

# VACINAS CONTRA A COVID-19: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FABRICANTES E ESTRATÉGIAS DE IMUNIZAÇÃO

## COVID-19 VACCINES: COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN MANUFACTURERS AND IMMUNIZATION STRATEGIES

Maria Fernanda de Almeida Serrazine  
Centro Universitário Geraldo Di Biase, Volta Redonda/RJ, Brasil  
e-mail maferserrazine@gmail.com

Thais Pereira Brum  
Centro Universitário Geraldo Di Biase, Volta Redonda/RJ, Brasil  
e-mail thais.pereira.brum@hotmail.com

Marcelo Ribeiro de Almeida Guedes  
Centro Universitário Geraldo Di Biase, Volta Redonda/RJ, Brasil  
e-mail prof.marceloguedes@gmail.com

**Resumo**  
Este trabalho realizou uma análise comparativa das principais vacinas contra a COVID-19, considerando as suas plataformas tecnológicas, eficácia, segurança, efeitos adversos e resposta imunológica frente às variantes do SARS-CoV-2. Foram selecionadas as vacinas como CoronaVac, Pfizer, AstraZeneca, Moderna e Janssen, além da estratégia de reforço heterólogo. A pesquisa, se baseia em uma revisão narrativa de literatura científica publicada entre 2020 e 2025, aponta que todas as vacinas demonstraram capacidade de reduzir hospitalizações e óbitos, com destaque para as vacinas de RNAm (Pfizer e Moderna) pela alta imunogenicidade. As vacinas de vetor viral e vírus inativado, apresentaram algumas vantagens logísticas e de menor custo. A ocorrência de efeitos adversos graves foi baixa, sendo os benefícios da vacinação superiores aos riscos. O estudo conclui a importância da vacinação, da vigilância contínua, da eficácia dos imunizantes e dos ajustes das estratégias frente às novas variantes.

**Palavras-chave**  
COVID-19. Vacinas. Imunização. Análise comparativa.

**Abstract**  
This study conducted a comparative analysis of the main COVID-19 vaccines, considering their technological platforms, efficacy, safety, adverse effects, and immune response to SARS-CoV-2 variants. The selected vaccines include CoronaVac, Pfizer, AstraZeneca, Moderna, and Janssen, as well as the heterologous booster strategy. Based on a narrative review of scientific literature published between 2020 and 2025, the research indicates that all vaccines have demonstrated the ability to reduce hospitalizations and deaths, with mRNA vaccines (Pfizer and Moderna) standing out for their high immunogenicity. Viral vector and inactivated virus vaccines presented some logistical and cost advantages. The occurrence of severe adverse effects was low, and the benefits of vaccination outweighed the risks. The study concludes by highlighting the importance of vaccination, continuous monitoring, vaccine effectiveness, and the adjustment of strategies in response to new variants.

**Keywords**  
COVID-19. Vaccines. Immunization. Analysis comparative.



Licença de Atribuição BY do Creative Commons  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Aprovado em 03/06/2025  
Publicado em 30/08/2025

## 1. INTRODUÇÃO

No final de 2019, na cidade de Wuhan, na China, foi identificado um novo vírus que rapidamente se espalhou, provocando uma crise sanitária mundial. O agente etiológico, denominado SARS-CoV-2, é responsável pela Síndrome Respiratória Aguda Grave (COVID-19), caracterizada por sintomas que variam de quadros assintomáticos a formas graves e fatais, especialmente em indivíduos com comorbidades ou imunossupressão. Em função da rápida transmissão e impacto global, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a COVID-19 como pandemia em 11 de março de 2020 (Hewage; Hull-Nye; Schwartz, 2025).

A pandemia gerou uma das maiores mobilizações científicas da história recente, resultando em um esforço global para o desenvolvimento de vacinas. A imunização veio como a principal estratégia para impedir o avanço do SARS-CoV-2, reduzir hospitalizações e mortes, e alcançar a imunidade coletiva. No entanto, a dinâmica da imunidade, tanto natural quanto induzida por vacinas, é complexa e influenciada pela duração da proteção, emergência de variantes e estratégias de vacinação (Hewage; Hull-Nye; Schwartz, 2025).

A efetividade das vacinas foi desafiada pelo surgimento de variantes, como Alpha, Beta, Gamma e Delta, que possuem mutações capazes de aumentar a transmissão e, em alguns casos, reduzir a neutralização pelos anticorpos induzidos pelas vacinas. Estudos apontaram que, embora a proteção contra infecção sintomática tenha diminuído para algumas vacinas em relação a determinadas variantes, a eficácia contra formas graves, hospitalizações e óbitos permaneceu elevada, evidenciando o papel crucial das vacinas (Fiolet *et al.*, 2022; Saadh; Jaber, 2022).

Além das diversas tecnologias das vacinais, muitos países adotaram estratégias diferentes de imunização, variando na definição de grupos prioritários, esquemas de doses, intervalos entre aplicações e combinações heterólogas. A introdução de esquemas heterólogos, por exemplo, com a combinação de AZD1222 (AstraZeneca) e vacinas de RNAm, demonstrou potencial para aumentar a imunização, embora também tenha sido associada a maior capacidade de efeitos colaterais (Fiolet *et al.*, 2022; Ito *et al.*, 2025).

