

VACINAS: HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO

Iago Pires Fonseca¹

Camila Rodrigues Ribeiro²

Tarsila da Conceição Silva³

Raphael José Ferreira Felizardo⁴

iagopires06@gmail.com

AREA DE CONHECIMENTO: Ciências da Saúde

PALAVRAS-CHAVE: Vacinas, imunização, sistema imunológico, política de saúde, imunização de rebanho.

RESUMO

As vacinas constituem um dos métodos mais eficientes para o controle de doenças no planeta. Seu desenvolvimento vem sendo aprimorado desde os primeiros experimentos executados por Edward Jenner, no final do século XVIII. Nos dias de hoje, uma gama importante de doenças pode ser evitada pela vacinação. Por meio de uma única dose ou por reforços intermitentes ao longo da vida, as vacinas contribuíram para a construção de uma sociedade mais saudável e chegou a erradicar doenças que mataram milhares de pessoas. Entender o que é a vacina, suas formas de ação e como são construídas, é parte importante da formação do profissional de saúde. O artigo tem como objetivo analisar e mostrar o desenvolvimento das vacinas ao longo da história através de revisão bibliográfica. Considerando a importância das vacinas e da política nacional de imunização, este trabalho apresenta uma breve revisão dos conceitos associados às vacinas, suas características principais, e sua importância no cenário mundial e nacional.

¹Acadêmico do 6º período do curso de Farmácia da Faculdade Vértice Trirriense – UNIVÉRTIX.

²Acadêmica do 6º período do curso de Farmácia da Faculdade Vértice Trirriense – UNIVÉRTIX.

³Graduada em Farmácia pela Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Especialista em Qualidade e Segurança no Cuidado ao Paciente. Docente da Faculdade Vértice Trirriense – UNIVERTIX.

⁴Graduado em Farmácia pela Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Docente do Departamento de Patologia, Faculdade de Medicina da UFJF. Docente da Faculdade Vértice Trirriense – UNIVERTIX.

1. INTRODUÇÃO

Vivemos em um mundo rodeado por bactérias, vírus e fungos. Nós, seres humanos, e todos os organismos eucarióticos não somente estamos expostos a diversos tipos desses microrganismos como também somos colonizados por eles. Encontramos essas pequenas criaturas vivendo de maneira comensal ou simbiótica com nosso organismo em todas as superfícies expostas ao meio ambiente como pele, trato respiratório, trato digestivo, trato geniturinário e trato reprodutor. A relação que temos com os microrganismos tem mostrado ser essencial em condicionar diversos aspectos da nossa vida e nosso desenvolvimento. (SOMMER *et al*, 2017) Contudo, essas coleções de microrganismos não somente dizem respeito aos microrganismos não patogênicos, mas também aos microrganismos patogênicos.

O entendimento de que os microrganismos eram os principais causadores de doenças surgiu em 1890 com os postulados formulados por Friedrich Henle e adaptador por Robert Koch. Os postulados de Henle-Koch defendiam que os microrganismos eram as causas de diversas doenças, o que foi posteriormente confirmado e ainda é utilizado nos dias de hoje. Os postulados foram cruciais para a manutenção da saúde humana uma vez que, sabendo a causa, poderíamos agora estudar métodos para evitar e combater infecções e contaminações. Contudo, essas teorias vieram sendo construídas por diversas observações durante séculos.

Desde centenas de anos antes de Cristo, observava-se que pessoas que sobreviviam a doenças fatais dificilmente contraíam aquela mesma doença uma segunda vez. Dentre inúmeras constatações, os experimentos conduzidos por Edward Jenner no final do século XVIII ganharam notoriedade pelos resultados obtidos.

