



## II Congresso Brasileiro de Redução de Riscos e Desastres:

Rio de Janeiro, RJ, Brasil – 11 a 14 de Outubro de 2017

### ANÁLISE DA CADEIA DE SUPRIMENTO DE VACINAS NO BRASIL

Caroline Guimarães Furtado da Costa<sup>1</sup>, Catarina Ramos Teixeira<sup>2</sup>, Cristal Marques Vaz de Souza<sup>3</sup>, Tharciso Cotta Fontainha<sup>4</sup>, Adriana Leiras<sup>5</sup>

<sup>1</sup>PUC-Rio, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, carol\_guimaraes6@hotmail.com

<sup>2</sup>PUC-Rio, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, cat.rteixeira@gmail.com

<sup>3</sup>PUC-Rio, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, cristal.marques.souza@gmail.com

<sup>4</sup>PUC-Rio, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, tcottaf@gmail.com

<sup>5</sup>PUC-Rio, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, adrianaleiras@puc-rio.br

#### RESUMO

A cadeia de suprimento de vacinas possui grandes desafios e é cada vez mais reconhecida como assunto de grande relevância no mundo todo. Nesse contexto, a estrutura do sistema logístico eficiente passa por decisões relacionadas ao planejamento da demanda, compra das vacinas, planejamento e controle dos níveis de estoques, armazenamento, conservação, manipulação, distribuição e transporte dos imunobiológicos. No Brasil, observa-se uma complexidade da estrutura da cadeia de suprimento de vacinas que é relacionada principalmente à quantidade de *stakeholders* envolvidos no sistema de produção e distribuição, além dos desafios logísticos relacionados a grande dimensão territorial do país. Através do método de estudo de caso, o presente artigo visa analisar a cadeia de suprimento de vacinas do Brasil discutindo o relacionamento da estrutura dos *stakeholders* e das atividades de logística dessa cadeia de suprimento. Como resultado, destaca-se a necessidade de maior integração de informações entre os *stakeholders* de todos os níveis (federal, estadual e municipal), assim como o acompanhamento dos estágios da cadeia de frio, para que o transporte dos produtos seja realizado com garantia da temperatura necessária, mais rapidamente e com menor custo possível.

**Palavras-chave:** Vacinas. Cadeia de Suprimento. Logística Humanitária.



## II Congresso Brasileiro de Redução de Riscos e Desastres:

Rio de Janeiro, RJ, Brasil – 11 a 14 de Outubro de 2017

### 1 INTRODUÇÃO

As vacinas desempenham o importante papel de proteger o organismo contra doenças infecciosas e prevenir a sua disseminação entre a população (PONTE, 2003). A criação e aperfeiçoamento das vacinas, atrelada a instauração de programas nacionais de vacinação, possibilita a redução das incidências de casos graves de infecções e dos níveis de mortalidade. Entretanto, essas conquistas dependem da constante imunização das novas gerações da população e da garantia de cobertura das demais gerações (CEALAG, 2007).

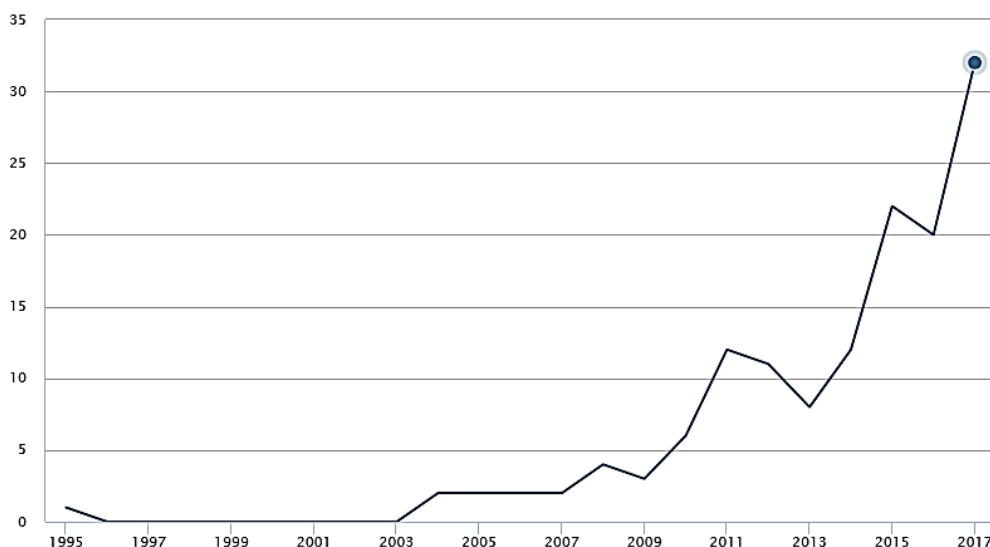
Uma das características do processo de vacinação se refere às faixas etárias nas quais se recomendam determinadas aplicações, havendo um calendário para crianças, adultos, idosos e gestantes. As vacinas também podem ser específicas para regiões endêmicas, ou ainda atender a surtos e epidemias de doenças previamente controladas ou erradicadas (TOSCANO, 2003). Segundo a WHO (2017), estima-se que entre 2 a 3 milhões de mortes no ano podem ser evitadas através da vacinação no mundo. Ballalai e Bravo (2016) afirmam ainda que a maioria das vacinas protege cerca de 90% a 100% das pessoas e que o motivo dessa pequena porção de pessoas que não são protegidas com a vacina se deve a muitos fatores, tais como o tipo da vacina e o organismo da pessoa vacinada que não produz a resposta imunológica adequada.

