

Gerenciamento de Solicitação de Medicamento por Via Judicial com Blockchain

Mário A. Divino¹, Allan E. Freitas¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)
R. Emídio dos Santos,s/n – Salvador – BA – Brasil.

Abstract. *Judicial demand for medicines overloads the Unified Health System, Duplicate requests may occur due to the different possibilities in the service flow. The nature of the activity is decentralized and distributed, functioning as a consortium between public organizations involved and the blockchain can exercise integration with better traceability and manage requests with security, resilience and auditability, providing the economy and transparency necessary for the process. The proposed system works through a smart contract which will manage the tokens associated with the processes on screen. We provide a proof of concept simulating an entire scenario validated with specialists from the Health Department of Salvador. These specialists indicate that the use of the system can provide better movement control and management of medication requests with significant gains for the Unified Health System process.*

Resumo. *Demanda judicial de medicamentos sobrecarrega o Sistema Único de Saúde, podendo ocorrer pedidos duplicados devido às diferentes possibilidades no fluxo de atendimento. A natureza da atividade é descentralizada e distribuída, funcionando como um consórcio entre organizações públicas envolvidas e blockchain pode exercer a integração com melhor rastreabilidade e gerenciar as solicitações com segurança, resiliência e auditabilidade, proporcionando a economia e a transparência necessárias ao processo. O sistema proposto funciona por meio de um contrato inteligente que fará o gerenciamento dos tokens associados aos processos em tela. Fornecemos uma prova de conceito simulando todo um cenário validado com especialistas da Secretaria de Saúde de Salvador. Esses especialistas indicam que o uso do sistema pode proporcionar melhor controle da movimentação e gerenciamento da solicitação de medicamentos com ganhos significativos para o processo do Sistema Único de Saúde.*

1. Introdução

No Brasil, os pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS) que possuem receita médica, podem obter o medicamento imediatamente se estiver disponível nas unidades de saúde municipais ou estaduais. O problema é que a lista de remédios passa por constantes ajustes. Com essa dinâmica, alguns fármacos ficam indisponíveis na rede de atendimento. No entanto, eles podem ser insubstituíveis para a eficácia dos tratamentos. Essa demanda não atendida vai de encontro ao direito à saúde, presente na constituição brasileira, merecendo, assim, tratamento especial por parte dos órgãos de direito. Para cumprir o direito

acima mencionado, o Estado permite ao cidadão ingressar na justiça com ação individual, ajuizando ação civil pública. Após abertura do processo, o paciente solicita o medicamento a uma das secretarias de saúde, que passa a ser responsável pela logística de compra e entrega dos insumos médicos [Macedo et al. 2011]. A falta de integração entre os sistemas de informação das entidades foi um problema levantado em entrevista com a gestão farmacêutica do município de Salvador. Sem a integração, as solicitações podem ser atendidas por mais de uma secretaria, gerando solicitações duplicadas e perda de receita para o estado.

Diferentes políticas estão sujeitas a inconsistências, dificultando a rastreabilidade e fragilizando a auditoria do processo judicial. Blockchain é adequado para o desenvolvimento de soluções relacionadas à rastreabilidade, pois as transações são imutáveis, os dados trafegam de forma segura e descentralizada e oferecem auditoria confiável [Zhang et al. 2016].

Ao contrário dos sistemas que utilizam bancos de dados centralizados, blockchain mantém os dados distribuídos entre os participantes da rede. Blockchain também utiliza algoritmos de consenso para garantir que todas as máquinas estejam sincronizadas e tenham as mesmas informações.

Este trabalho tem como objetivo apresentar um sistema blockchain para integrar as instituições, fortalecendo a rastreabilidade, a confiabilidade e a transparência no serviço público brasileiro.

2. Método

Através de entrevistas com a gestão farmacêutica do município de Salvador, identificamos que a falta de integração entre os órgãos públicos quanto aos pedidos judiciais de medicamentos é um problema significativo a ser resolvido. Um questionário básico foi aplicado para consolidar os requisitos. Mapeamos as regras de negócio e as validamos com o corpo gerencial. Na fase de implementação, desenvolvemos a plataforma blockchain proposta. Para , rodamos um ambiente simulado com os seguintes nós representando os atores desse processo: Secretaria Municipal de Saúde, Ministério Público e Secretaria Estadual de Saúde. Com o desenvolvimento da plataforma, avaliamos o tempo de execução e a funcionalidade dos contratos inteligentes.

3. Medicamentos Judicializados no Brasil

O direito à saúde é garantido pela Constituição Federal do Brasil e o Estado deve garantir os meios de atendimento. A saúde é um direito fundamental para o exercício dos demais direitos humanos.

