

A Expansão de Modelos Blockchain Aplicados em Diferentes Cadeias de Suprimentos

Paulo Roberto dos Santos Tavares
paulors.tavares@gmail.com

Paulo Sérgio de Arruda Ignácio
psai@unicamp.br



A cadeia de suprimentos é uma organização de negócios baseada na movimentação de valor em uma cadeia de transformação de produtos e serviços. A exigência crescente de performance, confiabilidade e transparência na cadeia por parte dos consumidores tem aumentado a necessidade do desenvolvimento de sistemas eficientes de rastreabilidade de mercadorias que permita dentro da complexidade da cadeia de suprimentos com plataformas e tecnologias heterogêneas que precisam ser conectadas, oferecendo um novo desafio aos seus participantes. O Blockchain é uma estrutura compartilhada e descentralizada que permite a distribuição de registros criptografados e imutáveis de informações que são validadas por algoritmos matemáticos e mecanismos de consenso. Essa tecnologia oferece diversas vantagens para a cadeia de suprimentos em termos de transparência e confiabilidade da informação além de eliminar a necessidade de agentes centralizadores de controle da informação. O artigo busca, nesse ínterim, explorar a expansão de modelos de Blockchain aplicados em diferentes cadeias de suprimentos como uma tecnologia viabilizadora dos valores buscados pelo mercados consumidores.

Palavras-chave: Cadeia de Suprimentos, Blockchain, Aplicação de Modelos, Logística, Gestão.

A expansão de modelos Blockchain aplicados em diferentes cadeias de suprimentos.

1. Introdução

Uma cadeia de suprimentos é uma organização de negócios com parceiros e membros que trabalham organizadamente em uma cadeia de valor e movimentam materiais desde de matérias primas até produtos acabados promovendo a transformação de produtos e serviços. Essa cadeia necessita de gerenciamento para garantir que seus participantes e parceiros sejam capazes de alcançar o melhor ponto de equilíbrio em responsividade, flexibilidade e custos (MOKHESENG ET AL., 2017).

Entretanto, existem vários problemas críticos no negócio atual operação da gestão da cadeia de abastecimento, destacando-se o primeiro como a gestão da cadeia de suprimentos é afetada pelas aplicações crescentes da Internet de Coisas (IoTs). Com IOTs, os locais de produtos, pacotes e os contêineres de embarque podem ser rastreados em cada etapa para obter informações transparência ao longo da cadeia, mas, essas aplicações são ainda centralizadas e com controle limitado sobre todos os participantes da cadeia. Isso leva ao segundo problema quando se identifica que os negócios globalizados, produção distribuída e vários locais de informações, assimetria e isolamento de informações são problemas comuns em uma grande cadeia de suprimentos. Sempre tem um baixo nível de transparência e carece de um mecanismo de confiança eficaz entre as diferentes partes interessadas na cadeia de abastecimento. A maioria das partes interessadas tem dificuldade em obter uma visão geral de todas as transações e rastrear as origens de produtos, especialmente clientes e fornecedores que podem apenas parcialmente, levando eventualmente a graves questionamento sobre credibilidade e qualidade dos produtos. (HELO e HAO, 2019).

Dentre as novas tecnologias disponíveis o Blockchain já provou ser um bom sistema de rastreabilidade da cadeia de suprimentos e inevitavelmente expandirá sua adoção para melhorar a transparência, rastreabilidade e audibilidade do fluxo de materiais ao longo das partes na cadeia. O mapa de calor e a velocidade de adoção variam de acordo com cada segmento vertical da indústria, principalmente com base em quão crítico é rastrear o fluxo de materiais. (SONG AT AL, 2019; AZZI AT AL, 2019).

O objetivo deste trabalho é mostrar uma aplicação do Blockchain em um sistema de rastreabilidade de produtos na cadeia de suprimentos alimentícia e explorar a oportunidade de expansão na cadeia de suprimento farmacêutica.

