



CONTROLE DE MEDICAMENTOS EM FARMÁCIAS HOSPITALARES COM INTERNET DAS COISAS

MEDICATION CONTROL IN HOSPITAL PHARMACIES WITH THE INTERNET OF THINGS

CONTROL DE MEDICAMENTOS EN FARMACIAS HOSPITALARIAS CON INTERNET DE LAS COSAS

Olavo Poleto Filho¹
Eduardo de Rezende Francisco²

DOI: 10.54751/revistafoco.v16n3-082
Recebido em: 17 de Fevereiro de 2023
Aceito em: 15 de Março de 2023



RESUMO

O controle de medicamentos em hospitais é crítico para garantir a sua disponibilidade, gerenciar custos, aumentar a precisão e segurança dos pacientes. Pesquisas relacionam o controle de medicamentos à redução de perdas, menor risco de obsolescência e melhor gestão de custos, permitindo identificar medicamentos adulterados, maior precisão na dosagem prescrita, melhorar o gerenciamento de estoques, padronizar e automatizar processos manuais, reduzir erros e aumentar a produtividade. A literatura trata o controle de medicamentos com o uso de tecnologias como códigos de barras e RFID para rastreá-los em qualquer ponto da cadeia de suprimentos, que se tornam mais precisos quando conectados aos sensores sem fio e ao GPS através da Internet das Coisas (IoT). Este artigo visa estudar o uso da IoT no controle de medicamentos, sob a perspectiva dos benefícios entregues às farmácias e suas influências no desempenho organizacional. Foram entrevistados profissionais de três hospitais privados localizados em São Paulo. Como o tema IoT é recente, principalmente no segmento hospitalar, benefícios e impactos reais no desempenho organizacionais podem ser alcançados em aplicações específicas e desde que a IoT faça parte de um ecossistema composto por Inteligência Artificial, Cloud e Analytics, integrando todos os atores da cadeia de medicamentos hospitalares.

Palavras-chave: Internet das coisas; hospitais; sistemas de distribuição de medicamentos; farmácia hospitalar; controle de estoque.

¹ Mestrado em Gestão para a Competitividade, Tecnologia da Informação. Fundação Getulio Vargas - Escola de Administração de Empresas de São Paulo (EAESP) – SP. Av. 9 de Julho, 2029, 11º andar, Bela Vista, São Paulo – SP, CEP: 01313-902. E-mail: olavopoleto@hotmail.com

² Doutorado em Administração de Empresas. Fundação Getulio Vargas - Escola de Administração de Empresas de São Paulo (EAESP) – SP. Av. 9 de Julho, 2029, 11º andar, Bela Vista, São Paulo – SP, CEP: 01313-902. E-mail: eduardo.francisco@fgv.br

ABSTRACT

Drug control in hospitals is critical to ensuring their availability, managing costs, increasing patient accuracy and safety. Research links drug control to loss reduction, lower risk of obsolescence, and better cost management, enabling you to identify adulterated drugs, greater accuracy in prescribed dosing, improve inventory management, standardize, and automate manual processes, reduce errors, and increase productivity. Literature deals with drug control using technologies such as barcodes and RFID to track them anywhere in the supply chain, which become more accurate when connected to wireless sensors and GPS via the Internet of Things (IoT). This paper aims to study the use of IoT in drug control, from the perspective of the benefits delivered to pharmacies and their influences on organizational performance. Professionals from three private hospitals located in São Paulo were interviewed. As the IoT theme is recent, especially in the hospital segment, real benefits and impacts on organizational performance can be achieved in specific applications and as long as IoT is part of an ecosystem composed of Artificial Intelligence, Cloud and Analytics, integrating all actors in the chain of hospital medicines.

Keywords: Internet of things; hospitals; drug delivery systems; hospital pharmacy; inventory control.

RESUMEN

El control de la medicación en los hospitales es fundamental para garantizar su disponibilidad, gestionar los costes, aumentar la precisión y la seguridad de los pacientes. La investigación vincula el control de los medicamentos a la reducción de pérdidas, la disminución del riesgo de obsolescencia y una mejor gestión de los costes, lo que permite identificar los medicamentos adulterados, aumentar la precisión de las dosis prescritas, mejorar la gestión del inventario, estandarizar y automatizar los procesos manuales, reducir los errores y aumentar la productividad. La literatura aborda el control de los medicamentos con el uso de tecnologías como códigos de barras y RFID para su seguimiento en cualquier punto de la cadena de suministro, que se vuelven más precisos cuando se conectan a sensores inalámbricos y GPS a través del Internet de las Cosas (IoT). Este artículo pretende estudiar el uso del IoT en el control de la medicación, desde la perspectiva de los beneficios aportados a las farmacias y sus influencias en el rendimiento organizativo. Fueron entrevistados profesionales de tres hospitales privados ubicados en São Paulo. Como el tema de IoT es reciente, especialmente en el segmento hospitalario, beneficios reales e impactos en el desempeño organizacional pueden ser alcanzados en aplicaciones específicas y siempre y cuando el IoT sea parte de un ecosistema compuesto por Inteligencia Artificial, Cloud y Analytics, integrando todos los actores de la cadena de medicación hospitalaria.

Palabras clave: Internet de las cosas; hospitales; sistemas de administración de medicamentos; farmacia hospitalaria; control de inventario.

1. Introdução

A Saúde é uma das Indústrias mais complexas por incluir desafios como a segurança do paciente, capacidade de mapear e rastrear produtos farmacêuticos, fluxo de produtos de fabricantes para os pacientes, entre outros aspectos (Wamba e Ngai, 2013).

Dados da IQVIA, consultoria especializada no segmento Farmacêutico, indicam o Brasil representa 2% do mercado mundial (8ª colocação em faturamento no rank das 20 economias globais), com movimento de cerca de R\$ 88,28 bilhões em medicamentos em 2021. Em 2020, segundo o Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos (SINDUSFARMA), o mercado brasileiro de medicamentos movimentou R\$ 76,98 bilhões, sem menção às perdas por falsificação – prática crescente de acordo com Wilczyński et al (2019), pelo mau uso (doses inadequadas, obsolescência) e desvios (Dezem, 2014).

A cadeia de medicamentos no Brasil, sofre constantemente com a falsificação desses produtos, por isso o governo tem tomado medidas para diminuir o número de medicamentos falsificados e ter um órgão responsável pela rastreabilidade de medicamentos no Brasil (Metzner, 2017).

De acordo com Dalarmi (2010), a logística hospitalar afeta a distribuição de medicamentos e materiais, estando o gerenciamento de estoques diretamente relacionado à redução de custos, sendo o rastreamento de estoques complexo devido à urgência dos tratamentos e demanda imprevisível por suprimentos médicos (Lewis, Balaji e Rai A apud K. Moons et al, 2018).

Estudos de Miasso et al (2006) evidenciaram erros nos processos de medicação (seleção e obtenção do medicamento, prescrição, preparo e dispensação, administração e monitoramento do paciente), relacionando-os com desatenção, lapsos de memória, deficiências na formação acadêmica e/ou na capacitação, pouca experiência, ambiente físico (barulhento, mal iluminado), comunicação deficiente, políticas, procedimentos e equipamentos inadequados para a medicação.

Em 2009, através da Lei 11.903 (Lei 11.903, 2009) foi criado o Sistema Nacional de Controle de Medicamentos (SNCM), sendo então desenvolvido o Sistema de Rastreabilidade de Medicamentos, que depende de uma série de etapas manuais, potencializando erros de inserção que podem ser mitigados com uso de tecnologias como identificação por radiofrequência (*Radio Frequency Identification* ou RFID) (Metzner, 2017). Esta Lei estabelece o rastreamento com o uso de tecnologia para capturar, armazenar e transmitir eletronicamente dados, desde de produção até a administração de medicamentos (Ponte e Gonçalves, 2017).

No contexto da gestão de ativos no setor de saúde, a tecnologia RFID pode ser usada para facilitar o rastreamento de produtos farmacêuticos para evitar o consumo de medicamentos falsificados, que representam uma ameaça à segurança do paciente e perdas financeiras. Analistas estimam que cerca de 10% dos produtos farmacêuticos no mundo são falsificados, representando quase US \$ 75 bilhões em perdas financeiras para empresas farmacêuticas em 2010 (Wamba e Ngai, 2013). Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) (2021) apontam que um em cada 10 medicamentos em países de baixa e média renda tem baixa qualidade ou é falsificado.

Combinando-se RFID com redes de sensores sem fio, aumenta-se a capacidade de monitoramento e controle, ao se disponibilizar informações em tempo real através da Internet (Metzner, 2017).

Um estudo feito sobre o uso de Internet das Coisas (IoT ou Internet of Things) no controle de inventário em ambientes hospitalares pela McKinsey em 2015, estimou que sistemas automatizados de reabastecimento de estoques podem trazer economias entre US\$ 4 bilhões e US\$ 13 bilhões para hospitais em todo o mundo em 2025, sendo que a otimização de inventário baseada em IoT pode gerar valores anuais entre US\$ 98 bilhões e US \$ 342 bilhões (Manyika et al, 2015).

A conectividade entre os objetos trará para a cadeia de suprimentos uma maior agilidade na tomada de decisão, melhor controle da produção, inventário, permitindo uma aproximação da indústria com seus consumidores finais (Metzner, Silva, e Cugnasca, 2014).

Neste sentido, não foram encontradas na literatura científica no Brasil registros do uso de IoT no controle de estoque de medicamentos em farmácias hospitalares, fato motivador para a realização desta pesquisa apresentada em um estudo de caso comparativo entre três hospitais privados brasileiros de São Paulo.

