

**Um modelo matemático para auxiliar gestores públicos em períodos de
pandemia**

A mathematical model to assist public managers in times of pandemic

DOI:10.34119/bjhrv3n5-230

Recebimento dos originais: 08/09/2020

Aceitação para publicação: 09/10/2020

Yung Chin Shih

Departamento de engenharia de produção

Instituição: UTFPR Ponta Grossa

E-mail: chin@utfpr.edu.br

RESUMO

Em 2019, quando a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou pandemia provocada pelo novo coronavírus, o sars COV-2, muitos gestores públicos experienciaram provações árduas em suas cidades, a qual reprima concomitantemente desperdício de vidas, tal como de empregos. Com o intuito de ensinar-lhes suporte, esse trabalho visa propôr um modelo conciso que atente as variáveis compreendidas como o número de mortos, letalidade do vírus, número de leitos, empregos e impostos arrecadados entre outras, que se associam e concebem respostas relevantes de modo a oferecer uma consistente resposta para deliberação. Os resultados denunciam que para os dados iniciais considerados, o *lockdown* (LD) de 0% tem mais êxito na economia e na arrecadação de impostos, sucedendo com efeitos mais reprimidos ao número de mortes.

Palavras-chave: Modelagem, simulação, impacto na economia, impacto na saúde, poder de compra, pandemia e lockdown.

ABSTRACT

In 2019, when the World Health Organization (WHO) declared a pandemic caused by the new coronavirus, sars OVC-2, many public managers experienced hard trials in their cities, which simultaneously repressed waste of lives as well as jobs. In order to support them, this work aims to propose a concise model that takes into account variables such as death toll, virus lethality, number of beds, jobs and taxes collected, among others, which are associated and conceive relevant responses in order to offer a consistent response for deliberation. The results show that for the initial data considered, the lockdown (LD) of 0% is more successful in the economy and in the collection of taxes, succeeding with more repressed effects to the number of deaths.

Keywords: Modeling, simulation, impact on the economy, impact on health, purchasing power, pandemic and lockdown.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Lenzen *et al.* (2020), em 2019, um surto patológico promovido por um desconhecido coronavírus, mais tarde batizado de *Sars COV-2* (COVID-19) foi revelado ao mundo, amplamente reconhecido por muitos pesquisadores e órgãos governamentais como originária na cidade de Wuhan, China. Esse vírus foi se disseminando precipitadamente, que a OMS o rotulou como sendo de perfil pandêmico, com efeitos todavia desconhecidos nos pacientes.

Os órgãos federais foram confrontados pelo seguinte dilema: instruir ou não o *lockdown*? De fato, como citaram Andersen *et al.* (2020), alguns países orientaram a permanecer em domicílio em caso de desconforto. Enquanto outros países, como a Suécia conforme informou Juranek and Zoutman (2020), propuseram um LD com agressividade moderada. Baldwin (2020) mencionou que, ao não receberem recompensa pelo trabalho (dinheiro), o consumo reduziu e as companhias interromperam a produção ou venda, os quais são cenários propícios a contenção de gastos.

Em virtude dessa conjuntura é que o presente trabalho de pesquisa está sendo proposto, que consiste em apresentar um modelo conciso que considere algumas das indispensáveis variáveis vinculadas nesse ciclo econômico no esforço de auxiliar aos gestores públicos para melhor tomada de decisão, com efeitos menos danosos na vida das pessoas e na economia.

Este trabalho está estruturado em 6 tópicos. O tópico 2 apresenta a revisão da literatura, seguido da descrição do modelo proposto, que contemple a relação empresas, prestadores de serviços, hospitais, impostos arrecadados, impacto da pandemia, número de mortos etc, seguido de coleta de dados e discussão de resultados. E por fim, as conclusões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Substancialmente, para Dixon *et al.* (1992), um modelo econômico típico e pleno, deve ter qualificação suficiente que contemple os componentes indústrias, famílias, investidores, governo, importadores e exportadores. Hertel & Tsigas (1997) difundiram um modelo econômico nomeado GTAP para cenário sem pandemia. Neste modelo, foram considerados os seguintes componentes: mão de obra qualificada, capital, recursos naturais e propriedades rurais. Corong *et al.* (2017) apresentaram o modelo GTAP versão 7 para examinar a economia.

De acordo com Kilbourne (2005), a gripe espanhola foi a mais mortífera. Desde então, desenrolaram-se estudos com o intuito de prognosticar os impactos à sociedade tanto durante quanto pós pandemia. No âmbito da discussão, sem apresentação de modelo, Garrett (2007) exibiu os resultados históricos da *Influenza* de 1918 em uma diversidade de setores da economia.. Já especificamente para o COVID-19, Lenzen *et al.* (2020) aclaram a respeito de potenciais

perturbações na cadeia de distribuição, etc. Jonung & Roeger (2006) expuseram os efeitos no cenário europeu no tocante a produtividade, demanda, crescimento econômico etc. Adams-Prassl *et al.* (2020) constataram que os jovens e os que não desfrutavam de títulos acadêmicos foram quem usufruíram de maiores contingências de salários.

Conquanto este modelo GTAP seja apropriado no sentido de pressagiar a economia pós pandemia - em virtude de abordar meticulosamente as características de cada tipo de indústria - para Verikios *et al.* (2011) este modelo tão somente desempenha uma análise estática. Em função disso, divulgaram o GTAP dinâmico, e puderam apreciar a questão de acumulação de capital, planejamento de investimento etc.

Brown *et al.* (2008) aproveitaram-se do modelo GLOBE para estudar os impactos causados pelo vírus da *Influenza* na economia e observaram que pode reduzir de 8 % no Produto Interno Bruto. Estes autores relataram sobre a exiguidade de analisar com mais apreço no que tange ao comportamento do governo bem como de cada indivíduo, pois não há estudos específicos. Yoldascan *et al.* (2010) desenvolveram um modelo matemático omitindo a relação com o poder de compra, com a variação na demanda, com os impostos arrecadados, com o custo hospitalar dos leitos, dos profissionais envolvidos.

Eichenbaum *et al.* (2020) apresentaram um modelo chamado SIR Macro e explora a relação entre o consumo e o trabalho em época de pandemia. Na ocasião em que as pessoas estão infectadas, sucedem a consumir menor. Brodeur *et al.* (2020) comentaram que o modelo de Eichenbaum *et al.* (2020) é estático. Não supõem, por exemplo, como a decisão de um dos agentes repercute na taxa de mortandade de outros.

O que há de concreto é que, para Jonung & Roeger (2006) e endossado por Baker *et al.* (2020), ainda são ínfimos os modelos econômicos que averiguem os transtornos de uma pandemia. Ou caso exista, versam uma parte das variáveis, devido à complexidade.

Para Briscese *et al.* (2020) e Brodeur *et al.* (2020), é inescusável políticas públicas mais eficientes para determinar o nível de isolamento. Presentemente não há modelo de custo que defina o nível de LD, Alvarez *et al.* (2020).

Dada importância que os modelos econômicos vigentes que elenquem a economia com a saúde não foram compatíveis em prover suporte aos gestores públicos, manipulando com a questão de LD, poder de consumo, demanda, leitos, custo, lucro, imposto, número de desempregados etc. este presente trabalho vem integrar esta lacuna.

Recorreu-se à modelagem matemática como método para conduzir a pesquisa analisando os seguintes agentes: empresas manufactureiras, empresas revendedoras, autônomos, hospitais,

prefeitura municipal, servidores públicos e o indivíduo, e no intuito de coletar de resultados, desfrutou-se de programação em linguagem *Pascal*. Portanto, o fluxograma que mostre a relação existente entre esses agentes, as atividades executadas por cada um, as decisões de consumirem mais ou menos etc, fundamentais para a construção do modelo, podem ser vistos nas Figuras 1, 2, 3 e 4:

Figura 01: Mostra os agentes considerados no estudo e as atividades executadas por cada um.

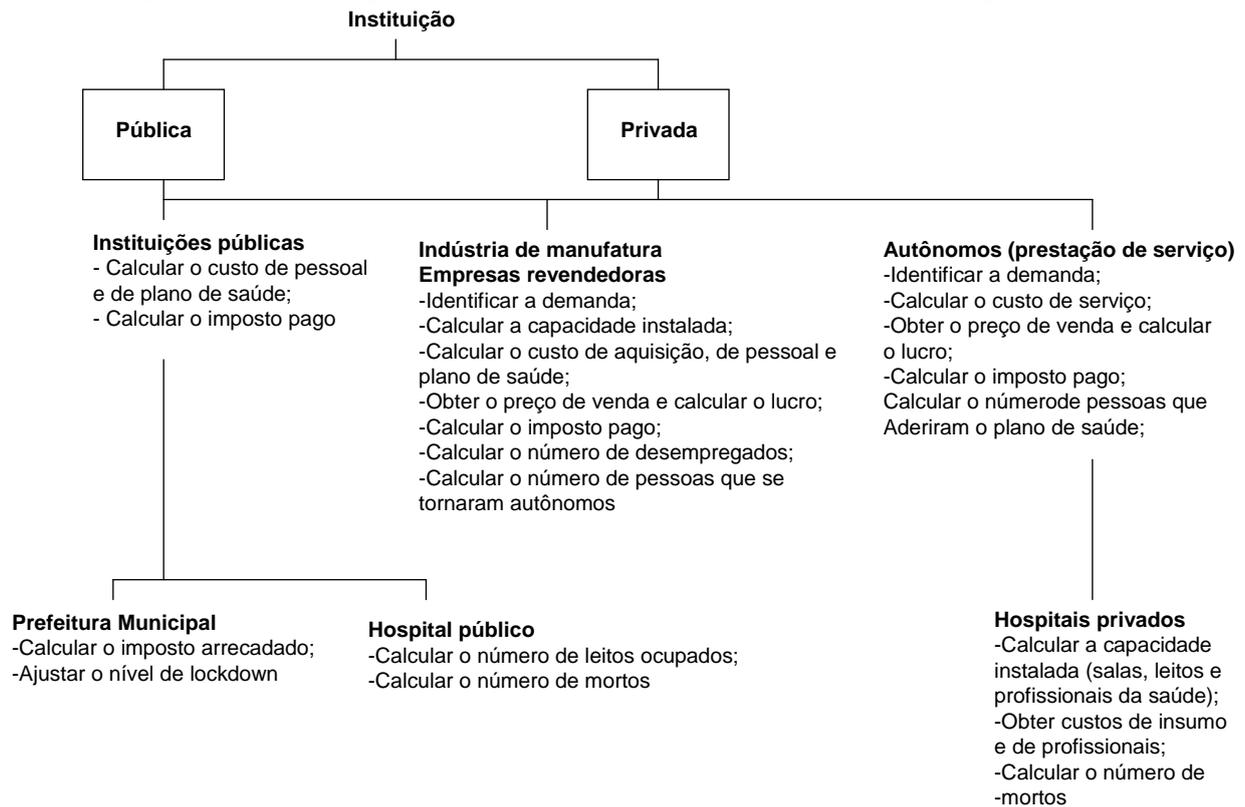


Figura 02: Mostra o tipo de relação entre os agentes.

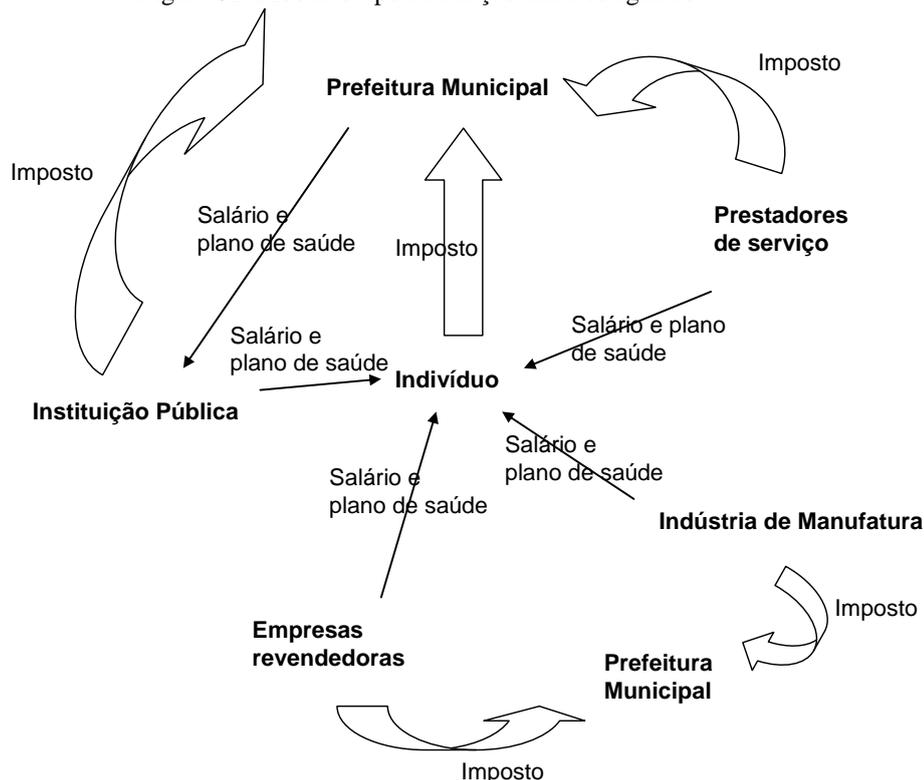


Figura 03: Mostra a relação do indivíduo, que faz parte de cada instituição, e a reação deste sobre a demanda com base na situação da pandemia.

