

Projeção da Vacinação e Impactos sobre a Pandemia

Economic Research

Edição 2

Julho, 2021

stone



instituto

Propague

Introdução

A evolução da campanha de imunização é acompanhada diariamente pela sociedade, uma vez que a ampla cobertura vacinal da população é condição necessária para o fim do distanciamento social e consequente retomada total da atividade econômica.

As previsões do primeiro relatório, lançado conjuntamente pela Stone e Instituto Propague no início de maio, foram em grande medida acertadas. Foram aplicadas no período 49 milhões de doses, sendo que nosso cenário base previa a aplicação de 51,8 milhões de doses. Nesta segunda edição mostramos a evolução do programa de vacinação neste período, destacando os fatores que evoluíram conforme a previsão do modelo e aqueles que divergiram.

No relatório anterior mostramos que o ritmo da vacinação dependia de três fatores: o número de doses de vacinas disponíveis; a “produtividade” da vacinação, ou seja, o quão rápido são aplicadas as doses disponíveis; e o comparecimento da população aos postos de vacinação. Naquele momento, o principal gargalo era o número de doses disponíveis, que inicialmente não correspondeu às previsões oficiais. Com isso, o ritmo de vacinação ficou aquém da capacidade do sistema de saúde brasileiro, historicamente bastante eficiente nessa tarefa. Por outro lado, o ritmo de comparecimento da população chamada a se vacinar era elevado.

Em maio, entretanto, a despeito de o cronograma de entregas ter sido em

grande medida cumprido, o número de doses aplicadas por dia foi cerca de 25% inferior ao previsto no nosso modelo, de aproximadamente 1 milhão de doses aplicadas diariamente. Essa redução está associada a uma queda significativa na produtividade da vacinação, devido ao início da imunização de pessoas com comorbidades ou pertencentes a algumas categorias profissionais, em detrimento ao critério de faixa etária. Entre as razões para a queda no ritmo estão a possível superestimação do número de pessoas em cada grupo, além da dificuldade de comprovar o pertencimento às categorias priorizadas. Neste relatório, a partir dos microdados de vacinação e de distribuição de vacinas, mostramos que nesse período a produtividade foi cerca de 46% inferior à dos meses anteriores, ocasionando a elevação dos estoques de vacinas.

Ao final de maio, a partir da ampla percepção de que o ritmo de vacinação estava abaixo do possível, retomou-se o critério de idade. Tal troca levou a um forte crescimento no número de doses aplicadas, que chegou nos últimos dias a 1,3 milhão de doses por dia, acompanhando de perto a nossa previsão anterior.

Nossa nova previsão indica que, caso se confirmem todas as entregas de vacinas previstas, o Brasil vacinará com a primeira dose 93% da população com mais de 18 anos em 27 de setembro. Esse percentual equivale a 70% da população total do país. No mesmo cenário, terminaremos 2021 com cerca de 78% da população com mais de 18 anos completamente imunizada,

Introdução

o equivalente a 58,6% da população total. Esse patamar é semelhante ao de Israel atualmente. É relevante lembrar que tal previsão é para o país todo, e que estados e municípios que conseguirem aplicar mais rapidamente as doses recebidas podem conseguir concluir a vacinação com maior antecedência em relação às nossas projeções.

O momento atual do Programa Nacional de Imunização aponta para um cronograma de entregas de doses confiável: observa-se o cumprimento dos prazos nas entregas da Pfizer, que nos próximos meses será o principal imunizante a ser utilizado, assim como a entrega de volume elevado de doses pela Fiocruz. Com isso, a produtividade da vacinação passa a ser o elemento central para atingirmos uma ampla cobertura vacinal até o final do ano.

Por esta razão, apresentamos no final deste relatório um Boxe dedicado a explicar como estimamos este parâmetro a partir dos microdados e de informações coletadas nos sites oficiais. Nosso método é mais robusto do que a simples verificação do percentual da população imunizado, uma vez que é menos afetado pelas diferentes estruturas etárias de cada localidade, além de possíveis atrasos na inserção de dados nos sistemas oficiais terem menos influência. Mostramos quantitativamente quão rápido fomos na aplicação em cada entrega de doses do Ministério da Saúde, e qual é o ritmo da vacinação em cada unidade federativa. Concluimos, por exemplo, que os estados mais eficientes na imunização até o momento são Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Rio Grande do Sul e Rio Grande do Norte, em contraposição a Amazonas, Roraima e Acre.



Quantas pessoas já foram vacinadas por faixa etária?

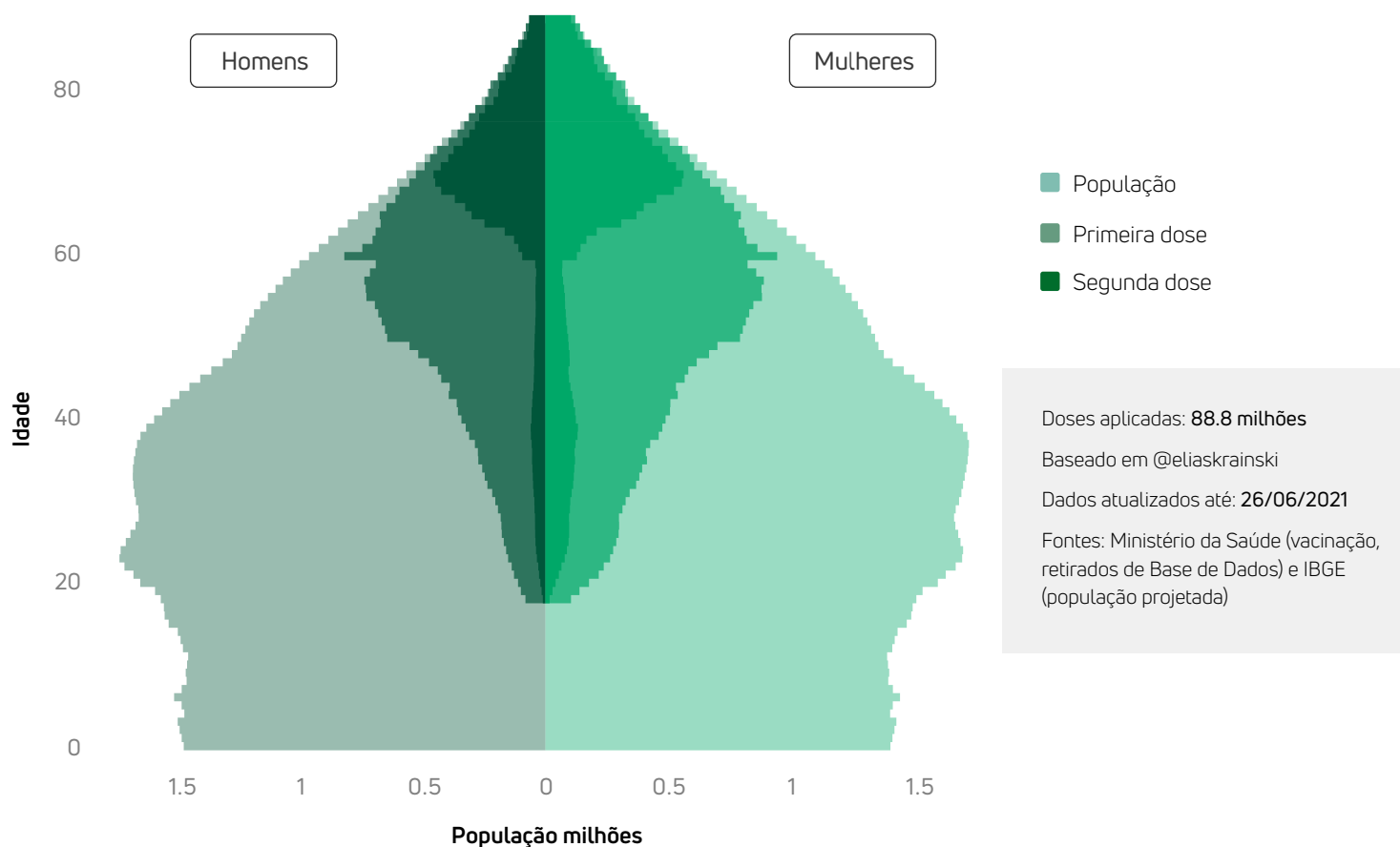
A **Figura 1** mostra o estágio atual da vacinação no país, pela proporção de imunização, total ou parcial, de cada faixa etária. Há poucas semanas havia uma clara descontinuidade ao redor de 60 anos, decorrentes das pessoas a partir desta idade terem prioridade em relação às demais. Contudo, o avanço do programa de vacinação fez com que hoje não haja mais diferença significativa ao redor desta idade. Além disso, há uma vacinação mais elevada de mulheres nas faixas etárias abaixo de 60 anos, possivelmente pela preponderância do gênero entre profissionais de saúde.

