

Uma análise visual da cobertura de imunobiológicos, sua infraestrutura e efeitos no estado da Bahia

A visual analysis of immunobiological coverage, its infrastructure and effects in the state of Bahia

Un análisis visual de la cobertura inmunobiológica, su infraestructura y efectos en el estado de Bahía

Recebido: 15/05/2022 | Revisado: 04/06/2022 | Aceito: 06/06/2022 | Publicado: 09/06/2022

Gabriel de Almeida Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2145-8008>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: gabriel.ssa01@gmail.com

Francisco Rodrigo Moreni dos Reis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1705-0592>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: rodrigo@moreni.com.br

Renato Novais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7572-7392>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: renato@ifba.edu.br

Daniel Xavier de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9426-9988>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: daniel.sousa@ifg.edu.br

Antonio Gabriel Souza Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2955-6988>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: gabrielalmeida@ifba.edu.br

Resumo

O artigo ilustra a performance do Programa Nacional de Imunização (PNI) na Bahia, a cobertura da vacinação em relação à quantidade de habitantes, assim como a correlação com o investimento em saúde, através da extração e análise dos dados do DATASUS, IBGE e FNS. Verifica-se que embora o investimento em saúde no período analisado tenha sido relevante, a logística e armazenagem de vacinas ainda é muito precária, haja vista a falta de infraestrutura, tal qual câmaras de conservação de vacinas necessárias nos municípios baianos. Algumas patologias como coqueluche, poliomielite e hepatite, frente a cobertura vacinal, são tratadas individualmente e ilustradas de forma gráfica, afim de demonstrar fragilidades na performance do PNI e de como a aderência da população a respeito de movimentos contrários as campanhas de vacinação brasileira, influenciam e trazem sérias preocupações sistêmicas à comunidade médica e científica. As análises visuais deste artigo demonstram graficamente alguns dos conhecidos surtos de doenças, bem como o histórico de cobertura vacinal dos imunobiológicos e pretende elucidar um método que possa auxiliar em futuras tomadas de decisão.

Palavras-chave: Vacina; Câmaras de conservação; COVID-19; Doenças epidemiológicas; Imunização.

Abstract

The article illustrates the performance of the National Immunization Program (PNI) in Bahia, the vaccination coverage in relation to the number of inhabitants, as well as the correlation with investment in health, through the extraction and analysis of data from DATASUS, IBGE and FNS. It appears that although the investment in health in the analyzed period has been relevant, the logistics and storage of vaccines is still very precarious, given the lack of infrastructure, such as storage chambers for vaccines needed in the municipalities of Bahia. Some pathologies such as whooping cough, poliomyelitis and hepatitis, in the face of vaccination coverage, are treated individually and graphically illustrated, in order to demonstrate weaknesses in the performance of the PNI and how the population's adherence to movements contrary to Brazilian vaccination campaigns, influence and bring serious systemic concerns to the medical and scientific community. The visual analysis of this article graphically demonstrates some of the known outbreaks of diseases, as well as the history of vaccine coverage of immunobiologicals and intends to elucidate a method that can help in future decision making.

Keywords: Vaccine; Conservation chambers; COVID-19; Epidemiological diseases; Immunization.

Resumen

El artículo ilustra el desempeño del Programa Nacional de Inmunización (PNI) en Bahía, la cobertura de vacunación en relación al número de habitantes, así como la correlación con la inversión en salud, a través de la extracción y análisis de datos de DATASUS, IBGE y FNS. Parece que aunque la inversión en salud en el período analizado haya sido relevante, la logística y almacenamiento de vacunas aún es muy precaria, dada la falta de infraestructura, como cámaras de almacenamiento de vacunas necesarias en los municipios de Bahía. Algunas patologías como la tos ferina, la poliomielitis y la hepatitis, frente a las coberturas de vacunación, son tratadas de forma individual e ilustradas gráficamente, con el fin de demostrar debilidades en el desempeño del PNI y cómo influye la adhesión de la población a movimientos contrarios a las campañas de vacunación brasileñas, y traer serias preocupaciones sistémicas a la comunidad médica y científica. El análisis visual de este artículo demuestra gráficamente algunos de los brotes de enfermedades conocidos, así como la historia de la cobertura vacunal de los inmunobiológicos y pretende dilucidar un método que pueda ayudar en la toma de decisiones futuras.

Palabras clave: Vacunas; Cámaras de conservación; COVID-19; Enfermedades epidemiológicas; Inmunización.

1. Introdução

O reconhecido Programa de Imunização Brasileiro (PNI) vem desempenhando um importante e estratégico papel na dispensação de termolábeis imunobiológicos por todo o território nacional (Temporão, 2003). Seu sucesso depende de um conjunto de fatores, que vai desde a fabricação da vacina, passando pelo processo de conservação até chegar na dispensação, ou seja, a administração do imunobiológico ao cidadão, seja ela em uma sala de vacinação ou outro local preparado para esta finalidade.

Os números do PNI realmente impressionam: de 95% das crianças menores de um ano são vacinadas contra difteria, tétano, coqueluche e hepatite B, 70 milhões de pessoas vacinadas na "Campanha contra a Paralisia Infantil" e 80% de cobertura vacinal entre os idosos. A rede nacional composta por mais de 25 mil unidades de vacinação e 39 Centros de Referência Especiais (Cries), distribuídos em todos os Estados, o PNI oferece aproximadamente 40 imunológicos na modalidade de vacinação de rotina (Fiocruz, 2009).

Um importante ator neste cenário dos imuno preventores são as câmaras de conservação de vacina, que constantemente necessitam de manutenção, calibração e qualificação térmica no decorrer de sua vida útil. A qualificação térmica é um processo que checa a temperatura em diversos pontos, por meio de sensores instalados dentro da câmara de refrigeração ou freezer. A temperatura não deve excursionar fora dos limites adequados para a vacina, durante todo o período de teste. No mercado farmacêutico e médico a qualificação térmica ganha extrema importância, haja vista, a criticidade das atividades envolvidas, principalmente no que se refere a guarda e armazenagem de medicamentos, sangue, vacina e demais produtos de interesse à saúde os quais demandam temperatura controlada (termolábeis).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define estabilidade farmacêutica como a capacidade do produto farmacêutico manter as suas propriedades químicas, físicas, microbiológicas e biofarmacêuticas dentro dos limites especificados durante todo o seu prazo de validade (Organization; Meeting, 2015). Mundialmente, a Organização Mundial de Saúde (OMS) homologa e define critérios e exigências para equipamentos de qualificação, conforme o documento da OMS (WHO - Qualification of temperature controlled storage – Supplement 07) (Organization, 2019).

No Brasil, a RDC 304 publicada em 17/09/2019 tornou ainda mais rigorosa a qualificação e validação de equipamentos de armazenagem e transporte de termolábeis (Nacional, 2019). A qualificação dos equipamentos relativos a guarda ou transporte de termolábeis é requisito essencial a toda a "Rede de Frio", desde o embarque do produto no fabricante até o usuário final, eis então, as inúmeras possibilidades e necessidades a serem supridas aos que participam de cada etapa da cadeia logística de medicamentos. Segundo o Inmetro, qualificação é "conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, que os resultados dos testes de determinado equipamento demonstram que o mesmo apresenta o desempenho previsto" (Hübner, 2019).

As fontes governamentais de dados abertos, DATASUS, IBGE e FNS, entre outros, constituem um importante repositório para que sejam implementadas análises, que auxiliem não só a população em suas necessidades informacionais, mas

principalmente as visões estratégicas e gerencias em cada uma das esferas nacionais.

O presente artigo acrescenta nova contribuição científica à sociedade baiana, visto que, os materiais pesquisados, anteriormente publicados, não realizam a correlação entre dados financeiros, dados de saúde e a situação de câmaras de frio do Estado da Bahia, bem como um olhar sobre o comportamento dos números relacionados as coberturas vacinais.

O principal objetivo é realizar a análise visual dos dados abertos coletados nas bases, sobre quantidade de doses vacinais aplicadas, a incidência de doenças associadas, quantidade de câmaras refrigeradas para conservação de imunobiológicos, densidade populacional a cada ano e o investimento de recursos financeiros públicos, a fim de compreender e analisar uma possível tendência relacional entre estas informações dentro do Estado da Bahia.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão integrativa que é uma abordagem metodológica ampla que permite a inclusão de estudos experimentais e não-experimentais além de dados da literatura teórica e empírica. Tem como propósitos a definição de conceitos, a revisão de teorias e evidências, e a análise de problemas metodológicos de um tópico particular. Este método de pesquisa permite a síntese de múltiplos estudos publicados e possibilita conclusões gerais a respeito de uma particular área de estudo. A revisão seguiu as seguintes etapas: formulação da questão norteadora e dos objetivos da revisão; estabelecimento de critérios para seleção dos artigos; categorização dos estudos; avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa; análise dos dados e apresentação dos resultados. Ressalta-se que estas etapas são típicas dos estudos de revisão integrativa. (Whittemore & Knafelz, 2005).

