

Insumo-Produto*

3ª Lista de Exercícios

Alberson da Silva Miranda

23 de junho de 2024

*Código disponível em https://github.com/albersonmiranda/insumo_produto.

Índice

1	O PACOTE {fio}	3
2	Q1	4
3	Q2	9
4	Q3	11
	REFERÊNCIAS	15

1 O PACOTE {fio}

Os dados da matriz de insumo produto e os códigos para os cálculos exigidos nesta lista foram organizados no pacote {fio} (MIRANDA, 2024). A seguir, detalho o caminho para cada funcionalidade:

1. [R6.R](#) contém a classe `iom`, que armazena os dados e os métodos associados à matriz de insumo-produto.
2. [lib.rs](#) inclui funções para calcular a matriz de coeficientes técnicos e a matriz inversa de Leontief.
3. [linkages.rs](#) oferece funções para calcular o poder e a sensibilidade de dispersão, além de seus coeficientes de variação. Os setores-chave são definidos na [classe iom](#).
4. [multipliers.rs](#) apresenta as funções para calcular os multiplicadores.
5. [influence.rs](#) contém as funções para avaliar o campo de influência.
6. [ghosh.rs](#) inclui as funções para calcular a matriz de coeficientes de alocação e a inversa de Ghosh.
7. [extraction.rs](#) disponibiliza funções para analisar os efeitos na produção após a extração hipotética de setores.

2 Q1

Calcule os índices de ligação para os setores econômicos do Brasil e identifique os setores-chave. Após, calcule os coeficientes de variação de cada um dos setores. Com base na combinação das informações, o que se pode afirmar sobre os setores-chaves da economia brasileira?

Há uma diferença teórica e de implementação do pacote {fio} em relação ao código em R desenvolvido em VALE (2020) . Lá, os autores definem os coeficientes de variação do poder de dispersão e da sensibilidade de dispersão na seguinte forma:

$$V_{.j} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (b_{ij} - b_{.j}/n)^2}}{b_{.j}/n} \quad (2.1)$$

$$V_{i.} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (b_{ij} - b_{i.}/n)^2}}{b_{i.}/n} \quad (2.2)$$

O R, assim como as outras linguagens de programação, segue uma lógica *column-major*, ou seja, as matrizes são construídas a partir de um vetor e, de acordo com as dimensões desejadas, esse vetor único é alocado *coluna-a-coluna* (daí o termo *column-major*). Tome o seguinte vetor:

```
1 data <- matrix(c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), nrow = 3)
2 print(data)
```

```
      [,1] [,2] [,3]
[1,]    1    4    7
[2,]    2    5    8
[3,]    3    6    9
```

Nesse vetor, a lógica *column-major* faz com que [123] seja interpretada como a primeira coluna, [456] a segunda e [789] a terceira.

Quando tomo a média das linhas (ou colunas), formo um vetor na mesma dimensão da matriz, que no exemplo acima tem tamanho 3.

```

1 ml <- rowMeans(data)
2 print(ml)

```

```
[1] 4 5 6
```

Esse novo vetor, assim como qualquer outro, também será interpretado como uma coluna se nenhum tratamento for realizado. Então, se eu tentar subtrair uma matriz por um vetor, estaremos realizando a seguinte operação:

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix}$$

Então o R irá iterar sobre cada coluna da matriz, realizando a subtração coluna - vetor para cada coluna.

```
1 print(data - ml)
```

```

      [,1] [,2] [,3]
[1,]   -3    0    3
[2,]   -3    0    3
[3,]   -3    0    3

```

Nos cálculos de coeficientes de variação fornecidos no livro:

```

1 Vj = (((1 / (n - 1)) * (rowSums((B - MC) ** 2))) ** 0.5) / MC
2 Vi = (((1 / (n - 1)) * (colSums((B - ML) ** 2))) ** 0.5) / ML

```

Se consultarmos as fórmulas, dentro do somatório, está descrita a iteração $i = 1 \rightarrow n$ nas duas fórmulas, ou seja, para cada linha i , subtrai-se cada elemento b_{ij} , isto é, todos os elementos da linha i (linha-a-linha). Isso *não* é o R faz quando subtraímos uma matriz por um vetor.