Apesar de extremamente poderoso, o processo de imunização apresenta desafios bastante complexos, que se iniciam no seu processo de fabricação e se estendem até a distribuição para aplicação à população alvo, tendo em vista diversos fatores como demanda, perspectivas dos *stakeholders* (como órgãos de regulamentação), componentes de incerteza e critérios para medir performance (FONSECA, 2016). Como apontado pelas Nações Unidas no Brasil (2009), “a habilidade de entregar de forma segura os medicamentos, durante as crises humanitárias no mundo, é tão crucial quanto conseguir arranjá-los”. Nesse sentido, a vacinação pode ser considerada uma atividade da logística humanitária de desenvolvimento (ÇELIK et al., 2012), sendo a Logística Humanitária definida como o processo de planejar, programar e controlar estoques de mercadorias de forma eficiente e com custo mitigado, bem como acompanhar o fluxo de informações correlatas, do ponto de origem ao ponto de consumo, com o objetivo de atender os beneficiários (THOMAS e KOPCKZAC, 2005).

O interesse na pesquisa sobre cadeia de suprimento de vacinas internacionalmente é crescente, como se observa na Figura 1 que exibe o resultado das publicações indexadas na base Scopus. Dentre as publicações mais recentes, destacam-se análise da estrutura da cadeia de suprimento de vacinas na Nigéria, a qual possui elevada composição de *stakeholders* envolvidos (MOLEMODILE et al., 2017) e grandes desafios operacionais para implementação de uma “cadeia de frios” com alcance em todo o seu vasto território (SARLEY et al., 2017).

No Brasil, o controle das doenças transmissíveis possui uma conjuntura complexa. Nas últimas décadas, o perfil epidemiológico da população brasileira sofreu mudanças significativas e pode ser resumido em três grandes tendências: doenças transmissíveis com tendência descendente, doenças transmissíveis com quadro de persistência e doenças transmissíveis emergentes e reemergentes. Como doenças transmissíveis com tendência declinante imunopreveníveis, podem ser citadas o Tétano Neonatal e Acidental, Raiva Humana, Difteria e Coqueluche. Para exemplificar as doenças transmissíveis com quadro de persistência também prevenidas pela vacinação, tem-se a Hepatite B, Meningite C, Tuberculose e Febre Amarela. Entre as doenças transmissíveis emergentes e reemergentes, encontram-se AIDS, Dengue e Gripe, entretanto, somente para esta última existe vacina. Além dessas, menciona-se doenças já erradicadas, como a Varíola e a Poliomielite, e cujas transmissões contínuas foram interrompidas, caso do Sarampo (BRASIL, 2010). Segundo Montesanti (2016), entre as metas atuais do Programa Nacional de Imunização (PNI) estão a eliminação do Sarampo e do Tétano Neonatal, além da redução da ocorrência de outras doenças como a Difteria, Coqueluche, Tétano Acidental, Hepatite B, Meningites, Febre Amarela, Tuberculose, Rubéola e Caxumba.

Figura 1. Evolução das publicações com palavras chaves “supply chain” e “vaccine” na base Scopus



Fonte: os autores.

Segundo a Secretaria de Vigilância de Saúde (BRASIL, 2014), o Brasil é um dos países que oferece o maior número de vacinas à população. Atualmente, o PNI disponibiliza mais de 300 milhões de doses anuais distribuídas entre 44 imunobiológicos, incluindo vacinas, soros e imunoglobulinas. Existem no país aproximadamente 34 mil salas de vacinação e 42 Centros de Referência em Imunobiológicos Especiais (CRIE), que atendem indivíduos portadores de condições clínicas especiais e utilizam variadas estratégias de vacinação, incluindo vacinação de rotina, campanhas, bloqueios vacinais e ações extramuros. No ano de 2015 foram administradas aproximadamente 160 milhões de doses em todo o país. A Tabela 1 apresenta o número de doses aplicadas por região.

Tabela 1 - Doses aplicadas por região em 2015 no Brasil

REGIÃO	DOSES APLICADAS
Região Norte	14.379.722
Região Nordeste	51.757.767
Região Sudeste	60.602.633
Região Sul	20.292.317
Região Centro-Oeste	12.297.503
<b>TOTAL</b>	<b>159.329.942</b>

Fonte: SI-PNI, 2015

Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a gestão da cadeia de suprimento de vacinas no Brasil, identificando os *stakeholders* envolvidos e analisando as atividades de logística dessa cadeia de suprimento. O método adotado na pesquisa é o estudo de caso com dados coletados através de documentos que discutem as políticas públicas e atuação dos órgãos responsáveis, a dinâmica entre oferta e demanda atual, e as características críticas que definem a estrutura da cadeia de suprimento de vacinas no Brasil. Após essa introdução, o artigo prossegue com a descrição detalhada da metodologia, seguido pela seção de análise dos *stakeholders* e da logística da cadeia de frios para vacinas no Brasil, e, por fim, a apresentação das conclusões do artigo.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa é desenvolvida conforme a metodologia de estudo de caso, visto que, segundo Yin (2013), trata-se de um método adequado para análise de um fenômeno contemporâneo dentro do contexto em que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Esse método é composto de seis etapas: plano, projeto, preparação, coleta, análise e compartilhamento. As duas primeiras são descritas na seção de introdução através da definição do objeto de pesquisa (cadeia de suprimento de vacinação no Brasil) e a definição do objetivo da pesquisa (análise dessa cadeia de suprimento através da identificação dos *stakeholders* e análise das atividades de planejamento de demanda, aquisição, armazenamento, distribuição, transporte e armazenamento). A etapa de preparação é discutida nessa seção a partir da definição dos procedimentos para coleta e análise dos dados. No que tange a etapa de coleta de dados, são realizadas buscas por documentos e artigos sobre o tema no site do Ministério da Saúde, Google Scholar, e base de dados da PUC-Rio (dbd.puc-rio.br), utilizando os termos: cadeia de suprimentos vacinas Brasil, logística de vacinas, cadeia de frio, distribuição de vacinas Brasil, vacinas Brasil.