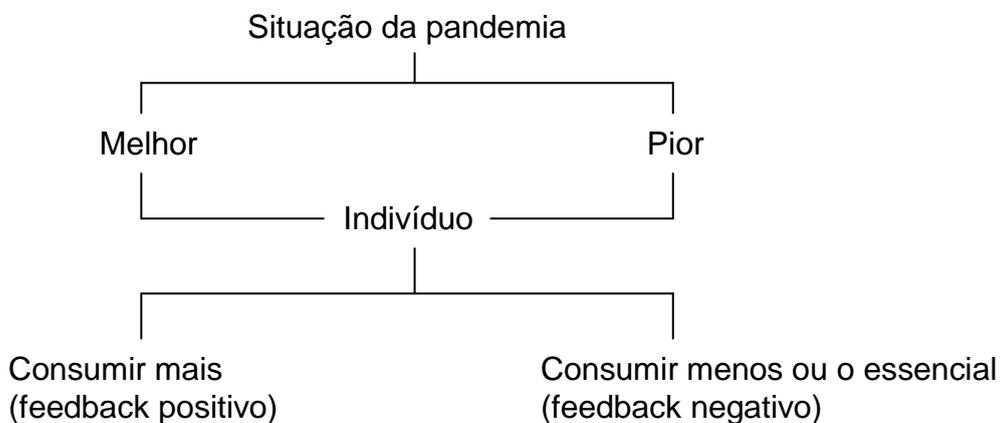
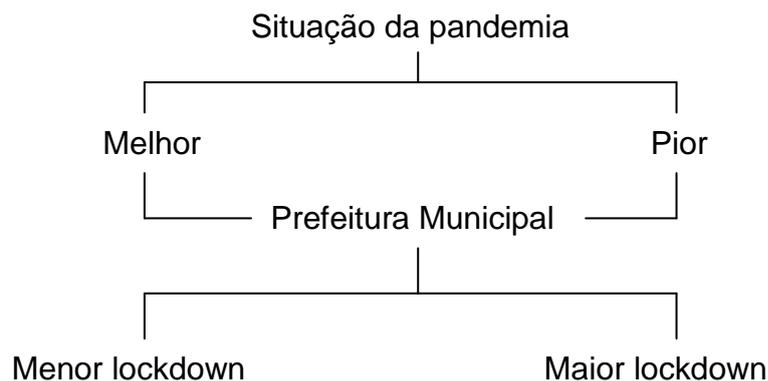


Figura 04: Mostra a decisão da prefeitura de decretar mais ou menos lockdown diante da pandemia.



Com base nas figuras apresentadas, o tópico seguinte visa apresentar essa relação entre os agentes o outro, principalmente em se tratando em período de pandemia. Espera-se com a simulação do, através de modelo matemático, e simular os efeitos de decisão tomada e a influência sobre modelo, verificar qual a melhor estratégia a ser tomada.

3 O MODELO PROPOSTO

Essa seção descreve como cada agente realiza as atividades, através da produção, venda, pagamento de impostos e de salários etc. Seja J o número de cidades de um estado. Cada $j \in J$ representa uma cidade e cada cidade apresenta n_j habitantes. Há uma parcela que está profissionalmente ativa $n_{empregados}$, trabalhando em indústrias, lojas, autônomos, etc e a porção, $n_{desempregados}$.

3.1 EMPRESAS

A quantidade de demanda D' , que são as vendas, de cada empresa n_c da cidade j , pode ser representada por (1):

$$D'_{jn_c} = D_{jn_c \text{ básico}} + [D_{jn_c} + (1 - \Phi_j) \times D_{jn_c}] \times [1 - LD_j] \quad (1)$$

onde

D representa a demanda prevista quando sem pandemia

LD representa a porcentagem estabelecida de LD

$D_{básica}$ representa a demanda básica

$(1 - \Phi)$ representa a redução percentual média de consumo. Inicialmente adote $\Phi=1$, e atribua $\Phi_{anterior} = \Phi$.

No caso autônomos, D'_{jn_c} representa o número de demandas pelo serviço.

A capacidade produtiva da empresa é dependente tanto de equipamentos (quando a produção é automatizada) quanto manual (2):

$$CI_{jn_c} = CI_{mach\ jn_c} + CI_{man\ jn_c} \quad (2)$$

onde

$CI_{mach\ jn_c}$ representa a capacidade produtiva máxima - máquinas

$CI_{man\ jn_c}$ representa a capacidade produtiva máxima - homem

Considerando-se que a capacidade produtiva máxima instalada das máquinas seja constante e a capacidade produtiva seja proporcional ao número de funcionários, tem se (3):

$$NE'_{jn_c} = \frac{(D_{jn_c} - CI_{mach\ jn_c}) \times NE_{jn_c}}{CI_{jn_c} - CI_{mach\ jn_c}} \quad (3)$$

onde

NE' corresponde ao número efetivamente contratados

NE representa o maior número de funcionários

Desse modo, CI'_{man} que representa a capacidade produtiva efetivamente empregada pode ser calculada, $CI'_{man} = D_{jn_c} - CI_{mach}$

Em empresas que trabalham com revenda, iniciam com $NE'_{jn_c} < NE_{jn_c}$ para atender a demanda prevista (sem pandemia) de D_{jn_c} . No caso dos autônomos, $n'_{autônomos} > n_{autônomos}$.

O número de empregados que efetivamente trabalham em empresas (NEC) é:

$$NEC_j = \sum_{n_c=1}^{NC_j} NE'_{jn_c} \quad (4)$$

O preço de venda de cada unidade de produto ou serviço (PV_{jn_c}) é (5):

$$PV_{jn_c} = CU_{jn_c} + LU_{jn_c} \quad (5)$$

onde
 CU representa o custo
 LU representa o lucro

O custo é composto basicamente por custo de pessoal (CU_{man}), que é o salário, e o custo de produção (CU_{prod}) e o tributo pago ao governo (CU_{gov}) variam conforme a quantidade produzida. E o lucro, com aplicações, pagas-e I_{gov} tributo ao governo.

A empresa tem a sua disposição NE'_{jn_c} funcionários que trabalham diretamente na produção, bem como os indiretos. Omitindo os indiretos, o salário pago pela empresa (SPE) é (6):

$$SPE_{jn_c} = NE'_{jn_c} \times (S_i + PS_i + SD_i + FG_i) \tag{6}$$

onde
 S_i é o salário recebido pelo funcionário i
 PS_i é o plano de saúde
 SD_i é o seguro desemprego
 FG_i é o fundo de garantia

Posto isto, para a empresa produzir $CI'_{man\ jn_c}$, o custo de pessoal é $CU_{man} = NE'_{jn_c} \times SPE_{jn_c}$, o custo de produção $CU_{prod} = CI'_{man\ jn_c} \times C_{unitário}$ e o imposto pago é $CU_{gov} = CI'_{man\ jn_c} \times \psi$. O lucro está sujeito ao volume de vendas, que deriva em $LU_{jn_c} = LU_{unitário} \times D'_{jn_c}$. O imposto pago pelas devido à aplicação em juros é $I_{gov} = LU_{jn_c} \times \psi$, sendo que ψ é a porcentagem do tributo de cada unidade.

No caso de empresas que trabalham com revenda de produtos, a equação SPE_{jn_c} também se aplica.

Quanto ao custo, ao invés de custo de produção, há o custo de adquirir o produto conforme estimado pela previsão de demanda $CU_{adprod} = D_{jn_c} \times C_{adunitário}$, que por sua vez, também paga-se imposto ao adquiri-lo $CU_{gov} = D_{jn_c} \times \psi$. E para prestação de serviço, tem-se o custo de atendimento, $CU_{atendimento} = D'_{jn_c} \times C_{unitário}$, e o imposto pago ao governo que é proporcional ao atendimento.

O total de imposto pago pelas empresas mais os autônomos é (7):

$$TI_{gov_j} = \sum_{n_c=1}^{NC_j} (CU_{gov\ n_c} + I_{gov\ n_c}) + \sum_{i=1}^{n_{autônomos\ j}} (D'_{ji} \times LU_{ji} \times \psi) \tag{7}$$

A somatória $\sum_{n_c=1}^{NC_j} (NE_{jn_c} - NE'_{jn_c})$ indica a ocupação da população. O somatório positivo indica o número não contratado de pessoas pelas empresas. Estes são os que foram dispensados dos empregos. A demissão incrementa o número de autônomos.

A empresa que pleiteava NE'_{jn_c} colaboradores para atender a demanda prevista D_{jn_c} , nesse momento, em virtude da interferência de LD e de outros intemperies, requer atualização no seu quadro de funcionários para o próximo período da pandemia (3), alterando D_{jn_c} por D'_{jn_c} , NE_{jn_c} por NE'_{jn_c} e CI_{jn_c} por D'_{jn_c} .

$$NE'_{jn_c} = \frac{(D_{jn_c} - CI_{mach\ jn_c}) \times NE_{jn_c}}{CI_{jn_c} - CI_{mach\ jn_c}}$$

De forma análoga, empresas que trabalham com revenda necessitam atualizar o número necessário de colaboradores (8):

$$NE'_{jn_c} = \frac{(NE_{jn_c} - NE_{min}) \times D'_{jn_c}}{D_{jn_c}} + NE_{min} \tag{8}$$

onde

NE_{min} representa o mínimo de funcionários necessários com $NE_{min} \neq 0$ e $NE_{jn_c} \geq NE_{min}$.

A variável NE'_{jn_c} se tornará NE_{jn_c} no próximo período.

Deve-se também atualizar o número de autônomos. Supondo que todos os que foram dispensados pelas empresas trabalhem como autônomos, então (9):

$$n_{autônomos} = n'_{autônomos} + \sum_{n_c=1}^{NC_j} (NE_{jn_c} - NE'_{jn_c}) \tag{9}$$

Então $n'_{autônomos}$ passa a ser $n_{autônomos}$ recém calculado para o próximo período da pandemia.

3.2 HOSPITAIS PARTICULARES

Seja NH_j o número de hospitais da cidade j , e em cada um dos hospitais k contém $n'_{func\ k}$ funcionários, sendo $n_{func\ k}$ o maior número de funcionários que o hospital pode absorver do mercado.

Assumindo que o próprio hospital também trabalhe com planos de saúde, há então dois tipos de funcionários a considerar (10): os de escritório (venda de planos) e os especializados (atender pacientes):

$$n'_{func\ k} = n'_{func\ k\ secretary} + n'_{func\ k\ specialist} \quad (10)$$

Preliminarmente $n'_{func\ k\ secretary} < n_{func\ k\ secretary}$ e $n'_{func\ k\ specialist} < n_{func\ k\ specialist}$, ambos $n'_{func\ k\ secretary}$ e $n'_{func\ k\ specialist}$ são previsões de funcionários sem pandemia. $D_{jk\ plano\ max}$ representa a maior demanda por planos de saúde, e $D_{jk\ doente\ max}$ representa a maior demanda por internação.

O número de empregados que possuem planos de saúde é (11):

$$TFPS_j = NEC_j + \sum_{k=1}^{NH_j} n'_{func\ k} + \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jnpi} + \omega x n'_{aut\u00f4nomos} \quad (11)$$

onde

ω representa a porcentagem dos aut\u00f4nomos que aderem ao plano

PI representa o total de institui\u00e7\u00f5es p\u00fablicas. A equa\u00e7\u00e3o $\sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jnpi}$ refere-se a somat\u00f3rio

de n\u00famero de servidores municipais.

Para o c\u00e1lculo de custo, \u00e9 necess\u00e1rio determinar a demanda. Atribuindo $\gamma\%$ como a porcentagem de infectados e $\delta\%$ como a porcentagem de infectados pelo v\u00edrus da pandemia (12):

$$\gamma_j = \frac{NIC}{n_j}$$

$$\delta_j = \frac{NIP}{n_j} \quad (12)$$

onde

NIC representa o número de infectados por vírus comum

NIP representa o número de infectados por vírus da pandemia

A demanda prevista externa de serviço de cada hospital é obtida somando-se a demanda pelos planos com a de internações (13).

$$D_{jk} = D_{jk \text{ plano}} + D_{jk \text{ doente}} \tag{13}$$

Todavia, a venda efetiva de planos de saúde ocorre somente para os novos contratados,

$\sum_{n_c=1}^{NC_j} (NE_{jn_c} - NE'_{jn_c})$ e $\sum_{k=1}^{NH_j} (n_{func k} - n'_{func k})$ forem negativos. Caso contrário, são nulos. Se

$NH_j \ll NC_j$, cada hospital tem como demanda de venda de planos (14):

$$D_{jk \text{ plano}} = \frac{\left| \sum_{n_c=1}^{NC_j} (NE_{jn_c} - NE'_{jn_c}) \right| + \left| \sum_{npi=1}^{NPI_j} (NE_{jnpi} - NE'_{jnpi}) \right|}{NH_j} \tag{14}$$

Admitindo que no funcionalismo público o número de efetivos seja muito maior que os temporários, e que não haverá alteração no quadro de efetivos, então $\sum_{npi=1}^{NPI_j} (NE_{jnpi} - NE'_{jnpi})$ torna-se nulo.