Outro aspecto fundamental é a dinâmica da imunidade ao longo do tempo. Modelos matemáticos demonstraram que a perda de imunidade adquirida por infecção (natural) e a imunidade vacinal são determinantes na evolução da pandemia. A imunidade natural exerce maior impacto no contágio da doença, influenciando o surgimento de múltiplas ondas epidêmicas. A perda rápida de imunidade pode manter a COVID-19 em níveis endêmicos, mesmo com altas taxas de vacinação, o que destaca a necessidade de estratégias de reforço vacinal e desenvolvimento de imunizantes mais duradouros (Hewage; Hull-Nye; Schwartz, 2025).

Diante desse cenário levanta-se o seguinte questionamento: Quais são as principais diferenças em termos de eficácia, resposta imunológica e segurança entre as vacinas contra a COVID-19, com base em suas plataformas tecnológicas e considerando as variantes emergentes e a resposta imune ao longo do tempo?

Desta forma, este estudo tem como objetivo analisar e comparar a eficácia, segurança, mecanismos de ação e efeitos adversos das principais vacinas contra a COVID-19, considerando também a influência das variantes do SARS-CoV-2 e a dinâmica da imunidade induzida, aspectos cruciais para o planejamento e a efetividade das políticas de saúde pública.

## 2. METODOLOGIA

A presente pesquisa alicerça-se em uma revisão de literatura narrativa, que consiste em uma pesquisa qualitativa e descritiva para identificar e compilar os principais estudos relevantes e informações científicas sobre as diversas plataformas tecnológicas das vacinas desenvolvidas contra a COVID-19 e estratégias de imunização (Galvão; Ricarte, 2019).

A busca por artigos foi realizada nas bases de dados PubMed, Scielo e Google Scholar, utilizando os seguintes descritores (em português e inglês): “vacinas contra COVID-19”, “eficácia vacinal”, “eventos adversos”, “tecnologia de vacinas”, “SARS-CoV-2 vaccines”, “COVID-19 immunization”, entre outros relacionados. Foram utilizados operadores booleanos como AND e OR para apurar os resultados.

Foram considerados artigos redigidos em português ou inglês, publicados no período de 2020 a 2025, com acesso gratuito e texto completo disponível, que abordassem pelo menos um dos seguintes tópicos: o progresso, o funcionamento, a efetividade, a segurança e os efeitos das vacinas contra a COVID-19. Foram excluídos artigos incompletos, opiniões sem base em dados empíricos ou revisões sem referências bibliográficas adequadas.

Os títulos e resumos dos artigos foram inicialmente examinados para determinar sua pertinência ao tema. Após essa filtragem, os textos que se enquadraram nos critérios foram analisados.

Dos textos selecionados foram consideradas informações como: os tipos de vacinas, sua eficácia, variantes, segurança, efeitos colaterais e possíveis disparidades, com base nos resultados de testes clínicos e campanhas de vacinação em larga escala, focando nas diferentes fórmulas e estratégias de imunização aprovadas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diferentes composições e tecnologias são utilizadas para o desenvolvimento de vacinas, cada uma com suas características próprias, mas com os mesmos objetivos: reduzir a propagação do vírus, a gravidade e a mortalidade.

Um desses tipos são as vacinas de vírus inativado, que utilizam o próprio vírus “morto” por agentes químicos ou físicos, tornando-o incapaz de causar a infecção. Exemplos incluem a CoronaVac e a BBIBP-CorV (Sinopharm). Essas vacinas são seguras, inclusive para imunocomprometidos, mas geralmente apresentam baixa imunogenicidade, exigindo o uso de adjuvantes e doses de reforço (Lee; Shin, 2022).

As vacinas de RNA mensageiro (RNAm), como a Pfizer e a Moderna, representam uma inovação da imunologia. Elas utilizam RNA sintético encapsulado em nanopartículas lipídicas, que codifica a proteína Spike do SARS-CoV-2 e é traduzido no citoplasma das células do hospedeiro, desencadeando respostas imunológicas robustas. Essa tecnologia permite o desenvolvimento e a produção em larga escala de forma mais rápida, sendo muito útil em contextos pandêmicos com variantes emergentes (Okuyama, 2023).

As vacinas de vetor viral não replicante, como a AstraZeneca e a Janssen, utilizam adenovírus modificados para transportar o gene da proteína Spike. Essa tecnologia possibilita a indução de respostas imunes celulares e humorais após uma única dose, embora possa haver limitação na eficácia em função da imunidade pré-existente ao vetor viral (Da Fonseca Lima; Almeida; Kfoury, 2021).

Outro tipo importante são as vacinas de subunidade proteica, que utilizam fragmentos da proteína viral, como a Spike, produzidos por tecnologia recombinante. Esse é o caso da Novavax, que demonstra ser segura e estável, embora geralmente precise de adjuvantes para induzir respostas imunes mais eficazes. Apesar da necessidade de reforços, essas vacinas têm a vantagem de serem adaptáveis a diferentes antígenos (Chatterjee; Thakur, 2022).

### 3.1. CoronaVac

A vacina CoronaVac, desenvolvida pela Sinovac Biotech, é um imunizante de vírus inativado, cuja produção envolve a propagação do vírus em células Vero, seguido da inativação por  $\beta$ -propiolactona e purificação por cromatografia. O hidróxido de alumínio é utilizado como coadjuvante para aumentar a resposta imune. O esquema vacinal primário foi composto por duas doses, com intervalo de 28 dias, e demonstrou alta soroconversão (>90%) em participantes que receberam as doses mais elevadas, além de eventos adversos em sua maioria, leves, com melhora em até 48 horas (Lim *et al.*, 2021).