Ressalta-se que a escolha pelos três hospitais mencionados anteriormente, deu-se em função da conveniência e acessibilidade aos dados e informações necessários para a realização das entrevistas desta pesquisa e, limitou-se às farmácias hospitalares pela complexidade de abrangência do tema.

Entendeu-se que, abordar o tema de uma forma mais ampla e sob a ótica de processos hospitalares, poderia comprometer o foco e avançar além do prazo para a conclusão deste estudo.

Tal pesquisa foi viabilizada através de entrevistas presenciais, conduzidas pelo próprio pesquisador e aplicadas aos profissionais das áreas de Logística, Suprimentos, Tecnologia da Informação, Clínica e Farmácias, envolvidos na cadeia de suprimentos nos hospitais, visando mapear o estágio atual do controle de estoques de medicamentos em farmácias em termos de processos, tecnologias e conhecimentos para verificar a influência que a IoT poderá ou não agregar às organizações.

Espera-se que os resultados obtidos neste estudo possam contribuir para avaliar a aplicabilidade da IoT no controle de medicamentos em farmácias hospitalares, mapeando seus benefícios e influências no desempenho nos resultados dos hospitais, além de motivar outros estudos e pesquisas.

1.1 Pergunta de Pesquisa

Dada a importância, relevância e incipiência do assunto pesquisado, esta pesquisa visa responder à pergunta: “Como a Internet das Coisas pode influenciar no controle de estoque de medicamentos em farmácias hospitalares?”

1.2 Objetivos

O objetivo geral é estudar o estágio atual do controle de estoques de medicamentos em farmácias hospitalares em termos de processos, tecnologias e conhecimentos dos profissionais para verificar a influência que a IoT poderá ou não agregar às organizações.

O estudo contempla as farmácias de três hospitais privados localizados em São Paulo (capital), e buscou-se verificar as perspectivas atuais e futuras referentes aos motivadores ou direcionadores para o uso de TI (Tecnologia da Informação), valores efetivamente entregues e suas influências no desempenho organizacional, sob o contexto de controle de medicamentos em farmácias hospitalares.

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) entender os processos e as tecnologias em uso nas farmácias hospitalares
- b) estudar o nível de capacitação, conhecimento, qualificação e utilização efetiva dos processos e tecnologias pelos profissionais envolvidos no processo de gestão e controle de estoques
- c) analisar os possíveis gaps, barreiras e inibidores do seu uso
- d) relacionar o uso das tecnologias atuais com os benefícios e impactos nas farmácias hospitalares
- e) estudar a influência e impactos organizacionais que a IoT pode trazer para os hospitais

Os principais conceitos envolvidos neste trabalho, como Controle de Estoques, Rastreamento de Medicamentos, Internet das Coisas e Farmácias Hospitalares, são tratados no Capítulo 2. Já a Metodologia, o tipo de pesquisa e os dados coletados são detalhados no Capítulo 3, sendo os Resultados posteriormente analisados no Capítulo 4 e, as Conclusões e Estudos Futuros, abordados do Capítulo 5.

2. Referencial teórico

2.1 Controle de Estoques

O controle de estoques consiste no custo de troca (*trade-off*) entre os custos para se manter um estoque versus os benefícios de mantê-lo. Altos níveis de estoques resultam em maiores custos de manutenção, mas diminuem a possibilidade de perda de vendas devido à falta de itens no estoque e/ou desaceleração da produção, o que pode resultar em estoques inadequados. O tempo de espera (*lead time*), indicador utilizado na gestão de estoques, refere-se ao tempo decorrido entre o pedido e o recebimento de itens dos fornecedores, sendo o ponto de reabastecimento o nível que o estoque atinge quando um novo pedido deve ser feito. O estoque de segurança ou estoque regulador é a quantidade de itens no inventário de medicamentos mantida como uma reserva para salvaguardar contra variações na demanda e o tempo decorrido para reposição. O estoque de segurança é um fator a ser considerado no estabelecimento do ponto de reabastecimento, além dos níveis de serviço, que

consistem na razão entre o número de produtos disponíveis para os clientes e a demanda total do produto (Kritchanchai e Meesamut, 2015).

Para gerenciar o estoque, a sua classificação deve ser considerada para reduzir a necessidade de controlar um item abundante. Se todos os itens tiverem um controle igualmente rigoroso, o tempo e os custos serão desnecessariamente desperdiçados. A classificação pode ajudar a se concentrar em itens altamente priorizados (Kritchanchai e Meesamut, 2015).

O controle eficiente dos sistemas de inventário é crucial para melhorar o desempenho dos negócios, pois o seu gerenciamento é geralmente responsável por uma grande proporção dos custos da cadeia de suprimentos e impulsiona os níveis de serviço. A gestão de estoques é particularmente importante no setor de bens de consumo de alta rotatividade, no qual grandes volumes de produtos são geralmente vendidos a preços baixos e a demanda é altamente incerta (Antoniolli 2016).

De acordo com Priniotakis e Argyropoulos (2018), “a gestão de estoques é o processo de monitorar e controlar o nível de estoque e garantir o reabastecimento adequado para atender a demanda do cliente”, sendo crítico por imobilizar recursos e impactar no desempenho das organizações.

2.2 Processos e Controle de Estoques em Hospitais

Pedersen, Schneider e Scheckelhoff (2015) dividem o sistema de uso de medicamentos em seis componentes (prescrição, transcrição, distribuição, administração, monitoramento e educação do paciente), enquanto que a *Joint Commission* (Miaso et al, 2006) estabelece os seguintes processos dentro da cadeia de suprimentos: seleção e obtenção, prescrição, preparo e dispensação, administração e monitoramento do paciente, sendo que o número e o tipo de processos podem variar entre os hospitais.

O controle de estoques de medicamentos e dispositivos médicos são condições necessárias para garantir uma abordagem consistente do gerenciamento de medicamentos em todas as unidades para minimizar o risco de doses perdidas, reduzir o desperdício (Cecchi, Nazzi e Mulloni, 2015), garantir a disponibilidade (estoques distribuídos em farmácias satélites para tratamentos de urgência e imprevisibilidade da demanda), gerenciar custos, espaço físico

(ocupado pelos estoques) e identificar falsificação (Jones, Gupta e Balasubramanian, 2015).

A gestão de recursos dentro da cadeia de suprimentos torna-se crítica para dar visibilidade do fluxo de medicamentos desde a sua produção até a sua administração, uso ou aplicação, gerenciar custos e espaço físico, disponibilidade (medicamento disponível no momento e local requerido), validade (obsolescência), falsificação e precisão (erros de digitação, dosagem adequada para o paciente correto).

Neste sentido, o Governo Brasileiro instituiu a Lei da Rastreabilidade (Lei 11.903, 2009) e criou o Sistema Nacional de Controle de Medicamentos (SNCM, resolução RDC 59/2009), para rastrear medicamentos desde a sua produção até o seu consumo através da captura, armazenamento e transmissão eletrônica de dados (Ponte e Gonçalves, 2017), que não chegou a ser implementado no prazo e fazendo com que fosse alterada para a Lei 13.410, de 28/12/2016 (ANVISA, 2009 apud Ponte e Gonçalves, 2017), com previsão de implantação do SNCM estabelecida pela RDC nº 157, de 11/05/17 (ANVISA, 2017a apud Ponte e Gonçalves, 2017) - alterada pela RDC 319/2019 - em abril de 2022 (Ponte e Gonçalves, 2017).

A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) concluiu a fase de experimentação e testes do SNCM em 28/abril/2022 e serão necessários mais três anos a partir desta data para a completa implementação desse sistema (ANVISA, 2022).

O SNCM definiu e padronizou o Data Matrix como código bidimensional (2D) único (IUM) para a captura e o armazenamento de dados para o rastreamento de medicamentos, capaz de armazenar até 2000 caracteres ao mesmo tempo (números, letras e outros dados), permitindo agregar informações como lote, data de validade, código do produto, etc (GS1 2018) e recuperar informações históricas e geográficas sobre o caminho percorrido pelos medicamentos desde sua produção até a entrega ao consumidor. Tais informações estarão no IUM e serão impressas em etiquetas de segurança de cada medicamento comercializado, que deveria ser o responsável por centralizar

informações desde o processo de produção até o uso do medicamento pelo paciente (Metzner, 2017).

Em trabalho recente, Moons, Waeyenbergh e Pintelon (2018) revisaram as principais publicações científicas desde 1991 referentes ao desempenho logístico das cadeias internas de suprimentos hospitalares e verificaram que tais cadeias são complexas, desafiadoras, estoques distribuídos em diversos locais e de difícil rastreabilidade de produtos, devido aos tratamentos de urgência e à demanda imprevisível, impactando na qualidade do serviço prestado aos pacientes.

Rastrear um produto basicamente significa poder localizá-lo de forma precisa em qualquer ponto da cadeia de suprimentos através do uso de tecnologias como códigos de barras, *Quick Response codes (QR)*, infravermelho e RFID, que quando conectadas a sensores sem fio e ao GPS (*Global Positioning System*), geram uma maior qualidade e consistência nas informações fornecidas (Metzner, Silva e Cugnasca, 2014), interagindo entre si através do conceito de Internet das Coisas, que faz uso da presença pervasiva da computação no cotidiano, permitindo que as RFID *tags*, sensores e atuadores cooperem (Atzori, Iera, Morabito, 2010) e interajam entre si, em tempo real ou não, em um ecossistema capaz de aprender e tomar decisões, tornando os produtos inteligentes e gerando vantagens competitivas para as organizações (Porter e Heppelmann, 2014).