2. Fundamentação teórica

2.1 - Cadeia de suprimentos

A cadeia de suprimentos deve ser desenhada de modo a atender as necessidades dos clientes por ela atendida, em produtos e serviços fornecidos através dos pontos de atendimento. A complexidade da cadeia de suprimentos é determinada pela quantidade, tipos e características de produtos, preço, tempo de atendimento e serviço prestado pós venda (Saikouk & Spalanzani, 2016). Adicionalmente, existem outros fatores complicadores de gerenciamento da cadeia de suprimentos como por exemplo a distribuição geográfica de fornecedores e clientes e a variedade de produtos movimentados (HAJIPOUR ET AL., 2019).

Uma cadeia de suprimentos é uma organização de negócios com parceiros e membros que trabalham organizadamente em uma cadeia de valor e movimentam materiais desde de matérias primas até produtos acabados promovendo a transformação de produtos e serviços. Essa cadeia necessita de gerenciamento para garantir que seus participantes e parceiros sejam capazes de alcançar o melhor ponto de equilíbrio em responsividade, flexibilidade e custos (MOKHESENG ET AL., 2017).

O mercado tem demandado das empresas um maior foco no cliente buscando aumentar a eficiência de suas operações logísticas e desenvolver excelência operacionais principalmente nos pontos que são percebidos pelos clientes (Stock et al., 2010) que são cada vez mais exigentes em termos de qualidade de produtos e serviços, buscando velocidade, confiabilidade e consistência na entrega dos serviços contratados.

A cadeia de suprimentos deveria ser projetada para atender as necessidades dos clientes em produtos e serviços através dos pontos de serviço. A complexidade da cadeia de suprimentos é determinada pela quantidade, tipos e características dos produtos, preços, tempo de atendimento e serviços de pós venda (Saikouk & Spalanzani, 2016). Adicionalmente, existem outros fatores complicadores como por exemplo a distribuição geográfica dos fornecedores e clientes, e a variedade de produtos movimentados na cadeia (HAJIPOUR ET al., 2019).

2.2 - Rastreabilidade

O termo rastreabilidade se refere à possibilidade ou capacidade de verificar o histórico de movimentação, manuseio, localização, registro de um item por meio de informações documentadas e identificadas (Cataldo et al., 2016) fazendo com que em cada uma das etapas do processo de transformação ou movimentação as informações sejam processadas e registradas criando uma referência para o estágio determinado.

Tais pontos são coletados, armazenados e associados a um único produto a partir de um código de identificação. O conceito de identificação de produtos é essencial e tem relação direta com a rastreabilidade, pois deve permitir que um simples produto seja identificado corretamente entre outros vários itens semelhantes.

De acordo com (Dabbene & Gay, 2011) o processo de rastreamento deve ser estruturado de maneira que as informações sejam mantidas após o processamento dos componentes em um processo de fabricação, compondo a informação dos produtos finais. Em caso de necessidade de investigação dos registros do deslocamento dos produtos ao longo da cadeia de suprimentos, o desmembramento da informação nos componentes do produto acabado deve ser possível e a estrutura vai definir o custo do processo de obtenção da informação.

A adoção de sistemas de rastreamento é uma alternativa para contornar os fatores de competitividade apresentados no cenário econômico atual com importância significativa nas manufaturas, transportadores, armazenadores, distribuidores e consumidores dos produtos na garantia de controle da qualidade, organização da cadeia de suprimentos, gerenciamento da armazenagem, previsão de demanda e mercado, e segurança do produto reforçando a comunicação entre os participantes da cadeia de suprimentos aumentando a transparência e o controle do processo. (KUMAR ET AL., 2016).

De acordo com (Addo-Tenkorang et al., 2019) as tecnologias de IoT estão se desenvolvendo rapidamente e já são reconhecidas como fatores importantes na indústria para aumentar a entrega de valor para os consumidores em diferentes áreas e transformando os negócios industriais em negócios completamente integrados e inteligentes no futuro. Segundo o autor, existem sistemas já em utilização que permitem a coleta de informações de bovinos desde seu nascimento até o corte, processos de industrialização, cadeia de distribuição e disponibiliza as informações aos usuários da cadeia de suprimentos até o consumidor final fornecendo transparência ao consumidor e demais envolvidos no processo.

Figura 1 – Modelo conceitual de um sistema de rastreabilidade na cadeia de bovinos baseado em IoT e computação em nuvem



Fonte: Adaptado de (Addo-Tenkorang et al., 2019).