Ensaio clínico de fase 3 conduzidos no Brasil, Chile e Turquia demonstraram eficácia contra a doença sintomática entre 50,7% e 83,5%, enquanto estudos de mundo real apontaram alta efetividade na prevenção de hospitalizações e mortes, principalmente com o complemento de uma dose de reforço com a vacina da Pfizer (Grenfell *et al.*, 2022). A CoronaVac induz resposta imunológica robusta nas primeiras semanas, com queda a partir do terceiro mês, o que demonstra a necessidade de reforço (Fiolet *et al.*, 2022).

Além da imunogenicidade e segurança, destaca-se a sua facilidade de armazenamento, o que favorece sua aplicação em larga escala, principalmente em países com infraestrutura limitada (Fiolet *et al.*, 2022).

No Brasil, essa vacina foi autorizada para uso emergencial em 17 de janeiro de 2021 e ao longo do tempo foi se ampliando o uso para mais grupos, como adolescentes e crianças. Contudo, no dia 23 de outubro de 2023, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) encerrou o processo de análise de registro da vacina CoronaVac e atualmente ela não se encontra mais em uso (Anvisa, s.d.).

### 3.2. Pfizer

A vacina da Pfizer/BioNTech, BNT162b2 possui RNAm que codifica a mesma proteína, incentivando as células corporais a produzirem a proteína spike e, conseqüentemente, provocando a reação imunológica (anticorpos e células T) contra o vírus (Polack *et al.*, 2020).

Nos testes clínicos de fase III (mais de 43 000 voluntários, duas doses com intervalo de 21 dias), foi observada eficácia de 95% na prevenção de COVID-19 sintomática  $\geq 7$  dias após a segunda dose, com proteção assídua entre diferentes faixas etárias (Polack *et al.*, 2020).

Um acompanhamento de até seis meses confirmou eficácia de cerca de 91,3% e 96,7% contra formas graves da doença, mantendo uma segurança favorável e efeitos colaterais geralmente leves (Thomas *et al.*, 2021).

Pesquisas efetivas em condições reais, como o de Cruz *et al.* (2021), publicado na revista *Ciência & Saúde Coletiva* e indexado na base SciELO, mostraram eficácia de 88,7% na prevenção da infecção por SARS-CoV-2 e redução significativa de hospitalizações após duas doses da vacina.

Além disso, a mesma pesquisa destacou que, após a primeira dose, já se observou efetividade estimada em 85% a 86% contra hospitalização entre 28 e 34 dias da vacinação (Pescarini *et al.*, 2021).

Sobre a segurança, os eventos adversos mais comuns incluem dor no local da vacina, febre, fadiga e cefaleia, geralmente leves e que passam rápido, com alguns raros casos graves — perfil confirmado em análises de fase III (Polack *et al.*, 2020).

Em populações específicas como imunocomprometidos e pacientes oncológicos, as pesquisas também confirmaram eficácia semelhante (~95%) e perfil de segurança adequado para a BNT162b2 (Bergman *et al.*, 2021).

Dados de reforço (3ª dose) mostram que, após 6 meses da segunda aplicação, a efetividade contra infecção alcançou aproximadamente 89%, reforçando a importância de doses adicionais na imunização (Bar-On *et al.*, 2021).

### 3.3. AstraZeneca

A vacina da AstraZeneca é uma vacina vetorizada por adenovírus de chimpanzé ChA-dOx1

nCoV-19 (AZD1222) que codifica a proteína Spike do SARS-CoV-2. Foi desenvolvida por meio da inserção de um gene de proteína S, otimizado por códon, em um vetor ChAdOx1 com defeito de replicação, estimulando a criação de anticorpos neutralizantes e ativando vigorosamente respostas de linfócitos T CD4+ e CD8+ (Folegatti *et al.*, 2020).

Seus estudos clínicos apresentaram uma eficácia de cerca de 70%. Ela requer duas doses para atingir a máxima eficácia e possui um intervalo de dosagem de 12 semanas (Voysey *et al.*, 2021).

No acompanhamento de dois anos, confirmou-se perfil de segurança estável, com boa tolerância de resposta imunológica humoral (anticorpos anti-Spike e RBD) e celular (Munro *et al.*, 2021; Shoemaker *et al.*, 2024).

A eficácia da AstraZeneca foi observada indiretamente nas análises populacionais. Pacientes completamente vacinados apresentaram redução de 41,7% no risco de óbito por COVID 19. O Programa Nacional de Imunizações (PNI) utilizou esquema de duas doses com intervalo de 12 semanas, como recomendada na prática clínica (Cerqueira-Silva *et al.*, 2022).

Estudos em hamsters demonstraram proteção eficaz nos modelos experimentais, com ausência de lesões pulmonares relevantes para as variantes Alpha. A eficácia contra a variante Beta foi de leve a moderada, sendo considerada baixa (~10–21%), conforme ensaio clínico de fase 2/3 na África do Sul, possivelmente devido à mutação E484K, que reduz a neutralização por anticorpos induzidos. No entanto, a proteção contra variantes Beta e Delta se mostrou inferior, levando à necessidade de novas formas de adaptação ou doses de reforço para manter a eficácia (Van Doremalen *et al.*, 2022).

Após o vencimento do seu registro a empresa não o renovou, assim tirando ela de circulação (Bernal *et al.*, 2021).

### 3.4. Moderna

A moderna mRNA-1273 é uma vacina com RNA mensageiro encapsulado em nanopartículas lipídicas que codificam a proteína spike do SARS-CoV-2 em sua conformação pré-fusão estabilizada, induzindo a eficácia da resposta imune humoral e celular (Anderson *et al.*, 2020; El Sahly *et al.*, 2021).