Há aqueles clientes que aderem ao plano somente durante o período da pandemia. Esses devem ser discriminados já que o preço de venda de um plano emergencial é maior que o preço de um plano comum. Assume-se que são justamente aqueles que foram dispensados de seus empregos e se tornaram autônomos, isto é, $(n_{\text{autônomos}} - n'_{\text{autônomos}})$ negativo (15):

$$D'_{jk \text{ plano}} = D_{jk \text{ plano}} + D_{jk \text{ emergencial}} \tag{15}$$

Considerando que o reajuste de demanda seja ω , então (16):

$$D'_{jk \text{ plano}} = D_{jk \text{ plano}} + \frac{\omega x | (n_{\text{autônomos}} - n'_{\text{autônomos}}) |}{NH_j} \tag{16}$$

Já a demanda externa pelo hospital por conta da doença comum é (17):

$$D_{jk \text{ doente}} = \frac{\gamma x \left(\sum_{n=1}^{NC_j} NE'_{jn_c} + \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jn_{pi}} + \omega x n'_{\text{autônomos}} \right)}{NH_j} \tag{17}$$

E se é durante a pandemia, acrescentar ao $D_{jk \text{ doente}}$ mais $D_{jk \text{ pandemia}}$ (18):

$$D'_{jk \text{ doente}} = \frac{\gamma x \left(\sum_{n=1}^{NC_j} NE'_{jn_c} + \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jn_{pi}} + \omega x n'_{\text{autônomos}} \right) + \delta x \left(\sum_{n=1}^{NC_j} NE'_{jn_c} + \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jn_{pi}} + \omega x n'_{\text{autônomos}} \right)}{NH_j} \tag{18}$$

Os custos dos hospitais particulares, entre outras, incluem o de manutenção de salas de escritório (para as secretárias) e o de manutenção de leitos de hospitais e insumos. Estabeleceu-se

Para o cálculo de custo, deve-se estabelecer a relação entre o número de funcionários e o número de salas de escritório. Para escritório (19):

$$CI'_{k \text{ room}} = \frac{CI_{k \text{ room}} x n'_{\text{func k sec retary}}}{n_{\text{func k sec retary}}} \tag{19}$$

onde

CI representa o maior número de salas de escritório

$n_{\text{func k secretary}}$ representa o maior número de secretárias

Como há proporcionalidade entre o número de clientes interessados em plano de saúde e o número de colaboradores, que influencia no número de salas de escritório:

$CU_{\text{atendimento}} = D'_{jk} x C_{\text{unitário room}}$, onde D' corresponde ao número de demanda de salas, que é $CI'_{k \text{ room}}$. Com isso, $CU_{\text{atendimento}} = CI'_{k \text{ room}} x C_{\text{unitário room}}$.

Portanto (20):

$$C'_{\text{room}} = \sum_{k=1}^{NH_j} CI'_{k \text{ room}} \tag{20}$$

Para os de atendimento aos pacientes, há relação entre o número de leitos e a demanda de pacientes. São considerados dois tipos de leitos: os comuns e os de unidade de terapia intensiva (UTI).

O número total de leitos requeridos, considerando que um leito é ocupado por um paciente, $D'_{jk} doente = CI'_{jk} leitos$, é (21):

$$CI'_{jk} leitos = CI'_{jk} comum + CI'_{jk} UTI \tag{21}$$

onde

$CI'_{jk} comum$ representa a demanda efetiva de leitos comuns

$CI'_{jk} UTI$ representa a demanda efetiva de leitos UTI

Admitindo que os pacientes de doença comum ocupem leitos comuns e os de pacientes da pandemia ocupem somente os leitos de UTI, $CI'_{jk} comum = D_{jk} comum$ e $CI'_{jk} UTI = D_{jk} pandemia$ (22):

$$\begin{aligned} CU_{atendimento\ comum} &= CI'_{jk} comum \times C_{unitário\ comum} \\ CU_{atendimento\ UTI} &= CI'_{jk} UTI \times C_{unitário\ UTI} \end{aligned} \tag{22}$$

onde $C_{unitário\ UTI} > C_{unitário\ comum} \neq 0$

O valor pago de planos de saúde corresponde ao preço de venda de planos realizado pelos hospitais. E é sobre esse valor que o governo aplica o tributo.

O valor total pago de planos de saúde pelas empresas, pelas instituições públicas e pelos autônomos é (23):

$$VTPPS_j = (TFPS_j - \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jnpi}) \times PS_i + (\sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jnpi} \times PPUS_i) + (D'_{jk\ plano} \times NH_j \times PS'_i) \tag{23}$$

onde

$D'_{jk\ plano}$ refere-se a demanda efetiva por planos de saúde

PS'_i representa o preço unitário do plano de saúde

$PPUS_i$ representa o valor de plano de saúde pago por cada servidor, mencionado no próximo subtópico.

O tributo pago ao governo por cada hospital (24):

$$CU_{k\ gov} = \frac{VTPPS_j \times \psi + D'_{jk\ plano} \times PS'_i \times \psi}{NH_j} \tag{24}$$

O lucro depende do volume de vendas, que resulta em (25):

$$LU_{jk} = LU_{unitário\ plano} \times \frac{TFPS_j}{NH_j} + LU_{unitário\ pandemia} \times D'_{jk\ plano} \tag{25}$$

onde

$$PS'_i > LU_{unitário\ plano} \text{ e } PS'_i > LU_{unitário\ pandemia}$$

LU representa o lucro unitário de cada plano, em que o cliente paga mensalmente, e outro lucro refere-se ao lucro unitário de plano de saúde adquirido por conta da contratação e de autônomos que adquiriram planos em época de pandemia, respectivamente.

O imposto pago de cada hospital em rendimentos é $I_{k\ gov} = LU_{jk} \times \psi$.

O total de imposto pago pelos hospitais é (26):

$$TI_{gov_j} = \sum_{k=1}^{NH_j} (CU_{k\ gov} + I_{k\ gov}) \tag{26}$$

Dos leitos ocupados, pode-se calcular o número de mortos. O número de pacientes mortos (NPM) no hospital varia conforme a letalidade L' da doença. Quando a pandemia é de um novo vírus, o valor inicial da letalidade é obtida no país de origem da doença, ou seja, $L'_{pandemia}=L$.

Como o número de pacientes internados pelo vírus comum é

$$\frac{\gamma \times (\sum_{n=1}^{NC_j} NE'_{jn_c} + \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jn_{pi}} + \omega \times n'_{autônomos})}{NH_j} \text{ e pelo vírus da pandemia é}$$

$$\frac{\delta \times (\sum_{n=1}^{NC_j} NE'_{jn_c} + \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jn_{pi}} + \omega \times n'_{autônomos})}{NH_j}, \text{ então (27):}$$

$$\begin{aligned}
 NPM_{jk} = & L'_{comum} \times \frac{\gamma \times \left(\sum_{n=1}^{NC_j} NE'_{jn_c} + \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jn_{pi}} + \omega \times n'_{autonomos} \right)}{NH_j} + \\
 & + L'_{pandemia} \times \frac{\delta \times \left(\sum_{n=1}^{NC_j} NE'_{jn_c} + \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jn_{pi}} + \omega \times n'_{autonomos} \right)}{NH_j}
 \end{aligned}
 \tag{27}$$

O número total de pacientes mortos na cidade é (28):

$$NTPM_j = \sum_{k=1}^{NH_j} NPM_{jk}
 \tag{28}$$

Para o próximo período da mesma pandemia, $n'_{func\ k\ sec\ retary}$ se tornará $n_{func\ k\ sec\ retary}$, $n'_{func\ k\ specialist}$ será $n_{func\ k\ specialist}$.

Tais valores serão aproveitados na atualização de funcionários do hospital, que variam conforme a demanda D'_{jk} do próximo período, com $n_{func\ k\ sec\ retary\ min}$ para garantir o mínimo de atendimento no escritório e $n_{func\ k\ specialist\ min}$ que garanta o atendimento em várias áreas (29 e 30):

$$n'_{func\ k\ sec\ retary} = \frac{(n_{func\ k\ sec\ retary} - n_{func\ k\ sec\ retary\ min}) \times D'_{jk\ plano}}{D_{jk\ plano\ max}} + n_{func\ k\ sec\ retary\ min}
 \tag{29}$$

$$n'_{func\ k\ specialist} = \frac{(n_{func\ k\ specialist} - n_{func\ k\ specialist\ min}) \times D'_{jk\ doente}}{D_{jk\ doente\ max}} + n_{func\ k\ specialist\ min}
 \tag{30}$$

E $D_{jk\ plano\ max}$ recebe o valor de $D'_{jk\ plano}$ e $D_{jk\ doente\ max}$ recebe o valor de $D'_{jk\ doente}$.

A letalidade L' também deve ser atualizada, mantendo-se constante a letalidade de vírus comum. A imunidade rebanho α' frente ao vírus da pandemia cresce conforme t . Propõe-se (31):

$$\alpha' = \alpha'(t) = \frac{\alpha_{max}}{1 + \left(\frac{\alpha_{max}}{\alpha_{min}} - 1 \right) e^{(-L \times t)}}
 \tag{31}$$

onde

α_{min} e α_{max} correspondem às porcentagens de imunização inicial e máxima do rebanho, respectivamente

$$0 < \alpha_{min} < \alpha' < \alpha_{max} = 1$$

$$t = \frac{t_{max} * NS}{P}$$

t é um fator de conversão da escala do tempo epidemiológica para passos

t_{max} corresponde ao número de passos que se espera alcançar α_{max} a partir de α_{min}

NS representa o número de semanas

P representa o período esperado da pandemia

O valor de L permanece inalterado. Com isso, $L'_{pandemia} = L \times (1 - \alpha')$, que será usado no próximo período da pandemia.

3.3 GOVERNO MUNICIPAL

O governo recebe de impostos (TIA) (32):

$$TIA_j = \sum_{n_c=1}^{NC_j} (CU_{gov\ n_c} + I_{gov\ n_c}) + \sum_{i=1}^{n_{aut\u00f4nomos\ j}} (D'_{ji} \times LU_{ji} \times \eta) + \sum_{k=1}^{NH_j} (CU_{k\ gov} + I_{k\ gov}) + \sum_{i=1}^{T_j} I_{ij} + I_{j\ aut\u00f4nomos}$$

(32)

onde:

I_{ij} corresponde ao imposto, descontando da folha de pagamento mais o que o indivíduo rendeu de juros, mais com as compras (ver 40).

$$T_j = NEC_j + \sum_{j=1}^{NH_j} n'_{func\ k} + \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jnpi}$$

que representa os assalariados

$I_{aut\u00f4nomos}$ corresponde aos impostos pagos com rendimentos de juros.

Com a arrecadação de impostos, o governo os utiliza para investir em hospitais, pagamento de salários, infra-estrutura etc.

O número de servidores públicos de NPI instituições públicas é $\sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jnpi}$, sendo que

entre as instituições públicas, estão $NHPU_j$ hospitais públicos.

Diferente de uma empresa privada, os servidores públicos não recebem fundo de garantia e seguro desemprego (33):

$$SPPU_j = \sum_{npi=1}^{NPI_j} NE'_{jnpi} \times (SPU_i + PPUS_i) \tag{33}$$

onde

SPU_i é o salário ao servidor público i

$PPUS_i$ é o plano de saúde ao servidor público i

No tocante a infra-estrutura, será analisado especificamente os leitos mantidos pela prefeitura para atender a população que não aderiram ao plano de saúde, e em especial os desempregados sem condições de pagar plano de saúde.