Temos uma elevada cobertura entre os idosos, com mais de 90% dentre os acima de 60 anos tendo recebido pelo menos a primeira dose. Entre 60 e 70 anos, o percentual mais baixo de pessoas com

a segunda dose se deve pelo intervalo maior de tempo entre as duas doses das vacinas da AstraZeneca e da Pfizer, que foram as mais aplicadas sobre esse grupo. Por sua vez, 67% da população com idade entre 50 e 60 anos recebeu a primeira dose.

Por um lado, esses números mostram que há uma alta adesão da população brasileira à vacinação. Nos Estados Unidos, por exemplo, mesmo com vacinas amplamente disponíveis a proporção que recebeu a primeira dose é de 73% na faixa que vai de 50 a 64 anos, e de 63% para a população com idade entre 40 e 49 anos¹. Por outro, a baixa cobertura entre os grupos mais jovem demonstra que, a despeito da aceleração recente, ainda temos um longo caminho pela frente para uma ampla cobertura vacinal da população.

Figura 1 | Pirâmide etária do Brasil e vacinados



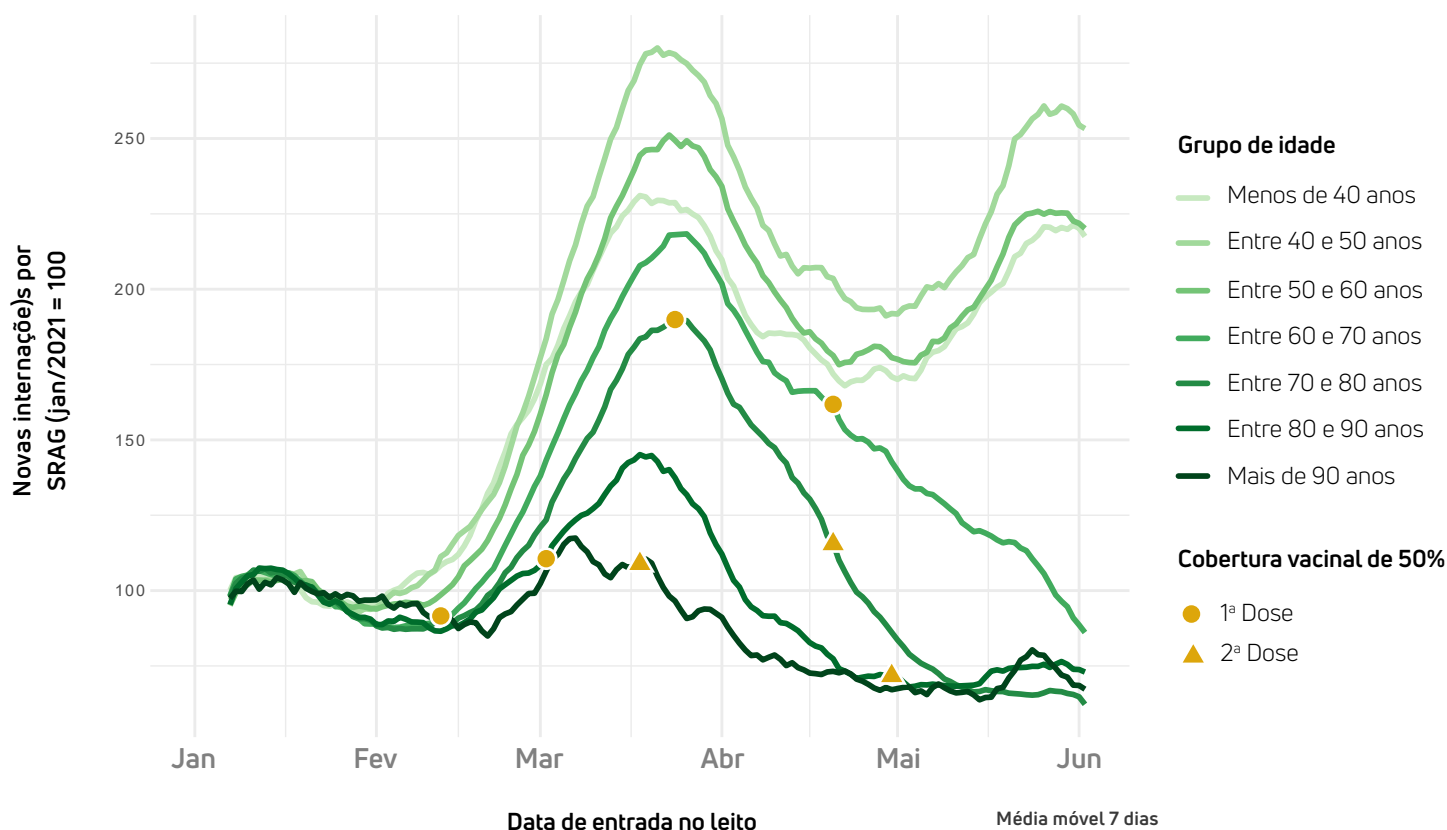
¹ Conforme informações do CDC, disponíveis em <https://data.cdc.gov/Vaccinations/COVID-19-Vaccination-Demographics-in-the-United-St/km4m-vcsh>

Qual foi o impacto das vacinas já aplicadas?

A vacinação já impactou significativamente os grupos priorizados. A **Figura 2** traz a evolução das internações por Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) por faixa etária, e deixa claro que houve redução significativa nas hospitalizações entre as pessoas com mais de 60 anos. O impacto é nítido nos grupos que foram imunizados mais cedo: o forte aumento de casos ocorrido entre fevereiro e abril praticamente não impactou a população com mais de 90 anos. As pessoas com idade entre 80 e 90 anos tiveram elevação das hospitalizações até meados de março, mas observaram queda um pouco antes daquela observada nos demais grupos, uma vez que no início deste mês já havia atingido mais de 50% de cobertura vacinal com a primeira dose².

A faixa etária entre 70 e 80 anos sofreu mais com esse aumento de casos, mas o avanço da imunização levou a uma redução ampla nas internações. Nos dados mais recentes, este patamar é 30% menor do que o de janeiro, assim como o das faixas etárias mais elevadas, ainda que o cenário atual da pandemia no Brasil seja pior do que o do início do ano. Por sua vez, as hospitalizações de pessoas com mais de 60 e menos de 70 anos estava próxima daquela dos grupos mais jovens até meados de abril, quando a evolução da vacinação gerou nítida redução nas internações. Nas demais faixas, nas quais a cobertura vacinal ainda é baixa, nota-se um crescimento nas internações, o que continua a pressionar o sistema de saúde.

Figura 2 | Evolução de internações por SRAG por faixa etária



² Conforme os estudos clínicos de Fase III, as pessoas vacinadas desenvolvem alguma imunidade entre 10 e 15 dias após receberem a primeira dose. Além disso, entre a contaminação e os primeiros sintomas há um intervalo comumente entre 5 e 10 dias. Caso o caso evolua para internação, em média isso ocorre 6 dias após os primeiros sintomas. Nesse caso, entre a vacinação e o impacto em internações espera-se que haja um atraso de cerca de 20 dias.

