

**NEDUR**

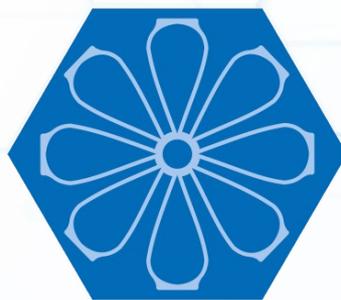
**TD NEDUR-UFPR N° 02-2022**

**Análise dos impactos econômicos causados  
pela inatividade do trabalho associada à  
COVID-19**

**Alexandre Alves Porsse, Daniel Bellucco Pozza,  
Ícaro Brandão e Oliveira**

Agosto/2022





## NEDUR

O NEDUR – Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional é um núcleo de pesquisa da Universidade Federal do Paraná, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico e ao Departamento de Economia, que tem por finalidade realizar pesquisas aplicadas de excelência no campo da Economia e sua interface com a Ciência Regional e Urbana, visando contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil, como também de suas regiões e cidades. Dentre os princípios que regem a prática de pesquisa no âmbito do NEDUR, destaca-se a rigorosidade técnico-científica, privilegiando a sinergia entre fundamentos teóricos e métodos quantitativos de análise empírica, e o compromisso com a ética e transparência no processo de produção e disseminação do conhecimento científico. O NEDUR-UFPR foi criado em setembro de 2013, congregando um conjunto de docentes, discentes e pesquisadores que desenvolvem pesquisas direta e indiretamente relacionadas com a Ciência Regional e Urbana.

---

Na utilização ou citação de partes do documento é obrigatório referenciar os autores do trabalho:

**Porsse, A. A.; Pozza, D. B.; Oliveira, I. B. Análise dos impactos econômicos causados pela inatividade do trabalho associada à COVID-19. Texto para Discussão NEDUR-UFPR N° 02-2022, Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional (NEDUR) da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Agosto/2022.**

---

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional e da Universidade Federal do Paraná.



## **Análise dos impactos econômicos causados pela inatividade do trabalho associada à COVID-19\***

Alexandre Alves Porsse<sup>Δ</sup>, Daniel Bellucco Pozza<sup>Φ</sup>, Ícaro Brandão e Oliveira<sup>δ</sup>

### **Resumo**

Apesar das evidências sobre o efeito da vacinação da população na redução dos casos de infecção e mortes causados pela Covid-19, ainda não se tem clareza quanto a duração da pandemia devido a capacidade de mutação do vírus. A possibilidade de um cenário de prevalência da doença, ainda que contido em determinado grau pelas medidas sanitárias, impõe a necessidade de investigar os efeitos causados pela inatividade temporária da força de trabalho infectada pela Covid-19. Neste estudo, utilizamos um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico, multirregional e multisetorial, para avaliar os impactos econômicos deste fenômeno. Com base em informações da PNAD Covid-19, mensuramos a potencial redução de eficiência do trabalho devido ao afastamento dos trabalhadores contaminados pela Covid-19 e projetamos seus efeitos no sistema econômico com o modelo EGC. Os resultados mostram que os impactos econômicos setoriais e regionais são heterogêneos, condicionados pelas especificidades de propagação da doença no território e entre os setores econômicos.

**Palavras-chave:** Covid-19; Inatividade do trabalho; Equilíbrio geral computável; Análise de impacto econômico.

**Código JEL:** C68; I15.

---

\* Os autores agradecem ao CNPq, à Finep e Fipe pelo suporte financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

<sup>Δ</sup> Professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico (PPGDE) da UFPR e Pesquisador do NEDUR. E-mail: [porsse@ufpr.br](mailto:porsse@ufpr.br).

<sup>Φ</sup> Doutorando em Economia pela UNB. E-mail: [danielpozza123@gmail.com](mailto:danielpozza123@gmail.com).

<sup>δ</sup> Graduado em Economia pela UFBA. E-mail: [icaro.bo01@gmail.com](mailto:icaro.bo01@gmail.com).



---

## Analyzing the economic impacts caused by labor inactivity associated with COVID-19

Alexandre Alves Porsse, Daniel Bellucco Pozza, Ícaro Brandão e Oliveira

### Abstract

Despite the evidence on the effect of vaccination of the population in reducing cases of infection and deaths caused by Covid-19, it is still unclear as to the duration of the pandemic due to the ability to mutate the virus. The possibility of a scenario of the prevalence of the disease, although contained to a certain degree by health measures, imposes the need to investigate the effects caused by the temporary inactivity of the covid-19 infected workforce. In this study, we used a dynamic, multiregional, and multisectoral computable general equilibrium model to evaluate the economic impacts of this phenomenon. Based on information from PNAD Covid-19, we measured the potential reduction in work efficiency due to the remoteness of workers contaminated by Covid-19 and projected its effects on the economic system with the EGC model. The results show that the sectoral and regional economic impacts are heterogeneous, conditioned by the specificities of the spread of the disease in the territory and between the economic sectors.

**Keywords:** Covid-19; Labor inactivity; Computable general equilibrium; Economic impact analysis.

**JEL Code:** C68; I15.



## 1. Introdução

A redução das horas trabalhadas é uma das consequências mais significativas da crise no mercado de trabalho causada pela pandemia da Covid-19 (ILO, 2020; OECD, 2021). Dentre os componentes deste efeito, destacam-se a redução temporária nas horas trabalhadas devido as medidas de distanciamento social ou *lockdown*, bem como o aumento do desemprego e da inatividade das pessoas. Conforme monitoramento da Organização Internacional do trabalho, tais efeitos apresentam um padrão heterogêneo entre os países e, possivelmente, dentro dos países.

Diversos estudos de simulação epidemiológica baseados em modelos comportamentais como o SEIR (*Susceptible-Exposed-Infectious-Recovered*) têm evidenciado a variabilidade dos mecanismos estruturais de transmissão da Covid-19, aspectos que podem ser considerado um dos fatores explicativos das diferenças regionais da evolução da pandemia (Peng et al., 2020; Dandekar et al, 2020; Shaikh et al., 2020; Lin et al., 2020; Youssef et al, 2020; López e Rodó, 2021). A interação do processo de evolução epidemiológica com os sistemas econômicos regionais, resultante da forma como o mercado de trabalho absorve os efeitos da pandemia, é outro elemento que condiciona a heterogeneidade da transmissão dos impactos econômicos da pandemia, onde também desempenha papel relevante as especificidades locais da organização da estrutura setorial e suas relações de integração com as cadeias produtivas nacionais.