Conforme já mencionado n_j é (34):

$$n_{empregados} + n_{desempregados} = n_j. \tag{34}$$

Como em hospital público não há demanda por compra de planos, mas internações, somente há $D'_{jk' doente}$ (35).

$$D'_{jk' doente} = \frac{\gamma \times (1 - \omega) \times n'_{autônomos} + \delta \times (1 - \omega) \times n'_{autônomos}}{NHPU_j} + \frac{\gamma \times n_{desempregados} + \delta \times n_{desempregados}}{NHPU_j} \tag{35}$$

Estes devem ser internados no hospital público k' , com $CI'_{jk' leitos}$ disponíveis. O número total de leitos requeridos, $D'_{jk' doente} = CI'_{jk' leitos}$, é (36):

$$CI'_{jk' leitos} = CI'_{jk' comum} + CI'_{jk' UTI} \tag{36}$$

onde

$CI'_{jk' comum}$ representa a demanda pelos comuns

$CI'_{jk' UTI}$ representa a demanda pelos UTI

Portanto, os números de leitos comuns $CI'_{jk' comum}$ e $CI'_{jk' UTI}$ são (ver 37):

$$CI'_{jk'comun} = \gamma \times \frac{(1-\omega) \times n'_{aut\u00f4nomos} + n_{desempregados}}{NHPU_j}$$

$$CI'_{jk'UTI} = \delta \times \frac{(1-\omega) \times n'_{aut\u00f4nomos} + n_{desempregados}}{NHPU_j}$$
(37)

Dos leitos ocupados, pode-se calcular o n\u00famero de mortos, ver (38).

$$NPM_{jk'} = L'_{comun} \times \gamma \times \frac{(1-\omega) \times n'_{aut\u00f4nomos} + n_{desempregados}}{NHPU_j} +$$

$$+ L'_{pandemia} \times \delta \times \frac{(1-\omega) \times n'_{aut\u00f4nomos} + n_{desempregados}}{NHPU_j}$$
(38)

3.4 INDIV\u00cdDUOS

Cada indiv\u00edduo i recebe um valor monet\u00e1rio, denominado de sal\u00e1rio SPE_{ij} ou $SPPU_{ij}$. Ao receber esse valor, a parte de $\psi\%$ \u00e9 retida na fonte $SPE'_{ij} = \psi \times SPE_{ij}$. Da diferen\u00e7a do sal\u00e1rio $SPE_{ij} - SPE'_{ij}$, pode-se utilizar uma por\u00e7\u00e3o para a aquisi\u00e7\u00e3o de bens e servi\u00e7os. Suponha que gaste $\tau\%$, $K_{ij} = \tau \times (SPE_{ij} - \psi \times SPE_{ij})$. Assim resta-lhe $SPE_{ij} - SPE'_{ij} - K_{ij}$.

Para o governo, o imposto pago por cada indiv\u00edduo \u00e9 $I_{ij compra} = \psi \times K_{ij}$. E o tributo em rendimentos (39):

$$I_{ij rendimento} = \psi \times (SPE_{ij} - SPE'_{ij} - K_{ij}).$$
(39)

O imposto \u00e9 (40):

$$I_{ij} = SPE'_{ij} + I_{ij compra} + I_{ij rendimento}$$
(40)

Para o aut\u00f4nomo, ao inv\u00e9s de receber sal\u00e1rio, este recebe pela venda de servi\u00e7o. Como a tributa\u00e7\u00e3o j\u00e1 ocorreu na venda, restam-lhes (41):

$$A_{ij} = (D'_{ji} \times LU_{ji}) - (D'_{ji} \times LU_{ji} \times \psi)$$
(41)

Uma porcentagem $\theta\%$ de A_{ij} é utilizada para a compra, onde o governo realiza cobrança de imposto, $\psi \times \theta_{ij} \times A_{ij}$. E o restante, $A_{ij} - \theta_{ij} \times A_{ij}$, com rendimento de juros, $\psi \times (A_{ij} - \theta_{ij} \times A_{ij})$.

Portanto, dos autônomos da cidade j , o governo municipal recebe de tributo em virtude das compras de bens e serviços mais o rendimento de juros (42):

$$I_{j \text{ autônomos}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{autônomos } j}} \psi \times \theta_{ij} \times A_{ij} + \psi \times (A_{ij} - \theta_{ij} \times A_{ij}) \tag{42}$$

Quando a pandemia é declarada, as pessoas sentem-se receosas de serem infectadas. Por consequência, o valor (K_{ij} ou $\theta_{ij} \times A_{ij}$) que o indivíduo estaria disposto a pagar é (43):

$$K^*_{ij} = K_{ij} - \frac{K_{ij \text{ min}} \times L'_{\text{pandemia}}}{L_{\text{max}}} \tag{43}$$

Onde

$K_{ij \text{ min}}$ corresponde ao valor do salário para a compra de itens básicos, com $K_{ij \text{ min}} > 0$

L_{max} corresponde a maior letalidade de vírus que se conhece

Essa decisão individual culmina impactando na decisão das empresas de produzirem mais bens e serviços, que é representada por Φ e que vale (44):

$$\Phi_{ij} = \frac{K^*_{ij}}{K_{ij}} \tag{44}$$

Se $K^*_{ij} > K_{ij}$, indica a necessidade de produzir mais, vice-versa.

Essa variável Φ é constantemente atualizada baseada em L'_{pandemia} , completando assim o ciclo econômico que retroalimenta o próximo período de pandemia. τ vale Φ nos próximos períodos.

4 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE ENTRADA

Os modelos matemáticos propostos são executados em Pentium Dual Core e RAM 3.2Gb. Os dados de entrada foram definidos com base na literatura, enquanto outros, adotados para serem apropriados a capacidade computacional.

Usando como referência a cidade de Bacarena-Pará/Brasil, de acordo com os dados levantados por Pacheco *et al.* (2011) a cidade tinha 105000 habitantes, o número de indústrias manufatureiras, de comércio (revenda), etc, podem ser vistos no Anexo 01.

Para Ritchie *et al.* (2020), a letalidade do COVID-19 ($L_{pandemia}$) se iniciou em 20%, sendo este valor utilizado como dado de entrada. Enquanto o vírus *Influenza* (L_{comun}), conforme The mining journal (2020), é 0.1%. Para Kilbourne (2005), o vírus mais letal é da gripe espanhola, que de acordo com Da Silva (2020), é 2 a 3%. Mas para Ochmann & Roser (2018), há uma variante de varíola que a letalidade pode alcançar 30%, sendo este o ($L_{máx}$).

Para a população alcançar a imunidade rebanho de 99% ($\alpha_{máx}$) partindo de α_{min} (definido em 1%), definiu-se que serão necessários 90 passos.

Definiu-se como $\gamma = \delta = 0,0016$ internações por semana, $\psi=0.05$, $\omega=0.2$, $\tau=0.4$ e $K_{min}=150\sim 200$ UMC (Unidades de Moeda Corrente).

5 COLETA DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A primeira simulação é quando não há pandemia. Os resultados serão usadas como parâmetro para comparar com os de quando a pandemia é decretada.

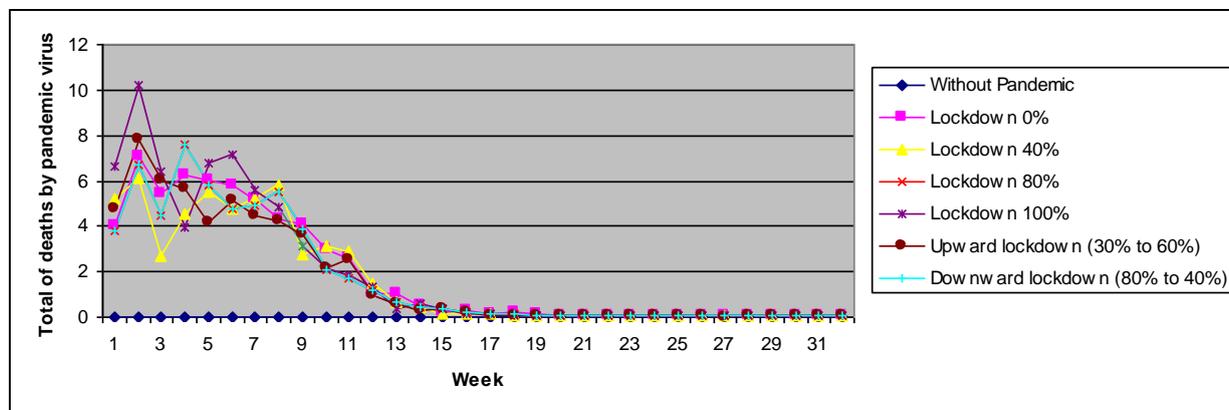
O período estimado desde o início da pandemia (quando há primeiros casos), até quando a população retorna às atividades cotidianas é de $P=32$ semanas. Serão considerados 6 níveis de LD , a saber: 0%, 40%, 80%, 100%, crescente (30% para 60%), e decrescente (80% para 40%). Para os dois últimos, essa alteração nesse estudo ocorre justamente na 16ª semana.

A Figura 05 mostra o total de mortos causado por vírus da pandemia por semana. Quando não há pandemia, evidentemente não há mortos por conta desse vírus. Quando o LD é implementado, ocorre flutuação típica, mas a redução drástica só ocorre definitivamente com o passar do tempo. A letalidade é pífia, se assemelhando ao de vírus comum, em cerca de 16 semanas.

A alteração de níveis de LD durante a pandemia não surtiu efeito esperado na redução do número de mortos. Observa-se, no entanto, que aplicar 100%, nas primeiras semanas, pode tanto incrementar quanto reduzir o número de mortos. Uma possível explicação para tal é que, por ser

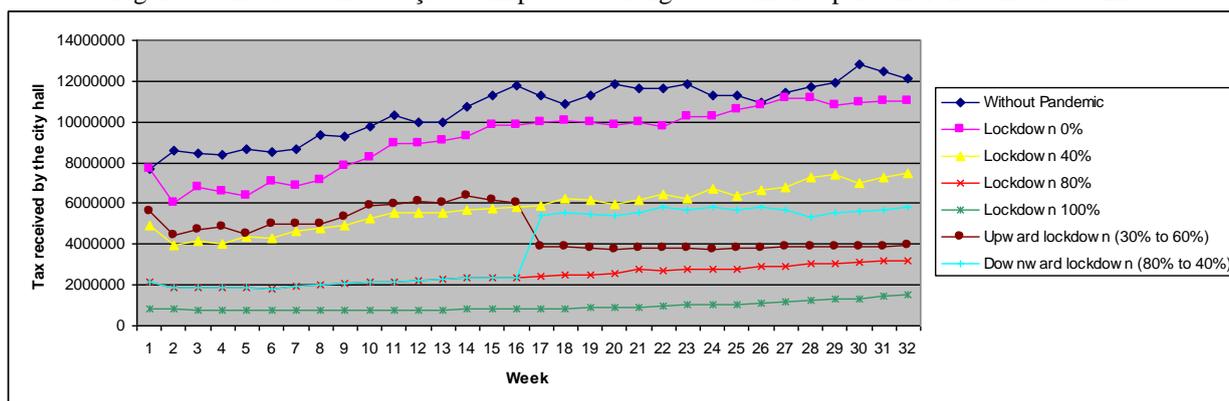
doença respiratória, as pessoas estão igualmente sujeitas ao contágio. Assim, mesmo as empresas dispensando funcionários para permanecerem nas residências, pode ocorrer o contágio e mortes.

Figura 05: Ilustra a evolução do número de mortos por conta do vírus da pandemia para diferentes níveis de LD.



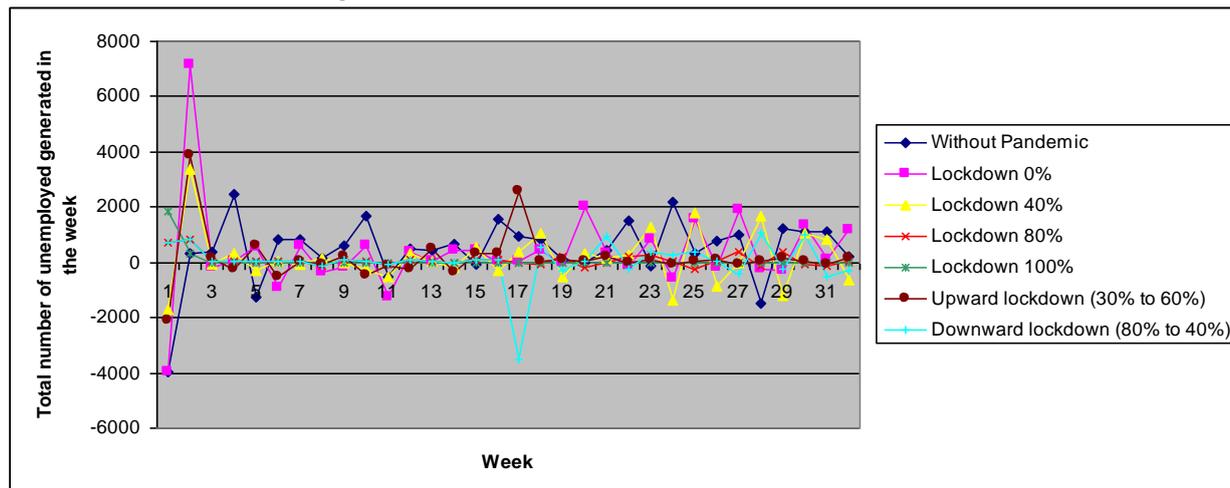
A Figura 06 mostra a arrecadação de impostos pela prefeitura municipal. Os resultados mostram uma drástica redução para o LD de 100%, pelo fato de que se as empresas deixam de produzir e de vender, as pessoas usufruem de menos renda para consumir e, por consequência, afeta na arrecadação de impostos. Quando aumenta com o tempo (variável de 30% para 60%), em contradição com a redução da letalidade do vírus, o imposto arrecadado tende a se reduzir, ou vice-versa. Surpreende-se observar que sem LD demonstrou ser vantajoso, pois além de arrecadar mais impostos, o número de mortos é semelhante ao dos demais níveis de LD.