Conhecido como um código de barras em 2D, o *QR Code* pode ser capturado por *smartphones* e/ou *tablets* com câmera e contém codificação de textos, ou URL (*Uniform Resource Locator*), sendo as principais vantagens a capacidade de armazenamento de caracteres e redundância em sua codificação (leitura bem sucedidas com imagens parciais do código) (Oliveira, Santos e Cinelli, 2017).

Estudos e pesquisas de Manyika et al (2015), Moons et al (2018), Jones, Gupta, Balasubramanian (2015), Metzner, Silva e Cugnasca (2014), Atzori, Iera, Morabito (2010) e Porter, Heppelmann (2014), mostram que gerenciar o inventário através do rastreamento de ativos usando tecnologias como código de barras e RFID é um tema conhecido, sendo o código de barras linear mais utilizado. Ambos possibilitam a identificação de medicamentos falsificados ou

adulterados, redução de perdas, desperdícios e custos, maior precisão na administração e segurança do paciente, melhoria na gestão dos estoques, automação de processos manuais, aumento da produtividade e eficiência.

Ullah e Sarkar (2020), Sadeeq et al (2021) relatam que, o RFID é fundamental para endereçar problemas referentes ao reconhecimento de objetos e, dependendo do mecanismo de alimentação, as tags RFID podem ser classificadas em passivas, semi-passivas ou ativas, consistindo principalmente de um controlador de acesso, software, rádio transmissor/receptor e um servidor.

2.3 Rastreamento de Medicamentos em Hospitais

Rastrear física e unitariamente a movimentação de medicamentos tanto no ambiente externo, quanto no interno, permite identificar pontos críticos no processo, gerenciar, distribuir racionalmente o estoque, reduzir perdas e custos com utilização de espaços desnecessários e zelar pela segurança do paciente.

A rastreabilidade de medicamentos através do modelo proposto pela SNCM depende de uma série de etapas manuais, envolvendo a leitura e/ou inserção de dados em um *software* por vários elementos da cadeia, resultando em erros de inserção, mitigados com o uso de tecnologias como RFID, que fornecem informações sobre o posicionamento dos medicamentos facilitando a sua localização (Metzner, 2017).

Além de diminuir a intervenção humana, sistemas que utilizam RFID contribuem para o monitoramento da temperatura, umidade, luminosidade, dentre outras variáveis ambientais, durante todo o processo, podendo garantir a qualidade do produto que chega ao consumidor final. Estas tecnologias podem ser utilizadas ao longo de toda a cadeia de suprimentos, englobando desde a detecção da necessidade de envio de medicamentos para uma farmácia (Schuster, E. W., Koh 2012) até o monitoramento de todo o processo de entrega e a qualidade dos medicamentos (Pinto et al, 2015) (Codeço et al, 2015).

A rastreabilidade, uma das formas encontradas pelas empresas para garantir o cumprimento e a melhoria contínua de seus processos com o uso de tecnologias apropriadas e sistemas de informação (SIs), tem como objetivo registrar todas as etapas verificadas durante a passagem do produto pela cadeia

de suprimentos, acompanhando-o desde o fornecimento de matérias-primas até o cliente final, facilitando o rastreamento dos produtos no caso de *recalls*, falhas e correções (Metzner, 2017) e para minimizar possíveis problemas de rastreabilidade do produto, a coleta, transmissão e a análise de dados nos diferentes elos da cadeia devem ser endereçados (Clarke 1998). Clarke (1998) sugere um modelo de rastreabilidade baseado em um banco de dados na Internet compartilhando informações entre todos os agentes que utilizam o código do produto para pesquisar informações de rastreabilidade na Internet.

A identificação por radiofrequência (RFID), consiste no uso de etiquetas eletrônicas (*tags*) com informações sobre um determinado produto, as quais podem ser automaticamente lidas por leitores RFID, e os seus dados lançados em um sistema de informações (Jones et al, 2005).

Os objetos a serem rastreados recebem uma etiqueta (*tag*), composta por um microchip e uma antena. O microchip transmite as informações contidas na etiqueta através da antena, e um leitor converte as ondas recebidas em informação digital, inserindo-a em um SI. As etiquetas utilizadas no sistema de RFID podem ser passivas, ativas ou semi-passivas (Kelepouris, Pramadari, e Doukidis, 2007).

Para conseguir mensurar temperatura, pressão, umidade e demais características do ambiente, as etiquetas RFID precisam ser associadas às redes de sensores sem fio (RSSF), que são capazes de perceber, medir e coletar informações do ambiente e, com base em um processo de decisão, transmitir essas informações para o usuário (Yick, Mukherjee, e Ghosal, 2008).

A implementação de RFID pode auxiliar na elaboração de um sistema rastreável, disponibilizando informações, próximo ao que seria uma aplicação em tempo real, possibilitando o acompanhamento das etapas pelas quais o produto passou e a qualidade de seu armazenamento (Metzner, 2017).

2.4 Internet das Coisas (IoT)

A interação entre tecnologias, conectadas por meio da Internet, utilizando um protocolo acordado entre elas para troca de informações, consiste em uma solução promissora para a rastreabilidade de produtos, definindo o conceito conhecido como Internet das Coisas ou *Internet of Things* (IoT) (Sun 2012).

O termo Internet das Coisas foi utilizado em 1999 por Kevin Ashton no contexto de gestão de cadeia de suprimentos, ficando mais evidente nos últimos 13 anos, em que aplicações em diversos setores como Saúde, Transportes e Serviços começaram a surgir (Sundmaeker et al, 2010 apud Gubbi et al, 2013).

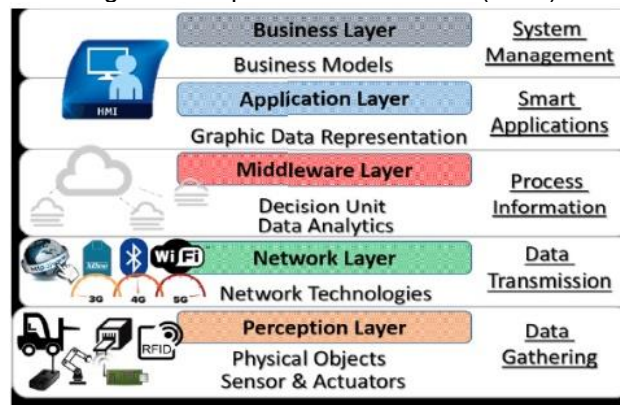
Além de coletar dados através de sensores (via RFID, *Bluetooth*, WiFi, etc) e interagir com o mundo físico, a interconexão entre objetos possibilita a transferência de informações, aplicativos, *analytics* e comunicações.

Segundo Fleisch (2010), conforme citado por Bi et al (2014), “IoT é uma extensão da Internet”, dando acesso imediato às informações sobre objetos físicos e viabilizando serviços inovadores com alta eficiência e produtividade (Bandyopadhyay e Sen, 2011 apud Bi et al, 2014).

De acordo com Marshall (2012), citado por Zhang e Wang (2016), “a IoT é uma rede de *hardware*, *software*, dispositivos, bancos de dados, objetos, sensores e sistemas, todos trabalhando a serviço da humanidade” e para Zhang e Wang (2016), “uma das principais aplicações da IoT é a tecnologia RFID”, pois “...permite melhorar a confiabilidade, a usabilidade e a produtividade”. “...dispositivos inteligentes e sensores como etiquetas RFID reduzem efetivamente o estoque, evitam rupturas e estoques em excesso e melhoraram a precisão dos dados (Bendavid e Cassivi, 2010 apud Zhang e Wang, 2016).

Sadeeq et al (2018) e Jamali et al (2020), estabelecem que a arquitetura IoT é composta de vários elementos, como sensores, atuadores, protocolos, servidores em nuvem e distintas camadas que permitem o gerenciamento de todo o sistema, além de facilitar o alinhamento com a infraestrutura e os processos atuais de cada empresa, como em qualquer proposta de arquitetura de sistema (Abdullah, Kaur e Biswas, 2020), sendo elas (Hasan, 2022): Camada de Percepção, Rede, Middleware, Aplicação e Negócios conforme Figura 1 “Arquitetura IoT”.

Figura 1 “Arquitetura IoT”: Hasan (2022)



Na IoT cada “coisa” se comunica e interage com “outra” através de um sensor dentro de um ecossistema, sendo que cada objeto representa um nó na rede virtual (Saboo, Chourey e Suranglikar 2017).

Para Hasan (2022), 'Internet of Things' refere-se a uma estrutura na qual a Internet por meio de sensores onipresentes está ligada ao mundo físico sendo que camada de detecção reúne, processa e transmite as informações capturadas para a plataforma de nuvem. Salih et al (2020) enfatizam que “o conceito fundamental da IoT é a existência dispersa de uma infinidade de dispositivos ou coisas que são usadas por indivíduos, como etiquetas de RF, câmeras, celulares e atuadores”.

2.5 Internet das Coisas na Saúde

O uso de RFID para rastreamento de equipamentos, pessoas, produtos e sinais vitais de pacientes pode ser verificado já no ano de 2005 quando a Marinha dos Estados Unidos (Reiner, 2005) substituiu um sistema manual de localização de pacientes de mão-de-obra intensiva, no *Pensacola Fleet Hospital* (Iraque), por pulseiras RFID para identificar, localizar e obter atualizações de seus pacientes, visando obter e manter informações importantes de cada paciente, rastreando o seu paradeiro automaticamente e ajudando os profissionais da área médica a melhor gerenciar o atendimento ao paciente.

