

Disseminação das plataformas de delivery no contexto de distanciamento social: uma análise com modelo baseado em agentes

Resumo: O cenário de distanciamento social decorrente da COVID-19 contribui para a mudança nos hábitos dos consumidores forçando os restaurantes a aderirem à realização de entregas sob demanda para minimizarem a retração nas suas receitas. Um modelo baseado em agentes é utilizado para identificar os efeitos de diferentes cenários de isolamento social sobre o avanço das plataformas de delivery (entrega sob demanda). As simulações realizadas mostram que o distanciamento social resulta em uma trajetória de avanço no montante de transações realizadas por meio dessas plataformas. A presença de mecanismos de feedback positivo pode resultar em efeito permanente, implicando em utilização generalizada das plataformas digitais, caso o distanciamento social seja mantido por um número suficiente de períodos. O avanço das plataformas aumenta a concorrência entre os estabelecimentos comerciais e a eficiência no mercado de comidas preparadas, apesar de implicar na falência dos restaurantes menos eficientes e no aumento na concentração de mercado..

Palavras-chave: Plataformas de delivery; COVID-19; Modelo baseado em agentes.

Abstract: *The social distancing scenario arising from COVID-19 contributes to the change in consumer habits, forcing restaurants to adhere to on-demand delivery to minimize the retraction in their revenues. An agent-based model is used to identify the effects of different social isolation scenarios on the advancement of delivery platforms (delivery on demand). The simulations carried out show that social distancing results in an advance trajectory in the number of transactions carried out through these platforms. The presence of positive feedback mechanisms can result in a permanent effect, implying widespread use of digital platforms, if social distancing is maintained for enough periods. The advancement of platforms increases competition between commercial establishments and efficiency in the prepared food market, despite implying the bankruptcy of less efficient restaurants and an increase in market concentration.*

Keywords: *Delivery Platforms; COVID-19; Agent-based Model.*

Classificação JEL: O14; O33; O38.

Adilson Giovanini¹

Helberte João França Almeida²

¹ Professor adjunto, Administração pública, UDESC.
E-mail: adilson.giovanini@udesc.br.

² Professor adjunto, Economia, UFSC.
E-mail: helberte.almeida@ufsc.br.

1. Introdução

A entrega de alimentos sob demanda por meio de plataformas digitais se encontra entre as atividades que apresentaram maiores taxas de expansão nos últimos anos³. Esta atividade pertence a um conjunto mais amplo de inovações tecnológicas introduzidas pelas tecnologias digitais, as quais utilizam as tecnologias de comunicação para atender a demanda com rapidez e flexibilidade (FRENKEN; SCHOR, 2019).

Com a disseminação da COVID-19 muitos consumidores estão modificando os seus hábitos de consumo e utilizando as plataformas digitais para obter desde comida preparada até produtos de higiene pessoal e medicamentos. Cabe ressaltar que esta mudança no comportamento dos consumidores é acompanhada por muitos estabelecimentos locais – mercearias, supermercados, farmácia –, que recorrem às plataformas digitais para reduzir o impacto da pandemia em termos de redução em suas vendas (BELLONI, 2020).

A adoção de medidas de distanciamento social pelos governos locais acelera essa modificação nos hábitos de consumo ao impor restrições no modo como os consumidores devem se deslocar nos centros urbanos, definindo quais estabelecimentos comerciais podem abrir ao público e quais horários podem funcionar. Neste contexto, as plataformas digitais se defrontam com um panorama favorável à expansão.

Apesar deste cenário criado pelo distanciamento social, não foram encontrados estudos que buscam propor modelos teóricos capazes de identificar os fatores que influenciam na propagação das plataformas digitais de entrega sob demanda e os efeitos da pandemia sobre essas plataformas. Mais precisamente, os estudos existentes até aqui foram os realizados por Belloni (2020), Hobbs (2020), Raj, Sundararajan e You (2020) e Rezende, Marcelino e Miyaji (2020), os quais se limitam a reportar o cenário favorável decorrente da pandemia e o modo como as plataformas de entrega estão respondendo a esse cenário.

O presente artigo visa contribuir com a literatura ao propor um modelo baseado em agentes que têm por objetivo realizar uma caracterização do mercado de entrega de alimentos sob demanda e simular os efeitos das políticas de distanciamento social, decorrentes da pandemia de COVID-19, sobre a expansão das plataformas. Diferentes cenários de isolamento social são considerados, sendo identificados os efeitos gerados em termos de ingresso dos consumidores e restaurantes nas plataformas digitais e de avanço nas margens de lucro dos restaurantes. Ademais, o modelo desenvolvido contribui com a literatura ao avaliar os incentivos gerados pelo isolamento social, em termos de avanço dessas plataformas, e os efeitos desse avanço sobre o mercado de comidas preparadas. Para além, a nossa contribuição é apresentar os efeitos positivos e negativos gerados pelas plataformas digitais, orientando a adoção de políticas públicas, especialmente de medidas voltadas para a redução das consequências negativas decorrentes desse avanço.

Além dessa introdução, o artigo encontra-se estruturado em mais quatro seções. A seção dois realiza uma discussão teórica, identificando as principais características apresentadas pelas plataformas de entrega de alimentos sob demanda. Na sequência, a seção três formaliza o modelo construído. Posteriormente, a seção quatro apresenta a implementação computacional, bem como as propriedades emergentes. Por fim, a seção cinco realiza algumas considerações finais.

2. Caracterização e vantagens das plataformas de entrega de alimentos sob demanda

Frenken; Schor (2019) definem Economia do compartilhamento como um modelo

³ A Em 2017, este mercado teve uma receita de US\$ 35,30 bilhões, avançando para US\$ 53,79 bilhões em 2019. Para o ano de 2020, como efeito da pandemia da COVID-19, espera-se uma elevação na receita para US\$ 70,74 bilhões. Por outro lado, no ano de 2017, 364,80 milhões de usuários utilizaram as plataformas de delivery para encomendar comida, montante que se elevou para 538,90 milhões em 2019, evidenciando uma taxa média anual de crescimento de 22%. No ano de 2020, a previsão é de que 704,70 milhões de usuários utilizem o aplicativo (STATISTA, 2020).

em que consumidores e empresas concedem acesso temporário aos ativos físicos subutilizados, podendo receber uma contrapartida monetária. Desta forma, três elementos principais se encontram presentes nesta definição, lista-se: i) consumidores; ii) acesso temporário; e iii) ativos subutilizados. Por sua vez, a Economia sob demanda identifica o conjunto de atividades econômicas criadas pelas novas tecnologias digitais para atender à demanda dos consumidores por acesso imediato e flexível aos bens e serviços.

