

# Sharing de bens intermediários, habilidades e prêmio de salário: Uma análise multinível aplicada à Zona Franca de Manaus

André Luiz Ferreira e Silva<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> (PPGE/UFGA). E-mail: alufpa@gmail.com

## RESUMO

O estudo investiga como o *sharing* de bens intermediários e a composição do mercado de trabalho local influenciaram os salários nominais de trabalhadores vinculados às firmas instaladas na Zona Franca de Manaus (ZFM) em 2015. A qualificação das ocupações é definida por *scores* de habilidades envolvendo competência cognitiva, social e motora; enquanto *sharing* de bens intermediários configuram conexões intersetoriais extraídas da Matriz Insumo-Produto calculada para o estado do Amazonas, ano base 2015. Após o controle das características individuais do trabalhador, estimativas obtidas via modelo multinível revelaram que o prêmio de salário é fortemente determinado pelo *matching* habilidades-estrutura produtiva local. Além disso, os retornos são mais significativos quando habilidades cognitivas estão sujeitas a um processo interativo envolvendo trocas de bens intermediários no mercado local.

## PALAVRAS-CHAVE

Aglomerações urbanas, Prêmio de salário, Habilidades

## Sharing of intermediate inputs, skills and wage premium: a multilevel analysis applied to the Manaus Free Trade Zone

### ABSTRACT

The study investigates how the sharing of intermediate goods and the composition of the local labor market influenced the nominal wages of workers linked to firms installed in the Manaus Free Trade Zone (ZFM) in 2015. The qualification of occupations is defined by scores of skills involving cognitive, social and motor competence; while sharing of intermediate goods configure intersectoral connections extracted from the Input-Output Matrix calculated for the state of Amazonas, base year 2015. After controlling for individual worker characteristics, estimates obtained via the multilevel model revealed that the wage premium is strongly determined by matching skills-local productive structure. Furthermore, the returns are more significant when cognitive abilities are subject to an interactive process involving exchanges of intermediate goods in the local market.

### KEYWORDS

Urban agglomerations, Wage premium, Skills

## CLASSIFICAÇÃO JEL

R11, R12

## 1. Introdução

A concentração produtiva de firmas e trabalhadores em áreas metropolitanas é um fenômeno que tem sido reforçado em economias emergentes, como o Brasil (Barufi et al., 2016; Neves Júnior et al., 2021). Desenvolvimento de economias de escala (interna e externa à firma) em estruturas produtivas, novas tecnologias de infraestrutura de transporte, melhorias na acessibilidade urbana e *commuting time*, integração produtiva do comércio, e qualificação do mercado de trabalho são importantes fontes de desequilíbrio regional em economias de aglomeração.

Devido aos retornos crescentes, o tamanho do mercado também é determinante para o diferencial de produtividade, pois estruturas produtivas densas e diversificadas tenderiam a oferecer melhores condições de emprego e salários, atraindo trabalhadores qualificados para o interior das aglomerações. Em outras palavras, além das características individuais, fatores relacionados à composição da estrutura produtiva, à acessibilidade e ao tamanho do mercado local, influenciariam o efeito *sorting* espacial e o salário diferencial (*urban wage premium*) em aglomerações urbanas. (Ciccone e Hall, 1996; Ciccone, 2002; Glaeser e Maré, 2001; Combes et al., 2008).

Um escopo alternativo, ainda pouco explorado, refere-se à relação entre estrutura produtiva, composição da força de trabalho e qualificação do trabalhador, examinada sob perspectiva intra-industrial. Trata-se de um resgate da essência marshalliana de organização industrial observada a partir das habilidades locais. Mesmo reconhecendo a habilidade manual como importante fonte da divisão do trabalho, Marshall (1920) argumentava que o progresso técnico e a modernização da maquinaria tenderiam a modificar a composição das ocupações, tornando-as mais intensivas em conhecimento. Tais transformações formariam a base do intercâmbio de conhecimento e desenvolvimento tecnológico industrial.

Há um recrudescimento dessa literatura com o desenvolvimento de três microfundamentos (*sharing*, *matching* e *learning*) específicos de aglomerações urbanas. Duranton e Puga (2004) demonstram que o funcionamento desses mecanismos está sujeito à simultaneidade, pois quanto mais intensas forem as interações multiagentes (empregadores-empregados, produtores-fornecedores, vendedores-clientes), maiores serão as dificuldades para isolar cada efeito. Em razão disso, estudos empíricos têm buscado controlar aqueles que são tipicamente mais tangíveis, para os quais existem *proxies* consistentes para o problema da endogeneidade resultante da equivalência marshalliana (Puga, 2010; Overman e Puga, 2010).<sup>1</sup>

Isto posto, com base na composição de uma estrutura produtiva heterogênea e geograficamente concentrada, o presente estudo investiga como o *sharing* de bens

<sup>1</sup>Durante muito tempo, a importância da triade marshalliana foi objeto de debate intenso, acerca de seu funcionamento. Uma luz é lançada com o desenvolvimento dos microfundamentos por Duranton e Puga (2004). Os autores demonstraram que as teorias configuram mecanismos equivalentes e importantes fontes de aglomeração em sistemas urbanos. No entanto, tal descoberta revela uma dificuldade adicional relacionada à especificação empírica de cada mecanismo.

intermediários e a composição do mercado de trabalho local baseada nas habilidades, influenciaram os salários nominais de trabalhadores vinculados às firmas instaladas na Zona Franca de Manaus (ZFM) em 2015.

O pressuposto é que a produção industrial na ZFM é mais eficiente, quando as relações insumo-produto são mediadas pelo trabalho qualificado classificado segundo três dimensões, quais sejam: habilidade cognitiva, social e motora. Essa taxonomia desenvolvida por Maciente (2013) fornece *scores* de habilidades extraídos de um conjunto amplo de variáveis (263) que, segundo a O\*NET (*Occupational Information Network*), caracterizam habilidades, competências técnicas e cognitivas de trabalhadores. Sua principal contribuição foi estabelecer uma correspondência factível entre a base O\*NET norte-americana e as 2.628 ocupações registradas em território nacional, classificadas segundo o Código Brasileiro de Ocupações (CBO).

Em termos metodológicos, modelos multiníveis (Goldstein, 2010; Hox, 2010) são especificados visando identificar o *sharing* bens intermediários, por meio dos encadeamentos intersetoriais, extraídos da Matriz Insumo-Produto (MIP) desenvolvida pelo Núcleo de Estudos Regionais e Urbanos (NEREUS) da Universidade de São Paulo (USP), para o Amazonas, ano base 2015. A abordagem multinível justifica-se pelos mecanismos de correção do viés de heterogeneidade observável, resultante do *matching* trabalhador-firma, comum na transformação industrial.

A ZFM foi criada pelo Decreto-Lei nº 288, de 1967, como uma área de livre comércio, beneficiária de incentivos fiscais. A ideia era promover a difusão tecnológica para além da fronteira dos grandes mercados, dinamizando cidades no norte do Brasil. Desde a sua implantação, a ZFM passou por diferentes fases, sendo crítica a transição de um modelo baseado no privilégio a projetos produtivos que contemplassem índices de nacionalização elevados na aquisição de insumos (1975-1991), para uma fase subsequente mais integrada a um ambiente globalizado, em que a competitividade dependeria da produção *high-tech* (Diniz e Diniz, 2013; Ferreira e Diniz, 2021).

Atualmente, o modelo de concessão de incentivos fiscais é bastante criticado. Argumenta-se que a renúncia fiscal elevada compromete a competitividade regional, as empresas que operam na ZFM têm dificuldades para incorporação tecnológica, a qualidade do emprego é questionável e pouco agrega ganhos de produtividade para o país (Miranda, 2013). Em relatório sobre a eficiência do gasto público no Brasil, o Banco Mundial (2017, p. 11) destacou que tais benefícios, que custam o equivalente a 0,38% do PIB, parecem ineficazes, portanto deveriam ser reformulados para que efetivamente contribuam para a economia local.

Este estudo pode ajudar a esclarecer alguns questionamentos, entre eles como a qualificação do emprego e o intercâmbio de bens intermediários podem configurar importante fonte de ganhos de produtividade, com reflexos no salário diferencial. Além desta introdução, a seção 2 trata da fundamentação e levanta evidências acerca das economias de aglomeração, com destaque para o *sharing* de bens intermediários. A

seção 3 especifica a fonte de dados e a 4 trata do modelo hierárquico multinível. A seção 5 apresenta os resultados e a 6 as considerações finais.