A partir de 2011 surgem os primeiros estudos científicos relacionados ao uso de RFID no gerenciamento de inventário farmacêutico, com Çakici, Groenevelt e Seidmann (2011), Kelle, Woosley e Schneider (2012) e Yazici (2014), que identificaram os benefícios que a tecnologia RFID pode trazer ao

eliminar processos manuais de inventário, realizar a contagem automática, revisar continuamente o estoque mínimo e ótimo, rastrear, monitorar e reduzir o tempo de reposição e de custos, melhorar o desvio padrão da demanda e nível de serviço, principalmente em ambientes com altos níveis de serviço, altos custos de escassez, alta incerteza e demanda, e longos prazos de entrega. Além disso, revisar e otimizar as políticas operacionais após a implementação do RFID proporciona economia de custos.

Por outro lado, destacaram a necessidade de se avaliar os altos custos de instalação e manutenção, ao mesmo tempo em que surgem mais casos de uso como o sistema automatizado com código de barras e robôs do *Medical Centre, University of California San Francisco* (2011), para preparar, dispensar, distribuir e rastrear medicamentos aos pacientes aliviando enfermeiros e farmacêuticos de tarefas manuais regulares, reduzindo significativamente os erros na administração dos medicamentos, além de limitações técnicas como interferências, precisão e taxa de erros, diferentes padrões industriais, compatibilidade, privacidade e segurança de dados, falta de suporte no gerenciamento, entre outros.

Dentre as aplicações de IoT em Saúde, especificamente na indústria farmacêutica, destacam-se o rastreamento fim-a-fim de equipamentos, pessoas e materiais, gerenciamento de ciclo de vida de produtos, através do uso de códigos de barras (2D), etiquetas RFID e embalagens inteligentes. No caso de medicamentos, permitem o rastreamento na cadeia de suprimentos, da fabricação à dispensação.

O uso de IoT na indústria farmacêutica pode agregar valor, por exemplo, no controle de medicamentos de cadeia fria (termolábeis, que normalmente requerem armazenamento sob refrigeração, inclusive durante o transporte, sendo de alto custo, menor prazo de validade e controle de temperatura mais rigoroso), ao incorporar sensores em rastreadores para monitorar a temperatura e controlar abertura e fechamento de armazéns, veículos ou remessas usando dispositivos como *smartphones* e/ou *tablets*, evitando perdas e penalizações por atrasos nas entregas (Saboo, Chourey, and Suranglikar 2017).

Para Srivastava et al (2023), a IoT vem sendo cada vez mais empregada no setor de saúde, como pode ser evidenciado pela ampla utilização do código de barras em medicamentos, facilitando o seu fornecimento aos pacientes.

2.6 Farmácias Hospitalares

Conceituada como “a unidade clínico-assistencial, técnica e administrativa, onde se processam as atividades relacionadas à assistência farmacêutica, dirigida exclusivamente por farmacêutico, compondo a estrutura organizacional do hospital e integrada funcionalmente com as demais unidades administrativas e de assistência ao paciente” pela portaria nº 4.283 do Ministério da Saúde (2010) , as farmácias hospitalares exercem um papel ímpar na promoção, proteção e recuperação da saúde, tanto individual como coletivo, tendo o medicamento como insumo essencial e visando o seu acesso e uso racional, desde a pesquisa, desenvolvimento e produção de medicamentos e insumos, bem como a sua seleção, programação, aquisição, distribuição, dispensação, garantia da qualidade dos produtos e serviços, acompanhamento e avaliação de sua utilização, na perspectivas da obtenção de resultados concretos e da melhoria da qualidade de vida da população.

A farmácia hospitalar abrange uma gama ampla de atividades, como manufatura, controle de qualidade, suprimento, aquisição e gerenciamento de sistemas (Franklin, 2005).

A mesma portaria, visando assegurar o acesso da população aos serviços farmacêuticos de qualidade em hospitais, estabeleceu as algumas diretrizes, destacando-se para o contexto desta pesquisa:

a. Gestão da Farmácia Hospitalar – objetiva garantir o abastecimento, dispensação, acesso, controle, rastreabilidade e uso racional de medicamentos e de outras tecnologias em saúde; assegurar o desenvolvimento de práticas assistenciais para monitorar a utilização de medicamentos e outras tecnologias em saúde; otimizar a relação entre custo, benefício e risco das tecnologias e processos assistenciais; desenvolver ações de assistência farmacêutica, articuladas e sincronizadas com as diretrizes institucionais; e participar do aperfeiçoamento contínuo das práticas da equipe de saúde.

Para o adequado desempenho das atividades da farmácia hospitalar, sugere-se aos hospitais que: (i) provenham estrutura organizacional e infraestrutura física que viabilizem as suas ações, com qualidade, utilizando modelo de gestão sistêmico, integrado e coerente, pautado nas bases da moderna administração, influenciando na qualidade, resolutividade, e custo da assistência, com reflexos positivos para o usuário, estabelecimentos e sistema de saúde, devidamente aferidos por indicadores; (ii) considerem a Relação Nacional de Medicamentos Essenciais (RENAME) vigente, bem como os Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas do Ministério da Saúde como referência, para a seleção de medicamentos; (iii) promovam programa de educação permanente para farmacêuticos e auxiliares; (iv) incluam a farmácia hospitalar no plano de contingência do estabelecimento; e (v) habilitem a efetiva participação do farmacêutico, de acordo com a complexidade do estabelecimento, nas Comissões existentes, tais como: Farmácia e Terapêutica, Comissão Controle de Infecção Hospitalar, Comissão de Ética em Pesquisa, Comissão de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde e outras que tenham interface com a assistência farmacêutica hospitalar.

Para o acompanhamento das principais atividades da farmácia em hospitais, recomenda-se a adoção de indicadores de gestão, logísticos, de assistência ao paciente e de educação.

b. Desenvolvimento de ações inseridas na atenção integral à saúde - gerenciamento de tecnologias de distribuição, dispensação e controle de medicamentos e de outros produtos para a saúde; manipulação magistral e oficial; preparo e unitarização de doses de medicamentos; manipulação de nutrição parenteral e manipulação de antineoplásicos e radiofármacos e cuidado ao paciente.

c. Infraestrutura física, tecnológica e gestão da informação – refere-se à base necessária ao pleno desenvolvimento das atividades da farmácia hospitalar, sendo um fator determinante para o desenvolvimento da assistência farmacêutica, devendo ser mantida em condições adequadas de funcionamento e segurança. A infraestrutura física para a realização das atividades farmacêuticas deve ser compatível com as atividades desenvolvidas, atendendo

às normas vigentes. Além disso, a localização da farmácia deve facilitar o abastecimento e a provisão de insumos e serviços aos pacientes, devendo contar com meios de transporte internos e externos adequados, em quantidade e qualidade à atividade, de forma a preservar a integridade dos medicamentos e demais produtos para a saúde, bem como a saúde dos trabalhadores.

d. Recursos humanos – as farmácias em hospitais devem contar com farmacêuticos e auxiliares, necessários ao pleno desenvolvimento de suas atividades, considerando a complexidade do hospital, os serviços ofertados, o grau de informatização e mecanização, o horário de funcionamento, a segurança para o trabalhador e usuários, devendo promover ações de educação permanente dos profissionais que atuam no hospital, nos temas que envolvam as atividades por eles desenvolvidas.

Srivastava et al (2023) constataram que a indústria farmacêutica vem se transformando de forma acelerada ao longo dos anos, pois já percebeu há algum tempo que, simplesmente vender medicamentos tradicionais não será suficiente para continuar crescendo ou mesmo manter a competitividade. Ir “além do comprimido” faz-se extremamente necessário, trazendo duas novas perspectivas: (a) os medicamentos sozinhos geralmente são insuficientes para fornecer aos pacientes os melhores resultados terapêuticos possíveis e (b) à medida que a indústria farmacêutica se move na direção “além do comprimido”, surge uma nova fonte de negócios e de receitas, aumentando o interesse em maneiras de usar novas tecnologias e processos de negócios para melhorar a fabricação de medicamentos e produtos e ao mesmo tempo melhorar o atendimento ao paciente.

2.7 Tecnologias Associadas

Segundo Burkett e Steutermann (2014), conforme citado por Li e Li (2017), a IoT é composta pelos sensores (ou “coisas”) que geram dados, pelas redes e sistemas de apoio ou tomada de decisões.

O negócio digital está transformando negócios, indústrias, mercados e organizações ao explorar tecnologias para integrar os mundos real e digital, de forma que dispositivos inteligentes fornecerão serviços digitais cada vez mais informativos em todos os lugares e qualquer hora (Panetta, 2017).

2.7.1 *Big Data e Analytics*

De acordo com Ma et al (2015), “Sistemas de sensores e IoT geram enormes quantidades de dados que estão crescendo exponencialmente”, denominados Big Data pelo volume, velocidade, variedade, variabilidade, veracidade, visualização e valor (Hashem et al, 2015; Katal, Wazid e Goudar, 2013).

Avaliados estatisticamente, os dados que estão sendo gerados a uma taxa maior que a capacidade de análise e processamento, “a análise de Big Data normalmente envolve aprendizado de máquina (ou *Machine Learning*), modelagem matemática e inteligência artificial (Obermeyer e Emanuel, 2016; Schmidhuber, 2015).

De acordo com Pike (2019), redes de sensores sem fio e dispositivos IoT estão gerando volume de dados maiores que a capacidade de gerenciamento e uso, criando gargalos, desafios à integração e ao processamento de dados.