Com o advento das vacinas tem-se um cenário de potencial mitigação das taxas de infecção e mortes causada pela pandemia. Contudo, ainda é incerto em que medida as vacinas serão eficazes para controlar o vírus e viabilizar a configuração de um ambiente de “normalidade” para a plena retomada da dinâmica social e econômica tal como no contexto pré-pandemia. Adicionando as evidências de capacidade de mutação e adaptação do coronavírus SARS-COV-2, o prognóstico atual sugere que deveremos conviver com essa doença nos próximos anos, sendo necessário aprofundar a análise sobre suas consequências econômicas.

Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo investigar os impactos econômicos causados pela “inatividade temporária” (afastamento laboral) da força de trabalho infectada



pela Covid-19 no Brasil, mensurando os efeitos sobre o nível de atividade setorial, regional e nacional. Desde a eclosão da pandemia, diversos estudos foram realizados buscando avaliar os impactos econômicos no curto prazo associados às medidas de distanciamento social e *lockdown* tanto no Brasil como em outros países (Guan et al., 2020; Pahn et al., 2021; Porsse et al., 2020; Beckman e Countryman, 2021; Van Heerden e Ross, 2021). Tal análise torna-se relevante diante de um cenário no qual a doença possui certa prevalência, ainda que controlada pelas medidas sanitárias como distanciamento e vacinação, aspecto que deve configurar uma continuidade da necessidade de afastamento temporário da atividade laboral pelos trabalhadores infectados pelo SARS-COV-2.

A abordagem metodológica envolve dois procedimentos. Primeiro, estima-se a redução da produtividade do trabalho associada aos trabalhadores que foram infectados pelo vírus e se afastaram do trabalho a partir de informações disponibilizadas pela PNAD-COVID19, identificando seu padrão setorial e regional (Unidades da Federação). Após, simula-se os impactos econômicos sistêmicos desta redução da produtividade do trabalho setor-região específicos usando um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) inter-regional e dinâmico calibrado para a economia brasileira. O horizonte temporal do cenário de projeção compreende o período 2020-2030.

Além desta seção introdutória e das considerações finais, este artigo está organizado em três seções. A seção 2 apresenta uma revisão da literatura sobre estudos de impacto econômico da Covid-19 com ênfase para aqueles baseados na modelagem EGC. Os principais aspectos da estratégia de investigação empírica são expostos na seção 3, abordando as características gerais da estrutura do modelo EGC e da calibragem do choque de produtividade do trabalho. A seção 4 dedica-se a análise e discussão dos resultados.

## 2. Revisão da literatura

As economias nacionais não serão as mesmas após a pandemia do novo coronavírus. Com implicações em todas as áreas de conhecimento, os debates sobre as mudanças estruturais provocadas pela COVID-19 tendem a persistir por algum tempo. Os efeitos da pandemia são multidimensionais e no âmbito econômicos envolvem diversos aspectos



como mercado de trabalho, pobreza, auxílios emergenciais, inflação, consumo, educação e, ainda, implicações econômicas de curto e de longo prazo. Nesta seção é feito um apanhado da literatura sobre os estudos de avaliação de impacto econômico da pandemia, especialmente aqueles que aplicam a abordagem de modelagem EGC também utilizada como ferramenta analítica no presente trabalho.

Um dos efeitos imediatos da pandemia do COVID-19 foi reduzir a média das horas trabalhadas (Lemieux et al., 2020). Essa redução ocorreu tanto por causa das medidas restritivas que buscam conter a proliferação do vírus, como também pela própria escolha em não trabalhar por parte da mão de obra devido a preocupação de serem contaminados, perecerem ou transmitirem o vírus para parentes. Embora o teletrabalho tenha sido amplamente adotado, em muitos setores não é possível implementá-lo sem prejudicar a produção, principalmente nas atividades agropecuárias e industriais.

Verikios (2020) usa uma abordagem de EGC com periodicidade trimestral utilizando e desagregada de 27 países para simular os efeitos de curto prazo da pandemia do COVID-19, pois pondera que as pandemias globais recentes não ultrapassaram um ano de duração. Seis tipos de choques são avaliados: uma súbita elevação da demanda por hospitais e serviços de saúde, um aumento na necessidade de auxílios emergenciais pelo público representado por maiores gastos do governo de acordo com a quantidade de infectados por trimestre, fechamento de escolas e eventos o que provoca uma queda na produtividade, redução na oferta de trabalho pelas mortes por COVID-19, reduções de 25 a 60% nos setores de turismo e viagens internacionais, e uma queda de mais ou menos 50% nos setores domésticos de comércio, alimentação, hospedagem e viagens entre e dentro de estados. O estudo projetou uma queda de 3% no PIB global considerando que os casos iriam diminuir durante a segunda metade de 2020.

Chitiga-Mabugu et al. (2021) estimam um modelo CGE para a África do Sul avaliando os impactos econômicos da pandemia e suas repercussões na distribuição da renda, considerando os elevados níveis de desemprego e pobreza do país no período pré-pandemia. Dois cenários de política são avaliados, um severo e outro moderado, por meio de choques de natureza internacional e doméstica. O primeiro é representado por uma queda na demanda mundial pelas exportações sul-africanas, pela queda nos preços



internacionais de combustíveis e minerais e na redução das transferências unilaterais para o país. Os choques domésticos se caracterizam a partir de um aumento nos custos de transporte e redução da produtividade do trabalho e capital devido aos períodos de quarentena e paralisação total ou parcial de atividades produtivas. Os resultados macroeconômicos evidenciam redução do PIB nacional, consumo e investimento, além de aumento do desemprego, mais intenso para os trabalhadores de menor renda e nível educacional.