Os dados clínicos da fase III (estudo COVE) demonstram eficácia de 94,1 % na prevenção da COVID-19 sintomática e proteção completa contra as formas mais graves da doença, com reações adversas moderadas e passageiras (Baden *et al.*, 2021; El Sahly *et al.*, 2021). A vacina também mostrou eficácia real contra variantes Alpha e Beta em população internacional (Puranik *et al.*, 2021).

Embora a demora da aprovação da Anvisa, a mRNA-1273 foi usada em estudos clínicos no Brasil. Husain *et al.* (2022), em publicação na PubMed, avaliaram pacientes renais transplantados e mostraram que, após duas doses de mRNA-1273, houve resposta imunológica positiva mantida por pelo menos seis meses, sem eventos adversos sérios (Husain *et al.*, 2021).

Em 2 de maio de 2024, o Brasil recebeu seu primeiro lote da Spikevax XBB.1.5, contendo

aproximadamente 1,25 milhão de doses para ser distribuídos entre os postos de vacinação. (Anvisa, [s.d.]

### 3.5. Janssen

A vacina Ad26.COV2.S, produzida pela farmacêutica Janssen, é baseada em um vetor viral não replicante de adenovírus sorotipo 26, modificado para expressar a proteína spike (S) do SARS-CoV-2 em sua forma estabilizada (Fiolet *et al.*, 2022).

Seu principal diferencial foi a proposta de administração em dose única, facilitando a logística de vacinação, embora posteriormente estudos tenham recomendado a aplicação de uma dose de reforço para ampliar a proteção (Yadav *et al.*, 2023).

Ensaio clínicos e estudos indicaram que, apesar de apresentar menor eficácia contra hospitalizações em comparação à outras vacinas, como as de RNAm, com estimativas variando entre 66% a 71%, dependendo do período e da população avaliada, a vacina da Janssen ainda proporciona proteção contra formas graves da COVID-19 (Self *et al.*, 2021; Zeng *et al.*, 2022).

No entanto, estudos também mostraram que os níveis de anticorpos neutralizantes induzidos por esse imunizante, são inferiores aos observados após vacinas de RNAm, o que pode explicar sua menor eficácia contra variantes como Delta e Ômicron (Fiolet *et al.*, 2022; Zeng *et al.*, 2022).

Mesmo assim, seu perfil de segurança é considerado favorável, com eventos adversos, em sua maioria, leves a moderados (Kudlay; Svistunov; Satyshev, 2022). Embora a vacina da Janssen não tenha demonstrado a mesma performance imunológica em relação a outras, sua facilidade de aplicação e estabilidade de temperatura, reforçaram seu uso em campanhas emergenciais de vacinação em vários países (Fiolet *et al.*, 2022).

### 3.6. Reforço heterólogo

O reforço heterólogo com a vacina BNT162b2 (Pfizer) em indivíduos previamente vacinados com duas doses da CoronaVac demonstrou restaurar de forma significativa os níveis de anticorpos, elevando a soropositividade para 96% e ampliando a capacidade de neutralização frente às variantes Delta e, em menor grau, Ômicron. A resposta celular induzida pela CoronaVac foi forte no primeiro mês, marcada pela liberação de citocinas pró-inflamatórias, enquanto o reforço com a Pfizer intensificou principalmente a resposta humoral. Indivíduos com histórico de infecção prévia apresentaram uma resposta imune ainda mais intensa, reforçando os benefícios da chamada imunidade híbrida (Grenfell *et al.*, 2022).

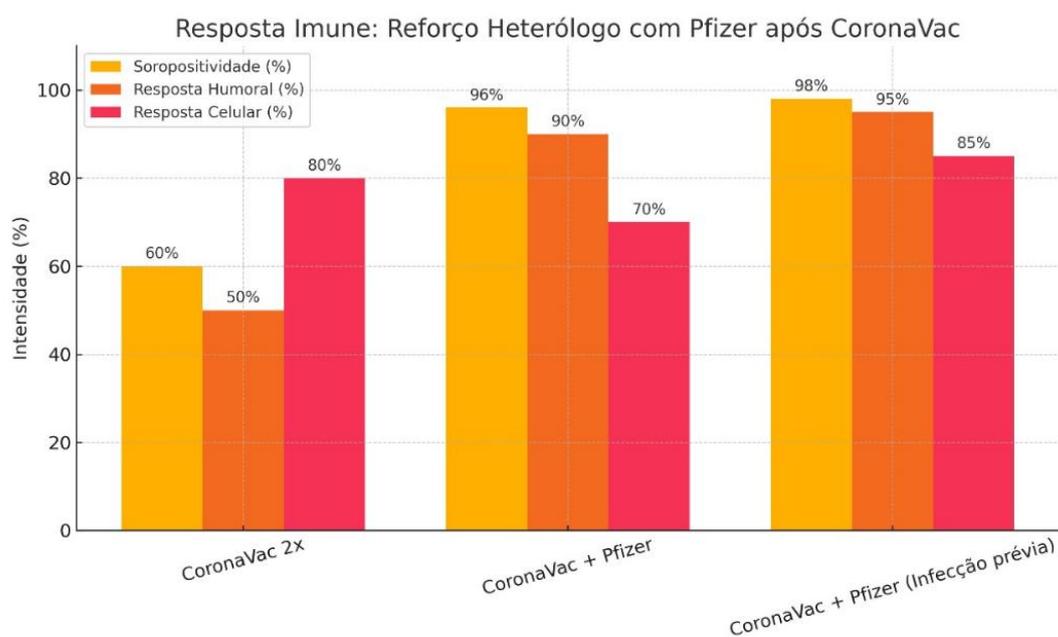
De acordo com o gráfico da Figura 1, nota-se que a aplicação de duas doses da CoronaVac isolada resultou em níveis moderados de resposta imune, com 60% de soropositividade, 50% de resposta humoral e 80% de resposta celular. Indicando que, embora a vacina tenha possibilitado uma

resposta celular boa, os níveis de anticorpos neutralizantes foram relativamente baixos.

