



Análise da utilização de drones na distribuição de vacinas no cenário brasileiro de pandemia

Jardel Vilarino Santos da Silva

Centro Universitário Anhanguera Pitágoras Ampli

jardelvilarino@gmail.com

Ana Paula de Oliveira Pinto

Centro Universitário Anhanguera Pitágoras Ampli

engenhariaquimica.paula@gmail.com

Paulo Henrique Bellan

Centro Universitário Anhanguera Pitágoras Ampli

phbellan13@gmail.com



ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE DRONES NA DISTRIBUIÇÃO DE VACINAS NO CENÁRIO BRASILEIRO DE PANDEMIA

J. V. S. Silva, A. P. O. Pinto, P. H. Bellan

RESUMO

Os programas de imunização em países de baixa renda e dimensões continentais como o Brasil enfrentam inúmeros desafios na obtenção e distribuição de vacinas essenciais para salvar vidas. Em paralelo, a utilização de drones se expandiu consideravelmente nos últimos anos devido à sua fácil usabilidade, aliada à capacidade de superar terrenos de difícil acesso, de forma ágil e segura, podendo substituir frotas de veículos que exigem manutenção dispendiosa e impactam diretamente o meio ambiente devido à emissão de gases poluentes. Considerando todo esse contexto, além da atual situação de pandemia, este estudo exploratório tem o objetivo de analisar e propor um *framework* da cadeia de suprimentos de vacinas operado parcialmente por drones. Para viabilizar essa análise, utilizou-se o software HERMES, ferramenta de modelagem de cadeias de suprimentos orientada à eventos, incluindo representações do fluxo de vacinas, instalações, infraestrutura de armazenamento, transporte, roteirização e pessoal envolvido na cadeia de suprimentos.

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Cadeia de Suprimentos da Saúde

Em 1973 foi instituído no Brasil o Programa Nacional de Imunizações (PNI) com o objetivo de coordenar as ações de imunizações que se caracterizavam, até então, pela descontinuidade e pela reduzida área de cobertura. Já em 1977 foi publicada a primeira edição de normas e instruções sobre vacinação, parte integrante do manual de vigilância epidemiológica e imunizações, que dentre outras determinou o primeiro calendário básico de imunização, bem como criou a caderneta de vacinação (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

Desde então, ocorreram várias atualizações do PNI com o objetivo de aprimorar as ações desenvolvidas, disseminando os procedimentos relativos aos fluxos de vigilância em saúde, incluindo novas vacinas e ampliando o calendário de imunização. Hoje, o Brasil disponibiliza mais de 300 milhões de doses anuais através de cerca de 35 mil salas de vacinação (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014), o que considerando as suas

dimensões continentais e alta taxa de desigualdade social configuram um enorme desafio logístico para manutenção da cadeia de suprimentos de vacinas.

De acordo com Reis & Perini (2008) a cadeia de abastecimento da saúde é bastante complexa, ao incluir diferentes *stakeholders* tais como laboratórios nacionais e internacionais, fornecedores de insumos farmacêuticos, distribuidores, farmácias (de rede e independentes) além do mercado institucional (que abrange os hospitais públicos e privados, clínicas, secretarias municipais e estaduais de saúde e o próprio Ministério da Saúde).

O grande número de especificidades e especialidades deste mercado, além dos problemas inerentes relacionados à segurança, armazenagem e programação de entregas contribuem para aumentar a complexidade da cadeia, exigindo uma sintonia fina das decisões dos gestores de saúde com os setores atacadistas, varejistas e fabricantes de produtos para saúde (MACHLINE & AMARAL JÚNIOR, 1998). Para garantir a eficiência e a eficácia das operações, é importante uma visão integrada da cadeia de abastecimento envolvendo todos os responsáveis pela logística. A seguir, a Figura 1, correlaciona os principais *stakeholders* da cadeia de abastecimento da saúde:

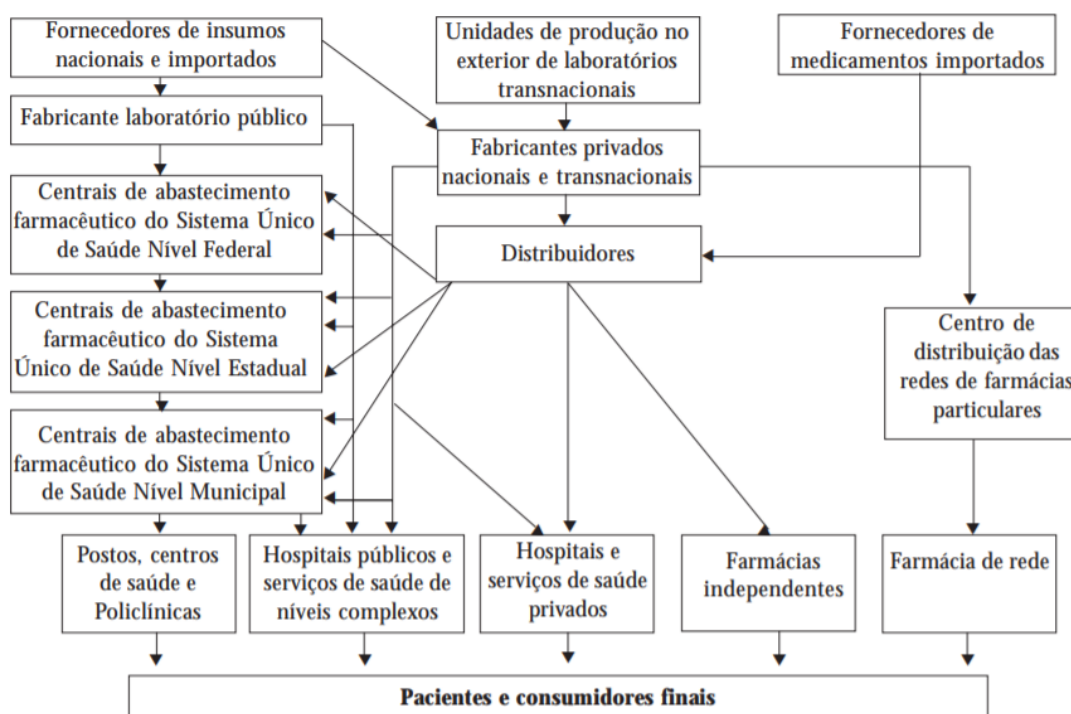


Figura 1 - Cadeia de abastecimento farmacêutico (Machline & Amaral Júnior, 1998).

Dada tamanha complexidade, um levantamento realizado pela Pesquisa Nacional sobre Acesso, Utilização e Promoção do Uso Racional de Medicamentos mostra que os problemas relacionados ao transporte de medicamentos e vacinas se distribuem desigualmente entre as regiões brasileiras, sendo a situação mais frequente a falta de veículos para as entregas, sobretudo nas regiões Nordeste e Norte. Nesse contexto, conforme mostra a Figura 2, a insuficiência de veículos para o transporte de medicamentos e vacinas leva à utilização de veículos inadequados, situação que também é predominante na região Norte (PNAUM, 2015 *apud* COSTA *et al.*, 2017).

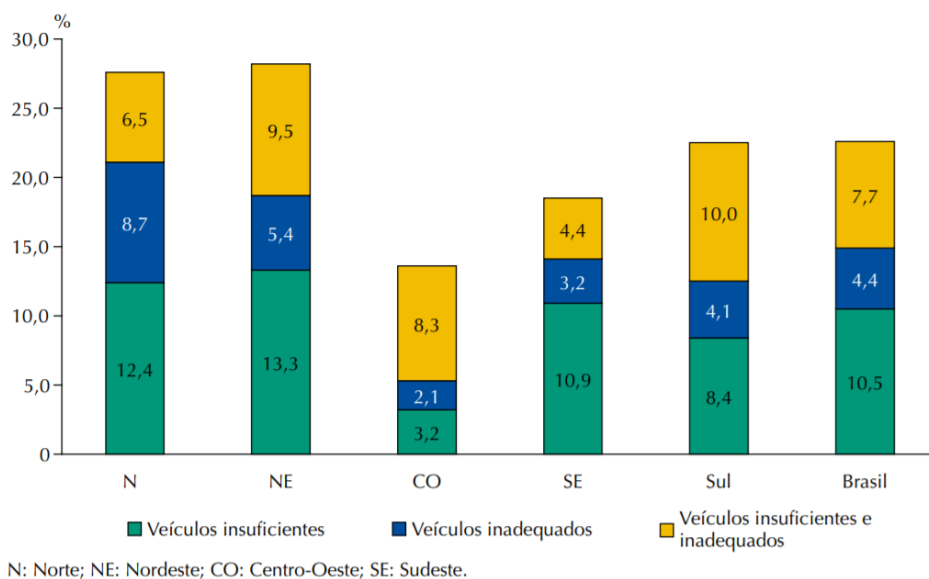


Figura 2 - Problemas de transporte de medicamentos e vacinas na atenção básica municipal conforme regiões do Brasil (PNAUM, 2015).