## 2. Literatura

### 2.1 Evidências sobre economias de aglomeração

No escopo industrial das aglomerações, diversos autores reconhecem a importância dos fundamentos marshallianos para a formação de sistemas produtivos locais e seus efeitos sobre a produtividade e os salários urbanos (Krugman, 1991a; Fujita et al., 2002; Duranton e Puga, 2004; Fujita e Thisse, 2013). Ao examinar a configuração dos distritos industriais ingleses no final do século XIX, Marshall (1920) percebeu que a concentração geográfica de firmas tornava os agentes (empresários e trabalhadores) mais produtivos, caso estivessem dispersos no espaço. Segundo o autor, isso se deve: (1) à forma como a produção industrial é organizada, à integração produtiva facilitadora dos encadeamentos intersetoriais; (2) à configuração de um mercado de trabalho amplo e diversificado, dotado de qualificação necessária para atender necessidades específicas da atividade industrial; (3) à provisão de infraestrutura facilitadora da difusão do conhecimento tecnológico (*technological spillovers*).

Com a evolução da literatura, esses microfundamentos passaram incorporar modelos tratáveis, especificados sobre diferentes mecanismos (*sharing*, *matching* e *learning*) que explicam o funcionamento das economias de aglomeração (Duranton e Puga, 2004). Uma singularidade entre eles é que todos levam a ganhos de produtividade a partir das diferentes fontes de externalidade marshalliana. Embora a literatura ofereça modelos teóricos tratáveis, a simultaneidade frequente em tais mecanismos tem se mostrado difícil de tratar empiricamente (Puga, 2010; Overman e Puga, 2010). Esse problema teria como uma causa a circularidade do fluxo de renda, relacionada à decisão locacional endógena de firmas e trabalhadores (Fujita et al., 2002; Fujita e Thisse, 2013). A heterogeneidade local também configura um problema relacionado à interação firma-trabalhador.

Empiricamente, tais problemas são frequentemente imbricados. Nesse sentido, os modelos teóricos configuram importantes instrumentos de identificação das relações. Por exemplo, um mecanismo *sharing* popular na literatura é efeito *labor market pooling* (Marshall, 1920). A ideia é de que retornos crescentes para a indústria localizada surgem com maior acesso a um mercado de trabalho amplo e qualificado. Krugman (1991b) foi o primeiro a formalizar essa teoria, ao passo que Overman e Puga (2010) a testaram empiricamente. Constataram que a expectativa de lucro cresce com a variância dos salários e com os choques idiossincráticos, mas declina com a covariância entre choques e salários. Dado que setores muitos concentrados e heterogêneos estão mais sujeitos a choques, um mecanismo de proteção dos repasses salariais surgiria por meio da aglomeração de firmas industriais.

Ganhos de produtividade também surgem com o *sharing* de bens intermediários.

Postula-se que somente uma indústria localizada pode dar suporte à produção de firmas especializadas, tornando a indústria mais eficiente, além de reforçar a localização (Krugman, 1991b, p. 49). Uma formalização dos efeitos para frente e para trás (*backward and forward linkages*) inerentes à relação insumo-produto é apresentada em Venables (1996). Por meio de um modelo centro-periferia, o autor demonstra que, havendo complementaridade intersetorial, fornecedores de bens intermediários tendem a se aproximar da produção manufatureira, em que o custo de frete é relativamente baixo. Por seu turno, Duranton e Puga (2004) demonstram que a variedade de bens intermediários constitui importante fonte de retornos crescentes. Como demonstrado adiante, a especialização do trabalho na oferta intermediária é importante para o crescimento da produtividade industrial.

Nota-se que, em todas teorias marshallianas, a qualificação do trabalho é condição indispensável à formação de aglomerações. Isso levou ao surgimento de algumas linhas de pesquisa, entre elas os determinantes do prêmio de salário urbano (*urban wage premium*). Glaeser e Maré (2001) foram pioneiros a abordar o tema, identificando habilidades como forma de controle para a heterogeneidade individual em painel de dados. Perceberam que o prêmio de salário não apenas resulta de trabalhadores com maior habilidade residindo em cidades norte-americanas, mas que essas contribuíram de modo relevante para a qualificação dos trabalhadores e para a acumulação de capital humano.

Segundo Combes et al. (2008), as disparidades salariais no espaço resultam da diferença entre três fatores: (1) a composição das habilidades da força de trabalho, (2) dotações de fatores não humanos explicadas pela geografia local e (3) a interação entre firmas e trabalhadores no escopo da estrutura produtiva local. Ao especificar um modelo de dados em painel, com controle para a heterogeneidade individual e firmas industriais, os autores perceberam que as diferenças na composição de habilidades da força de trabalho respondem por 40 a 50% das disparidades salariais, entre regiões da França, no período 1976 a 1998.

Na mesma linha, mediante painel com controle para os efeitos fixos, Mion e Naticcioni (2009) fornecem evidências acerca do *matching* empregado-empregador e seus efeitos sobre a distribuição espacial dos salários, na Itália (1991-2003). Os resultados mostram que o tamanho das empresas, mas principalmente as habilidades e o *sorting* espacial, contribuíram de modo relevante com as disparidades salariais. Observaram, ainda, que o efeito *matching* estava negativamente correlacionado ao tamanho do mercado local.

Por seu turno, Andersson et al. (2014) constataram que trabalhadores com tarefas não rotineiras se beneficiaram mais dos efeitos das aglomerações na Suécia, em comparação àqueles com tarefas rotineiras, cujo efeito é virtualmente nulo. Observaram, ainda, que o *sorting* espacial é a principal fonte do prêmio de salário, reforçando a ideia de que a acumulação de capital humano exerce forte influência concentradora.

Ainda na Europa, Groot et al. (2014) constaram que, embora os efeitos das aglomerações sejam relativamente pequenos em *Netherlands*, parte significativa das diferenças salariais entre regiões são explicadas pelas características individuais, principalmente habilidades relacionadas à alta escolaridade. O efeito líquido remanescente advém da densidade do emprego e de externalidades tipo MAR (Marshall-Arrow-Romer).

Embora no Brasil estudos sobre o tema ainda sejam raros, cabe mencionar a contribuição de Amaral et al. (2010). Usando dados censitários de municípios comparáveis, os autores estimaram uma equação dos salários da Nova Geografia Econômica. Constaram que o mercado potencial, características regionais e individuais, contribuíram com as disparidades salariais.

Por meio de modelo hierárquico, Fontes et al. (2010) avaliaram a importância da escala urbana e a composição produtiva sobre a distribuição dos salários entre cidades brasileiras, nos anos 1990 e 2000. A correlação positiva encontrada explica a profunda disparidade salarial, para trabalhadores com características individuais semelhantes, mas que viviam em diferentes regiões do país.

Um estudo de fôlego no Brasil foi desenvolvido por Barufi et al. (2016). Usando método semelhante a Combes et al. (2008), mas focado no escopo industrial das aglomerações, os autores constataram que as externalidades de Jacobs são mais aderentes às aglomerações de serviços de alto conhecimento, a estrutura das externalidades MAR se ajusta melhor às atividades industriais de baixa e média tecnologia, enquanto a aglomeração de alta tecnologia seria influenciada por ambas as fontes de retornos crescentes.<sup>2</sup>

## 2.2 Sharing de bens intermediários como fonte de retornos crescentes

O estudo de Duranton e Puga (2004) fornece um instrumental analítico valioso à compreensão das fontes de retornos crescentes em aglomerações urbanas. Frente ao objetivo proposto, esta seção foca no funcionamento no *sharing* de bens intermediários, em contexto intraindustrial.<sup>3</sup>

O modelo pressupõe que em dada localidade existe um conjunto de firmas produzindo um bem competitivo sob retornos constantes de escala. A produção da indústria  $j = 1, \dots, m$  depende da combinação de  $N_j$  insumos fornecidos por firmas especializadas. Esses bens possuem elasticidade substituição constante,  $1/(1 - \rho_j)$ , com  $0 < \rho_j < 1$ . A produção final agregada é dada por

$$Y_j = \left[ \int_0^{N_j} [x_j(h)]^{\rho_j} dh \right]^{\frac{1}{\rho_j}}, \quad h \in [0, N_j]. \quad (1)$$

<sup>2</sup>Externalidades MAR se desenvolvem melhor em estruturas especializadas, em que a produtividade é dominada pela especialização do trabalho. Externalidades de Jacobs são mais abrangentes, não se restringem à estrutura industrial, formadas principalmente por economias de urbanização. Ver Glaeser et al. (1992).