Após a administração do método heterólogo com a vacina Pfizer, houve um aumento em todos os parâmetros imunológicos avaliados: a soropositividade saltou para 96%, a resposta humoral atingiu 90% e a resposta celular ficou em 70%, destacando um reforço expressivo da imunidade, principalmente na produção de anticorpos.

Indivíduos que, além de vacinados com CoronaVac e Pfizer, tiveram infecção prévia por SARS-CoV-2 apresentaram os níveis mais altos de resposta imune entre os grupos analisados, com 98% de soropositividade, 95% de resposta humoral e 85% de resposta celular, conforme a Figura 1. Esses dados comprovam a ideia de imunidade híbrida, onde a combinação entre infecção natural e vacinação proporciona uma resposta maior e duradoura.

Figura 1. Gráfico Reforço Heterólogo



Fonte: Das autoras (2025)

### 3.7. Efeitos adversos

A administração de duas doses de qualquer vacina contra a COVID-19 esteve associada a uma redução significativa das taxas de hospitalização e mortalidade em comparação com uma única dose, especialmente em pacientes com comorbidades cardiovasculares. Nesse grupo, por exemplo, a mortalidade caiu de 13,53% para 2,77%, mostrando o impacto positivo da vacinação completa. No entanto, apesar da proteção contra casos graves, observou-se um aumento inesperado nas infecções sintomáticas sem hospitalização após a segunda dose, especialmente entre pacientes com doenças

respiratórias, uma descoberta que contradiz parte da literatura internacional e pede uma investigação mais aprofundada (Saadh; Jaber, 2022).

Os relatos de efeitos colaterais em relação das vacinas contra a COVID-19, geralmente consistem em dor no local da aplicação, seguidos por vários sintomas iguais aos da gripe. Entretanto, surgiram casos raros de trombocitopenia trombótica imune causada pela vacina (VITT) e trombose do seio venoso cerebral (CVST), com uma incidência estimada de 1 caso por 100.000 exposições, após vacinas de vetores virais (vacina ChAdOx1 nCoV-19 e vacina Ad26.COV2).

Muitos países europeus interromperam a distribuição nacional da AstraZeneca em meados de março de 2021, em razão da preocupação com a síndrome de VITT. A Agência Europeia de Medicamentos (EMA), relatou 30 casos até 10 de março de 2021 de tromboembólicos (predominantemente venosos). A EMA declarou posteriormente: "O número de eventos tromboembólicos em pessoas vacinadas não é maior do que o número observado na população em geral", uma pesquisa que abrangeu cerca de 8.000 pessoas em sete países europeus, de 12 a 18 de março, revelou que na França, Alemanha, Espanha e Itália, as pessoas estavam mais propensas a considerar a vacina AstraZeneca como insegura do que como segura. Após breve suspensão da vacina de 1 semana, alguns países retomaram o uso dela. Suécia, Finlândia e Islândia começaram a limitar o uso para seus idosos, Dinamarca e Noruega prorrogaram suspensão e começou a fornecer vacinas alternativas (Jain; Lorgelly, 2022).

Até 19 de maio, encontramos 877 artigos com os termos pesquisados. Encontramos 12 artigos, que no geral apresentam características clínicas de 36 pacientes com CVST e VITT após a vacina ChAdOx1 nCoV-19. Além disso, dois artigos foram observados, que apresentam 13 pacientes com CVST e VITT após a vacina Ad26.COV2. (Sharifian-Dorche *et al.*, 2021, p. 1)

Em sua maioria os pacientes eram mulheres, o início do sintoma veio com 1 semana após a primeira dose da vacinação, sintomas como dor de cabeça foi o relato mais presente, Hemorragia intracerebral (ICH) e/ou hemorragia subaracnóidea (SAH) foram relatadas em 49% dos pacientes. Entre 49 pacientes com CVST, pelo menos 19 pacientes morreram (39%) devido a complicações de CVST e VITT (Sharifian-Dorche *et al.*, 2021).

Novecentos e noventa e seis casos de SGB foram registrados no Banco de Dados Nacional de Imunoglobulina de janeiro a outubro de 2021. Um pico de casos de Síndrome de Guillain-Barré (SGB) acima da média de 2016-2020 ocorreu em março-abril de 2021. Cento e noventa e oito casos de SGB ocorreram dentro de 6 semanas da primeira dose da vacinação contra a COVID-19 na Inglaterra [0,618 casos por 100.000 vacinações; 176 ChAdOx1 nCoV-19 (AstraZeneca), 21 tozinameran (Pfizer) e uma mRNA-1273 (Moderna)]. (Keh *et al.*, 2023, p. 739)

Em relação aos efeitos hematológicos, estudos populacionais demonstraram que não há

associação entre a CoronaVac e alterações hematológicas clinicamente relevantes. Já a vacina BNT162b2 apresentou levemente um aumento na ocorrência de leucopenia após a segunda dose, embora em frequência muito menor em relação as infecções naturais por SARS-CoV-2. Isso reforça que, sob o ponto de vista hematológico, os benefícios da vacinação superam os potenciais riscos (Sing *et al.*, 2022).