Os dados do levantamento e a complexidade da cadeia de suprimentos da saúde deixam claro as dificuldades logísticas encontradas para manter as instituições de saúde abastecidas regularmente. Diehl *et al.* (2016) acrescentam que a distribuição de medicamentos e vacinas é uma atividade que consiste em suprir as unidades de saúde com insumos em quantidade, qualidade e também no tempo oportuno.

É com o objetivo de atender esses aspectos na logística de distribuição de vacinas, sobretudo em locais de difícil acesso, que a solução de entrega através de drones, a ser detalhada no próximo item, se propõe neste estudo.

1.2 O Uso de Drones na Cadeia de Suprimentos da Saúde

No Brasil, os drones ou então as aeronaves não tripuladas, nomenclatura oriunda do termo inglês *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) são subdivididas em três categorias: *Remotely Piloted Aircraft* (RPA), Aeromodelos e Autônomas. As duas primeiras possuem características semelhantes, são aeronaves não tripuladas e pilotadas a partir de uma estação de pilotagem remota. Contudo, as RPA, diferentemente dos aeromodelos, podem ser utilizadas com a finalidade não recreativa e portanto podem se integrar ao tráfego aéreo. Já as aeronaves não tripuladas e classificadas como autônomas possuem a característica de não permitir a intervenção humana, uma vez iniciado o voo (BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA, ICA 100-40, 2020).

Os drones ou UAVs, como ferramenta profissional, permitem o incremento na acurácia dos resultados, na redução de tempo dispendido em processos de rotina e, quando utilizados em ambientes específicos, possibilitam ações que podem aumentar o apoio em determinados setores, dentre os quais se destacam aqueles que estão diretamente ligados à manutenção da vida e à redução do sofrimento das pessoas, como o setor da saúde (BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA, MCA 56-1, 2020).

Nesse contexto, os UAVs são indicados para o transporte da cadeia de suprimentos de saúde, principalmente para a entrega de pequenos itens que são demandados com urgência e em

locais de difícil acesso. Uma vez que os drones não dependem de um complexo viário bem desenvolvido, possíveis problemas, tais como infraestrutura de transporte deficiente, estradas bloqueadas por clima severo, desastres ambientais, acidentes rodoviários ou casos de tráfego congestionado deixam de ser entraves logísticos. Por esses motivos, o uso de drone tem atendido aplicações que incluem a entrega de bolsas de sangue, remédios, desfibriladores, inaladores, bem como vacinas (SCOTT & SCOTT, 2020).

Em um breve contexto histórico podemos citar a empresa *Flirtey* que utilizou UAVs para a entrega de suprimentos médicos nas áreas rurais do estado de Virgínia nos Estados Unidos (WRIGHT, 2015), ou a parceria entre a empresa logística UPS e a fabricante *Matternet* que testou UAVs para distribuição de suprimentos médicos no Butão e na Papua Nova Guiné (BURROWS, 2015; MSF, 2014). A *Matternet* também atuou na entrega de medicamentos no Haiti após o terremoto de 2010 e na República Dominicana (CHOI-FITZPATRICK *et al.*, 2016).

Na Alemanha, a DHL Parcel pesquisou três gerações de drones para a entrega de itens de saúde. A primeira geração dos drones, chamados *Parcelcopter*, viajou uma distância de um quilômetro para entregar amostras de sangue na cidade de Bonn. A segunda geração, em 2014, realizou a entrega de medicamentos e outros materiais de urgência médica por três meses para a cidade de Juist, uma das remotas ilhas alemãs do Mar do Norte, viajando diariamente doze quilômetros em mar aberto (AGATZ *et al.*, 2015; VARNHOLT, 2016). De janeiro a março de 2016, a terceira geração do DHL *Parcelcopter* entregou de mais de 130 pacotes de medicamentos em duas aldeias alpinas da Baviera (SCOTT & SCOTT, 2020).

Já a companhia *Zipline* (anteriormente conhecida como *Stork*) propôs utilizar os UAVs para transportar bolsas de sangue para atender o *Ifakara Health Institute* na Tanzânia (EICHLEAY *et al.*, 2016). A mesma empresa, *Zipline*, operou a entrega de bolsas de sangue e vacinas para 20 clínicas em Ruanda (SCOTT & SCOTT, 2020; KHAZAN, 2016; PREIMESBERGER, 2016; TILLEY, 2016).