Para o cálculo do coeficiente de variação do poder de dispersão V_j , teremos:

$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{pmatrix} - (4 \ 5 \ 6)$$

Para isso, devemos mandar o R iterar por linhas:

```

1 print(
2   apply(data, 1, function(x) {
3     x - m1
4   })
5 )

```

```

      [,1] [,2] [,3]
[1,]   -3   -2   -1
[2,]   -1    0    1
[3,]    1    2    3

```

Entretanto, apesar de computar corretamente, o vetor único resultante será interpretado também de forma *column-major*! Portanto, para que o vetor seja interpretado como *row-major*, devemos transpor a matriz resultante.

```

1 print(
2   t(
3     apply(data, 1, function(x) {
4       x - m1
5     })
6   )
7 )

```

```

      [,1] [,2] [,3]
[1,]   -3   -1    1
[2,]   -2    0    2
[3,]   -1    1    3

```

Já para o cálculo da sensibilidade de dispersão V_i , a fórmula em R está correta, mas o índice no somatório na Equação 2.1 está errado, pois não descreve uma iteração *column-major*. Para que seja, teremos $j = 1 \rightarrow n$, ou seja, para cada coluna j , subtrai-se cada elemento b_{ij} , isto é, todos os elementos da coluna j (coluna-a-coluna), como na Equação 2.3.

$$V_i = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (b_{ij} - b_{i.}/n)^2}}{b_{i.}/n} \quad (2.3)$$

Outras implementações, como a do pacote `{leontief}`, calculam o coeficiente de variação do poder de dispersão como em Equação 2.3.

A seguir, a implementação correta dos coeficientes de variação no pacote `{fio}`:

```

1 # dados
2 mip <- fio::br_2020
3
4 # calcula matriz de coeficientes técnicos
5 mip$compute_tech_coeff()
6
7 # calcula matriz inversa de Leontief
8 mip$compute_leontief_inverse()
9
10 # calcula índices de ligação e setores chave
11 mip$compute_key_sectors()
12
13 # exhibe setores-chave
14 mip$key_sectors ▷
15   kableExtra::kbl(booktabs = TRUE, digits = 3) ▷
16   kableExtra::kable_styling(latex_options = c("striped", "scale_down")) ▷
17   kableExtra::column_spec(1, width = "6cm")

```

O que se pode dizer dos setores-chave é que todos representam insumos essenciais na base da cadeia produtiva da **indústria** brasileira, principalmente da indústria de transformação.