Naquela época, dizia-se que pessoas que lidavam com o gado não contrariavam varíola. Jenner observou que vacas desenvolviam uma forma de varíola mais branda que a forma humana, com feridas parecidas. Ao observar que as pessoas que ordenhavam vacas tinham uma versão mais branda de varíola, resolveu colocar em prova a sabedoria popular. Jenner coletou o pus da mão de uma

coletora de leite que desenvolvia a varíola bovina e inoculou em um menino de 8 anos. O garoto desenvolveu febre e alguns sintomas brandos, mas não todos os sinais completos da doença. Após recuperar-se da doença, Jenner inoculou, no mesmo menino, o líquido da ferida de outro paciente que desenvolvia varíola. O resultado foi impressionante: o garoto não desenvolveu a doença mesmo semanas após a segunda inoculação. (TOGNOTTI, 2010) Estava, assim, descoberta a propriedade de imunização e as bases da vacina.

Os estudos de Jenner levou, nos anos seguintes, à criação da vacina contra varíola, doença que disseminou milhares de vida até sua erradicação oficialmente decretada em 1980. (WHO, 1980)

2. OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

O ano de 2020 está marcado na história humana pelas consequências da expansão do vírus SARS-CoV-2 para todo o mundo e pelo desenvolvimento, em tempo recorde, de uma vacina contra a infecção por tal patógeno. Neste cenário, muitas dúvidas acerca do que consiste uma vacina vem à tona. O objetivo deste trabalho foi trazer algumas informações sobre vacinas a partir de textos científicos, facilitando o entendimento e retomando conceitos sobre sua importância e impacto na sociedade.

3. METODOLOGIA

O trabalho apresentado envolve uma revisão bibliográfica e informativa. A metodologia aplicada teve como base a consulta de publicações nas principais bases eletrônicas como Medline, Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) e PubMed. Como critérios de inclusão foram utilizados artigos na área de imunologia, biologia molecular, políticas públicas de saúde e informativos adotados pelo Ministério da saúde. A busca foi realizada utilizando as palavras-chave: vacinas, imunização, sistema imunológico, política de saúde, imunização de rebanho e o calendário de vacinação nacional.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Uma breve história da vacina

O termo “vacina” é aplicado a qualquer preparação biológica, produzida de organismos vivos ou baseada em organismos vivos, que leva ao desenvolvimento de imunidade, prevenção e até mesmo a cura de uma doença. O conceito é aplicado também a toxinas, anticorpos e até suspensão contendo células imunes que são administradas primariamente para prevenir doenças. Podem conter uma ou mais substâncias antigênicas que, quando são inoculadas, tornam-se capazes de produzir uma imunidade específica ativa. (ANVISA, 2020; CDC, 2020)

As vacinas “treinam” ou “ensinam” ao sistema imune a criar anticorpos assim como acontece quando somos expostos a um agente infeccioso. Como as vacinas possuem somente uma parte do agente infeccioso, um subproduto, ou o próprio agente infeccioso inativado, ela não causa doença. O sistema imune reconhece partes do agente infeccioso como algo estranho e começa a produzir uma defesa contra aquilo, mas sem o perigo de que aquele componente possa nos causar danos. Uma vez que o sistema imune reconhece aquele agente como algo ruim, e tendo ferramentas (anticorpos) preparadas para lidar contra aquilo, ele rapidamente destrói o micro-organismo invasor diante da segunda exposição.

Para que possam ser utilizadas nos seres humanos, as vacinas devem cumprir algumas exigências e apresentar certas características. Além de seguras e não causarem doenças – ou até mesmo a morte do paciente – as vacinas devem ter sua função protetora garantida. Outra importante característica é sustentar a proteção, ter efeito duradouro, de preferência para toda a vida. A facilidade de administração, baixo custo e estabilidade biológica são características não menos importantes durante o desenvolvimento de uma fórmula. Por fim, visa-se a preparação de vacinas que possuem pouco ou nenhum efeito colateral, embora seja algo comum.