A eficiência, o desempenho e a comunicação das coisas na Internet das Coisas dependem da quantidade de dados (Big Data) produzidos a partir das coisas, seu processamento e armazenamento (Kaffash, Nguyen, Zhu, 2021), sendo o Big data usado para explicar as mudanças rápidas no volume de dados organizados e não estruturados, elevando a confiabilidade nas decisões, sucesso organizacional, economia de custos e riscos reduzidos, proporcionados pela maior precisão dos dados (Sagiroglu e Sinanc, 2013).

Abassi et al (2020) relatam que a função do Big-Data no IoT é processar e arquivar grandes volumes de dados em tempo real usando várias tecnologias de armazenamento. Para Kangelani e Iyamu (2020) a extensa análise está sendo fundamental para um melhor entendimento dos dados dos dispositivos IoT e a melhor tomada de decisões.

Srivastava et al (2023) afirmam que o elevado grau de interconexão dos sistemas de saúde também aumenta exponencialmente o volume de dados de cada paciente, além do crescente aumento no número de pacientes atendidos nos hospitais. A Inteligência Artificial (IA) e a análise de big data são os dois componentes fundamentais para liderar a transformação inteligente da saúde.

Para Martinez et al (2020), o Big Data pode extrair informações e dados significativos da enorme quantidade de dados disponíveis e a IA realizará as análises preditivas e julgamentos inteligentes, podendo trazer soluções criativas para problemas antigos.

De acordo com Srivastava et al (2023), tanto a IA quanto o Big Data estão contribuindo para a melhoria, manutenção e introdução de um Sistema de Saúde Inteligente, com avanços significativos principalmente quando combinados, promovendo cuidados de saúde personalizados para todos melhorando as funções do sistema de saúde. Por exemplo, o uso de IA pode ajudar na detecção de doenças, administrar medicamentos e até fornecer aconselhamento médico por telefone. Além disso, o BDA, que é essencialmente a análise de dados, pode ser usado para fornecer aos profissionais de saúde um amplo conhecimento do histórico médico de um paciente, permitindo-lhes prestar melhores cuidados.

2.7.2 Cloud Computing

Segundo o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) (Ray, 2016), “a computação em nuvem (ou *Cloud Computing*) é um modelo que permite conexões onipresentes e sob demanda a um conjunto compartilhado de recursos de computação (redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços) que podem ser rapidamente provisionados e liberados com o mínimo esforço de gerenciamento ou interação com provedores de serviços”.

Nesse modelo, os serviços são acessados com base em seus requisitos desconsiderando-se onde os serviços são hospedados ou como são entregues (Buyya et al, 2009).

O último termo denota a infraestrutura como uma "nuvem" a partir da qual as empresas e os usuários podem acessar aplicativos de qualquer lugar do mundo sob demanda. Assim, o mundo da computação está se transformando rapidamente no desenvolvimento de software para milhões consumirem como um serviço, em vez de rodar em seus computadores individuais

2.7.3 Inteligência Artificial (IA)

De acordo com Panetta (2017), a IA tem a capacidade de agregar valor às várias indústrias e segmentos, possibilitando novos modelos e negócios como

idades inteligentes, carros autônomos, gerenciamento de risco e ativos, reconhecimento de fala, viabilizando comportamentos avançados das “coisas” que interagem mais naturalmente com o ambiente e com as pessoas, tendo como subcomponentes o *machine learning*, computação cognitiva e *deep learning*, que são fundamentais para processar e tratar grandes volumes e diversidade de dados, estruturados ou não, gerados por dispositivos e sensores conectados à Internet e armazenados na nuvem (*cloud computing*), que permite crescer e escalar rápida e economicamente.

Panetta (2017) também ressalta que na área da saúde, a Inteligência Artificial pode ajudar médicos e especialistas na identificação de padrões de doenças, melhorar e agilizar diagnósticos, além de possibilitar tratamentos mais personalizados, sem necessariamente substituir pessoas por máquinas. Instrumentos como por exemplo o estetoscópio digital já é capaz de coletar, gravar e armazenar batimentos cardíacos e respiratórios, alimentar bancos de dados na nuvem para que sejam correlacionados com informações de diagnósticos e tratamentos com o uso de IA em tempo real, gerando vantagens competitivas significativas para a indústria da saúde.

3. Metodologia

3.1 Tipo de pesquisa

Pela revisão de literatura nota-se que o uso de tecnologias como RFID para rastreamento de ativos e pessoas não é novidade, sendo tratada desde 2009, principalmente nos países desenvolvidos, que vem preparando os seus processos, profissionais e sistemas para integração e evolução já há alguns anos.

Observa-se que os hospitais encontram-se em diferentes estágios de maturidade em termos de processos, tecnologias e profissionais (pessoas), indo desde aqueles com controle manuais até hospitais com relativa informatização e automatização.

Como o tema IoT é relativamente novo e incipiente, este projeto de pesquisa propôs abordagem qualitativa e exploratória, com um roteiro estruturado de perguntas aplicado a um estudo de caso comparativo para

entender o controle de estoques de medicamentos no contexto atual das farmácias hospitalares em termos de processos, tecnologias e pessoas, sob a ótica dos benefícios e influências no desempenho das farmácias, de acordo com o modelo do uso de TI para o desempenho empresarial (Albertin. e Albertin, 2008), bem como pesquisar sobre possíveis influências com a adoção de IoT.

O objeto de análise é o estoque, sendo a unidade de análise a própria farmácia de cada hospital privado.

Foram avaliadas farmácias de três hospitais privados localizados na cidade de São Paulo para responder à questão da pesquisa “Como a Internet das Coisas pode influenciar no controle de estoque de medicamentos em farmácias hospitalares?”, sob a ótica dos benefícios de negócio que a Internet das Coisas pode efetivamente entregar e suas influências no desempenho empresarial das farmácias (e conseqüentemente dos hospitais).

Inicial e idealmente, a pesquisa contemplava seis hospitais, sendo três públicos e três privados, localizados preferencialmente na cidade de São Paulo ou num raio de até 300km da capital do Estado.

A escolha pelos três hospitais privados deu-se em função da conveniência e acessibilidade aos entrevistados, dados e informações necessários para a realização desta pesquisa que, apesar da amplitude do assunto “gestão de processos na cadeia de suprimentos de medicamentos”, desde a produção até entrega e administração nos pacientes, limitou-se às farmácias hospitalares. Entendeu-se que, abordar o tema de uma forma mais ampla e sob o prisma de cadeia de suprimentos e processos hospitalares, poderia comprometer o foco e o prazo para a conclusão deste estudo.

3.2 Coleta dos dados

Foram coletadas informações de três hospitais privados – referenciados como Hospital 1, Hospital 2 e Hospital 3 - localizados em São Paulo, capital, através da aplicação do roteiro estruturado de perguntas, sendo os dados detalhados no capítulo 4 “Análise dos Resultados” e resumidos na Tabela 1. Os entrevistados foram nomeados de A a L, sendo:

- Hospital 1: entrevistados de A a E (Gerente de Suprimentos, Diretor Técnico e três Farmacêuticos respectivamente)

- Hospital 2: entrevistados F, G, H, I e J (CIO, Gerente de TI, Gerente de Suprimentos, Gerente de Logística e Gerente de Farmácia respectivamente)
- Hospital 3: entrevistados K e L, Coordenador de Logística e Analista Sênior de Informações

4. Análise dos Resultados

O questionário foi aplicado a doze profissionais com diferentes formações, experiências e atuações no controle de medicamentos em farmácias hospitalares, de três hospitais privados na cidade de São Paulo, denominados de A a L, sendo:

- Hospital 1 – duas entrevistas de 40 minutos em 24/janeiro/19 e 15/fevereiro/19 respectivamente, realizadas com o Diretor Técnico, Gerente de Suprimentos e três Farmacêuticos (A, B, C, D, E)
- Hospital 2 – duas entrevistas de 40 minutos em 4/fevereiro/19 e 25/abril/19 respectivamente, realizadas com Diretor de TI (CIO), Gerente de TI, Gerente de Suprimentos, Gerente de Logística, Gerente de Farmácia (F, G, H, I, J)
- Hospital 3 – uma entrevista de 40 minutos realizada em 04/fevereiro/19 com o Coordenador de Logística e Analista de Informações (K e L)

A Tabela 1 resume os pontos principais das entrevistas aplicadas nos Hospitais 1, 2 e 3.

Tabela 1. Mapa entrevistas hospitais 1, 2 e 3.

Questão	Respostas
Prontuário eletrônico ou Equivalente e ERP	Hospitais 1 e 2, prontuário eletrônico há mais de 10 anos, integrado ao ERP MV Soul e Tasy respectivamente; hospital 3 implantado em 2015, ERP Tasy.
Stakeholders	Alta gestão (Organização) e TI
Gestão da demanda, sazonalidade e previsibilidade	O planejamento via Planexo (hosp..1) e GTPlan (hosp. 2 e 3).
Estoques centralizados x descentralizados	Misto, sendo utilizados dispensários eletrônicos Pyxis no hospital 2.