Os desafios dos sistemas de rastreabilidade de produtos na cadeia de suprimentos é cada vez maior devido a heterogeneidade das plataformas e tecnologias disponíveis para monitoramento e registro de informações em tempo real. O surgimento da Internet das Coisas (IoT) e computação em nuvem (CC) permite uma nova abordagem permitindo a coleta, transferência, armazenamento e compartilhamento da informação dentro do fluxo logístico da cadeia de suprimentos e uma melhor colaboração e interoperabilidade entre os sistemas e participantes da cadeia de suprimentos (Gnimpieba et al., 2015).

Utilizando-se do princípio da transparência na cadeia de suprimentos, a rastreabilidade da cadeia de suprimentos habilita o acesso a informações críticas de origem de matérias primas, processos de fabricação e produtos acabados. A rastreabilidade é vista como um sistema de

garantia da qualidade e da segurança dos produtos movimentados em uma cadeia de suprimentos e sofre constantemente com necessidade de aperfeiçoamento pelo rápido desenvolvimento de sistemas de fraudes em alguns mercados do mundo o que cria uma oportunidade de otimização e nivelamento das tecnologias de rastreamento em diferentes setores (TAN & THI, 2020).

Um sistema de rastreabilidade baseado em internet permite melhorar o gerenciamento logístico dos produtos pelo aumento da qualidade e transparência da informação para o consumidor. O Sistema coleta informações técnicas durante o processo de produção, incluindo os períodos de validade dos produtos e componentes utilizados no processo e disponibiliza a informação em uma plataforma na internet com diferente níveis de interação e acessibilidade aos usuários nela conectados para que cada um tenha as informações pertinentes ao seu estágio na cadeia de suprimentos. A plataforma precisa ser gerenciada por uma empresa especializada em hospedagem desse tipo de estrutura na internet para garantir a disponibilidade da plataforma e a acuracidade da informação disponibilizada, que deve ser garantida em termos de qualidade, livre de erros e acessibilidade. (PAPETTI ET AL., 2012).

A rastreabilidade de produtos de ponta a ponta em uma cadeia de suprimentos tem sido esquecida apesar de ser muito importante para itens de consumo diário no mundo e ainda não existem soluções confiáveis para produtos domésticos de uso diário em muitos mercados (TAN & THI, 2020).

2.3 - Blockchain

O conceito de Blockchain foi introduzido em 2008 com a criação da moeda digital Bitcoin por Satoshi Nakamoto. A criptomoeda e a primeira e mais provável maior aplicação de sucesso dessa tecnologia até o momento mas potencialmente não limitada ao mercado financeiro. Pode ser aplicado em qualquer atividade complexa que requeira transações e armazenamento de informações confidenciais sem a obrigatoriedade de uma interação cara a cara das partes envolvidas. De maneira simples, o Blockchain é definido como um sistema de registro de dados descentralizado que mantém gravada todas as transações de maneira distribuídas construindo o conceito de rede peer-to-peer. Nesse modelo existe a interação entre cada participante (peer) garantindo os cinco princípios básicos do Blockchain: segurança, transmissão peer-to-peer, transparência com anonimidade, imutabilidade dos dados e lógica computacional. (TAN & THI, 2020).

O Blockchain é uma estrutura compartilhada e descentralizada formada por uma distribuição de registros criptografados e imutáveis de informações e transações chamado de Distributed Ledger (Tuomisto e Saeed 2018) que funciona a partir de um protocolo IP. Cada transação é protegida e validada por meio de um algoritmo matemático de consenso que garante a veracidade e segurança da informação (SUBRAMANIAN 2018).

A estrutura descentralizada permite ao Blockchain realizar o armazenamento de dados de maneira compartilhada entre cada um dos membros da rede, chamados de nós, a partir de um protocolo e mecanismos de validação de dados a partir de consenso. Isso permite que os dados inseridos no Blockchain sejam validados pelos nós a partir de transações imutáveis e criptografadas e tenham cópias da informação distribuídas e replicadas entre os participantes, fazendo com que os dados sejam imutáveis (Tavares & Ignácio, 2019).

