

Modelando as Decisões de Localização do Trabalho: Uma Abordagem Usando Programação Linear

Helson Gomes de Souza *

[<helson.souza@upe.br>](mailto:helson.souza@upe.br)

RESUMO

Este trabalho objetiva elaborar uma abordagem metodológica que possibilite medir a distância máxima pela qual o movimento pendular é factível considerando as restrições enfrentadas pelos trabalhadores durante o processo de decisão do deslocamento. O problema de escolha do trabalhador foi modelado conforme um sistema linear de restrições com o objetivo principal de minimizar os custos do deslocamento. Foi elaborada uma aplicação empírica para as regiões metropolitanas do estado de São Paulo, onde foi possível concluir que em boa parte dos municípios estudados o movimento pendular não é factível. Concluiu-se também que há maior factibilidade no movimento pendular nas regiões metropolitanas localizadas ao Noroeste e Litoral Norte do estado.

Palavras-chave: Movimento pendular; Programação linear; Otimização.

ABSTRACT

This work aims to develop a methodological approach to measure the maximum distance over which commuting is feasible, taking into account the constraints faced by workers during the commuting decision process. The worker's choice problem was modeled according to a linear system of constraints with the main objective of minimizing commuting costs. An empirical application was made to the metropolitan regions of the state of São Paulo, where it was possible to conclude that commuting is not feasible in most of the municipalities studied. It was also concluded that commuting is more feasible in the metropolitan regions located in the northwest and north coast of the state.

Keywords: Commuting; Linear programming; Optimization.

1 Introdução

No âmbito das ciências sociais, os indivíduos fazem escolhas de acordo com as oportunidades e as restrições a eles impostas. Nesse contexto, as oportunidades podem ser mais escassas ou até mesmo inexistentes a depender do local em que o indivíduo reside. Assim sendo, caso o indivíduo racional resida em um local com oportunidades escassas ou inexistentes e considerando que esse indivíduo sempre busca se expor a um cenário de abundância de oportunidades, ele pode optar por mudar o seu local de residência ou deslocar-se continuamente do seu local de residência até um local com oportunidades abundantes.

*Universidade de Pernambuco

Quando este cenário é analisado do ponto de vista das oportunidades de trabalho, a segunda opção anteriormente descrita é conhecida como movimento pendular e descreve o deslocamento inter-regional dos indivíduos para fins de execução de atividades trabalhistas. Especificamente falando, o movimento pendular do trabalho ou migração pendular do trabalho descreve o comportamento dos ofertantes de mão de obra que os conduz à escolha de residir em um dado local e ofertar trabalho em um outro local diferente do seu local de residência, percorrendo periodicamente o trajeto de ida e volta entre os dois locais mencionados (DOWLAH; DOWLAH, 2020).

A literatura dispõe de análises empíricas que investigam tanto os fatores que conduzem a este movimento quanto as suas consequências socioeconômicas. Como o movimento pendular tende a ser mais intenso nas economias com maior extensão territorial e/ou maior desagregação da dependência administrativa estatal, é bastante comum se deparar com investigações empíricas acerca do movimento pendular no Brasil. Como exemplo, tem-se os estudos de Ramalho & Brito (2016), Zaslavsky & Goulart (2017), Brito *et al.* (2018), Aguiar & França (2023) e Santos & Filho (2024).

Entretanto, essas investigações geralmente são fundamentadas em abordagens estatísticas que modelam o movimento pendular como uma única equação em que a variável de interesse é explicada pelo somatório de variáveis explicativas ponderadas pelos seus respectivos coeficientes lineares, aderido de um termo de erro estocástico. Esta abordagem pode ser bastante útil e factível, mas despreza as restrições pelas quais os indivíduos são expostos durante o seu processo de decisão a respeito do movimento pendular.

O presente trabalho visa oferecer uma alternativa às abordagens metodologicamente deficitárias comumente usadas para investigar as decisões dos indivíduos a respeito da escolha de ofertar trabalho no seu local de residência ou realizar um movimento pendular rotineiramente. Com isso, o objetivo central deste estudo é elaborar uma abordagem metodológica que permita medir a distância máxima pela qual o movimento pendular é factível sem desconsiderar as principais restrições enfrentadas pelos ofertantes de trabalho durante o processo de decisão do deslocamento.

Portanto, este trabalho contribui com a literatura vigente a medida que aborda o processo de tomada de decisão pelo movimento pendular como um sistema geral de oportunidades e restrições, avançando na maneira pela qual o deslocamento cotidiano para a oferta de trabalho é metodologicamente abordado nos atuais estudos. Para este propósito, e visando ampliar o debate sobre o movimento pendular no Brasil, o presente trabalho dispõe de uma aplicação empírica da modelagem desenvolvida para o conjunto de municípios que compõem as regiões metropolitanas do estado de São Paulo. A aplicação da modelagem permitiu atribuir a cada município um limite máximo de distância pela qual os ofertantes de trabalho racionais escolheriam efetuar o movimento pendular em vez de ofertar trabalho no seu município de residência.

Os resultados desta aplicação empírica trazem importantes constatações que podem auxiliar na tomada de decisão dos ofertantes e dos demandantes de mão de obra na região abordada, ao passo que informa aos ofertantes até onde vale a pena se deslocar para desempenhar atividades trabalhistas, ao mesmo tempo que mostra aos demandantes de mão de obra os municípios onde há um maior fluxo de oferta de mão de obra em decorrência de uma maior factibilidade do movimento pendular.

O trabalho está subdividido em quatro seções, incluindo esta breve introdução. A seguir, tem-se uma seção que detalha a modelagem matemática do sistema de restrições e oportunidades que implicam na decisão acerca do movimento pendular. Na terceira seção tem-se os resultados da aplicação empírica realizada. Por fim, na quarta seção tem-se as considerações finais.

2 Metodologia

2.1 Modelando a viabilidade do deslocamento

Considere um trabalhador que reside no município i e trabalha em uma atividade j em um município $k \neq i$. Em um dado intervalo de tempo, o trabalhador se desloca T vezes de i a k . Seja $D_{i,k}$ a distância entre os municípios i e k , então considerando o intervalo de tempo estipulado, este trabalhador percorre uma distância $2 * T * D_{i,k}$, dada a suposição de que ele percorre periodicamente os trajetos de ida e volta. O trabalhador arca periodicamente com um custo do deslocamento ($CD_{i,k}$), que corresponde ao produto entre o preço do deslocamento ($PD_{i,k}$) e a distância total percorrida, isto é:

$$CD_{i,k} = PD_{i,k} * 2 * T * D_{i,k} \quad (1)$$

Para viabilizar esta restrição, suponha que o preço do deslocamento pode ser computado de acordo com a seguinte regra:

$$PD_{i,k} = \frac{D_{i,k} * PC_i(1 + \gamma)}{\delta} \quad (2)$$

Em que PC_i é o preço de uma unidade de combustível no i -ésimo município, δ é um fator de produtividade que busca mensurar a distância média percorrida com uma unidade de combustível e γ é um *markup* que busca capturar a margem de lucro a qual o trabalhador está sujeito quando ele usa meios de transporte de terceiros para realizar o deslocamento, de tal modo que, se o deslocamento é feito por meios próprios, então $\gamma = 0$. Adicionalmente, suponha que PC_i é definido exogenamente por um agente regulador.

Tendo cumprido uma jornada de trabalho de T períodos, o trabalhador recebe uma remuneração ($R_{j,k}$) que varia a depender do município de trabalho e da atividade que o trabalhador desempenha. Esta remuneração corresponde ao produto entre o número de períodos trabalhados e a remuneração periódica do trabalho ($W_{j,k}$), isto é:

$$R_{j,k} = T * W_{j,k} \quad (3)$$

Se o trabalhador faz face da racionalidade, então o deslocamento do município i para desempenhar atividades laborais no município k só é viável caso o retorno financeiro do trabalho supere o custo do deslocamento, isto é, a seguinte restrição de racionalidade deve ser obedecida:

$$R_{j,k} > CD_{i,k} \quad (4)$$

Além disso, só vale a pena se deslocar de i para k caso a diferença entre o retorno financeiro do trabalho e o custo do deslocamento seja superior ao retorno do trabalho no i -ésimo município, isto é:

$$R_{j,k} - CD_{i,k} > R_{j,i} \quad (5)$$

O trabalhador também se defronta com uma restrição de tempo. Para modelar esta restrição, suponha que o trabalhador aloca o seu tempo em atividades de trabalho (T) e lazer (L). Além disso, uma fração do tempo disponível é alocada no deslocamento (D) entre o município de moradia e o município de trabalho. Assim, a seguinte restrição de uso do tempo deve ser obedecida.