A etapa de análise é realizada através da técnica “construção da explanação”, a qual é indicada por Yin (2013) como sendo adequada aos estudos de caso explanatórios, pois trata-se de uma técnica que visa estipular um conjunto de elos causais e a relação entre eles. Assim, a próxima seção descreve os *stakeholders* da cadeia de suprimento de vacinas no Brasil e a análise dos elos dessa cadeia, bem como o seu relacionamento no cenário nacional. Por fim, a etapa de compartilhamento é materializada pelo artigo em si, tendo em vista seu papel em transmitir as informações relevantes sobre o caso analisado.

## 3 ANÁLISE DOS STAKEHOLDERS E LOGÍSTICA DA CADEIA DE SUPRIMENTO DE VACINAS NO BRASIL

### 3.1 Ministério da Saúde e Programa Nacional de Imunização

O Ministério da Saúde é o órgão responsável pelo processo de imunização no Brasil. Atualmente o Ministério da Saúde oferta 17 tipos de vacinas recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e o investimento dessa oferta chegou a R\$ 3,9 bilhões em 2016. Pela complexidade e capacidade de impactar profundamente estruturas dependentes, o estudo da gestão da cadeia de suprimentos das vacinas e suas peculiaridades faz-se relevante.

A utilização de vacinas no Brasil ocorre desde o século XIX, entretanto, somente em 1973 foi instituído o Programa Nacional de Imunização (PNI). Segundo Domingues e Teixeira (2013), quando concebido, a missão do PNI consistia em coordenar as ações de imunização no território brasileiro, que anteriormente eram organizadas em programas de controle de doenças. Ao longo dos anos foram publicadas portarias que estabeleceram calendários de vacinação, para a população em geral e para a população indígena, assim como por ciclos de vidas (crianças, adolescentes, adultos, idosos) e grupos de risco (gestantes, profissionais da saúde) (BRASIL, 2003). Atualmente, conforme afirmado no relatório sobre os 30 anos do PNI do Ministério da Saúde (BRASIL, 2003), o PNI tem como objetivos o controle, eliminação e/ou erradicação das doenças imunopreveníveis consideradas prioritárias ao interesse da saúde pública brasileira e internacional.

O CGPNI (Coordenação Geral do Programa Nacional de Imunizações) é o órgão responsável, em parceria com os produtores, por planejar e decidir quais vacinas serão produzidas anualmente. Entre os pontos considerados nesse planejamento, destacam-se a incidência de determinada doença, os agentes envolvidos nela e a capacidade de produção dos laboratórios (MONTESANTI, 2016).

### 3.2 Produção das vacinas

No Brasil, conforme explica Montesanti (2016), as vacinas são produzidas por laboratórios nacionais, internacionais ou por institutos especializados ligados ao poder público, como o Instituto Butantan (do governo do Estado de São Paulo) ou a Bio-Manguinhos (do governo federal). A Tabela 2 apresenta esses laboratórios nacionais de acordo com o estado em que se localizam.

Tabela 2 - Laboratórios nacionais oficiais produtores de Imunobiológicos para o PNI em 2006

LABORATÓRIOS NACIONAIS	ESTADO
Bio-Manguinhos/Fiocruz	RJ
Instituto Vital Brazil (IVB)	
Fundação Ataulpho de Paiva (FAP)	
Instituto Butantan	SP
Fundação Ezequiel Dias (Funed)	MG
Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar)	PR
Centro de Produção e Pesquisa de Imunobiológicos do Paraná (CCPI)	

Fonte: NETTO, 2008

O processo de fabricação de vacina é extremamente complexo, podendo durar entre 9 e 22 meses, onde até 70% dessa duração pode ser somente com processos de controle e garantia da qualidade (LEMMENS et al., 2016). No Brasil, o órgão responsável por regulamentar a produção de vacinas é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Segundo Silva (2005), além da análise e testes dos produtos, registram-se todos os processos produtivos e de controle de qualidade, de modo a assegurar a adequação aos padrões estabelecidos, garantindo a qualidade e segurança do produto.

Os requisitos mínimos para se obter o registro autorizando a produção e distribuição das vacinas são estipulados pela Resolução (RDC) n. 55, de 2010, e exigem a realização de uma série de etapas. De acordo com a Sociedade Brasileira de Imunizações (BALLALAI e BRAVO, 2016), tais etapas contemplam: fase exploratória ou laboratorial, onde são avaliadas as moléculas a fim de definir a melhor composição da vacina; fase pré-clínica, onde são realizados os testes em animais de modo a comprovar os dados advindos das experimentações in vitro; e fase clínica, composta por quatro subfases com objetivos de analisar e demonstrar a segurança do produto e eficácia, além de monitorar os resultados. Quando concluídas essas fases, cabe ao Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS), por delegação da Anvisa, a realização de avaliações e liberação dos lotes de vacinas (BRASIL, 2001).