As vacinas podem ser concebidas de diversas formas, na maioria dos casos contendo um ou mais antígenos, que servem de alvos para o desenvolvimento de uma resposta imunológica desejada. As respostas podem ser melhoradas se usadas em conjunto de certas substâncias chamadas adjuvantes. Os adjuvantes podem induzir, modificar ou até ampliar a resposta imunológica. (DINIZ *et al.*, 2010) É notável que as vacinas são a melhor forma para prevenir uma doença, vinda por um patógeno viral ou bacteriano, embora seu desenvolvimento leve tempo e envolva custos. (VILLANOVA, 2020)

O processo de geração de uma vacina é variado e depende do tipo de agente imunogênico que será manipulado. As primeiras tentativas de geração de vacinas ocorreram com o cultivo dos vírus em animais, técnica usada por Pasteur para a criação da vacina antirrábica. Em meados de 1930, foi introduzido o método de cultivo de vírus utilizando o ovo embrionado de galinha, que permitiu o cultivo de cepas virais, como os da varíola e o vírus da influenza. Com o desenvolvimento das técnicas de cultura de tecidos, a vacina da febre amarela foi desenvolvida. Essa vacina utiliza o cultivo do vírus em fragmentos de embrião de galinha em suspensão. A partir da década de 1950, um grande número de vírus começou a ser cultivado nesses sistemas. Com a cultura de tecidos o cultivo de vírus usados para vacinas foi aprimorado. Por meio do cultivo em células renais de macaco, Jonas Salk obteve a vacina anti-pólio utilizando o vírus inativado em 1955; utilizando o mesmo sistema de cultivo mas utilizando o microrganismo vivo, Albert Sabin desenvolveu a versão oral da vacina, erradicando a poliomielite nas Américas. (SCHATZMAYR *et al.*, 2002)

4.2 Classificação das vacinas

As vacinas são classificadas, de forma geral, em dois tipos: vacinas de microrganismos vivos atenuados e vacinas de microrganismos inativados ou mortos.

Nas vacinas de microrganismos vivos atenuados, o patógeno responsável pela doença sofre alteração de modo a diminuir sua atividade. As vacinas vivas atenuadas possuem diversas vantagens: por terem grande parte dos componentes

do vírus íntegros, geram uma resposta imunológica que mimetizam a infecção natural. Além disso, as vacinas inativadas garantem melhor imunidade celular, geram respostas imunes duradouras e condicionam altas taxas de soroconversão. Contudo, ainda que o microrganismo esteja atenuado, existe chances de causarem doenças numa forma branda e podem apresentar efeitos colaterais. A instabilidade da formulação também é uma desvantagem, uma vez que formulações não liofilizadas necessitam de maiores cuidados durante a distribuição e estocagem. Exemplos desse tipo de vacina são a BCG e tríplice viral. É importante ressaltar que vacinas vivas, apresentam menor custo de produção, o que facilita sua fabricação e utilização em grande escala. (FIOCRUZ, 2019)

Quando observado em casos clínicos, a vacina da poliomielite oral poderia em alguns casos desencadear a paralisia após a vacinação. Esses efeitos adversos não foram exclusividade da poliomielite. Podendo ser observados em vacinas contra caxumba, febre amarela e varíola. Contudo citado anteriormente, as vacinas vivas podem sofrer deterioração durante seu transporte e armazenamento. Exigindo refrigeração que permite a vacina chegar em bom estado e em condições de uso. (SCHATZMAYR *et al.*, 2002)

Ao contrário das vacinas de microrganismos vivos atenuados, as vacinas de microrganismos inativados ou mortos, como o nome sugere, não possuem suas cepas vivas, embora estejam íntegras. Em alguns casos, apresentam somente fragmentos desses microrganismos. A grande vantagem deste tipo de vacina é sua estabilidade e segurança, uma vez que ela não é capaz de promover a doença. Contudo geram respostas imunológicas pouco duradoras, o que pode requerer doses de reforço com o tempo. Estes modelos de vacinas são utilizados em humanos como as vacinas contra a influenza, poliomielite e raiva. Vacinas inativadas bacterianas para combater a cólera e a pneumonia pneumocócica também utilizam microrganismos inativados ou fragmentos destes. (DINIZ & FERREIRA, 2010)