$$T = T + L + D \quad (6)$$

Se o trabalhador aloca o seu tempo em uma proporção t_T para o trabalho, t_L para o lazer e t_D para o deslocamento, então a restrição anterior pode ser escrita como:

$$\begin{aligned} \mathbf{T} &= t_T T \\ L &= t_L T \\ \mathbf{D} &= t_D T \end{aligned} \quad (7)$$

Com $t_T + t_L + t_D = 1$. Suponha também que o deslocamento para trabalho gera uma desutilidade (DD) ao trabalhador, a qual depende da distância e do custo, de tal modo que esta desutilidade pode ser escrita como uma restrição linear conforme a seguir.

$$DD_{i,k} = dd1_{i,k}D_{i,k} + dd2_{i,k}CD_{i,k} \quad \text{com} \quad dd1_{i,k} > 0 ; dd2_{i,k} > 0 ; DD_{i,i} = 0 \quad (8)$$

Em que $dd1_{i,k}$ e $dd2_{i,k}$ são parâmetros que medem o peso da distância e do custo de deslocamento, respectivamente, na desutilidade do deslocamento para o trabalho entre os municípios i e k . Esta restrição busca captar efeitos como o cansaço do deslocamento, a distância entre o trabalho e o lazer do trabalhador e o peso do deslocamento na remuneração líquida sobre a desutilidade do deslocamento. Assim, um trabalhador racional residente no município i escolherá um município k para ofertar trabalho que obedeça a seguinte restrição.

$$DD_{i,k} < DD_{m,k} \quad \forall m \in k \text{ com } m \neq k \quad (9)$$

Também é razoável supor que para cada município de residência existe um custo de vida e um custo das atividades de lazer. Neste caso, o trabalhador da j -ésima atividade econômica só se deslocará do município i para trabalhar no município k caso o rendimento do trabalho livre dos gastos com deslocamento no k -ésimo município seja capaz de cobrir as suas despesas com o custo de vida (CV) no i -ésimo município. Em termos formais, o trabalhador escolhe ofertar trabalho em um município que atenda a seguinte restrição:

$$R_{j,k} - CD_{i,k} > CV_i \quad (10)$$

Para este propósito, suponha que o custo de vida no i -ésimo município pode ser mensurado de acordo com uma relação linear com o custo de vida da capital estadual. Assim, seja $\bar{CV}_i$ o custo de vida da capital do estado a que pertence o i -ésimo município, então:

$$CV_i = acv_i \bar{CV}_i \quad (11)$$

Em que acv_i é o coeficiente angular da relação linear. Para mensurar a distância máxima pela qual vale a pena se deslocar do município i para trabalhar na atividade j em outro município, as restrições de igualdade são resolvidas com base em um modelo de programação linear em que o objetivo principal é:

$$\min \sum_{i,k} CD_{i,k} \quad (12)$$

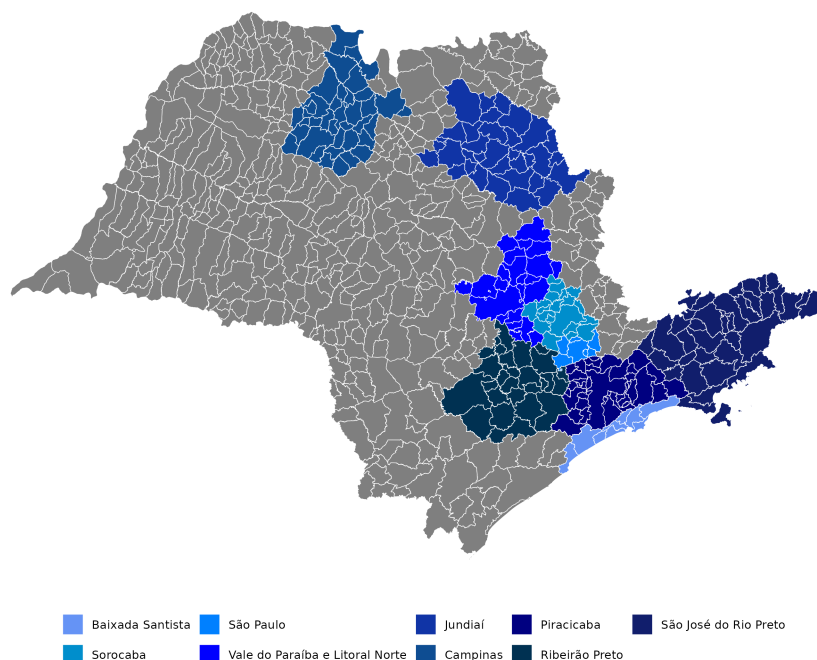
Após a resolução do problema de programação linear, o próximo passo é verificar para cada i -ésimo município, quais os k -ésimos municípios que atendem as restrições de desigualdade para cada j -ésima atividade econômica. Feito isso, calcula-se então a distância entre os municípios que atendem as restrições de desigualdade e o i -ésimo município, de modo a obter a maior distância que atende todas as restrições propostas no problema.

2.2 Área de estudo

A aplicação empírica do problema de programação linear é voltado para os municípios que compõem as Regiões Metropolitanas do estado de São Paulo (RMSPs), isto é, os subscritos i e k representam a indexação ao conjunto de municípios que pertencem a alguma das nove regiões metropolitanas do estado de São Paulo conforme especificado na Figura 1. Para tanto, buscou-se indexar o maior número de municípios possível de acordo com a disponibilidade de informações para o cálculo dos coeficientes lineares das equações do problema de programação linear. Assim, foram considerados 236 municípios, os quais dispõem de informações suficientes para cada um dos coeficientes lineares das equações especificadas na subseção anterior.

As RMSPs são definidas por regulamentações específicas do estado de São Paulo que compreendem um conjunto de onze leis complementares, sendo elas, a Lei Complementar Estadual 815/1996 (que institui a Região Metropolitana da Baixada Santista), a Lei Complementar Estadual 870/2000 (que cria a Região Metropolitana de Campinas), a Lei Complementar Estadual 1.139/2011 (que inclui um conjunto de municípios na RMSP então vigente com base em uma série de critérios estabelecidos), a Lei Complementar Estadual 1.166/2012 (que cria a região metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte), a Lei Complementar 1.234/2014 (que insere o Município de Morungaba na Região Metropolitana de Campinas), a Lei Complementar Estadual 1.241/2014 (que cria a Região Metropolitana de Sorocaba), a Lei Complementar 1.289/2016 (que insere o município de Itapetininga na Região Metropolitana de Sorocaba), a Lei Complementar Estadual 1.290/2016 (que cria a Região Metropolitana de Ribeirão Preto), a Lei Complementar Estadual 1.359/2021 (que cria a Região Metropolitana de São José do Rio Preto), a Lei Complementar Estadual 1.360/2021 (que cria a Região Metropolitana de Piracicaba) e a Lei Complementar Estadual 1.362/2021 (que cria a Região Metropolitana de Jundiaí).

Figura 1: Delimitação da área de estudo.



Fonte: Elaboração própria.

As (RMSPs) foram escolhidas em decorrência da importância desse conglomerado de municípios para com o fluxo de oferta e demanda por trabalho no Brasil. Com isso, a definição das RMSPs como área de interesse permite que a aplicação empírica do problema esteja focada em uma região de intenso movimento pendular, ao mesmo tempo que reduz o tamanho do problema de otimização, tornando a sua resolução menos onerosa e mais parcimoniosa.

O subscrito j , por sua vez, corresponde à indexação a um conjunto de quatro atividades econômicas, sendo elas, a agropecuária, a indústria, o setor de serviços e uma atividade econômica denominada de "Outros" criada para agrupar os demais setores que não são diretamente representados pelas atividades mencionadas.

2.3 Parametrização do modelo

Para viabilizar a resolução do problema de programação linear é preciso informar os valores dos coeficientes lineares das equações. Para este propósito, considerou-se o horizonte de um mês de trabalho com base na suposição de que dentro deste horizonte o trabalhador exerce atividades trabalhistas durante 22 dias, isto é, considerou-se $T = 22$. Para medir a distância entre os municípios ($D_{i,k}$) foi elaborada uma matriz de distância euclidiana entre os centroides dos municípios considerados com base na malha cartográfica disponibilizada pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SAEDE, 2021).

Em relação ao preço de uma unidade de combustível no i -ésimo município (PC_i), considerou-se a suposição de que dentro do estado não existem diferenças significativas nesta medida, de modo que a média cobrada no estado pode ser considerada como uma boa aproximação para o preço do combustível em cada município do estado. Com base nesta suposição, utilizou-se a média de preços da gasolina cobrada pelos postos brasileiros disponibilizada pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) durante o ano de 2019. Ainda sobre as restrições de deslocamento, considerou-se uma produtividade do combustível igual a dez ($\delta = 10$)¹. Além disso, considerou-se o caso em que os ofertantes de trabalho realizam o movimento pendular com meios de transporte próprio, isto é, considerou-se a ocasião em que $\gamma = 0$.