<sup>3</sup>Foge ao escopo oferecer um tratamento detalhado dos mecanismos *matching* e *learning*. Ver Duranton e Puga (2004).



Em que  $x_j(h)$  é um composto de bens intermediários empregados no valor agregado final  $Y_j$  e  $h$  é uma variedade contínua de tal composto, determinada endogenamente.

As firmas de bens intermediários operam sob competição monopolística, *à lá* Dixit e Stiglitz (1977), com tecnologia intensiva em trabalho qualificado

$$x_j(h) = \beta_j l_j(h) - \alpha_j. \quad (2)$$

Em que  $l_j(h)$  é a quantidade de trabalho eficiente,  $\beta_j$  é a produtividade marginal do trabalho, e  $\alpha_j$  é um custo fixo do setor  $j$ . Assume-se que cada firma produz apenas uma variedade de bens intermediários.<sup>4</sup>

Dados os preços  $p_j(h)$ , a firma representativa determina seu equilíbrio, minimizando o custo total de produção  $\int_0^{N_j} p_j(h) x_j(h) dh$ , sujeito a restrição tecnológica (1). Então, a demanda marshalliana por bens intermediários é

$$x_j(h) = \frac{[p_j(h)]^{-\frac{1}{(1-\rho_j)}}}{\left[ \int_0^{N_j} [p_j(h')]^{-\frac{\rho_j}{(1-\rho_j)}} dh' \right]^{\frac{1}{\rho_j}}} \cdot Y_j \quad (3)$$

Essa função mostra que, havendo uma deterioração no valor agregado do produto final  $Y_j$ , a demanda por bens intermediários declina com uma mudança nos preços relativos. O denominador (3) é um índice de preço para o setor intermediário.

Ainda que o poder de monopólio seja limitado em razão da rigidez dos preços relativos (demanda isoelástica em 3), a precificação da firma segue a regra de *markup*, com receita marginal igualando-se ao custo marginal.

$$p_j(h) = \frac{w_j}{\rho_j \beta_j} \quad (4)$$

Equações de equilíbrio são determinadas a partir desse ponto. A quantidade ótima produzida por todas as firmas monopolisticamente competitivas é obtida substituindo (4) e (2) na condição de equilíbrio  $p_j(h) x_j(h) - w_j l_j(h) = 0$ .

$$x_j = \frac{\rho_j \alpha_j}{(1 - \rho_j)}. \quad (5)$$

Dessa forma, dados os custos fixos da firma, o equilíbrio a longo prazo é alcançado mais rapidamente, quanto maior for a variedade de bens intermediários produzidos por firma.

Substituindo-se (5) na demanda por força de trabalho eficiente (2), percebe-se que

<sup>4</sup>Observe que (2) pode ser escrito em termos de trabalho requerido na produção:  $l_j(h) = [x_j(h) + \alpha_j] / \beta_j$ .

o tamanho da firma independe do tamanho do mercado local.

$$l_j = \frac{\alpha_j}{\beta_j(1 - \rho_j)} \quad (6)$$

A oferta total de emprego,  $L^j = n^j \cdot l_j$ , aumenta com a especialização produtiva. Então, o número de bens intermediários que promove equilíbrio no setor  $j$  é

$$N_j = \frac{L_j}{l_j} = \frac{\beta_j(1 - \rho_j)}{\alpha_j} \cdot L_j \quad (7)$$

Usando (1), (6) e (7), a produção final do setor  $j$  é dada por:

$$Y_j = [N_j]^{1/\rho_j} x_j = A_1 [L_j]^{1/\rho_j}, \quad (8)$$

com  $A_1 = \rho_j(1 - \rho_j)^{(1-\rho_j)/\rho_j} \beta^{1/\rho_j} \alpha_j^{-(1-\rho_j)/\rho_j}$ .

Em cada  $j$ , a força de trabalho é remunerada de acordo com a produtividade marginal.

$$w_j = [N_j]^{(1-\rho_j)/\rho_j} x_j = A_2 [L_j]^{(1-\rho_j)/\rho_j}, \quad (9)$$

com  $A_2 = \rho_j(1 - \rho_j)^{(1-2\rho_j)/\rho_j} \beta^{(1-\rho_j)/\rho_j} \alpha_j^{-(1-2\rho_j)/\rho_j}$

Assim, tanto o produto industrial (8) quanto os salários nominais (9) crescem com a variedade  $N_j$  de bens intermediários. Em ambos mercados, o mecanismo de retornos crescentes se manifesta quando  $\rho < 0,5$ . Nestas condições, a eficiência produtiva da densidade  $L_j$  beneficia firmas e trabalhadores, mutuamente. Para  $0,5 < \rho < 1$ , o processo de especialização passa a desacelerar, os trabalhadores tendem a migrar para áreas onde a renda é mais alta (Fujita e Thisse, 2013, p. 110). Em resumo, enquanto trabalhadores qualificados conseguirem acesso fácil ao mercado de trabalho, mais firmas se estabelecerão no mercado de bens intermediários, elevando a produtividade industrial e os salários nominais.

### 3. Dados

Os dados utilizados na análise da relação entre estrutura produtiva local, salários e habilidades são provenientes de três fontes, a saber: (1) base de dados desenvolvida por Maciente (2013), que, ao fornecer *scores* de habilidades, permite avaliar a importância das competências técnicas e cognitivas de trabalhadores industriais; (2) base da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE); e (3) informações extraídas da Matriz Insumo-Produto (MIP), construída para o estado do Amazonas, pelo Núcleo de Estudos Regionais e Urbanos (NEREUS) da Universidade de São Paulo (USP).

A contribuição de Maciente (2013) é importante, pois fornece uma ampla base de dados com *scores* de intensidade para habilidades, competências técnicas e cogniti-



vas, que cobrem 2.628 ocupações classificadas segundo Código Brasileiro de Ocupações (CBO). Por meio correspondências oficiais entre as classificações nacionais e a Classificação Internacional Uniforme de Ocupações (*International Labour Organization*, 2014), o autor procedeu estimativas de *scores* para cada CBO, categorizando as habilidades pelas dimensões cognitiva, social e motora. Cada dimensão simplifica de um amplo conjunto de variáveis relevantes (o autor selecionou 240 de 263), identificadas pela O\*NET (*Occupational Information Network*), instituição que possui uma longa tradição no diagnóstico do perfil do mercado de trabalho norte-americano. Dada a forte correlação entre variáveis, o autor aplicou técnica de análise fatorial, para obter, ao final do procedimento, um único vetor de *scores* para cada dimensão das habilidades.

De acordo com Neves Júnior et al. (2021), tais vetores com *scores* para habilidades cognitiva, social e motora resumem a maior parte das informações presentes no conjunto original, bem como guardam algum nível de correlação entre si, o que reflete uma complementaridade entre as habilidades. Em suma, o vetor de habilidades cognitivas preserva um conjunto de competências ligadas ao raciocínio lógico, ao aprendizado, ao domínio da língua escrita e oral. O vetor de habilidades sociais reflete as relações interpessoais no ambiente de trabalho. Ao passo que as habilidades motoras dizem respeito à destreza manual, refletem tarefas ligadas à força e à capacidade para desempenhar trabalhos extenuantes.

Para se ter uma noção prática das três dimensões, aplicada ao objeto de estudo, a Tabela 1 apresenta *scores* de habilidades das ocupações mais requeridas do último decil, relativo à distribuição de frequência do emprego industrial entre firmas estabelecidas na ZFM em 2015. Nota-se que ocupações como ‘engenheiro mecânico industrial’ ou ‘pesquisador de engenharia e tecnologia’ exigem um nível de habilidade cognitiva considerado acima da média; enquanto ocupações como ‘gerente de vendas’, ‘gerente de recursos humanos’ e ‘gerente comercial’ exigem altas competências sociais. Com elevado salário, o ‘operador de exploração de petróleo’ é um tipo de ocupação que exige, em contrapartida, elevada habilidade motora.