As plataformas especializadas na reunião de empresas e consumidores para o fornecimento de serviços temporários e de acordo com a demanda dos consumidores são classificadas como iniciativas de Economia sob demanda (FRENKEN; SCHOR, 2019). Segundo Dablanc, Morganti e Arvidsson (2017), as novas plataformas digitais especializadas na terceirização de serviços de entrega de comida em última milha também devem ser classificadas como iniciativas pertencentes à Economia sob demanda. Assim, estes serviços são especializados na entrega de produtos, na maioria das vezes, dentro de duas horas por pessoas físicas, contratados independentes ou funcionários, conectando consumidores, empresas e entregadores por meio de uma plataforma digital.

Os ecossistemas que compõem as plataformas de entrega de alimento sob demanda são constituídos por quatro agentes econômicos, a saber: i) as plataformas digitais, que utilizam as tecnologias de *big data* (banco de base de dados) para gerar valor a partir das encomendas realizadas, sendo responsáveis pela conexão entre os consumidores, restaurantes e entregadores; ii) o conjunto de empresas que realiza a venda dos produtos (supermercados, mercearias e restaurantes); iii) entregadores, que utilizam seus veículos de deslocamento (em geral, carro, motocicleta ou bicicleta) para realizar as entregas dos pedidos, recebendo uma contrapartida monetária; e iv) os consumidores, que utilizam as plataformas digitais para adquirir os produtos e os receber de forma instantânea, monitorando o andamento do pedido.

As transações realizadas nessas plataformas não possuem como objetivo utilizar a capacidade ociosa de um bem físico, mas recorrer às novas tecnologias digitais para possibilitar o fornecimento de um novo serviço de forma mais flexível e barata em resposta às demandas que surgem de forma temporária e instantânea (DABLANC; MORGANTI; ARVIDSSON, 2017). Ademais, este modelo de negócios não envolve vínculo empregatício, sendo diferente do modelo tradicional empresa-funcionário. Assim, uma das suas principais características é a terceirização das atividades e a flexibilização dos custos.

Conforme enfatizado por Bocken (2014), as plataformas de entrega sob demanda são uma maneira de combinar a demanda volátil, dispersa e em pequenas quantidades com a realização de entregas a baixo custo, com velocidade, flexibilidade e correspondência eficiente entre oferta e demanda. Portanto, facilitam a comunicação em tempo real e o rastreamento dos produtos (ROUGÈS; MONTREUIL, 2014).

Entre as plataformas de entrega de comida sob demanda se destacam *Door Dash*, *Postmates*, *Green Chef* e *Instacart* nos Estados Unidos; *Marley Spoon* e *Hello Fresh* na União Europeia; *Gousto* no Reino Unido; *Ele.me* na China e *Rappi* e *iFood* na América Latina. A grande maioria dessas plataformas atua em diversos países, sendo a internacionalização uma das características que identificam esse mercado (DABLANC; MORGANTI; ARVIDSSON, 2017). Para o Brasil, o *iFood* responde por 70% das transações em plataformas de entrega. Posteriormente, se encontra o *Uber Eats*, com 14%; seguido por *Rappi*, 11%; *Loggi*, 5%; e *Eu entrego*, 0,2% (ALNAGGAR; GZARA; BOOKBINDER, 2019)

Devido ao avanço desse modelo de negócios, empresas tradicionais de varejo e comércio eletrônico também estão recorrendo à terceirização das entregas para aumentar a flexibilidade e a eficiência dos seus serviços de oferta de última milha e para reduzir custos. Desta maneira, a substituição de vínculos empregatícios permanentes,

por contratos de trabalho episódicos e temporários é uma nova tendência de mercado, que não se restringe à entrega de alimentos (Alnaggar; Gzara; Bookbinder, 2019).

O avanço das plataformas de entrega sob demanda é em grande parte explicado pelas características apresentadas pela entrega de alimentos em última milha. Essa modalidade é a mais ineficiente e cara de toda a cadeia de logística, pois exige a separação dos produtos em pequenos lotes e o seu envio para locais dispersos geograficamente. A baixa escala de operação e a elevada dispersão geográfica das entregas criam um importante dilema de logística, sendo necessário decidir entre: i) enviar um veículo com carga parcial para atender apenas os clientes que se encontram próximos entre si; ou ii) enviar um veículo totalmente carregado para atender clientes que se encontram distantes uns dos outros (RAI; VERLINDE; MACHARIS, 2018).

No primeiro caso, os pedidos chegam aos clientes com maior rapidez, mas o gasto de combustível eleva substancialmente o custo de entrega. No segundo caso, os custos de entrega são menores, mas o tempo de espera se eleva. Em ambos os casos, o custo é elevado. Como esses custos não podem ser transferidos para os consumidores, que são sensíveis à cobrança de taxas elevadas de entrega, eles precisam ser absorvidos pelas empresas, o que resulta na redução dos seus lucros (RAI; VERLINDE; MACHARIS, 2018).

As plataformas de entrega sob demanda fornecem uma resposta eficiente para esse dilema ao possibilitar a descentralização no modo como são realizadas as entregas e ao conseguirem elevar o seu volume de operação por meio da centralização das entregas realizadas por diferentes estabelecimentos locais. A contratação de entregadores que utilizam bicicletas, motocicletas e outros veículos próprios possibilitam a atomização das operações de entrega. Como resultado, as entregas são realizadas com maior velocidade e a custos menores do que se fossem realizadas com caminhões ou vans e por meio de sistemas centralizados de distribuição (RAI; VERLINDE; MACHARIS, 2018).

Dada a elevada concorrência existente no setor e a presença de efeito-rede, o alcance de uma base suficientemente grande de consumidores, fornecedores e entregadores representa o principal desafio a ser vencido pelas empresas ingressantes nesse mercado. Desta forma, as primeiras plataformas a entrarem tendem a concentrar a grande maioria dos consumidores, entregadores e restaurantes, levando vantagem sobre as posteriores ingressantes. Portanto, existe uma tendência natural à concentração do mercado em poucas plataformas (DABLANC; MORGANTI; ARVIDSSON, 2017; PAGE; LOPATKA, 1999; PARKER; VAN ALSTYNE; CHOUDARY, 2019).