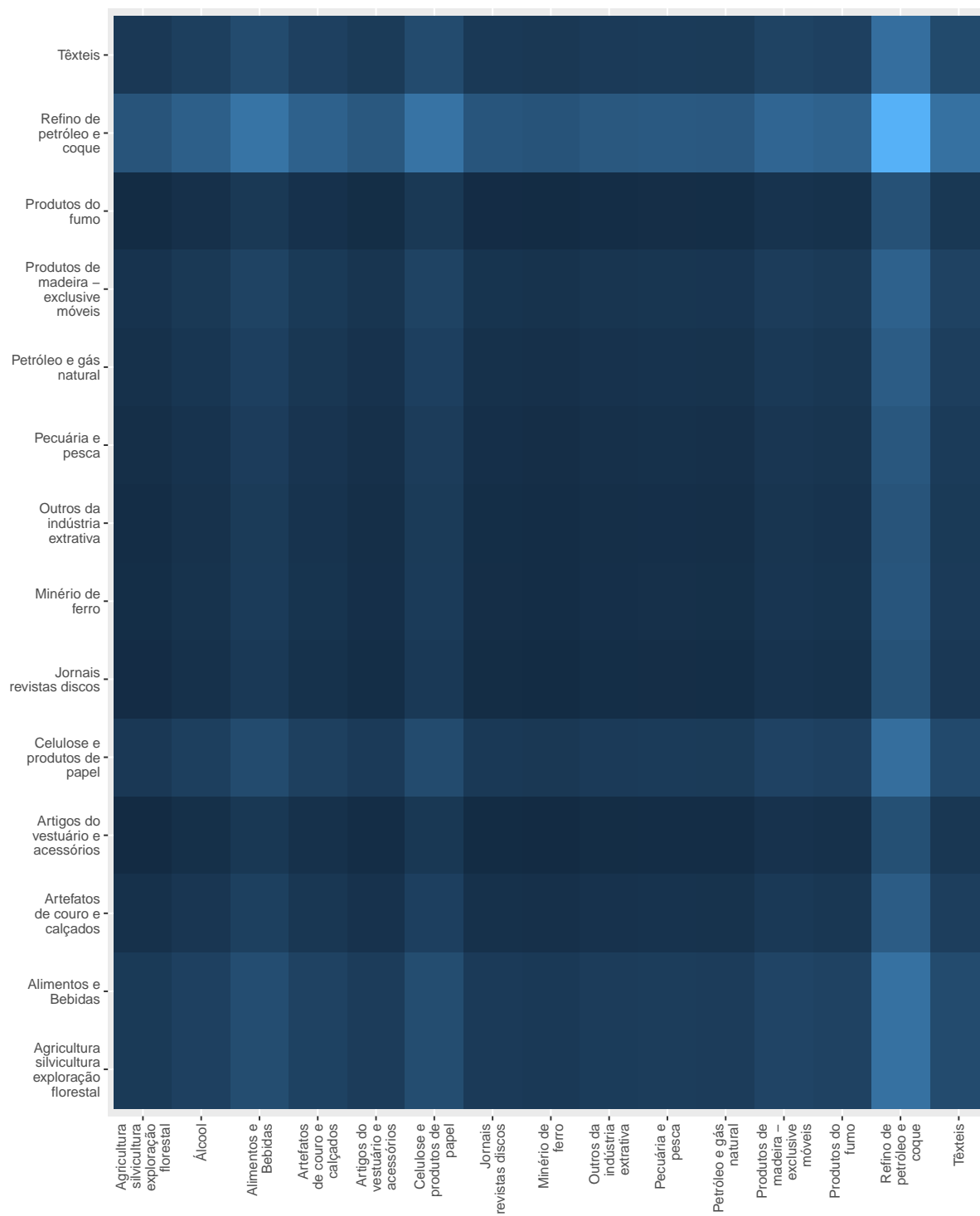
sector	power_dispersion	sensitivity_dispersion	power_dispersion_cv	sensitivity_dispersion_cv	key_sectors
Agricultura silvicultura exploração florestal	0.868	1.553	5.135	2.449	Strong Forward Linkage
Pecuária e pesca	0.967	0.772	4.173	5.194	Non-Key Sector
Petróleo e gás natural	1.023	1.108	3.960	3.514	Key Sector
Minério de ferro	0.899	0.834	4.424	4.637	Non-Key Sector
Outros da indústria extrativa	1.047	0.795	3.761	4.934	Strong Backward Linkage
Alimentos e Bebidas	1.276	1.278	3.520	3.474	Key Sector
Produtos do fumo	1.141	0.548	3.434	7.621	Strong Backward Linkage
Têxteis	1.143	0.849	3.981	5.296	Strong Backward Linkage
Artigos do vestuário e acessórios	1.017	0.556	3.828	7.154	Strong Backward Linkage
Artefatos de couro e calçados	1.029	0.591	4.084	7.107	Strong Backward Linkage
Produtos de madeira - exclusive móveis	1.068	0.710	4.025	6.027	Strong Backward Linkage
Celulose e produtos de papel	1.178	0.989	3.823	4.555	Strong Backward Linkage
Jornais revistas discos	0.958	0.602	4.117	6.541	Non-Key Sector
Refino de petróleo e coque	1.344	2.024	4.105	2.713	Key Sector
Alcool	1.174	0.699	3.237	5.828	Strong Backward Linkage
Produtos químicos	1.169	1.743	4.186	2.674	Key Sector
Fabricação de resina e elastômeros	1.096	0.992	3.660	4.069	Strong Backward Linkage
Produtos farmacêuticos	0.912	0.630	4.387	6.338	Non-Key Sector
Defensivos agrícolas	1.104	0.846	4.133	5.403	Strong Backward Linkage
Perfumaria higiene e limpeza	1.144	0.615	3.371	6.288	Strong Backward Linkage
Tintas vernizes esmaltes e lacas	1.115	0.634	3.405	6.048	Strong Backward Linkage
Produtos e preparados químicos diversos	1.080	0.771	3.713	5.235	Strong Backward Linkage
Artigos de borracha e plástico	1.122	1.076	3.786	3.981	Key Sector
Cimento e outros produtos de minerais não-metálicos	1.122	0.784	3.718	5.316	Strong Backward Linkage
Fabricação de aço e derivados	1.247	1.195	3.400	3.554	Key Sector
Metalurgia de metais não-ferrosos	1.185	0.986	3.911	4.711	Strong Backward Linkage
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	1.147	0.976	3.566	4.273	Strong Backward Linkage
Máquinas e equipamentos inclusive manutenção e reparos	1.057	1.205	4.192	3.668	Key Sector
Eletrodomésticos e material eletrônico	1.157	0.782	3.669	5.468	Strong Backward Linkage
Máquinas para escritório aparelhos e e material eletrônico	0.982	0.812	4.657	5.637	Non-Key Sector
Automóveis camionetas caminhões e ônibus	1.255	0.570	3.112	7.120	Strong Backward Linkage
Pecas e acessórios para veículos automotores	1.138	0.903	3.848	4.736	Strong Backward Linkage
Outros equipamentos de transporte	0.962	0.621	4.509	6.964	Non-Key Sector
Móveis e produtos das indústrias diversas	1.044	0.591	3.715	6.576	Strong Backward Linkage
Produção e distribuição de eletricidade gás água esgoto e limpeza urbana	0.961	1.752	5.279	2.851	Strong Forward Linkage
Construção civil	1.024	0.769	4.056	5.418	Strong Backward Linkage
Comércio	0.849	3.283	5.213	1.097	Strong Forward Linkage
Transporte armazenagem e correio	1.023	2.528	4.438	1.676	Key Sector
Serviços de informação	0.849	1.221	4.988	3.472	Strong Forward Linkage
Intermediação financeira seguros e previdência complementar e serviços relacionados	0.771	1.644	5.628	2.626	Strong Forward Linkage
Atividades imobiliárias e aluguéis	0.585	0.843	6.516	4.577	Non-Key Sector
Serviços de manutenção e reparação	0.763	0.578	5.053	6.673	Non-Key Sector
Serviços de alojamento e alimentação	1.029	0.676	3.675	5.729	Strong Backward Linkage
Serviços prestados às empresas	0.785	2.698	5.515	1.458	Strong Forward Linkage
Educação mercantil	0.758	0.607	5.047	6.317	Non-Key Sector
Saúde mercantil	0.833	0.603	5.217	7.203	Non-Key Sector
Serviços prestados às famílias e associativas	0.892	0.868	4.343	4.483	Non-Key Sector
Serviços domésticos	0.528	0.528	7.332	7.408	Non-Key Sector
Educação pública	0.643	0.569	5.981	6.786	Non-Key Sector
Saúde pública	0.812	0.533	4.719	7.165	Non-Key Sector
Administração pública e seguridade social	0.727	0.662	5.255	5.799	Non-Key Sector