A remuneração do trabalho da j -ésima atividade econômica no k -ésimo município ($W_{j,k}$) foi computada com base na remuneração média anual reportada na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) referente ao ano de 2019, considerando as suposições de tempo de trabalho anteriormente informadas.

Supõe-se que em cada dia, o trabalhador dedica oito horas às atividades trabalhistas e oito horas às atividades de lazer, restando oito horas para efetuar o deslocamento. Esta suposição implica em $t_T = t_L = t_D = 0.33$.

O coeficiente linear da equação do custo de vida (Equação 11) foi calculado com base na suposição de que quanto maior a distância para a capital estadual, menor será o custo de vida relativo à capital. Com isso, o valor do referido coeficiente foi calculado com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) ponderado pelo quadrado da distância euclidiana inversa entre cada município e a capital do estado de São Paulo, de tal modo que o peso atribuído à capital estadual corresponde à unidade.

Para calcular o coeficiente linear da distância em relação à desutilidade do deslocamento ($dd1_{i,k}$) considerou-se a proporção que o tempo médio de viagem entre o i -ésimo e o j -ésimo municípios representa no tempo total dedicado ao deslocamento e ao trabalho. Além disso, o coeficiente linear do custo do deslocamento em relação à desutilidade do deslocamento ($dd2_{i,k}$) foi calculado de acordo com a proporção do gasto com combustível ($PC_i D_{i,k} / \delta$) e a média salarial do k -ésimo município. Este valor

¹ Seria o equivalente a supor que em média uma unidade de combustível é suficiente para percorrer um total de dez quilômetros.

busca capturar a proporção da remuneração do trabalho que o trabalhador deixa de gastar com bens de lazer para arcar com os custos do deslocamento. Para evitar eventuais erros de medida, os coeficientes $dd1$ e $dd2$ foram transformados em índices de base 1, onde em cada linha da matriz $i \times k$, cada valor foi ponderado pelo valor máximo da linha, de tal modo que o máximo valor observado passa a assumir o valor unitário.

A aplicação empírica do problema de programação linear para as RMSPs resulta em um sistema linear com 169451 equações e 166620 variáveis. O problema foi resolvido por meio da utilização do método simplex utilizando o algoritmo GLPK. Todos os detalhes a cerca da parametrização e da resolução do problema podem ser solicitados por meio de uma requisição por meio de correio eletrônico junto ao autor.

3 Resultados

Para que o movimento pendular seja considerado factível para um ofertante de trabalho racional, é preciso que todas as restrições propostas sejam atendidas. Dado que a resolução das restrições de igualdade foi factível, permitindo, com isso, o cálculo das variáveis de interesse para o ofertante de trabalho, então é preciso que os valores obtidos para essas variáveis estejam em acordo com as restrições de desigualdade consideradas no problema. Sendo assim, para cada i -ésimo município, caso nenhum dos k municípios atenda todas as restrições de desigualdade para a j -ésima atividade econômica, então o ofertante de trabalho racional preferirá ofertar trabalho no seu município de residência em detrimento da escolha de realizar o movimento pendular para atuar na j -ésima atividade em outro município.

Para demonstrar a participação das restrições de desigualdade na decisão do ofertante de trabalho pelo movimento pendular, a [Tabela 1](#) mostra a porcentagem média dos k municípios que atenderam as restrições de desigualdade para cada i -ésimo município e cada j -ésima atividade econômica considerada. Os resultados demonstram que o maior entrave que atua na rejeição do movimento pendular pelos ofertantes de trabalho está associado à necessidade de que a desutilidade do deslocamento seja a menor possível dentre o conjunto $i \notin k = \{1, 2, \dots, 235\}$ municípios. Este resultado é tido como esperado dado que, se a restrição impõe ao trabalhador que ele escolha o município com menor desutilidade do deslocamento possível para efetuar o movimento pendular, então para cada i -ésimo município haverá apenas 1 de 235 municípios que apresentará desutilidade mínima para o deslocamento, o que corresponde a um total de aproximadamente 0.4% dos municípios contidos no conjunto k .

A necessidade de que o retorno líquido do trabalho (descontando-se os custos do deslocamento) seja suficiente para cobrir o custo de vida do trabalhador no seu local de residência também tem uma grande participação na rejeição do movimento pendular pelos ofertantes de trabalho, uma vez que em média, boa parte dos municípios não satisfazem a [Equação 10](#). Com isso, os resultados sugerem que mesmo com um maior retorno do trabalho em um k -ésimo município diferente do i -ésimo município de residência, o trabalhador racional ainda precisaria de compensações voltadas para os seus gastos com deslocamento para tornar o retorno líquido do trabalho no k -ésimo município suficiente para cobrir o seu custo de vida no seu local de residência. Esta sugestão segue as constatações presentes na literatura a respeito da relação entre a compensação dos custos do deslocamento e a viabilidade da oferta de trabalho, como pode ser visto em [Stephens Jr \(2002\)](#), [Hardoy & Schøne \(2014\)](#) e [Lachowska, Mas & Woodbury \(2020\)](#).

Tabela 1: Porcentagem de municípios que atendem às restrições de desigualdade.

	Equação 4	Equação 5	Equação 9	Equação 10
Agricultura	100%	74.8%	0.4%	69%
Indústria	100%	75.4%	0.4%	57.7%
Serviços	100%	75.5%	0.4%	55.1%
Outros	100%	76.3%	0.4%	66.5%

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do problema de otimização.

Se 100% dos k municípios obedecem a uma dada restrição de desigualdade imposta ao município i , então isso indica que não há quaisquer impedimentos capazes de inviabilizar o deslocamento de qualquer i -ésimo município para qualquer k -ésimo outro município para ofertar trabalho na j -ésima atividade econômica. Assim sendo, conforme a porcentagem de municípios que atendem a uma dada restrição de desigualdade aumenta, então espera-se que a distância pela qual o movimento pendular é factível tenda ao valor máximo observado na matriz $i \times k$ de distância euclidiana ($D_{i,k}$). Analogamente, quando o número de municípios que atendem às restrições de desigualdade se aproxima da nulidade, então espera-se que a distância máxima que viabiliza o movimento pendular tenda a nulidade.

Para demonstrar como se dá essa relação entre o cumprimento das restrições de desigualdade e a distância que viabiliza o movimento pendular, elaborou-se a [Tabela 2](#) contendo os padrões de distância máxima obtidos para cada restrição de desigualdade após a solução do problema de otimização. Os valores expostos na tabela indicam a porcentagem média dos municípios contidos no conjunto $k \neq i = \{1, 2, \dots, 235\}$ que satisfazem às restrições impostas aos municípios contidos no conjunto $i = \{i, 2, \dots, 236\}$. Note que no caso da [Equação 4](#), quando 100% dos municípios atendem as restrições de desigualdade, a distância máxima que viabiliza o movimento pendular é de 664.4 Km, o que corresponde à distância máxima observada na matriz de distância euclidiana (distância entre Bananal - SP (Considerado no conjunto de municípios que compõem a RMSP na Lei Complementar Estadual nº 1.166 de 09 de janeiro de 2012)² e Zacarias - SP (Considerado no conjunto de municípios que compõem a RMSP na Lei Complementar Estadual nº 1.359 de 24 de agosto de 2021)³).

Na [Equação 9](#), entretanto, quando em média apenas 0.4% dos k municípios atendem à restrição imposta ao i -ésimo município, a distância máxima que viabiliza o movimento pendular é relativamente pequena quando comparado com as demais restrições. Este resultado advém do fato de que embora haja algum k -ésimo município atendendo à restrição de desutilidade do deslocamento para o i -ésimo município, o conjunto formado por esses k municípios possui poucos elementos, os quais correspondem aos locais relativamente próximos ao município de residência do ofertante de trabalho. O oposto pode explicar a elevada distância máxima ao mesmo tempo em que ocorre um baixo percentual de município atendendo a restrição imposta na [Equação 10](#).

²Ver <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2012/lei.complementar-1166-09.01.2012.html>>.

³Ver <<https://www.al.sp.gov.br/norma/199661>>

Tabela 2: Padrões de distância máxima para cada restrição de desigualdade (Km).