De acordo com diversos autores existem diversas vantagens para a utilização da tecnologia de Blockchain em uma operação (SUBRAMANIAN, 2018, SHILLING, 2018, YLI-HUUMO ET AL., 2016 GUPTA, 2017, IANSITI AND LAKHANI, 2017):

- ✓ Informações: disponibilidade de informações e informações técnicas de produtos e transações em uma rede descentralizada pode eliminar o controle e manipulação;
- ✓ Desintermediação a partir da utilização de uma estrutura *peer-to-peer* a dependência de terceiros na realização das transações, validação e controle é reduzida ou eliminada;
- ✓ Garantia de validade transacional prevenindo fraudes e informações duplicadas a partir da segurança oferecida pela própria estrutura do Blockchain;
- ✓ Constância de informação a partir do registro nos bancos de dados de todas as transações e serviços executados os dados são armazenados de maneira transparente e acessível segundo regras definidas nos algoritmos de proteção e mecanismos de autocorreção;
- ✓ Anonimato das transações em um ambiente compartilhado, garantindo que os participantes possam interagir dentro de uma cadeia com visibilidade controlada para imparcialidade dos processos quando necessário e sem perder a rastreabilidade;
- ✓ Privacidade e segurança das informações é garantida por meio da criptografia dos dados e dos diferentes níveis de acesso parametrizáveis em um Blockchain;
- ✓ Rastreabilidade transacional a partir da combinação das tecnologias de rastreamento de IPs e registros permitindo a fiscalização das transações por órgãos reguladores nacionais e internacionais garantindo a legalidade das operações;

- ✓ Transações imediatas são garantidas por mecanismos construídos dentro das redes de Blockchain realizando e finalizando as transações no menor tempo possível podendo também ser utilizados como comprovantes transacionais de recebimento, pagamento entre outros;
- ✓ Automatização das transações pode ser feita a partir de gatilhos nos nós, como por exemplo eventos de pagamento, autorizações e aprovações, de acordo com o algoritmo desenvolvido baseado no *smart contract* relacionado à transação.

Diversos modelos e aplicações são apresentados no mundo científico beneficiando-se das características do Blockchain e oferecendo valor à cadeia de suprimentos pelas soluções apresentadas em sua aplicação. A utilização do Blockchain pode ser evidenciada na cadeia de suprimentos alimentícia (Food Supply Chain), em cadeias onde a pirataria e as fraudes podem trazer prejuízos como diamantes e joias, vestuário, calçados, medicamentos, artes e até imagens via internet (TAN & THI, 2020).

A aplicação de Blockchain em cadeias de suprimentos oferece diversas vantagens aos negócios que necessitam de informações confiáveis de rastreabilidade, como por exemplo documentação de processos e dados diversos de maneira descentralizada e imutável abrindo possibilidades para a criação de diferentes modelos de negócio que oferecem maior transparência e velocidade de informação (TAVARES & IGNÁCIO, 2019).

Em um sistema de rastreabilidade de produtos baseado em tecnologia Blockchain além da própria tecnologia, deve existir a utilização de outros sistemas complementares como IoT para aquisição dos dados, tecnologia de identificação como sensores, códigos QR ou RFID, e utilização de *Smart Contracts* (TAN & THI, 2020).