### 3.3 Planejamento da demanda e compra de vacinas

Montesanti (2016) explica que o governo federal é responsável por definir o número de doses a serem compradas e enviadas a cada estado tendo como parâmetro o tamanho do público-alvo, a situação epidemiológica local e os estoques federal e estaduais. Dessa forma, fica a cargo dos estados notificar previamente o governo federal sobre suas demandas.

Considerando esse planejamento de demanda integrado, a compra das vacinas é realizada pelo Ministério da Saúde junto aos fabricantes nacionais localizados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (ver Tabela 2) e fabricantes internacionais, sendo a entrega realizada no Centro de distribuição e armazenagem nacional (Cenadi) que possui sede no Rio de Janeiro. Os produtos passam ainda por uma avaliação do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde e, só então, são enviadas para os estados mensalmente e que, por sua vez, são responsáveis por distribuí-las aos municípios, considerando suas necessidades (MONTESANTI, 2016). Essa

estrutura é amparada pela Instrução Normativa da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), a qual define que cada esfera de governo (federal, estadual e municipal) é responsável pela gestão dos processos de recebimento, manuseio, armazenagem, controle de estoque e distribuição dos imunobiológicos, quando esses estiverem sob sua responsabilidade.

### 3.4 Conservação das vacinas

Uma das maiores preocupações na cadeia de suprimento de vacinas é a sua conservação, visto que são produtos sensíveis a variações de temperatura. Ballalai e Bravo (2016) explicam que, segundo a Sociedade Brasileira de Imunização (SBIM), as vacinas podem perder sua eficácia se não forem conservadas em ambientes com temperatura entre +2°C e +8°C. Assim, torna-se necessário o estabelecimento de uma “cadeia de frio”, que é o nome dado a essa cadeia de suprimento que mantém a temperatura das vacinas desde a sua fabricação até a aplicação no indivíduo. Vale ressaltar a importância de todos os elos da cadeia fazerem a sua parte nesse processo de conservação e do transporte adequado da vacina, desde os laboratórios até as salas de vacinação.

Segundo a revisão de Mathias et al. (2007), o erro mais comum na cadeia de frio é a exposição das vacinas a temperaturas abaixo de +2°C, o que muitas vezes, leva ao congelamento. Através desse estudo, são identificados alguns dos erros mais frequentes:

- 31% das falhas - Exageros na proteção das vacinas contra o calor, expondo-as ao congelamento;
- 21,9% das falhas - Refrigeradores específicos para vacinas com temperaturas menores que 0°C;
- 75% das falhas - Congelamento durante o transporte.

Devido à essa fragilidade da cadeia de frio, o Ministério da Saúde (2013) publicou uma revisão mais atual do Manual de Rede de Frio. Algumas das boas práticas mais importantes na cadeia de frio são:

- Monitorar a temperatura 24h por dia;
- Usar refrigeradores adequados para o armazenamento de vacinas;
- Conservar adequadamente as caixas térmicas utilizadas no transporte das vacinas.

Além do cuidado com a temperatura do local onde as vacinas estão armazenadas, também é importante levar em conta o prazo de validade das vacinas que serão distribuídas, conforme indicado na Tabela 3. Como muitas vacinas são válidas por mais algumas horas após serem abertas, é muito importante a organização da distribuição e a previsão da demanda, para que não haja falta ou desperdício de vacinas.

Tabela 3 - Tempo de validade das vacinas após abertas.





VACINA	TEMPO DE VALIDADE DEPOIS DE ABERTA
BCG	Até 6 Horas
Hepatite B	Tempo Indeterminado*
Pólio	Até 5 Dias
DPT e dT	Tempo Indeterminado*
Hib	Até 5 Dias
Tetraivalente	Até 5 Dias
Sarampo Tríplice Viral	Até 8 Horas
Contra Raiva	Até 7 Dias
Febre Amarela	Até 4 Horas

\*se conservado rigorosamente segundo as normas vigentes da rede de frio

Fonte: UFF, 2017

A distribuição de vacinas pelo poder público para os programas de imunização utiliza equipamentos na rede de frio indicados pela OMS. A Tabela 4 apresenta esses equipamentos e uma sucinta descrição das respectivas características e funções (NETTO, 2008).

Tabela 4 - Equipamentos utilizados na rede de frio e suas características.