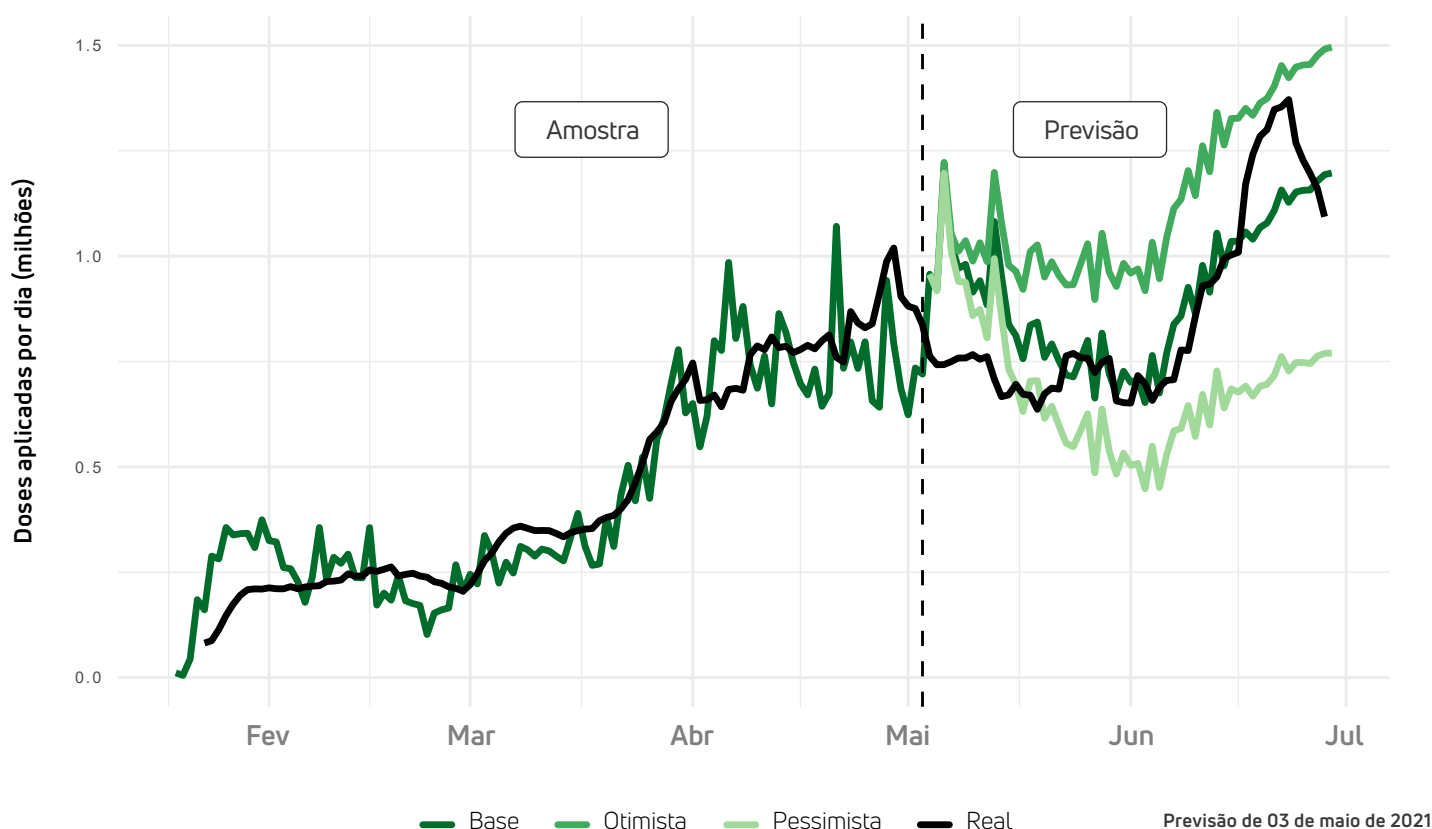
Vacinação em maio foi inferior ao previsto. O que aconteceu?

No relatório anterior havíamos considerado 3 cenários para as entregas de vacinas para os estados e municípios durante o mês de maio, que incorporavam incertezas do cumprimento do cronograma como, por exemplo, atrasos na entrega do Ingrediente Farmacêutico Ativo (IFA). No nosso cenário otimista, todas as 34,5 milhões de doses previstas pelo Ministério da Saúde seriam entregues. No cenário base, seriam disponibilizadas 24,6 milhões de doses, contra 17,1 milhões no cenário pessimista. Efetivamente, as entregas ficaram muito próximas do cenário otimista, com 33,3 milhões de doses entregues (96% do originalmente prometido). Destas, foram entregues 5,5 milhões de doses de Coronavac, 25 milhões de doses de AstraZeneca/Oxford e 2,9 milhões de doses de Pfizer/Biontech.

Apesar do número recorde de doses entregues, o ritmo do programa de vacinação ficou abaixo do que prevíamos naquele momento. Nossa estimativa era de que teríamos 109,1 milhões de doses aplicadas no cenário otimista e 97,0 milhões no cenário base até o dia 24 de junho; na prática 94,9 milhões de doses foram de fato aplicadas nesse período.

A **Figura 3** mostra que o ritmo de vacinação ficou aquém do esperado pelo modelo ao longo de todo o mês de maio, com a curva realizada ficando inclusive abaixo do nosso cenário pessimista. Uma vez que tal desempenho não se deveu ao baixo número de doses disponibilizadas pelo Ministério da Saúde, a resposta é que houve uma diminuição na “produtividade” da vacinação. Ou seja, o ritmo de aplicação das vacinas disponíveis diminuiu significativamente.

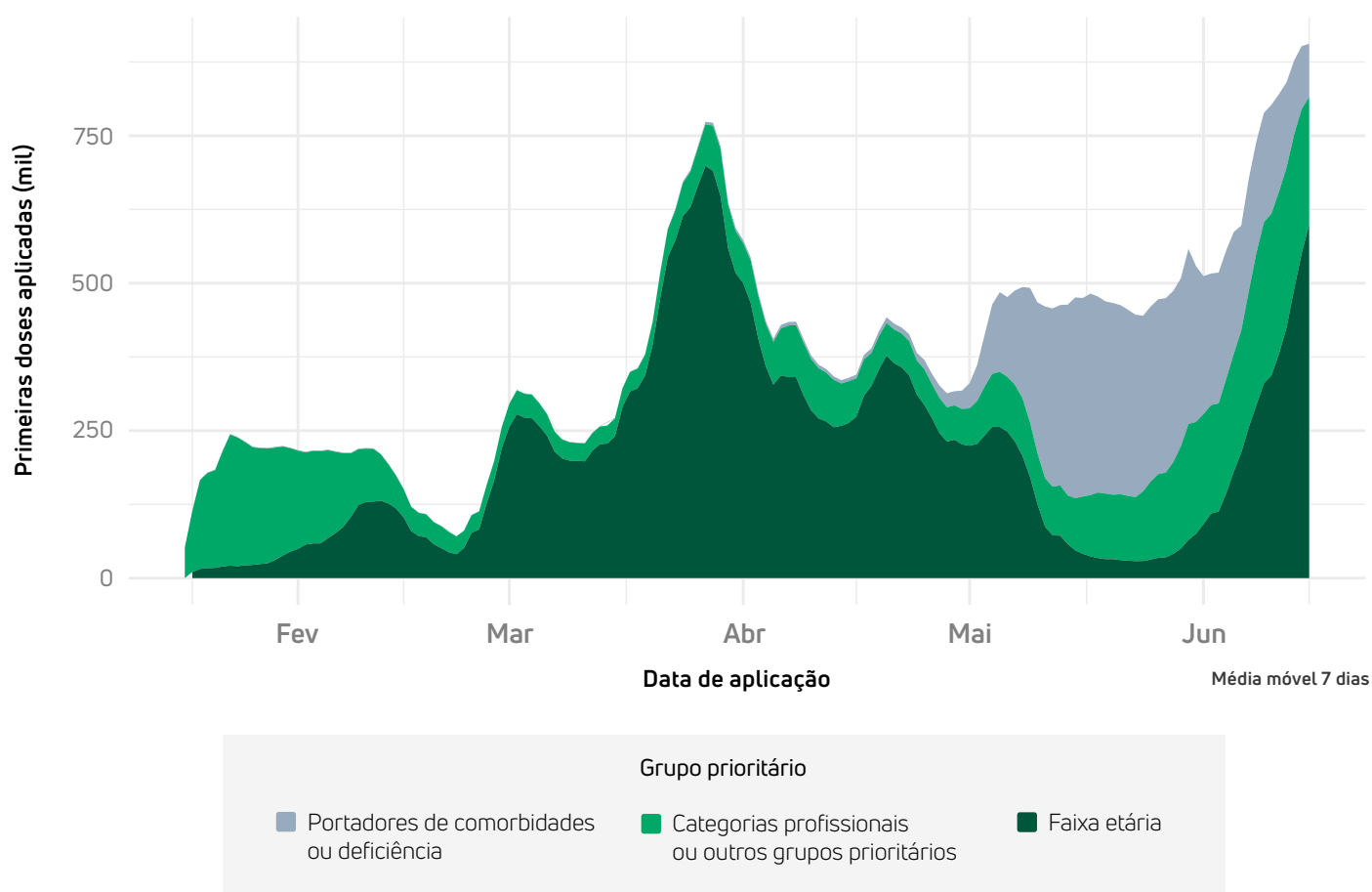
Figura 3 | Evolução da vacinação: previsto e realizado



A principal mudança ocorrida no período foi a mudança no critério de priorização de vacinados: uma vez vacinada a população com idade acima de 60 anos, o Programa Nacional de Imunização (PNI) determinou que o próximo grupo seria o de portadores de comorbidades e deficiências, além de algumas categorias profissionais de risco. A mudança é ilustrada na **Figura 4**, na qual

observamos a mudança nos grupos prioritários vacinados com a primeira dose. No mês de abril, cerca de 80% das primeiras doses foram aplicadas em pessoas pelo critério de idade, ao passo que em maio esse percentual caiu para 23%. Em contrapartida, portadores de comorbidades ou deficiência viram sua representatividade subir de 2% para 54% no período.