**Tabela 1.** Ocupações requeridas no último decil do emprego industrial na ZFM em 2015.

CBO	Ocupações	Emprego	Salário	Cognitivo	Social	Motor
141205	Gerente de produção e operações	542	12.897,63	0,5893	0,6432	0,2063
214905	Engenheiro de produção	459	8.486,07	0,6470	0,4206	0,0994
142105	Gerente administrativo	299	10.227,57	0,4735	0,5279	0,1169
214910	Engenheiro de controle de qualidade	259	9.759,69	0,6494	0,3857	0,0751
811310	Operador de exploração de petróleo	185	21.174,62	0,4226	0,2471	0,4444
203210	Pesquisador de engenharia e tecnologia	141	9.294,70	0,7187	0,4166	0,1644
142305	Gerente comercial	124	9.113,24	0,5316	0,6883	0,1640
214420	Engenheiro mecânico industrial	112	13.395,44	0,7948	0,4005	0,0470
142205	Gerente de recursos humanos	97	10.197,06	0,6171	0,7270	0,0273
142320	Gerente de vendas	86	9.416,75	0,6001	0,8082	0,0738
	Média dos <i>scores</i>			0,4116	0,3180	0,3878

Fonte: Resultado da pesquisa e elaborado pelo autor.

Informações sobre salário e emprego da Tabela 1 foram fornecidas pelos relatórios anuais RAIS, que são organizados e divulgados pelo MTE. O primeiro, RAIS Estabelecimento, permite identificar um conjunto de características da firma, como número de empregados, atividade econômica, tamanho e localização. O segundo, RAIS Trabalhador, traz informações sobre as características individuais do empregado (idade, nacionalidade, escolaridade, gênero, raça/cor), bem como descreve aspectos ligados ao contrato de trabalho, como remuneração, tempo de emprego, tipo de vínculo empregatício, código da ocupação, horas semanais trabalhadas, entre outras. Com base nesses dados e visando atingir o objetivo proposto, foram avaliados 88.585 trabalhadores, classificados entre 1.101 ocupações, registradas por firmas industriais localizadas no PIM em 2015.

Este período condiz com o ano-base da MIP, calculada para o estado do Amazonas pelo NEREUS/USP em parceria com a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (Sudam). A referida MIP conta com abertura de 67 setores, mas apenas 28 atividades que agregam a produtividade de 1.020 firmas industriais, foram avaliados no presente estudo. A amostra colhida corresponde ao núcleo produtivo no estado do Amazonas, respondendo por 47,6% do valor bruto da produção em 2015.

Os encadeamentos intersetoriais extraídos da MIP serviram para entender como firmas locais interagem entre si e com firmas estabelecidas no resto do Brasil. Estas variáveis, conjuntamente com a concentração intrassetorial de firmas, configuram variáveis de contexto do segundo nível do modelo econométrico multinível especificado a seguir.

#### 4. Modelo hierárquico multinível

A estratégia empírica consiste em introduzir mecanismos preditivos *sharing* de bens intermediários, na estrutura de modelos hierárquicos multiníveis. Esta abordagem é particularmente interessante, porque permite investigar fenômenos em que a variável dependente está sujeita a heterogeneidade observável. Isso se reflete quando a variação dos dados em um nível mais desagregado é explicada por mudanças em variáveis de contexto ou distúrbios aleatórios, observados em um nível menos desagregado. Neste caso, a heterogeneidade interfere nas relações econômicas estabelecidas entre níveis, representadas pelos parâmetros do modelo, usualmente classificados em três tipos: coeficientes fixos, aleatórios e de interação (Goldstein, 2010; Hox, 2010).

No presente estudo, o primeiro nível (mais desagregado) do modelo hierárquico é composto pelas características individuais contidas em  $X_{kij}$ ,  $k = 1, \dots, 5$ , pelas três dimensões das habilidades  $S_{pij}$ ,  $p = 1, \dots, 3$ , estando sujeito a choques idiossincráticos representados por erros normalmente distribuídos, com média zero e variância constante,  $\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_\epsilon^2)$ . Inicialmente, a heterogeneidade é unicamente controlada pelo intercepto, o qual depende das variáveis de contexto  $Z_{qj}$ ,  $q = 1, \dots, 3$  e dos erros

aleatórios,  $u_{0j} \sim N(0, \sigma_u^2)$ .

$$\text{Nível 1: } \log(w_{ij}) = \beta_{0j} + \sum_k \beta_{k0} X_{kij} + \sum_p \theta_{p0} S_{pij} + \epsilon_{ij} \quad (10)$$

$$\text{Nível 2: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_q \gamma_{0q} Z_{qj} + u_{0j} \quad (11)$$

Em (10),  $\beta_{0j}$  é um intercepto aleatório responsável pela conexão entre o nível 1 e 2,  $\beta_{k0}$  e  $\theta_{p0}$  são coeficientes angulares considerados fixos, *a priori*. Em (11),  $\gamma_{00}$  é uma grande média constante e os  $\gamma_{0q}$  são coeficientes angulares fixos do nível 2.

Se a heterogeneidade puder ser controlada pelo intercepto, os erros do nível 1 são não correlacionados com os do nível 2,  $\text{Cov}(\epsilon_{ij}, u_{0j}) = 0$ .

Sob tal hipótese, substituindo-se (11) em (10), um *modelo com intercepto aleatório* pode ser especificado por:

$$\log(w_{ij}) = \gamma_{00} + \sum_k \beta_{k0} X_{kij} + \sum_p \theta_{p0} S_{pij} + \sum_q \gamma_{0q} Z_{qj} + (u_{0j} + \epsilon_{ij}) \quad (12)$$

O modelo multinível é composto por duas partes: a parte fixa, formada pelos quatro primeiros termos à direita de (12); e pela parte aleatória, formada pelos parâmetros do erro composto ( $u_{0j} + \epsilon_{ij}$ ). Esta indica que a taxa de salário está sujeita a efeitos aleatórios, distribuídos entre níveis.

A grandeza de cada efeito aleatório é representada pela variância:

$$\text{Var}[\log(w_{ij})] = \sigma_u^2 + \sigma_\epsilon^2 \quad (13)$$

E a correlação entre níveis é dada por:

$$\rho = \frac{\sigma_u^2}{(\sigma_u^2 + \sigma_\epsilon^2)} \quad (14)$$

É possível que, além do intercepto, a falta de estabilidade possa estar relacionada com uma das inclinações do nível 1. Por exemplo, apoiado nos pressupostos do modelo teórico e nas evidências empíricas, é possível que a composição das habilidades no mercado local ( $S_{pij}$ ) seja sensível às conexões insumo-produto realizadas entre firmas industriais ( $Z_{3j}$ ). Neste caso, as inclinações  $\theta_{p0}$  estariam diretamente correlacionadas com as conexões no nível 2, implicando em  $\text{Cov}(\theta_{p0}, Z_{3j}) \neq 0$ .

Assim, generalizando o problema de especificação, um *modelo com intercepto aleatório e coeficiente de interação* pode ser representado por:

$$\log(w_{ij}) = \gamma_{00} + \sum_k \beta_{k0} X_{kij} + \sum_p \gamma_{p0} S_{pij} + \sum_q \gamma_{0q} Z_{qj} + \sum_p \sum_q \lambda_{pq} (S_{pij} \times Z_{qj}) + (u_{0j} + \epsilon_{ij}) \quad (15)$$

$$\theta_{p0} = \gamma_{p0} + \lambda_{pq} Z_{qj}, \quad p=q=1, \dots, 3. \quad (16)$$

Nesta decomposição,  $\gamma_{p0}$  são coeficientes angulares das habilidades,  $\gamma_{0q}$  das variáveis de contexto e  $\lambda_{pq}$  são coeficientes de interação que capturam a correlação das habilidades com as variáveis de contexto no nível 2.

É possível considerar, ainda, que a mudança na inclinação das habilidades não seja determinística. Se for assim, o segundo termo em (16) é um efeito aleatório. Então, um *modelo com intercepto e coeficiente angular aleatórios* pode ser especificado como:

$$\log(w_{ij}) = \gamma_{00} + \sum_k \beta_{k0} X_{kij} + \sum_p \gamma_{p0} S_{pij} + \sum_q \gamma_{0q} Z_{qj} + \left( \sum_p \sigma_{p0} S_{pij} + u_{0j} + \epsilon_{ij} \right) \quad (17)$$

$$\theta_{p0} = \gamma_{p0} + \sigma_{p0}, \quad p = 1, \dots, 3. \quad (18)$$

Em que  $\sigma_{p0}$  mede a grandeza de um choque de produtividade sobre as habilidades.

Observe que a abordagem multinível remete a um problema de especificação delicado. Ao introduzir um conjunto maior de variáveis no nível 2, os modelos ganham uma complexidade considerável, com a necessidade de estimar vários coeficientes fixos, alguns aleatórios e outros de interação. Sobre essa questão, a teoria subjacente ao problema de pesquisa exerce papel fundamental na especificação do modelo, à medida em que permite limitar o número de hipóteses investigadas.