Por sua vez, a UNICEF está testando a viabilidade de UAVs para transportar testes e amostras de laboratório em Malawi (OCHIENG *et al.*, 2020). Já a *Delft University of Technology* testou UAVs para entregar desfibriladores para casos de parada cardíaca na Holanda (HALLEWAS & MOMONT, 2014). Da mesma forma, um estudo realizado em Toronto, Canadá, analisou o uso integrado e o modelo de tráfego aéreo para a entrega de desfibriladores em casos de paradas cardíacas fora do hospital, tanto em áreas urbanas quanto rurais (BOUTILIER *et al.*, 2017).

Em outro estudo, pesquisadores demonstraram, usando uma modelagem de simulação da cadeia de abastecimento de vacinas na província de Gaza, Moçambique, que um sistema de drones poderia aumentar a disponibilidade de vacinas e diminuir custos em uma ampla gama de situações (HAIDARI *et al.*, 2016). Mais recentemente, em maio de 2020, a UPS (2020) começou a operar um novo serviço de entregas por drones no estado da Flórida, Estados Unidos, atuando durante a pandemia na logística de farmácias.

Na Tabela 1, Wuerbel (2017) sintetiza algumas das experiências de empresas com o uso de drones na cadeia de suprimentos da saúde citadas anteriormente, dentre outras, apresentando informações adicionais a respeito das características dos drones tais como o peso máximo de decolagem (PMD), finalidade da operação, e os países onde ocorreram as entregas.

Tabela 1 – Exemplos de uso comercial de Drones (Adaptado de Wuerbel, 2017)

Drone/Empresa	PMD (Kg)	Autonomia (Km)	Vel. Máx. (Km/h)	Finalidade da Operação	País
Zipline	1,5	150	100	Bolsas de Sangue, Medicamentos e Vacinas	Ruanda
Vayu	2,2	60	75	Amostras Laboratoriais	Madagascar
Matternet	2,0	20	50	Amostras Laboratoriais	Vários
Flirtey	2,5	32	*	Suprimentos Médicos	USA e NZ
Wingcopter	2,0	100	130	*	Alemanha
Drones for Development	2,0	100	100	Medicamentos	Gana
Quantum System TRON	2,0	160	80	*	Dubai
Wings for Aid	100,0	200	*	Suprimentos Médicos	Vários
Afrotec EPFL Red Line	10,0	50	*	Medicamentos	*
Kestrel Autel Robotics	2,0	100	65	*	*
UPS Workhorse Horsefly	4,5	*	72	Medicamentos	USA
DHL Microdrones	2,0	8,3	70	Suprimentos Médicos	Alemanha

* Sem Informação/Diversos Casos

1.3 Normativa para Utilização de Drones no Brasil

Com o passar do tempo, a evolução tecnológica, a análise de dados históricos, a maturação dos setores que utilizam os drones no Brasil, assim como a elevação do profissionalismo de seus usuários, foi possível estabelecer novos parâmetros para os voos de drones, os quais, quando cumpridos em sua íntegra, permitem a utilização do espaço aéreo sem colocar em risco a segurança de outras aeronaves, das pessoas, animais e propriedades.

Nesse sentido a normativa publicada por Brasil, Ministério da Defesa, MCA 56-1 (2020) determina as condições as quais é autorizada a utilização de drones nas operações em apoio à manutenção dos serviços considerados essenciais. São considerados serviços essenciais as atividades típicas de prevenção, em proveito da vida e do bem-estar das pessoas e, em última instância, aquelas que venham a contribuir com a redução do sofrimento, onde podemos citar os serviços de assistência médica e hospitalar.

Por sua vez a instrução de Brasil, Ministério da Defesa, MCA 56-3 (2020) discorre sobre a autorização de voos com aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos Órgãos ligados aos Governos Federal, Estadual ou Municipal, autorizando Secretarias (como a de Saúde), Autarquias e Fundações Públicas (como vários hospitais), Organizações Militares (como o Corpo de Bombeiros), dentre outros órgãos operarem drones, desde que voltados para prestação de serviços essenciais e proveito do Órgão.