Um terceiro tipo de vacina são as vacinas toxoides. As vacinas toxoides são formulações que contêm toxinas inativadas mas que ainda possuem efeito

antigênico. Exemplos de vacina de toxoides são a vacina da difteria e do tétano. Como utiliza-se toxoide para os quais a maioria das pessoas já teve alguma exposição, há poucos riscos para que exista desenvolvimento de doença. Contudo, para obtenção de uma imunização completa se faz necessário reforços a cada dez anos. (BRAZ *et al.*, 2014)

Vacinas que utilizam apenas fragmentos de microrganismos são denominadas vacinas de subunidades, e desencadeiam uma boa resposta imunológica. Fabricadas a partir de técnicas de engenharia genética, esta vacina é produzida a partir da programação de partes antigênicas dos patógenos e, por esse motivo, também são conhecidas como vacinas recombinantes. Como exemplo temos a vacina contra o vírus da hepatite B e HPV. Esse tipo de vacina tem sido bem conceituada por seu alto índice de segurança ao inibir a reprodução em seu receptor e apresentar pouco ou nenhum efeito colateral. (BRAZ *et al.*, 2014)

A vacina de DNA, é uma das grandes inovações na biotecnologia. As vacinas de DNA trazem uma proposta diferente de imunização. Ao invés de fazer a imunização por meio da injeção de antígenos isolados ou partículas de microrganismo, faz-se a imunização por meio da injeção do material genético, um gene, que codifica o antígeno contra o qual se quer obter proteção. Consiste em transferir esse gene para nossas próprias células e assim, permitir que ele seja sintetizado. Por meio de técnicas de DNA recombinante, a síntese de antígenos com aplicação vacinal acontece em linhagens de *Escherichia coli*, uma bactéria inofensiva pertencente a microbiota humana. Uma vez purificada, o plasmídeo pode ser injetado em animais, de modo a induzir uma resposta imunológica. Uma das grandes vantagens das vacinas de DNA é que o receptor será continuamente sendo exposto ao antígeno, o que o ajudará a montar uma resposta imune mais robusta, garantindo proteção durante toda sua vida e sem necessidade de dose de reforço. O baixo custo de produção, comparado com as outras vacinas, e alto grau de estabilidade, configura grandes vantagens para as vacinas de DNA. Embora ainda não seja uma realidade, as vacinas de DNA mostram resultados promissores e

podem, dentro de alguns anos, fazer parte da nossa carteira de vacinação. Estudos recentes consideram a utilização desse tipo de vacina uma promessa contra câncer e outros vírus mais complexos, que possuem altas taxas de mutação, como o HIV e a influenza. (DINIZ & FERREIRA, 2010)

É possível notar que em seu desenvolvimento as vacinas são capazes de induzirem mecanismos distintos. Ainda assim, é possível lidar como uma gama de agentes infecciosos diferentes com a mesma vacina, pois cada um desses agentes irá desencadear uma resposta imunológica diferente, como exemplo a tríplice viral, que associa em sua formulação três patógenos diferentes, caxumba, sarampo e rubéola. (ENGLEITNER & MOREIRA, 2013)

Uma característica das vacinas é sua capacidade de transferência vertical, no qual ao imunizar as mães grávidas, os anticorpos também são transmitidos aos fetos tornando possível diminuir ou erradicar infecções durante e após o parto. Já no caso dos idosos por terem uma resposta imunológica mais lenta, deve ser levado em consideração a vacinação em massa da população mais jovem, evitando que a doença se propague e atinja essa faixa etária. (Ministério da Saúde, 2016)