Equipamento	Características
<p data-bbox="408 439 547 465">Câmaras Frias</p> 	<p data-bbox="659 439 1329 495">São utilizadas para armazenar grandes volumes de imunobiológicos em temperaturas positivas e negativas</p> <p data-bbox="659 521 1329 600">As câmaras positivas são recomendadas para depósitos com área de abrangência superior a 2 milhões de pessoas e câmaras negativas para área superior a 5 milhões de habitantes.</p>
<p data-bbox="408 629 547 656">Congeladores</p> 	<p data-bbox="659 629 1329 685">Armazenam um volume menor de imunobiológicos a temperaturas negativas ou exclusivamente bobinas de gelo reutilizáveis.</p> <p data-bbox="659 712 1329 819">São utilizados para a conservação de imunobiológicos em depósitos cuja área de abrangência seja inferior a 5 milhões de pessoas. Além disso, são utilizados em todos os depósitos para congelar bobinas de gelo.</p>
<p data-bbox="424 846 531 873">Geladeiras:</p>  <p data-bbox="325 1021 440 1043">- domésticas</p> <p data-bbox="488 1021 608 1043">- comerciais</p>	<p data-bbox="659 846 1182 873">Armazenam imunobiológicos em temperatura positiva.</p> <p data-bbox="659 900 1329 1037">São utilizadas para a conservação de imunobiológicos em depósitos cuja área de abrangência é inferior a 2 milhões de habitantes. A diferença entre os equipamentos comerciais e domésticos é basicamente a capacidade de armazenagem, o número de portas e o sistema de refrigeração.</p>
<p data-bbox="400 1070 557 1097">Caixas térmicas</p>  <p data-bbox="325 1223 440 1256">- poliuretano</p> <p data-bbox="499 1223 632 1256">- poliestireno</p>	<p data-bbox="659 1070 1329 1205">São utilizados para armazenar temporariamente imunobiológicos durante o transporte e, eventualmente, em salas de vacinação e atividades de campanha. A “vida fria” de uma caixa térmica depende da temperatura ambiente, da temperatura inicial das bobinas e quantidade de bobinas e da qualidade do material da caixa.</p>

Fonte: NETTO, 2008.

### 3.5 Transporte

No Brasil o transporte de vacinas ocorre em diversos estágios, tendo origem nos laboratórios nacionais e internacionais com direcionamento dos produtos para um centro de distribuição de nível federal, o Centro de distribuição e armazenagem nacional (Cenadi), e posteriormente, aos centros de distribuição estaduais, regionais e municipais, até que alcancem as salas de vacinação (NETTO, 2008).

O transporte do Cenadi (nível nacional) para os centros de armazenagem e distribuição estaduais é realizado por via terrestre, em veículo refrigerado, ou via aérea. Em geral, são utilizadas companhias transportadoras, com pessoal preparado e horários pontualmente estabelecidos. Para o transporte via terrestre, o próprio Cenadi dispõe de veículos refrigerados. Dessa forma, os riscos de danos aos imunobiológicos, devido aos atrasos ou esquecimentos em áreas não refrigeradas, são reduzidos. O transporte das instâncias estaduais para as regionais e municipais também é feito por via terrestre. Para tanto, são utilizados veículos próprios do serviço público ou particulares. Em casos onde o transporte por via terrestre não é possível, se utiliza o transporte fluvial, em embarcações geralmente particulares e que não são adaptadas a esse tipo de carga. Para acomodar os imunobiológicos durante o transporte são utilizadas caixas térmicas de poliestireno expandido ou poliuretano, as caixas também vêm acompanhadas da Nota de Fornecimento, Formulário de Detalhamento de Carga (onde

constam informações como data e hora da embalagem, temperatura da saída, número de volumes, assinatura do responsável) e Formulário Comprovante de Recebimento de Imunobiológicos (constando a temperatura de chegada, data e hora, quantidade de volumes e assinatura do responsável pelo recebimento) (BRASIL, 2001).

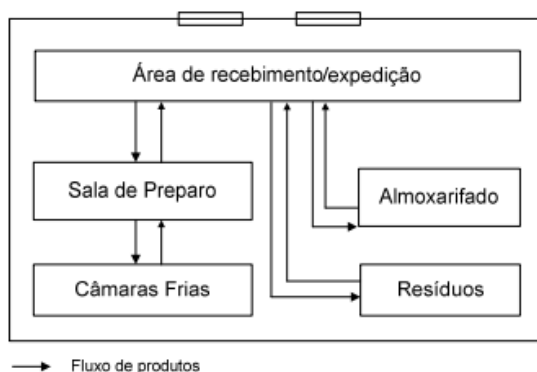
Entre os cuidados no transporte, em seu Manual da Rede de Frio, a Fundação Nacional de Saúde aponta para a atenção durante o manuseio e colocação das caixas no interior dos veículos, a parada de veículos em locais onde haja sombra e troca das bobinas de gelo quando houver necessidade, como nos casos de longas viagens (BRASIL, 2001).

### 3.6 Estocagem

Além do depósito nacional, os depósitos estaduais se localizam nas capitais de cada estado, somando 26 pontos de estocagens, existindo ainda 332 depósitos regionais e 5.564 depósitos municipais (NETTO, 2008). O projeto e a operação de um sistema de estocagem e manuseio também dependem da análise de características do produto armazenado, tais como exigências de estocagem, cubagem, peso e embalagem (BOWERSOX e CLOSS, 2006). Segundo Esposito (2012), o mau aproveitamento do espaço é um comportamento que traz aumento nos custos logísticos e prejuízos com a movimentação de materiais inadequada tornando-se antieconômico.

Assim, é muito importante adaptar o layout do estoque para esse tipo de produto. Segundo Netto (2008), um depósito típico da cadeia de frio apresenta alguns elementos básicos como: docas para recebimento, expedição, estocagem e preparação de pedido, conforme mostrado na Figura 2. Esse autor explica também que o almoxarifado é o lugar destinado ao armazenamento de insumos como: agulhas, seringas, caixas térmicas, bobinas de gelo, dentre outros. Já a área das câmaras frias é caracterizada pelo armazenamento das mesmas e dos equipamentos de conservação como geladeiras e freezers. Na sala de preparo efetua-se a inspeção, separação e classificação dos produtos recebidos enquanto que ao mesmo tempo, também são separados e preparados os pedidos para expedição. Destaca-se ainda que quando os produtos são preparados para a expedição, eles são colocados em caixas térmicas para garantir a eficácia e a conservação dos mesmos, e também para facilitar o manuseio durante o transporte e o carregamento das mercadorias.