	Equação 4			Equação 5			Equação 9			Equação 10		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Agricultura	449.9	329.4	646.9	413.4	242.9	646.9	30.6	3.4	275.5	529.4	363.2	646.9
Indústria	449.9	329.4	646.9	421.1	154.7	646.9	30.6	3.4	275.5	504.3	332.6	646.9
Serviços	449.9	329.4	646.9	412.8	21.6	643.3	30.6	3.4	275.5	505	332.6	646.9
Outros	449.9	329.4	646.9	407.2	86.6	646.9	30.6	3.4	275.5	522.8	336.3	646.9

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do problema de otimização

Tendo resolvido o problema de otimização e verificado os municípios que atendem todas as restrições de desigualdade, o próximo passo é analisar o comportamento das variáveis do problema que tornam o movimento pendular factível. A [Figura 2](#) mostra a distância máxima pela qual vale a pena se deslocar para ofertar trabalho em vez de trabalhar no município de residência. Os resultados demonstram que em boa parte dos municípios que compõem as RMSPs não vale a pena fazer o movimento pendular, uma vez que na maioria dos municípios as restrições de desigualdade não são plenamente atendidas. Especificamente, o movimento pendular com meio próprio de transporte só é racionalmente factível em 29% dos municípios para a agricultura, 40% dos municípios para a indústria, 43% dos municípios para o setor de serviços e 31% dos municípios para as outras atividades econômicas.

Note que na agricultura há uma menor factibilidade do movimento pendular, enquanto no setor de serviços o deslocamento intermunicipal para a oferta de trabalho é mais viável. Este resultado sugere que os trabalhadores que ofertam trabalho no setor agrícola estão mais limitados às opções locais de emprego, enquanto os trabalhadores que atuam no setor de serviços possuem uma capacidade de ofertar trabalho em uma maior abrangência geográfica. A explicação para este fato pode estar nos diferenciais de rendimento existente entre os trabalhos agrícolas e não agrícolas, dado que, em média o rendimento do trabalho agrícola costuma ser menor do que a remuneração do trabalho aplicada em outras atividades econômicas conforme mencionado por [Sundaram \(2008\)](#), [Jonasson \(2009\)](#) e [Emerick et al. \(2023\)](#).

É fácil notar que em sua grande maioria, os municípios pelos quais o movimento pendular é viável estão concentrados nas regiões metropolitanas de São José do Rio Preto, no Vale do Paraíba e Litoral Norte e na região metropolitana de Ribeirão Preto. Este resultado traz importantes sugestões tanto para os ofertantes quando para os demandantes de trabalho no estado de São Paulo. Do lado dos ofertantes, este resultado pode fornecer indícios de que caso o trabalhador opte por residir em algum município situado nas RMSPs anteriormente mencionadas, então provavelmente ele deve considerar a opção de se deslocar rotineiramente para trabalhar em um outro município caso ele almeje melhores rendimentos. Do lado dos demandantes, por sua vez, os resultados podem sugerir que instalar as suas plantas de produção nas RMSPs anteriormente mencionadas pode expor a firma a um cenário de maior oferta de mão de obra, dado que, tanto os trabalhadores do município específico em que a planta foi instalada quanto os trabalhadores dos municípios vizinhos estarão plenamente dispostos a ofertar trabalho no município pelo qual deu-se a instalação da planta de produção.

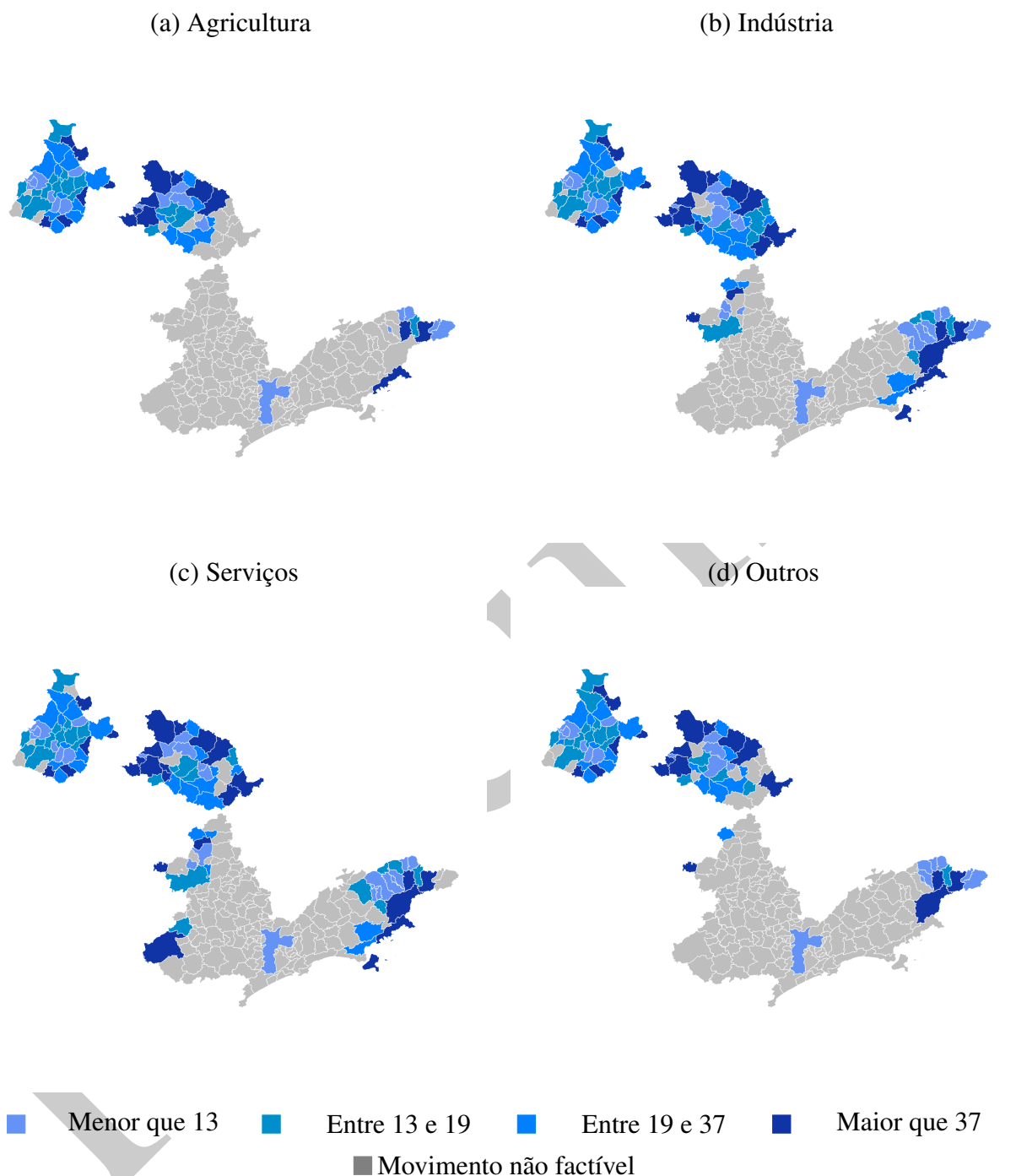
Os resultados ainda demonstram que a distância máxima que torna factível o movimento pendular muda de acordo com o município de interesse e a atividade econômica. Além disso, os resultados mostram que nem sempre os municípios circunvizinhos são as melhores escolhas para realizar o movimento pendular de oferta de trabalho, uma vez que para as quatro atividades econômicas consideradas, a distância máxima que permite um movimento pendular racional é de 275.5 quilômetros, que corresponde à distância observada entre os municípios de Itaíba, na Região Metropolitana de Campinas e Severínia na Região Metropolitana de São José do Rio Preto. Como a distância máxima viável para o deslocamento

pendular entre os referidos municípios é consideravelmente grande, os achados podem demonstrar que a oferta de mão de obra em Severínia e/ou Itaíba provavelmente está sujeita a um baixo rendimento do trabalho ao mesmo tempo em que os trabalhadores são expostos a um elevado custo de vida e uma baixa desutilidade do deslocamento em comparação com os demais municípios das RMSPs.

Em contraponto a esta constatação estão os municípios de Lorena e Canas, na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, os quais detêm a menor distância capaz de viabilizar o movimento pendular para a oferta de trabalho que é de 5.4 quilômetros. Para estes municípios, reduções mínimas na remuneração do trabalho ou pequenas elevações no custo do deslocamento ou na desutilidade do deslocamento inviabilizariam o movimento pendular, condicionando-o à necessidade de complementações salariais.