Nos últimos séculos, as vacinas, juntamente com os antibióticos e as medidas de higiene, tiveram um papel essencial em diminuir a mortalidade em todo o mundo. Além de serem utilizadas como forma de tratamento para combater doenças infecciosas, as vacinas são primariamente utilizadas de maneira profilática. O grande êxito das vacinas na prevenção e diminuição das infecções viróticas trouxeram diversas vantagens contra organismos bacterianos. Ao impedir a contaminação por meio da imunização, as vacinas contribuíram para a diminuição da utilização de antibióticos; por meio de vacinas antibacterianas foi possível diminuir a frequência de desenvolvimento de resistências bacterianas e propagação de super bactérias resistentes. (DINIZ *et al.*, 2010)

4.3 Imunidade de rebanho

A imunidade de cada pessoa é um fator poderoso que afeta a saúde do hospedeiro, a perpetuação, e a dinâmica de transmissão do patógeno numa população. O conceito que descreve o efeito da imunidade individual na prevenção da transmissão de agente infeccioso numa população é chamado de imunidade de rebanho.

A dinâmica das doenças infecciosas e a imunidade individual estão diretamente relacionadas. A infecção de um indivíduo numa comunidade gera risco de infecção para outros indivíduos, por aumento da exposição ao patógeno. Ao mesmo tempo, a propagação do patógeno reduz o número de indivíduos suscetíveis que podem ser infectados, pois indivíduos infectados já desenvolveram imunidade. Chega um ponto em que a população que está imune é maior do que aquela suscetível ao patógeno, ou seja, uma parte da população susceptível está protegida indiretamente pela imunização dos indivíduos que os cercam. Isso acontece porque a maioria dos indivíduos que os cercam já foram expostos, estão imunes e não transmite a infecção. Com o tempo, a proteção indireta altera a dinâmica de transmissão do patógeno. (METCALF *et al*, 2015)

A imunidade de rebanho pode ser alcançada por meio da disseminação do vírus pela população assim como por meio de campanhas de vacinação. A vacinação de porcentagem significativa da população permite o rápido desenvolvimento de imunidade na população, protegendo aqueles ainda não expostos ao microrganismo.

4.4 A Vacinação no Brasil

A política de vacinação brasileira é reconhecida internacionalmente como uma poderosa ferramenta na prevenção e controle de doenças transmissíveis, mas houve uma extensa jornada até a construção do panorama atual.

Inicialmente, o combate às endemias era realizado através de campanhas sanitárias e medidas higienistas, das quais a vacinação obrigatória era parte. Tais medidas tinham como principal objetivo resolver os problemas de saúde que assolavam a população urbana em crescimento. Nos primórdios do século XX,

doenças como a febre amarela e varíola demandavam ação do poder público, tanto no âmbito individual quanto coletivo. Como uma das estratégias para resolução dos problemas de saúde pública, foi enviado pelo médico sanitário Oswaldo Cruz ao Congresso um projeto de lei reiterando a compulsoriedade da vacinação, estabelecida desde 1837, todavia nunca posta em prática. A aprovação da lei em 1904, gerou desconfiança e o levante popular contra tal ato imperioso, intitulado “A Revolta da Vacina”.

Mesmo com a rejeição inicial, a importância da vacinação foi compreendida e aceita pela população com o passar dos anos, sem a necessidade de novas intervenções enérgicas do poder público. A estratégia campanhista se manteve através das décadas seguintes, sendo que em 1973 as políticas de imunização no Brasil ganharam uma melhor representatividade, com a formulação do Programa Nacional de Imunizações (PNI). A institucionalização do programa, em 1975, teve como missão coordenar em âmbito nacional e agregar em uma só estrutura as atividades de vacinação no país, antes descontínuas e dispersas em programas de controle de doenças e, geralmente, executadas na forma de campanhas de vacinação em massa (Teixeira & Domingues; 2013).