Figura 06: Ilustra a arrecadação de impostos ao longo das semanas para diferentes níveis de LD.



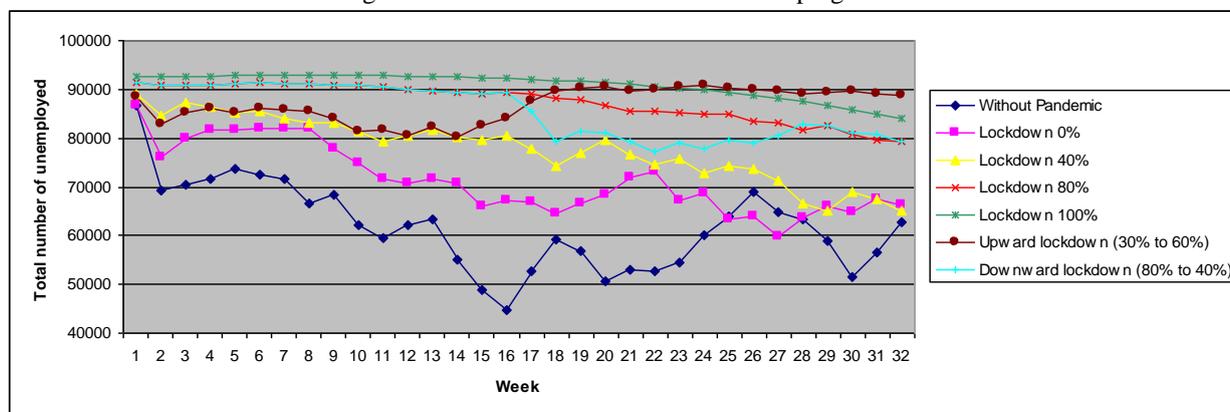
A Figura 07 mostra o número de desempregados, gerados em cada semana. Observa-se que nas primeiras semanas, há um aumento abrupto, mas estável nas semanas posteriores.

Figura 07: Ilustra o número de demissões em cada semana.



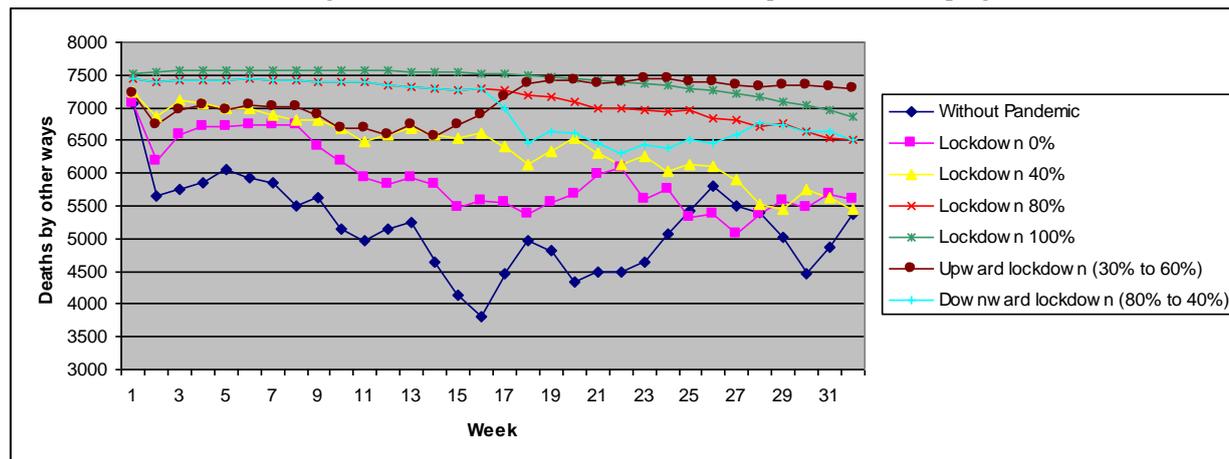
Embora a situação parecer confortável para funcionários que vêem seus empregos preservados, é importante mostrar também o todo. A simulação seguinte (Figura 08) tem a relação do número total de desempregados. Nota-se que o *LD* não é capaz de preservar empregos, pois sem vender ou produzir, as empresas evitam contratações. Implementando 0% de *LD*, pelo menos, o número de desempregados gerados é menor.

Figura 08: Ilustra o número total de desempregados na cidade.



Para Gerdtham & Johannesson (2003), a taxa de mortes por conta de problemas associados ao desemprego pode chegar a 7,83%. Há também mortes por outros fatores. Utilizando essa porcentagem, deseja-se verificar se de fato o *LD* pode reduzir o número total de mortes, ver Figura 09. Verifica-se que, além de não preservar vidas e gerar desempregos na cidade, resulta em incremento de mortes por outros fatores.

Figura 09: Ilustra o número de mortos dos que não estão empregadas.



6 CONCLUSÕES

O modelo construído mostrou ser adequado para simular sortidas variáveis compreendidas no ciclo econômico contribuindo com a lacuna da literatura. Inclusive, mostrou ter potencial para antever as repercussões sociais e econômicas caso uma nova pandemia venha a emergir, instruindo gestores públicos a definir a melhor estratégia para a tomada de decisão.

Os resultados mostram que quando não há pandemia, o mercado está em equilíbrio. As empresas contratam, na medida na necessidade, e demitem caso há excesso de capacidade. Há também um equilíbrio no número de mortes. Quando há pandemia, esse equilíbrio é rompido, gerando alterações importantes no número de empregos, e de mortes e na arrecadação de impostos.

A implementação de *LD* mostrou ser ineficaz, pois embora o objetivo seja preservar vidas por conta do vírus da pandemia, propicia mais mortes por outros motivos. De uma forma geral, o $LD = 0\%$ foi o que apresentou o melhor resultado.

Os resultados mostram também que alterar o *LD* durante a pandemia pode ser benéfico em comparação com os demais fixos, mas ainda o desempenho de 0% prevalece. No entanto, vale salientar que os resultados são preliminares e necessitam de mais estudos.

De fato, quando há pandemia, toda cadeia produtiva é afetada. Isso pode ser visto, por exemplo que, quando há demissão nas empresas, há migração de profissionais para trabalhos autônomos, ver Figura A.03a.

Mesmo o consumidor tendo disposição para consumir em cerca de 17ª semana, o mercado ainda não é capaz de atender, porque não há pessoal para produzir/atender. No término da pandemia, vários setores mostram-se ligeira melhora a depender do nível de *LD* adotado antes (ver Figura A05). Demais resultados podem ser vistos no Anexo 02.

REFERÊNCIA

- Adams-Prassl, A., Boneva, T., Golin, M., & Rauh, C. Inequality in the impact of the coronavirus shock: evidence from real time surveys <https://www.inet.econ.cam.ac.uk/working-paper-pdfs/wp2018.pdf> (2020).
- Alvarez, F. E., Argente, D., & Lippi, F. A simple planning problem for covid-19 lockdown <https://doi.org/10.3386/w26981> (2020).
- Andersen, M., Maclean, J. C., Pesko, M. F., & Simon, K. I. Effect of a federal paid sick leave mandate on working and staying at home: evidence from cellular device data <https://doi.org/10.3386/w27138> (2020).
- Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., & Terry, S. J. (2020). COVID-Induced Economic Uncertainty. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w26983>
- Baldwin, R. Keeping the lights on: economic medicine for a medical shock <https://voxeu.org/article/how-should-we-think-about-containing-covid-19-economic-crisis> (2020).
- Briscese, G., Lacetera, N., Macis, M., & Tonin, M. Compliance with covid-19 social distancing measures in Italy: the role of expectations and duration <https://www.iza.org/publications/dp/13092/compliance-with-covid-19-socialdistancing-measures-in-italy-the-role-of-expectations-and-duration> (2020).
- Brodeur, A., Gray, D. M., Islam, A. & Bhuiyan, S. A Literature Review of the Economics of Covid-19 <https://ssrn.com/abstract=3636640> (2020).
- Brown, M. K.; McDonald, S.; Edmunds, W. J.; Beutels, P.; Smith, R. D. The macroeconomic costs of a global influenza pandemic <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/3828.pdf> (2008).
- Caixa (2020) - <http://www.caixa.gov.br/beneficios-trabalhador/fgts/Paginas/default.aspx>, acesso em 02/09/2020.
- Corong, E. L.; Hertel, T. W.; McDougall, R. A.; Tsigas, M. E. & Van Der Mensbrugge, D. The standard GTAP model, version 7. *Journal of Global Economic Analysis*. **2**, 1, 1-119 (2017).
- Da Silva, A. A. M. Sobre a possibilidade de interrupção da epidemia pelo coronavírus (covid-19) com base nas melhores evidências científicas disponíveis. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. **23**, 1~3 (2020).
- Dixon, P.B., Parmenter, B.R., Powell, A.A & Wilcoxon, P.J. Notes and problems in applied general equilibrium economics 1-408 (Noth Holland, 1992).
- Eichenbaum, M. S., Rebelo, S., & Trabandt, M. The macroeconomics of epidemics <https://doi.org/10.3386/w26882> (2020).
- Pacheco, J. J.; Palheta, M. V. O.; Júnior, R. N. F. C.; Costa, S. V. & Tostes, W. S. (2011) - Estatística Municipal: Barcarena.

<http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/barcarena.pdf>, acesso em 02/09/2020.

Garrett, T. A. Economic effects of the 1918 influenza pandemic: implications for a modern-day pandemic https://www.stlouisfed.org/~media/files/pdfs/community-development/research-reports/pandemic_flu_report.pdf (2007).

Gerdtham, U. G. & Johannesson, M. A note on the effect of unemployment on mortality. *Journal of Health Economics* **22** 505-518 (2003).

Gil, J. P. (2016) - SUS repassa menos que a metade do valor de um leito aos hospitais filantrópicos, <https://digital.hospitalar.com/pt-br/mercado-neg%C3%B3cios/sus-repassa-menos-que-metade-do-valor-de-um-leito-aos-hospitais-filantr%C3%B3picos>, acesso 23/08/2020

Hertel, T.W. & Tsigas, M.E. Global trade analysis: modeling and applications - structure of GTAP 1-403 (Cambridge University Press, 1997).

Jonung, L. & Roeger, W. The macroeconomic effects of a pandemic in Europe: a model-based assessment. *European Economy* **251** (2006).

Juranek, S., & Zoutman, F. The effect of social distancing measures on the demand for intensive care: evidence on covid-19 in Scandinavia <https://papers.ssrn.com/abstract=3594014> (2020).

Kilbourne, E.D. Influenza pandemics of the 20th century. *Emerging Infectious Diseases* **12** 1 9-14 (2006).

Lenzen, M. *et al.* Global socio-economic losses and environmental gains from the coronavirus pandemic. *Plos One* **15** 7 1-13 (2020).

Lewgoy, J. (2020) - Seguro-desemprego: como calcular quanto você vai receber em caso de demissão. <https://valorinveste.globo.com/mercados/brasil-e-politica/noticia/2020/04/03/seguro-desemprego-como-calculiar-quanto-voce-vai-receber-em-caso-de-demissao.ghtml>, acesso em 02/09/2020.

Munster, V. J., Koopmans, M., van Doremalen, N., van Riel, D., & de Wit, E. A novel coronavirus emerging in China – key questions for impact assessment. *New England Journal of Medicine* **382** 8 692-694 (2020).

Ochmann, S. & Roser, M. Smallpox <https://ourworldindata.org/smallpox> (2018).

Pitta, I. (2020) - Maioria dos brasileiros vive em áreas abaixo da meta da OMS de UTIs públicas, <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/2020/04/13/maioria-dos-brasileiros-vive-em-areas-abaixo-da-meta-da-oms-de-utis-publicas>, acesso em 23/08/2020

Ritchie, H. *et al.* Mortality Risk of COVID-19 <https://ourworldindata.org/mortality-risk-covid> (2020).

Santos, L. B. (2011) - A indústria de cimento no Brasil: origens, consolidação e internacionalização, Sociedade & natureza, vol. 23, n. 11.

Souza, P. C. & Scatena, J. H. (2014) - APURAÇÃO DO CUSTO DA DIÁRIA DE INTERNAÇÃO HOSPITALAR: UM ESTUDO DE CASO. *Rahis*, vol. 11, n. 2, pp. 123-135.