A presente revisão teve como questão norteadora: qual a importância do Programa Nacional de Imunização (PNI) na Bahia, a cobertura da vacinação em relação à quantidade de habitantes, assim como a correlação com o investimento em saúde?

Realizou-se pesquisas de artigos contidos nas bases científicas LILACS, SCIELO, MEDLINE, BDNFSCIELO e ESEnfC, com as palavras chaves “vacina e rede de frio”, “vacina e refrigeração”, “avaliação e vacina”, “vacinas e centro de saúde”, “vacina e armazenagem de medicamentos”, “imunização”, “vacinas” e “cadeia de frio”, relacionadas a esta abordagem. Não foram encontrados artigos com a abordagem mencionada no presente estudo.

Este estudo abrange o estado da Bahia, suas 417 cidades, 07 mesorregiões e 32 microrregiões e traz uma abordagem transversal e coleta dados de diversas fontes de pesquisa, compreendendo o período de 2006 a 2020. A grande maioria delas obtidas por meio da obrigatoriedade nacional que instrui os departamentos públicos a terem a publicação e criação de um cenário de dados abertos.

Dentre os avaliados, os mais relevantes, devido ao tratamento da região escolhida, tipos de vacinas aplicadas, cobertura vacinal, movimento Anti-Vacina, conservação de imunobiológicos foram seis artigos com as seguintes abordagens:

- Análise do Sistema de Informação da Vigilância de Eventos Adversos Pós- Vacinação no Brasil, 2014 a 2016 (Pacheco et al., 2018).
- Aspectos relacionados à administração e conservação de vacinas em centros de saúde no Nordeste do Brasil (Luna et al., 2011).
- Conservação de vacina em unidades públicas de saúde: uma revisão integrativa (Oliveira et al., 2013).
- Desigualdades sociais e cobertura vacinal na cidade de Salvador, Bahia (Barata & Pereira, 2013).
- Gasto Público em Saúde na Bahia: explorando indícios de desigualdades (Teles, Coelho & Ferreira, 2017).
- Perigo do movimento antivacina: análise epidemio-literária do movimento antivacinação no Brasil (Beltrão et al., 2020).

O DATASUS é o departamento mais importante para este estudo, o qual concentra grande volume de informações advindas do “Sistema único de Saúde” (SUS). O Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) foi

criado no início dos anos 90 para prover aos órgãos do SUS a estrutura de sistema de informação e suporte em informática necessários ao processo de planejamento, operação e controle (SUS, 2020). Nesta estrutura pública, os dados são fornecidos em formato de dados abertos e após filtragem e seleção, são extraídos no formato de planilha padrão CSV.

Do DATASUS foram extraídos os dados referentes aos municípios do estado da Bahia relacionados à quantidade de doses e a cobertura vacinal aplicada pelo Programa Nacional de Imunização (PNI), os estabelecimentos de saúde que fazem a aplicação destas vacinas, a quantidade de câmaras de conservação para armazenamento das vacinas e também a incidência de casos de doenças relacionadas com a imunização realizada.

A Tabela 1 demonstra os dados numéricos referentes às doenças e suas vacinas correspondentes. Neste estudo aproveitou-se somente as doenças que possuíam dados vacinais no período escolhido.

Tabela 1 – Doenças e imunobiológicos coletados no DATASUS após ETL.

Doenças e Agravos	Imunobiológicos	Temperatura
Acidente por animais peçonhentos	SORO	2 a 8 °C
Coqueluche	Dupla Adulto Tríplice acelular gestante DTP DTP ref (4 a 6 anos) dTpa gestante Tríplice Bacteriana (DTP)(1°Ref) Pentavalente	2 a 8 °C
Hepatites virais	Hepatite A Hepatite B Hepatite B em crianças até 30 dias Pentavalente	2 a 8 °C
Meningite	Meningococo C Meningococo C (1°Ref) Pneumocócica Pneumocócica (1°Ref)	2 a 8 °C
Paralisia flácida aguda	Poliomielite Poliomielite (1°Ref)	-20 °C
Tétano acidental	Dupla Adulto (dt) Dupla Adulto Tríplice acelular gestante DTP DTP ref (4 e 6 anos) dTpa gestante Tríplice Bacteriana (DTP)(1°Ref) Pentavalente	2 a 8 °C
Tuberculose	BCG	2 a 8 °C

Sars-Cov-2 COVID-19	Coronavac	2 a 8 °C
	Oxford	2 a 8 °C
	Pfizer	-75 °C
	Janssen	2 a 8 °C
	Moderna	-20 °C
	Sputnik	-18 °C

Fonte: Autores (2021).

Os dados referentes a densidade populacional de cada município do estado da Bahia, foram retirados da base do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O IBGE é o órgão responsável por fornecer anualmente, desde 1996, os dados de contagem e estimativa populacional (IBGE, 1993).

Para o levantamento da quantidade de recursos despendidos para cada município, consultou-se o Fundo Nacional de Saúde (FNS). O FNS é o gestor financeiro dos recursos destinados ao SUS na esfera federal para financiar as despesas correntes e de capital do Ministério da Saúde, de seus órgãos e de entidades da administração direta e indireta integrantes do SUS (Governo, 2020). Nesta base, foi possível coletar uma planilha em formato CSV com os dados numéricos de investimentos realizados no Bahia.

As planilhas CSV coletadas foram submetidas ao processo de Extração, Transformação e Carga (em inglês Extract, Transform and Load – ETL). O ETL versa sobre a sistematização do tratamento e limpeza dos dados oriundos dos diversos sistemas organizacionais (OLTP) para a inserção, geralmente, em um Data Warehouse (DW) ou Data Mart (Elias, 2014). Normalmente cada tipo de dado necessário é disposto em arquivo / planilha de forma individual, com o nome do município concatenado na mesma célula que o número de identificação e com um cabeçalho que não será necessário nos processos de carga nas ferramentas de análise. Sendo assim, as planilhas foram tratadas para remoção do cabeçalho, os municípios e seus números de identificação foram separados em colunas independentes. Para os dados que não possuíam valor numérico, célula em branco, foram atribuídos o número 0 devido limitação da ferramenta utilizada, além da remoção de colunas com informação irrelevante para o estudo.

Uma das ferramentas utilizadas para a avaliação dos dados foi o framework de visualização de dados Visualize Your Region – VYR (Deiro, 2020), que exige uma configuração específica para planilha Excel utilizada como base de dados. Foram realizadas diversas etapas que contemplaram desde a extração dos dados abertos, em seus respectivos portais já listados, consolidação e agrupamento destes em um único arquivo, até a formatação e conversão das informações para formato característico do VYR através da construção de visões auxiliares utilizando ferramentas do Excel, como por exemplo tabelas dinâmicas em diversas configurações.

Ao final deste processo, conseguiu-se obter a base formatada, com dados abertos por todos os municípios da Bahia, para então ser realizada a carga das informações no VYR, que faz a leitura e agrupamento destes em microrregiões, macrorregiões, além da totalização das informações no Estado. Também foi utilizado o Microsoft Excel para formatação de outras visões gráficas, além de uma abordagem dos dados através de uma Correlação Linear. Em estatística ou econometria, a Correlação Linear mede a intensidade e a direção da relação linear entre duas variáveis quantitativas, permitindo-se verificar se duas variáveis independentes estão associadas uma com a outra e de que forma (Oliveira, 2019).

3. Resultados e Discussão

Os dados coletados foram separados em 03 grupos de análise que demonstram a atuação, performance e movimento do Programa Nacional de Imunização no território baiano. O primeiro grupo gera informações a respeito do investimento financeiro

em recursos de saúde e mostra graficamente a atuação do governo brasileiro dentro do Estado e as diferenças entre as cidades baianas que recebem este recurso. O segundo grupo analisa e demonstra algumas visualizações referentes ao parque de câmaras e freezers de conservação de vacina que compõem a "Rede de Frio", bem como, a presença de equipamentos e sua distribuição em território baiano. E por final, o terceiro grupo relaciona as doenças com suas vacinas e realiza análises visuais, que demonstram a performance do PNI e sua dinâmica de atuação em casos e locais onde determinadas doenças são vistas com maior incidência.