Outra consequência do problema de especificação é o ônus computacional, que pode crescer consideravelmente com a complexidade paramétrica envolvendo variáveis de interação. Por isso, partindo de um procedimento exploratório que vai do simples para o mais complexo, Hox (2010) propõe a seleção do modelo mais parcimonioso possível.

Ainda segundo o autor, o estimador máxima verossimilhança produz uma estatística *deviance*, indicativa da qualidade do ajuste do modelo. Em geral, modelos com menor *deviance* oferecem melhor ajuste. Se dois são *nested*, as *deviances* podem ser comparadas na forma de uma estatística teste da taxa de verossimilhança, com graus de liberdade igual à diferença no número de parâmetros entre os dois modelos, sendo o primeiro o mais restrito. Este teste é usado para verificar se a *deviance* do modelo com efeitos aleatórios (16)-(17), ou a com interações (14)-(15), oferece melhor ajuste que o modelo básico (12).<sup>5</sup>

<sup>5</sup>A estatística *deviance* é obtida por  $D = -2 \times (LV_1 - LV_0)$ , em que  $LV_1$  é o logaritmo da verossimilhança do modelo irrestrito *nested* e  $LV_0$  é o logaritmo da verossimilhança do modelo básico restrito. Ressalta-se que os modelos (16)-(17) e (14)-(15) não podem ser comparados diretamente, pois não são *nested*.

## 5. Análise dos resultados

Sob enfoque das habilidades, examina-se inicialmente a composição do mercado de trabalho local e sua correlação com os salários. A Tabela 2 apresenta uma categorização das habilidades obtidas por meio da distribuição quantílica. Os intervalos de variação, em cada dimensão das habilidades, serviram de base para identificar quatro padrões, quais sejam: Baixo-Baixo, Baixo-Alto, Alto-Baixo e Alto-Alto. Ressaltando que a amostra *cross-sectional* é constituída de 88.585 trabalhadores formais registrados no ZFM em 2015. Naquele ano, a remuneração média mensal foi R\$2.662,35, com erro-padrão de R\$3.449,98.

**Tabela 2.** Distribuição de empregos e salários segundo habilidades no PIM (2015)

Habilidades	Padrão	Intervalo dos scores	Emprego (%)	Média salarial (R\$/mês)	Massa salarial (%)
Cognitivo	Baixo-Baixo	(0; 0.214]	5,28	1.408,05	2,09
	Baixo-Alto	(0.214; 0.427]	75,03	2.055,06	29,23
	Alto-Baixo	(0.427; 0.641]	17,36	5.309,25	45,69
	Alto-Alto	(0.641; 0.855]	2,32	9.365,78	23,00
Social	Baixo-Baixo	(0; 0.227]	48,42	1.909,74	19,13
	Baixo-Alto	(0.227; 0.454]	43,53	3.679,01	41,32
	Alto-Baixo	(0.454; 0.681]	6,95	6.755,88	31,37
	Alto-Alto	(0.681; 0.909]	1,11	9.350,85	8,18
Motor	Baixo-Baixo	(0; 0.250]	18,01	6.522,02	49,31
	Baixo-Alto	(0.250; 0.500]	34,96	3.189,74	28,38
	Alto-Baixo	(0.500; 0.750]	46,16	2.166,82	21,81
	Alto-Alto	(0.750; 1]	0,87	2.066,23	0,50

Fonte: Resultado da pesquisa e elaborado pelo autor.

Trabalhadores com Baixo-Baixo score cognitivo responderam por 5,28% do emprego industrial; a remuneração média mensal variou em torno de R\$1.408,05 por mês; e os 4.677 trabalhadores acumularam juntos 2,09% da massa salarial naquele ano. No outro extremo, trabalhadores com Alto-Alto *score* cognitivo conseguiram alcançar um nível de remuneração relativamente elevado, em torno de R\$9.365. Como resultado, os 2.058 trabalhadores enquadrados nesse padrão concentraram uma massa salarial equivalente a 23% do total. Em contraste, 97,68% do emprego, correspondente a um nível de remuneração igual ou inferior a R\$5.309, contribuiu com 77% da massa salarial (Tabela 2).

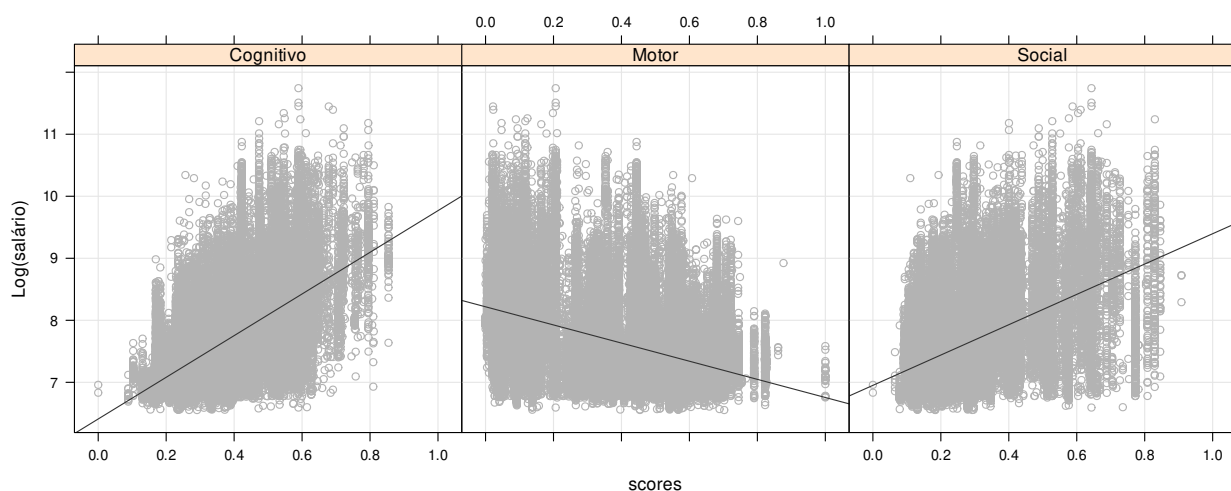
No que diz respeito às habilidades sociais, 48,42% dos trabalhadores enquadraram-se no padrão Baixo-Baixo; a remuneração média mensal variou em torno de R\$1.910 por mês; e os 42.890 trabalhadores acumularam 19,13% da massa salarial. Ao contrário da distribuição anterior, mais próxima da normalidade, a demanda por emprego na ZFM aparentemente tende a declinar com uma maior participação das habilidades sociais. Com efeito, o último quartil da distribuição (Alto-Alto) concentrou apenas 1,11% e 8,18% do emprego total e da massa salarial, respectivamente.

Os resultados mostram ainda que 46,16% dos trabalhadores foram alocados em

atividades industriais que exigiram Alto-Baixo score motor; a remuneração média mensal variou em torno de R\$2.167 por mês; e 40.890 trabalhadores acumularam 21,81% da massa salarial. Na Tabela 1, a remuneração mensal decaiu com variações na habilidade motora. Esse padrão de correlação negativo condiz com a representação da Figura 1, revelando ainda que a taxa salarial cresce com o desenvolvimento das habilidades cognitiva e social.

A assimetria das taxas salariais em torno da linha de regressão, na Figura 1, evidencia que a heterocedasticidade é um problema que deve ser controlado na estrutura do modelo econométrico. Como especificado, o controle é exercido por meio de coeficientes fixos, aleatórios ou de interação do modelo hierárquico.

**Figura 1.** Correlação entre scores de habilidade e taxa de salário no PIM (2015)



Fonte: Resultado da pesquisa e elaborado pelo autor.

Seguindo a classificação da RAIS, a Tabela 3 exhibe estatísticas (média e erro-padrão) dos scores de habilidades segundo grau de instrução do trabalhador. Ela mostra que 73% da força de trabalho contratada pelas empresas industriais tinha Ensino Médio Completo. O EMC é ponto crítico do ciclo de escolaridade, é o momento em que habilidades cognitivas e sociais exibem mudanças significativas em termos agregação de valor à produtividade individual.<sup>6</sup>

<sup>6</sup>Em razão da não-linearidade da relação, estimamos o efeito de uma mudança marginal no grau de instrução. Constatou-se, a menos de 1% de probabilidade de erro, que as habilidades cognitivas e sociais cresceram respectivamente em 21,8% e 25,7%, em média, a cada mudança do ciclo de escolaridade a partir do EMC. No entanto, esse mesmo efeito não se mostrou significativo para amostra composta por trabalhadores com até o Ensino Fundamental Completo (EFC).