A partir do cálculo da distância máxima que viabiliza o movimento pendular também é possível concluir que a maioria dos municípios onde o deslocamento intermunicipal cotidiano para oferta de trabalho não é factível estão localizados na Região Metropolitana de São Paulo, na Região Metropolitana de Sorocaba e na Região Metropolitana de Campinas. Especificamente na Região Metropolitana de São Paulo, os resultados demonstram que para 100% dos municípios, o movimento pendular não é racionalmente viável para nenhuma das atividades econômicas analisadas, dado que, caso o trabalhador optasse por se deslocar diariamente para ofertar trabalho em outro município que não seja o seu município de residência, então ele deveria aceitar que pelo menos uma das restrições de desigualdade impostas no problema de otimização fosse violada. Na Região Metropolitana de Sorocaba, por sua vez, o movimento pendular só é racionalmente factível quando se trata do setor de serviços, de tal modo que, mesmo neste caso não seria racionalmente viável realizar o deslocamento intermunicipal cotidiano para ofertar trabalho no setor de serviços em aproximadamente 93% dos municípios que compõem a referida RMSP.

Figura 2: Distância máxima (km) pela qual vale a pena realizar o movimento pendular com meio de transporte próprio.



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do problema de otimização.

Como consequência deste resultado, conclui-se que ao contratar um trabalhador na Região Metropolitana de São Paulo, na Região Metropolitana de Sorocaba e na Região Metropolitana de Campinas, os demandantes de trabalho devem estar cientes do município de residência dos contratados caso queiram minimizar os seus custos com compensações salariais de deslocamento. De modo análogo, ao optar por

trabalhar em um município diferente do seu local de residência, os ofertantes de trabalho residentes nas referidas RMSPs devem estar cientes do fato de que para que esta escolha seja racionalmente viável, é preciso que o rendimento do trabalho seja complementado com valores suficientes para compensar as diferenças de custo de vida, custo do deslocamento e desutilidade do deslocamento entre o município de residência e o município em que ocorre a oferta de trabalho.

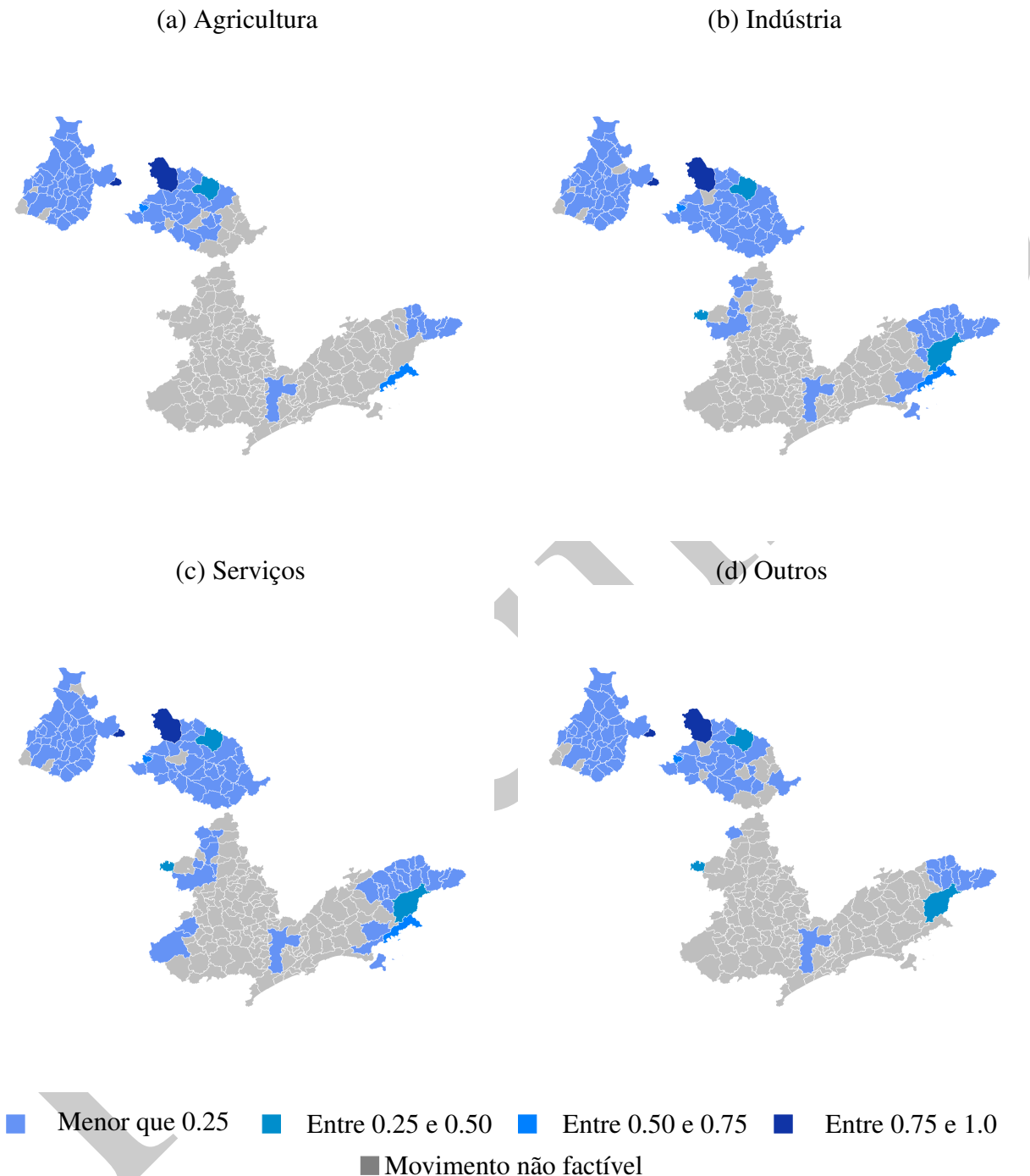
Entretanto, se o objetivo é minimizar o custo do deslocamento, é interessante conhecer onde estão os municípios em que o movimento pendular é menos dispendioso. Para este propósito, elaborou-se a [Figura 3](#) que mostra a dispersão espacial do custo mínimo do deslocamento nos municípios em que o movimento pendular é factível. O cálculo foi feito escolhendo-se o k -ésimo município com mínimo custo do deslocamento para cada i -ésimo município específico e cada j -ésima atividade econômica. Para facilitar a relativização entre os municípios e evitar eventuais erros de medida, o custo do deslocamento foi ponderado pelo máximo valor em observado, de tal modo que o custo mínimo assume valor unitário e a escala da figura tende a zero conforme os valores se distanciam do custo mínimo do deslocamento.

Os resultados demonstram que para qualquer uma das quatro RMSPs analisadas, o menor custo mínimo do deslocamento que viabiliza o movimento pendular ocorre no município de Canas, localizado na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Este custo equivale ao dispêndio do deslocamento para o município de Lorena, localizado na mesma RMSP. Em contrapartida, o município de Severínia, localizado na Região Metropolitana de São José do Rio Preto detém o maior custo mínimo do deslocamento dentre todos os municípios onde há factibilidade no movimento pendular, o que corresponde ao dispêndio obtido com o deslocamento para o município de Itatiba, localizado na Região Metropolitana de Campinas.

Considerando o ponto de vista do demandante de trabalho, este resultado demonstra que caso as plantas de produção estejam instaladas em Lorena - SP e caso seja necessário contratar mão de obra de outro município, então o ideal seria buscar ofertantes de trabalho residentes em Canas - SP, dado que neste caso existiria um menor risco da necessidade de compensar financeiramente o trabalhador por aumentos nos custos dos deslocamento decorrentes de eventuais mudanças exógenas que possam ocorrer na economia local. Da perspectiva do ofertante de trabalho, os resultados retornam a importante constatação de que existem muitos municípios além de Severínia - SP onde é possível realizar o movimento pendular com um menor custo, de modo que esta informação pode auxiliar o trabalhador nas suas decisões de moradia e locomoção.

Em síntese, a inviabilidade do movimento pendular na grande maioria dos municípios localizados nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Sorocaba e Campinas está de acordo com o esperado dado que alguns estudos disponíveis na literatura indicam que as referidas regiões dispõem de impasses que dificultam a mobilidade local e encarecem o deslocamento. [Vasconcellos \(2005\)](#), por exemplo, relatou as dificuldades relacionadas à mobilidade urbana e o baixo nível de modernização dos sistemas de transporte urbano do estado, o que dificulta a locomoção em locais onde a demanda por serviços de transporte é mais intensa. Além disso, [Fontoura, Chaves & Ribeiro \(2019\)](#) constataram que as tentativas de implementação de melhorias no sistema de transporte do estado por parte do setor público não têm obtido efeitos satisfatórios no estado de São Paulo como um todo, o que tende a elevar os custos de deslocamento e dificultar a mobilidade pendular nos municípios com maior fluxo de transporte.

Figura 3: Custo de deslocamento mínimo capaz de viabilizar o movimento pendular com meio de transporte próprio (Índice: mínimo = 1)



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do problema de otimização.