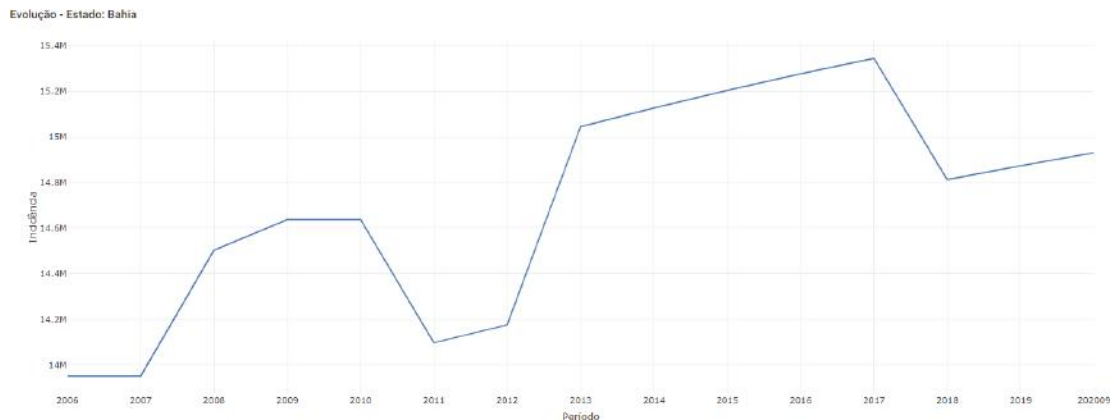
3.1 Investimentos em saúde no estado da Bahia

O Programa Nacional de Imunizações do Brasil (PNI) teve início nos anos 70 pelo movimento de erradicação da varíola. Derivado da Lei Orgânica das Campanhas Sanitárias, LEI Nº 5.026, DE 14 DE JUNHO DE 1966, seu principal objetivo era coordenar em todo território brasileiro as atividades públicas e particulares para prevenção e combate de doenças de abrangência coletiva (Temporão, 2003).

Desde então as campanhas de imunização tem sido cada vez mais intensas e o programa, com seus mais de 40 anos é reconhecido mundialmente e citado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em vários eventos relacionados, como sendo uma ação de sucesso do governo brasileiro no sentido de desempenhar e garantir resultados notáveis. E não é por menos, pois o Brasil, um país de dimensões continentais e de grandes diversidades socioeconômicas, além de garantir uma considerável cobertura vacinal, também tem grande parte dessa potência imunológica desenvolvida e fabricada em território nacional graças à força científica brasileira (Scliar, 2003).

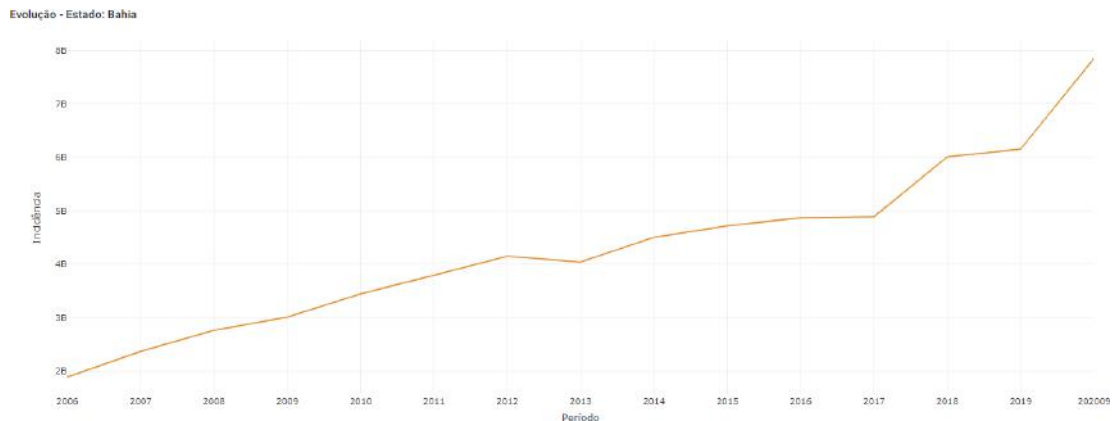
No território analisado, correspondente ao Estado da Bahia, por meio das Figuras 1 e 2 é possível perceber o investimento no âmbito da saúde em suas diversas cidades, bem como a estimativa populacional no período analisado.

Figura 1: Estimativa populacional no estado da Bahia.



Fonte: Elaborado pelos autores utilizando a ferramenta Deiro (2020).

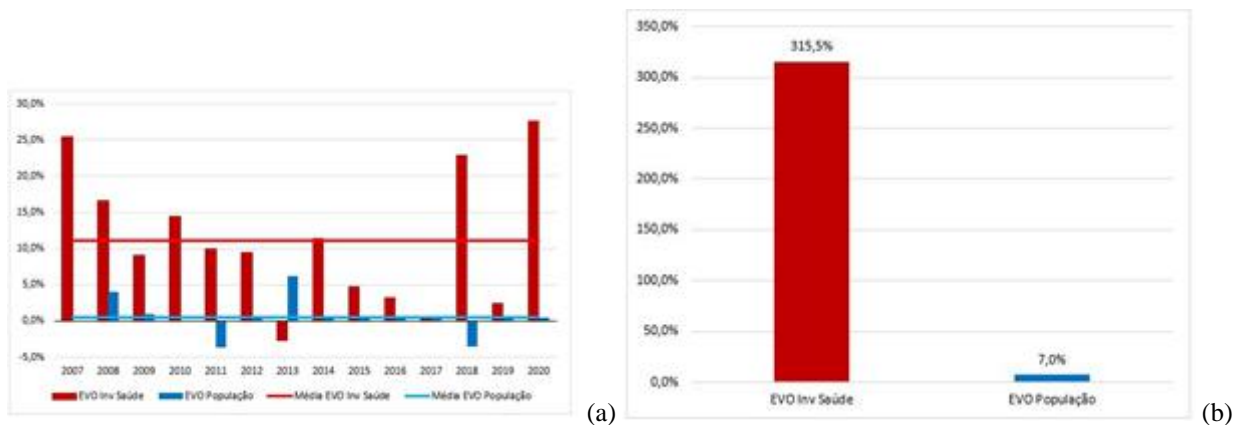
Figura 2: Investimento na ordem bilhões de reais em saúde no estado da Bahia.



Fonte: Elaborado pelos autores utilizando a ferramenta Deiro (2020).

Correlacionando a evolução (EVO) anual dos valores investidos em saúde no Estado da Bahia, com a evolução da estimativa populacional é possível observar que existiu investimento em saúde superior ao crescimento populacional no período. Identifica-se que o valor investido em saúde cresceu 315% no período, enquanto a população estimada variou 7%, conforme identificado na Figura 3. Entretanto, apenas com este dado comparativo não é possível afirmar que foi um crescimento em investimento em saúde propriamente, ou uma redução da diferença acumulada com os baixos percentuais dos últimos anos, conforme demonstrado no gráfico.

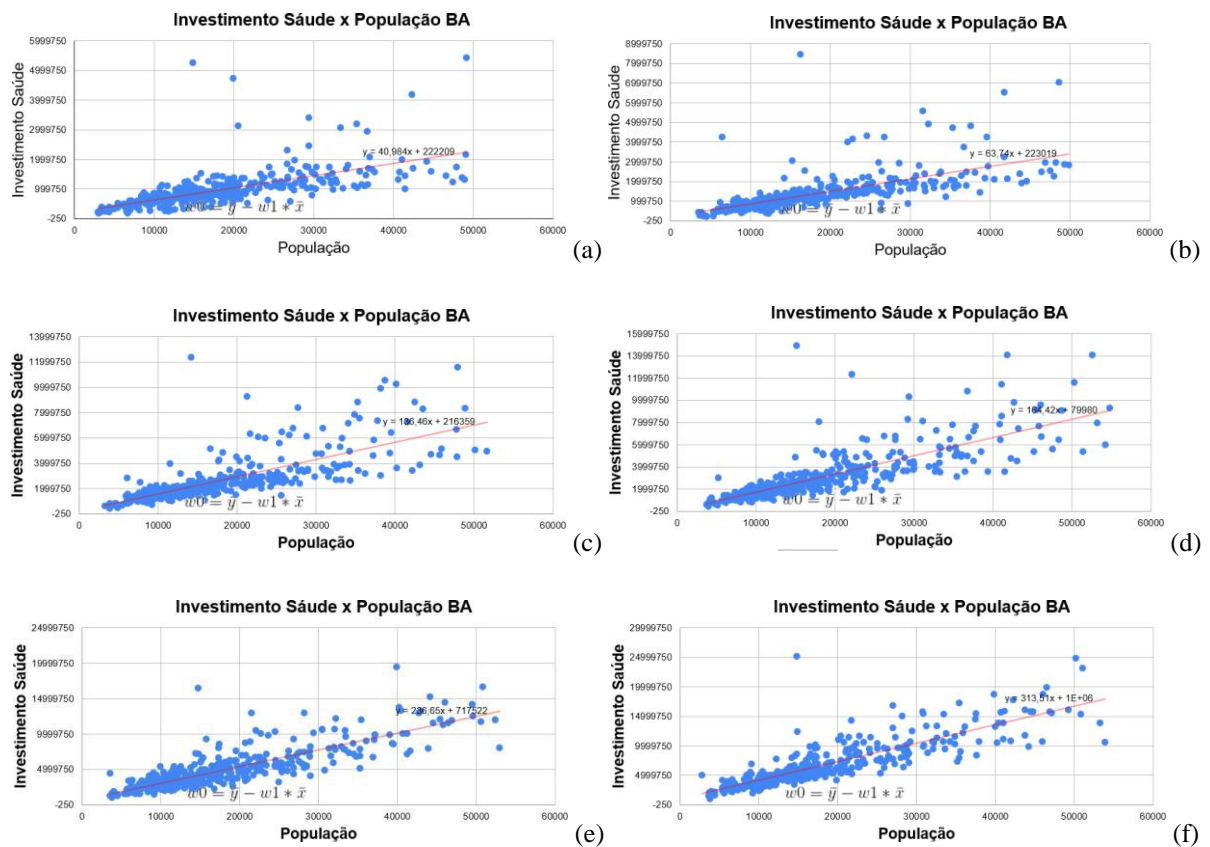
Figura 3: Comparativo da evolução de estimativa populacional e Investimento em saúde na ordem bilhões de reais em saúde no estado da Bahia; Comparativo Ano x Ano (a); Comparativo 2020 x 2006 (b).