Figura 4 | Vacinação por grupo prioritário



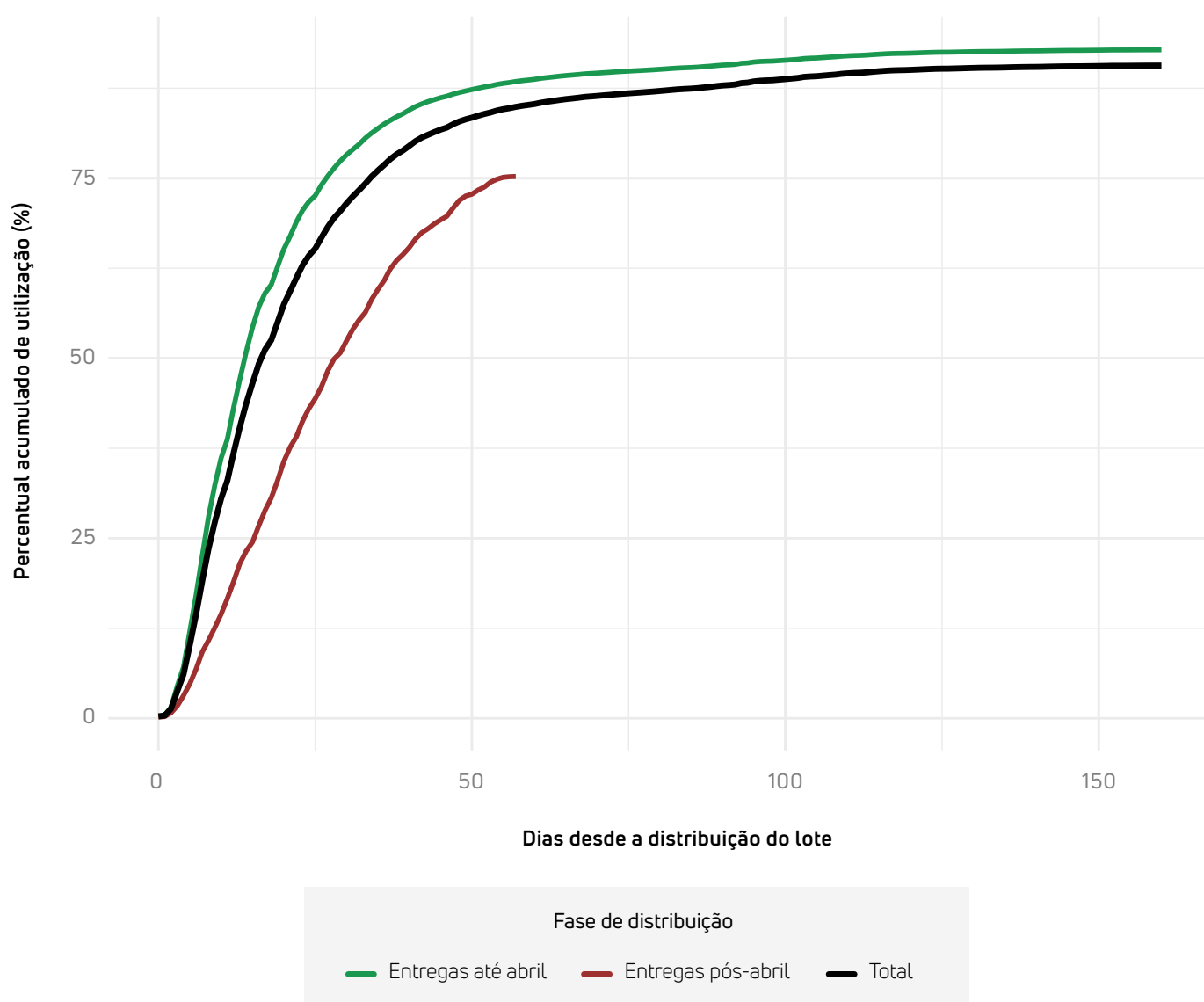
No período em que ocorreu essa mudança de perfil dos vacinados houve uma queda significativa na produtividade da vacinação. Comparando o ritmo de utilização das vacinas distribuídas até o final de abril com aquelas distribuídas posterior-

mente, computamos uma redução bastante elevada, de aproximadamente 53%. No Boxe "Produtividade da Vacinação", explicamos em mais detalhes a estimação desse parâmetro.

Enquanto nas entregas realizadas até abril eram utilizadas 36,1% das doses nos primeiros 10 dias após a disponibilização, de maio em diante a média de aplicações foi de 14,5%. Passados 20 dias da entrega, o percentual passou de 65,1% para 35,7% recentemente. Por fim, aos 30 dias a produtividade caiu de 78,3% para 52,4% nas entregas mais recentes. A comparação das curvas de utilização de doses ao longo do tempo pode ser vista na **Figura 5**.

Entre as justificativas para a redução no ritmo de vacinação para esse grupo, o Ministério da Saúde cita imprecisões na estimativa da população-alvo, que poderia estar superestimada. Além disso, a burocracia mais complexa para a comprovação de pertencer a determinado grupo prioritário também pode ter contribuído para a maior lentidão. Em contrapartida, existem estimativas consistentes para a população por faixa etária, além de ser um critério de fácil comprovação.