3 Q2

Usando o R e o material de apoio com os códigos, calcule os campos de influência para os setores econômicos do Brasil.

Para melhor visibilidade, estou representando em gráfico e mantendo apenas os 15 primeiros setores.

```
1 # calcula campo de influência
2 mip$compute_field_influence(epsilon = 0.001)
3
4 # mapa de calor
5 mip$field_influence ▷
6   tibble::as_tibble(rownames = NA) ▷
7   tibble::rownames_to_column("setor") ▷
8   dplyr::select(1:15) ▷
9   dplyr::slice_head(n = 15) ▷
10  tidyr::pivot_longer(~setor, names_to = "setor_influente", values_to = "influencia") ▷
11  dplyr::mutate(
12    setor = stringr::str_wrap(setor, width = 15),
13    setor = as.factor(setor),
14    setor_influente = stringr::str_wrap(setor_influente, width = 15),
15    setor_influente = as.factor(setor_influente)
16  ) ▷
17  ggplot(aes(setor, setor_influente, fill = influencia)) +
18  geom_tile() +
19  labs(x = NULL, y = NULL) +
20  theme(
21    axis.text.x = element_text(angle = 90, hjust = 1, vjust = 0.5),
22    legend.position = "none"
23  )
```



4 Q3

Calcule o impacto econômico total no Brasil da extração hipotética (total) do setor de Administração Pública.