Fonte: Autores (2021).

Na mesma linha, ao analisar o Investimento em Saúde e População, na Figura 4 aplicou-se a técnica de Correlação Linear nos dados para os anos de 2006, 2009, 2012, 2015, 2018, 2020, separadamente para uma análise mais detalhada de cada município. A fim de melhorar a visualização gráfica dos outliers entre os demais municípios com menor densidade populacional, foram retirados os 42 municípios baianos com maior quantitativo de população, em torno de 10% do total.

Figura 4: Correlação linear: Investimento x População; 2006 (a); 2009 (b); 2012 (c); 2015 (d); 2018 (e); 2020 (f).



Fonte: Autores (2021).

Vale destacar alguns dos outliers identificados após a análise das correlações lineares realizadas, como por exemplo, São Félix já reconhecido como referência nacional em saúde desde 2010 (Contreiras, 2010). O referido Município com aproximadamente 15.085 habitantes no período referenciado, apresentou valores médios de investimento em saúde por habitante três vezes superior ao do Estado, na ordem de R\$ 868,23, enquanto a média identificada para o Estado da Bahia é R\$ 290,76.

Outro outlier a ser destacado é o município de Maetinga, que apesar da média de R\$ 586,75, apresentou crescimento considerável no valor de investimento em saúde por habitante a partir de 2015, e superou o município de São Félix em 2017, tendo pico de R\$ 1826,70 reais investidos por habitante em 2020. Salvador, capital do estado, aparece em segundo lugar neste ranking, com média de R\$ 695,64.

3.2 Rede de Frio no estado da Bahia

Sob a ótica da vacinação, a grande maioria dos imunobiológicos necessitam de um armazenamento adequado e refrigerado para se ter uma aplicação da vacina confiável e eficiente. O grupo de equipamentos de refrigeração que irá manter as vacinas em temperatura adequada, normalmente de +2 °C a +8 °C ou -25 °C a -15 °C, é conhecido como “Rede de Frio”, e constantemente as empresas privadas do ramo de aplicação de vacina e o governo fazem investimentos na compra de novos equipamentos para atender a demanda crescente para população (MS, 2015). O foco deste estudo será somente nas quantidades de câmaras de conservação declaradas no DATASUS da “Rede de Frio” pública.

Para manter o correto tratamento dos imunobiológicos, na sua grande maioria termo sensíveis, o governo brasileiro criou através das diretrizes do PNI, um manual que orienta cada unidade de saúde, exatamente como e o que deve ser feito para o manuseio das vacinas. Este manual é denominado: “Manual da Rede Frio do PNI”. Trata-se de um documento que evolui

constantemente e orienta com precisão e de forma prática como cada indivíduo participante da Rede de Frio deve proceder em cada etapa de cuidado com a vacina (MS, 2015).

O cenário atual, janeiro de 2021, passado pouco mais de um ano após o primeiro caso de COVID-19 na China, os governos de todos os países preparam-se para investir em câmaras de conservação que atendam as especificações das mais diversas vacinas criadas para combater a proliferação desta doença. Alguns laboratórios fabricantes e desenvolvedores destas vacinas especificam freezers de Ultra Baixa temperatura, que operam na ordem de $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Control; (CDC), 2020). Os equipamentos que atendem esta ultra baixa temperatura tem custo mais elevado de aquisição e manutenção, além disso as vacinas ali mantidas exigem processos diferenciados de manipulação e dispensação, sendo assim, toda a dinâmica de utilização será alterada e os protocolos que determinam as boas práticas para a “Rede de Frio” serão atualizados para este novo método de conservação (Bahia, 2020).

No Brasil, neste início da campanha de vacinação contra a Sars-Cov-2, as vacinas utilizadas são a Oxford do laboratório AstraZeneca / FioCruz e a Coronavac do laboratório Sinovac / Butantan. O estado da Bahia deve receber estas duas vacinas, que possuem armazenagem e conservação mais facilitada, pois se utilizam de temperaturas de $+2$ a $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, e a Rede de Frio brasileira está preparada e equipada para este tipo de conservação.

O capítulo 6.6 do Manual da Rede de Frio de 2017 orienta qual o tipo de equipamento de refrigeração deve ser usado, e também quais os itens tecnológicos devem ser levados em consideração na aquisição deste produto. Calibrações e qualificações térmicas devem ser providenciadas anualmente para garantir o bom funcionamento e o controle na faixa correta de temperatura (MS, 2015).

A Figura 5 ilustra um exemplo de sala utilizada para acomodar uma grande quantidade de câmaras de conservação de vacina. Estas salas normalmente dispõem de controle de acesso e sistema de ar-condicionado para manter a temperatura ambiente ideal para os produtos armazenados. Cada câmara necessita de um sistema de monitoramento externo ao controlador de temperatura, pois a temperatura é checada e armazenada para uma eventual auditoria das agências reguladoras.

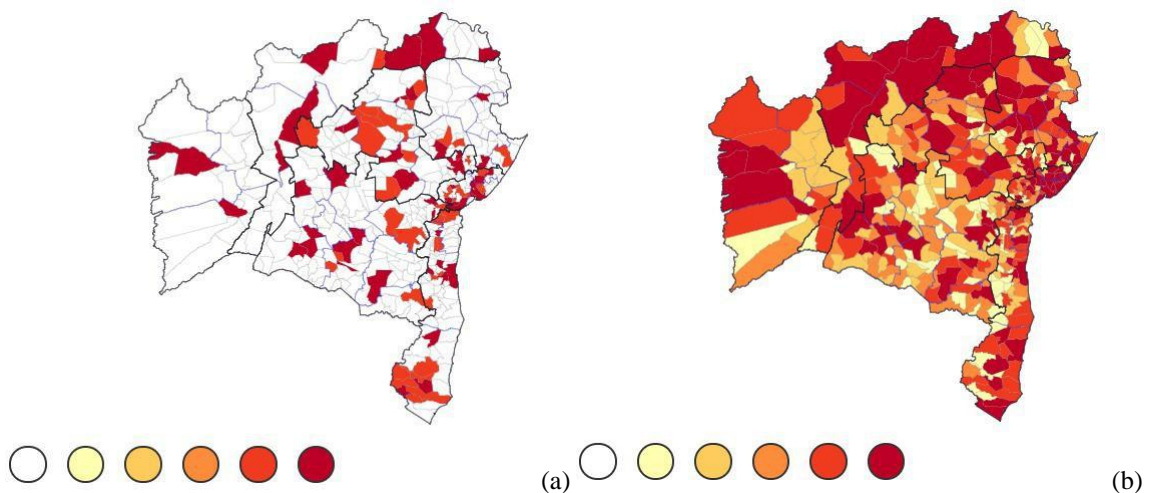
Figura 5: Exemplo sala de câmaras para conservação de vacina.



Fonte: Autores (2021).

A Figura 6, apresenta de forma visual a distribuição de câmaras existentes no Estado da Bahia. Ao analisar os dados, identifica-se que 78,9% (329) das cidades não possuem nenhum equipamento de refrigeração e que a distribuição geográfica dos equipamentos existentes é uniforme e não necessariamente baseado na densidade populacional dos municípios.

Figura 6: Percentil comparativo de câmaras existentes e densidade populacional em 2020; Câmaras existentes (a); Densidade populacional (b).