Uma medida adotada por vários países durante 2020 com o intuito de mitigar a recessão foi a concessão de auxílios financeiros emergenciais para trabalhadores com baixa ou nenhuma renda domiciliar. A partir de simulações de equilíbrio geral computável regional e dinâmico para o Brasil, Porsse et al. (2020) evidenciaram que tal política impediu maiores perdas no PIB nacional. Os autores avaliaram um choque negativo na oferta de trabalho pelas mortes por COVID-19 e um *lockdown* temporário de 3 e 6 meses nas atividades consideradas não essenciais. Lemieux et al. (2020) recomendam que as políticas emergenciais de transferência de renda sejam implementadas como cautela, pois um endividamento excessivo por parte dos governos pelas medidas de combate ao coronavírus podem causar trajetórias crescentes das taxas de juros com desincentivo ao investimento privado (Nath, 2020). O encarecimento do crédito ou o aumento da inflação podem prejudicar a retomada das atividades pós-pandemia.

Propondo avaliar os efeitos de um *lockdown* estendido na economia sul-africana, Van Heerden e Roos (2021) utilizam o modelo de EGC da Universidade de Pretoria (UPGEM). O estudo assume que os estoques de capital ficam inativos e que a força ativa de trabalho se reduz proporcionalmente ao nível de rigidez do *lockdown*, tendo em vista as capacidades operacionais permitidas por indústria. As simulações indicaram que o PIB sul-africano reduziria 9,7% em 2020, mas se recuperaria com um crescimento de 0,08% e 0,17% em 2021 e 2022, mantendo um crescimento negativo de 0,19% a 0,23% entre 2023 e 2027. Embora os setores de turismo e indústria manufatureira sejam os mais prejudicados, no último ano da simulação (2027) as atividades de equipamentos de rádio e televisão, minerações e eletricidade e gás continuam com um desvio significativo em relação ao



cenário baseline. Este estudo evidencia que a absorção dos choques setorialmente possui heterogeneidades relevantes.

Para estimar o impacto da pandemia no setor de turismo australiano, Pham et al. (2021) adaptam o modelo EGC TERM de Horridge, Madden e Wittwer (2005) visando permitir a interação entre a oferta e demanda de produtos entre turistas e não turistas. A estratégia adotada foi expandir a modelagem, adicionando 11 mercados internacionais (os 10 maiores e o resto do mundo), dividindo a atividade de turismo em 3 mercados (viagem diária, estadia de um dia para o outro intra e entre estados). A variável utilizada para o cálculo do choque foi o número de visitantes que embarcaram no país, cujo valor se reduziu entre 72% e 89% dependendo do país de origem, devido às restrições nas viagens internacionais. O estudo projetou uma perda de 81,2% no PIB do setor para 2020. Além disso, tal movimento implicaria em uma elevação de 1,15% no desemprego nacional e afetaria com mais intensidade as atividades da educação, restaurantes e bares, varejo e hotelaria.

Segundo Buheji et al. (2020), a pandemia da COVID-19 afeta a realidade econômica de três maneiras segundo: 1) redução da produtividade do trabalho, tendo em vista que diversos empregados não podem realizar suas atividades produtivas pelo distanciamento ou medidas de contenção do vírus; 2) redução da produtividade total dos fatores pela paralisação generalizada da produção e da distribuição de insumos e serviços; 3) choque comercial, com um aumento no custo das transações internacionais devido às distorções provocadas pela pandemia.

Em síntese, os estudos sobre mensuração de impacto econômico da Covid-19 evidenciam a habilidade da modelagem EGC em tratar aspectos complexos ligados aos mecanismos de transmissão da pandemia sobre o sistema econômico. Em geral, além do efeito recessivo preponderante nas avaliações, os resultados obtidos evidenciam que a absorção setorial dos efeitos e sua propagação no tempo são diferenciados e influenciados por diversas características, tais como: intensidade e duração das medidas de *lockdown*, adoção de políticas compensatórias, perfil de dependência das atividades setoriais a fatores como mobilidade e aglomeração, adaptabilidade do sistema produtivo ao uso de tecnologias e processos baseados em teletrabalho, entre outros. O canal de transmissão via redução do nível da oferta de trabalho ou de sua eficiência é um aspecto já evidenciado



como relevante na literatura, de modo que é torna relevante aprofundar a investigação sobre esse canal em um contexto de certo controle da pandemia, mas com prevalência da necessidade de afastamento temporário das atividades laborais por conta da infecção pelo coronavírus.

### 3. Abordagem empírica

#### 3.1. O modelo TERM-BR

Esta seção apresenta uma descrição resumida da modelagem EGC aplicada neste estudo tendo em vista que se trata de uma abordagem já consolidada na literatura (Horridge et al., 2005; Horridge, 2006; Dixon e Rimmer, 1998 e 2002). O modelo EGC utilizado para implementar as simulações consiste em uma versão reduzida do mais amplo denominado TERM-BR, desenvolvido pelo Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional da Universidade Federal do Paraná (NEDUR-UFPR) e já aplicado na avaliação de impactos da Covid-19 (Porsse et al., 2020). Nesta versão, o banco de dados do modelo é desagregado para as 27 UFs do Brasil e 31 setores econômicos para permitir capturar especificidades de especialização produtiva locacional.

A formulação teórica-computacional do modelo segue a estrutura do chamado modelo TERM (*The Enormous Regional Model*), desenvolvido por Horridge et al. (2005) para gerar um modelo *bottom-up* multi-regional a partir de um modelo EGC estático nacional, o qual é aperfeiçoado para a forma dinâmica conforme Dixon e Rimmer (1998, 2002). Esse modelo foi calibrado primeiramente em versão estática para a economia brasileira no ano-base 2015, tendo em vista que este é ano mais recente com informações disponíveis da Matriz de Insumo-Produto do Brasil publicada pelo IBGE (2018), que consiste na principal fonte de informação do banco de dados que alimenta o modelo.

O modelo foi adaptado para a versão dinâmica, sendo seu banco de dados atualizado até 2019 com base em informações do cenário histórico realizado sobre a evolução dos principais agregados econômicos (PIB, emprego, consumo das famílias, investimentos, exportações e consumo do governo). Os fluxos de transação dos agentes econômicos e suas relações de interdependência são plenamente mensurados nas regiões para os 31 setores e, ainda, ao nível dos componentes da demanda final (consumidores, investidores,



governo, exportadores). Seguindo a abordagem de Johansen (1960), o modelo envolve um complexo sistema de equações linearizadas especificado de acordo com as premissas teóricas, cujos resultados de simulação são expressos na forma de mudança (desvio) percentual.