Kok (2018) ressalta que as plataformas de entrega sob demanda estão tendo dificuldade para explorar a alta densidade de oferta e demanda existente nas áreas urbanas em que atuam. Na busca por velocidade e expansão, elas sacrificam a qualidade das encomendas, a realização de entregas em maior volume e o adensamento das rotas, fatores necessários para que consigam obter ganho de escala e reduzir os seus custos de operação. Desta maneira, a baixa densidade das rotas implica em baixa produtividade dos entregadores, resultando em elevado custo médio de operação, o qual muitas vezes é superior ao frete que os consumidores estão dispostos a pagar.

Por fim, cabe salientar que as plataformas de entrega em última milha podem adotar diferentes estratégias para se manterem competitivas. O investimento em otimização dinâmica de rotas, previsão de demanda, inteligência artificial e o aproveitamento da mesma viagem para a realização de diversas entregas simultâneas podem contribuir para que essas empresas consigam reduzir os seus custos de operação e aumentar a densidade, flexibilidade, personalização e velocidade das entregas (KOK, 2018).

3. Modelo microeconômico de escolha de plataformas de *delivery* por restaurantes na presença de distanciamento social

O presente estudo busca identificar os fatores que influenciam na expansão das plataformas de entrega de alimentos sob demanda. Para tanto, utiliza-se do arcabouço de modelagem baseada em agentes (MBA). Segundo De Marchi e Page (2014), nos anos recentes, os MBA ganharam relevância nas investigações e análises econômicas. Entre as possíveis explicações pela sua utilização, cita-se: a facilidade com que é possível implementar a racionalidade limitada dos indivíduos; a inclusão de heterogeneidade entre os agentes presentes no modelo; e a possibilidade de gerar um histórico integral das interações dinâmicas do processo em estudo (LEBARON, 1999).

De acordo com Macal; North (2006), as principais características dos agentes na MBA são: i) os agentes são independentes e possuem um conjunto de características e regras que governam seus comportamentos e capacidade de decisão; ii) os agentes interagem com os demais agentes por meio da comunicação e possuem capacidade para responder ao ambiente; iii) os agentes são flexíveis, tendo habilidade para apreender e adaptar seu comportamento baseado na experiência adquirida; e iv) os agentes são autônomos e autodirigidos.

Na MBA, o modelador especifica o estado inicial do sistema econômico ao atribuir para cada agente o seu valor inicial, bem como, o método de comportamento e as regras de interação. Assim, a partir de uma condição inicial dada, o resultado final é espontâneo, imprevisível e não intencional, cujo comportamento decorre da conjuntura dos processos de adaptação e interação entre os agentes (FRANKLIN, 1997; DE MARCHI; PAGE, 2014).

Diversos são os trabalhos em áreas distintas que têm utilizado a MBA. desta maneira, esta abordagem tem desenvolvido uma ampla literatura multidisciplinar (DE MARCHI; PAGE, 2014). Em particular, a simulação computacional empregada neste estudo se utiliza da estrutura de um modelo microeconômico de maximização de lucro (empresas e plataformas) e maximização de utilidade do consumidor (PINDYCK; RUBINFELD, 2018), sendo as escolhas dos agentes tomadas com base nos *payoffs* (recompensas) obtidos e na análise das escolhas realizadas pela sua rede social, que assume uma vizinhança de Moore com estrutura regular (ALAM; GELLER, 2012). Por fim, dois parâmetros são adicionados para modelar o efeito de políticas de distanciamento social sobre a adesão dos restaurantes e consumidores às plataformas. As próximas linhas apresentam o modelo computacional elaborado.

Considere um mercado composto por consumidores, $C \subset \mathbb{N}^+$, e restaurantes, $R \subset \mathbb{N}^+$. A cada período de tempo t , os restaurantes podem utilizar duas tecnologias alternativas, ofertando refeições na plataforma $R_p = 1$, ou fora da plataforma, $R_p = 0$. Neste cenário, os restaurantes buscam maximizar o seu lucro sujeito à restrição imposta pela distância, $D(t)$, na qual conseguem entregar as suas refeições. Em notação matemática:

$$\text{Max } \pi(t) = RT(t) - CT(t), \quad \text{s.r. } D(t) \quad (1)$$

A receita total dos restaurantes é definida como o preço (P) multiplicado pelo número de vendas realizadas (Q): $RT(t) = P(t) * Q(t)$. Já o custo total depende do custo fixo (CF) e do custo variável (CV): $CT(t) = CF(t) + CV(t)$.

O principal critério de adesão à plataforma, utilizado pelos restaurantes, é a influência da vizinhança. Desta forma, quanto maior for a proporção de vizinhos, $V_i(t)$, que utilizam a plataforma, maior é a probabilidade de que o restaurante também passe a utilizá-la. Adicionalmente, se considera que uma proporção dos restaurantes, $0 \leq \lambda \leq 1$, são entusiastas de novas tecnologias, apresentando uma predileção natural pelo uso da

plataforma, migrando automaticamente para essa (CHOI; KIM; LEE, 2010). Formalizando:

$$R = \begin{cases} 1, & \text{se } V_r(t) > p, \\ 1, & \text{se } \lambda > p, \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (2)$$

Desta forma, a utilização da plataforma equivale à utilização de uma nova tecnologia de produção que expande a distância na qual os restaurantes conseguem vender as suas refeições, alterando $D(t)$ de 5 para 10.

Para utilizar a plataforma (R_p) eles precisam pagar uma taxa cobrada pela plataforma sobre cada transação realizada. Ademais, todos os restaurantes possuem um montante de capital (K_0) no período inicial. Para os períodos seguintes, o capital acumulado pelos restaurantes é denotado pelo capital inicial somado ao lucro obtido em cada período, independente do restaurante utilizar a plataforma ou realizar vendas apenas diretamente aos consumidores. Formalmente:

$$K(t) = \begin{cases} K_0 + \sum_{i=1}^t \pi_{np}, & \text{não utiliza a plataforma} \\ K_0 + \sum_{i=1}^t \pi_p & \text{utiliza a plataforma} \end{cases} \quad (3)$$

Os restaurantes abandonam a plataforma caso tenha que decretar falência. Em outras palavras, o estabelecimento fecha se o seu estoque de capital torna-se negativo. Definidos os fatores que influenciam no comportamento dos restaurantes, o próximo passo consiste em formalizar as variáveis que determinam o comportamento dos consumidores. Considera-se que eles buscam maximizar a sua utilidade, dada a restrição de que conseguem escolher apenas entre os restaurantes que se encontram na sua vizinhança (v). Formalmente, o problema de otimização do consumidor é denotado por:

$$\text{Max } U(t) = Q(t)^\alpha - P(t), \quad \text{s.r. } v \leq 5 \quad (4)$$

sendo $Q(t)$ a qualidade e $P(t)$ o preço do restaurante.