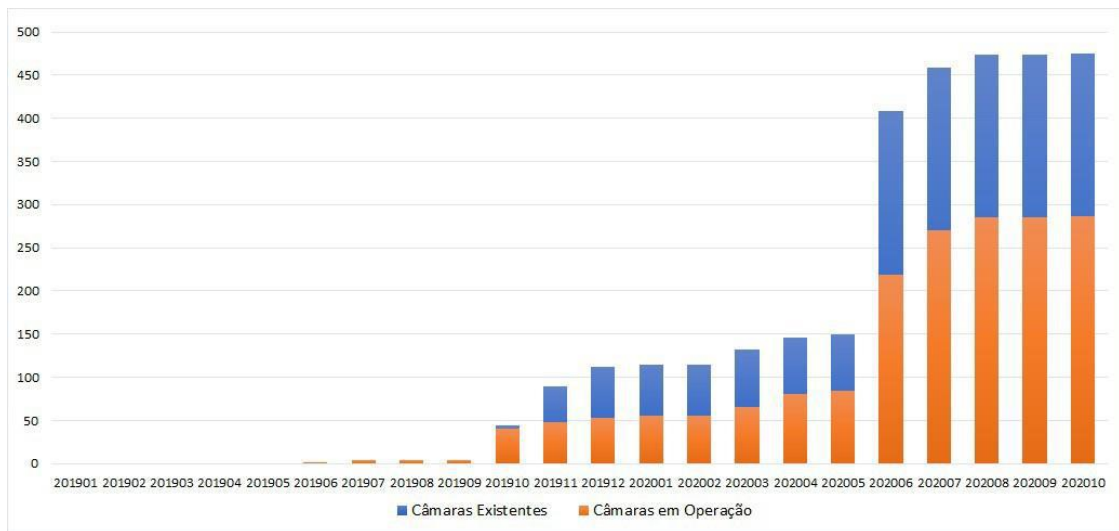


Fonte: Elaborado pelos autores utilizando a ferramenta Deiro (2020).

Vale ressaltar também que somente foram identificados dados referentes à quantidade de câmaras de vacinas para os

anos de 2019 e 2020, conforme Figura 7, onde os respectivos valores começam a ser identificados a partir do mês de junho/19 (201906). A base de dados do DATASUS também informa quais câmaras estão em uso, dentro do universo de câmaras existentes. Não foi possível identificar os motivos pelos quais as câmaras não estão em operação em sua totalidade. Uma interpretação para tal fato pode ser a falta de vacinas, aguardando manutenção / calibração, ou até unidades reserva para atender uma futura demanda emergencial.

Figura 7: Câmaras de conservação existentes e câmaras de conservação em operação.



Fonte: Autores (2021).

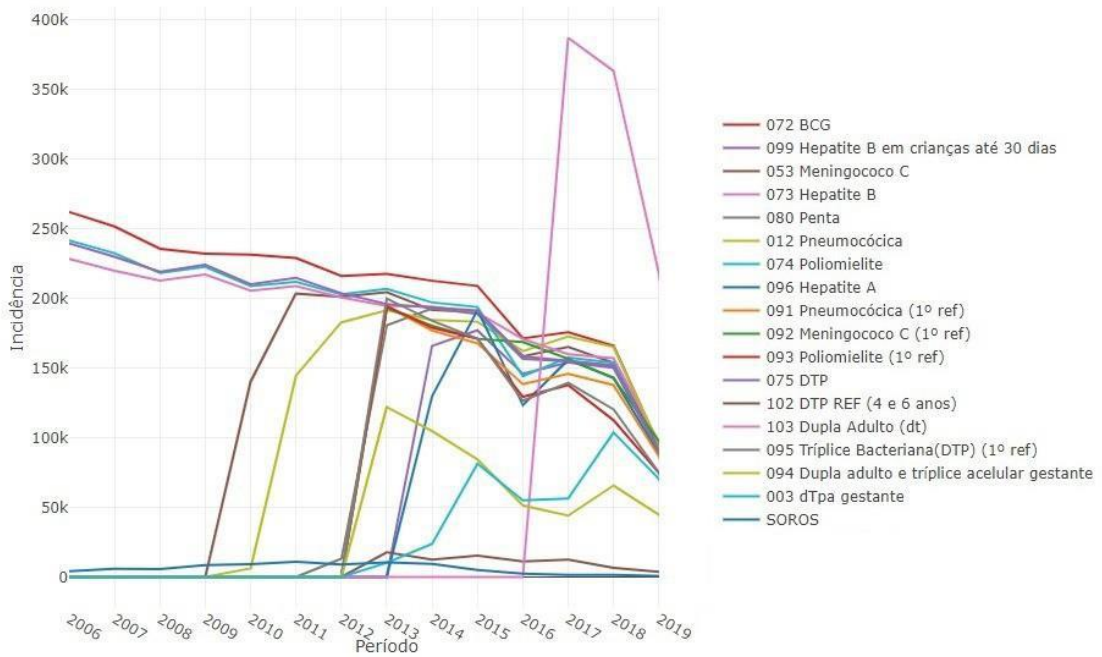
3.3 A vacinação e as doenças analisadas

A eficiência do PNI é constantemente avaliada através das informações coletadas em campo sobre doses aplicadas, cobertura vacinal e principalmente a incidência de doenças em determinadas regiões do país. De posse desses dados a inteligência do programa de imunização determina onde, quais, e quantas serão as vacinas enviadas para cada local (SI-PNI, 2020).

A plataforma do DATASUS permitiu a extração dos dados de doses aplicada e também a incidência de doenças, sendo assim foi possível promover algumas visualizações, para avaliar a eficácia do programa e a mobilização para melhor atender e mitigar os casos no território avaliado.

Em uma análise referente a quantidade de vacinas aplicadas no Estado da Bahia, considerando os imunobiológicos consolidados para o estudo, visualiza-se na Figura 8 que o número vem caindo no período analisado, entretanto, nota-se também um pico na quantidade de vacinas Dupla Adulto (dT) aplicadas nos anos de 2017, 2018 e 2019, em valores muito superiores aos identificados para os demais tipos de vacina, porém não foi identificado causa para este comportamento. É possível identificar também não há dados para todo o período analisado no presente estudo.

Figura 8: Evolução da quantidade de doses de Vacina Aplicadas no estado da Bahia.

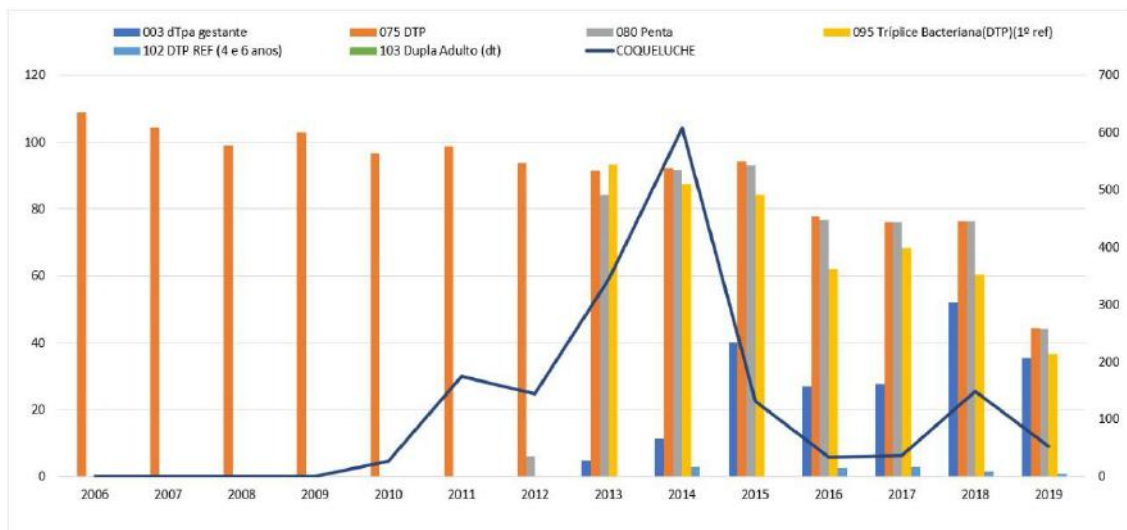


Fonte: Elaborado pelos autores utilizando a ferramenta Deiro (2020).

A seguir, aborda-se acerca dos resultados obtidos após análise dos dados referentes à quantidade de casos notificados para as doenças selecionadas, e quanto à cobertura vacinal para os imunobiológicos de interesse à prevenção das mesmas.

Na Figura 9 correlaciona-se a quantidade de casos de Coqueluche notificados no Estado, com a cobertura vacinal no período, para os imunobiológicos relacionados ao tratamento preventivo para esta doença. A coqueluche ou pertussis é uma doença infecciosa aguda e transmissível, que compromete o aparelho respiratório (traqueia e brônquios). É causada pela bactéria *Bordetella pertussis*. (Fiocruz, 2010)

Figura 9: Evolução da coqueluche no estado da Bahia e a Cobertura vacinal.