As funções de produção, consumo das famílias e investimentos seguem uma estrutura aninhada especificada em níveis que incorporam diversos mecanismos de substituição e de formação de preços conforme as margens de comércio e de transporte segundo suas origens regionais. Considerando a função de produção como referência, o primeiro nível define os requerimentos de insumos e uso de fatores produtivos a partir de uma especificação Leontief. No segundo nível, a demanda por insumos intermediários segue uma especificação com elasticidade de substituição constante (CES), que admite substituição imperfeita entre bens domésticos e importados, como preconizado pela abordagem de Armington (1969). O terceiro nível também admite substituição imperfeita entre bens de diferentes origens regionais, sendo que esse mecanismo incorpora a estrutura de custos de margem de comércio e de margem de transporte na formação dos preços de entrega dos insumos. Por fim, uma especificação CES também é definida para a margem de transporte segundo diferentes origens. Como os bens podem ser produzidos em diferentes regiões, esse mecanismo captura a capacidade dos transportadores de realocarem seus depósitos de armazenagem ao longo de rotas.

Esses mecanismos teóricos descritos também estão presentes nas especificações do comportamento otimizador do consumidor representativo e dos investidores. Cabe mencionar que o tratamento da demanda das famílias é baseado num sistema combinado de preferências CES/Klein-Rubin, resultando em um sistema linear de gastos (LES) tal que a participação do gasto acima do nível de subsistência, para cada bem, representa uma proporção constante do gasto total de subsistência de cada família. No processo de maximização da utilidade, o resíduo orçamentário do consumidor, depois dos gastos totais de subsistência, é chamado de “gasto de luxo” e sua alocação nos diversos bens segue uma participação orçamentária marginal calibrada de acordo com parâmetros de elasticidade do gasto e de participação orçamentária.



A demanda de exportação é definida de forma usual como uma curva negativamente inclinada nos próprios preços dos bens no mercado mundial. No modelo EGC, um vetor de elasticidades representa a resposta da demanda externa às alterações no preço FOB (*free on board*) das exportações. O consumo do governo pode ser modelado exogenamente ou vinculado a uma regra de solvência fiscal que garante o equilíbrio entre receitas e despesas.

O modelo possui dois mecanismos de dinâmica recursiva. O primeiro refere-se à trajetória da acumulação de capital ao longo do tempo. A acumulação do capital segue uma regra de atualização do inventário perpétuo. As firmas demandam investimento conforme a remuneração do capital, pois o investimento possui relação direta com sua lucratividade. O aumento do estoque de capital de uma determinada firma depende da propensão do investidor em tomar o risco perante a expectativa da taxa de retorno do investimento. Dessa maneira, o aumento do estoque de capital acima da taxa normal em um ano  $t$  ocorre se, e somente se, o retorno esperado pelos investidores for maior do que a taxa normal de retorno. É importante destacar que a dinâmica recursiva do modelo EGC suaviza os efeitos do investimento sobre as variáveis do modelo, pois o custo marginal do investimento de uma determinada firma é função crescente do montante investido pela própria firma (Dixon e Rimmer, 1998).

O segundo mecanismo recursivo é especificado no mercado de trabalho, incorporando um elemento de ajuste intertemporal dos salários reais baseado no diferencial entre o emprego atual e o emprego tendencial. Assume-se que a demanda por trabalho determina a quantidade de trabalhadores utilizados na produção e que os salários reais são rígidos no curto prazo, mas flexíveis no longo prazo. Esse comportamento do mercado de trabalho é consistente com a existência de uma taxa de desemprego NAIRU (*Non-Accelerating Inflation Rate of Unemployment*) exógena ou fracamente dependente dos salários reais (Dixon; Rimmer, 2002).

Diferentemente dos modelos estáticos, a análise de impacto de política com o modelo dinâmico requer duas simulações. A primeira simulação projeta um cenário de referência (base) que gera uma trajetória tendencial business-as-usual, cuja parametrização usualmente observa os indicadores de expectativas de mercado sobre a evolução dos principais agregados econômicos. A segunda simulação refere-se a um cenário de política,



representando os efeitos de deslocamento de um determinado choque de política exogenamente especificado. Os resultados de simulação são avaliados como desvios acumulados entre os dois cenários.

### 3.2. Estratégia de simulação

O cenário de política simulado corresponde a um choque de redução na produtividade do fator trabalho dimensionado com base no período de isolamento recomendado de 14 dias para os trabalhadores que contraíram COVID-19. Portanto, essa estratégia supõe que os trabalhadores que testaram positivo para COVID-19 precisaram ficar afastados durante duas semanas de trabalho conforme os protocolos sanitários (Ministério da Saúde, 2020). A perda de eficiência para as firmas decorre da inatividade temporária da parcela da força de trabalho infectada. A calibragem do choque de produtividade baseia-se na premissa de que o salário equivale a uma medida da produtividade marginal do trabalho, como descrito a seguir.

A partir de julho de 2020, a PNAD-COVID19 incluiu em seu questionário pergunta para identificar se os indivíduos haviam realizado testes para detecção de COVID-19 e qual foi o seu resultado. Avaliando as quantidades de testes positivos por UF da PNAD-COVID19 de novembro de 2020, último mês da pesquisa, estima-se que cerca de 3,93 milhões de trabalhadores foram infectados, montante que representa aproximadamente 62,0% do total de casos de infecção oficialmente divulgados pelo Ministério da Saúde até final do mês de novembro de 2020. Dessa forma, é possível utilizar essa informação para dimensionar o choque de produtividade do trabalho segmentado por UF e setor de atividade econômica, considerando o afastamento de 14 dias pelo resultado positivo do teste e a queda consequente da produtividade do trabalho por setor de atividade.

Para o cálculo do choque de produtividade setorial, primeiramente identifica-se o rendimento-hora de cada trabalhador infectado por COVID-19 e estima-se qual seria a massa de renda gerada com duas semanas de atividade do conjunto de trabalhadores com testes positivos, expandido com peso amostral. Essa soma de todas as rendas perdidas referentes ao período de afastamento é então dividida pela massa de renda anualizada de cada setor em cada UF. A Tabela 1 reporta a estimativa de redução na produtividade para



cada setor de atividade no contexto nacional. Na Tabela 2 são reportadas as estimativas de choque por UF. Convém destacar a estrutura setorial da PNAD-COVID19 é mais agregada do que a estrutura setorial do modelo. Assim, devido à classificação de atividades da PNAD-COVID19, alguns setores mais desagregados do modelo TERM-BR recebem o mesmo valor de choque conforme sua associação com o setor agregado da PNAD-COVID19.