A obtenção dos valores das variáveis por meio da solução do problema de programação linear também permite visualizar em cada i -ésimo município os rendimentos do trabalho livres dos gastos com o movimento pendular para cada k -ésimo município e cada j -ésima atividade econômica. Para sintetizar estas informações e permitir uma melhor visualização deste valores, elaborou-se a [Figura 4](#),

a qual dispõe o máximo valor obtido para cada município das RMSPs referentes ao rendimento líquido do trabalho. Os valores dispostos na figura dizem respeito ao maior rendimento do trabalho para cada i -ésimo município descontando os gastos com deslocamento para o k -ésimo município para cada uma das quatro atividades econômicas consideradas no problema de otimização. Com o objetivo de melhorar a comparação de valores e evitar erros de medida, os rendimentos líquidos foram ponderados pelo máximo valor observado, de tal modo que o rendimento máximo assume valor unitário.

Os resultados demonstram que visualmente há uma dispersão aleatória do rendimento líquido máximo para as atividades econômicas consideradas. Também é fácil visualizar que a depender da atividade econômica, o rendimento líquido máximo é maior em municípios de RMSPs específicas, por exemplo, no que diz respeito à agricultura, o setor de serviços e as outras atividades econômicas, os maiores rendimentos máximos ocorrem em municípios da Região Metropolitana de São José do Rio Preto, no Noroeste do estado. No que diz respeito à indústria, os resultados mostram uma dispersão generalizada dos maiores rendimentos líquidos máximos em todas as regiões com movimento pendular factível.

De acordo com os resultados, o maior rendimento líquido máximo advindo do movimento pendular para ofertar trabalho na agricultura ocorre no município de Barrinha, localizado na Região Metropolitana de Ribeirão Preto. Este valor corresponde ao rendimento do trabalho descontando-se os gastos com deslocamento para o município de Pradópolis, localizado na mesma região metropolitana e em contiguidade com Barrinha. Já na indústria, o maior rendimento líquido máximo do trabalho ocorre no município de Campo Limpo Paulista, localizado na Região Metropolitana de Jundiaí. Este valor corresponde ao retorno do trabalho tendo descontado os gastos com deslocamento para o município de Francisco Morato, localizado na Região Metropolitana de São Paulo, mas mantendo, porém, fronteira física com o município de Campo Limpo Paulista.

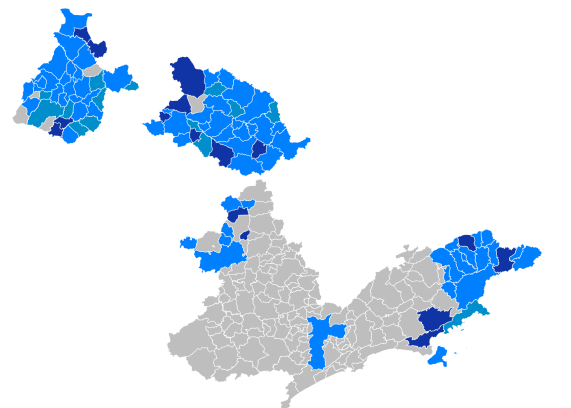
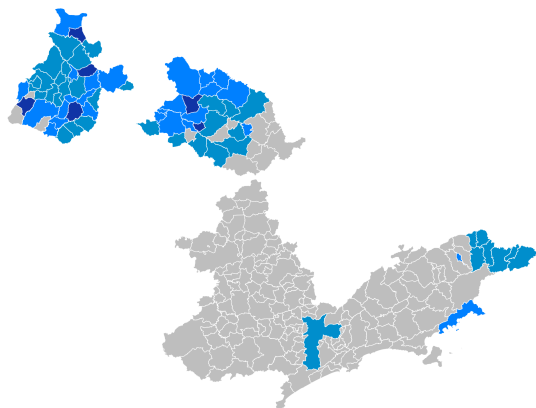
No que diz respeito ao setor de serviços, os resultados demonstram que o máximo rendimento líquido provindo do movimento pendular ocorre no município de Itapevi, localizado na Região Metropolitana de São Paulo. Este valor corresponde ao rendimento líquido do trabalho desconconsiderando os gastos com deslocamento para o município de Vargem Grande Paulista, localizado na mesma região Metropolitana e em contiguidade com o município de Itapevi. Em relação às outras atividades econômicas, o máximo rendimento líquido ocorre no município de Planalto, localizado na Região Metropolitana de São José do Rio Preto. Este valor corresponde ao retorno do trabalho desconconsiderando os gastos com deslocamento para o município de União Paulista localizado na mesma região Metropolitana e com fronteira física com o município de Planalto.

Note que os maiores retornos líquidos advindos do movimento pendular ocorrem em municípios fronteirísticos independente da atividade econômica de interesse. Esta constatação fornece indicativos de que caso o ofertante de trabalho opte por realizar o movimento pendular em vez de trabalhar no seu município de residência, então é preferível que o deslocamento ocorra entre municípios próximos. Esta constatação pode ser explicada pelo possível fato de que os rendimentos do trabalho não crescem em um patamar suficiente para prover ganhos ligeiramente acima dos gastos com transporte conforme a distância entre os municípios aumenta. Neste caso, apesar de existir factibilidade no movimento pendular entre municípios distantes, o ofertante de trabalho racional optaria por efetuar o movimento pendular para um município próximo em decorrência do processo de minimização dos gastos com deslocamento.

Figura 4: Rendimento líquido máximo (Índice: máximo = 1)

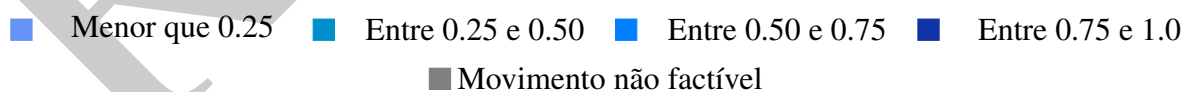
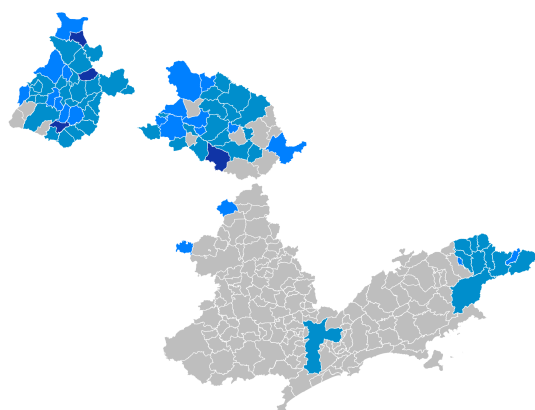
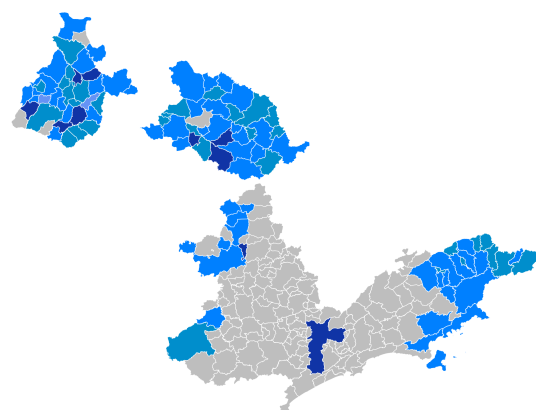
(a) Agricultura

(b) Indústria



(c) Serviços

(d) Outros



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do problema de otimização.

4 Considerações finais

Este trabalho buscou elaborar uma abordagem metodológica capaz de responder questões associadas à decisão de deslocamento para oferta de trabalho com intuito de medir a distância máxima pela

qual o movimento pendular é factível. A modelagem elaborada consistiu em um problema de otimização pautado na suposição de que as restrições enfrentadas pelos trabalhadores podem ser expressas por equações lineares. Tendo checado a viabilidade matemática do problema, elaborou-se uma aplicação para os municípios que compõem as RMSPs de onde foi possível tomar importantes constatações sobre as decisões de deslocamento para oferta de trabalho na referida área de estudo.

Os resultados da aplicação empírica do problema de programação linear permitiram concluir que a grande maioria dos municípios pelos quais o movimento pendular é viável estão concentrados nas regiões metropolitanas de São José do Rio Preto, no Vale do Paraíba e Litoral Norte e na região metropolitana de Ribeirão Preto. O problema de otimização ainda permitiu concluir que dentre os municípios em que há factibilidade no movimento pendular, a distância máxima pela qual o deslocamento é viável é de 275.5 quilômetros, o que corresponde à distância percorrida pelo trabalhador que sai de Itaíba para ofertar trabalho em Severínia.