Desde então, o programa avançou de maneira satisfatória, consolidando nacionalmente as ações voltadas para a promoção da vacinação, e contribuindo para a elevação dos níveis de imunização. Como conquistas, podemos citar a erradicação, em todo o território nacional, da varíola e da poliomielite. Segundo o Ministério da Saúde, o Programa Nacional de Imunizações brasileiro tornou-se um dos maiores do mundo ao ofertar 45 diferentes imunobiológicos para toda a população, com vacinas destinadas a todas as faixas-etárias e campanhas anuais para atualização da caderneta de vacinação. A tabela 1 mostra algumas das vacinas disponíveis na rede de vacinação brasileira, assim como as faixas etárias nas quais cada vacina deve ser tomadas.

AGENTES IMUNIZANTES / CALENDÁRIO DE VACINAÇÃO			
GRUPO	VACINA	FAIXA ETÁRIA	AGENTE IMUNIZANTE
Crianças	BCG (Bacilo Calmette-Guerin)	Ao nascer	Bactéria Viva Atenuada
	Hepatite B	Ao nascer	Frações do Vírus
	Penta 1º Dose	2 meses	Vírus Atenuado
	Vacina Poliomielite VIP 1º Dose	2 meses	Vírus inativado
	Pneumocócica 10 Valente 1º Dose	2 meses	Bactéria ou componente inativado
	Rotavírus humano 1º Dose	2 meses	Vírus Vivo Atenuado
	Meningocócica C 1º Dose	3 meses	Bactéria Viva Atenuada
	Penta 2ª dose	4 meses	Vírus Atenuado
	Pneumocócica 10 Valente 2ª dose	4 meses	Vírus Vivo Atenuado
	Rotavírus humano 2ª dose	4 meses	Vírus Vivo Atenuado
	Vacina Poliomielite VIP 2º Dose	4 meses	Vírus inativado
	Meningocócica C 2ª dose	5 meses	Bactéria ou componente inativado
	Penta 3ª dose	6 meses	Vírus Atenuado
	Vacina Poliomielite VIP 3º Dose	6 meses	Vírus inativado
	Febre Amarela	9 meses	Vírus Vivo Atenuado
	Triplice viral 1ª dose	12 meses	Vírus Vivo Atenuado
	Pneumocócica 10 Valente - Reforço	12 meses	Bactéria ou componente inativado
	Meningocócica C – Reforço	12 meses	Bactéria ou componente inativado
	DTP 1º reforço	15 meses	Bactéria ou componente inativado
	Vacina Poliomielite VOP – 1º reforço	15 meses	Vírus Vivo Atenuado
Hepatite A	15 meses	Vírus inativado	
Tetra viral	15 meses	Vírus Vivo Atenuado	
DTP - 2º reforço	4 anos	Bactéria ou componente inativado	
Vacina Poliomielite VOP 2º reforço	4 anos	Vírus Vivo Atenuado	
Varicela atenuada	4 anos	Vírus Vivo Atenuado	
Adolescente	HPV Meninas- 2 doses (seis meses de intervalo)	9 a 14 anos	Vírus inativado
	HPV Meninos- 2 doses (seis meses de intervalo)	11 a 14 anos	Vírus inativado
	Dupla Adulto (dT) – Reforço a cada 10 anos	10 a 19 anos	Bactéria ou componente inativado
Adultos e Idoso	Dupla adulto (dT) – Reforço a cada 10 anos	20 a 59 anos	Bactéria ou componente inativado
	Dupla Adulto (dT) – Reforço a cada 10 anos	60 anos ou mais	Bactéria ou componente inativado
	Influenza – Uma dose (anual)	60 anos ou mais	Vírus inativado

Tabela 1: Calendário de vacinação e as características de seus respectivos agentes imunizantes. (Adaptado Ministério da Saúde, 2020)