Figura 5 | Produtividade da vacinação por período

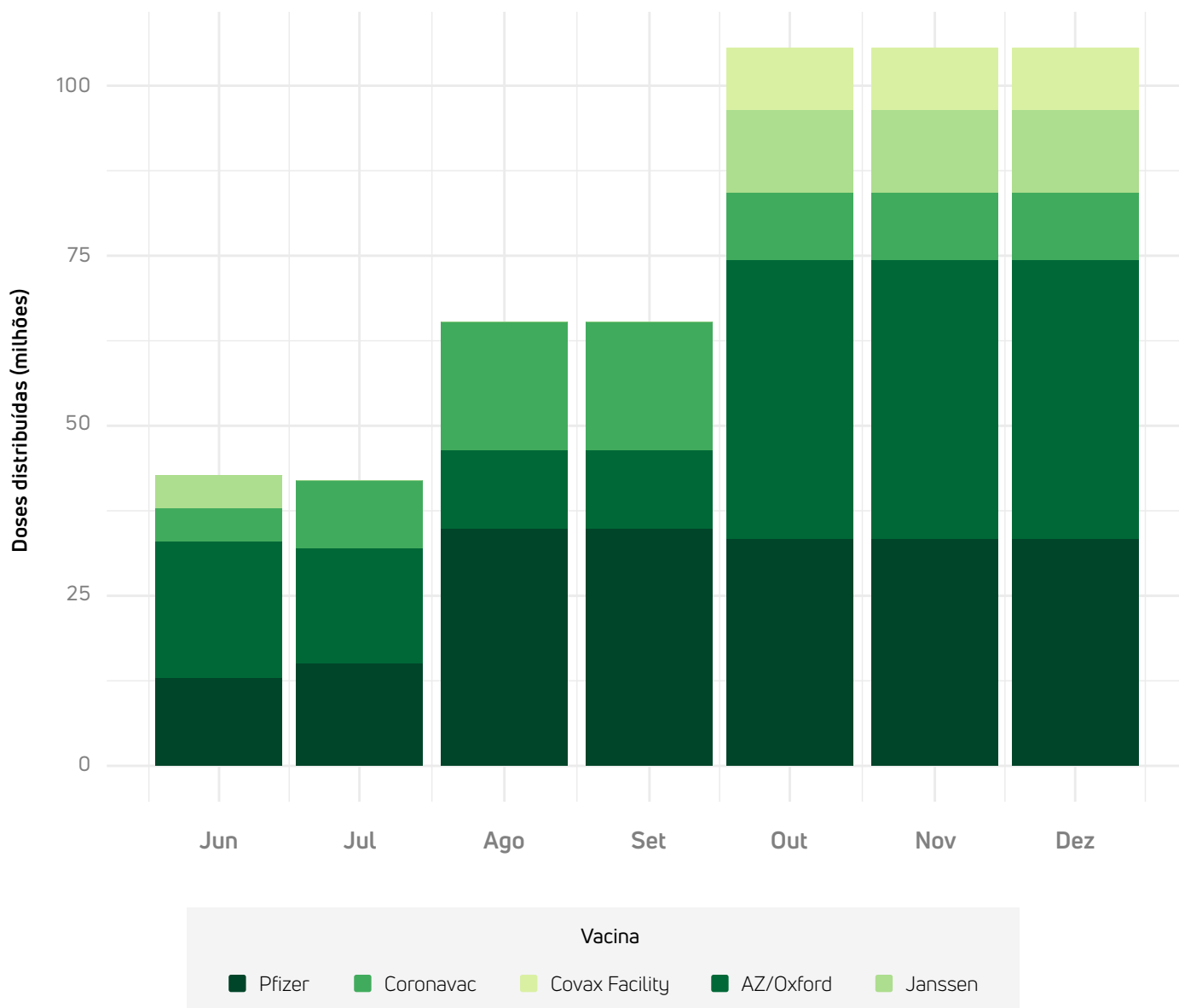


Previsão atualizada da vacinação

O cronograma de entrega de vacinas do PNI prevê que no segundo semestre do ano serão entregues 489,3 milhões de doses, das quais 172,5 milhões no 3º trimestre e 316,7 no 4º trimestre, conforme **Figura 6**. Com essa previsão, será possível manter o ritmo de vacinação ao longo de julho e acelerá-lo a partir de agosto, quando haverá um aumento substancial nas doses disponíveis.

Além disso, o aumento na participação de fabricantes como Pfizer e Janssen amplia a segurança de que haverá um número alto de doses disponíveis, uma vez que não estão sujeitas a atrasos no IFA como os registrados no 1º semestre do ano, o que resultou em um número abaixo do previsto de doses produzidas no Instituto Butantan e na Fiocruz.

Figura 6 | Cronograma oficial de entrega de vacinas

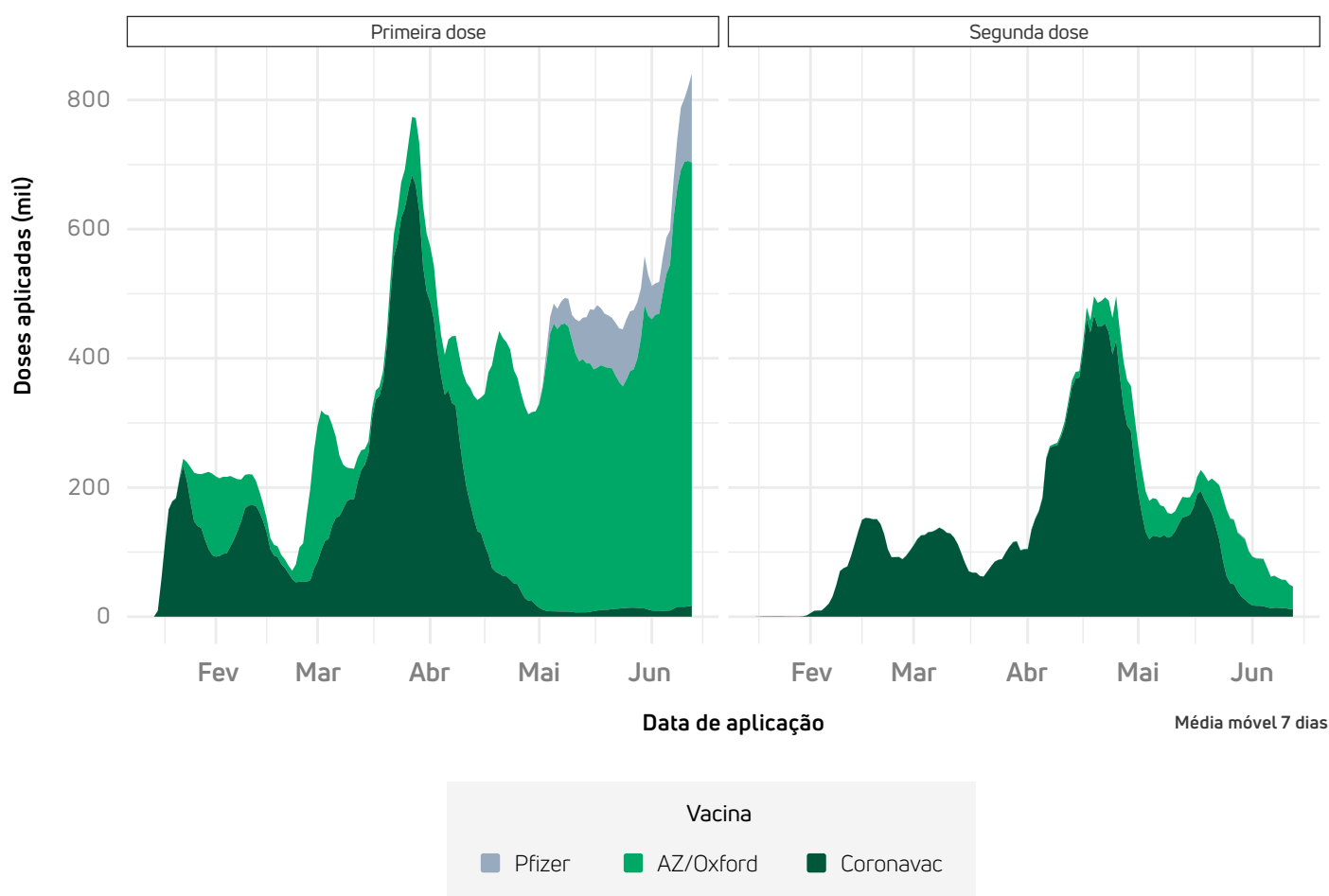


Cronograma oficial do Ministério da Saúde, atualizado em 23 de junho

Esse calendário de entregas também reforça uma tendência de uso de vacinas nas quais há um espaçamento maior entre as duas doses, conforme **Figura 7**. A ampla utilização recente de doses da Pfizer e da Astrazeneca, nas quais há um intervalo de 12 semanas entre as aplicações, permite um avanço rápido no número de pessoas

parcialmente imunizadas. Por outro lado, o número de pessoas plenamente imunizadas avança mais lentamente no curto prazo. Além dessas vacinas, no final de junho o Brasil recebeu as primeiras doses da Janssen, única vacina aprovada no Brasil que prevê apenas uma dose para imunização completa.

Figura 7 | Evolução da imunização por vacina



Nosso modelo estima o número de doses aplicadas até o final de 2021 a partir de dois fatores: o número de doses disponibilizadas pelo Governo Federal a estados e municípios; e a produtividade da vacinação, ou seja, o tempo que leva para essas doses serem de fato aplicadas. Em relação às doses entregues, fizemos três cenários: na projeção otimista supomos que 100% das

doses prometidas serão de fato entregues; no cenário base reduzimos a estimativa para 75%; no cenário pessimista a redução é de 50%. Além disso, utilizamos a produtividade média estimada nos períodos em que a vacinação ocorreu majoritariamente pelo critério de faixa etária, conforme será discutido em Boxe ao final do texto.