Questão	Respostas
Catálogo (quantidade, categorização)	categorização feita através da Curva ABC.
Estoque mínimo, médio e de segurança	Calculados e atualizados no Planexo (hosp.. 1) e GTPlan (hosp. 2 e 3)
Atualização de estoque (periódica ou contínua)	Contínua baseada nos ERPs
Frequência de requisição de medicamentos/urgências	Automáticas e baseadas nos limiares cadastrados nos ERPs
Tempo de reposição e disponibilização de medicamentos	Lead time médio de 3 dias (hosp. 1). Informações não divulgadas pelos hospitais 2 e 3.
Separação, dispensa e controle de medicamentos	Separação, unitarização e dispensação parcialmente automatizadas nos hospitais 1 e 2, sendo totalmente manual no hospital 3.
Controle de perdas (obsolescência, roubo) e erros	Alertas para inconsistências (hosp.1) e controle de perdas no hospital 2. Hospital 3 não disponibilizou informações.
Controle estoques (manual, automático)	Automático via ERP nos 3 hospitais
Tecnologias utilizadas (códigos de barras, RFID)	Códigos de barras (lineares e Data Matrix) e RFID nos hospitais 1 e 2. No hospital 3 apenas códigos de barras.
Direcionadores e Usos da TI	Hospitais 1, 2 e 3 Organização e Mercado (direcionadores), sendo usos como Infraestrutura e informacional (hosp. 1 e 2) e Infraestrutura no hospital 3.
Benefícios e influências no desempenho organizacional	Redução de custos, maior qualidade nos serviços, melhor eficiência operacional e segurança dos pacientes. Hospital 3 enfatizou ainda que a redução no desperdício de recursos (tempo, erros, retrabalhos, etc) que poderiam ser alocados em atividades mais nobres.
Próximo passo tecnológico	Hospitais 1 e 2, uso de IA, VMI e IoT para rastreamento de medicamentos termo sensíveis e maior custo. Hospital 3 implantando automação e rastreamento de medicamentos fim-a-fim.
Problemas críticos e soluções	<p>Hosp. 1: indisponibilidades do ERP afetam diretamente a operação, acompanhamento pós-alta, validação de prescrições e gestão de inconsistências e poucos fornecedores com Data Matrix em seus medicamentos.</p> <p>Hosp.2: cadastro manual de sazonalidades, lead times e alterações nos fornecimentos.</p> <p>Hosp.3: gaps processuais, sistêmicos e culturais, alta dependência de intervenção humana e fragilização da segurança do paciente.</p>
Melhorias na gestão de medicamentos	Adoção de Data Matrix pela indústria farmacêutica para rastreabilidade.
Desafios para adotar tecnologias e soluções	Baixa maturidade da cadeia de suprimentos de medicamentos, cultura organizacional, priorização de investimentos e impactos no desempenho organizacional

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Nota-se que no contexto pesquisado (hospitais privados na cidade de São Paulo), os estoques de medicamentos estão sendo gerenciados através de

ERPs específicos para o segmento hospitalar, integrados ao prontuário eletrônico e aos sistemas de planejamento de demanda, garantindo uma abordagem consistente na gestão em todas as unidades, minimizando o risco de doses perdidas, reduzindo o desperdício conforme pesquisas de Cecchi, Nazzi e Mulloni, (2015), garantindo a disponibilidade, gerenciando custos e espaços físicos, além de identificar falsificações de acordo com estudos de Jones, Gupta e Balasubramanian, (2015), com patrocínio (*stakeholders*) e direcionamento da Alta Gestão e pressões do Mercado.

No que se refere à gestão da demanda, sazonalidade e previsibilidade, os três hospitais possuem estoques em farmácias centrais, satelitais e em UTIs (modelo misto) atualizados de forma contínua com baixas automáticas e com o uso de sistemas de planejamento específicos para o segmento hospitalar, sendo capazes de gerar alertas e disparar ordens de compra de acordo com o consumo, limiares (estoques mínimos, máximos, médios e de segurança), tendências, histórico e mediante crítica de um profissional, quando o estoque mínimo, médio ou de segurança são atingidos, pois conforme Antonioli (2016), “ o gerenciamento de inventário geralmente é responsável por uma grande proporção dos custos de gerenciamento da cadeia de suprimentos e impulsiona os níveis de serviço.”

Os hospitais 1 e 2, com processos de controle de estoques de medicamentos mais maduros e sólidos, estão tendendo a adotar estoques descentralizados e viabilizados através de dispensários eletrônicos, integrados ao ERP, em que a separação, dispensa e controle de medicamentos são automatizados desde a prescrição eletrônica feita em sistema através de um PDA, até a administração no paciente, passando por várias barreiras (*gates*) de segurança através do escaneamento do código de barras dos medicamentos, verificação da prescrição e paciente para garantir os “5 certos”. Além do código de barras, utilizam RFID para gestão e controle de medicamentos consignados, normalmente de maior valor financeiro, controlam perdas (obsolescência, roubo) e erros através de alertas e indicadores em sistema, melhorando a gestão de ativos, facilitando o rastreamento de produtos farmacêuticos e aumentando a segurança do paciente, como relataram Wamba e Ngai (2013).

Para gerenciar, evitar o mesmo nível de controle para todos os itens do estoque e desperdício de recursos (custos e tempo), conforme sugerido por Kritchanchai e Meesamut (2015), os medicamentos são classificados de acordo com a curva ABC nos três hospitais, atualizados de forma automática pelo ERP, sendo que no hospital 2, outros parâmetros (popularidade, ressuprimento e a obrigatoriedade) determinam a criticidade da disponibilidade do medicamento. Mesmo assim, podem ocorrer descasamentos entre a necessidade do medicamento e a sua disponibilidade no estoque, situações em que a reposição ocorrerá através da busca em hospitais parceiros ou compra no varejo.

A Tecnologia da Informação aplicada à gestão de estoques, crucial para melhorar o desempenho dos negócios (Antoniolli 2016), vem sendo motivada pelas respectivas Organizações e Mercado nos hospitais 1 e 3, e Organização e TI (hospital 2), usada como Infraestrutura (IE) além de Informacional (I) nos hospitais 1 e 2 para aumentar o controle, melhorar a qualidade dos serviços e ciclo de reposição, conforme Weill e Aral (2006).

Dentre os benefícios resultantes de tais usos de TI, destacam-se:

- Redução de custos
- Aumento da eficiência operacional
- Redução de erros, desperdício de recursos e maior segurança dos pacientes
- Maior produtividade e qualidade dos serviços

Nota-se que no controle de medicamentos estão envolvidos Médicos, Farmacêuticos, Enfermeiros, especialistas em Suprimentos e Logística, com mais de 5 anos de experiência nestas atividades, porém as informações relativas aos treinamentos, capacitações e reciclagens não foram compartilhadas. Apenas o hospital 3 mencionou um *turnover* médio de 4 anos.

Todos os entrevistados dos hospitais 1, 2 e 3 visualizaram e apontaram melhorias na gestão e controle de medicamentos com o uso da TI, tanto no que se refere à adoção de códigos de barra 2D (Data Matrix) pela indústria farmacêutica para permitir rastreabilidade fim-a-fim dos medicamentos, facilitar e evidenciar avaliações de *compliance* por entidades internacionais, quanto o uso de Inteligência Artificial para verificação e crítica de prescrições médicas e bases de dados de estoques compartilhadas em *cloud* entre hospitais,

fabricantes e governo, além da ampliação do uso interno de RFID nos hospitais. Ou seja, a conectividade entre os objetos trará para a cadeia de suprimentos uma maior agilidade na tomada de decisão, melhor controle da produção e inventário, permitindo uma aproximação da indústria com seus consumidores finais (Metzner, Silva, e Cugnasca, 2014).

Os hospitais 1 e 2 não visualizaram aplicações imediatas de IoT no controle de medicamentos, porém os entrevistados A e B do hospital 1 demonstraram interesse pelo uso de IoT no controle de medicamentos termo sensíveis de cadeia fria, uma vez que evidências do controle de parâmetros destes medicamentos são requisitadas por entidades de acreditação internacionais como *Joint Commission* e ONA. A entrevistada C visualizou aplicações de IoT para acompanhamento de tratamentos de pacientes no pós-alta, pois a combinação de RFID com redes de sensores sem fio, aumenta a capacidade de monitoramento e controle ao disponibilizar informações em tempo real através da Internet (Metzner, 2017).

Apesar de visualizarem várias aplicações de IoT nas farmácias hospitalares, inclusive para melhorar a jornada do paciente no hospital 3, há muita confusão com os conceitos, aplicações e capacidades da IoT, RFID, *Big Data* e Inteligência Artificial.

Em termos de desafios, foi unânime entre todos os hospitais, a opinião sobre a necessidade da evolução de toda a cadeia de suprimentos de medicamentos no sentido da adoção de códigos Data Matrix, conforme previsto na Lei 13.410 (ANVISA, 2009 apud Ponte e Gonçalves, 2017) e a implantação do Sistema Nacional de Controle de Medicamentos (SNCM), além da priorização interna de projetos e o dilema de se investir em tecnologias e soluções que gerem receitas ou que reduzam custos. Além disso, indisponibilidades do ERP afetam frequentemente o hospital 1 e atualizações automáticas de parâmetros de demanda capazes de aumentar a precisão da previsão de compras são desejadas pelo hospital 2. Processos mais recentes e humano-dependentes são os principais desafios no hospital 3.

Tecnologicamente, os próximos passos caminham no sentido do uso de Inteligência Artificial para analisar e validar as prescrições médicas, além da

ampliação do uso de RFID para rastreamento de mais medicamentos e gerenciamento de estoques das farmácias dos hospitais 1 e 2 (VMI). Já para no hospital 3, busca-se a solidificação de processos para menor dependência de intervenções humanas e rastreabilidade fim-a-fim dos medicamentos.

5. Conclusões e Estudos Futuros

Esta pesquisa objetivou estudar o impacto do uso da Internet das Coisas (IoT) no controle de medicamentos, sob a perspectiva dos benefícios efetivamente entregues às farmácias hospitalares e suas influências no desempenho organizacional.