Neste contexto, são autorizados a utilização de drones cujo peso máximo de decolagem (PMD) seja igual ou inferior a 25 quilogramas, sem menção ou restrição quanto ao tipo (asas fixas, asas rotativas, ornitópteros etc.), tamanhos ou performances. Entretanto, restringe-se ao tipo de Operação em Linha de Visada Visual (VLOS), ou seja, voos onde o piloto mantém o contato visual direto (sem auxílio de lentes, exceto as corretivas, ou outros equipamentos)

com a aeronave, de modo a conduzir o voo com as responsabilidades de manter o afastamento de outras aeronaves, bem como de evitar colisões com obstáculos, e respeitando uma altura máxima de 120 metros acima do nível do solo (em zonas com área de voo plena).

Considerando as limitações da regulamentação brasileira, tais como altura máxima de voo e necessidade de operação VLOS, a maioria dos modelos de drones disponíveis no mercado e citados por Wuerbel (2017) poderiam operar no Brasil com sobras de suas capacidades, conforme as características descritas na Tabela 2.

Tabela 2 – Modelos e Características dos Drones.

Atributos	Drone de Asa Fixa	Drone Multi-Rotor	Drone Híbrido
Utilizado por empresas como:	Zipline e Wings for Aid	Flirtey e Matternet	Drones for Development e Vayu
Tipo	Semelhante a um Avião	Semelhante a um Helicóptero, Quad-Copter ou Octa-Copter	Combinando as vantagens de um Drone de Asa Fixa e Multi-Rotor
Velocidade	Alta Velocidade (>100 Km/h)	Média Velocidade (de acordo com o PMD)	Alta Velocidade (>100 Km/h)
Autonomia Máxima	Longas Distâncias (Até 150Km)	Curtas Distâncias (Até 20Km)	Longas Distâncias (Até 80Km)
Peso Máximo de Decolagem	Entre 1,5 e 4,5 Kg	Até 4,5 Kg	Até 5,0 Kg
Tipo de Pouso e Decolagem	Requer pista de pouso e catapulta.	Decolagem e pouso vertical.	Decolagem e pouso vertical
Tipo de Operação	Viagem única em um sentido e sem retorno	Possibilidade de múltiplas viagens com substituição da bateria	Possibilidade de múltiplas viagens com substituição da bateria
Custo de Aquisição	Drone não disponível para venda, apenas para acordos específicos.	Faixa de \$5.000 até \$7.500	Faixa de \$5.000 até \$30.000
Outras Despesas	Opção de pára-quedas para soltar suprimentos	Custos de manutenção tais como troca do motor, hélice ou bateria após cerca de 1.000 ciclos	Custos de manutenção tais como troca da bateria após 12 meses. Vida útil do Drone estimada em 5 anos.
Fotos Ilustrativas			

O sistema de saúde local é composto, atualmente, de um hospital de média complexidade, 15 unidades básicas de saúde (UBS), sendo uma para atendimento das comunidades ribeirinhas e outra no pólo petroquímico de Urucu. Além disso, há um Instituto Tropical de Medicina, um barco hospital para cobrir todas as comunidades ribeirinhas, um Laboratório Central de Análises Clínicas, um Núcleo de Vigilância Sanitária, uma Policlínica e um Centro de Atenção Psicossocial (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, CNESNet, 2020). Também baseado nos dados de Brasil. Ministério da Saúde, CNESNet (2020) foi levantado que o Sistema Único de Saúde (SUS) no município possuía um capital humano composto por 49 médicos, 41 enfermeiros, 14 cirurgiões dentista, 5 fisioterapeutas, 9 farmacêuticos, 8 técnicos de enfermagem e 130 auxiliares de enfermagem, atuando tanto na zona urbana como rural, e capazes de administrar as vacinas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Design do Framework da Cadeia de Suprimentos com o software HERMES

A cadeia de suprimentos de vacinas em Coari e a qual iremos nos basear no estudo de caso para definição do *framework* da solução, consiste em três camadas: Administração geral na capital Manaus, *Hubs* da cidade de Coari e Unidades Básicas de Saúde. Nesse modelo o Hospital Regional e a Unidade de Vigilância em Saúde da Gerência de Endemias (*hubs* de Coari) recebem semanalmente as vacinas do Complexo Regulador do Amazonas utilizando transporte pluvial (embarcações). Em caso de necessidade são realizadas viagens adicionais, de acordo com a demanda e considerando a infraestrutura para armazenamento refrigerado em Coari. Por sua vez, os *hubs* de Coari, ou seja, o Hospital Regional e a Unidade de Vigilância em Saúde distribuem as vacinas para as 15 UBS e demais clínicas todos os meses, usando uma combinação de entregas de caminhões e/ou motocicletas, e finalmente nas UBS, os profissionais de saúde, armazenam e administram as vacinas para a população.