Em relação ao código em VALE (2020), ele não está errado, mas é redundante, se tornando ineficiente. O *loop* abaixo realiza todos os cálculos para o novo produto de equilíbrio na estrutura de compras e de vendas *após a substituição de cada par* ($i - j$), ao invés de substituir toda a linha ou coluna por zeros e apenas então realizar o cálculo (veja os comentários inseridos abaixo). Para uma matriz de dimensão n o *loop* abaixo deve ser cerca de $n-1$ vezes mais lento do que a implementação sugerida.

```
1 for (i in 1:n) {
2   for (j in 1:n) {
3     ABL = A
4     ABL[, j] = 0
5     # } <- o loop em j deveria encerrar aqui para substituição de todo o setor
6     # por zero (extração)
7     BBL = solve(I - ABL)
8     xbl = BBL %*% y
9     tbl = sum(x) - sum(xbl)
10    BLextrac[j] = tbl
11    BLextracp = BLextrac / sum(x) * 100
12    # esse loop deveria ser separado, iterando dessa vez j e depois i
13    FFL = F
14    FFL[i, ] = 0
15    GFL = solve(I - FFL)
16    xfl = t(sp) %*% GFL
17    tfl = sum(x) - sum(xfl)
18    FLextrac[i] = tfl
19    FLextracp = FLextrac / sum(x) * 100
20
21    Extrac = cbind(BLextrac, FLextrac, BLextracp, FLextracp)
22    colnames(Extrac) = c("BL", "FL", "BL%", "FL%")
23  }
24 }
```

Respondendo à questão, considerando que o impacto total é a soma dos impactos dos setores de compras (backward) e de vendas (forward), temos:

```

1 # calcula os coeficientes de alocação
2 mip$compute_allocation_coeff()
3 # calcula o impacto com a extração hipotética de cada setor
4 mip$compute_hypothetical_extraction()
5
6 # exibe impacto total
7 mip$hypothetical_extraction >
8   tibble::as_tibble(rownames = NA) >
9   tibble::rownames_to_column("setor") >
10  kableExtra::kbl(booktabs = TRUE, digits = 2, longtable = TRUE) >
11  kableExtra::kable_styling(
12    latex_options = c("striped", "repeat_header"),
13    font_size = 6
14  ) >
15  kableExtra::column_spec(1, width = "3cm")

```

setor	backward_absolute	backward_relative	forward_absolute	forward_relative	total_absolute	total_relative
Agricultura silvicultura exploração florestal	-358764.14	-0.03	-398083.76	-0.03	-756847.90	-0.06
Pecuária e pesca	-172937.80	-0.01	-202488.89	-0.02	-375426.69	-0.03
Petróleo e gás natural	-214364.61	-0.02	-319722.18	-0.02	-534086.79	-0.04
Minério de ferro	-106984.50	-0.01	-96680.46	-0.01	-203664.96	-0.02
Outros da indústria extrativa	-44124.08	0.00	-70594.98	-0.01	-114719.07	-0.01
Alimentos e Bebidas	-1150341.99	-0.09	-357953.32	-0.03	-1508295.30	-0.11
Produtos do fumo	-19348.45	0.00	-923.31	0.00	-20271.76	0.00
Têxteis	-55262.17	0.00	-39966.09	0.00	-95228.25	-0.01
Artigos do vestuário e acessórios	-57768.69	0.00	-9694.90	0.00	-67463.59	-0.01
Artefatos de couro e calçados	-31521.84	0.00	-5557.74	0.00	-37079.58	0.00
Produtos de madeira - exclusive móveis	-35438.22	0.00	-36159.47	0.00	-71597.69	-0.01
Celulose e produtos de papel	-122687.47	-0.01	-114489.59	-0.01	-237177.06	-0.02
Jornais revistas discos	-14903.95	0.00	-34380.85	0.00	-49284.80	0.00
Refino de petróleo e coque	-467025.23	-0.04	-520130.85	-0.04	-987156.08	-0.07
Alcool	-87886.01	-0.01	-84429.70	-0.01	-172315.71	-0.01
Produtos químicos	-151091.56	-0.01	-261379.46	-0.02	-412471.02	-0.03
Fabricação de resina e elastômeros	-52560.80	0.00	-96637.20	-0.01	-149198.00	-0.01
Produtos farmacêuticos	-60281.18	0.00	-36735.29	0.00	-97016.47	-0.01
Defensivos agrícolas	-54326.66	0.00	-93295.06	-0.01	-147621.71	-0.01
Perfumaria higiene e limpeza	-68850.14	-0.01	-28592.45	0.00	-97442.59	-0.01
Tintas vernizes esmaltes e lacas	-26382.66	0.00	-36238.02	0.00	-62620.67	0.00
Produtos e preparados químicos diversos	-33825.52	0.00	-51241.10	0.00	-85066.63	-0.01
Artigos de borracha e plástico	-134019.23	-0.01	-175215.11	-0.01	-309234.33	-0.02