Figura 2. Projeto básico de um depósito de vacinas.



Fonte: NETTO, 2008.

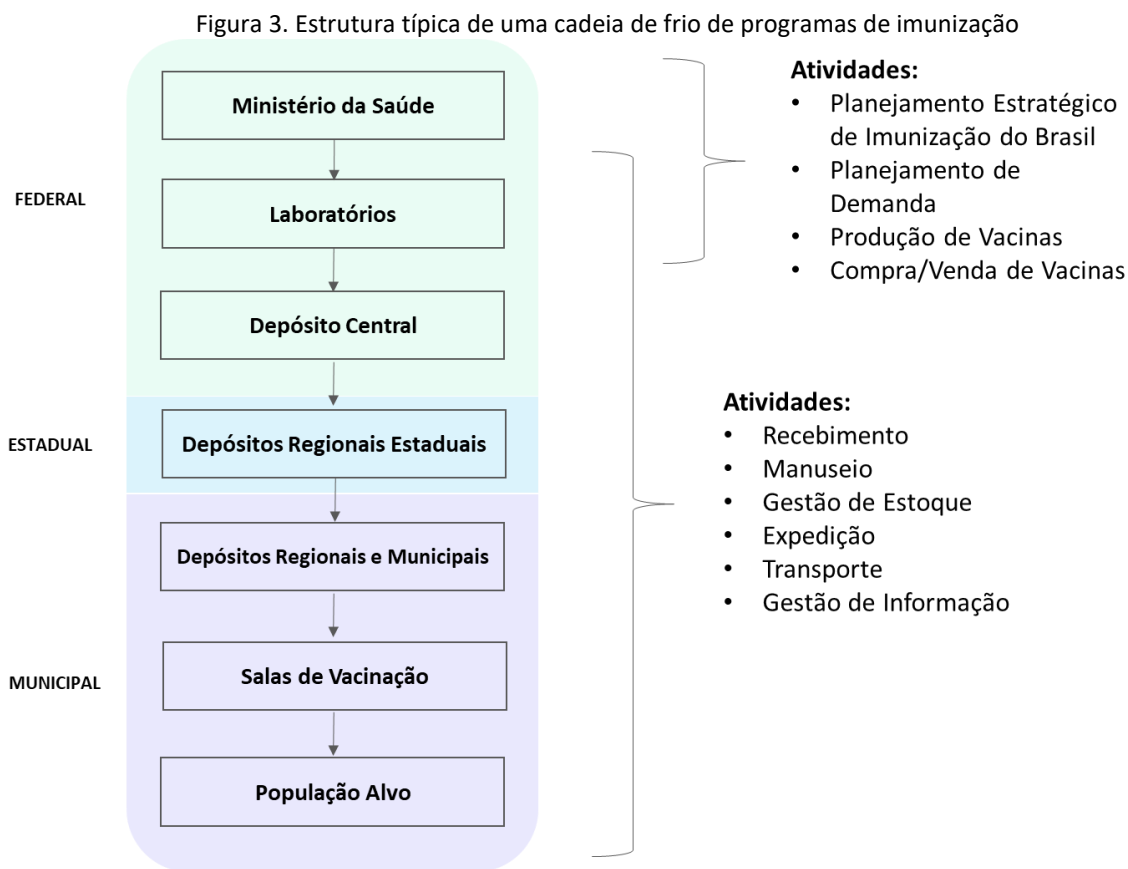
Por fim, como as vacinas são, em geral, produtos perecíveis, o sistema de saída adequado a ser utilizado é o EEFO (Earliest-Expiry-First-Out), ou seja, a vacina que tiver a data de validade mais próxima, é a primeira a sair (WHO, 2002).



### 3.7 Desafios da cadeia de suprimentos de vacinas no Brasil

Incertezas estratégicas e operacionais se destacam entre os desafios da cadeia de suprimento de vacinas. No Brasil observam-se incertezas no nível estratégico relacionadas à competição entre as empresas de fabricação de vacinas, a aquisição via licitação, o prazo de fabricação (*lead-time*) que pode variar entre 9 e 22 meses e planos de contingência para eventuais falhas/atrasos dos fornecedores, o que é mais difícil para a indústria de vacinas em comparação com outras indústrias. Além disso, Shan (2005) aponta desafios relacionados a necessidade de imunização rápida e outros tratamentos que surgem de emergências, como por exemplo, bioterrorismo ou epidemias de rápido desenvolvimento, visto que a cadeia de suprimento de vacinas é lenta. A recente epidemia de febre amarela no Brasil e a necessidade emergencial de vacinas representa um exemplo desses desafios, visto que a demanda só pode ser atendida através de aquisição de fornecedores internacionais que possuem uma estratégia global orientada pelo Grupo de Coordenação Internacional para Fornecimento de vacinas (CGI) de manter um estoque de segurança para situações dessa natureza (PORTAL BRASIL, 2017). Ou seja, incertezas de demanda possuem grande dificuldade de serem supridas nacionalmente e o Brasil precisa recorrer a agentes internacionais para suprir a demanda adicional.