Figura 4 – Localização das Unidades Básicas de Saúde e dos *Hubs* de distribuição de vacinas no modelo proposto para a cidade de Coari/AM.

No novo *framework*, cuja cadeia de suprimentos de vacinas é operada parcialmente por drones, modelou-se uma proposta onde os armazéns da administração geral na capital Manaus entregam as vacinas semanalmente aos mesmos dois *hubs* de Coari (mesma

frequência, modal de transporte e organização), mas por sua vez são utilizados drones por meio de remessas expressas enviadas de acordo com a demanda apresentada pela população nas 19 unidades básicas de saúde (Figura 4).

Os cenários de modelagem presumiram que cada drone poderia transportar 1,5 litros de vacinas para um centro de saúde distante até 75 quilômetros de seu *hub*, um alcance e carga útil dentro das especificações de drones atualmente disponíveis. Para levar em conta os drones atuais e modelos futuros, variou-se as características básicas de autonomia e peso transportado, bem como a população atendida e o calendário de vacinas, visando identificar as condições necessárias para que a utilização dos drones fosse vantajosa. A Figura 5 ilustra o modelo de *framework* proposto e utilizado nas simulações através do software HERMES.

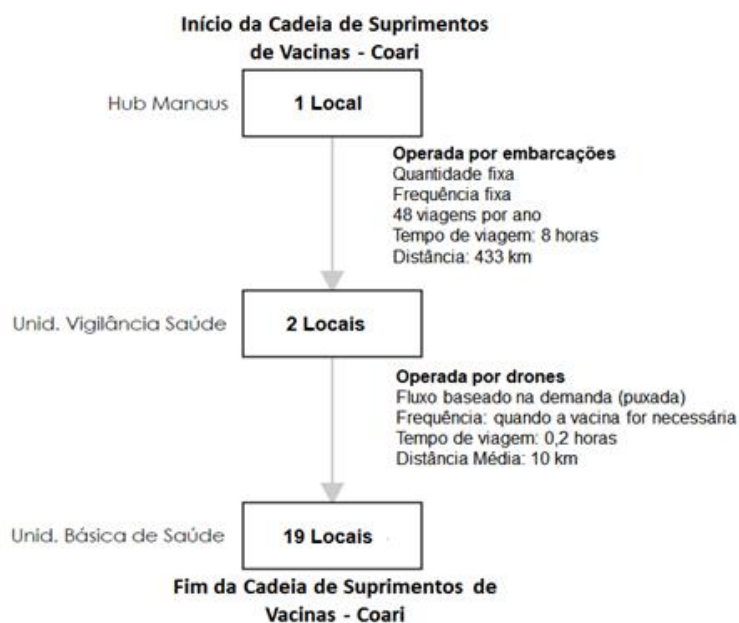


Figura 5 – Modelo de *Framework* construído no Software HERMES para a Cadeia de Suprimentos de Vacinas em Coari/AM.

3.2 Análise Comparativa dos Resultados e Discussões

Analisando comparativamente como ocorre hoje a distribuição de vacinas na cidade de Coari e como ocorreria no cenário onde a operação fosse parcialmente realizada por drones, pode-se notar do ponto de vista positivo o incremento na disponibilidade das vacinas para a população (cujas simulações mostraram índices médios acima de 90%). Acrescenta-se que nas simulações a disponibilidade era limitada não pela operação ou características dos drones, mas sim pela falta de estoque ocasionada pelo transporte entre Manaus e Coari ser feito em frequência fixa e as vezes insuficiente para suprir uma alta demanda (por exemplo um surto de contágio) entre uma viagem e outra (geralmente as viagens são semanais e operadas por barcos que tardam cerca de 8 horas no trajeto em condições boas de navegação).

Além disso, notou-se uma redução nos custos logísticos de até 19% se comparado com a operação atual. Esse número levou em conta os custos recorrentes com pessoal, combustível, energia, manutenção e insumos para vacinação (incluindo o custo da vacina). Por outro lado, levando em consideração os custos de implementação da solução, ou seja, incluindo o custo de aquisição dos drones, o custo total da solução se mostrou até 27% mais cara do que a solução vigente, operada por veículos e motocicletas. Esse ponto negativo, deixa claro que

o alto custo de capital e também a menor vida útil dos drones atuais ainda são entraves para a viabilidade da solução.