3. Aplicação de Blockchain

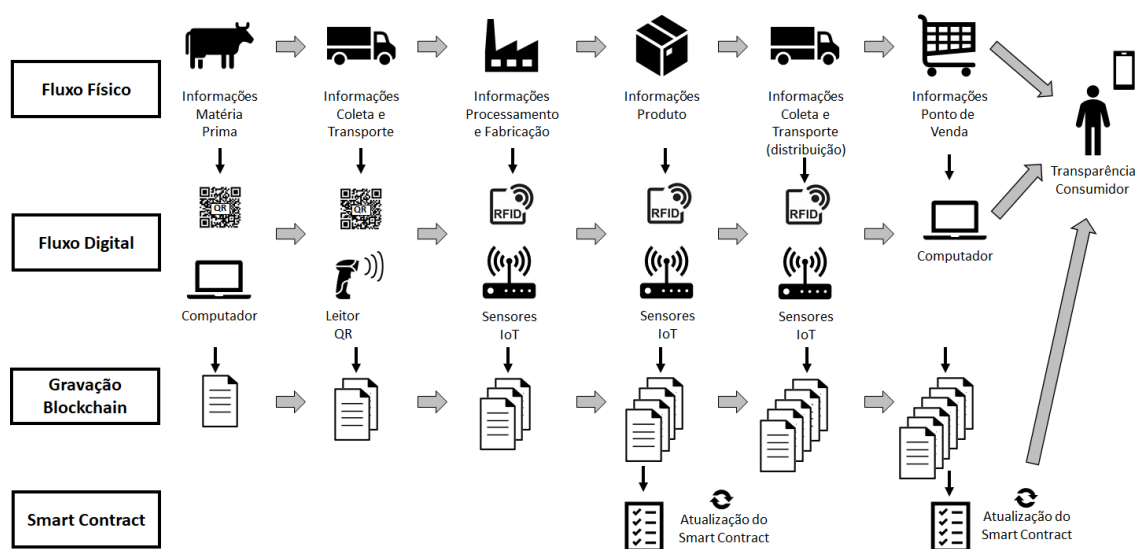
3.1 – Na cadeia de suprimentos alimentar e agronegócio

A utilização de Blockchain na cadeia de suprimentos do agronegócio surgiu em alguns países asiáticos como uma solução para garantir a confiabilidade da cadeia de suprimentos alimentícia (*FSC – Food Supply Chain*) principalmente nos mercados mais populosos em que o consumo diário de comida é intenso e complexo, causando alguns distúrbios na sociedade como contaminação e problemas de saúde por problemas relacionados ao transporte e distribuição e também aos problemas de adulteração de produtos e compras de origem duvidosa (Tan & Thi,

2020). Mesmo assim, sistemas de rastreabilidade na cadeia de suprimentos alimentícia não são frequentemente utilizados pela maioria dos mercados ao redor do mundo.

Em alguns mercados asiáticos (Vietnam) existe a utilização de sistemas de rastreamento em Blockchain para garantir a transparência e rastreabilidade do processo ao longo a cadeia permitindo ao usuário final ter acesso no momento da compra às informações de todo o processo de transformação do produto comprado desde seu início.

Figura 2 – Modelo conceitual de um sistema de rastreabilidade de produtos com Blockchain



Fonte: Adaptado de (Tan & Thi, 2020).

O fluxo se inicia com a coleta de informações de matéria prima com a identificação dos sistemas produtores a partir da instalação de um código QR por exemplo em um animal ou em um produto extraído da natureza. A sequência dos processos de extração da matéria prima, dados de qualidade e informações gerais dos produtos começam a ser gravadas a partir de entradas por computador e os registros mais básicos são formados. As informações necessárias já foram parametrizadas no dimensionamento e na criação do sistema de rastreamento.

A etapa posterior de transporte possui informações antecipadas sobre o material a ser coletado e conseguem verificar no momento do carregamento do veículo se os produtos estão realmente corretos com base nos dados ingressados no sistema na etapa anterior. Os dados do transportador, motorista, manuseio e rotas podem ser incluídos no registro, assim como informações da empresa que está recebendo. Informações da carga, condições do veículo e da viagem podem também ser coletados e adicionados à base de dados.

Na fábrica existe a etapa de processamento do produto entregue e o fracionamento pode ocorrer nesse momento por conta do processo produtivo. Todas as fases do processo podem ser gravadas em cada um dos produtos de maneira manual ou automática a partir de aplicação de IoT durante o processo de transformação. A integração com sistemas de gerenciamento de armazenagem (WMS) e sistemas de informação empresarial (ERP) auxiliam na conexão das próximas etapas, na padronização da informação, na disponibilização do conteúdo a ser gravado no Blockchain.

O estágio de distribuição seguirá um processo parecido com o estágio de transporte da matéria prima para a fábrica considerando o detalhamento da informação movimentando produtos identificados com lotes de produção. A utilização de Smart Contracts a partir desse ponto pode auxiliar nas transações diárias de abastecimento do mercado e permitir a liberação das transações sem interferência humana. Os contratos possuem todos os dados relacionados aos participantes da cadeia que devem interagir na operação, cada um com suas responsabilidades e informações de entrada esperados para execução da liberação. Adicionalmente, condições dos produtos, especificações mínimas de qualidade e outros fatores inerentes ao transporte podem ser adicionados como exigências para aceite da operação.