**Tabela 1 – Choques por setores de atividade econômica**

<b>Setor</b>	<b>Descrição</b>	<b>Choque</b>
Agropec	Agropecuária, florestal e pesca	4,59%
IndExt	Indústrias extrativas	9,40%
Alimentos	Alimentos	5,66%
Bebidafumo	Bebida e fumo	5,66%
Textvestcalc	Têxtil, vestuário e calçados	5,66%
Madcelpapimp	Madeira, celulose, papel e impressão	5,66%
Combust	Combustíveis	5,66%
Quimicos	Produtos químicos	5,66%
Perflimpfarm	Perfumaria, limpeza e farmacêuticos	5,66%
Borracplast	Borracha e plástico	5,66%
Cimentoout	Cimentos e outros	5,66%
Metalsiderug	Metalurgia e siderurgia	5,66%
Eletronicos	Produtos eletrônicos	5,66%
Eletricout	Produtos elétricos e outros	5,66%
Maquinmecan	Máquinas e equipamentos	5,66%
Veiculos	Veículos	5,66%
Outindtransf	Outros da indústria de transformação	5,66%
Energia	Energia elétrica, gás e outros	6,85%
Aguasaneam	Água e saneamento	6,85%
Construcao	Construção civil	4,80%
Comercio	Comércio	7,56%
Transportes	Transportes	5,87%
Hospedalimen	Hospedagem e alimentação	6,62%
Comunicacao	Comunicação	8,00%
Financeiro	Instituições financeiras	10,33%
Aluguel	Aluguel de imóveis	7,49%
Tecprofcient	Serviços técnicos, profissionais e científicos	10,71%
Outrosserv	Outros serviços	7,46%
Adminpublica	Administração pública	12,42%
Educprivada	Educação privada	6,42%
Saudeprivada	Saúde privada	17,90%

Fonte: elaboração própria.



Os maiores valores do choque estão concentrados em alguns setores que foram considerados como atividades essenciais, seja desde o começo da pandemia ou apenas em alguns períodos, como saúde, administração pública, atividades financeiras e serviços técnico-profissionais. Comércio, hospedagem e alimentação e comunicações também apresentaram os maiores choques de produtividade, sendo setores com alta interação entre indivíduos, portanto, envolvendo um maior risco de contágio durante o trabalho. Portanto, observa-se que o padrão setorial dos trabalhadores infectados é heterógeno e essa característica também se destaca na distribuição espacial dos choques de redução de produtividade segundo as UFs (Tabela 2).

**Tabela 2 – Choques por UF**

UF	Choque
RO	8,66%
AC	8,74%
AM	8,29%
RR	11,20%
PA	10,23%
AP	7,82%
TO	6,11%
MA	10,57%
PI	13,12%
CE	6,13%
RN	7,90%
PB	7,07%
PE	4,04%
AL	6,77%
SE	10,94%
BA	8,54%
MG	5,74%
ES	8,88%
RJ	6,22%
SP	7,74%
PR	5,92%
SC	6,03%
RS	4,65%
MS	7,62%
MT	10,05%
GO	11,98%
DF	7,17%

Fonte: elaboração própria.



## 4. Resultados

Conforme descrito na seção 3.1, as simulações com o modelo EGC dinâmico envolvem a especificação de um cenário baseline e um cenário de política que impõe um choque exógeno, sendo os resultados avaliados como desvios acumulados entre os dois cenários. Conforme as expectativas de mercado baseada no relatório Focus pré-Covid, a especificação do cenário baseline assume que o PIB cresceria 2,3% em 2020 e 2,5% a.a. constante no período subsequente. Além disso, o fechamento de simulação deste cenário considera que a despesa do governo se mantém constante em conformidade com a regra de teto dos gastos. Por sua vez, o cenário de política é simulado assumindo os choques de redução de produtividade do trabalho por setor e UF conforme as estimativas descritas na seção 3.2.

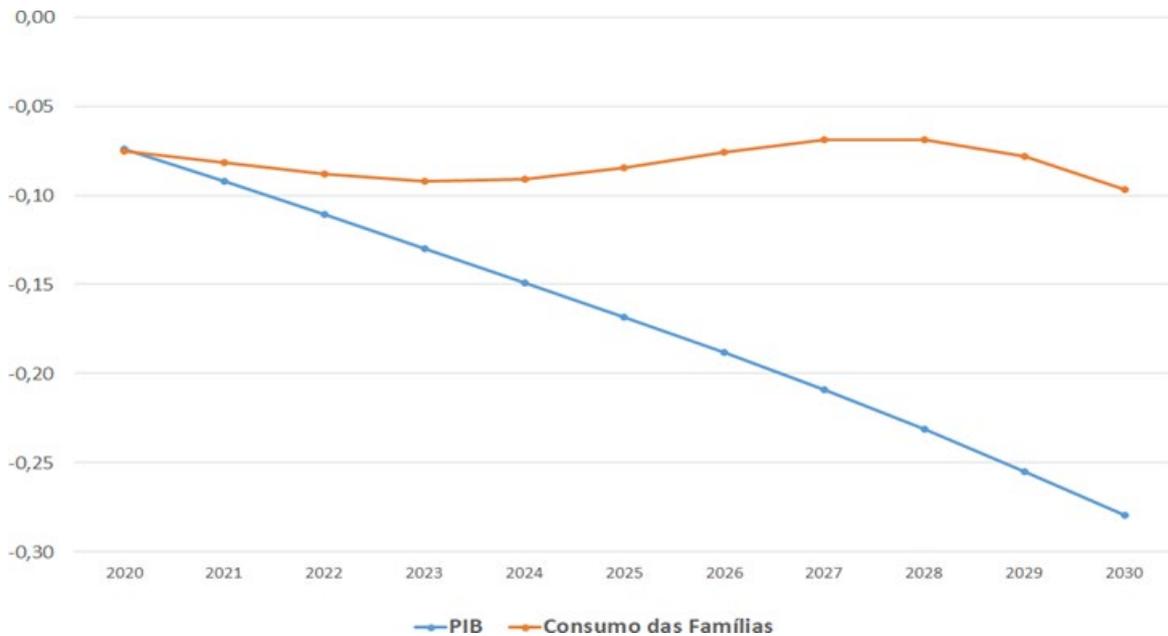
O choque simulado implica em menor eficiência produtiva para as firmas, provocando uma elevação nos custos de produção que se propaga sistemicamente sobre as cadeias produtivas regionais de acordo com as ligações intersetoriais e de importação de insumos regionais. O efeito nacional agregado representa, portanto, a soma dos efeitos ao nível setorial e por UF. A Figura 1 informa a evolução do PIB e do consumo das famílias, indicando que ambas performam pior em relação ao cenário baseline. O PIB nacional cai relativamente mais do que o consumo, sendo que o desvio é de -0,26% em 2020 e aumenta para -0,28% em 2030. Na Figura 2 apresenta-se as trajetórias do investimento, exportação e importação. Todas essas variáveis desviam negativamente, sendo mais intenso o desvio no nível de investimentos. Essas trajetórias demonstram que os efeitos recessivos do choque persistem ao longo do tempo, evidenciando que mesmo em um cenário com certa prevalência das taxas de infecção pode comprometer a dinâmica econômica.