(continued)

setor	backward_absolute	backward_relative	forward_absolute	forward_relative	total_absolute	total_relative
Cimento e outros produtos de minerais não-metálicos	-102841.94	-0.01	-123495.40	-0.01	-226337.35	-0.02
Fabricação de aço e derivados	-187655.11	-0.01	-210070.18	-0.02	-397725.29	-0.03
Metalurgia de metais não-ferrosos	-86213.25	-0.01	-92876.11	-0.01	-179089.37	-0.01
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-133815.87	-0.01	-150754.91	-0.01	-284570.78	-0.02
Máquinas e equipamentos inclusive manutenção e reparos	-206364.33	-0.02	-206384.12	-0.02	-412748.45	-0.03
Eletrodomésticos e material eletrônico	-104681.30	-0.01	-84614.12	-0.01	-189295.42	-0.01
Máquinas para escritório aparelhos e e material eletrônico	-97527.48	-0.01	-80365.94	-0.01	-177893.43	-0.01
Automóveis camionetas caminhões e ônibus	-218171.22	-0.02	-15192.48	0.00	-233363.70	-0.02
Pecas e acessórios para veículos automotores	-101760.49	-0.01	-133019.36	-0.01	-234779.85	-0.02
Outros equipamentos de transporte	-30041.15	0.00	-11766.19	0.00	-41807.34	0.00
Móveis e produtos das indústrias diversas	-64036.01	0.00	-19552.25	0.00	-83588.27	-0.01
Produção e distribuição de eletricidade gás água esgoto e limpeza urbana	-274592.60	-0.02	-430213.68	-0.03	-704806.28	-0.05
Construção civil	-520957.90	-0.04	-145765.82	-0.01	-666723.72	-0.05
Comércio	-813356.12	-0.06	-975336.96	-0.07	-1788693.07	-0.13
Transporte armazenagem e correio	-499189.65	-0.04	-743125.84	-0.06	-1242315.50	-0.09
Serviços de informação	-233838.62	-0.02	-370024.20	-0.03	-603862.82	-0.05
Intermediação financeira seguros e previdência complementar e serviços relacionados	-276978.92	-0.02	-541119.12	-0.04	-818098.04	-0.06
Atividades imobiliárias e aluguéis	-76903.06	-0.01	-181207.42	-0.01	-258110.48	-0.02
Serviços de manutenção e reparação	-10846.48	0.00	-29602.32	0.00	-40448.80	0.00
Serviços de alojamento e alimentação	-248750.52	-0.02	-84707.39	-0.01	-333457.91	-0.03
Serviços prestados às empresas	-306199.16	-0.02	-971169.82	-0.07	-1277368.98	-0.10
Educação mercantil	-61084.98	0.00	-39785.97	0.00	-100870.95	-0.01
Saúde mercantil	-160962.25	-0.01	-39798.14	0.00	-200760.40	-0.02
Serviços prestados às famílias e associativas	-209642.77	-0.02	-163248.57	-0.01	-372891.34	-0.03
Serviços domésticos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Educação pública	-83720.55	-0.01	-20423.85	0.00	-104144.40	-0.01
Saúde pública	-131734.75	-0.01	-2583.35	0.00	-134318.10	-0.01
Administração pública e seguridade social	-341781.43	-0.03	-64668.10	0.00	-406449.53	-0.03

Conforme a tabela, o impacto total da extração hipotética do setor de Administração Pública é de R\$ 406,4 bi, ou 3% do valor bruto da produção brasileira em 2020. A maior parte desse impacto vem da estrutura de compras, R\$ 341,8 bi. Isso porque o setor público é um grande comprador de bens e serviços, e a extração hipotética desse setor afeta toda a cadeia

produtiva.

REFERÊNCIAS

MIRANDA, A. **fio package.**, 23 jun. 2024. Disponível em: <<https://github.com/albersonmiranda/fio>>. Acesso em: 23 jun. 2024

VALE, V. DE A. **Análise de Insumo-Produto: teoria e aplicações no R.** [s.l.] Vinicius de Almeida Vale, 2020.