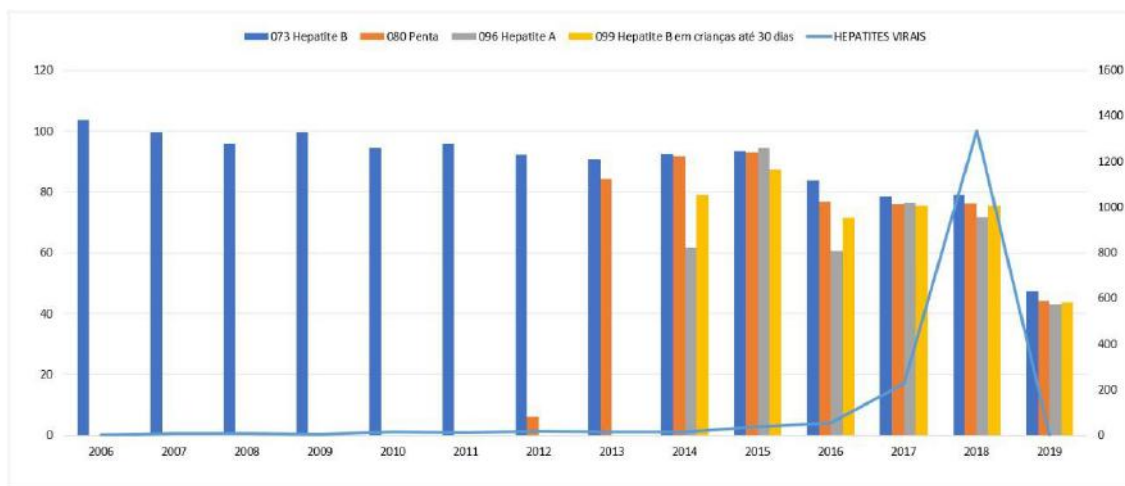


Fonte: Autores (2021).

Dentre o período analisado, identifica-se um pico de casos de Coqueluche em 2014 (G1-BA, 2014), sendo Feira de Santana a cidade com maior concentração, com 120 casos (19,7%), seguido de Salvador com 104 casos (17,1%). Vale ressaltar também que a população de Salvador era 4,74 vezes maior que a de Feira de Santana no referido ano. Em segunda curva de crescimento identificada, no ano de 2018, novamente nota-se Salvador e Feira de Santana como as maiores cidades com 32 e 28 casos notificados, respectivamente, dos 148 totais para o ano. Outro dado importante é que 291 (69,8%) municípios não apresentaram notificações de Coqueluche no ano com a maior quantidade de notificações, 2014, sendo que 201 (48,2%) não tiveram casos notificados no período avaliado, entre 2006 e 2019.

Seguindo o mesmo método de abordagem, na Figura 10 visualiza-se os dados referentes à quantidade de casos de Hepatite notificados, comparando com a cobertura vacinal dos imunobiológicos de interesse relacionados no período.

Figura 10: Evolução da Hepatite no estado da Bahia e a força da imunização.



Fonte: Autores (2021).

As hepatites virais são doenças infecciosas sistêmicas que afetam o fígado. Cinco diferentes vírus são reconhecidos como agentes etiológicos da hepatite viral humana: o vírus da hepatite A (HAV), o vírus da hepatite B (HBV), o vírus da hepatite C (HCV), o vírus da hepatite D ou Delta (HDV) e o vírus da hepatite E (HEV). Com exceção do HBV, que possui genoma DNA, todos os demais são vírus RNA (Fiocruz, 2020).

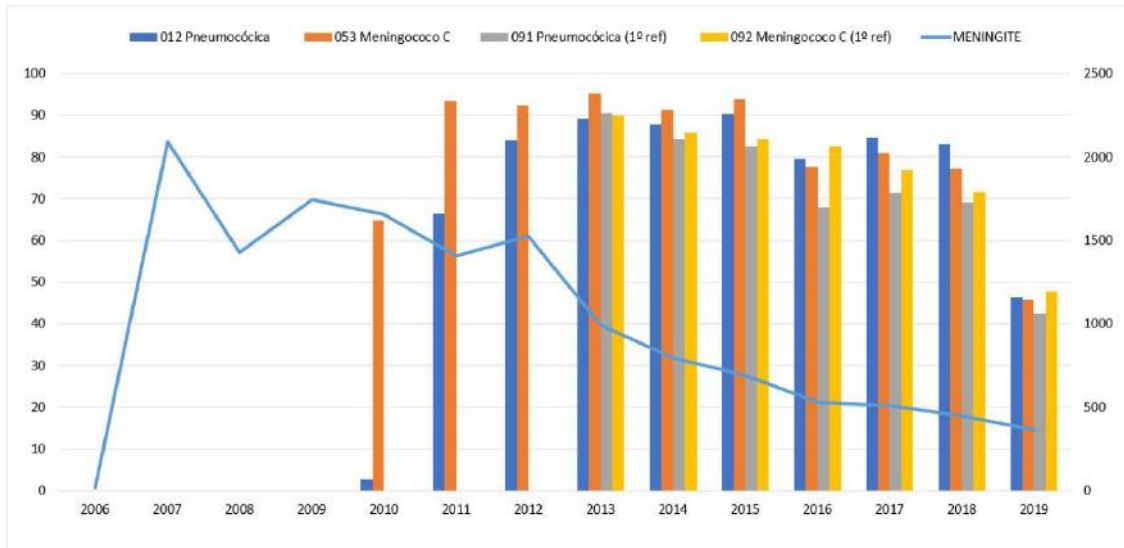
Segundo dados divulgados através do Boletim Epidemiológico da Secretaria de Vigilância em Saúde, que pertence ao Ministério da Saúde, a Bahia foi o estado do Nordeste com maior registro de casos confirmados de hepatites virais do tipo B, C e D entre 1999 e 2018 (Correio, 2019).

Os dados apontam um pico de notificações de casos em 2018, ainda assim, o percentual de cobertura vacinal caiu de 75,56% entre os imuno preventivos em 2018 para 44,64% em 2019. Neste caso, vale lembrar que na maioria das vezes, a Hepatite é uma doença silenciosa e a pessoa não percebe que possui o vírus. A estimativa da Organização Mundial da Saúde (OMS) é de que uma em cada 20 pessoas com hepatite sabe que tem o vírus (G1-BA, 2019).

Analisando a Figura 11 com dados referentes a Meningite, e seus imuno preventores, identifica-se que a quantidade de casos notificados vem reduzindo nos últimos anos. Apesar da cobertura vacinal também apresentar queda no período analisado, o fator de redução dos casos notificados da doença pode estar relacionado com a inclusão de novas vacinas contra a meningite no calendário vacinal do Sistema Único de Saúde (Vigné, 2019). A vacinação teve início em 2010, com praticamente apenas um tipo de imuno para prevenção, e com baixo percentual de cobertura, passando a 04 tipos em 2013, com alto percentual de cobertura.

A meningite é uma inflamação das membranas que recobrem e protegem o sistema nervoso central, localizado no cérebro e que recebem o nome de ‘meninges’. A meningite é uma doença que tanto pode ser causada por vírus, quanto por bactéria, sendo essa a mais comum (Nunes, 2020).

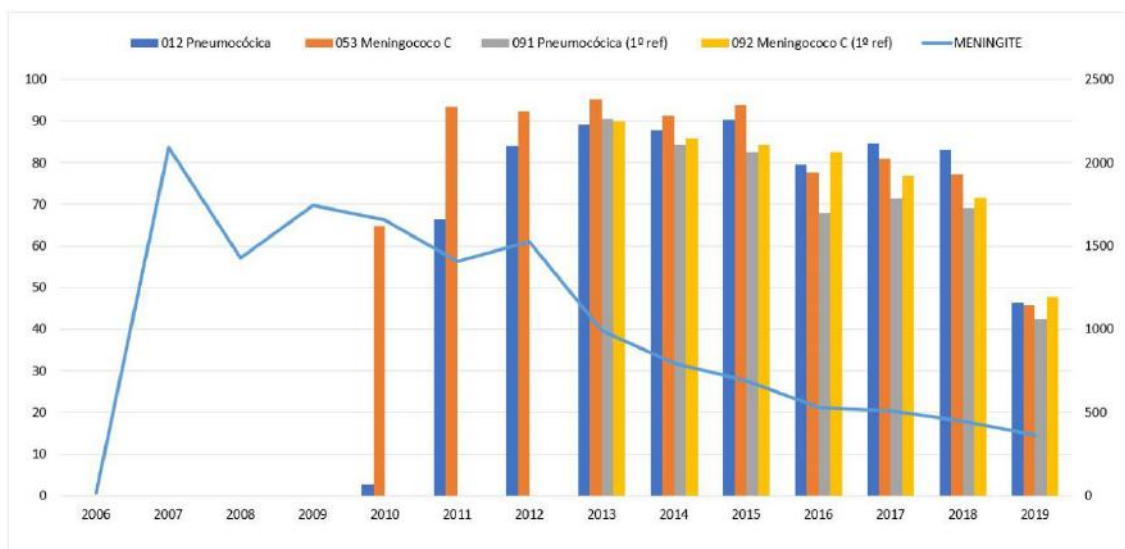
Figura 11: Evolução da Meningite no estado da Bahia e a força da imunização.



Fonte: Autores (2021).

Abordando acerca da Paralisia Flácida Aguda, tem-se na Figura 12 a visualização gráfica para os dados de cobertura vacinal e quantidade de casos notificados no período.

Figura 12: Evolução da Paralisia Flácida Aguda no estado da Bahia e a força da imunização.



Fonte: Autores (2021).