4.5 Movimentos antivacinas

Os movimentos antivacinas são tão antigos quanto as próprias vacinas. Caracteriza-se por organizações que se opõe à vacina pública baseadas em equívocos científicos. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, a relutância ou recusa em vacinar constituem uma das dez maiores ameaças a saúde mundial, culminando na possibilidade de reversão do progresso alcançado no combate a

doenças controladas, e levando a surtos de doenças imunopreveníveis. (DE CAMARGO JR, 2020)

Pessoas que seguem movimentos impulsionados por falsidades científicas e que disseminam a falsa ideia de que a vacina é algo ameaçador, colocam em risco pessoas que realmente estão ameaçadas diariamente. A escolha por não vacinar, ou crianças não vacinas, constituem um grupo mais susceptível a contrair doenças. Uma vez carregando um agente patogênico, são potentes propagadores de enfermidades para aqueles que ainda não vacinaram e para outro grupo que, por algum motivo, não podem tomá-las. Pessoas imunocomprometidas ou utilizando corticoesteróides durante longos períodos, como os pacientes transplantados, idosos que tem naturalmente suas defesas fragilizadas e crianças na fase inicial da vida, correm grande risco por irresponsabilidade daqueles que espalham desinformações.

4.6 Produção de vacinas em tempo de pandemia – ponto de vista.

No atual momento da redação deste artigo, vivemos uma pandemia causada pelo vírus Sars-CoV-2, causador da *Coronavirus disease 2019* (COVID-19). Milhares de pessoas foram infectadas pelo vírus que vitimou outros milhares até o momento. Diversas empresas ao redor do planeta estão estudando, desenvolvendo ou testando possíveis vacinas contra a doença. A opinião pública e os governos ao redor do mundo pressionam cientistas e grandes companhias a correrem contra o tempo e agilizarem ao máximo a descoberta dessa vacina. Contudo o processo de desenvolvimento de uma vacina é demorado porque requer rigorosa avaliação científica, principalmente quando estamos lidando com agente etiológico que sequer conseguimos entender como está associado ao desenvolvimento da doença.

Por maior que seja o desafio de se produzir uma vacina em tempo recorde, fatores associados a produção e distribuição da vacina também devem ser considerados. Em se tratando de uma população de sete bilhões de pessoas,

certamente será preciso resolver não apenas o problema de fabricação da vacina em larga escala, mas também desenvolver estratégias de distribuição que atenda a população mundial. Distribuir sete bilhões de doses de vacinas vai demandar uma altíssima produção de frascos de vidro para acomodar essas doses, assim como exigirá grandes quantidade de rolha especiais de borracha ou látex. Gerar todo esse material na escala de bilhões provavelmente comprometerá a produção de outros medicamentos que precisam exatamente desses mesmos recursos, o que poderá levar a uma crise de abastecimento de diversas outras classes de medicamentos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há quase um século as vacinas têm um papel essencial na manutenção da saúde em todos os países ao redor do mundo. Trata-se de uma das formas mais eficientes e baratas para evitar doenças. A pesquisa e desenvolvimento de uma vacina leva anos até se conseguir uma formulação que apresente as características ideais e garanta proteção. O aprimoramento das vacinas e o desenvolvimento de novos conceitos, como as vacinas de DNA, trazem novas oportunidades para combater agentes patogênicos antigos e de difícil controle.

Entender a importância das vacinas no contexto da saúde pública é um dever dos profissionais de saúde, assim como promover e disseminar informações corretas acerca da sua utilização. A desinformação, a utilização de referências não científicas e os movimentos antivacinas contribuem para que o grande esforço até hoje empregado pelos órgãos de saúde seja anulado, permitindo o ressurgimento de doenças já raramente encontradas na sociedade.

6. REFERÊNCIAS

Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). **Conceitos e definições de medicamentos**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/medicamentos/conceitos-e-definicoes>. Acesso em: 30 de Agosto de 2020.