A forma que os estados recebem o choque é heterogênea, como pode ser observado na Figura 3. Em especial, Roraima, Goiás e Sergipe são os estados com o maior desvio acumulado negativo em 2030. Além disso, verifica-se que o desvio vai se intensificando com o tempo, refletindo-se no comportamento dos agregados macroeconômicos nacionais mencionados anteriormente. Embora os efeitos sobre o produto regional sejam correlacionados com a intensidade do choque de eficiência, essa correlação não é perfeita e indica que os mecanismos de transmissão dos choques nas cadeias produtivas possuem



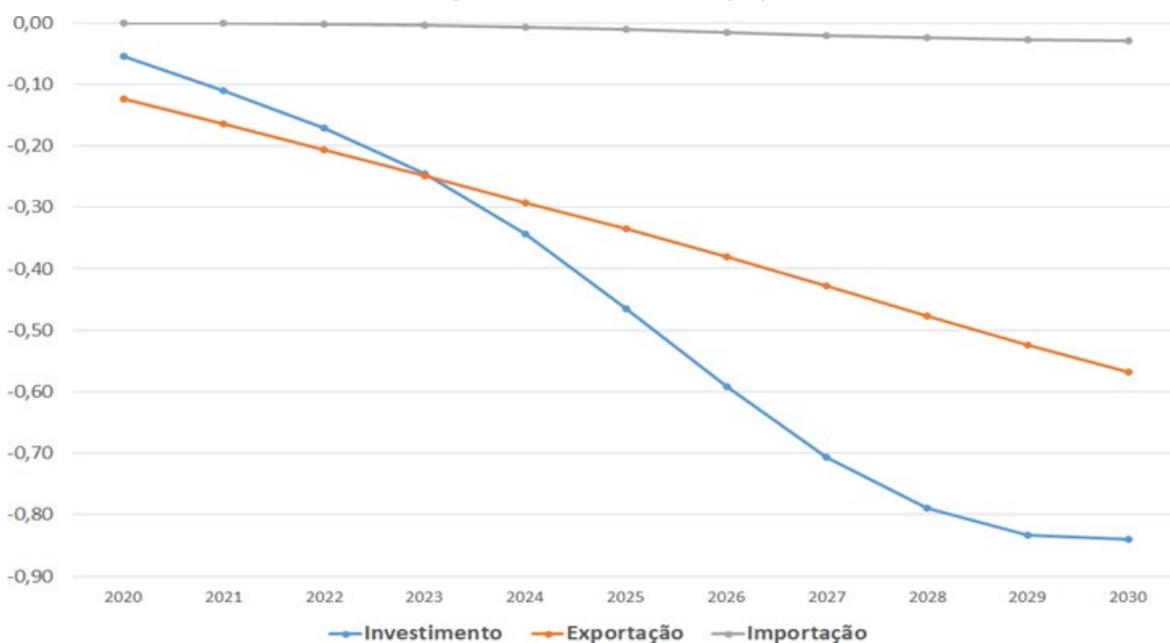
características diferenciadas que são relevantes na determinação do impacto sobre o produto regional.

**Figura 1 - Desvio Acumulado no PIB e Consumo das Famílias – Brasil (%)**



Fonte: elaboração própria.

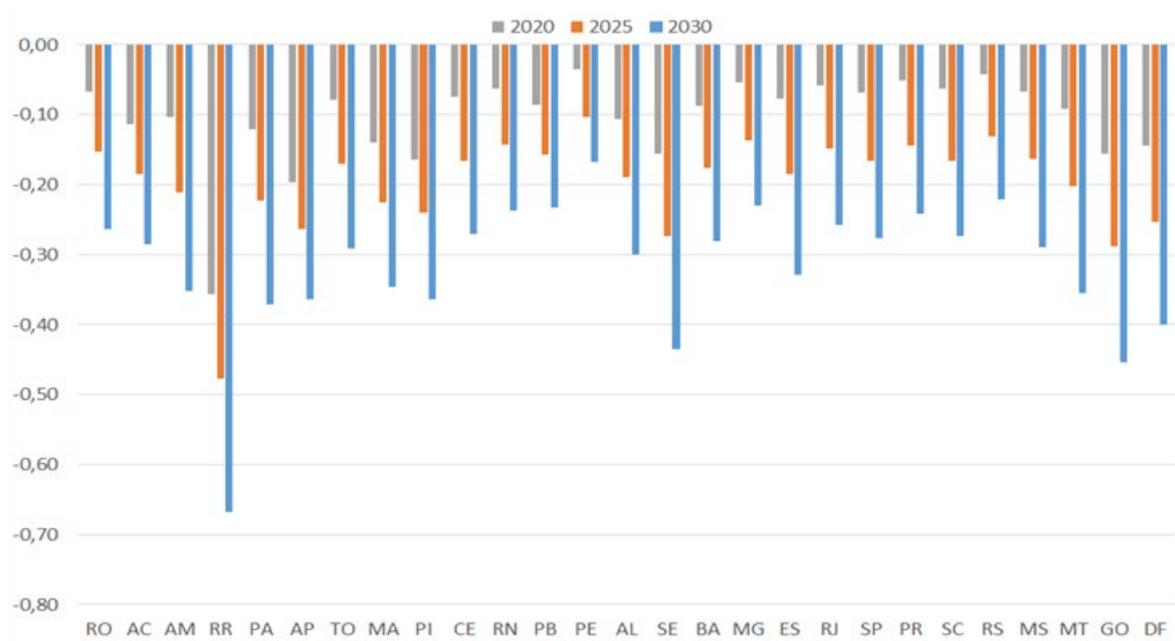
**Figura 2 - Desvio Acumulado no Investimento, Exportação e Importação – Brasil (%)**