As constatações obtidas com a aplicação do problema de otimização ainda permitiram concluir que o maior entrave que gera inviabilidades no movimento pendular está associado com as restrições de desutilidade do deslocamento, o que indica que eventuais mudanças que venham a reduzir esta desutilidade como melhorias no sistema local de transporte poderiam ampliar o número de municípios com movimento pendular factível.

No entanto, é preciso atentar-se para algumas limitações existentes na modelagem proposta neste estudo. Primeiro, a suposição de linearidade das restrições pode reduzir a representatividade dos resultados encontrados. Segundo, os valores dos coeficientes lineares das equações considerados na aplicação empírica do problema devem ser tratados como aproximações para os verdadeiros valores dos coeficientes lineares, o que limita a capacidade de resposta da resolução do problema. Por fim, conforme mais elementos são adicionados nos conjuntos i , k e j , mais dispendioso será o processo de resolução do problema, o que pode inviabilizar a aplicação da modelagem para um número suficientemente grande de municípios e atividades econômicas.

Dito isto, espera-se que este estudo possa contribuir com o debate acerca dos locais em que os trabalhadores escolhem para realizar a oferta de trabalho. Espera-se também que futuros trabalhos possam apresentar contrapontos e desenvolver eventuais melhorias na modelagem aqui proposta. Neste âmbito, sugere-se que pesquisas futuras avancem na implementação de restrições não lineares e no desenvolvimento de uma modelagem matemática dinâmica do problema de otimização.

Referências

AGUIAR, M. A. S. de; FRANÇA, J. M. S. de. Abordagem hierárquico-espacial da mobilidade pendular para trabalho: Evidências para o estado do ceará. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 17, n. 1, p. 36–62, 2023.

BRITO, D. J. M. de; AMARAL, M. V.; HERMETO, A. M. *et al.* Mobilidade pendular na região metropolitana de belo horizonte: uma investigação dos diferenciais de rendimento do trabalho. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 12, n. 4, p. 477–503, 2018.

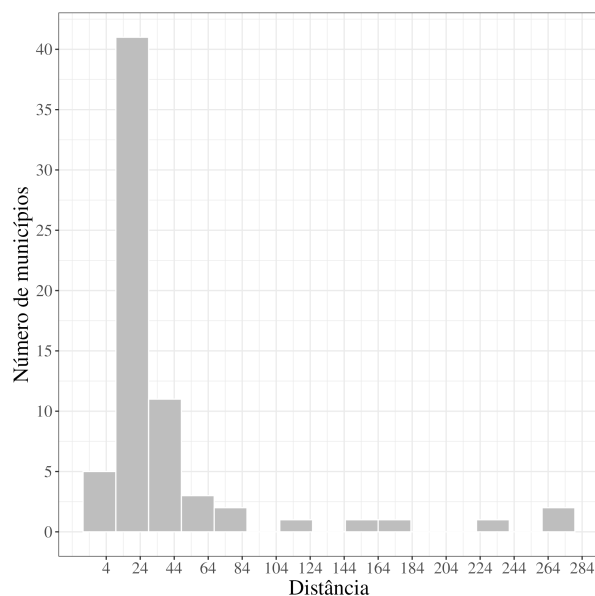
DOWLAH, C.; DOWLAH, C. Temporary cross-border labor mobility since world war i. *Cross-Border Labor Mobility: Historical and Contemporary Perspectives*, Springer, p. 141–168, 2020.

- EMERICK, K.; BAYSAN, C.; DAR, M. H.; LI, Z.; SADOULET, E. The agricultural wage gap within rural villages. *Available at SSRN 4587152*, 2023.
- FONTOURA, W. B.; CHAVES, G. d. L. D.; RIBEIRO, G. M. The brazilian urban mobility policy: The impact in são paulo transport system using system dynamics. *Transport policy*, Elsevier, v. 73, p. 51–61, 2019.
- HARDOY, I.; SCHØNE, P. Displacement and household adaptation: insured by the spouse or the state? *Journal of Population Economics*, Springer, v. 27, p. 683–703, 2014.
- JONASSON, E. *Earnings Differentials in the Rural Labour Market: Does Non-Agricultural Employment Pay Better?* [S.l.], 2009.
- LACHOWSKA, M.; MAS, A.; WOODBURY, S. A. Sources of displaced workers' long-term earnings losses. *American Economic Review*, American Economic Association 2014 Broadway, Suite 305, Nashville, TN 37203, v. 110, n. 10, p. 3231–3266, 2020.
- RAMALHO, H. M. d. B.; BRITO, D. J. M. d. Migração intrametropolitana e mobilidade pendular: evidências para a região metropolitana do recife. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 46, p. 823–877, 2016.
- SAEDE. *Regiões Metropolitanas SEADE - 2021*. [S.l.]: Governo do Estado de São Paulo, 2021. Disponível em <<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/geoportail/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7BA283E810-F904-4D36-B935-FFCD90455802%7D>>, acessado em 21/07/2024.
- SANTOS, R. S. G. dos; FILHO, L. A. da S. Pendular mobility and income differentials in formal work in ceara, brazil. *The Indian Journal of Labour Economics*, Springer, p. 1–28, 2024.
- STEPHENS JR, M. Worker displacement and the added worker effect. *Journal of Labor Economics*, The University of Chicago Press, v. 20, n. 3, p. 504–537, 2002.
- SUNDARAM, K. Employment, wages and poverty in the non-agricultural sector: All-india, 2000-05. *Economic and Political Weekly*, JSTOR, p. 91–99, 2008.
- VASCONCELLOS, E. A. D. Urban change, mobility and transport in são paulo: three decades, three cities. *Transport Policy*, Elsevier, v. 12, n. 2, p. 91–104, 2005.
- ZASLAVSKY, R.; GOULART, B. N. G. d. Migração pendular e atenção à saúde na região de fronteira. *Ciência & Saúde Coletiva*, SciELO Brasil, v. 22, p. 3981–3986, 2017.

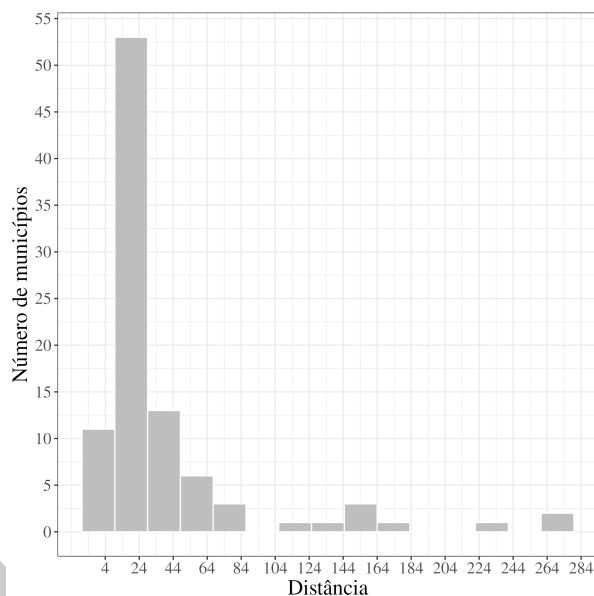
Apêndices

A1: Dispersão da distância máxima que viabiliza do movimento pendular.

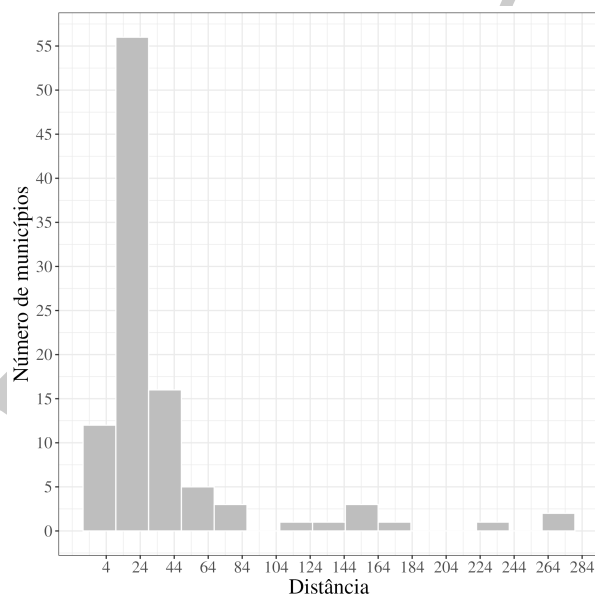
(a) Agricultura



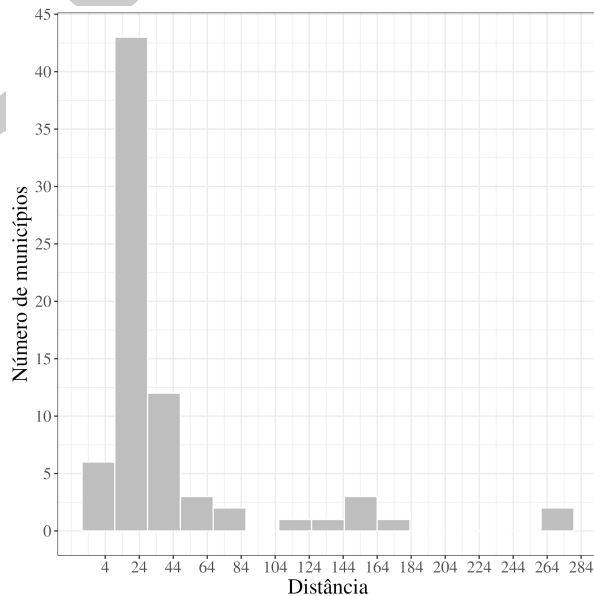
(b) Indústria



(c) Serviços



(d) Outros



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do problema de programação linear.