**Tabela 3.** Scores de habilidades segundo grau de instrução (2015)

ID	Grau de instrução	Emprego	Cognitivo		Social		Motor	
			Média	E.Pad.	Média	E.Pad.	Média	E.Pad.
1	Analfabeto	108	0,262	0,056	0,187	0,065	0,603	0,153
2	Até o 5o Ano do EF incompleto	694	0,279	0,080	0,201	0,087	0,526	0,139
3	5o Ano do EF completo	460	0,283	0,092	0,208	0,097	0,527	0,137
4	Do 6o ao 9o Ano do EF incompleto	1939	0,282	0,089	0,205	0,092	0,516	0,147
5	Ensino Fundamental completo	3372	0,285	0,096	0,210	0,109	0,510	0,156
6	Ensino Médio incompleto	3422	0,302	0,091	0,221	0,107	0,482	0,173
7	Ensino Médio completo	64671	0,327	0,091	0,237	0,102	0,466	0,153
8	Educação Superior incompleta	3207	0,429	0,116	0,327	0,150	0,298	0,198
9	Educação Superior completa	10435	0,513	0,137	0,407	0,165	0,220	0,178
10	Mestrado completo	216	0,556	0,122	0,459	0,164	0,183	0,148
11	Doutorado completo	61	0,336	0,153	0,243	0,156	0,432	0,194

Fonte: Resultado da pesquisa e elaborado pelo autor.

A Tabela 3 ainda mostra uma correlação negativa entre o *score* médio da habilidade motora e grau de instrução do trabalhador. Estima-se que o *score* de habilidade motora decline à taxa de 14,5% a cada mudança do ciclo de escolaridade. As primeiras evidências mostram uma linearidade nesta relação ao longo de todo ciclo de escolaridade, padrão que difere da correlação entre habilidades cognitiva e social em relação ao nível de escolaridade.

A Tabela 4, por sua vez, demonstra a estatística descritiva das variáveis que integram o modelo econométrico. Observe-se que um trabalhador mediano com 33 anos de idade, dotado de EMC, com tempo de serviço muito próximo a 35 meses, esteve vinculado a uma firma industrial cujo tamanho variou de 250 a 499 empregado em 2015. Também há indícios de heterogeneidade individual, provavelmente relacionada a aspectos da organização industrial (concentração de firmas), ou do comércio, capturados pelas conexões insumo-produto.

**Tabela 4.** Estatística descritiva das variáveis do modelo hierárquico (2015)

Componentes	Mínimo	Q1	Mediana	Média	Q3	Máximo
Variável dependente						
Log(salário)	6.553	7.127	7.366	7.582	7.880	11.743
Características individuais						
Idade	17	27	33	34.15	40	80
Escolaridade	1	7	7	7.034	7	11
Tenure	0	11.90	34.50	51.76	68.80	539.10
Tamanho da firma	2	7	8	7.796	9	10
Habilidades						
Cognitivo	0.000	0.259	0.334	0.349	0.389	0.854
Social	0.000	0.179	0.244	0.258	0.291	0.908
Motor	0.000	0.329	0.495	0.434	0.559	1.000
Estrutura produtiva						
Concentração de firmas	0.224	0.606	0.708	0.681	0.714	1.000
Conexões mercado local	1.350	1.423	1.497	1.503	1.594	1.767
Conexões inter-regional	0.326	0.326	0.425	0.456	0.536	0.716

Fonte: Resultado da pesquisa e elaborado pelo autor.

A análise econométrica inicia pelo modelo nulo. O objetivo é estimar variâncias não condicionais dos salários nominais, decompondo a correlação intragrupos. Os resultados mostram que a variância entre indústrias ( $\sigma_{u0}^2 = 0.188$ ) é menor que a intraindustrial ( $\sigma_e^2 = 0.372$ ), relevando que 33,62% das variações totais estão associadas a mudanças aleatórias na estrutura produtiva local (nível 2). Em contraste, 66,38% das mudanças determinísticas estariam associadas à parte fixa do modelo. Segundo a Tabela 5, essa proporção tende a aumentar, quando variáveis determinantes das características do trabalhador, habilidades e estrutura produtiva local são inseridas no modelo.

No modelo com intercepto aleatório da Tabela 5, os sinais dos coeficientes estimados para as características individuais (Idade, Idade<sup>2</sup>, Escolaridade e Tenure), bem como o retorno da taxa salarial em relação ao tamanho da firma estão em acordo com estudos recentes aplicados ao caso brasileiro (Barufi et al., 2016; Neves Júnior et al., 2021). Entretanto, no que diz respeito à qualificação do trabalhador, apenas os coeficientes associados às habilidades cognitiva e social podem ser considerados estatisticamente significantes a menos de 1% de probabilidade de erro. A partir da segunda coluna, os modelos passam a controlar explicitamente o *matching* das habilidades e conexões locais. Em todas as especificações, a estatística *deviance* mostra-se significativa, indicando que a inserção de variáveis de interação melhora o ajuste do modelo.

Direcionando a análise para o M1, o controle exercido pela variável ‘Cognitivo × Conexões mercado local’, além de corrigir o efeito da habilidade cognitiva, torna o efeito das conexões intersetoriais locais significativo a menos de 1%. O sinal negativo evidencia a complementaridade na produção industrial, haja vista que uma redução no custo de aquisição de bens intermediários deve ser acompanhada de incremento da habilidade cognitiva. Tal relação também é monotônica, no sentido de que a expansão da demanda por bens intermediários eleva o salário diferencial.

A inserção do *matching* das habilidades sociais e conexões multifirmas locais, no M2 da Tabela 5, além de corrigir o efeito habilidade social, torna o das conexões locais positivo e significativo. Seguindo o padrão anterior, o coeficiente negativo estimado para a interação ‘Social × Conexões mercado local’ também corrobora a hipótese de complementaridade na produção industrial. Portanto, uma expansão marginal na demanda por bens intermediários também eleva o salário diferencial.

A variável ‘Motor × Conexões mercado local’ inserida no M3, corrigiu apenas o efeito da habilidade motora, mas não contribuiu com a significância do efeito encadeamento local. Seu sinal negativo estaria revelando um efeito substituição típico das atividades inovadoras, em que a transformação industrial é mediada pela incorporação tecnológica. Nesse tipo de ambiente, a destreza manual e outros aspectos da habilidade motora são frequentemente substituídos por outras capacidades relacionadas às habilidades cognitiva e social.

**Tabela 5.** Modelos hierárquicos com interações determinísticas das habilidades e estrutura produtiva local (2015)

	(M0)	(M1)	(M2)	(M3)
<b>Parte fixa</b>				
Intercepto	2,869*** (0,667)	0,996 (0,721)	1,659* (0,687)	4,277*** (0,685)
Idade	0,038*** (8,96e - 04)	0,038*** (8,92e - 04)	0,038*** (8,93e - 04)	0,038*** (8,92e - 04)
Idade <sup>2</sup>	-3,39e - 04*** (1,18e - 05)	-3,35e - 04*** (1,17e - 05)	-3,37e - 04*** (1,17e - 05)	-3,36e - 04*** (1,17e - 05)
Escolaridade	0,131*** (1,48e - 03)	0,132*** (1,48e - 03)	0,132*** (1,48e - 03)	0,132*** (1,48e - 03)
Tenure	2,08e - 03*** (2,93e - 05)	2,08e - 03*** (2,92e - 05)	2,07e - 03*** (2,92e - 05)	2,07e - 03*** (2,92e - 05)
Tamanho da firma	0,045*** (9,26e - 04)	0,045*** (9,22e - 04)	0,045*** (9,22e - 04)	0,045*** (9,22e - 04)
Cognitivo	2,096*** (0,021)	7,262*** (0,191)	2,067*** (0,021)	2,062*** (0,021)
Social	0,316*** (0,018)	0,349*** (0,018)	4,869*** (0,172)	0,378*** (0,018)
Motor	-0,0098 (0,011)	-0,0031 (0,011)	-0,019 (0,011)	-3,473*** (0,124)
Concentração de firmas	0,347 (0,337)	0,358 (0,362)	0,366 (0,346)	0,361 (0,345)
Conexões mercado local	0,789 (0,445)	2,008*** (0,480)	1,579** (0,458)	-0,166 (0,457)
Conexões interregional	0,516 (0,448)	0,561 (0,482)	0,541 (0,461)	0,538 (0,459)
Cognitivo × Conexões mercado local	Não	-3,437*** (0,126)	Não	Não
Social × Conexões mercado local	Não	Não	-2,990*** (0,112)	Não
Motor × Conexões mercado local	Não	Não	Não	2,308*** (0,083)
<b>Parte aleatória</b>				
$\rho$	0,216	0,247	0,226	0,225
$\sigma_{u0}$	(0,218)	(0,235)	(0,224)	(0,224)
$\sigma_{\epsilon}$	(0,416)	(0,414)	(0,414)	(0,414)
<i>Deviance</i>	96110	95376	95405	95336
Estatística <i>deviance</i>		734,17***	705,94***	774,65***
Graus de liberdade		1	1	1

Nota: (1) Coeficiente significativo \*\*\* $p < 0,001$ , \*\* $p < 0,01$  e \* $p < 0,05$ . Desvio-padrão entre parênteses. (2) M0: *modelo com intercepto aleatório*. M1, M2 e M3, *modelo com intercepto aleatório e coeficiente de interação*.