Semelhante aos restaurantes, os consumidores também podem assumir dois estados, mutuamente excludentes, escolhendo se vão utilizar a plataforma, $C(t) = 1$, ou não, $C(t) = 0$. Para decidir se utilizam a plataforma, os consumidores verificam a proporção da sua vizinhança que o adotam, $V_c(t)$. Como nos restaurantes, o parâmetro $0 \leq \theta \leq 1$ identifica a proporção de consumidores que são entusiastas de novas tecnologias e que passam a utilizar automaticamente a plataforma. Assim, a escolha dos consumidores é expressa por:

$$C_p(t) = \begin{cases} 1, & \text{se } V_c > p \text{ e } C_p(t-1) = 0, \\ 1, & \text{se } \theta > p \text{ e } C_p(t-1) = 0, \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (5)$$

Por definição, a utilização da plataforma se mostra vantajosa para os consumidores, pois aumenta a distância que eles conseguem comparar os restaurantes de $v(5)$ para $v(10)$, o que eleva a chance dos consumidores encontrarem um restaurante mais adequado às suas preferências.

Adicionalmente, se considera que a propagação da pandemia pode ser modelada por meio de um modelo SEIR, no qual S identifica os indivíduos sujeitos a contrair COVID-19; E são os infectados que ainda não são capazes de transmitir o vírus; I são os infectados transmissores; e, R são os removidos por recuperação ou morte (FRANCÉS *et al.*, 2020). Precisamente:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SEu / N, \quad (6)$$

$$\frac{dE}{dt} = BSEu / N - \sigma E, \quad (7)$$

$$\frac{dI}{dt} = \varepsilon E - \gamma Eu, \quad (8)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma Eu, \quad (9)$$

$$\beta = R_0 \gamma, \quad (10)$$

β é a taxa de transmissão; σ é a taxa de infecção; e γ é a taxa de recuperação.

Ademais, na presença da pandemia, os consumidores migram para a plataforma, mesmo que não possuam uma predileção natural pela sua utilização, sendo a probabilidade de migração identificada por uma função logística do número de infectados. Em outros termos, os consumidores migram para a plataforma quando o número de infectados aumenta, mesmo não existindo regulamentação imposta por governantes. Precisamente, esta relação é expressa por:

$$\text{Prob}(t) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha(I(t)-I_0)}} \quad (11)$$

sendo $I(t)$ a proporção da população infectada no período t , I_0 é a taxa média de infecção.

4. Implementação computacional e propriedades emergentes

Para implementar computacionalmente o modelo exposto na seção 3, fez-se uso do programa de computador *octave*. Lembra-se que, a cada período t os consumidores e restaurantes podem utilizar ou não a plataforma. No período inicial, t_0 , o mercado é constituído por 10.000 consumidores, 200 restaurantes e uma plataforma.

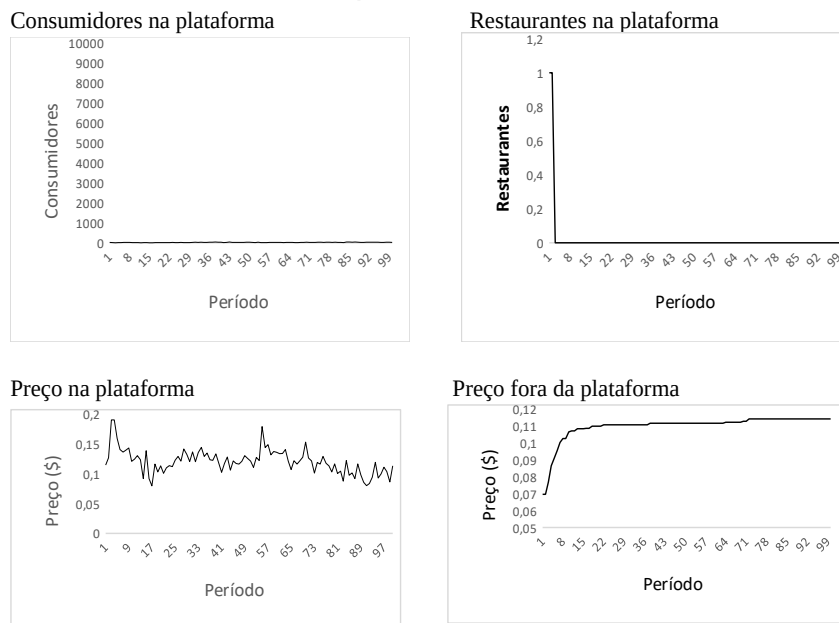
A fim de simplificar a análise, os custos fixos e variáveis dos restaurantes e da plataforma são iguais e definidos como 0,05 e 0,01, respectivamente. A taxa exigida da plataforma sobre cada transação realizada é fixada em $x = 0,03^4$. Além disso, os preços dos restaurantes são diferentes, sendo oriundos de uma distribuição uniforme com média igual à 0,5 e variância 1.

Por fim, considera-se que 1% dos consumidores e restaurantes utilizam a plataforma no período inicial, sendo estes distribuídos aleatoriamente. A simulação é realizada para cem períodos, sendo avaliado os seguintes resultados: a evolução no número de consumidores e restaurantes na plataforma, os preços dos restaurantes que adotam e não adotam a plataforma e a *market share* (participação no mercado) de cada restaurante.

Uma vez apresentado a implementação computacional, o próximo passo é analisar as propriedades emergentes. Assim, o Quadro 1 apresenta os resultados encontrados para o modelo simulado, sendo os valores dos parâmetros λ e θ , que identificam a chance de os restaurantes e consumidores passarem a utilizar a plataforma, definidos como zero.