BRAZ, L. C. C; GUIMARAES, D. T; VAZ, M. R. F; NÓBREGA, F. F. F. Contribuições da biotecnologia no desenvolvimento e produção de vacinas de primeira, segunda e terceira gerações. **Revista de Saúde e Ciência on line**, v. 3, p. 189-206, 2014.

Centers for disease control and prevention (CDC). **Vaccines: The Basics**. <https://www.cdc.gov/vaccines/vpd/vpd-vac-basics.html>. Acesso em: 26 de Agosto de 2020.

DE CAMARGO K. Jr. Lá vamos nós outra vez: a reemergência do ativismo antivacina na Internet. **Cad. Saúde Pública**, v. 36, n. Sup 2, p. e00037620, 2020.

DINIZ, M. O; LASARO M. O; ERTL H. C; FERREIRA L. C. S. Immune responses and therapeutic anti-tumor effects of an experimental DNA vaccine encoding the human papillomavirus type-16 (HPV-16) oncoproteins genetically fused to the herpes vírus glycoprotein D (gD). **Clinical and Vaccine Immunology**, v. 17, p. 1576-1583, 2010

DINIZ, M. O; FERREIRA, L. C. S. Biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de vacinas. **Estudos avançados**, São Paulo , v. 24, n. 70, p. 19-30, 2010.

ENGLEITNER, F; MOREIRA, AC. INCIDÊNCIA DE RUBEÓLA, CAXUMBA E SARAMPO NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS. **Revista Contexto & Saúde**, v. 8, p. 37-38, 2008.

Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Vacinas virais. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/perguntas-frequentes/perguntas-frequentes-vacinas-menu-topo/131-plataformas/1574-vacinas-virais>. Acesso em 12 de setembro de 2020.

Ministério da Saúde. **Relatório técnico nº 01/2016/CGPNI/DEVIT/SVS/MS: Critérios para orientar o processo de decisão para introdução da vacina contra a dengue no Programa Nacional de Imunizações (PNI)**. Brasília: Ministério da Saúde; 2016 Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2016/maio/05/relatorio-01-criterios-orientar-decisao-vacina-dengue.pdf>. Acesso em 12 de setembro de 2020.

Ministério da Saúde. **Calendário nacional de vacinação**. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/vacinacao/calendario-vacinacao>. Acesso em 06 de setembro de 2020.

METCALF, CJE; FERRARI, M; GRAHAM, AL; GRENFELL, BT. Understanding Herd Immunity. **Trends in Immunology**, v; 36(12), p. 753-755, 2015.

SCHATZMAYR, HG; FILIPPIS, AMB; FRIEDRICH, F.; LEAL, MLF. Erradicação da poliomielite no Brasil: a contribuição da Fundação Oswaldo Cruz. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, Rio de Janeiro, vol. 9(1), p. 11-24, 2002.

SOMMER F; ANDERSON JM; BHARTI R, RAES J; ROSENSTIEL P. The resilience of the intestinal microbiota influences health and disease. **Nature Reviews Microbiology**, v. 15(10), p. 630-638, 2017.

TEIXEIRA AMS, DOMINGUES CMAS. Monitoramento rápido de coberturas vacinais pós-campanhas de vacinação no Brasil: 2008, 2011 e 2012. **Epidemiol Serv Saúde**, v. 22, p. 565-578, 2013.

TOGNOTTI E. The eradication of smallpox, a success story for modern medicine and public health: what lessons for the future? **The Journal of Infection in Developing Countries**, v.4(5), p. 264–266, 2010.

VILLANOVA, M; Vacinas e imunidade. **Revista de Ciência Elementar**, v.8(2), p. 21, 2020.

World Health Organization (WHO). **The Global Eradication of Smallpox: Final Report of the Global Commission for the Certification of Smallpox Eradication**. Geneva: World Health Organization; Global Commission for Certification of Smallpox Eradication, p.11; 1980.