Já do ponto de vista normativo, a flexibilização de voos do tipo BVLOS (*Beyond Visual Line of Sight*) onde o piloto não mantém contato visual direto com o drone, e a extensão do limite de altitude para além dos 120 metros acima do nível do solo são os principais pontos que precisariam ser revistos para fomentar a utilização de drones para a distribuição de vacinas.

4 CONCLUSÕES

A implementação de um *framework* da cadeia de suprimentos de vacinas operado parcialmente por drones pode aumentar a disponibilidade da vacina para mais de 90% e diminuir os custos operacionais em até 19%, desde que, os drones sejam usados com frequência suficiente para superar os custos de capital de instalação do sistema vigente.

O modelo computacional elaborado através da ferramenta HERMES, em termos comparativos, mostrou que os drones podem trazer ganho de eficiência em razão da velocidade reduzida dos veículos terrestres tradicionais (vans e caminhões), do número de pessoas que precisam ser vacinadas (o que compensaria os custos de instalação) e da distância entre armazéns de distribuição e as unidades básicas de saúde (ideal para a autonomia de voo dos drones).

Em um contexto em que já se tenha uma vacina contra a COVID-19, e o desafio seja distribuir as doses de vacina no menor espaço de tempo, até se alcançar a chamada imunidade de rebanho, com um alcance mínimo de 60% a 80% da população total de quase 210 milhões de brasileiros, é provável que o custo inicial de implementação dessa solução se mostre viável, sobretudo se a solução estiver atrelada com a possibilidade de salvar vidas.

5 REFERÊNCIAS

Agatz, N., Bouman, P., & Schmidt, M. (2015). Optimization approaches for the traveling salesman problem with drone. **Transportation Science**, 52(4), 965–981. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/trsc.2017.0791>.

Alves Costa, E. I., Sodré Araújo, P. I., Tavares Pereira III, M., Cristina Souto, A. I., Santana Souza III, G., Afonso Guerra Junior, A. I., de Assis Acurcio, F. I., Aquemi Guibu, I. V., Alvares, J. I., Sarmiento Costa, K. V., Gomes de Oliveira Karnikowski, M. I., Mario Soeiro, O. X., & Nair Leite, S. X. (2017). Situa o sanitária dos medicamentos na aten o básica no Sistema  nico de Saúde. **Revista da Saúde Pública**, 51(2), 1s-12s. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2017051007106>.

Boutilier, J. J., Brooks, S. C., Janmohamed, A., Byers, A., Buick, J. E., Zhan, C., Schoellig, A. P., Cheskes, S., Morrison, L. J., & Chan, T. C. Y. (2017). **Optimizing a Drone Network to Deliver Automated External Defibrillators**. *Circulation*, 135(25), 2454–2465. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026318>.

Brasil. Ministério Da Defesa, Comando Da Aeronáutica (2020). Aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em apoio às situa es emergenciais. **MCA 56-1**, 1–24.

Brasil. Ministério Da Defesa, Comando Da Aeronáutica (2020). Aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos órgãos ligados aos governos federal, estadual ou municipal. **MCA 56-3**, 1–24.

Brasil. Ministério Da Defesa, Comando Da Aeronáutica (2020). Aeronaves não tripuladas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro. **Portaria n. 112/DGCEA/ICA 100-40**.

Brasil. Ministério da Saúde (2020). **CNESNet. Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde**. Disponível em: <http://cnes2.datasus.gov.br/>.

Brasil. Ministério da Saúde (2014). **Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação**. In Secretaria de Vigilância em Saúde, Depto. de Vigilância de Doenças Transmissíveis. http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_procedimentos_vacinacao.pdf.

Brasil. Ministério da Saúde (2013). **Programa Nacional de Imunizações (PNI) : 40 anos**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis.

Burrows, L. (2015). Up and coming. **Brandeis University**. Disponível em: <http://www.brandeis.edu/gsas/news/news-stories/Up-and-Coming.html>.

Choi-Fitzpatrick, Austin; Chavarria, Dana; Cychosz, Elizabeth; Dingens, John Paul; Duffey, Michael; Koebel, Katherine; Siriphanh, Sirisack; Yurika Tulen, Merlyn; Watanabe, Heath; Juskauskas, Tautvydas; Holland, John; and Almquist, L. (2016). Up in the Air: A Global Estimate of Non-Violent Drone Use 2009-2015. In **Up in the Air: A Global Estimate of Non-Violent Drone Use 2009-2015**: Vol. University. Disponível em: <https://digital.sandiego.edu/gdl2016report/1>.