Assim, o único incentivo que consumidores e restaurantes possuem para utilizar a plataforma é o oriundo da presença de vizinhos na plataforma. Como a proporção de vizinhos que utilizam a plataforma é baixa, verifica-se uma redução no número de consumidores e restaurantes que a utilizam ao longo da simulação. Portanto, a plataforma não consegue ganhar participação de mercado e os preços, fora da plataforma, se elevam para 0,11 após 12 períodos, permanecendo nesse patamar.

⁴ Os valores dos custos fixo e variáveis, bem como o custo da transação pelo aplicativo foram definidos aleatoriamente. Contudo, cabe ressaltar que foram testados diferentes combinações de valores para estes parâmetros, os quais não alteraram os resultados.

Quadro 1. Resultados encontrados para o modelo simulado, $\lambda = 0$ e $\theta = 0$ 

Fonte: Elaboração própria.

Posteriormente, verificam-se as propriedades emergentes quando os parâmetros λ e θ são fixados em 0,05. Desta maneira, o Quadro 2 mostra que o número de consumidores que utilizam o aplicativo se eleva de 90 para 432 após 40 períodos, permanecendo estável neste valor. No que diz respeito ao número de restaurantes que também fazem uso da plataforma, este se eleva nos períodos iniciais, passando de 10 restaurantes no período um (1) para 44 após 21 períodos, patamar em que se mantém no restante da simulação.

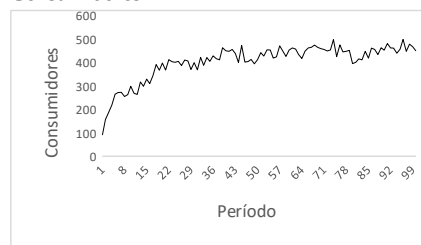
Esta configuração de parâmetros (λ e θ fixados em 0,05) mostra que a utilização da plataforma possui um efeito imediato sobre os preços dos restaurantes, que se elevam de forma consistente, para 0,163, com 100 períodos. Assim, nos períodos iniciais, conforme se eleva o número de restaurantes e consumidores na plataforma, às margens de lucro dos restaurantes também se elevam, indicando que os restaurantes e consumidores possuem baixo incentivo a utilizar a plataforma. Desta maneira, devido à presença de uma baixa proporção de entusiastas de novas tecnologias, a concorrência entre os restaurantes não se mostra capaz de pressionar os preços para baixo.

A elevação no número de restaurantes que utilizam a plataforma resulta em aumento no preço dos restaurantes que não a utilizam, de, aproximadamente, 0.13 no primeiro período, para próximo de 0.20 na simulação 80 e, permanecendo neste patamar no restante da simulação. De maneira mais precisa, verifica-se que os restaurantes com os preços mais elevados são expulsos da plataforma, tendo que competir por um conjunto cada vez menor de consumidores que não a utilizam.

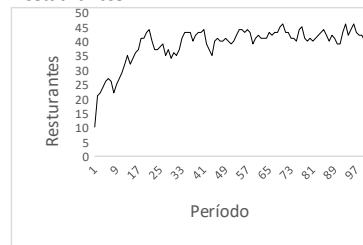
A análise da participação de mercado de cada restaurante que se encontra na plataforma, Quadro 2, corrobora esse argumento, dos 69 restaurantes que permaneceram na plataforma, um único restaurante responde por 1.068 vendas, o que equivale a 10,68% de todas as vendas realizadas na plataforma. Os cinco maiores restaurantes respondem conjuntamente por 32,54% das vendas e os 10 maiores, por 43,45% das vendas. Portanto, a plataforma exerce um efeito benéfico para o mercado, ao aumentar a concorrência. Esses resultados corroboram as evidências empíricas, na qual a pandemia resultou em maior demanda, mas também em maior concorrência entre os restaurantes nas plataformas digitais (FREITAS, 2018; BBC, 2020B; RAJ; SUNDARARAJAN; YOU, 2020).

Quadro 2. Resultados encontrados para o modelo simulado, $\lambda = 0,05$ e $\theta = 0,05$

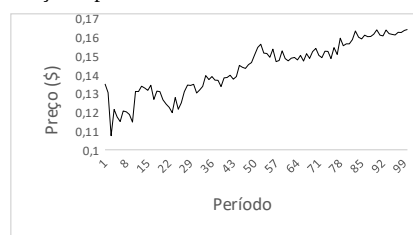
Consumidores



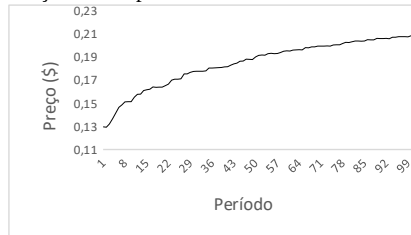
Restaurantes



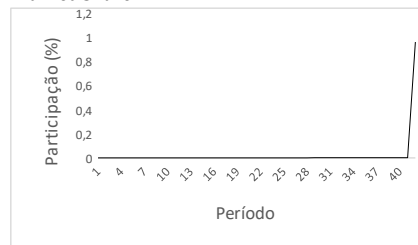
Preço na plataforma



Preço fora da plataforma



Market-share



Fonte: Elaboração própria.