Nos pontos de distribuição e revenda os consumidores podem ter acesso a todo o trajeto e interferências que cada um dos produtos sofreu na cadeia de abastecimento acessando através de um dispositivo que está conectado a uma interface para usuários. O acesso garante que ele possa consultar para o produto que está em suas mãos as informações relevantes que garantem confiabilidade e transparência desde a extração das matérias primas até o final da cadeia após o processo de abastecimento.

3.1. Na indústria farmacêutica

A indústria farmacêutica aplica constantemente esforços para o desenvolvimento de automação de processos produtivos para aumento da competitividade do modelo tradicional empurrado com base em lotes de produção em massa que são controlados sistematicamente para garantir a segurança e o bem estar da sociedade com os medicamentos produzidos (Ding, 2018).

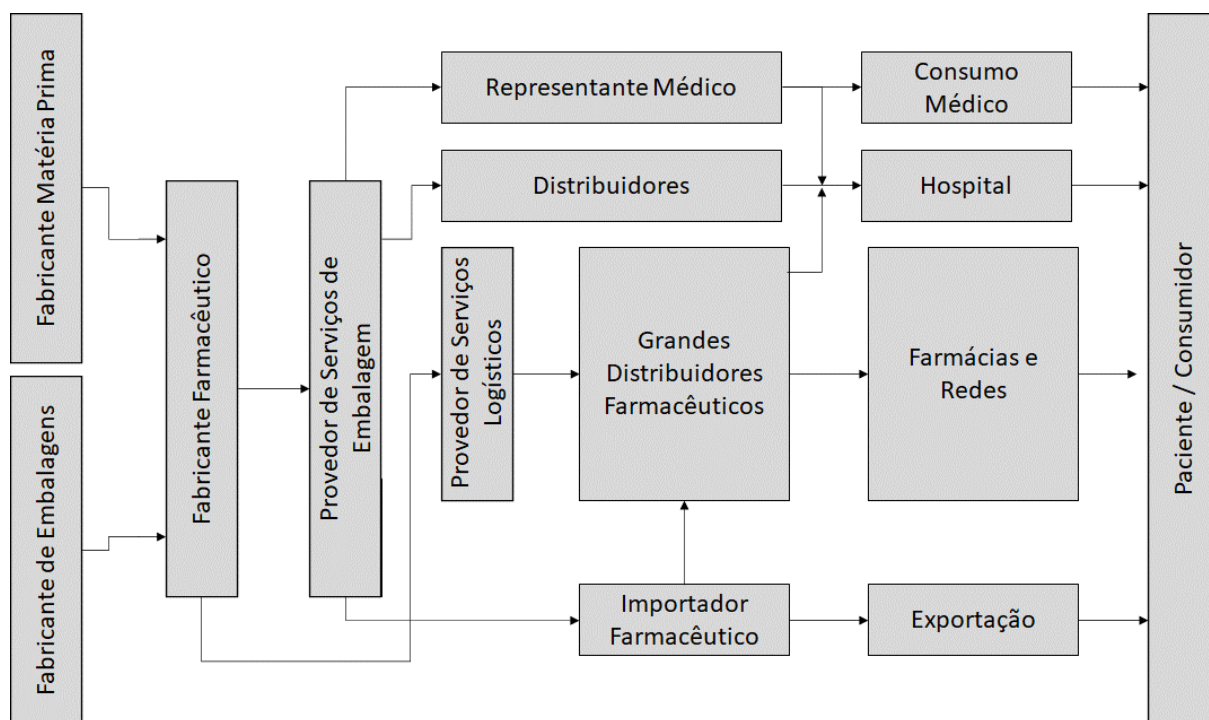
A cadeia de suprimentos farmacêutica é composta por diversos membros incluindo manufatura de produtos primários como matérias primas, princípios ativos e excipientes, manufatura de conversão de produtos, embalagem e prestadores de serviços logísticos, distribuidores e empresas de saúde como clínica e hospitais. (Ding, 2018).