A2: Escolha ótima do movimento pendular da agricultura.

<i>i</i>	<i>k</i>	<i>i</i>	<i>k</i>
3500204	3557154	3532702	3532504
3501004	3514601	3532801	3524501
3503158	3504909	3533007	3553401
3503505	3549607	3533601	3507803
3504602	3532504	3533908	3551900
3504800	3532504	3534005	3517505
3504909	3503158	3534203	3531407
3505609	3553203	3534302	3509403
3505906	3519071	3535002	3536604
3507803	3533601	3536604	3534203
3509957	3527207	3539509	3534302
3511300	3517505	3539608	3557154
3514601	3543402	3539905	3531407
3517505	3511300	3540200	3551702
3518602	3540903	3540804	3504602
3518859	3543402	3541901	3526605
3519402	3549805	3543402	3513108
3519808	3555604	3544806	3532801
3521150	3533007	3544905	3525102
3521507	3532504	3546256	3507803
3524303	3511706	3549607	3526605
3524501	3532801	3549805	3530300
3525102	3544905	3550308	3513801
3525706	3532702	3550902	3527603
3526605	3541901	3551405	3551504
3527603	3550902	3551702	3540903
3528106	3539905	3551900	3523404
3529500	3556008	3552007	3544301
3530300	3549805	3553203	3503802
3530409	3524501	3553401	3533007
3531308	3514601	3553658	3553203
3531407	3539905	3555406	3556453
3531902	3549953	3555604	3519808
3532504	3532702	3556008	3529500

Ver códigos em <<https://www.ibge.gov.br/explica/codigos-dos-municipios.php>>.

A3: Escolha ótima do movimento pendular da indústria.

<i>i</i>	<i>k</i>	<i>i</i>	<i>k</i>	<i>i</i>	<i>k</i>	<i>i</i>	<i>k</i>
3500204	3557154	3517505	3511300	3531407	3539905	3546207	3546702
3501004	3514601	3518404	3502507	3531902	3549953	3546256	3507803
3502002	3521101	3518602	3540903	3532306	3510500	3546702	3543907
3502507	3518404	3518859	3543402	3532504	3532702	3547007	3547908
3503158	3504909	3519402	3549805	3532702	3532504	3547502	3553302
3503505	3549607	3519808	3555604	3532801	3524501	3547601	3509403
3504602	3532504	3520400	3555406	3533007	3553401	3547908	3510906
3504800	3532504	3521101	3511706	3533601	3507803	3549607	3526605
3504909	3503158	3521150	3533007	3533908	3551900	3549805	3530300
3505609	3553203	3521507	3532504	3534203	3531407	3550308	3513801
3505906	3519071	3524303	3511706	3534302	3509403	3550902	3527603
3507803	3533601	3524501	3532801	3535002	3536604	3551405	3551504
3508603	3509957	3525102	3544905	3536604	3534203	3551504	3551405
3509403	3547601	3525706	3532702	3538501	3518404	3551702	3540903
3509957	3527207	3526308	3502507	3538709	3500600	3551900	3523404
3510500	3532306	3526605	3541901	3539509	3534302	3552007	3544301
3510906	3546256	3527207	3509957	3539608	3557154	3553203	3503802
3511300	3517505	3527603	3550902	3539905	3531407	3553302	3526902
3511706	3521101	3528106	3539905	3540804	3504602	3553401	3533007
3512704	3501608	3529500	3556008	3540903	3507803	3553658	3553203
3513108	3527603	3530300	3549805	3541901	3526605	3555406	3556453
3513405	3526605	3530409	3524501	3543402	3513108	3555604	3519808
3513603	3523107	3530508	3538709	3544806	3532801	3556008	3529500
3514601	3543402	3531308	3514601	3544905	3525102		

Ver códigos em <<https://www.ibge.gov.br/explica/codigos-dos-municipios.php>>.

A4: Escolha ótima do movimento pendular do setor de serviços

<i>i</i>	<i>k</i>	<i>i</i>	<i>k</i>	<i>i</i>	<i>k</i>	<i>i</i>	<i>k</i>
3500204	3557154	3518602	3540903	3532504	3532702	3546207	3546702
3501004	3514601	3518859	3543402	3532702	3532504	3546256	3507803
3502002	3521101	3519402	3549805	3532801	3524501	3547007	3547908
3502507	3518404	3519808	3555604	3533007	3553401	3547502	3553302
3503158	3504909	3520400	3555406	3533601	3507803	3547601	3509403
3503505	3549607	3521150	3533007	3533908	3551900	3547908	3510906
3504602	3532504	3521408	3510401	3534005	3517505	3549607	3526605
3504800	3532504	3521507	3532504	3534302	3509403	3549805	3530300
3504909	3503158	3522307	3551108	3535002	3536604	3550308	3513801
3505609	3553203	3524303	3511706	3536604	3534203	3550902	3527603
3505906	3519071	3524501	3532801	3538006	3554102	3551405	3551504
3507803	3533601	3525102	3544905	3538501	3518404	3551504	3551405
3508603	3509957	3525706	3532702	3538709	3500600	3551900	3523404
3509403	3547601	3526308	3502507	3539509	3534302	3552007	3544301
3509957	3527207	3526605	3541901	3539608	3557154	3553203	3503802
3510500	3532306	3527207	3509957	3539905	3531407	3553302	3526902
3510906	3546256	3527603	3550902	3540200	3551702	3553401	3533007
3511300	3517505	3528106	3539905	3540754	3544301	3553658	3553203
3511706	3521101	3529500	3556008	3540804	3504602	3554003	3500758
3512704	3501608	3530300	3549805	3540903	3507803	3555406	3556453
3513108	3527603	3530409	3524501	3541901	3526605	3555604	3519808
3513405	3526605	3530508	3538709	3543402	3513108	3555703	3553401
3513603	3523107	3531308	3514601	3543907	3546702	3556008	3529500
3514601	3543402	3531407	3539905	3544301	3540754		
3517505	3511300	3531902	3549953	3544806	3532801		
3518404	3502507	3532306	3510500	3544905	3525102		

Ver códigos em <<https://www.ibge.gov.br/explica/codigos-dos-municipios.php>>.

A5: Escolha ótima do movimento pendular das outras atividades econômicas

<i>i</i>	<i>k</i>	<i>i</i>	<i>k</i>
3500204	3557154	3531407	3539905
3501004	3514601	3531902	3549953
3502002	3521101	3532504	3532702
3503158	3504909	3532702	3532504
3503505	3549607	3532801	3524501
3504602	3532504	3533007	3553401
3504800	3532504	3533601	3507803
3504909	3503158	3533908	3551900
3505609	3553203	3534005	3517505
3505906	3519071	3534203	3531407
3507803	3533601	3534302	3509403
3508603	3509957	3535002	3536604
3509957	3527207	3536604	3534203
3511300	3517505	3539509	3534302
3513108	3527603	3539905	3531407
3513405	3526605	3540804	3504602
3513603	3523107	3541901	3526605
3514601	3543402	3543402	3513108
3517505	3511300	3544806	3532801
3518602	3540903	3544905	3525102
3518859	3543402	3546256	3507803
3519402	3549805	3547007	3547908
3519808	3555604	3547601	3509403
3521150	3533007	3549607	3526605
3521507	3532504	3549805	3530300
3524303	3511706	3550308	3513801
3524501	3532801	3550902	3527603
3525102	3544905	3551504	3551405
3525706	3532702	3551702	3540903
3526605	3541901	3551900	3523404
3527603	3550902	3552007	3544301
3528106	3539905	3553203	3503802
3529500	3556008	3553401	3533007
3530300	3549805	3553658	3553203
3530409	3524501	3555604	3519808
3530508	3538709	3555703	3553401
3531308	3514601	3556008	3529500

Ver códigos em <<https://www.ibge.gov.br/explica/codigos-dos-municipios.php>>.