Fonte: elaboração própria.



**Figura 3 - Desvio Acumulado no PIB Regional - UFs (%)**



Fonte: elaboração própria.

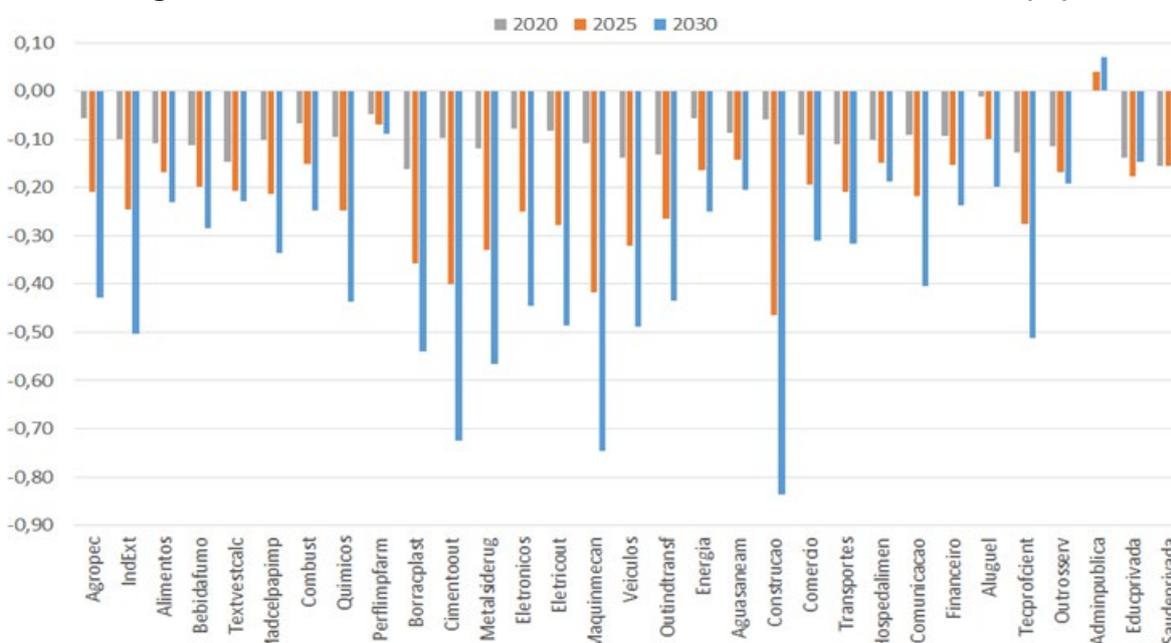
A Figura 4 reporta os efeitos na produção setorial. Verifica-se que os setores com os maiores redução diretas na eficiência do trabalho, caracterizada por uma maior intensidade de infecção em seus empregados, não necessariamente apresentam os maiores desvios no nível de atividade. O setor de construção recebe o segundo menor choque agregado, apenas maior do que o das atividades agropecuárias, mas mesmo assim apresenta desvio com mais intensidade do que os outros setores.

Os setores da indústria de transformação, que compartilham o mesmo nível de choque de produtividade, apresentam desvios negativos mais elevados do que aqueles observados nas atividades de serviços. Convém destacar que o choque de produtividade mais elevado ocorre no setor de saúde privada (Tabela 1), porém o desvio negativo na produção deste setor é menor em relação a maioria dos setores industriais. Esse resultado está relacionado com o aumento do nível de preços em relação ao cenário base, o que acaba encarecendo a cadeia produtiva da indústria de transformação, enquanto o setor de serviços, por demandar menos insumos e bens intermediários, é menos prejudicado.



O desempenho da administração pública, moderadamente positivo, decorre da hipótese de fechamento de simulação e da regra de teto de gastos do governo. O setor agrícola é um dos menos afetados no ano de 2020, apresentando o menor desvio depois do setor de aluguéis e perfumaria e produtos farmacêuticos. Esse resultado está de acordo com a literatura, que indica o setor primário como um dos mais resilientes na pandemia (Porsse et al., 2020; Beckman; Countryman, 2021). No final do período, entretanto, o setor primário apresenta um desvio acima da média, apontando também que os efeitos de propagação no tempo do choque de produtividade prejudicam este setor.

**Figura 4 - Desvio Acumulado na Produção Setorial - Brasil (%)**



Fonte: elaboração própria.

## 5. Considerações finais

Este estudo avaliou os impactos econômicos da redução de produtividade do trabalho associada à inatividade temporária da mão de obra infectada pela Covid-19. A simulação de impacto foi implementada usando um modelo EGC inter-regional dinâmico, possibilitando capturar os mecanismos sistêmicos de transmissão do choque sobre as cadeias produtivas setoriais e regionais. Embora a calibragem do choque de simulação seja baseada em dados de infecção ocorridos em 2019, os resultados são relevantes para a



compreensão dos efeitos contracionistas resultantes da redução da eficiência do trabalho que podem persistir durante algum tempo diante de cenário de prevalência da infecção pelo coronavírus mesmo com algum nível de controle da pandemia face o progresso da vacinação da população.