As empresas farmacêuticas tem enfrentado competitividade e desafios crescentes na economia moderna incluindo aspectos de flutuação de demanda, dificuldade de previsão de volumes para abastecimento da cadeia de distribuição, políticas de saúde pública interferindo nas regras e regulamentações dos países, autorização de fabricação de medicamentos genéricos por concorrentes e necessidade de resultados financeiros (El Mokrini et al., 2016).

Os principais desafios da cadeia de suprimentos farmacêutica estão relacionados aos desafios de construção de excelência no fornecimento de itens de alto volume em um mercado altamente pulverizado e adicionalmente garantir e proteger os produtos comercializados de pirataria e falsificação ao longo da cadeia de suprimento, garantia da qualidade para produtos e drogas de temperatura controlada e roubo de produtos de maior valor agregado (Papert et al., 2016).

A visibilidade da cadeia de suprimentos farmacêutica pode ser beneficiada a partir das melhores práticas do setor, principalmente com a aplicação de tecnologia que permita o rastreamento e monitoramento das cargas movimentadas ao longo da cadeia de suprimentos. A utilização de tecnologias de autoidentificação como por exemplo etiquetas inteligentes, sensores sem fio e etiquetas de radio frequência são possíveis para solução desse desafio (Papert et al., 2016).

Figura 3 – Modelo de uma cadeia de suprimentos farmacêutica.



Fonte: adaptado de (Papert et al., 2016).

4. Discussão

Com o crescente mercado farmacêutico ao longo dos últimos anos, a necessidade de prevenção de fraudes e pirataria de drogas e medicamentos tem sido motivo de preocupação para diversos gestores das cadeias de suprimento na indústria farmacêutica ao redor do mundo. A adoção de tecnologias inovadoras combinadamente com a serialização dos produtos fabricados tem se tornado cada vez mais popular e permitido a agregação de informações para movimentação de grandes volumes de medicamento ao redor do mundo (CHIACCHIO ET AL., 2020).

A complexidade da cadeia de suprimentos farmacêutica apresenta diversas oportunidades para aplicação de novas tecnologias de rastreamento e controle de informações que podem ser utilizadas para aumentar a visibilidade da cadeia de suprimentos e garantir segurança da informação, de produtos e documentações regulatórias necessárias para o mercado fármaco.

Com base na transparência, imutabilidade e velocidade da informação oferecida pela tecnologia Blockchain, vemos uma oportunidade de aprofundamento dos estudos em modelos de aplicação dessa tecnologia na cadeia de suprimentos farmacêutica gerando diversos benefícios para atender os desafios enfrentados por esse segmento de negócio.

5. Agradecimentos

Ao CENPRO – Centro de Pesquisa em Engenharia de Produção. <https://www.cenprofca.com/>

REFERÊNCIAS

ADDO-TENKORAN, R., GWANGWAVA, N., OGUNMUYIWA, E. N., & Ude, A. U. (2019). **Advanced animal track-&-trace supply-chain conceptual framework: An internet of things approach**. *Procedia Manufacturing*, 30, 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.009>.

AZZI, R.; CHAMOUN, R.K.; SOKHN, M. **The power of a blockchain-based supply chain**. *Computers & Industrial Engineering* 135 (2019), 582 – 592.

CATALDO, A., GRIECO, A., PRETE, A. Del, CANNAZZA, G., & BENEDETTO, E. De. (2016). **Innovative method for traceability of hides throughout the leather manufacturing process**. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 86(9–12), 3563–3570. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-8489-4>.

CHIACCHIO, F., COMPAGNO, L., D’Urso, D., VELARDITA, L., & SANDNER, P. (2020). **A decentralized application for the traceability process in the pharma industry.** *Procedia Manufacturing*, 42(2019), 362–369.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.063>.

DABBENE, F., & GAY, P. (2011). **Food traceability systems: Performance evaluation and optimization.** *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(1), 139–146.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.10.009>.

DING, B. (2018). **Pharma Industry 4.0: Literature review and research opportunities in sustainable pharmaceutical supply chains.** *Process Safety and Environmental Protection*, 119, 115–130.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.06.031>.