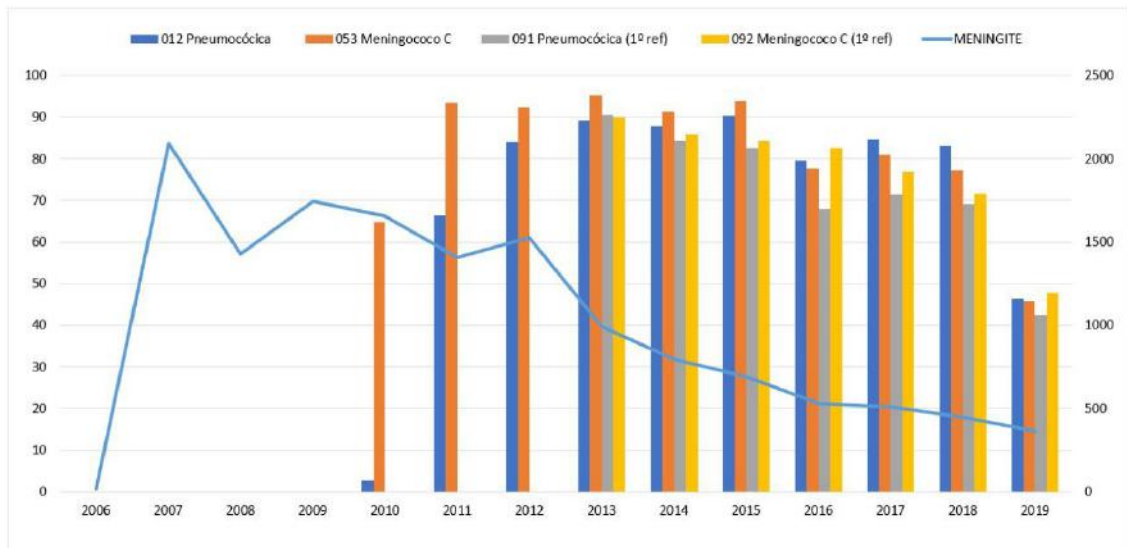
A poliomielite é uma doença infectocontagiosa grave. Na maioria dos casos, a criança não vai a óbito quando infectada, mas adquire sérias lesões que afetam o sistema nervoso, provocando paralisia irreversível, principalmente nos membros inferiores. A Bahia é o estado brasileiro com maior risco de retorno da poliomielite (paralisia infantil), segundo informações do

Ministério da Saúde, devido à baixa cobertura vacinal nos últimos anos (G1-BA, 2018).

A vigilância das Paralisias Flácidas Agudas (PFA) é atividade fundamental para a manutenção da eliminação da Poliomielite no país. Baseia-se na vigilância sindrômica, com alta sensibilidade, na população em maior risco de acometimento da doença (Divepi, 2018). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a meta de cobertura vacinal indicada para o controle da doença é de 95%, o que não ocorre na Bahia desde 2015 (Cursino, 2020).

Conforme visto, avaliando-se a cobertura vacinal, identifica-se um movimento de queda do percentual de população imunizada. Esse comportamento ocorre para os diversos tipos de imunizados avaliados no estudo. A Figura 13 demonstra de forma visual um consolidado da involução da cobertura vacinal para os imunizados avaliados. Percebe-se uma queda geral na cobertura vacinal ao decorrer dos anos, principalmente em 2019 onde a queda foi de aproximadamente 40% quando comparado aos índices alcançados em 2018.

Figura 13: Evolução da Cobertura Vacinal no estado da Bahia.



Fonte: Autores (2021).

Percebe-se no geral, que a quantidade de doses de vacinas aplicadas no estado vem caindo no decorrer dos últimos anos. Vale lembrar que os dados utilizados no estudo são do SUS, não levando em consideração a proporção de pessoas que utilizam os serviços privados para imunização. Inclusive, existem estudos em andamento para estimar qual a parcela de usuários que optam em utilizar os serviços privados de imunização (Fiocruz, 2018).

Não somente em território brasileiro, mas em todo o mundo cresce o movimento Anti-Vacina, que pode explicar com relação direta o comportamento da queda identificada. Nota-se que um dos maiores catalisadores são as chamadas Fake News, que acontecem principalmente em grupos de plataformas de mídia social tipo Facebook, Instagram, Whatsapp e similares, apontam diversos tratamentos alternativos não validados pela comunidade científica ou apresentam casos de reações adversas falsas, isoladas provenientes de aplicações de vacinas, disseminando o descrédito do PNI (Beltrão et al., 2020).

Como consequência do movimento Anti-Vacina, vem a quebra do elo de sustentação epidemiológica, culminando com o risco de retorno de doenças anteriormente já erradicadas ou controladas, como a Paralisia Flácida Aguda, por exemplo. De acordo com a infectologista Jaci Andrade, em relação a coqueluche, a imunidade adquirida com a vacina diminui com o tempo e quando chega na idade adulta, principalmente mulheres quando engravidam, não conseguem passar a imunidade para a criança. As crianças só começam a vacinar com dois meses de idade, então ficam desprotegidas nesse período (G1-BA, 2014).

Os desafios e a guerra do PNI contra as doenças está longe de ser vencida. Nota-se que o investimento em saúde, de maneira geral cresceu nos últimos anos, entretanto, a destinação de verba e recursos para a estrutura de dispensação não são suficientes, haja vista a baixa quantidade de câmaras para conservação de vacinas disponíveis na “Rede de Frio” do Estado Bahia.

“Respeitar a vacinação é uma questão de responsabilidade social. Ela é coletiva, é uma questão de empatia, de respeito à vida”, diz o pesquisador e professor Luiz Carlos Dias, do Instituto de Química da Universidade de Campinas (Unicamp) (Sampaio, 2018). Vale lembrar inclusive que no âmbito financeiro, a prevenção é o melhor remédio, visto que os valores envolvidos na compra e aplicação das vacinas são menores do que os associados ao tratamento das doenças.

Em tempos de pandemia do coronavírus, o governo tem dedicado olhar atento ao tema. Campanhas Nacionais de multivacinação começaram a ser retomadas com maior intensidade, de modo a não permitir um empilhamento de diferentes patologias, e conseqüentemente potencialização da mortalidade pelas mesmas (Araújo, 2020). É essencial o reforço vacinal para evitar-se o aparecimento de novos casos e surto de doenças até então já controladas na região. Faz-se necessário, além da atuação da Vigilância Epidemiológica e Atenção Básica na garantia da adoção de medidas, também um trabalho de conscientização dos cidadãos, pais e responsáveis.

No momento da construção deste artigo, a humanidade vive um período pandêmico dramático. Passados mais de 12 meses desde o primeiro caso notificado de COVID-19, a população mundial aguarda ansiosamente pela aprovação da vacina pelos órgãos mundiais de vigilância sanitária. Quando então haverá uma campanha de vacinação em massa para enfim prevenir e controlar a disseminação desta nova doença, que simplesmente alterou o estilo de vida da humanidade de forma permanente.

Esse novo cenário tem trazido novos dados a serem analisados com visualizações semelhantes aos produzidos por este artigo, pois observa-se aquisições de novas e diferentes câmaras de conservação de vacinas pelos governos, desenvolvimento de novas técnicas de aplicação dos imunobiológicos e um monitoramento e comunicação mais precisa dos dados na plataforma do DATASUS.

4. Conclusão

Percebe-se então que o Programa Nacional de Imunização (PNI) é uma ação governamental brasileira reconhecida mundialmente pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), esse reconhecimento se deve principalmente ao fato da erradicação dos casos de varíola e poliomielite nos anos 70. Atualmente a expertise brasileira é consultada para auxiliar diversos países como Timor Leste, Haiti, Angola, além dos vizinhos na América do Sul (Fiocruz, 2009).

Do ponto de vista de gestão e otimização, é preciso uma visão e planejamento integrado, aplicando-se ações e campanhas pró vacinação. Investimentos em propaganda e marketing, a exemplo do famoso personagem Zé Gotinha, que contribui para uma maior conscientização e maior adesão da população ao PNI, afim de bloquear o movimento Anti- Vacina e por consequência a queda sistêmica da cobertura vacinal, revertendo o cenário atualmente apresentado. Além disso, também é necessário fazer com que os investimentos em infraestrutura sejam adequados à prestação do serviço, com câmaras de conservação mais modernas e em volume compatível a quantidade de doses e ao tamanho territorial do Estado.

Diante dos dados levantados, é possível concluir a falta de investimento na logística de armazenagem nos diversos municípios baianos. Mesmo nos municípios de alta densidade demográfica, percebe-se a falta de equipamentos para reforçar a “Rede de Frio”, comprometendo o programa de imunização nesta região. O processo de dispensação na maior parte dos municípios não contemplados por equipamentos de conservação de vacina, ocorre através de caixas com refrigeração passiva e sem controle ideal de temperatura, comprometendo assim a qualidade do produto aplicado (MS, 2015).

A inteligência e eficiência do PNI depende principalmente dos dados que são inseridos na plataforma de controle de

informação do DATASUS. Alguns locais ainda sem infraestrutura básica como microcomputadores, internet e até treinamento comprometem a integridade do que está sendo enviado para processamento.