Um dos eventos mais falados é a miocardite, observada principalmente em homens jovens após a segunda dose de vacinas de RNA mensageiro. Relatos clínicos documentam casos de miocardite aguda poucos dias após a vacinação, caracterizados por dor torácica, elevação de biomarcadores cardíacos e alterações compatíveis na ressonância magnética cardíaca. Embora a maioria dos pacientes evolua de forma favorável, esses episódios mostram a importância de vigiar ativamente grupos de risco para eventos inflamatórios cardíacos (Gomes *et al.*, 2022).

Em uma forma geral, a segurança cardiovascular das vacinas tem sido amplamente confirmada por entidades médicas. A Sociedade Brasileira de Cardiologia afirma que as vacinas apresentam um perfil de risco muito baixo para as doenças como miocardite, pericardite e trombose arterial, sendo a maioria dos casos leves e autolimitados. Ressaltando, ainda, que as complicações cardiovasculares graves são consideravelmente mais comuns em indivíduos infectados pelo próprio vírus do que em vacinados, o que leva a ampla recomendação das vacinas, inclusive para pessoas com comorbidades cardíacas (Moreira *et al.*, 2022).

Além disso, pode-se observar uma variação na frequência e tipo de eventos adversos conforme o imunizante. As vacinas de RNAm, como a Pfizer e a Moderna, estão associadas a uma maior incidência de reações sistêmicas, como febre e fadiga, especialmente após a segunda dose. A vacina da AstraZeneca mostrou maior incidência de efeitos adversos após a primeira dose, normalmente locais, de menor intensidade, porém mais duradouros. De maneira geral, a incidência de efeitos adversos diminui com o avanço da idade em todas as vacinas avaliadas. Apesar dessas diferenças, todas foram consideradas seguras e bem toleradas, sem um aumento significativo na ocorrência de reações graves (Ito *et al.*, 2025).

### **3.8. Comparação entre as vacinas**

A tabela a seguir apresenta uma comparação entre as principais vacinas contra a COVID-19 ditas nesse estudo, quanto à sua tecnologia, número de doses, eficácia, vantagens e limitações. Essa síntese mostra uma análise objetiva de alguns dos imunizantes utilizados durante a pandemia, considerando suas contribuições na prevenção da doença, hospitalizações e mortes.

**Tabela 1: Comparativo entre Vacinas contra a COVID-19**

Fonte: Das autoras (2025).

<sup>1</sup> Refere-se à eficácia contra infecção sintomática nos estudos clínicos iniciais.

A tabela 2 mostra os principais efeitos adversos associados às vacinas contra a COVID-19, separando as reações comuns e eventos raros/graves. As informações foram baseadas nos artigos lidos dentro deste trabalho, revelando o perfil de segurança geral dos imunizantes e intensificando a importância do monitoramento contínuo pós-vacinação.

**Tabela 2: Efeitos Adversos das Vacinas contra a COVID-19**

Vacina	Plataforma	Doses	Eficácia (%) <sup>1</sup>	Vantagens Principais	Observações
CoronaVac	Vírus inativado	2 (28 dias)	50,7–83,5	Armazenamento simples; segura p/ imunodeprimidos	Baixa imunogenicidade; uso encerrado no Brasil
Pfizer	RNA mensageiro (mRNA)	2 + reforço	~95	Alta eficácia; rápida resposta imunológica	Casos raros de miocardite
AstraZeneca	Vetor viral	2 (12 sem.)	~70	Boa resposta celular; reduz mortalidade	Riscos raros de trombose (VITT)
Moderna	RNA mensageiro (mRNA)	2 + reforço	94,1	Forte proteção; eficaz contra variantes	Miocardite leve em jovens
Janssen	Vetor viral (dose única)	1 + reforço	66–71	Logística facilitada (dose única)	Menor resposta a variantes
Vacina		Efeitos Comuns		Efeitos Raros/Graves	
CoronaVac		Reações leves e locais		Sem associação significativa com eventos graves	
Pfizer		Dor local, febre, fadiga		Miocardite em jovens; leve leucopenia	
AstraZeneca		Dor de cabeça, febre		VITT e CVST; aumento de SGB	
Moderna		Semelhante à Pfizer		Miocardite rara em jovens	
Janssen		Reações moderadas		CVST e VITT em menor frequência	

Fonte: Das autoras (2025).

Modelos matemáticos demonstram que a perda de imunidade natural exerce um impacto mais acentuado na dinâmica epidêmica da COVID-19, do que a perda da imunidade induzida por vacinas. Quando essa proteção imunológica, especialmente a natural, se reduz rapidamente, podem ocorrer múltiplas ondas de infecção, mesmo em contextos com ampla cobertura vacinal. Para evitar novos surtos, estima-se que vacinas com proteção de curta duração, inferior a seis meses, necessitem de eficácia superior a 88%. Em contrapartida, vacinas que conferem imunidade mais duradoura, podem

manter o controle da transmissão com eficácia aproximada de 73% (Hewage; Hull-Nye; Schwartz, 2025).