A promoção da saúde igualmente exercida entre os cidadãos não é satisfeita se o tratamento adequado for fornecido para alguns e não para outros. A oferta de remédios faz parte desse conjunto de ações sociais e também não atende a todos. A solicitação de medicamentos por via judicial é um instrumento de ajuste e faz parte de um evento conhecido no Brasil como judicialização da saúde [Batistella et al. 2019].

3.1. Impacto Financeiro e Tempo de Atendimento

O alto investimento na judicialização da saúde tem implicações orçamentárias significativas para o Sistema Único de Saúde (SUS), pois acarreta altos gastos não previstos pelos

gestores públicos. Segundo o Tribunal de Contas da União (TCU) foi gasto em 2015, **1 bilhão** de reais em ações judiciais relacionadas à saúde [Batistella et al. 2019].

O tempo de atendimento nas demandas judiciais por medicamentos é fator crucial na assistência terapêutica. O tempo médio de atendimento em Londrina entre 2011 e 2017 ultrapassou **900 dias**, o que torna o serviço ineficaz para evitar o agravamento do problema ou a manutenção da vida dos pacientes. [Batista et al. 2020].

4. Fluxo da Solicitação Judicial na Blockchain

A Figura 1 apresenta o fluxo do processo judicial como um ativo da rede blockchain. O paciente se desloca até a unidade de saúde em busca do medicamento e, se encontrado, será atendido na farmácia da unidade; caso contrário, segue para o órgão judicial para abrir uma ordem judicial, que inicia a interação com o sistema blockchain. Para atender ao cidadão, o órgão judicial verifica o laudo médico e abre a solicitação judicial, encaminhando o processo para o blockchain e tornando-o um ativo digital da rede, acessível a todos os órgãos públicos do consórcio. Com o processo aberto, o paciente vai até uma das secretarias, que então consulta no blockchain e assume o processo para atendimento, solicitando a compra do medicamento. Todas as operações são enviadas para o sistema e os cidadãos podem monitorar os movimentos até a chegada do fármaco.

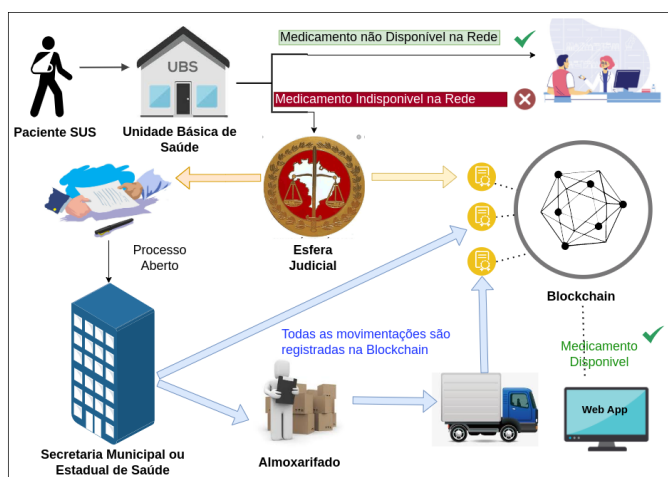


Figura 1. **Big Picture** com o fluxo de todo o processo de solicitação judicial de medicamento e a interação com a blockchain

5. Apresentando o Sistema Blockchain

Para o desenvolvimento do sistema, utilizamos os *frameworks* **Hyperledger Fabric** [Androulaki et al. 2018] e **Minifabric** [Lodi et al. 2021], onde todos os *peers* são clientes e servidores, não permitindo assim a centralização das informações em nenhuma instituição. O controle entre as entidades ocorre sem qualquer hierarquia tecnológica ou institucional, obedecendo apenas às regras de negócio presentes no contrato inteligente digital.

Os *scripts* e artefatos de rede foram gerados por meio do *framework* Minifabric, como a configuração da organização, arquivos de conexão e materiais criptográficos que são as credenciais de acesso de cada nó da rede.