Fonte: Resultado da pesquisa e elaborado pelo autor.

Em todos os modelos da Tabela 5, não se pode afirmar que os encadeamentos inter-regionais foram relevantes para o desempenho produtivo, com reflexos nos salários nominais. Um fator que pode explicar a elevada instabilidade paramétrica são as distâncias em relação aos grandes centros urbanos, que no Brasil estão historicamente concentrados no Sul e Sudeste do país. De certo modo, os resultados confirmam que o isolamento geográfico da ZFM configura uma restrição para o crescimento local baseado no comércio inter-regional.

O coeficiente associado à variável concentração intra-industrial de firmas, sujeito a elevada variância, também é não significativo em todas as especificações examinadas. É possível que esse aspecto resulte do efeito *labor pooling*, geralmente mais intenso em estruturas heterogêneas sujeitas a choques idiossincráticos (Krugman, 1991b; Overman e Puga, 2010). Se esse for o caso, firmas industriais buscariam se apoiar em estruturas mais concentradas, visando neutralizar qualquer possibilidade de repasse dos choques de produtividade aos salários nominais.

Para esclarecer melhor a questão, modelos hierárquicos foram estimados, considerando que o coeficiente angular das habilidades está sujeito a efeitos aleatórios (Tabela 6). A estatística *deviance* demonstra que M1, M2 e M3 oferecem melhor ajuste que M0. Os coeficientes estimados na parte fixa, assemelham-se aos da Tabela 5, indicando que a principal diferença está na parte aleatória. Dado que a covariância é negativa ( $u_{0j} < 0$ ), um certo grau de convexidade mediará a relação entre choques de produtividade e variância dos salários nominais.

Em casos específicos, como no M1, a intensidade da habilidade cognitiva implica em um efeito líquido positivo sobre o salário diferencial,  $[(1, 751 - 0, 48) = 1, 271]$ . No M2, mesmo não havendo indício de significância estatística do efeito líquido  $[(1, 62 - 0, 34) = 1, 28]$ , não se pode ignorar que a habilidade social é um atributo complementar à cognitiva. Completando a análise da Tabela 6, tanto o efeito da habilidade cognitiva e social mostra-se significativo quando se admite que uma componente aleatória na habilidade motora. Corroborando os resultados anteriores, o efeito líquido estimado em M4,  $[(0, 218 - 0, 68) = -0, 462]$ , indica que atividades mais dinâmicas tendem a ser menos intensivas em ocupações com elevado grau de habilidade motora.

**Tabela 6.** Modelos hierárquicos com interações aleatórias das habilidades e estrutura produtiva local (2015)

	(M0)	(M1)	(M2)	(M3)
<b>Parte fixa</b>				
Intercepto	2,869*** (0,667)	2,990*** (0,573)	2,748*** (0,685)	2,705*** (0,653)
Idade	0,038*** (8,96e-04)	0,037*** (8,86e-04)	0,037*** (8,87e-04)	0,037*** (8,84e-04)
Idade <sup>2</sup>	-3,39e-04*** (1,18e-05)	-3,29e-04*** (1,16e-05)	-3,35e-04*** (1,17e-05)	-3,27e-04*** (1,16e-05)
Escolaridade	0,131*** (1,48e-03)	0,132*** (1,47e-03)	0,131*** (1,48e-03)	0,132*** (1,47e-03)
Tenure	2,08e-03*** (2,93e-05)	2,08e-03*** (2,91e-05)	2,07e-03*** (2,91e-05)	2,05e-03*** (2,89e-05)
Tamanho da firma	0,045*** (9,26e-04)	0,046*** (9,17e-04)	0,045*** (9,18e-04)	0,046*** (9,16e-04)
Cognitivo	2,096*** (0,021)	1,751*** (0,128)	2,056*** (0,021)	1,952*** (0,021)
Social	0,316*** (0,018)	0,426*** (0,018)	1,620 (0,961)	0,478*** (0,018)
Motor	-0,0098 (0,011)	0,033** (0,011)	-0,019 (0,011)	0,218** (0,068)
Concentração de firmas	0,347 (0,337)	0,172 (0,295)	0,285 (0,350)	0,253 (0,332)
Conexões mercado local	0,789 (0,445)	0,867* (0,379)	0,943* (0,455)	0,881 (0,433)
Conexões interregional	0,516 (0,448)	0,389 (0,379)	0,504 (0,458)	0,533 (0,436)
<b>Parte aleatória</b>				
$\sigma_{u0}$	(0,218)	(0,209)	(0,237)	(0,290)
$u_{0j}$		-0,48(0,66)	-0,34(0,49)	-0,68(0,34)
$\sigma_{\epsilon}$	(0,416)	(0,411)	(0,414)	(0,410)
<i>Deviance</i>	96110	93869	94272	93651
Estatística <i>deviance</i>		2241***	1838***	2459***
Graus de liberdade		2	2	2

Nota: (1) Coeficiente significativo \*\*\* $p < 0,001$ , \*\* $p < 0,01$  e \* $p < 0,05$ . Desvio padrão entre parênteses.

(2) M0: modelo com intercepto aleatório, M1: modelo com intercepto e coeficiente angular cognitivo aleatórios, M2: modelo com intercepto e coeficiente angular social aleatórios e M3: modelo com intercepto e coeficiente angular motor aleatórios.

Fonte: Resultado da pesquisa e elaborado pelo autor.

## 6. Considerações finais

Considerando um processo interativo entre o mercado de trabalho e a estrutura produtiva local, o estudo estimou como o *sharing* de bens intermediários e a composição do mercado de trabalho local baseada nas habilidades, influenciaram a distribuição dos salários nominais de trabalhadores na Zona Franca de Manaus (ZFM) em 2015. Diferentes formas de interação foram examinadas na estrutura de modelos multiníveis. A abordagem é particularmente interessante, pois controla os efeitos da heterogeneidade individual por meio da correlação com variáveis de contexto.

A principal contribuição do artigo é demonstrar que as relações insumo-produto, mediadas pelo trabalho qualificado, configuram importantes fontes de produtividade, com reflexos nos salários nominais. Empiricamente, a implementação dessa hipótese foi facilitada por Maciente (2013), que forneceu *scores* de habilidades ocupacionais

específicas das dimensões cognitiva, social e motora. Além disso, as variáveis da estrutura produtiva local foram extraídas da Matriz Insumo-Produto, construída pelo NEREUS/USP para o estado do Amazonas. A análise multinível envolveu 88.585 trabalhadores, classificados em 1.101 ocupações, vinculados a 1.020 firmas, classificadas em 28 atividades industriais em 2015.

Os resultados estimados por meio de interações determinísticas revelaram (Tabela 5), após o controle das características individuais do trabalhador (Idade, Idade<sup>2</sup>, Escolaridade formal e Tenure), que o salário diferencial é determinado principalmente pelo *matching* existente entre habilidades e composição da estrutura produtiva local. Ficou evidente que os retornos são mais significativos quando capacidades relacionadas à habilidade cognitiva estão sujeitas a um processo interativo envolvendo trocas de bens intermediários no mercado local. De forma complementar, tais trocas também contribuíram com a dimensão social da habilidade do trabalhador, impactando positivamente o prêmio de salário. Dado que a dinâmica no PIM é dirigida por setores intensivos em tecnologia (Tabela 1, Anexo A), a destreza manual e outros aspectos da habilidade motora, são frequentemente substituídos por ocupações dotadas de outras capacidades, principalmente associadas às habilidades cognitiva e social.