#### 4. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que, apesar das diferentes plataformas tecnológicas utilizadas no desenvolvimento das vacinas contra a COVID-19, todas apresentaram eficácia significativa na redução de casos graves, hospitalizações e mortes, especialmente em contextos de ampla cobertura vacinal. As vacinas de RNAm (como Pfizer e Moderna) se destacaram pela alta imunogenicidade e rápida resposta imunológica, enquanto os imunizantes de vetor viral (como AstraZeneca e Janssen) e de vírus inativado (como CoronaVac) ofereceram soluções viáveis com vantagens logísticas e de armazenamento, principalmente para países com infraestrutura limitada.

Apesar dos avanços científicos, a proteção a longo prazo ainda é incerta, por conta da influência e fatores como a perda gradual da imunidade, o surgimento de variantes, com isso foi evidenciado a importância das doses de reforço e das estratégias heterológicas, que se mostraram eficazes frente ao surgimento de variantes do SARS-COV-2. Apesar de efeitos adversos relatados, a maioria foi leve e transitória, e os riscos associados às vacinas permaneceram muito inferiores aos riscos da infecção pela COVID-19.

A respeito à segurança, os eventos adversos mais comuns foram leves e autolimitados. Eventos graves foram raros, sendo, em sua maioria, superados pelos benefícios da vacinação.

Portanto, conclui-se que este estudo reforça que a vacinação é uma ferramenta indispensável para enfrentar pandemias futuras. O acompanhamento da eficácia dos imunizantes, a atualização das vacinas por conta das novas variantes e a transparência nas políticas de saúde pública são elementos indispensáveis para garantir a segurança da população e a eficácia das campanhas de imunização. A experiência adquirida no período da pandemia deve ser aproveitada para melhorar e aprimorar a resposta global a futuras crises sanitárias.

#### REFERÊNCIAS

ANDERSON, Evan J. *et al.* Safety and Immunogenicity of SARS-CoV-2 mRNA-1273 Vaccine in Older Adults. **New England Journal of Medicine**, v. 383, n°. 25, p. 2427–2438, 17 dez. 2020.

ANVISA. **Anvisa aprova registro da vacina Spikevax monovalente — Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2024/anvisa-aprova-registro-da-vacina-spikevax-monovalente>. Acesso em: 10 jun. 2025.

BADEN, Lindsey R. *et al.* Efficacy and Safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 Vaccine. **New England Journal of Medicine**, v. 384, n°. 5, p. 403–416, 4 fev. 2021.

- BAR-ON, Yinon M. *et al.* Protection of BNT162b2 Vaccine Booster against Covid-19 in Israel. **New England Journal of Medicine**, v. 385, n°. 15, p. 1393–1400, 7 out. 2021.
- BERGMAN, Peter *et al.* Safety and efficacy of the mRNA BNT162b2 vaccine against SARS-CoV-2 in five groups of immunocompromised patients and healthy controls in a prospective open-label clinical trial. **EBioMedicine**, v. 74, p. 1-12, 1 dez. 2021.
- BERNAL, J. L. *et al.* Effectiveness of the Pfizer-BioNTech and Oxford-AstraZeneca vaccines on covid-19 related symptoms, hospital admissions, and mortality in older adults in England: Test negative case-control study. **The BMJ**, v. 373, p. 1-11, 13 mai. 2021.
- CERQUEIRA-SILVA, Thiago *et al.* Effectiveness of CoronaVac, ChAdOx1 nCoV-19, BNT162b2, and Ad26.COV2.S among individuals with previous SARS-CoV-2 infection in Brazil: a test-negative, case-control study. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 22, n°. 6, p. 791–801, 1 jun. 2022.
- CHATTERJEE, Bhaswati; THAKUR, Suman S. Diverse vaccine platforms safeguarding against SARS-CoV-2 and its variants. *Expert Review of Vaccines*. **Taylor and Francis**, v. 21, n°. 1, p. 47-67, 22 out. 2021.
- DA FONSECA LIMA, Eduardo Jorge; ALMEIDA, Amalia Mapurunga; KFOURI, Renato de Ávila. Vaccines for COVID-19 - state of the art. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 21, p. S21–S27, fev. 2021.
- EL SAHLY, Hana M. *et al.* Efficacy of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 Vaccine at Completion of Blinded Phase. **New England Journal of Medicine**, v. 385, n°. 19, p. 1774–1785, 4 nov. 2021.
- FIOLET, Thibault *et al.* Comparing COVID-19 vaccines for their characteristics, efficacy and effectiveness against SARS-CoV-2 and variants of concern: a narrative review. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 28, p. 202-221, 1 fev. 2022.
- FOLEGATTI, Pedro M. *et al.* Safety and immunogenicity of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine against SARS-CoV-2: a preliminary report of a phase 1/2, single-blind, randomised controlled trial. **The Lancet**, v. 396, n°. 10249, p. 467–478, 15 ago. 2020.
- GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n°. 1, p. 57–73, 15 set. 2019.
- GOMES, Daniel A. *et al.* Acute Myocarditis Following mRNA COVID-19 Vaccine. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, p. 783-786, 2022.
- GRENFELL, Rafaella F. Q. *et al.* Immunogenicity, Effectiveness, and Safety of Inactivated Virus (CoronaVac) Vaccine in a Two-Dose Primary Protocol and BNT162b2 Heterologous Booster in Brazil (Immunita-001): A One Year Period Follow Up Phase 4 Study. **Frontiers in Immunology**, v. 13, 9 jun. 2022.
- HEWAGE, Indunil M.; HULL-NYE, Dylan; SCHWARTZ, Elissa J. How Does Vaccine-Induced Immunity Compare to Infection-Acquired Immunity in the Dynamics of COVID-19? **Pathogens**, v. 14, n°. 2, p. 1-33, 1 fev. 2025.
- HUSAIN, Syed Ali *et al.* Postvaccine Anti-SARS-CoV-2 Spike Protein Antibody Development in

Kidney Transplant Recipients. **Kidney International Reports**, v. 6, n° 6, p. 1699–1700, 1 jun. 2021.