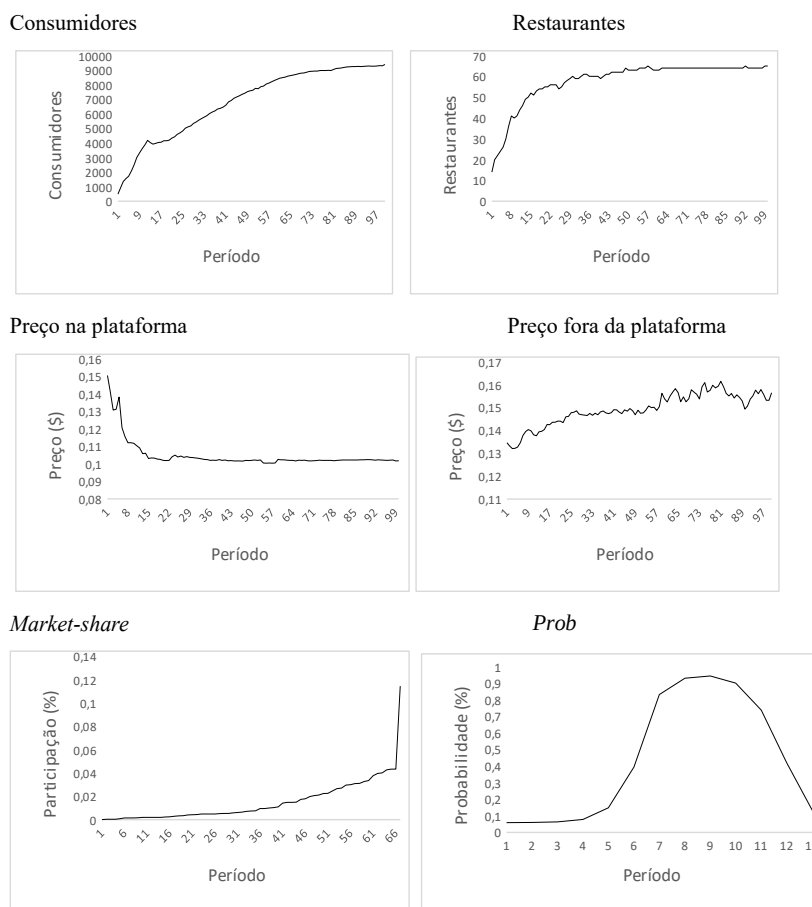
O Quadro 3 mostra os resultados alcançados para $\lambda = 0,01$, na presença da pandemia, modelada no presente estudo com base no modelo SEIR. A ocorrência da pandemia no período $t = 0$ faz a probabilidade dos consumidores migrarem para a plataforma, $Prob(t)$, se elevar rapidamente. Precisamente, após quatro períodos ela é de 8%, se elevando para 14,8% com cinco períodos; 39,4% com seis períodos; 83% com sete períodos, chegando ao pico de 94,3% com nove períodos. Nos períodos subsequentes, essa probabilidade se reduz rapidamente, para 13,3%, com 13 períodos. Para deixar o modelo mais realista, considera-se que $\theta = 0$ no decorrer da pandemia e que após o seu final, a partir do período 14, a propensão dos consumidores a utilizarem a plataforma se eleva, sendo θ fixado em 0,10. Esse cenário se mostra mais adequado, simulando uma mudança nas preferências dos consumidores após a pandemia, os quais se tornam menos resistentes à utilização da plataforma.

A maior preferência dos consumidores pela plataforma obriga os restaurantes a se adaptarem. Desta maneira, verifica-se que o número de consumidores se eleva, sendo que 5.000 consumidores utilizam a plataforma após 27 interações e 8.000 após 70 interações. Passados os 100 períodos da simulação, 8.925 consumidores se encontram na plataforma.

No que diz respeito ao comportamento dos restaurantes, obtém-se que os estabelecimentos que utilizam a plataforma aumentam, chegando a 54 com 70 períodos e 56 com 83 períodos, valor este que se estabiliza. Esses dados mostram que a presença de demanda, somado ao fato de os restaurantes olharem para a sua vizinhança, se mostra

suficiente para que estes sejam estimulados a ofertarem seus produtos na plataforma. Ademais, o modelo elaborado consegue capturar uma das propriedades presentes nessas plataformas: a presença de efeito-rede cruzado (DABLANC; MORGANTI; ARVIDSSON, 2017). De maneira mais precisa, a presença de consumidores estimula o ingresso de restaurantes na plataforma e vice-versa.

Quadro 3. Resultados encontrados para o modelo simulado, $\lambda = 0,01$ e $\theta = 0,10$, modelo SEIR



Fonte: Elaboração própria.

Outro fator a se destacar é que o preço dos restaurantes que utilizam a plataforma se reduz de 0,15 no período um para 0,10 no período 18. Uma possível explicação para este fato é que o único incentivo para que os restaurantes utilizem a plataforma, além da presença de vizinhos, é a existência de demanda. Assim, a concorrência reduz o preço ao longo dos períodos, que converge para próximo do valor de 0.1.

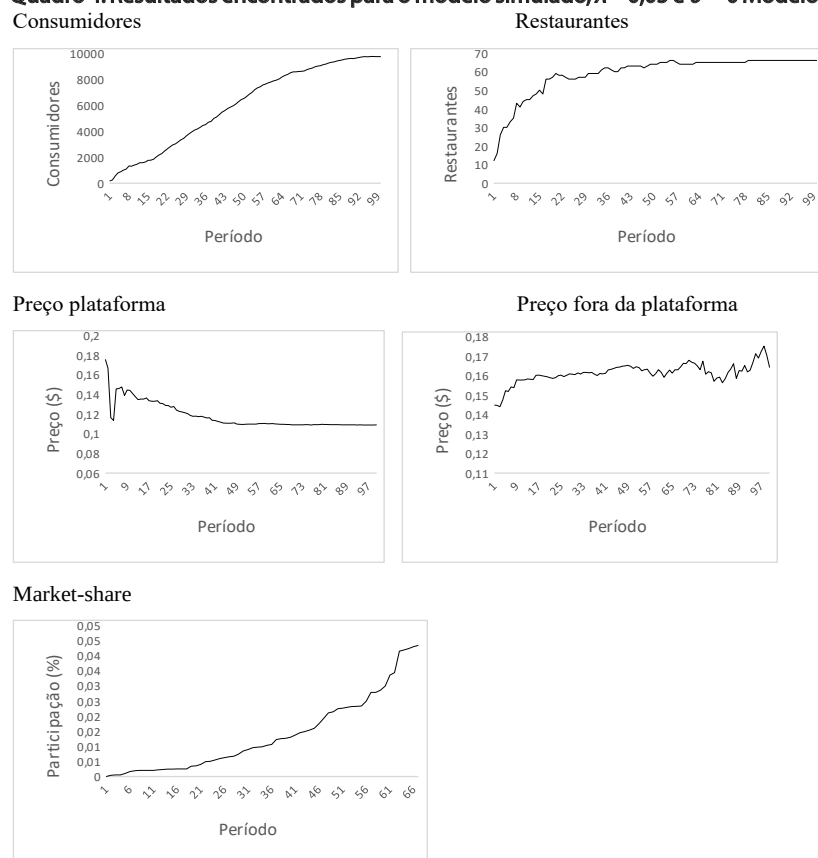
Por outro lado, o preço dos restaurantes que não utilizam a plataforma se eleva de 0,132 no período um para 0,159 no período 82, se reduzindo para 0,153 nos períodos seguintes. A pressão oriunda da demanda, apesar de resultar em menor preço para os restaurantes, implica em maior concentração de mercado. Um único restaurante responde por 11,45% das vendas realizadas na plataforma. Os cinco restaurantes com maiores participações respondem por 28,04% das vendas realizadas na plataforma e os 10 restaurantes com maior participação respondem por 45,89% das vendas.