Não há evidência suficiente para afirmar que a concentração da firma industrial, medida pelo coeficiente Gini, contribuiu com a dispersão do prêmio de salário. A ausência de significância associada à elevada heterogeneidade estrutural pode ser um indicativo de que o *labor pooling* configure um efeito complementar ao *sharing* de bens intermediários. Essa questão foi tratada por meio de efeitos aleatórios, rastreados pela interatividade das habilidades e pelos choques idiossincráticos, emitidos pela estrutura produtiva local. Em casos específicos, quando tais efeitos são controlados pela interatividade da habilidade cognitiva e social, uma fração dos choques de produtividade é repassada aos salários nominais. Essa questão merece uma investigação mais acurada, que leve em conta outras vantagens locais condicionantes da produtividade industrial.

Por fim, os resultados evidenciaram que os encadeamentos com firmas localizadas em outras regiões do país não contribuíram de modo relevante para a determinação de prêmio de salário. O isolamento geográfico da ZFM em relação aos principais mercados, no Sul e Sudeste do Brasil, pode ter comprometido a estabilidade das conexões inter-regionais, limitando o repasse aos salários nominais.

## Referências

- Amaral, P. V., Lemos, M., Simões, R., e Chein, F. (2010). Regional imbalances and market potential in Brazil. *Spatial Economic Analysis*, 5(4):463–482.
- Andersson, M., Klaesson, J., e Larsson, J. P. (2014). The sources of the urban wage premium by worker skills: Spatial sorting or agglomeration economies? *Papers in Regional Science*, 93(4):727–747.



- Banco Mundial (2017). Um ajuste justo: análise da eficiência e equidade do gasto público no brasil. *Volume I: síntese*.
- Barufi, A. M. B., Haddad, E. A., e Nijkamp, P. (2016). Industrial scope of agglomeration economies in brazil. *The Annals of Regional Science*, 56(3):707–755.
- Ciccone, A. (2002). Agglomeration effects in europe. *European Economic Review*, 46(2):213–227.
- Ciccone, A. e Hall, R. E. (1996). Productivity and the density of economic activity. *National Bureau of Economic Research*, 86(1):54–70.
- Combes, P.-P., Duranton, G., e Gobillon, L. (2008). Spatial wage disparities: Sorting matters! *Journal of Urban Economics*, 63(2):723–742.
- Diniz, M. J. T. e Diniz, M. B. (2013). Construção do sistema regional de inovações do estado do amazonas a partir do pólo industrial de manaus: histórico e resultados. *Revista Economia & Tecnologia*, 9(3).
- Dixit, A. K. e Stiglitz, J. E. (1977). Monopolistic competition and optimum product diversity. *The American Economic Review*, 67(3):297–308.
- Duranton, G. e Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. *Handbook of regional and urban economics*, 4:2063–2117.
- Ferreira, A. L. e Diniz, M. B. (2021). Desempenho produtivo e padrões de localização industrial no norte do brasil. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 15(2):247–274.
- Fontes, G. G., Simões, R. F., e Hermeto Camilo De Oliveira, A. (2010). Urban attributes and wage disparities in brazil: a multilevel hierarchical model. *Regional Studies*, 44(5):595–607.
- Fujita, M., Krugman, P., e Venables, A. J. (2002). *Economia Espacial: urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo*. Futura, São Paulo.
- Fujita, M. e Thisse, J.-F. (2013). *Economics of agglomeration: cities, industrial location, and regional growth*. Number 2. Cambridge University Press, New York.
- Glaeser, E., Kallal, H., Scheinkman, J. A., e Shleifer, A. (1992). Growth in cities. *Journal of Political Economy*, 100(6).
- Glaeser, E. L. e Maré, D. C. (2001). Cities and skills. *Journal of Labor Economics*, 19(2):316–342.
- Goldstein, H. (2010). *Multilevel statistical models*, volume 4. Wiley, London.
- Groot, S. P., de Groot, H. L., e Smit, M. J. (2014). Regional wage differences in the netherlands: Micro evidence on agglomeration externalities. *Journal of Regional Science*, 54(3):503–523.

- Hox, J. J. (2010). *Multilevel analysis: Techniques and applications*, volume 2. Routledge, New York.
- Krugman, P. (1991a). Increasing returns and economic geography. *Journal of political economy*, 99(3):483–499.
- Krugman, P. R. (1991b). *Geography and trade*. Cambridge MIT Press, Massachusetts-London.
- Maciente, A. N. (2013). *The determinants of agglomeration in Brazil: input-output, labor and knowledge externalities*. University of Illinois at Urbana-Champaign, Champaign, IL, Estados Unidos.
- Marshall, A. (1920). *Principles of economics*. Macmillan, London.
- Mion, G. e Naticchioni, P. (2009). The spatial sorting and matching of skills and firms. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 42(1):28–55.
- Miranda, R. N. d. (2013). Zona franca de manaus: desafios e vulnerabilidades. *Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado Federal*.
- Neves Júnior, E. C., Azzoni, C. R., e Chagas, A. S. (2021). Habilidades e prêmio salarial urbano. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 51(2).
- Overman, H. G. e Puga, D. (2010). Labor pooling as a source of agglomeration: An empirical investigation. *Agglomeration economics*, Página 133–150.
- Puga, D. (2010). The magnitude and causes of agglomeration economies. *Journal of regional science*, 50(1):203–219.
- Venables, A. J. (1996). Equilibrium locations of vertically linked industries. *International economic review*, Página 341–359.

## Apêndice: Estrutura produtiva no Polo Industrial de Manaus

A Tabela 1 fornece dados sobre a estrutura produtiva PIM. Os setores 'Fabricação de outros equipamentos de transporte' e 'Fabricação de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos' determinam o crescimento produtivo, respondendo por 42,7% do emprego e 38,0% da produção industrial, medida pelo valor adicionado. Das 28 atividades examinadas, dez (Códigos: 2991, 2800, 2600, 3180, 2492, 2500, 1300, 1100, 3000 e 1200) exibem um coeficiente Gini superior à média 0,681. Apesar da heterogeneidade, todas as atividades apresentam elevada capacidade de produzir efeitos para frente, em termos das conexões insumo-produto. Em contraste, as atividades mais integradas regionalmente, com as maiores conexões inter-regionais, são as menos concentradas,  $Cor(Gini, CIR) = -0,524$ .

### A.1. Indicadores produtivos no Polo Industrial de Manaus (PIM)

Cód.	Atividades industriais	Emprego	Firmas	Gini	CML	CIR
1091	Abate e produtos de carne, inclusive laticínio e pesca	1366	47	0,5338	1,6698	0,7161
1093	Outros produtos alimentares	3919	124	0,6061	1,6767	0,5641
1100	Fabricação de bebidas	2939	26	0,7499	1,5946	0,5680
1200	Fabricação de produtos do fumo	27	1	1,0000	1,5578	0,3558
1300	Fabricação de produtos têxteis	449	9	0,7396	1,5711	0,4823
1400	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	776	30	0,5814	1,4115	0,4537
1500	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	87	4	0,3838	1,3768	0,7011
1600	Fabricação de produtos da madeira	1310	34	0,6509	1,5444	0,3939
1700	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	2369	39	0,5637	1,6322	0,4502
1800	Impressão e reprodução de gravações	1543	44	0,6800	1,4722	0,3313
1991	Refino de petróleo e coquerias	492	4	0,5820	1,7673	0,6991
2091	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos	329	10	0,3865	1,6704	0,6095
2092	Fabricação de defensivos, tintas e químicos diversos	670	22	0,4780	1,5521	0,6176
2093	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos e higiene	497	11	0,6271	1,5591	0,7059
2100	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	514	3	0,4913	1,3867	0,4694
2200	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	8104	97	0,6650	1,6117	0,5070
2300	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	1950	70	0,5229	1,5939	0,5196
2491	Produção de ferro-gusa, siderurgia e tubos de aço sem costura	105	3	0,2244	1,5417	0,7143
2492	Metalurgia de metais não ferrosos e a fundição de metais	1446	11	0,7181	1,6134	0,5787
2500	Fabricação de metais, exceto máquinas e equipamentos	5398	68	0,7380	1,3495	0,6248
2600	Fabricação de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos	25358	103	0,7084	1,4229	0,3257
2700	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	6663	29	0,5580	1,5591	0,5335
2800	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	2682	25	0,7033	1,4439	0,4890
2991	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	380	7	0,6869	1,6011	0,6134
2992	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	3118	20	0,5805	1,5366	0,5534
3000	Fabricação de outros equipamentos de transporte	11753	54	0,8210	1,4974	0,4251
3180	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	2801	55	0,7140	1,4237	0,4073
3300	Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos	1540	70	0,5452	1,4387	0,3790

Fonte: Resultado da pesquisa e elaborado pelo autor.