Em resumo, os resultados evidenciam um impacto negativo temporalmente persistente sobre o nível de atividade econômica, tanto no desempenho setorial como no regional ou nacional. Além disso, constata-se a existência de heterogeneidades relevantes no impacto setorial e regional. Parte desta heterogeneidade está ligada às diferenças observadas no nível de infecção dos trabalhos entre os setores e regiões, mas outra parte está relacionada com as diferenças no perfil das ligações intersetoriais. As atividades industriais possuem um encadeamento produtivo mais intenso e complexo nas transações de insumos, enquanto esse encadeamento é menos denso nas atividades de serviços. Essa característica favorece uma propagação mais intensa do choque sobre os custos de produção das atividades industriais, explicando a maior queda relativa no nível de atividades desses setores.

As medidas de distanciamento social e *lockdown* provocaram forte redução no crescimento econômico como atestado por diversos estudos, com maior intensidade nos setores de serviços cujas atividades dependem das forças de aglomeração. Os resultados deste estudo evidenciam que essa alocação setorial dos custos econômicos da pandemia deve mudar, afetando relativamente mais os setores industriais. Esse resultado é preocupante e evidencia a necessidade de ampliar a eficiência produtiva da indústria em um contexto de prevalência das infecções pelo coronavírus no pós-pandemia.

## Referências

ARMINGTON, P. S. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. Staff Papers (International Monetary Fund), v.16, n. 1, p. 159-178, 1969.

BECKMAN, J.; COUNTRYMAN, A. M. The Importance of Agriculture in the Economy: Impacts from COVID-19. American Journal of Agricultural Economics, v. 00, n. 00, p. 1–17, 2021.



- BUHEJI, M. et al. The Extent of COVID-19 Pandemic Socio-Economic Impact on Global Poverty. *A Global Integrative Multidisciplinary Review. American Journal of Economics*, v. 10, n. 4, p. 213–224, 2020.
- DANDEKAR, R.; BARBASTATHIS, G. Neural Network aided quarantine control model estimation of global Covid-19 spread. v. 2020, Who, p. 1–13, 2020. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2004.02752>
- DIXON, P. B.; & RIMMER, M. Forecasting and policy analysis with a dynamic CGE model of Australia. Centre of Policy Studies: Australia, 1998.
- DIXON, P. B.; & RIMMER, M. T. Dynamic general equilibrium modelling for forecasting and policy. A practical guide and documentation of Monash. Elsevier. 2002.
- GUAN, D. et al. Global supply-chain effects of COVID-19 control measures. *Nature Human Behaviour*, Springer US, v. 4, n. 6, p. 577–587, 2020.
- HORRIDGE, M. ORANI-G: A Generic Single-Country Computable General Equilibrium Model. Centre of Policy Studies and Impact Projects. 2014. Disponível em: <<https://www.copsmodels.com/ftp/gpextra/oranig06doc.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- HORRIDGE, M.; MADDEN, J.; WITTEWER, G. The impact of the 2002–2003 drought on Australia. *Journal of Policy Modeling*, Elsevier, v. 27, n. 3, p. 285–308, 2005.
- ILO (2020) ILO Monitor: COVID-19 and the world of work. Sixth edition. Disponível em: [https://www.ilo.org/global/topics/coronavirus/impacts-and-responses/WCMS\\_755910/lang-en/index.htm](https://www.ilo.org/global/topics/coronavirus/impacts-and-responses/WCMS_755910/lang-en/index.htm) Acesso em 06 set. 2021.
- JOHANSEN, L. A multi-sector study of economic growth. North-Holland Publishing Company, 1960.
- LEMIEUX, T. et al. Initial impacts of the COVID-19 pandemic on the Canadian labour market. *Canadian Public Policy*, v. 46, n. 1, s55–s65, 2020.
- LIN, Q. et al. A conceptual model for the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan, China with individual reaction and governmental action. *International Journal of Infectious Diseases*, v. 93, p. 211–216, 2020.
- LÓPEZ, L.; RODO´, X. A modified SEIR model to predict the COVID-19 outbreak in Spain and Italy: Simulating control scenarios and multi-scale epidemics. *Results in Physics*, v. 21, 2021.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE (2020). Guia Prático De Gestão em Saúde no Trabalho para Covid-19. Brasília: Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2020/July/20/Guia-Pr--tico-de-Gest--o-em-Sa--de-no-Trabalho-para-COVID-19-20-07-20.pdf>>
- OECD (2021), OECD Employment Outlook 2021: Navigating the COVID-19 Crisis and Recovery, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/5a700c4b-en>>



PENG, L. et al. Epidemic analysis of COVID-19 in China by dynamical modeling. medRxiv, 2020.

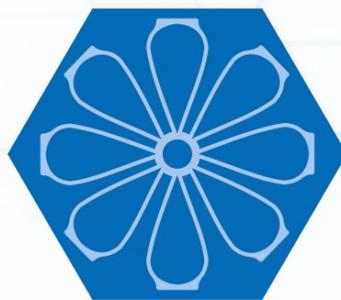
PHAM, T. D. et al. COVID-19 impacts of inbound tourism on Australian economy. Annals of Tourism Research, Elsevier Ltd, v. 88, 2021.

PORSSE, ALEXANDRE A.; SOUZA, KÊNIA B.; CARVALHO, TERCIANE S.; VALE, VINÍCIUS A. The economic impacts of COVID-19 in Brazil based on an interregional CGE approach. Regional Science Policy and Practice, v. 12, p. 1105-1121, 2020.

SHAIKH, A. S.; SHAIKH, I. N.; NISAR, K. S. A mathematical model of COVID-19 using fractional derivative: outbreak in India with dynamics of transmission and control. Advances in Difference Equations, v. 2020, n. 1, 2020.

VAN HEERDEN, J.; ROOS, E. L. The Possible Effects of the Extended Lockdown Period on the South African Economy: A CGE Analysis. South African Journal of Economics, v. 89, n. 1, p. 95–111, 2021.

YOUSSEF, H. M. et al. A modified SEIR model applied to the data of COVID-19 spread in Saudi Arabia. AIP Advances, AIP Publishing, LLC, v. 10, n. 12, 2020.



**NEDUR**



**Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional  
Universidade Federal do Paraná**

 Av. Prefeito Lothário Meissner, nº 632 – Setor de Ciências Sociais | UFPR

 [www.nedur.ufpr.br](http://www.nedur.ufpr.br)

 [nedur.ufpr@gmail.com](mailto:nedur.ufpr@gmail.com)