Esses dados evidenciam a importância do preço e do posicionamento do restaurante

na plataforma. Conforme destacado por Freitas (2018); BBC (2020b) e Rezende, Marcelino e Miyaji (2020), como um pequeno número de restaurantes tendem a concentrar a grande maioria das vendas realizadas por meio da plataforma, aqueles restaurantes com fatores de atração, principalmente com menores preços, acabam se beneficiando, em detrimento dos demais. Os restaurantes menos atrativos tendem a ser expulsos da plataforma e, com o avanço na participação de mercado da plataforma, acabam tendo que decretar falência.

Posteriormente, analisa-se o efeito obtido com base na simulação do modelo SEIR, para um cenário semelhante ao anterior, mas com o parâmetro $\theta = 0$ para todos os períodos, sendo $\lambda = 0,05$. Os resultados encontrados, quadro 4, mostram que um distanciamento social temporário é suficiente para promover uma mudança na trajetória, fazendo a grande maioria dos consumidores, 9.734, e restaurantes, 66, passarem a utilizar a plataforma após 100 períodos.

Quadro 4. Resultados encontrados para o modelo simulado, $\lambda = 0,05$ e $\theta = 0$ Modelo SEIR



Fonte: Elaboração própria.

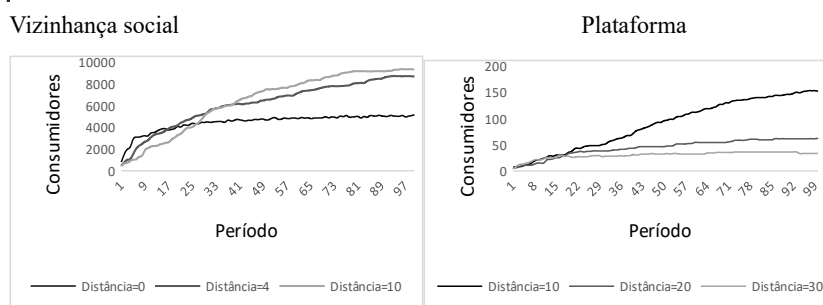
A simulação realizada mostra que o número de consumidores que ingressam na plataforma é suficiente para que os demais consumidores e restaurantes passem a utilizá-la. Esse cenário, não resulta em concentração do mercado em uma única empresa. Desta forma, no final de 100 períodos um único restaurante responde por apenas 4,33% das vendas realizadas na plataforma e os cinco (dez) restaurantes com maior participação de mercado são responsáveis por 25,41% (42,17%) das vendas.

Em suma, os resultados encontrados são coerentes com a presença de externalidades

em rede (PAGE; LOPATKA, 1999; PARKER; VAN ALSTYNE; CHOUDARY, 2019), aprisionamento e dependência da trajetória (ARTHUR, 1990). Na presença de mecanismos de *feedback* positivos, a ocorrência de choques modifica significativamente o comportamento do mercado. A ocorrência de uma pandemia pode ser suficiente para mover a economia para um cenário mais favorável à utilização das plataformas digitais, fazendo com que em poucos períodos a quase totalidade das transações sejam realizadas por meio delas. Esses resultados corroboram a literatura que demonstra o efeito positivo e elevado da pandemia sobre os aplicativos de entrega de alimentos sob demanda (BELLONI, 2020; REZENDE; MARCELINO; MIYAJI, 2020), que registrou uma elevação de cerca de 30% nas entregas apenas na América Latina (ABÍLIO *et al.*, 2020). Desta forma, “2020 se tornará um ano divisor de águas na aceitação das mercadorias de entrega delivery e muitos consumidores migraram para as plataformas digitais (HOBBS, 2020, p. 4).

Por fim, verificam-se as propriedades oriundas para a configuração de parâmetros $\gamma = 0,05$ (distância que os consumidores estão olhando em sua vizinhança social) e $\theta = 0$, na ocorrência de uma pandemia. Precisamente, considera-se que os consumidores são capazes de olhar para diferentes distâncias em sua vizinhança social e que o seu comportamento é influenciado pela distância que eles conseguem olhar na sua vizinhança. Assim, o quadro 5 mostra que conforme a distância aumenta, maior é a velocidade em que os consumidores passam a utilizar a plataforma. A distância também influencia no montante de consumidores que fazem uso da plataforma.

Quadro 5. Efeito da distância olhada pelos consumidores na sua vizinhança e na plataforma



Fonte: Elaboração própria.

Por sua vez, o número de restaurantes que utilizam a plataforma também é influenciado pela distância olhada pelos consumidores na plataforma. Assim, quando os consumidores conseguem olhar apenas para uma distância de 10, 151 restaurantes utilizam a plataforma após os 100 períodos. Contudo, conforme a distância se eleva, para 20 e 30, respectivamente, o número de restaurantes na plataforma no final da simulação se reduz para 62 e 33. Ademais o número de falências se eleva de 106, com $d_p = 10$, para 108, com $d_p = 20$, e para 111, com $d_p = 30$. Este resultado indica que a obtenção de ganhos de eficiência pela plataforma, possibilitando a entrega de produtos mais distantes, implica em maior concorrência entre os restaurantes, resultando em menos restaurante e em maior número de falências.

5. Considerações finais

As plataformas de entrega de alimentos sob demanda são um novo modelo de negócios com elevado potencial de expansão. Por outro lado, o avanço da pandemia da COVID-19 resultou na adoção de medidas de distanciamento social pelos governos

locais, criando um cenário ainda mais favorável à expansão dessas plataformas. Esse cenário se mostra favorável à modificação nos hábitos de consumo, se justificando a realização de estudos que busquem modelar os efeitos da pandemia sobre este mercado.

Em face a essa observação, o presente estudo buscou avaliar o efeito do isolamento social para o avanço dessas plataformas. Para tanto, elaborou-se um modelo baseado em agentes que buscasse replicar o comportamento de consumidores e empresas. O modelo simulado mostrou que a ocorrência de um choque aleatório em um único período ou em um número muito pequeno de períodos não é suficiente para que os consumidores e restaurantes passem sistematicamente a utilizar a plataforma. Todavia, a ocorrência de um choque com uma pequena persistência, dez períodos, é capaz de ativar mecanismos de feedback positivo, gerando um efeito permanente de expansão das plataformas.

