.
- LAPIERRE, Sophie D.; RUIZ, Angel B. **Scheduling logistic activities to improve hospital supply systems.** Computers & Operations Research, v. 34, n. 3, p. 624-641, 2007.
- LEE, Sang M.; LEE, DonHee; SCHNIEDERJANS, Marc J. **Supply chain innovation and organizational performance in the healthcare industry.** International Journal of Operations & Production Management, v. 31, n. 11, p. 1193-1214, 2011.
- MAESTRE, J. M.; FERNÁNDEZ, M. I.; JURADO, I. **An application of economic model predictive control to inventory management in hospitals.** Control Engineering Practice, v. 71, p. 120-128, 2018.

- MELO, Teresa. **A note on challenges and opportunities for Operations Research in hospital logistics**. Schriftenreihe Logistik der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der HTW des Saarlandes, 2012.
- MOONS, Karen; WAEYENBERGH, Geert; PINTELON, Liliane. **Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains—a literature study**. Omega, v. 82, p. 205-217, 2019.
- MOORI, Roberto Giro; PERERA, Luiz Carlos Jacob; MANGINI, Eduardo Roque. **Uma análise investigativa do efeito chicote na cadeia de suprimentos da indústria alimentícia**. REGE-Revista de Gestão, v. 18, n. 3, p. 469-488, 2011.
- MULA, Josefa et al. **Models for production planning under uncertainty: A review**. International journal of production economics, v. 103, n. 1, p. 271-285, 2006.
- NOVAES, Mario Lucio de Oliveira; GONÇALVES, Antonio Augusto; SIMONETTI, Vera Maria Medina. **Gestão das farmácias hospitalares através da padronização de medicamentos e utilização da curva ABC**. XIII SIMPEP, Bauru, 2006.
- PEREIRA, Samáris Ramiro et al. **Sistemas de Informação para Gestão Hospitalar**. Journal of Health Informatics, v. 4, n. 4, 2012.
- PONTES, André Teixeira et al. **A Utilização de indicadores de desempenho no setor de suprimentos hospitalares: Uma revisão de literatura**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, p. 13-16, 2008.
- RODRIGUES, Stênio Lima; SOUSA, João Vitor de Oliveira. **Logística hospitalar: um estudo exploratório sobre processos na gestão de compras de medicamentos**. X Congresso Nacional de Excelência em Gestão, p. 1-13, 2014.
- SAEDI, Samira; KUNDAKCIOGLU, O. Erhun; HENRY, Andrea C. **Mitigating the impact of drug shortages for a healthcare facility: an inventory management approach**. European Journal of Operational Research, v. 251, n. 1, p. 107-123, 2016.
- SETTANNI, Ettore; HARRINGTON, Tomás Seosamh; SRAI, Jagjit Singh. **Pharmaceutical supply chain models: A synthesis from a systems view of operations research**. Operations Research Perspectives, v. 4, p. 74-95, 2017.
- SYAHRIR, Irwan et al. **Healthcare and disaster supply chain: literature review and future research**. Procedia Manufacturing, v. 4, p. 2-9, 2015.
- TETTEY, A. H. et al. **Application of Lean Six Sigma to Improve Inventory Management in an Emergency Department**. Journal of Management & Engineering Integration, v. 9, n. 1, p. 126-132, 2016.
- TUCKER, Anita L. **The impact of operational failures on hospital nurses and their patients**. Journal of Operations Management, v. 22, n. 2, p. 151-169, 2004.

- TURRIONI, João Batista; MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. Itajubá: UNIFEI, 2012.
- UTHAYAKUMAR, R.; PRIYAN, S. **Pharmaceutical supply chain and inventory management strategies: Optimization for a pharmaceutical company and a hospital**. *Operations Research for Health Care*, v. 2, n. 3, p. 52-64, 2013.
- ULLAH, Hafiz; PARVEEN, Sultana. **A literature review on inventory lot sizing problems**. *Global Journal of Research In Engineering*, v. 10, n. 5, 2010.
- VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.
- VOLLAND, Jonas et al. **Material logistics in hospitals: a literature review**. *Omega*, v. 69, p. 82-101, 2017.
- WOOSLEY, J. M. **Improving healthcare supply chains and decision making in the management of pharmaceuticals**. Tese (Doutorado) — Information Systems Decision Sciences, Louisiana State University, 2009.
- World Health Organization. **Health systems financing: the path to universal coverage**. WHO, 2010.
- World Health Organization. **Public Spending on Health: A Closer Look at Global Trends**. WHO, 2018.
- YOON, Seong No; LEE, DonHee; SCHNIEDERJANS, Marc. **Effects of innovation leadership and supply chain innovation on supply chain efficiency: Focusing on hospital size**. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 113, p. 412-421, 2016.
- ZEPEDA, E. David; NYAGA, Gilbert N.; YOUNG, Gary J. **Supply chain risk management and hospital inventory: Effects of system affiliation**. *Journal of Operations Management*, v. 44, p. 30-47, 2016.
- ZHOU, Zhili; GUAN, Yongpei. **Two-stage stochastic lot-sizing problem under cost uncertainty**. *Annals of Operations Research*, v. 209, n. 1, p. 207-230, 2013.