Outro grande desafio estratégico é gerir a cadeia de suprimento de forma a atender os objetivos de nível de serviço do cliente, estabelecidos em termos de disponibilidade e tempo de atendimento. Conforme apresentado na Figura 3, a estrutura típica de uma cadeia de frio de programas de imunização apresenta uma distribuição multi escalonada, em que o planejamento estratégico e de demanda é iniciado pelo Ministério da Saúde, seguido pela produção dos laboratórios, distribuição a partir do Depósito Central para Depósitos Regionais Estaduais e Municipais, até chegarem às Salas de Vacinação para serem oferecidas à população. Nesse fluxo, a gestão do produto acaba sendo delegada do nível federal para os níveis estaduais e municipais, ampliando exponencialmente a quantidade de pontos para gestão de estoque e os custos operacionais associados.



Fonte: os autores.

Devido a necessidade de armazenamento e transporte com temperaturas controladas, os custos operacionais são elevados. Netto (2008) ressalta a complexa tarefa que é o gerenciamento do fluxo de produtos dessa cadeia de suprimento no Brasil, sobretudo pelas proporções continentais que a sua rede logística assume. São mais de 206 milhões de habitantes que estão distribuídos em 8,5 milhões de km<sup>2</sup> no Brasil (IBGE, 2016), um país com dimensões continentais que aumentam as distâncias e os desafios de transporte das vacinas, como áreas isoladas e de difícil acesso, rodovias em mau estado de conservação, etc.

Assim, a estrutura nacional define a localização do Depósito Central a partir da origem dos produtos adquiridos, encontrando-se mais perto do produtor caso produzidas nacionalmente ou perto de aeroportos caso produzidos internacionalmente, ao passo que a escolha dos depósitos intermediários depende de fatores administrativos, físicos e climáticos. Segundo Netto (2008), os desafios logísticos da cadeia de frio exigem projetos e adaptações tecnológicas para minimizar tempo no trânsito, controlar temperaturas, promover movimentações inteligentes e, com a ajuda de softwares, combinar e agendar entregas com prazos definidos, garantindo assim, a eficácia do produto.

#### 4 CONCLUSÃO

A cadeia de suprimento de vacinas é muito importante sob a perspectiva da logística humanitária de desenvolvimento, sendo um tópico de pesquisa com destaque internacional crescente. Além disso, o Brasil se destaca como um dos países que oferece o maior número de vacinas à população, o que representa um importante caso para análise dessa cadeia de suprimento. Através do presente artigo, observam-se grandes desafios que podem comprometer a eficácia do sistema de vacinação nacional, tornando sua gestão complexa. No âmbito estratégico, há necessidade de uma melhor gestão da cadeia de suprimento que integre as necessidades de todos os níveis: locais, municipais e regionais. Essa integração precisa ser priorizada pelo PNI, a qual está relacionada diretamente a necessidade de integração de informações sobre a garantia do armazenamento das vacinas durante o transporte e sobre os custos da cadeia de suprimento em todos os estágios da cadeia de frio, para que os produtos cheguem às salas de vacina mais rapidamente e pelo menor custo possível.

Como fator associado à integração, a manutenção da temperatura durante o transporte das vacinas é a atividade mais crítica da cadeia de suprimento, uma vez que o país possui dimensões continentais. O Ministério da Saúde compra as vacinas para a rede pública do país e os distribui até os postos de vacinação. A partir dos imunobiológicos concentrados na armazenagem central (nacional), ocorre a distribuição para os depósitos intermediários (estadual, regional, municipal e local). Entretanto, a estratégia de transporte adotada no subsistema de distribuição regional e municipal acaba fugindo do controle central da cadeia de suprimento, e a garantia da manutenção adequada da temperatura e a eficácia das vacinas acaba sendo menor controlada. Na Região Norte, por exemplo, o principal meio de transporte é o hidroviário, e nesses casos as vacinas são transportadas em caixas térmicas colocadas nos porões das embarcações, não havendo o acompanhamento e monitoramento da temperatura da carga durante esse período. Portanto, é necessário um investimento em mão de obra qualificada para esta área, junto com recursos financeiros maiores.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLALAI, I.; BRAVO, F. (Org.) *Imunização: Tudo o que você sempre quis saber*. Rio de Janeiro: RMCOM, 2016, 277 p.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. *Gestão logística da cadeia de suprimentos*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL. *Instrução Normativa No. 1 de 19 de agosto de 2004*, Brasília DF, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de Rede de Frio*. 3ed. Brasília DF, 2001. 80p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. *Doenças Infecciosas e Parasitárias: Guia de Bolso*. 8ed. Brasília DF, 2010. 442 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Programa Nacional de Imunizações 30 anos*. Brasília, DF, 2003, 208 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. *Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação*. Brasília, DF, 2014. 176 p.

CEALAG, Centro de Estudos Augusto Leopoldo Ayrosa Galvão. *Inquérito de Cobertura Vacinal nas Áreas Urbanas das Capitais do Brasil: Cobertura Vacinal 2007*. 2007. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/inquerito\\_cobertura\\_vacinal\\_urbanas.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/inquerito_cobertura_vacinal_urbanas.pdf)>. Acesso em: 05 maio 2017.