Diehl, E. E., Santos, R. I. dos, & Schaefer, S. da C. (2016). Logística de medicamentos política, **Gestão e Clínica**: Vol. L.

Eichleay, M. E. E. M. (2016). Using Unmanned Aerial Vehicles for Development: Perspectives from Citizens and Government Officials in Tanzania. **Technical Report**, February, 8. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3834.8560>.

Gama, A. S. M., Fernandes, T. G., Parente, R. C. P., & Secoli, S. R. (2018). Inquérito de saúde em comunidades ribeirinhas do Amazonas, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 34(2), 1–16. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00002817>.

Haidari, L. A., Brown, S. T., Ferguson, M., Bancroft, E., Spiker, M., Wilcox, A., Ambikapathi, R., Sampath, V., Connor, D. L., & Lee, B. Y. (2016). The economic and operational value of using drones to transport vaccines. **Vaccine**. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.06.022>.

Hallewas, C. M. (2014). Drones for good. **TU Delft's**. Disponível em: www.tudelft.nl/en/2014/tu-delft/tu-delfts-ambulance-drone-dramatically-increases-chances-of-survival-of-cardiac-arrest-patients

Khazan, O. (2016). A drone to save the world. **The Atlantic**. Disponível em: www.theatlantic.com/technology/archive/2016/04/a-drone-to-save-the-world/476592/

Machline, C., & Amaral Júnior, J. B. C. (1998). Avanços logísticos no varejo nacional: o caso das redes de farmácias. **Revista de Administração de Empresas**, 38, 63–71. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0034-75901998000400008>.

Moretti, R. O. P., & Campos, D. A. de. (2010). Equipe multiprofissional em Saúde da Família: do documental ao empírico no interior da Amazônia. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 34, 379–389. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-55022010000300007>.

MSF. (2014). Papua New Guinea: innovating to reach remote TB patients and improve access to treatment. **Medicins San Frontier**. Disponível em: <https://www.msf.org/papua-new-guinea-innovating-reach-remote-tb-patients-and-improve-access-treatment>.

Ochieng, W. O., Ye, T., Scheel, C., Lor, A., Saindon, J., Yee, S. L., Meltzer, M. I., Kapil, V., & Kareem, K. (2020). Uncrewed aircraft systems versus motorcycles to deliver laboratory samples in west Africa: a comparative economic study. **The Lancet Global Health**, 8, 143–151. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30464-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30464-4).

Preimesberger, C. (2016). Drones Will Soon Be Dropping Medicines to Save Lives in Rwanda. **EWEEK - Enterprise IT Technology News, Opinion and Reviews**.

Reis, A. M. M., & Perini, E. (2008). Desabastecimento de medicamentos: Determinantes, conseqüências e gerenciamento. **Ciência e Saúde Coletiva**, 13, 603–610. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000700009>.

Scott, J. E. S. and C. H. (2020). Drone Delivery Models for Medical Emergencies (Nilmini_Wickramasinghe & Freimut_Bodendorf. **Springer Nature Switzerland AG**. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-17347-0_23.

Tilley, A. (2016). UPS experiments with drone delivery in partnership with zipline. **Forbes**. Disponível em: <http://www.forbes.com/sites/aarontilley/2016/05/09/ups-experiments-with-%0Adrone-delivery-in-partnership-with-zipline/#13c4870f75da>.

UPS. (2020). **Residential Drone Delivery Service To Assist In Coronavirus Response**. Disponível em: https://pressroom.ups.com/pressroom/ContentDetailsViewer.page?ConceptType=PressReleases&id=1587995241555-272&WT.mc_id=3B_NEWSANDINFO_DRONES_PRESSRELEASE_043020

Varnholt, H. (2016). DHL's drone demonstration fails to deliver. **Wall Street Journal**. Disponível em: <http://www.wsj.com/articles/dhls-drone-demonstration-fails-to-deliver-%0A1453226792>.

Wright, T. (2015). In Rural Virginia, a Drone Makes the First Legal U.S. Package Delivery. **Air & Space**. Disponível em: <https://www.airspacemag.com/daily-planet/rural-virginia-drone-makes-first-legal-us-package-delivery-180956053/>.

Wuerbel, H. (2017). Framework for the evaluation of cost-effectiveness of drone use for the last-mile delivery of vaccines. **Master of Global Health**. June, 1–29.