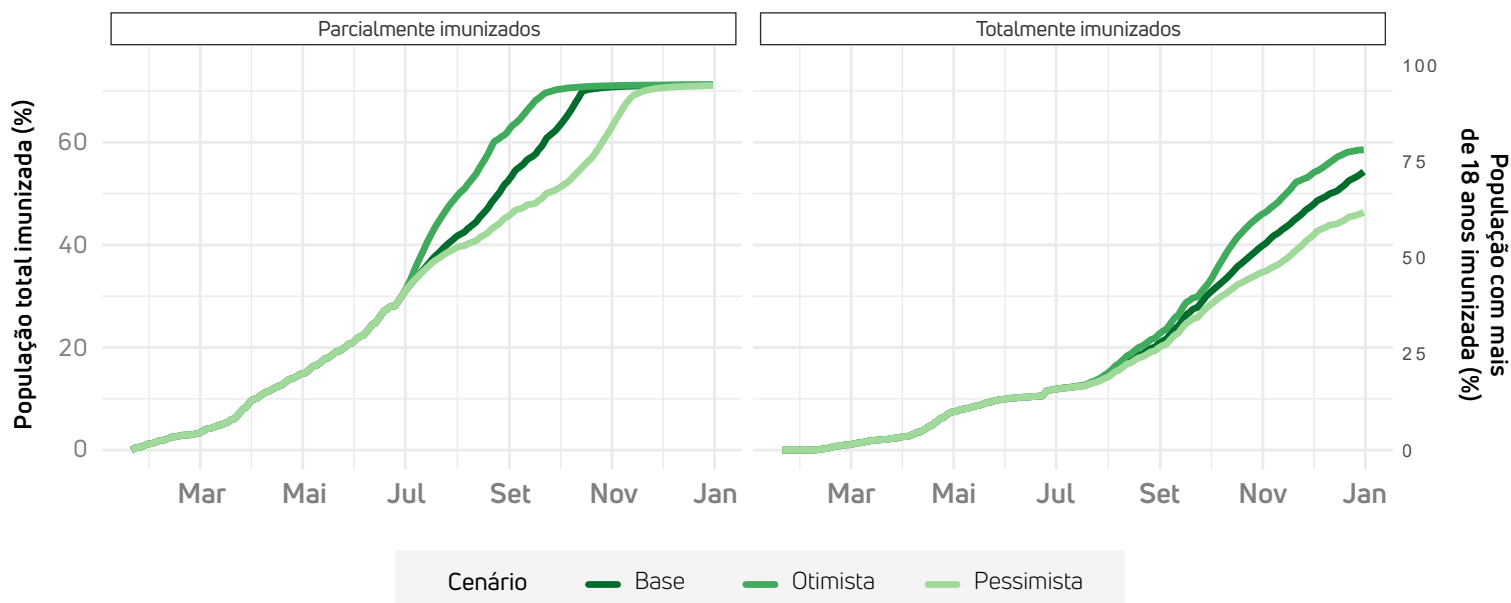
Comparando ao relatório anterior, nossa previsão atual amplia de 90% para 92% o percentual de cobertura vacinal previsto para os grupos que ainda não completaram sua imunização. Por outro lado, passamos a considerar que 85% dos que receberam a primeira dose retornam para a segunda, conforme os dados mais recentes da vacinação. Considerando que a população vacinável, ou seja, com mais de 18 anos, equivale a cerca de 75% do total, o limite atual para a imunização é de aproximadamente 70% da população. Considerando ainda que 85% da população vacinada retorna para receber a segunda dose, consideramos que o limite para a população completamente imunizada é de cerca de 60%. Naturalmente, tais percentuais podem aumentar caso haja autorização para que pessoas com menos de 18 anos recebam a vacina, ou no caso de haver políticas públicas que incentivem a aplicação da segunda dose em pessoas que não seguiram o calendário sugerido.

Considerando as últimas projeções de entrega de vacinas, nosso modelo aponta que no cenário otimista o Brasil atingirá 70% da população vacinada parcialmente

em 27 de setembro. Esse número equivale a uma cobertura vacinal de 93% entre a população com mais de 18 anos. No cenário base, com 75% das entregas previstas pelo Ministério da Saúde, esse patamar será atingido em 15 de outubro. No cenário pessimista, com 50% das entregas previstas, essa cobertura é atingida em 20 de novembro.

A vacinação completa, entretanto, cresce mais lentamente em razão do tempo para aplicação da segunda dose, ao redor de 12 semanas para as vacinas AstraZeneca/Oxford e Pfizer/Biontech. Além disto, dentre as pessoas que recebem a primeira dose, apenas 85% estão retornando para receber a segunda dose. Assim, no cenário otimista nossa previsão é que chegaremos no final de 2021 a 78% da população com mais de 18 anos com imunização completa, equivalente a 59% da população total. Nesse cenário, o patamar de 50% da população total com as duas doses, equivalente a 67% da população vacinável, será atingido em 15 de novembro, contra 12 de dezembro no cenário base e apenas em 2022 no cenário pessimista.

Figura 8 | Previsão de evolução da população vacinada

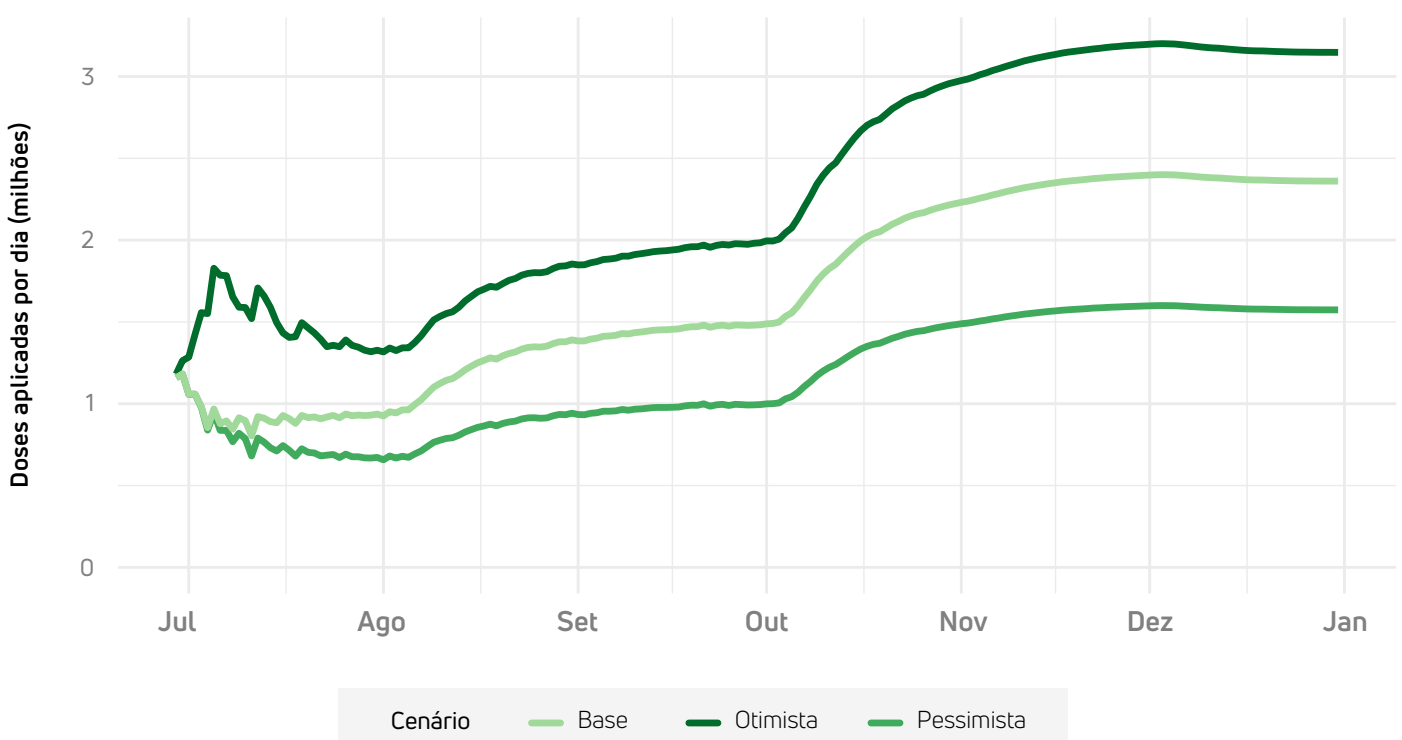


Essas projeções consideram que o ritmo de vacinação, no cenário otimista, se mantenha entre 1,3 e 1,5 milhão de doses aplicadas diariamente até o início de agosto, quando está previsto um aumento na disponibilidade de vacinas. Nesse momento, o ritmo cresce até atingir cerca de 1,8 milhão de doses diárias. Um novo salto aconteceria no 4º trimestre do ano, devido à previsão de recebimento de um número grande de vacinas da Pfizer e da Fiocruz, com previsão de ultrapassar os 2 milhões de doses aplicadas por dia. A partir de novembro, teríamos doses suficientes para manter uma média de vacinação acima de 3 milhões por dia, mas é possível que haja restrição de capacidade para manter as aplicações nesse patamar. Além disso, se a maior parte da população já estiver vacinada com a primeira dose o ritmo será limitado ao número de pessoas que voltarem para completar a imunização, e não mais pelo número de doses disponíveis de vacina. É relevante lembrar que tal previsão é para o país todo, e que

estados e municípios que conseguirem aplicar mais rapidamente as doses recebidas podem conseguir concluir a vacinação com maior antecedência em relação às nossas projeções.