ÇELIK, M.; ERGUN, Ö.; JOHNSON, B.; KESKINOCAK, P.; LORCA, A.; PEKGÜN, P.; SWANN, J. *Humanitarian Logistics*. In: MIRCHANDANI, P.B.; SMITH, J.C.; GREENBERG, H.J. (Org.) *Tutorials in Operations Research: New Directions in Informatics, Optimization, Logistics, and Production*. INFORMS, Hanover, U.S.A., 2012, p. 18-49.

CIAT. *Centro de Imunização e aparelhos terapêuticos*. 2015. Disponível em: <<http://ciat.com.br/eficacia.htm>>. Acesso em: 12 jun 2017.

DOMINGUES, C. M. A. S.; TEIXEIRA, A. M. S. *Coberturas vacinais e doenças imunopreveníveis no Brasil no período 1982-2012: avanços e desafios do Programa Nacional de Imunizações*. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 22, n.1, p. 9-27, 2013.

ESPOSITO, V. *A importância da armazenagem*. 2012. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/a-importancia-da-armazenagem/62513/>>. Acesso em: 11 jun 2017.

FACHIN, O. *Fundamentos de Metodologia*. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

FONSECA, D. G. O. *A importância da logística no sistema de vacinação*. 2016. Disponível em: <<http://saudebusiness.com/importancia-da-logistica-no-sistema-de-vacinacao/>>. Acesso em: 05 maio 2017.

IBGE. *Área territorial brasileira*. 2017. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_territ\\_area.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm)>. Acesso em: 12 jun 2017.

IBGE. *População brasileira cresce 0,8% e chega a 206 milhões*. 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/08/populacao-brasileira-cresce-0-8-e-chega-a-206-milhoes>> Acesso em: 12 jun 2017.

LEMMENS, S.; DECOUTTERE, C.; VANDAELE, N.; BERNUZZI, M. *A review of integrated supply chain network design models: Key issues for vaccine supply chains*. *Chemical Engineering Research and Design*, v. 109, p. 366-384, 2016.

MATTHIAS, D.M.; ROBERTSON, J.; GARRISON, M.M.; NEWLAND, S.; NELSON, C. Freezing temperatures in the vaccine cold chain: A systematic literature review. *Vaccine*, v. 25, 2007, p. 3980-3986.

MOLEMODILE, S.; WOTOGBE, M.; ABIMBOLA, S. Evaluation of a pilot intervention to redesign the decentralised vaccine supply chain system in Nigeria. *An International Journal for Research, Policy and Practice*, v. 12, n. 5, 2017, p. 601-616.

MONTESANTI, B. Vacinas: as origens, a importância e os novos debates sobre seu uso. *Nexo Jornal*, jul. 2016. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/explicado/2016/07/22/Vacinas-as-origens-a-import%C3%A2ncia-e-os-novos-debates-sobre-seu-uso>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. *Projeto apoiado pela ONU tem como objetivo prover medicamentos aos necessitados*. 2009. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/projeto-apoiado-pela-onu-tem-como-objetivo-prover-medicamentos-aos-necessitados/>>. Acesso em: 05 maio 2017.

NETTO, G.C. *Contribuição para Melhorar o Gerenciamento Logístico da Cadeia de Frio de Imunobiológicos no Programa de Imunização do Brasil*. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 136p., 2008.

PONTE, C.F. *Vacinação, controle de qualidade e produção de vacinas no Brasil a partir de 1960*. *História, Ciências, Saúde - Manguinhos*, v. 10, n. 2, p. 619-653, 2003.

PORTAL BRASIL. *Cerca de 12 milhões de doses da vacina contra febre amarela reforçam estoque do País*. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2017/03/cerca-de-12-milhoes-de-doses-da-vacina-contrafebre-amarela-reforcaram-estoque-do-pais>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

PORTAL DA SAÚDE. *Orientações quanto à vacinação contra a febre amarela*. 2014. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/427-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/febre-amarela/11-febre-amarela/10771-vacinacao-febre-amarela>>

SARLEYA, D.; MAHMUD, M.; IDRIS, J.; OSUNKIYESIC, M.; DIBOSA-OSADOLORD, O.; OKEBUKOLAE, P.; WIWAD, O. Transforming vaccines supply chains in Nigeria. *Vaccine*, v. 35, n. 17, 2017, p. 2167-2174.

SHAN, N. *Process industry supply chains: advances and challenges*. *Comput. Chem. Eng.*, v. 29, p. 1225-1236, 2005.

SILVA, F.I. *O planejamento e o controle de produção para uma fábrica de vacinas*. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005.

SI-PNI. *Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização*. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?pni/cnv/dpniuf.def>>. Acesso em: 11 jun 2017.

TOSCANO, C. *Cartilha de vacinas: para quem quer mesmo saber das coisas*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2003. 40p.

UFF, Universidade Federal Fluminense. *Vacinas: Validade, via, doses e agulhas*. 2017. Disponível em: <<http://www.uff.br/disicamep/quadro.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

VASCONCELOS, P.F.C. *Febre Amarela*. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v36n2/a12v36n2>>. Acesso em: 11 jun 2017.

WHO, World Health Organization. *Immunization coverage*. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs378/en/>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

WHO, World Health Organization. *World Health Organization Guidelines for establishing or improving primary and intermediate vaccine stores*. WHO/IVB/04.16-20. World Health Organization: Washington D.C., 2002.

YIN, R.K. *Case Study Research: Design and Methods*, 5th ed. Los Angeles: Sage Publications, 2013.