As visualizações a respeito da quantidade de vacinas x evolução das doenças, demonstradas neste artigo, é um exemplo do que pode ser analisado e processado para importantes tomadas de decisão gerencial a respeito da logística e do correto direcionamento do recurso público, para garantir a qualidade e o sucesso da imunização da população.

É importante aproveitar este momento, em tempos de pandemia, onde a vacinação volta ter protagonismo, para promover a importância e benefícios, não somente para o combate ao coronavírus, mas também para os demais tipos de doença, que como evidenciado neste artigo, tiveram redução significativa na cobertura vacinal, com a chance de ressurgimento de algumas doenças que até então estavam controladas. Além do governo, investindo em ciência, infraestrutura, saúde e campanhas educacionais de conscientização sobre a importância da vacina, devem fazer sua parte nesse pacto, a população, pais e responsáveis.

Fica sugestão de estudo futuro a aplicação da metodologia utilizada para outros Estados do país, a fim de trazer análises a respeito das variáveis levantadas em outras localidades e realizar um comparativo entre Estados brasileiros. Outra possível abordagem seria a utilização da técnica de regressão linear com múltiplos preditores na massa de dados coletada, correlacionando os municípios através da densidade populacional, cobertura vacinal, investimento em saúde, quantidade de equipamentos presentes na rede de frio, a fim de elencar, por exemplo, as melhores cidades do estado da Bahia sob a ótica do atendimento e condições de saúde.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia, por meio da Pró- Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPGI), pelo fomento aprovado no Edital nº 19/2020/PRPGI/IFBA, que viabilizou a publicação deste artigo.

Referências

- Araújo, J. (2020). Dia D de Multivacinação terá mais de 151 pontos de imunização em Salvador (BA). <https://www.brasildefato.com.br/2020/10/16/dia-d-de-multivacinao-tera-mais-de-151-pontos-de-imunizacao-em-salvador-ba>.
- Bahia, S. de Saúde do Estado da. (2020). Plano preliminar de vacinação contra a Covid-19 prevê quatro fases. <http://www.saude.ba.gov.br/2020/12/02/plano-preliminar-de-vacinacao-contra-a-covid-19-preve-quatro-fases/>.
- Barata, R. B. & Pereira, S. M. (2013). Desigualdades sociais e cobertura vacinal na cidade de salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 16, 266–277.
- Beltrão, R. P. L. et al. (2020). Perigo do movimento antivacina: análise epidemio-literária do movimento antivacinação no brasil. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 12(6), e3088–e3088.
- Contreiras, C. (2010). São Feliz é referência em saúde. <https://www3.ufrb.edu.br/reverso/sao-felix-e-referencia-nacional-em-saude/>.
- Control, C. for D.; (CDC), P. (2020) Product information guide for covid-19 vaccines and associated products. Estados Unidos.
- Correio. (2019). Bahia é o estado do Nordeste com maior número de mortos por hepatites B, C e D. <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/bahia-e-o-estado-do-nordeste-com-maior-numero-de-mortos-por-hepatites-bc-e-d/>.
- Cursino, F. (2020). Poliomielite: vacina tem baixa adesão pelo quinto ano consecutivo. <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2020/10/30/vacina-contra-polio-tem-baixa-adesao-e-risco-da-doenca-volta-a-assustar.htm?cmpid=copiaecola>.
- Divepi. (2018) Cenário da Erradicação da Poliomielite. <http://www.saude.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/2019-Boletim-Epidemiol%C3%B3gico-Paralisia-FI%C3%A1cidas-Agudas.pdf>.
- Elias, D. (2014). Entendendo o processo de ETL. <https://canaltech.com.br/business-intelligence/entendendo-o-processo-de-etl-22850/>.
- Fiocruz. (2009). Programa Nacional de Imunizações (PNI): reconhecimento nacional e internacional. <https://agencia.fiocruz.br/programa-nacional-de-imuniza%C3%A7%C3%B5es-pni-reconhecimento-nacional-e-internacional>.

- Fiocruz. (2010). Coqueluche: sintomas, transmissão e prevenção. <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/coqueluche-sintomas-transmissao-e-prevencao#:~:text=A%20coqueluche%20ou%20pertussis%20%C3%A9,evolui%20em%20tr%C3%AAs%20fases%20sucessivas>.
- Fiocruz. (2018). Inquérito de cobertura vacinal. <http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/inquerito-de-cobertura-vacinal/>.
- Fiocruz. (2020). R. de Bibliotecas da. Hepatites Virais. <http://www.fiocruz.br/bibmang/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=98&sid=106#:~:text=As%20hepatites%20virais%20s%C3%A3o%20doen%C3%A7as%20infecciosas%20sist%C3%AAmicas%20que%20afetam%20o%20f%C3%ADgado>.
- G1-BA. (2014). Aumenta o número de casos de coqueluche em 2014 na Bahia. <http://g1.globo.com/bahia/noticia/2014/06/aumenta-o-numero-de-casos-de-coqueluche-em-2014-na-bahia.html>.
- G1-BA. (2018). Bahia é estado com maior risco de volta da poliomielite, diz Ministério da Saúde. <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/bahia-e-estado-com-maior-risco-de-volta-da-poliomielite-diz-ministerio-da-saude.ghtml>.
- G1-BA. (2019). Bahia é o estado do Nordeste com maior número de mortes por Hepatite B desde 2000. <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2019/07/22/bahia-e-o-estado-do-nordeste-com-maior-numero-de-mortes-por-hepatite-b-desde-2000.ghtml>.
- Governo. (2020). S. do. Fundo Nacional de Saúde. <https://www.gov.br/secretariadegoverno/pt-br/portalfederativo/guiatermino/areas-tecnicas/saude/fundo-nacional-de-saude#:~:text=O%20Fundo%20Nacional%20de%20Sa%C3%BAde,e%20indireta%20integrantes%20do%20SUS>.
- Hübner, M. (2019). Qualification of temperature-controlled storage areas. http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/docs/5CP8_QualificacaoEquipamentos_MariseHubner.pdf.
- IBGE. (1993). Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Disseminação de Informações. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Luna, G. L. M. et al. (2011). Aspectos relacionados à administração e conservação de vacinas em centros de saúde no nordeste do Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16(2), 513–521.
- MS. (2015). Manual da Rede de Frio do PNI. (5a ed.), Ministério da Saúde.
- Nacional, I. (2019). Resolução-RDC nº 304. <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-rdc-n-304-de-17-de-setembro-de-2019-216803526>.
- Nunes, I. S. C. (2020) Meningite. <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/meningite.htm#:~:text=A%20meningite%20%C3%A9%20uma%20inflama%C3%A7%C3%A3o,sendo%20esta%20a%20mais%20comum>.
- Oliveira, B. (2019) Coeficientes de correlação. Disponível em: <https://operdata.com.br/blog/coeficientes-de-correlacao/>.
- Oliveira, V. C. d. et al. (2013). Conservação de vacina em unidades públicas de saúde: uma revisão integrativa. *Revista de Enfermagem Referência*, Escola Superior de Enfermagem de Coimbra-Unidade de Investigação em Ciências, (9), 45–54.
- Organization, W. H.; (2015) Meeting, W. E. C. on Specifications for P. P. WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations: Forty-ninth Report. World Health Organization, 992.
- Organization, W. W. H. (2019). Qualification of temperature-controlled storage areas. https://www.who.int/medicines/areas/quality_safety/quality_assurance/supplement_7.pdf?ua=1.
- Pacheco, F. C. et al. (2018). Análise do sistema de informação da vigilância de eventos adversos pós-vacinação no Brasil, 2014 a 2016. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 42, e12.
- Sampaio, C. (2018). Vacinação é uma questão de responsabilidade social, afirma cientista da Unicamp. <https://www.brasildefato.com.br/2020/10/14/vacinacao-e-uma-questao-de-responsabilidade-social-afirma-cientista-da-unicamp>.
- Scliar, M. (2003). Programa Nacional de Imunizações 30 anos. (3a ed.), Ministério da Saúde.
- SI-PNI. (2020). SI-PNI - Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações. <http://pni.datasus.gov.br/apresentacao.asp>.
- SUS, (2020). D. de Informática do. Histórico / Apresentação. <https://http://datasus1.saude.gov.br/datasus>.
- Teles, A. S., Coelho, T. C. B., & Ferreira, M. P. D. S. (2017). Gasto público em saúde na Bahia: explorando indícios de desigualdades. *Saúde em Debate*, 41, 457–470.
- Temporão, J. G. O (2003). *Programa Nacional de Imunizações (PNI): origens e desenvolvimento*. Tese (Doutorado), Rio de Janeiro.
- Vigné, J. (2019). Três pessoas são diagnosticadas com meningite por dia na Bahia. <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/tres-pessoas-sao-diagnosticadas-com-meningite-por-dia-na-bahia/>.
- Whittemore, R. & Knafk, K. (2005). The integrative review: update methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546-553.