O algoritmo de consenso implementado é o **Raft** [Tang et al. 2022] que permite replicação tolerante a falhas, exceto para falhas bizantinas. O protocolo é utilizado em sistemas distribuídos para gerenciar e manter a consistência dos logs que registram as mensagens replicadas entre os nós da rede. No sistema blockchain proposto, existe um nó ordenador em cada uma das organizações, formando o grupo que participa do consenso. Dinamicamente por quorum/voto, o protocolo escolhe o nó líder (que pode ser qualquer uma das organizações) para coordenar o consenso. Os nós seguidores recebem mensagens “heartbeat” do líder informando-os de que está ativo. Suponha que o líder não envie essas mensagens; nesse caso, os seguidores iniciam uma nova eleição e um se torna o líder, aplicando-se assim a tolerância a falhas. Cada nó de ordenação mantém uma máquina de estado finito [Tang et al. 2022] que avalia coletivamente as entradas recebidas, garantindo que a sequência seja consistente em todos os nós. O Raft promove o determinismo impedindo que bifurcações ou ramificações paralelas de blocos de dados existam na rede. Para que o algoritmo funcione com três participantes inicialmente, pelo menos duas das organizações precisam estar ativas.

Quando uma ação judicial começa, todas as organizações verificam se a assinatura da transação é do autor que a criou, então todos endossam e confirmam o processo em sua blockchain local. O canal compartilhado entre a instituição funciona como um consórcio onde apenas os participantes autorizados podem operar no *ledger* ou livro razão distribuído.

As operações são disponibilizadas e controladas pelo contrato inteligente por meio das permissões específicas para cada parte integrante.

O sistema blockchain compreende a rede Fabric com um **chaincode (contrato inteligente)** em **Node.js**, uma API da Web que fornece operações de blockchain e um aplicativo da Web que consome a API da Web e faz a interface do operador.

5.1. Aplicação Web, API e Contrato Inteligente

A aplicação web foi desenvolvida em Node.js no back-end e Vue.js no front-end. Este front-end fornece interfaces para registro e movimentação do processo judicial, monitoramento, auditoria e um Dashboard gerencial. As transações são enviadas para o contrato inteligente (chaincode) através de requisições de API no servidor web. Todas as validações de regras de negócios são realizadas em chaincode com retornos de sucesso ou erro no envio das transações.

5.2. Criando um processo judicial como um ativo da blockchain

Para criar um processo judicial como um ativo ou *asset* da blockchain, o usuário do órgão acessa a opção de cadastro no menu lateral e informa o número do processo instaurado no órgão, a apresentação do medicamento e o respectivo número de registro da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Primeiramente, verifica-se no contrato inteligente se o usuário pertence ao órgão judicial, permitindo ou não a execução, posteriormente se este processo já ocorreu encontra-o como um ativo na blockchain e o sistema retornará um erro; caso contrário, o processo será criado como um ativo e comunicado a outras instituições da rede. Todos os dados pessoais dos cidadãos/pacientes permanecem sob custódia dos órgãos públicos, não sendo armazenada nenhuma informação sigilosa na blockchain. A tela de registro no aplicativo da web é mostrada na figura 2.

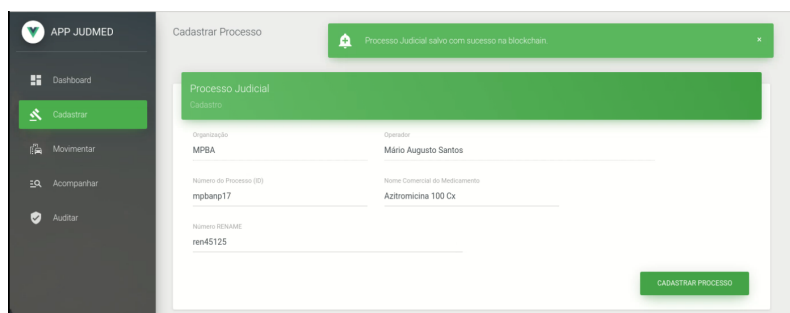


Figura 2. Tela de Cadastro do Ativo / Processo Judicial

5.3. Dashboard Gerencial

O Dashboard na figura 4 demonstra exemplos de dados úteis para gerenciamento. Nesta simulação, 81 processos legais foram criados na esfera jurídica; no entanto, apenas 40 chegaram às secretarias e apenas 2 processos foram concluídos. Apresenta também um ranking dos medicamentos mais solicitados. Esses dados podem gerar ações de melhorias na gestão das solicitações.