Nossos cenários base e pessimistas são mais conservadores e incorporam eventuais atrasos e descumprimentos do cronograma. Nesse campo, os riscos parecem ter diminuído em relação aos primeiros meses de vacinação, uma vez que a evolução da vacinação em países produtores de vacina reduz a probabilidade de atrasos nas entregas de doses e insumos. Nesse contexto, ainda que a produção doméstica do IFA atrase em relação ao previsto, o impacto na evolução da vacinação deve ser reduzido. Considerando isso, o maior risco parece estar associados não mais à oferta, mas à demanda: relatos de que indivíduos estão preferindo determinados fabricantes em relação a outros podem reduzir o ritmo da vacinação.

Figura 9 | Previsão de doses aplicadas



Previsão realizada em 29 de junho

Boxe: Produtividade da Vacinação

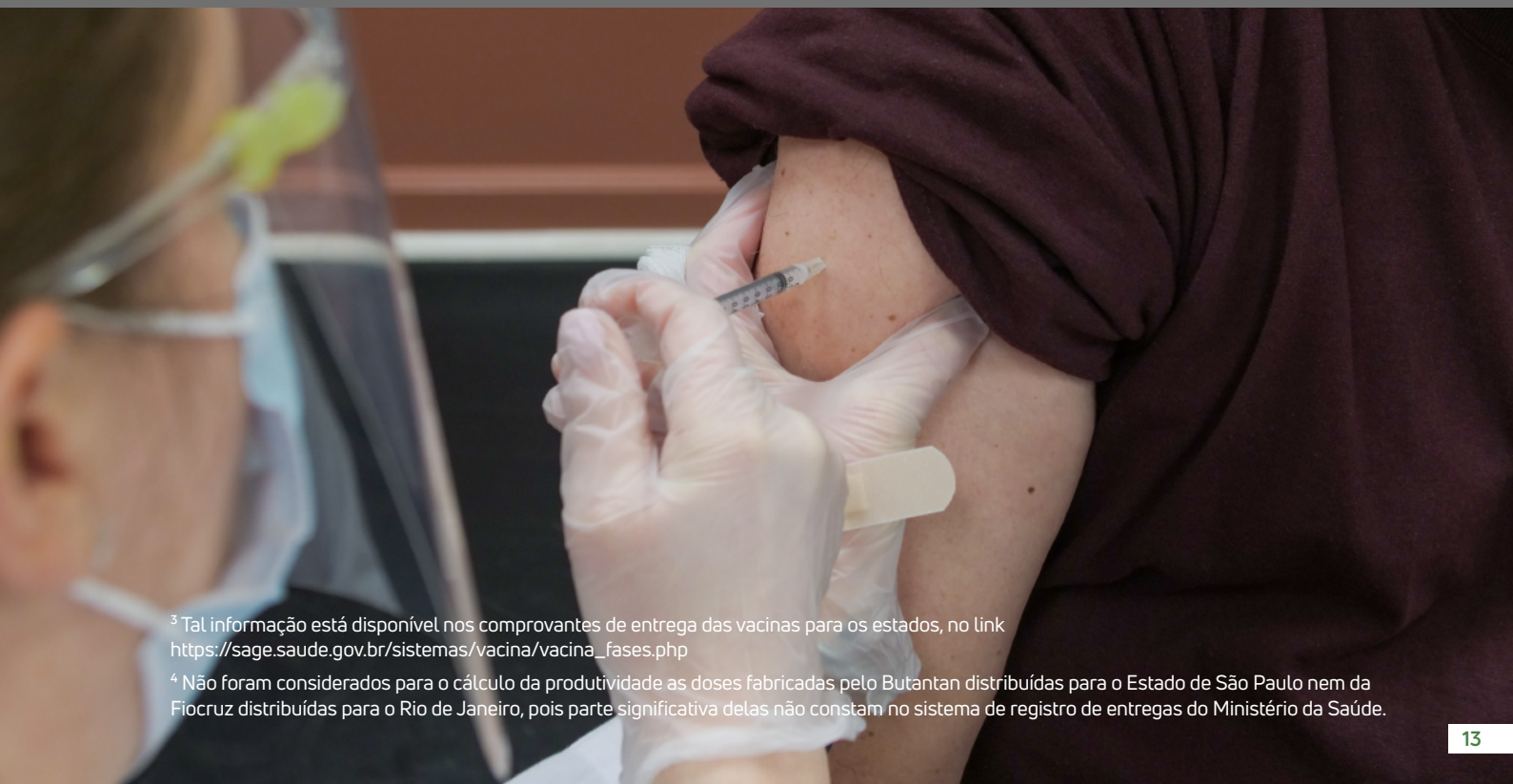
A “produtividade” da vacinação é o ritmo de utilização das doses distribuídas a estados e municípios. Uma alta produtividade implica a rápida aplicação das vacinas disponíveis, enquanto que uma produtividade baixa acarreta estoques mais altos e uma imunização em ritmo mais lento. Como vimos, houve expressiva redução na aplicação de doses diárias ao longo do mês de maio, ocorrida paradoxalmente junto a recordes de vacinas distribuídas. A explicação para essa queda é uma redução na produtividade, ocorrida em função da troca de grupos prioritários para vacinação.

Como se mede a produtividade da vacinação? É necessário seguir ao longo do tempo as doses que foram distribuídas e quando se deu sua real aplicação. Para fazermos esse pareamento, precisamos identificar quando uma determinada dose que está sendo aplicada hoje, chegou naquela região. Felizmente, os microdados de vacinação identificam, para cada dose aplicada, o lote (conjunto de frascos) proveniente.

Agregamos a isso a identificação dos lotes e o volume de doses de cada fase de entrega do Ministério da Saúde aos estados, tabulados no site oficial.³

Com isso, podemos saber em quanto tempo, em média, as doses de um determinado lote entregue aos estados demoraram para serem aplicadas. Por exemplo: se um lote de 1000 doses foi disponibilizado no dia 01 de maio para determinado estado, é possível observar que nesse dia foram aplicadas 10 doses, no dia seguinte mais 20, e assim sucessivamente. Ao fim, é possível agregar as curvas de utilização de cada lote através de uma regressão de Cox⁴.

Modelos de sobrevivência são comumente utilizados na área da saúde para estimar, a partir do diagnóstico de uma doença, qual é a sua taxa de mortalidade ao longo do tempo. Aqui, o que fazemos é utilizar um dos modelos nessa categoria, o modelo de Cox, para medir a utilização ao longo do tempo das doses de vacinas distribuídas.



³ Tal informação está disponível nos comprovantes de entrega das vacinas para os estados, no link https://sage.saude.gov.br/sistemas/vacina/vacina_fases.php

⁴ Não foram considerados para o cálculo da produtividade as doses fabricadas pelo Butantan distribuídas para o Estado de São Paulo nem da Fiocruz distribuídas para o Rio de Janeiro, pois parte significativa delas não constam no sistema de registro de entregas do Ministério da Saúde.