The mining journal *Influenza vs covid-19: numbers show stark difference in lethality* <https://www.miningjournal.net/opinion/editorial/2020/05/influenza-vs-covid-19-numbers-show-stark-difference-in-lethality/> (2020).

Unimed – (2020) - <http://www.unimed.coop.br/portal/conteudo/materias//1470656474815Tabela%20Planos%20Individuais.pdf>, acesso 23/08/2020

Verikios, G.; Sullivan, M.; Stojanovski, P.; Giesecke, J. & Woo, G. The global economic effects of pandemic influenza, 14th Annual Conference on Global Economic Analysis (2011).

Yoldascan, E.; Kurtaran, B.; Koyuncu, M. & Koyuncu, E. Modeling the economic impact of pandemic influenza: a case study in Turkey. *Journal of Medical Systems* **34** 139-145 (2010).

Zuliani, L. L.; Jericó, M. C.; de Castro, L. C. & Soler, Z. A. S. G. (2012) - Consumo e custo de recursos materiais em unidades pediátricas de terapia intensiva e semi-intensiva, *Revista Brasileira de Enfermagem*, vol. 65, n. 6, pp. 969-976.

Anexo 1 – Dados de entrada ao modelo

	Empresa de manufatura	Empresas revendedoras	Autônomos	Hospitais particulares	Hospitais públicos	Instituições públicas
Número de empresas	60 (Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	271 (Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	N	2	4(Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	3 (Pacheco <i>et al.</i> , 2011)
Capacidade produtiva (unidades)	15000~20000 (Santos, 2011)	N	N	N	N	N
Capacidade instalada de máquinas (unidades)	3000~4000	N	N	N	N	N
Capacidade instalada de facilidades prestadoras de serviço	N	N	N	Salas para secretárias: 3~5 Leitos comuns: 15~20, adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011) Leitos UTI: 15~20 (adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	Leitos comuns: 15~20 (recomendação de Pitta, 2020) Leitos UTI: 15~20 (recomendação de Pitta (2020)	N
Número máximo de funcionários	40~50 (adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	10~15 (adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	6505 (Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	secretárias: 40 especialistas: 50	N	560 (Pacheco <i>et al.</i> , 2011)
Número mínimo de funcionários	N	4~6(adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	6505(Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	secretárias: 1~3 especialistas: 5~10 (Zuliani <i>et al.</i> , 2012)	N	560 (Pacheco <i>et al.</i> , 2011)
Demanda básica (unidades)	15000~20000	20~40	N	N	N	N
Demanda típica (unidades)	20000~40000	1000~2000	100~150	N	N	N
Demanda máxima	N	N	N	planos de saúde: 50 internação: 88,35 (Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	N	N
Custo unitário de	2~4	N	N	N	N	N

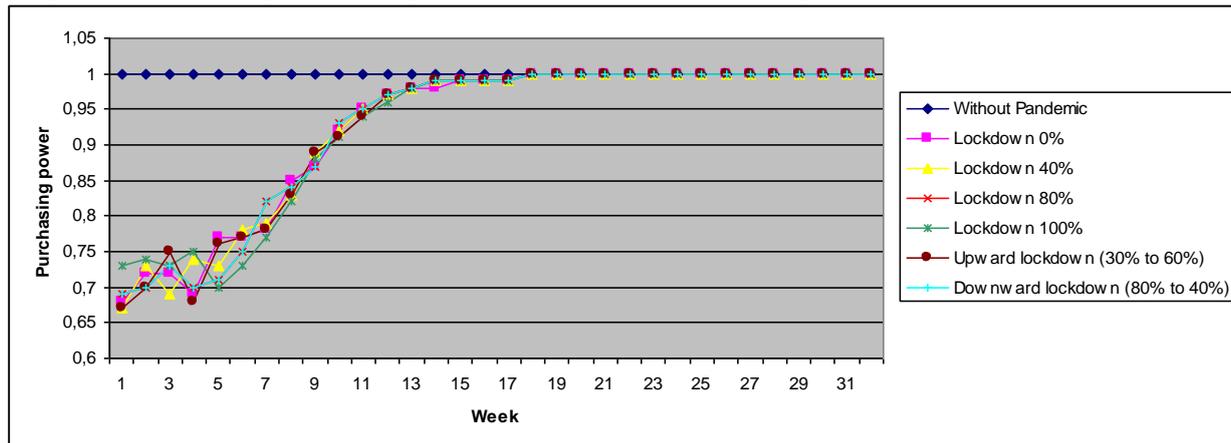
produção (UMC)						
Custo unitário de aquisição (UMC)	N	1~6	N	18425 (Souza & Scatena (2014)	N	N
Custo unitário de serviço (UMC)	N	N	100~150	sala: 1000~2000 leito comum: 200~300 leito UTI: 500~600 (Gil, 2016)	N	N
Lucro unitário (UMC)	1~7	2~4	50~100	planos de saúde: 100~200 plano de saúde pandemia: 300~600	N	N
Salário (UMC)	600 (adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	600(adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	N	600(adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	1200~4200 (adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011)	1200~4200(adaptado de Pacheco <i>et al.</i> , 2011)
Plano de saúde (UMC)	150~300 (Unimed,2020)	150~300(Unimed,2020)	N	150~300(Unimed,2020)	300~600(Unimed,2020)	300~600(Unimed,2020)
Seguro de desemprego (UMC)	100~200 (adaptado de Lewgoy,2020)	100~200(adaptado de Lewgoy,2020)	N	100~200(adaptado de Lewgoy,2020)	N	N
Fundo de garantia (UMC)	48 (Caixa, 2020)	48(Caixa, 2020)	N	48 (Caixa, 2020)	N	N

Tabel A.01 - Dados de entrada, onde N=Não considerado ou não se aplica..

ANEXO 02: RESULTADOS ADICIONAIS FORNECIDOS PELO MODELO DE SIMULAÇÃO

A Figura A.01 mostra o poder de compra do consumidor daqueles que têm emprego. Sem a pandemia, o consumidor tem renda para comprar bens e serviços para atendimento de suas necessidades, com maior disponibilidade para gastar. Quando a pandemia está em vigor, o consumidor fica receoso de consumir bens e serviços superfluos, e uma vez consumindo menos, as empresas evitam produzir, deixam de vender e evitam contratar. O poder de compra tão somente se recupera na 17ª semana.

Figura A.01: Ilustra o poder de compra do consumidor antes e durante a pandemia, com diferentes níveis de LD.



Conseqüentemente, com a necessidade de produzir menos, menos custo para produzir, menos contratação, refletindo na redução de custo como um todo, ver Figuras A.02 (a até f). Observa-se que, mesmo o consumidor tendo poder de compra na 17ª semana, a maioria continua desempregada, e como a demanda continua reduzida, tanto o número de funcionários das empresas quanto o lucro e o custo continuam praticamente inalterados e reduzidos. Por isso, esse poder de compra deve alcançar à maioria da população para refletir na melhora da economia e não somente uma parcela da população.

Figura A.02 a – Ilustra o número total de empregados que trabalham nas indústrias.

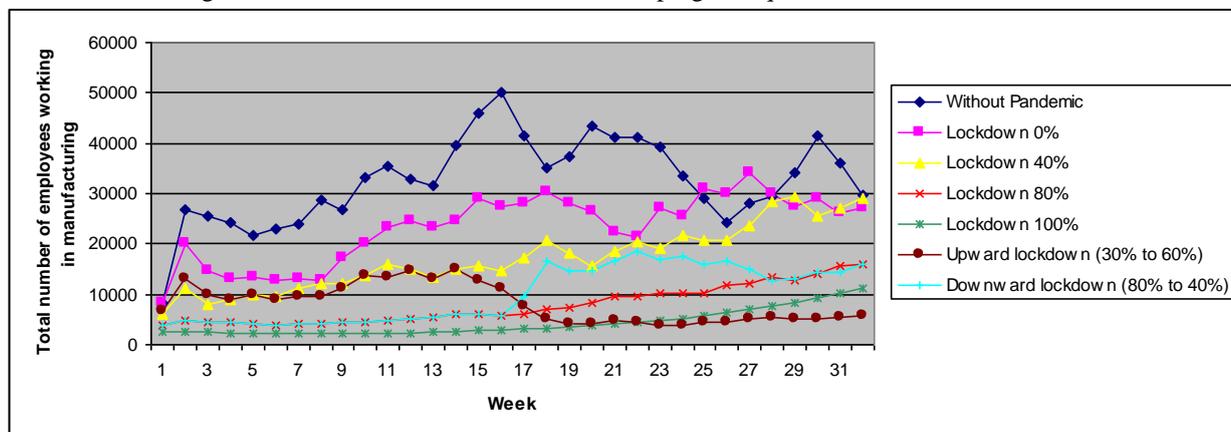


Figura A.02 b - Ilustra o custo total número das indústrias.

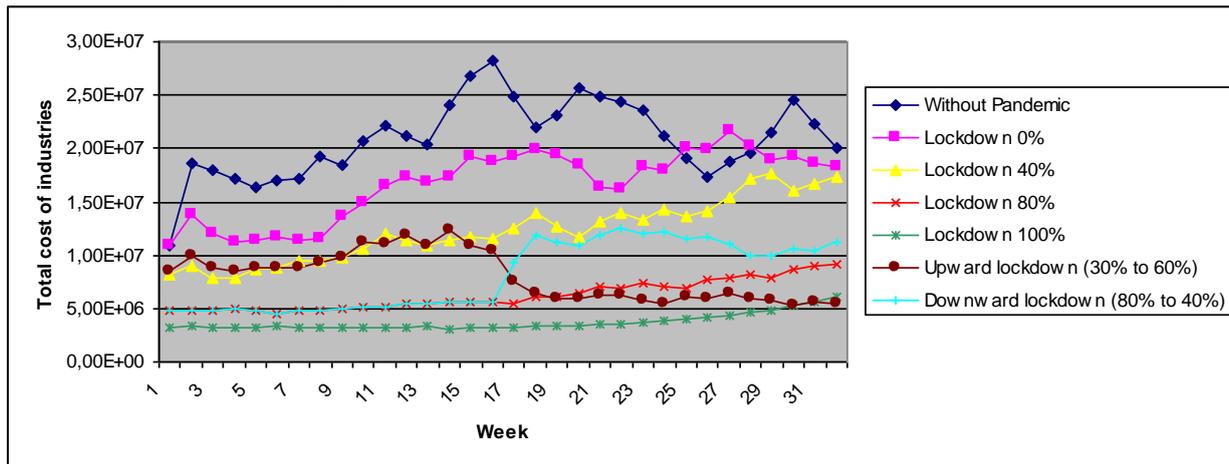


Figura A.02 c - Ilustra o lucro total das indústrias

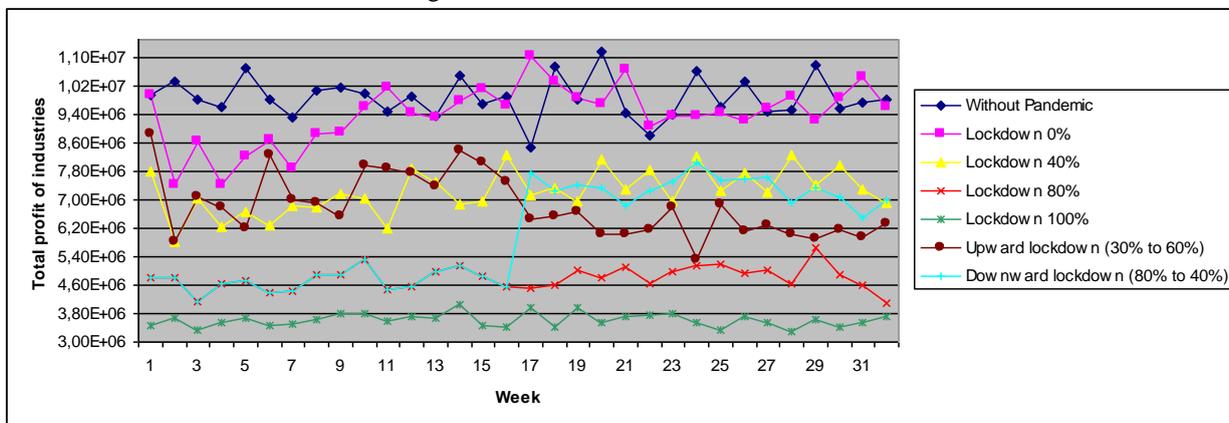


Figura A. 02d - Ilustra o total de funcionários que trabalham nas revendedoras.