Para tal, a metodologia adotada foi o “estudo de casos comparados”, utilizando métodos qualitativos de interpretação de entrevistas em grupo de aproximadamente 40 minutos cada, aplicadas “*in loco*” pelo próprio pesquisador, cujos dados coletados foram consolidados na Tabela 1.

Os resultados mostraram que as farmácias dos três hospitais convergem nas visões e estratégias relativas à digitalização e automação de processos de controle de medicamentos já consolidados em ERPs com sistemas de planejamento de demanda e prontuários eletrônicos integrados.

Entretanto, os hospitais 1 e 2, com processos e tecnologias sólidos, estabelecidos há mais de 10 anos e apoio efetivo da alta gestão, apresentam coerência do uso de TI (de acordo com o modelo do uso de TI para o desempenho empresarial de Albertin. e Albertin, 2008), seus benefícios (esperados e entregues) e suas influências no desempenho organizacional. Porém, a aplicação da IoT no controle de medicamentos não é unânime, exceto no seu uso para monitorar medicamentos termo sensíveis desde a sua produção até a sua administração no paciente, conforme sugerido por Saboo, Chourey e Suranglikar (2017) e exigido por entidades certificadoras internacionais como a *Joint Commission*.

Além disso, os hospitais 1 e 2 também convergem no potencial do uso da Inteligência Artificial em diversas aplicações, inclusive para a análise e validação das prescrições médicas, atualmente feitas por Farmacêuticos, e para melhorar a precisão da demanda dos sistemas de planejamento. Foram unânimes

também na visão de adoção da gestão de inventário pelo próprio fornecedor (programa de reposição contínua ou VMI).

Já no hospital 3, onde os processos e sistemas são mais recentes, há relativa coerência entre os usos de TI e seus impactos no desempenho organizacional, pois vem sendo usada como Infraestrutura apenas, pouca clareza do papel da IoT, sendo frequentemente confundida com IA, *Cloud Computing* e *Big Data*.

Apesar de existir um projeto importante de automação no hospital 3, aparentemente barreiras culturais internas e dificuldades para se avaliar e mensurar o valor e a influência de tecnologias como RFID e IoT no desempenho do hospital 3, tem contribuído para retardar o uso da TI de forma mais estratégica. Os processos são mais recentes e dependentes de intervenção humana, evidenciando a necessidade de revisá-los antes de automatizá-los.

Muito embora o uso de RFID seja utilizado em algumas aplicações específicas (como no controle de medicamentos consignados), o custo das etiquetas de radio frequência (*tags*) ainda é uma barreira para expandir o seu uso nos hospitais.

Conforme esperado inicialmente, o tema IoT por ser novo especialmente no segmento hospitalar, precisa ser mais explorado, abrindo oportunidade para futuras pesquisas, estudos de casos de usos e os valores que podem agregar às farmácias hospitalares no que se refere ao controle de estoques de medicamentos.

Observa-se uma relação direta entre processos de controle de estoques de medicamentos em farmácias hospitalares, os direcionadores ou motivadores para a adoção de tecnologias, seus usos, benefícios (esperados e entregues) e suas influências no desempenho das organizações, de acordo com o modelo do uso de TI (Albertin e Albertin, 2008).

Há coerência das influências dos usos de TI no desempenho dos hospitais 1, 2 e 3, uma vez que, de acordo com o modelo mencionado anteriormente, sendo a “Organização” um dos direcionadores, seu uso será basicamente como infraestrutura (IE), refletido nos benefícios de redução de custos, padronização,

integração e maior produtividade, com impacto na melhoria de processos e maiores margens no desempenho organizacional.

Nota-se que o direcionador “Mercado” nos hospitais 1 e 2 é também coerente com o uso Informacional de TI, pois proporciona maior qualidade dos serviços e ambiente para a inovação em termos de benefícios e impactos no desempenho organizacional. Tal coerência não se repete no hospital 3, uma vez que a TI vem sendo usada basicamente como Infraestrutura para redução de custos, porém com baixo nível de integração e produtividade.

Novos estudos podem trazer a visão dos profissionais de hospitais públicos, e também abranger maior diversidade regional para os hospitais privados e públicos. A descoberta, ainda em caráter qualitativo, de eventuais novas visões fortalece a consolidação do conceito e sua prática, quando articulada no contexto da pesquisa, potencializa sua maior utilização. Aprofundamentos metodológicos permitirão que se identifiquem construtos e suas relações, para que estudos quantitativos possam dar sustentação em termos de abrangência, cobertura e significância.

Recomenda-se estudos futuros para melhor avaliar o valor que o uso da IoT pode trazer às farmácias hospitalares quando utilizada em conjunto com *Blockchain*, Inteligência Artificial, *Cloud Computing*, *Big Data*, *Machine Learning* e *Analytics*, pois a IoT expande a visibilidade nas áreas do negócio com dados em tempo real, que quando combinadas com análises avançadas, podem subsidiar, acelerar e viabilizar a tomada mais precisa de decisões, em conformidade com as regulamentações.

Espera-se que com entrada da Lei 13.410, de 28/12/2016 (ANVISA, 2009 apud Ponte e Gonçalves, 2017) e a conclusão da fase de experimentação e testes do SNCM (Ponte e Gonçalves, 2017) iniciada em 28/abril/2022 e com previsão final de implantação em 28/abril/2025 (ANVISA, 2022), a cadeia de suprimentos de medicamentos passe a utilizar o *Data Matrix*, facilitando e viabilizando a rastreabilidade fim-a-fim de medicamentos, sem a necessidade de geração de códigos adicionais n hospitais.

REFERÊNCIAS

Abassi, A. A., Karimipour, H., HaddadPajouh, H., Dehghantanha, A., Parizi. R.

M. 2020. "Industrial big data analytics: challenges and opportunities." Handbook of Big Data Privacy, Springer, 37-61.

Abdullah, A., Kaur, H., Biswas, R., 2020. "Universal Layers of IoT Architecture and Its Security Analysis." New Paradigm in Decision Science and Management, Springer, 293-302.

Albertin, A. L., Albertin, R. M. M. 2008. "Benefícios Do Uso de Tecnologia de Informação Para o Desempenho Empresarial." *Revista de Administração Pública* 42(2): 275–302. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122008000200004&lang=pt.

Antoniolli, P. D. 2016. "Estrutura Da Tecnologia de Informação Para a Gestão de Demanda Da Cadeia de Suprimento Farmacêutica: Um Estudo de Caso Brasileiro." *Brazilian Business Review (Portuguese Edition)* 13: 27–56. <http://10.0.61.112/bbr.2016.13.2.2%0Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=113655358&lang=es&site=ehost-live>.

ANVISA, 2022. " Finalizado teste inicial do sistema de rastreabilidade", <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/finalizado-teste-inicial-do-sistema-de-rastreabilidade>, consulta em 12/02/2023.

Atzori, L., Iera, A., Morabito, G. 2010. "The Internet of Things: A Survey." *Information Systems Frontiers* 17(2): 243–59.

Bi, Z, Xu, L. D., Wang, C. 2014. "Internet of Things for Enterprise Systems of Modern Manufacturing." *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 10(2): 1537–46.

Buyya, R. et al. 2009. "Cloud Computing and Emerging IT Platforms : Vision , Hype , and Reality for Delivering Computing as the 5th Utility." *Future Generation Computer Systems* 25(6): 599–616. <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2008.12.001>.

Çakici, Ö. E, Groenevelt, H., Seidmann, A. 2011. "Using RFID for the Management of Pharmaceutical Inventory-System Optimization and Shrinkage Control." *Decision Support Systems* 51: 842–52.

Cecchi, A., Nazzi, C., Mulloni, G. 2015. "The Hospital Pharmacist and an Experimental Model for Inventory Management of Drugs to Minimize the Risk of Missed Doses and to Reduce Waste." *Journal of Scientific Research and Reports* 4(7): 585–89. <http://www.sciencedomain.org/abstract.php?iid=746&id=22&aid=6888>.

Clarke, T.P., Wilson, W.R. 1998. "Food Safety and Traceability in the Agricultural Supply Chain: Using the Internet to Deliver Traceability." *Supply Chain Management: An International Journal* 3(3): 127–33.

Codeço, M. A. L. B., Fontanillas, C. N., Garcia, S. M. S., Leonardo, I. C. M. 2015. "O Gerenciamento de Um Prestador de Serviços Logísticos Na Cadeia de

Suprimentos Da Saúde Pública Brasileira: Um Estudo de Caso.” *Sustainable Business International Journal* (48): 1–28.

Dalarmi, L. 2010. “Gestão De Suprimentos Na Farmácia Hospitalar Pública.” *Visão Acadêmica* 11: 82–90.

Dezem, V. 2014. “Faturamento Do Setor Cresceu 17% No Ano Passado.”. <https://www.pressreader.com/brazil/valor-econômico/20140122/281878706238336>.

GS1. 2018. “GS1 DataMatrix Guideline Overview and Technical Introduction to the Use of GS1 DataMatrix.” : 8–12. https://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1_DataMatrix_Guideline.pdf.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M. 2013. “Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions.” *Future Generation Computer Systems* 29(7): 1645–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>.

Hasan, R., T. H. 2022 “Internet of Things and Big Data Analytic: A State of the Art Review.” *Journal of Applied Science and Technology Trends*, Vol. 03, No. 02, 39 –46 (2022), ISSN: 2708-0757

Hashem, I. A. T. et al. 2015. “The Rise of ‘Big Data’ on Cloud Computing: Review and Open Research Issues.” *Information Systems* 47: 98–115. <http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006>.