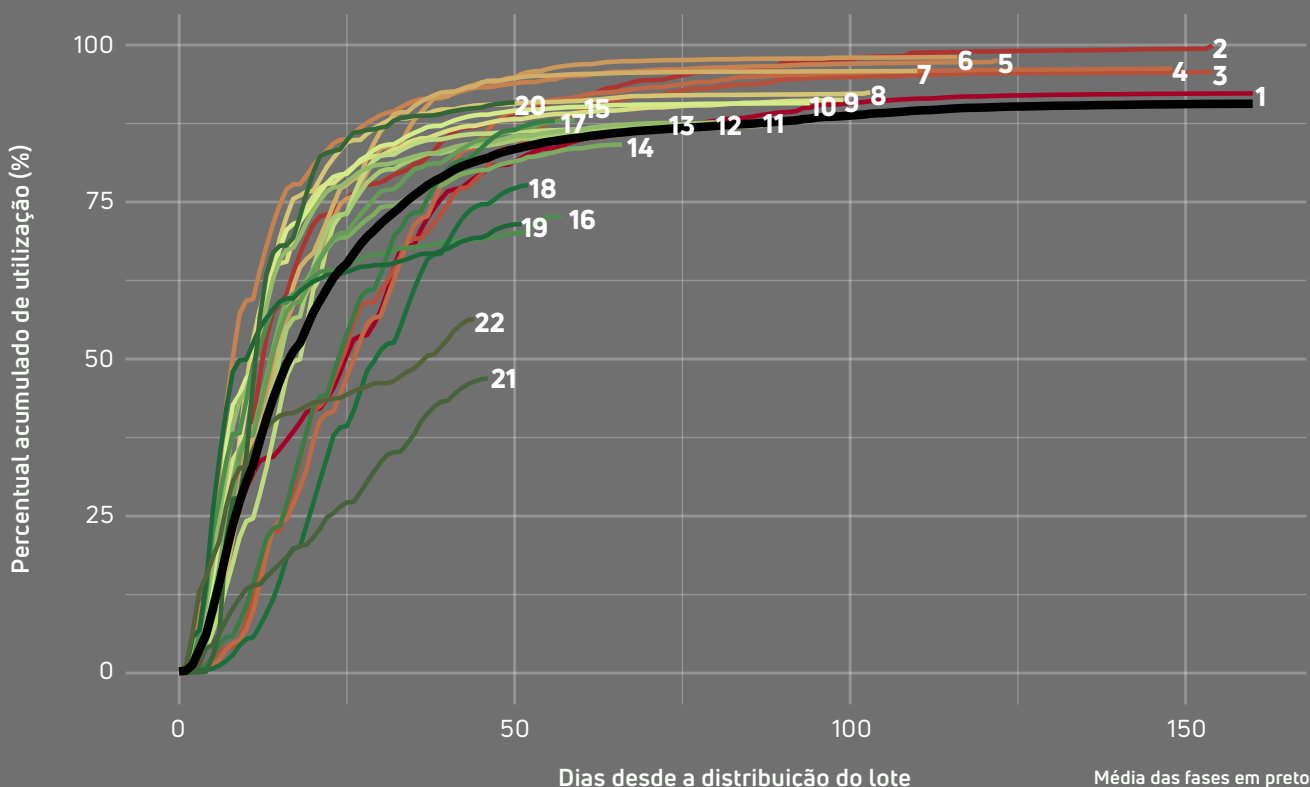
A estimação da curva de produtividade a partir da regressão de Cox permite comparar a evolução do ritmo de vacinação desde o início do programa⁵. Na **Figura 10** podemos ver a estimativa de produtividade por fase de entrega de vacinas. A curva preta, que é a média geral, nos diz que 10 dias depois da distribuição de um lote, em média 30,5% das doses foram aplicadas. Em 20 dias, o número sobe para 57,5%, atingindo 71,5% em 30 dias.

Contudo, nota-se que este número caiu de forma significativa nas fases mais recentes, em especial a partir da 16a fase, entregue no final de abril. Este é o momento em que a maior parte das primeiras doses passou a ser aplicada em categorias profissionais e portadores de comorbidades e deficiências. Com exceção da 20a fase, em todas elas o ritmo de aplicação é

bastante inferior ao das fases anteriores. Dado que o critério de priorização do PNI em junho voltou a ser predominantemente por faixa etária, foi considerada nas nossas previsões apenas a produtividade das fases com essa prioridade, sem levar em consideração o ritmo mais lento de maio.

Em particular, nota-se que a 20a fase, única do período onde não houve queda na produtividade, foi a única até o momento em que apenas doses da Pfizer foram entregues. Tal fenômeno pode ser decorrente de preferência da população por essa vacina, gerando filas nos dias e locais onde ela é disponibilizada e um menor número de vacinados quando há apenas doses de outros fabricantes disponíveis. Tal interpretação é corroborada por relatos anedóticos, e pode significar um risco para a agilidade do processo de vacinação no país.

Figura 10 | Estimação da produtividade por fase de entrega



⁵ Uma vez que os dados são colocados no sistema com algum atraso, não é possível estimar a produtividade das fases mais recentes.

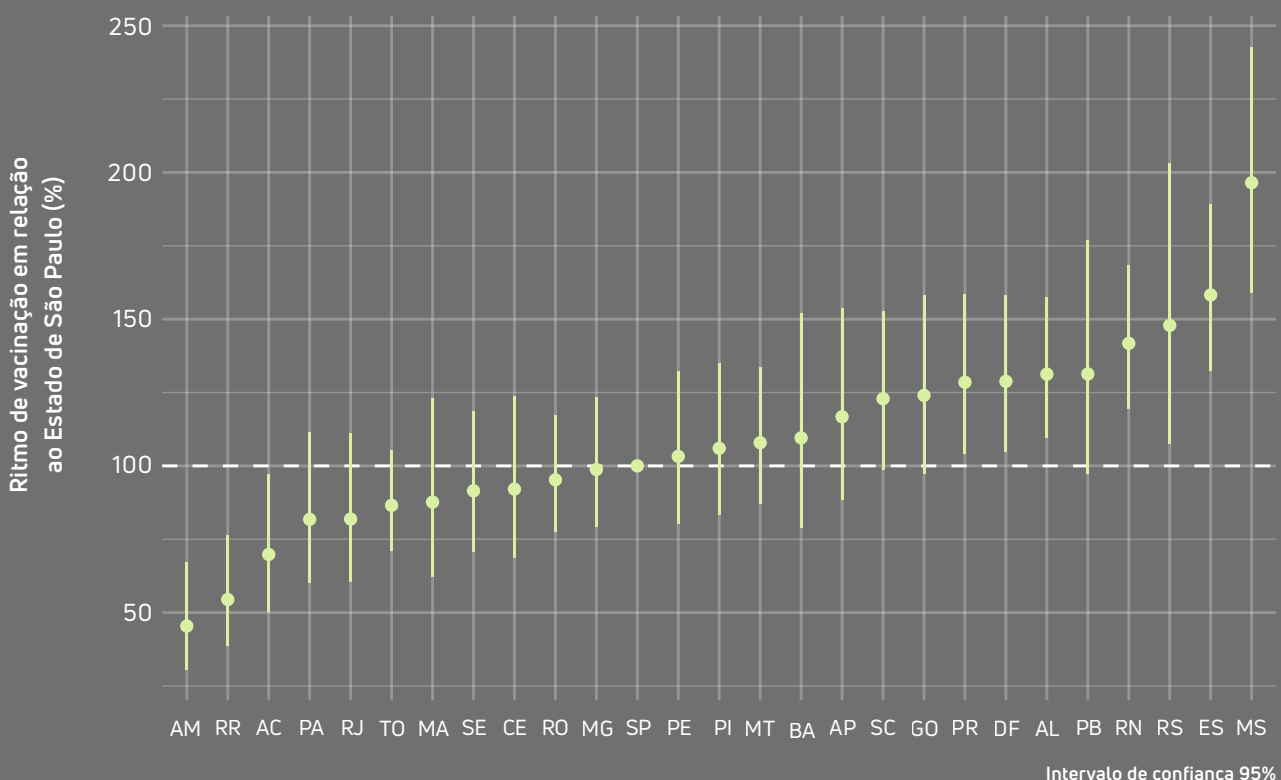
Boxe: Produtividade por Unidade Federativa

A estimação da produtividade também nos permite fazer comparação mais assertivas entre os ritmos de vacinação entre os estados. A mera comparação do percentual da população vacinada em cada unidade federativa é insuficiente, uma vez que essa medida é afetada pela diferente composição etária de cada estado. Além disso, há relatos de que doses aplicadas podem demorar a ser inseridas nos sistemas, fazendo com que estados onde a vacinação potencialmente tem ritmo a contento possa ficar atrás nos rankings. Nossa estimação de produtividade permite uma comparação mais justa, avaliando a velocidade da vacinação em relação ao total de vacinas recebidas. Ademais, uma vez que levamos em consideração a data real da vacinação, e não a data de inclusão nos sistemas, o impacto de atrasos deve ser menor do que nas medidas existentes.

Na **Figura 11** temos o ritmo de vacinação de cada estado, medido em relação ao estado de São Paulo. Podemos ver que o ritmo de vacinação é bastante parecido entre as unidades federativas, com a maioria delas não apresentando diferença significativa em relação à São Paulo. Positivamente se destacam Mato Grosso do Sul, com produtividade 96,5% acima da de São Paulo; Espírito Santo, com 58,3% acima; e Rio Grande do Sul, com 47,9% acima. Além destes, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Distrito Federal e Paraná possuem ritmos relativamente elevados.

Negativamente, temos estados da região Norte, como Amazonas, Roraima e Acre, com produtividade 54,6%, 45,5% e 30,2% inferiores à São Paulo, respectivamente. Contudo, conforme discutido anteriormente, pode ser que nessas localidades o efeito de atrasos no upload dos dados seja maior e impacte a estimativa.

Figura 11 | Produtividade da vacinação por unidade federativa



Contribuíram para este documento:

Conteúdo (pesquisadores)

Stone - Economic Research:

Davi Mittelstadt

Rômulo Carvalho

Organização

Instituto Propague:

Bruna Cataldo

Gabriel Madeira

Luana Deister

Yulli Dias

Mais informações: contato@institutopropague.org