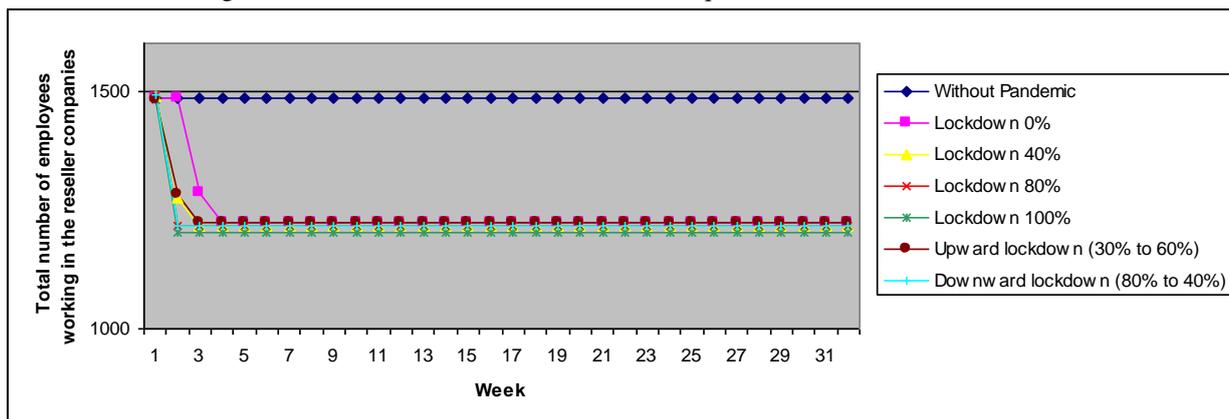


Figure A.02e – Ilustra o custo total das revendedoras.

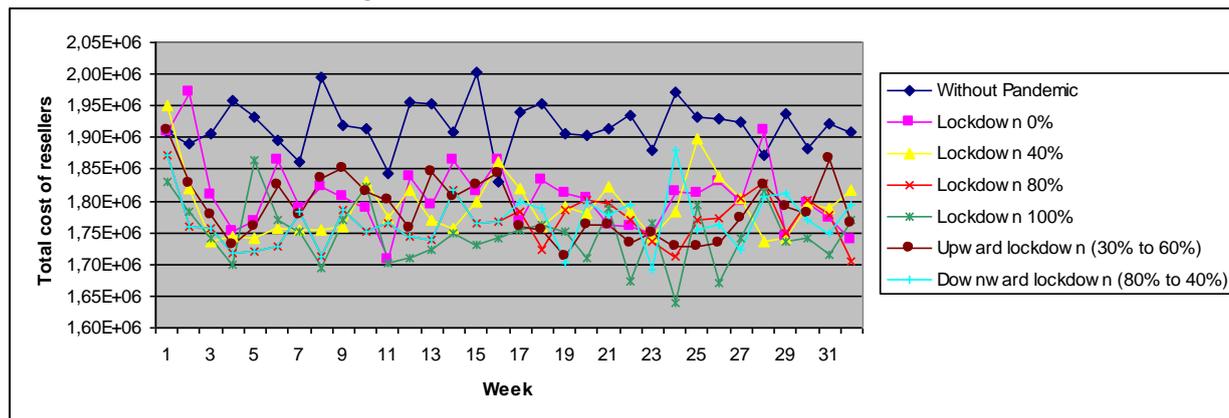
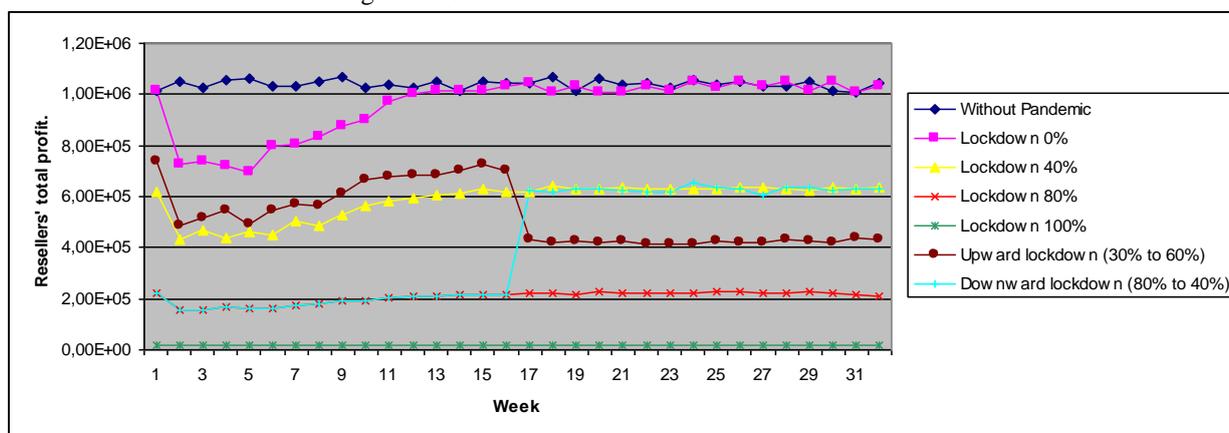


Figure A. 02f – Ilustra o lucro total das revendedoras.



Como era de se esperar, uma vez que há pandemia, gerando muitos desempregos formais, esses migram para prestação de serviços nas primeiras semanas. Foi adotado neste estudo que 20% dos desempregados passam a ser autônomos (trabalham por conta própria) e o resultado, nas Figuras A.03 (a, b c). Atenta-se que, com pandemia e sem *LD*, há geração de desempregos nas empresas mas há aumento no número de autônomos. A economia melhora, pois há custo de prestação de serviço, bem como lucro. No entanto, caso o gestor opte por outros níveis de *LD*, só reforça os efeitos negativos.

Figura A.03 a – Ilustra o número total de autônomos.

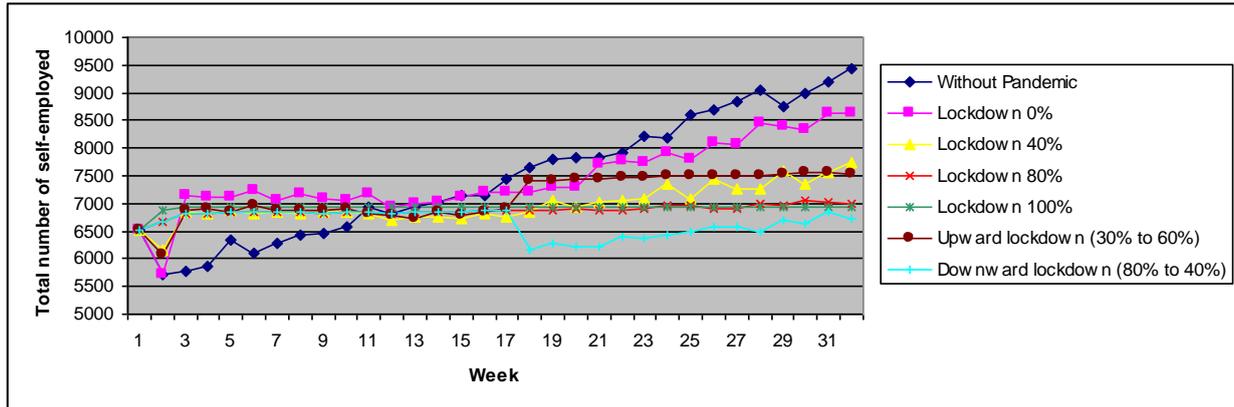


Figura A.03 b – Ilustra o custo total dos autônomos.

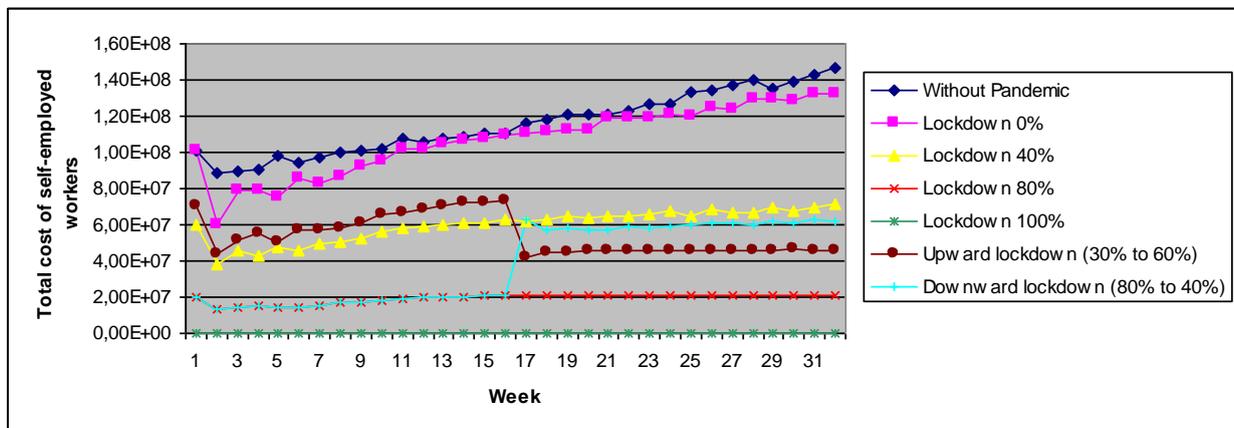
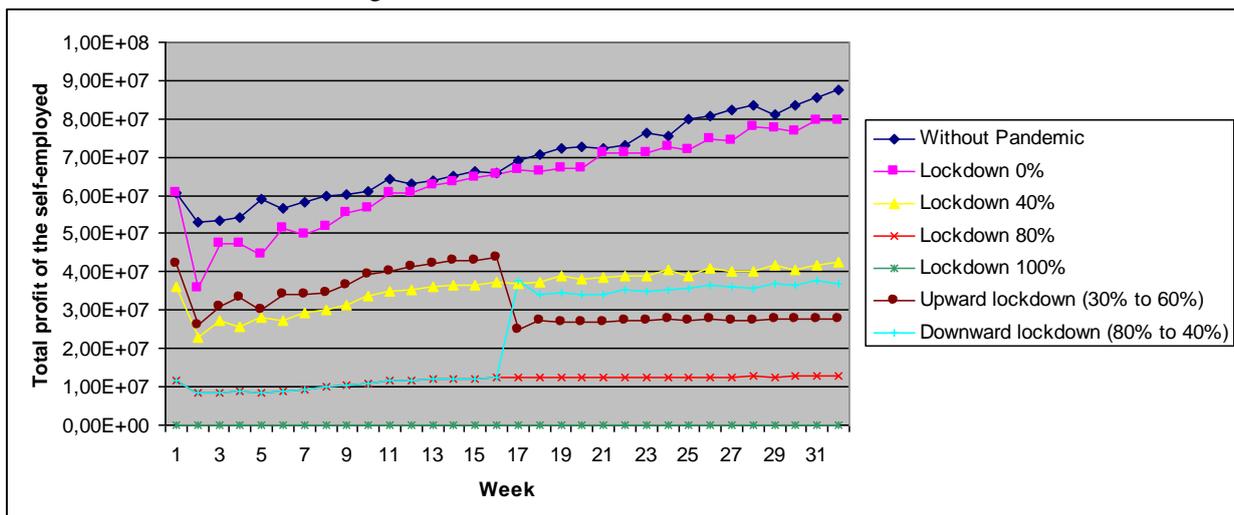


Figura A.03 c – Ilustra o lucro total dos autônomos.



As simulações seguintes mostram o desempenho dos hospitais particulares. Como já era de se esperar, com o passar do tempo, quando a letalidade do vírus da pandemia tende a reduzir

por conta da imunidade rebanho, menos funcionários serão necessários no hospital, ver Figura A.04 (a, b e c). Observe que durante a pandemia, o custo dos hospitais é bastante reduzido. Muito embora a pandemia requisite mais atenção do hospital, há duas justificativas para o custo ser baixo: A primeira é que um dos componentes do custo é o de instalações físicas, que tem relação com as vendas de planos de saúde. Como houve menos contratações de funcionários em empresas, menos instalações físicas para atendimento, portanto menos custo. Isso também justifica a queda no lucro. E a segunda explicação é a queda de adeptos ao plano de saúde por causa das demissões resulta em menos atendimentos em leitos, e consequentemente baixo custo e lucro. Isso é confirmado em porcentagem de utilização de leitos particulares.

Há uma particularidade para *LD 100%*. Embora o número de funcionários manteve-se elevado por conta no aumento no número de autônomos, e consequentemente na venda de planos de saúde para esse nicho, o custo de venda de planos não se sobressai em relação aos demais custos.

Já os hospitais públicos, ocorre o inverso por conta do desemprego, com sobrecarga dos leitos, ver Figuras A.04 (f e g)

Figura A.04 a – Ilustra o número total de funcionários nos hospitais particulares.