Jamali, M. A. J., Bahrami, B., Heidari, A., Allahverdizadeh, P., Norouzi, F. 2020. “IoT architecture, Towards the Internet of Things.” *EAI/Springer Innovations in Communication and Computing*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18468-1_2 9-31.

Jones, E. C., Gupta, S., Balasubramanian, S. S. 2015. “Hospital Supply Chain Management by Implementing RFID.” *International Journal of Supply Chain Management* 4(3): 1–6. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84949746214&partnerID=tZOtx3y1>.

Jones, P., Hill, C., Hillier, D., Comfort, D. 2005. “The Benefits, Challenges and Impacts of Radio Frequency Identification Technology (RFID) for Retailers in the UK.” *Marketing Intelligence and Planning* 23(4): 395–402.

Kaffash, S., Nguyen, A., Zhu, T., J. 2021. “Big data algorithms and applications in intelligent transportation system: A review and bibliometric analysis.” *International Journal of Production Economics*, vol. 231, 107868.

Kangelani, P., Iyamu, T. 2020. “A model for evaluating big data analytics tools for organisation purposes.” *Conference on e-Business, e-Services and e-Society*, 493-504, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5_41

Katal, A., Wazid, M., Goudar, R. H. 2013. “Big Data: Issues, Challenges, Tools and Good Practices.” *6th International Conference on Contemporary Computing*,

IC3 2013: 404–9.

Kelepouris, T., Pramataris, K., Doukidis, G. 2007. “RFID-Enabled Traceability in the Food Supply Chain.” *Industrial Management and Data Systems* 107(2): 183–200.

Kelle, P., Woosley, J., Schneider, H. 2012. “Pharmaceutical Supply Chain Specifics and Inventory Solutions for a Hospital Case.” *Operations Research for Health Care* 1(2–3): 54–63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.orhc.2012.07.001>.

Kritchanchai, D., Meesamut, W. 2015. “Developing Inventory Management in Hospital.” *International Journal of Supply Chain Management* 4(2): 11–19. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84949753799&partnerID=40&md5=d49157974961b9c15cf5f9b0e3c54035>.

Li, B., Li, Y. 2017. “Internet of Things Drives Supply Chain Innovation: A Research Framework.” *The International Journal of Organizational Innovation*, 71–93. <https://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=120470900&S=R&D=ent&EbscoContent=dGJyMNxb4kSeqLU40dVuOLCmr0%2Bep7BSr624SbOWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGusUu0qLVKuePfgex43zx%0Ahttp://search.proquest.com/openview/9c0e168ee3456a3d4d5e6450921b1ea6/>.

Ma, Y. et al. 2015. “Remote Sensing Big Data Computing: Challenges and Opportunities.” *Future Generation Computer Systems* 51: 47–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2014.10.029>.

Manyika, J., Chui, M., Bisson, P., Woetzel, J., Dobbs, R., Bughin, J., Aharon, D. 2015. “The Internet of Things: Mapping the Value beyond the Hype.” *McKinsey Global Institute* (June): 144.

Martínez, L., F., Valdez, E., R. N., Díaz, V. G., Bursac, Z. 2020. “A case study for a big data and machine learning platform to improve medical decision support in population health management.” *Algorithms in Decision Support Systems*, Vol.13, no. 4, 102. <https://doi.org/10.3390/a13040102>

Metzner, V., Silva, R. F., Cugnasca, C. E. 2014. “Modelo de Rastreabilidade de Medicamentos Utilizando Identificação Por Radiofrequência, Redes de Sensores Sem Fio e o Conceito de Internet Das Coisas.” *Anais XXVIII ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2014, Curitiba, PR.* (1): 1–12.

Metzner, V. C. V. 2017. “Proposta de Modelo de Rastreabilidade Para o Setor de Medicamentos No Brasil Utilizando o Conceito de Internet Das Coisas.” *Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.*

Miasso, I. et al. 2006. “O Processo de Preparo e Administração de Medicamentos: Identificação de Problemas Para Propor Melhorias e Prevenir Erros de Medicação.” *Revista Latino-Americana de Enfermagem* 14(3): 354–63.

Obermeyer, Z., Emanuel, E. J. 2016. “Predicting the Future-Big Data, Machine

Learning, and Clinical Medicine HHS Public Access.” *N Engl J Med* 375(13): 1216–19.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5070532/pdf/nihms821556.pdf>.

Oliveira, T. A. B., Anthero F. N. V. S., Cinelli, Milton. J. 2017. “Sistemas de Navegação Indoor e Sistema de Compras Para Pessoas Com Deficiência Visual: Potenciais No Uso Em Supermercado.” *Human Factors in Design* 6(11): 22–42.

Organização Mundial da Saúde (OMS), 2021, " Um em cada 10 medicamentos em países de baixa e média renda tem baixa qualidade ou é falsificado", <https://brasil.un.org/pt-br/140477-oms-um-em-cada-10-medicamentos-em-paises-de-baixa-e-media-renda-tem-baixa-qualidade-ou-e>, consulta em 12/fevereiro/2023.

Pike, M. 2019. “Sensor Networks and Data Management in Healthcare: Emerging Technologies and New Challenges.” *IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)* 1: 834–39.

Ponte, A. C., and F. M. Gonçalves. 2017. “A falsificação, corrupção, adulteração ou alteração de medicamentos. Um problema global. O que o Brasil tem feito para a prevenção e combate.”

Porter, M. E., Heppelmann, J. E. 2015. “How Smart, Connected Products Are Transforming Companies.” *Harvard Business Review*.

Priniotakis, G., P. Argyropoulos. 2018. “Inventory Management Concepts and Techniques.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 459(1).

Ray, P. P. 2016. “Creating Values out of Internet of Things: An Industrial Perspective Creating Values out of Internet of Things.” *Journal of Computer Networks and Communications*, Vol. 2016, <https://doi.org/10.1155/2016/1579460>

Reiner, J. 2005. “RFID in Healthcare – A Panacea for the Regulations and Issues Affecting the Industry?” *Our Insight. A UPS Supply Chain Solutions White Paper*. 1–10.

Saboo, M., Chourey, A., Suranglikar, M. 2017. “The Internet of Things: The New Rx for Pharmaceuticals Manufacturing & Supply Chains.” *Cognizant*.

Sadeeq, M. A. M, Zeebaree, S. R. M., Qashi, R., Ahmed, S. H., Jacksi, K. 2018. "Internet of Things security: a survey." *International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE)*, 162-166.

Sadeeq, M. M., Abdulkareem, N. M., Zeebaree, S. R. M., Ahmed, D.M., Sami, A. S., Zebari, R. R., 2021. "IoT and Cloud computing issues, challenges and opportunities: A review." *Qubahan Academic Journal*, vol. 1, 1-7.

Sagiroglu, S. Sinanc, D. 2013. "Big data: A review." *International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)*, San Diego, CA, USA, 42-47, doi: 10.1109/CTS.2013.6567202.

Salih, A. A., Zeebaree, S., Abdulraheem, A. S., Zebari, R. R., Sadeeq, M., Ahmed, O. M., 2020. "Evolution of mobile wireless communication to 5G revolution" *Technology Reports of Kansai University*, vol. 62, 2139-2151.

Schmidhuber, J. 2015. "Deep Learning in Neural Networks: An Overview." *Neural Networks* 61: 85–117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neunet.2014.09.003>.

Schuster, E. W., Koh, R. 2012. "Pharmaceutical Supply Chain in the US - Advances in RFID and EPedigree Systems to Limit Drug Counterfeits." *PR Newswire*.

Srivastava, D., Sharma, N., Sinwar, D., Yousif, J. H., Gupta, H. P. 2023. "AI-Assisted Big Data Analytics for Smart Healthcare Systems." *Intelligent Internet of Things for Smart Healthcare Systems*, Chapter 6, CRC Press.

Sun, C. 2012. "Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things." *AASRI Procedia* 1: 106–11.

Ullah, M., Sarkar, B. 2020. "Recovery-channel selection in a hybrid manufacturing-remanufacturing production model with RFID and product quality." *International Journal of Production Economics*, vol. 219, pp. 360-374, 2020.

Wamba, S. F., Ngai, E. W. T. 2013. "Internet of Things in Healthcare: Tcz" *International Journal of Biomedical Engineering and Technology* 11(3): 318–35. <http://www.inderscience.com/link.php?id=55379>.

Weill, P., Aral, S. 2006. "Generating Premium Returns on Your IT Investments." *MIT Sloan Management Review* 47(2): 39–48. <http://papers.ssrn.com/abstract=942303>.

Wilczyński, S., Koprowski, R., Stolecka-Warzecha, A., Duda, P., Deda, A., Ivanova, D., Kiselova-Kaneva, Y., Błońska-Fajfrowska, B. 2019. "The use of microtomographic imaging in the identification of counterfeit medicines." *Talanta - The International Journal of Pure and Applied Analytical Chemistry*, Vol. 195, 870-875, <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.12.009>.

Yazici, H. J. 2014. "An Exploratory Analysis of Hospital Perspectives on Real Time Information Requirements and Perceived Benefits of RFID Technology for Future Adoption." *International Journal of Information Management* 34(5): 603–21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.04.010>.

Yick, J., Mukherjee, B., Ghosal, D. 2008. "Wireless Sensor Network Survey." *Computer Networks* 52(12): 2292–2330.

Zhang, Z., Wang, S;. 2016. "Smart Supply Chain Management: A Review and Implications for Future Research." *The International Journal of Logistics Management* 27(2pp): 15.