EI MOKRINI, A., KAFA, N., DAFAOUI, E., EI MHAMED, A., & BERRADO, A. (2016). **Evaluating outsourcing risks in the pharmaceutical supply chain: Case of a multi-criteria combined fuzzy AHP-PROMETHEE approach.** *IFAC-PapersOnLine*, 49(28), 114–119.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.11.020>.

GNIMPIEBA, Z. D. R., NAIT-SIDI-MOH, A., DURAND, D., & FORTIN, J. (2015). **Using Internet of Things Technologies for a Collaborative Supply Chain: Application to Tracking of Pallets and Containers.** *Procedia Computer Science*, 56, 550–557.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.251>.

GUPTA, Manav. **Blockchain for dummies.** IBM limited edition. John Wiley & Sons. Hoboken 2017.

HAIJPOUR, V., TAVANA, M., Di CAPRIO, D., AKHGAR, M., & JABBARI, Y. (2019). **An optimization model for traceable closed-loop supply chain networks.** *Applied Mathematical Modelling*, 71, 673–699.
<https://doi.org/10.1016/j.apm.2019.03.007>.

HELO, P.; HAO, Y. **Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation.** *Computers & Industrial Engineering* 136 (2019), 242 – 251.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.023>.

IANSITI, Marco. LAKHANI, Karim. **The Truth About Blockchain.** *Harvard Business Review* 95. pp. 118-127. January-February 2017.

KUMAR, V., KOEHL, L., & ZENG, X. (2016). **A fully yarn integrated tag for tracking the international textile supply chain.** *Journal of Manufacturing Systems*, 40, 76–86.
<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2016.06.007>.

MOKHESENG, M., HORN, G. S., & KLOPPER, A. G. (2017). **Supply chain solutions to improve the distribution of antiretroviral drugs (ARVs) to clinics in rural areas: A case study of the QwaQwa district.** Health SA Gesondheid, 22, 93–104.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.hsag.2016.11.001>.

PAPERT, M., RIMPLER, P., & PFLAUM, A. (2016). **Enhancing supply chain visibility in a pharmaceutical supply chain: Solutions based on automatic identification technology.** International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 46(9), 859–884.

<https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2016-0151>.

PAPETTI, P., COSTA, C., ANTONUCCI, F., FIGORGRILLI, S., SOLAINI, S., & MENESATTI, P. (2012). **A RFID web-based infotracing system for the artisanal Italian cheese quality traceability.** Food Control, 27(1), 234–241. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.025>.

SAIKOUK, T., & SPALANZANI, A. (2016). **Review, typology and evaluation of traceability technologies: Case of the French forest supply chain.** Supply Chain Forum, 17(1), 39–53.

<https://doi.org/10.1080/16258312.2016.1181480>.

SHILLING Rose. **The Supply Chain Safe.** Food Engineering Magazine. Issue October 2018. pp.54-59.

SONG, J. M.; SUNG, J.; PARK, T. **Applications of Blockchain to Improve Supply Chain Traceability** 7th International Conference on Information Technology and Quantitative Management (ITQM 2019).

STOCK, J. R., BOYER, S. L., & HARMON, T. (2010). **Research opportunities in supply chain management.** Journal of the Academy of Marketing Science, 38(1), 32–41.

<https://doi.org/10.1007/s11747-009-0136-2>.

SUBRAMANIAN, Hemang. **Decentralized Blockchain-Based Electronic Marketplaces.** Communications of the ACM. January 2018 Vol.61 No.1.

TAN, A., & THI, N. P. (2020). **A Proposed Framework model for dairy supply chain traceability.** Sustainable Futures, 100034. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sfr.2020.100034>.

TAVARES, P., & IGNÁCIO, P. (2019). **A utilização de Blockchain na Cadeia de Suprimentos Internacional.** XXVI SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção 2019.

TÖNNISSEN Stefan, TEUTEBERG Frank. **Analyzing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies.** International

Journal of Information Management. Article in Press. 2019.

TUOMISTO, Victoria. SAEED Mohammed. **Unlocking cross-border trade**. Forum Issue I. 2018. pp. 34-35.

YLI-HUMMO, Jesse. KO, Deokyoon. CHOI, Sujin. PARK, Sooyong. SMOLANDER, Kari. **Where Is Current Research on Blockchain Technology? – A Systematic Review**. Journal PLOS One. October 3, 2016.