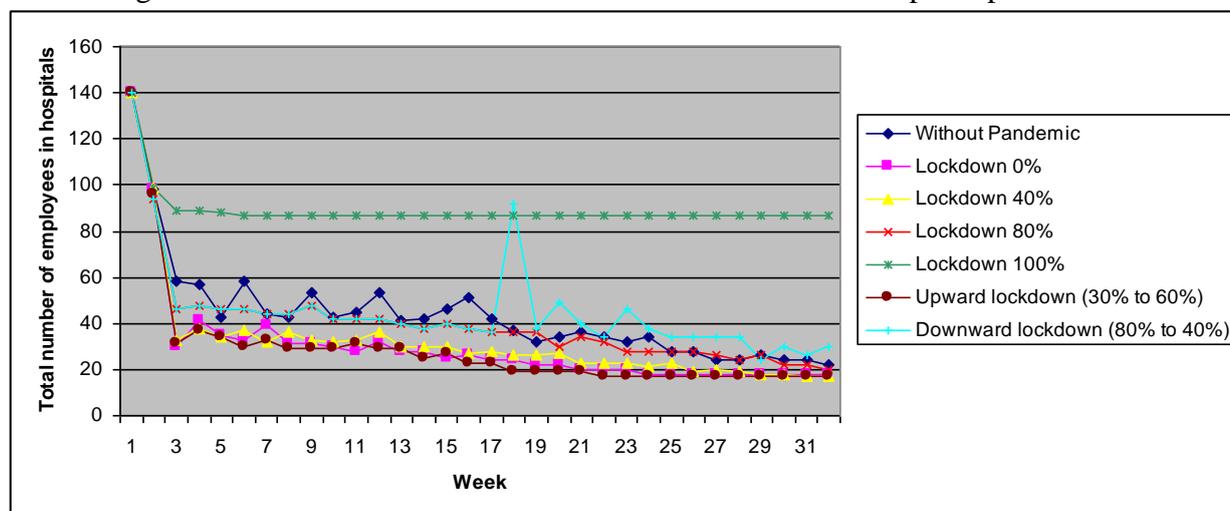


Figura A.04 b – Ilustra o custo total dos hospitais particulares.

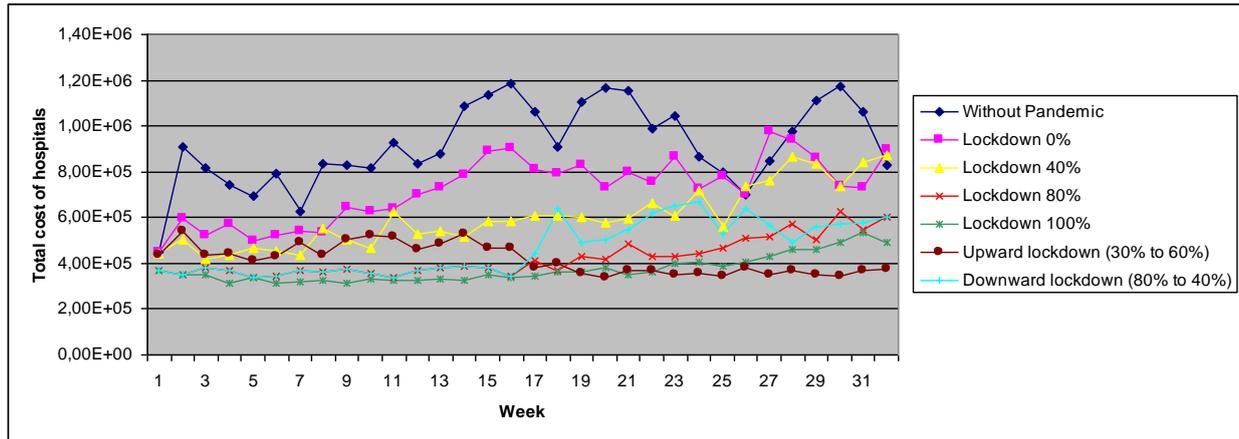


Figura A.04 c- Ilustra o lucro total dos hospitais particulares.

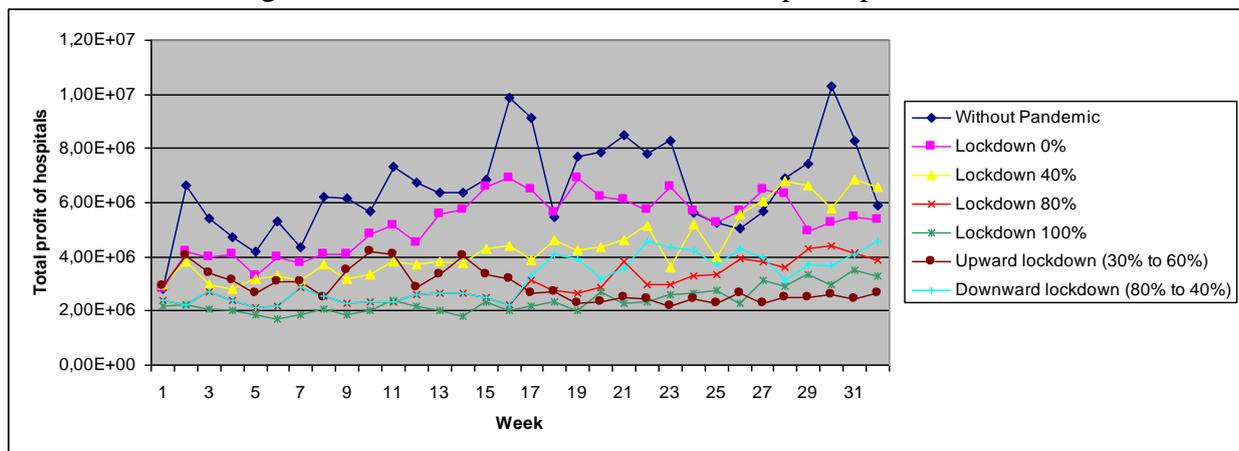


Figura A.04 d - Ilustra a taxa de ocupação de leitos comuns de hospitais particulares.

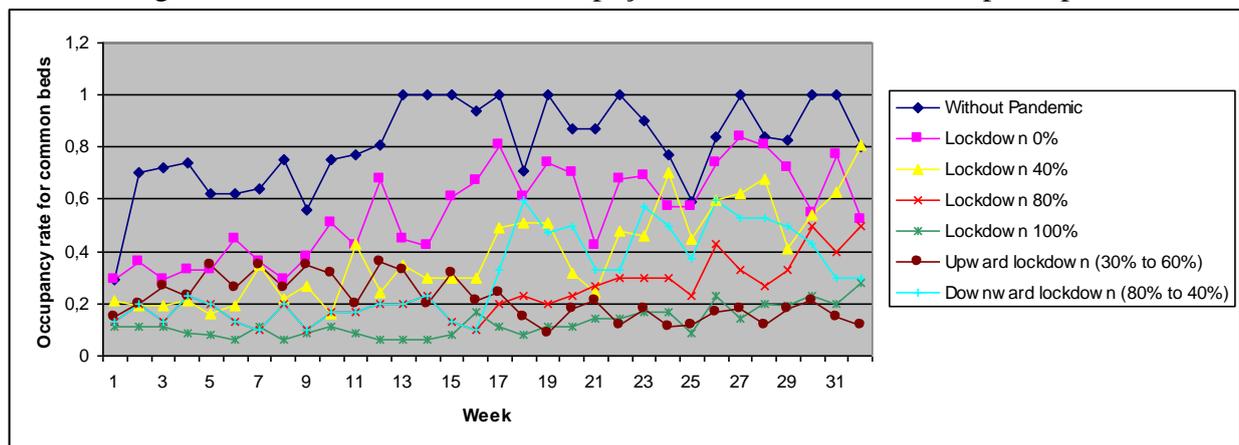


Figura A.04 e - Ilustra a taxa de ocupação de leitos UTI dos hospitais particulares.

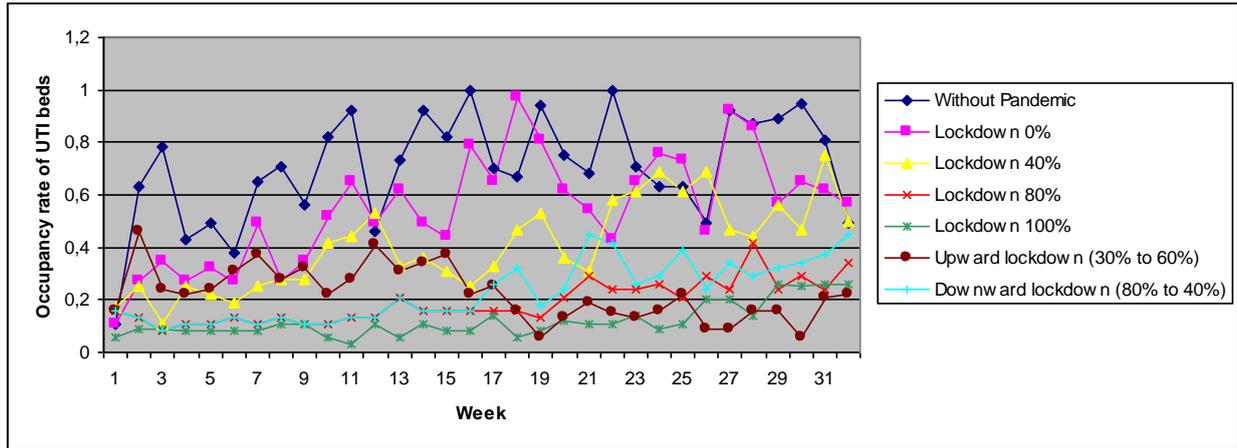


Figura A.04f - Ilustra a taxa de ocupação de leitos comuns de hospitais públicos.

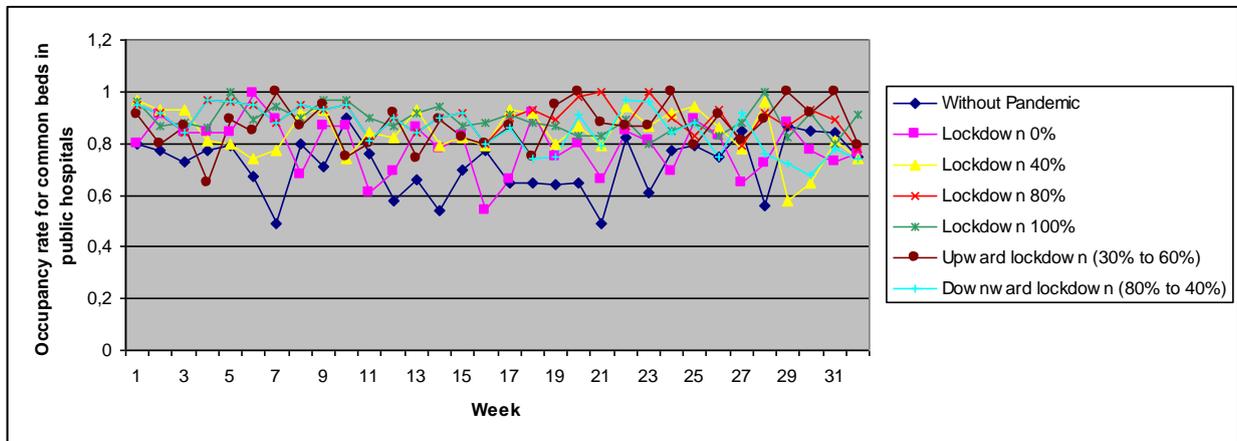


Figura A.04g.- Ilustra a taxa de ocupação de leitos UTI de hospitais públicos.

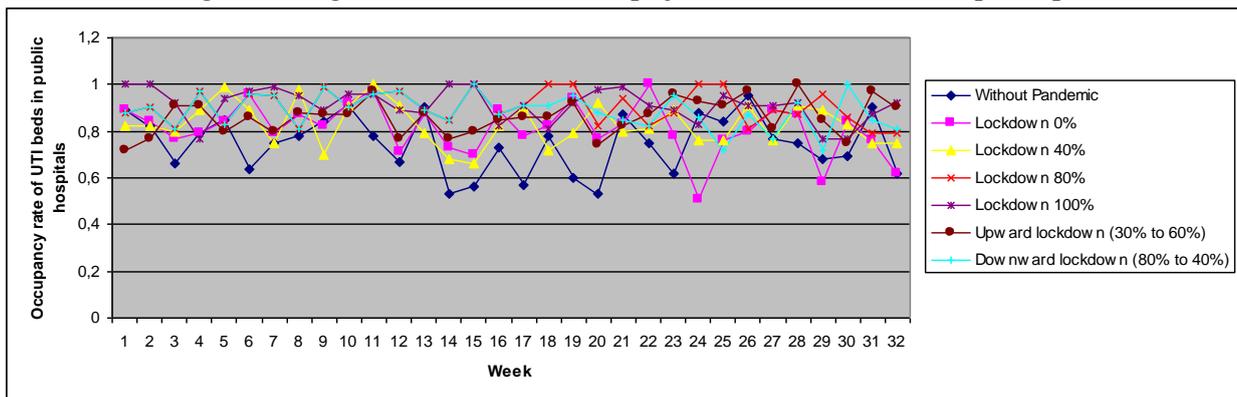


Figura A.05 – Ilustra o número de desempregados com ligeira melhora no período pós pandemia.