ITO, Suminobu *et al.* Safety comparison between Pfizer BNT162b2, Moderna mRNA-1273, and AstraZeneca AZD1222 in a Nationwide prospective cohort survey at the beginning of the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 vaccination in Japan. **Vaccine**, v. 49, p. 1-12, 7 mar. 2025.

JAIN, Vageesh; LORGELLY, Paula. The impact of pausing the Oxford-AstraZeneca COVID-19 vaccine on uptake in Europe: a difference-in-differences analysis. **European journal of public health**, v. 32, n° 4, p. 648–654, 1 ago. 2022.

KUDLAY, Dmitry; SVISTUNOV, Andrey; SATYSHEV, Oleg. COVID-19 Vaccines: An Updated Overview of Different Platforms. **Bioengineering**, v. 9, p. 1-17, 1 nov. 2022.

LEE, Jae Kyung; SHIN, Ok Sarah. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) vaccine platforms: how novel platforms can prepare us for future pandemics: a narrative review. **Journal of Yeungnam Medical Science**, v. 39, p. 89-97, 1 abr. 2022.

LIM, Hui Xuan *et al.* Immunogenicity and safety of SARS-CoV-2 vaccines in clinical trials. **Frontiers in Bioscience-Landmark**, v. 26, p. 1286-1304, 30 nov. 2021.

MOREIRA, Humberto Graner *et al.* Position Statement on Cardiovascular Safety of Vaccines Against COVID-19 - 2022. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 118, n° 4, p. 789–796, 2022.

MUNRO, Alasdair P. S. *et al.* Safety and immunogenicity of seven COVID-19 vaccines as a third dose (booster) following two doses of ChAdOx1 nCov-19 or BNT162b2 in the UK (COV-BOOST): a blinded, multicentre, randomised, controlled, phase 2 trial. **The Lancet**, v. 398, n° 10318, p. 2258–2276, 18 dez. 2021.

OKUYAMA, Ryo. mRNA and Adenoviral Vector Vaccine Platforms Utilized in COVID-19 Vaccines: Technologies, Ecosystem, and Future Directions. **Vaccines**, v. 11, n° 1737, p. 1-24, 1 dez. 2023.

PESCARINI, Julia Moreira *et al.* Métodos para avaliação da efetividade de vacinas para COVID-19 com ênfase em abordagens quase-experimentais. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 26, n° 11, p. 5599–5614, 2021.

POLACK, Fernando P. *et al.* Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine. **New England Journal of Medicine**, v. 383, n° 27, p. 2603–2615, 31 dez. 2020.

PURANIK, Arjun *et al.* **Comparison of two highly-effective mRNA vaccines for COVID-19 during periods of Alpha and Delta variant prevalence**, 8 ago. 2021.

SAADH, Mohamed J.; JABER, Saif Aldeen. Efficacy of COVID-19 vaccines. **Microbial Pathogenesis**, v. 171, p. 1-6, 1 out. 2022.

SELF, Wesley H. *et al.* Comparative Effectiveness of Moderna, Pfizer-BioNTech, and Janssen (Johnson & Johnson) Vaccines in Preventing COVID-19 Hospitalizations Among Adults Without Immunocompromising Conditions — United States, March–August 2021. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 70, n° 38, p. 1337-1343, 24 set. 2021.

SHARIFIAN-DORCHE, Maryam *et al.* Vaccine-induced immune thrombotic thrombocytopenia and cerebral venous sinus thrombosis post COVID-19 vaccination; a systematic review. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 428, p. 1-9, 15 set. 2021.

SHOEMAKER, Kathryn *et al.* Long-Term Safety and Immunogenicity of AZD1222 (ChAdOx1 nCoV-19): 2-Year Follow-Up from a Phase 3 Study. **Vaccines**, v. 12, n° 8, 1 ago. 2024.

SING, Chor Wing *et al.* COVID-19 vaccines and risks of hematological abnormalities: Nested case-control and self-controlled case series study. **American Journal of Hematology**, v. 97, n° 4, p. 470-480, 1 abr. 2022.

THOMAS, Stephen J. *et al.* Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine through 6 Months. **New England Journal of Medicine**, v. 385, n° 19, p. 1761-1773, 4 nov. 2021.

VAN DOREMALEN, Neeltje *et al.* ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222) or nCoV-19-Beta (AZD2816) protect Syrian hamsters against Beta Delta and Omicron variants. **Nature Communications**, v. 13, n° 1, 1 dez. 2022.

VOYSEY, Merryn *et al.* Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine (AZD1222) against SARS-CoV-2: an interim analysis of four randomised controlled trials in Brazil, South Africa, and the UK. **The Lancet**, v. 397, n° 10269, p. 99-111, 9 jan. 2021.

YADAV, Tushar *et al.* Tracking the COVID-19 vaccines: The global landscape. **Human Vaccines and Immunotherapeutics**. **Taylor and Francis**, v. 19, n° 1, 2023.

ZENG, Baoqi *et al.* Effectiveness of COVID-19 vaccines against SARS-CoV-2 variants of concern: a systematic review and meta-analysis. **BMC Medicine**, v. 20, n° 1, p. 1-15, 1 dez. 2022.