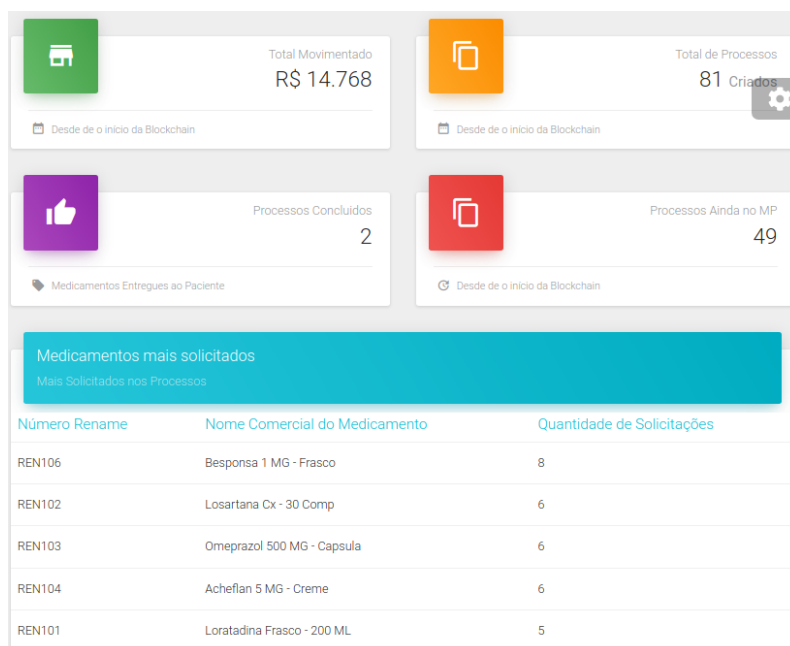


Figura 3. Tela de Dashboard Gerencial

6. Avaliação Experimental

A avaliação experimental ocorreu junto a profissionais da Secretaria Municipal de Salvador e teve o intuito de checar se os objetivos da criação deste produto foram atendidos, efetivando a prova de conceito. A rede blockchain foi simulada com uma máquina hospedeira representando dois nós (secretaria municipal e órgão judicial) e uma máquina virtual representando um nó (secretaria estadual). Foi avaliada a integração das organizações através do consórcio privado, testando o fluxo, operações e permissões na blockchain. Não foram testados em cenário real os aspectos técnicos da integração da rede entre as

organizações públicas. As transações submetidas levaram em média **5 segundos para serem confirmadas após o consenso** com o protocolo **Raft**, o que pode ser otimizado quando implantada em máquina servidora com mais recursos de infra-estrutura.

7. Conclusão

Integrar organizações com blockchain traz os benefícios de descentralização, transparência, resiliência e irrefutabilidade. O acompanhamento possibilita a obtenção de dados com agilidade, e a análise das informações por meio do *dashboard* deve proporcionar uma melhoria contínua em todo o fluxo. Neste artigo, demonstramos como a blockchain pode ajudar os sistemas de saúde pública e aos pacientes, permitindo mecanismos de entrega de medicamentos e informações sobre a movimentação de ativos sem armazenar nem expor dados confidenciais. Houve controle sobre quem poderia acessar e executar cada função, demonstrando a eficácia do *chaincode*. Ao verificar a existência do mesmo processo legal na blockchain, evitou-se a duplicidade. As transações enviadas levaram, em média, 5 segundos para serem confirmadas após o consenso. O tempo de execução também pode ser otimizado quando implantado em uma máquina servidora com mais recursos de infraestrutura. A adoção desse modelo de integração deve melhorar o tempo de entrega de medicamentos e a gestão do processo judicial, que é movimentado e controlado como um ativo da blockchain.

Referências

- Androulaki, E., Barger, A., Bortnikov, V., Cachin, C., Christidis, K., De Caro, A., Enyeart, D., Ferris, C., Laventman, G., Manevich, Y., et al. (2018). Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains. In *Proceedings of the thirteenth EuroSys conference*, pages 1–15.
- Batista, A. B. R. et al. (2020). A judicialização da saúde e a questão do fornecimento de medicamentos pelo ente estatal.
- Batistella, P. M. F., Ferrari, R. P., Girotto, E., Pieri, F. M., Rossaneis, M. A., Aroni, P., and Haddad, M. d. C. F. L. (2019). Judicialização na saúde em município de grande porte. *Reme: Revista Mineira de Enfermagem*, 23.
- Lodi, G. C. et al. (2021). Sistema de monitoramento dos processos de manutenção e vida de produto utilizando a tecnologia blockchain. Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Macedo, E. I. d., Lopes, L. C., and Barberato-Filho, S. (2011). Análise técnica para a tomada de decisão do fornecimento de medicamentos pela via judicial. *Revista de Saúde Pública*, 45:706–713.
- Tang, H., Yi, W., Zhao, Y., Huang, J., Xiong, H., and Li, Q. (2022). Improved raft algorithm for optimizing authorized nodes based on random forest. In *2022 XXV International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM)*, pages 279–282. IEEE.
- Zhang, J., Xue, N., and Huang, X. (2016). A secure system for pervasive social network-based healthcare. *Ieee Access*, 4:9239–9250.