Cabe destacar que os resultados encontrados apresentam evidências mais gerais, válidos para diferentes mercados. Além disso, os resultados apontam que na presença de uma proporção elevada de consumidores e restaurantes que são entusiastas de novas tecnologias não é necessária a ocorrência de uma pandemia para que as plataformas digitais consigam se difundir. No entanto, nos mercados que exibem uma baixa proporção de entusiastas de novas tecnologias, a ocorrência de distanciamento social representa um divisor de águas, possibilitando o avanço das plataformas digitais ao impelir os consumidores para a plataforma, algo que não seria possível sem a observação da pandemia.

Assim, o modelo desenvolvido conseguiu prever os efeitos que a expansão das plataformas de entrega sob demanda pode exercer sobre o mercado de comidas preparadas, fornecendo importantes informações que podem ser utilizadas pelos formuladores de políticas públicas para antecipar os efeitos positivos e negativos da expansão das plataformas digitais, adotando ações para ampliar as externalidades positivas e reduzir as externalidades negativas para a sociedade. Fica como sugestão para trabalhos futuros a utilização do modelo construído para o estudo de outros fenômenos associados às plataformas digitais, tais como, o efeito de mudanças nas regras de ranqueamento sobre os restaurantes que utilizam essas plataformas.

Referências

ABÍLIO, L. C. et al. Condições de trabalho de entregadores via plataforma digital durante a COVID-19. *Revista Jurídica Trabalho E Desenvolvimento Humano*, v. 3, 2020.

ALAM, S. J.; GELLER, A. Networks in agent-based social simulation". In: *Agent-based models of geographical systems*. Springer, Dordrecht, 199-216, v. 12, 2012.

ALNAGGAR, A.; GZARA, F.; BOOKBINDER J. H. Crowdsourced Delivery: A Review of Platforms and Academic Literature. *Omega*, p. 102139, 2019.

ARTHUR, W. B. Positive feedbacks in the economy. *Scientific American*, 262, n. 2, p. 92-99, 1990.

BBC. Como apps de entrega estão levando pequenos restaurantes à falência. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-51272233>. Acesso em: 29 de Julho de 2020, 2020a.

BBCb. Coronavírus: entregadores de aplicativo trabalham mais e ganham menos

na pandemia, diz pesquisa. disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-52564246>. Acesso em: 30 de Julho de 2020, 2020b.

BELLONI, L. Coronavírus impulsiona delivery no Brasil e muda rotina de restaurantes e consumidores. Disponível em: https://www.huffpostbrasil.com/entry/delivery-comida-coronavirus_br_5e6fcd76c5b63c3b6482a20a. Acesso em: 30 de Julho de 2020, 2020.

BOCKEN, N. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes". *J. Clean. Prod.*, v. 65, p.42-56, 2014.

CHOI, H.; KIM, S. H.; LEE, J. Role of network structure and network effects in diffusion of innovations. *Industrial marketing management*, v. 39, n. 1, p. 170-177, 2010.

DABLANC, L.; MORGANTI, E.; ARVIDSSON, N. The rise of on-demand 'Instant Deliveries' in European cities. In: *Supply Chain Forum: An International Journal*. Taylor & Francis, p. 203-217, 2017.

DE MARCHI, S.; PAGE, S. E. Agent based models. *Annual Review of Political Science*, v. 17, p. 1-20, 2014.

FRANCÊS, C. R. L. et al. Covid-19: Um novo modelo SEIR para países em desenvolvimento – estudo de caso para a região Metropolitana de Belém. *Nota Técnica*, 2020.

FRANKLIN, S. Autonomous agents as embodied AI. *Cybernetics and Systems*, v. 28, p. 499-520, 1997.

FREITAS, C. A. Uso de um aplicativo de delivery em restaurantes de Santos-SP. Trabalho de conclusão de curso de graduação, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), 2018.

FRENKEN, K.; SCHOR, J. Putting the sharing economy into perspective. In: *A Research Agenda for Sustainable Consumption Governance*. Edward Elgar Publishing, 2019.

HOBBS, J. E. Food supply chains during the COVID-19 pandemic. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, v. 78, p. 171-176, 2020.

KOK, R. Last-mile delivery: a challenge you can embrace. Disponível em: <https://www.accenture.com/nl-en/blogs/insights/last-mile-delivery-a-challenge-you-can-embrace>. Acesso em: 20 de Julho de 2020, 2018.

LEBARON, B. Agent-based computational finance: Suggest readings and early research. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 24, p. 679–702, 1999.

MACAL, C. M.; NORTH, M. J. Tutorial on agent-based modeling and simulation part 2: How to model with agents. *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference*, p. 73–83, 2006.

PAGE, W. H.; LOPATKA, J. E. Network externalities. *Encyclopedia of law and economics*,

v. 760, p. 952-980, 1999.

PARKER, G., VAN ALSTYNE, M. W.; CHOUDARY, S. P. Plataforma: a revolução da estratégia. Alta Books, 2019.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. Microeconomics. Pearson, 2018.

RAI, H. B.; VERLINDE, S. ; MACHARIS, C. Shipping outside the box. Environmental impact and stakeholder analysis of a crowd logistics platform in Belgium. Journal of Cleaner Production, v. 202, p. 806-816, 2018.

RAJ, M.; SUNDARARAJAN, A.; YOU. C. COVID-19 and Digital Resilience: Evidence from Uber Eats. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2006.07204#:~:text=We%20find%20evidence%20that%20small,side%20and%20supply%2Dside%20shocks>, acesso em: 08 de setembro de 2020, 2020.

REZENDE, A. A.; MARCELINO, J. A.; MIYAJI, M. A reinvenção das vendas: As estratégias das empresas brasileiras para gerir receitas na pandemia de Covid-19. Boca, Boletim de Conjuntura, v. 2, n. 6, 2020.

ROUGÈS, J. F.; BENOIT M. Crowdsourcing delivery new interconnected business models to reinvent delivery. Proceedings of Physical Internet Conference, Quèbec. p. 1-19, 2004.

STATISTA. Online food delivery. Disponível em: <https://www.statista.com/outlook/374/100/online-food-delivery/worldwide>, acesso em 15 de Julho de 2020, 202