



Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais

Traballo de
fin de grao

Aplicación das principais técnicas de análise *input-output* a diferentes economías

Estudo dos coeficientes
importantes, da estrutura
sectorial e do seu cambio

Álvaro Andión Mosquera

Xuño 2024

Resumo

Un dos métodos de análise económica máis útiles para comprender a estrutura produtiva dun país nun ano determinado é o marco *input-output*, que describe, por medio de matrices, as transaccións produtivas que teñen lugar entre os distintos sectores de actividade. Con base en técnicas de álgebra matricial, este modelo permite o cálculo de diversos indicadores, que resumen as características e evolución temporal das diferentes industrias da economía considerada.

O presente traballo trata de facer unha aproximación teórica ás principais ferramentas de análise que ofrece o modelo insumo-produto, así como unha aplicación práctica das mesmas ás táboas *input-output* dunha serie de países ao longo do tempo.

Distinguimos neste documento tres estudos clave: a identificación dos coeficientes máis importantes da matriz técnica, a determinación das características estruturais e a valoración do cambio estrutural ao longo do tempo. Máis concretamente, este traballo inclúe o cálculo e a interpretación dos coeficientes técnicos máis importantes, dos multiplicadores de Leontief e dos índices de Rasmussen (características estruturais), e do índice de Gini e de dúas medidas estatísticas máis xerais: a raíz estandarizada do erro cadrado medio e a desviación absoluta ponderada estándar (cambio estrutural).

O obxectivo principal será extraer unha serie de conclusións lóxicas destes indicadores, como pode ser a comprobación da estabilidade das matrices nos anos, ou a clasificación de ramas de actividade segundo as súas características estruturais.

Nº de palabras do documento (excluíndo índices, bibliografía e anexo): 9.398 palabras

Índice

Introdución	7
1 A análise <i>input-output</i>	9
1.1 O modelo <i>input-output</i>	9
1.2 Nocións e técnicas básicas.	11
2 Identificación dos coeficientes máis importantes	15
2.1 Coeficientes máis importantes. Marco teórico.	15
2.2 Coeficientes máis importantes. Aplicación práctica.	16
3 Identificación das características estruturais	24
3.1 Multiplicadores da matriz de Leontief.....	24
3.1.1 Multiplicadores da matriz de Leontief. Marco teórico.	24
3.1.2 Multiplicadores da matriz de Leontief. Aplicación práctica.....	25
3.2 Índices de Rasmussen.....	47
3.2.1 Índices de Rasmussen. Marco teórico.	47
3.2.2 Índices de Rasmussen. Aplicación práctica.....	48
4 Identificación do cambio estrutural	58
4.1 Índice de Gini	58
4.1.1 Índice de Gini. Marco teórico.....	58
4.1.2 Índice de Gini. Aplicación práctica.	60
4.2 Estatísticos RECMS e DAPS	79
4.2.1 Estatísticos RECMS e DAPS. Marco teórico.....	79
4.2.2 Estatísticos RECMS e DAPS. Aplicación práctica.	80
Conclusiones e ampliacións	83
Bibliografía	86
Anexo 1. Listado de países	87
Anexo 2. Lista de ramas de actividade (equivalencias cos sectores CNAE-2009)	88

Índice de táboas e gráficos

A) ÍNDICE DE TÁBOAS

Coefficientes máis importantes

Táboa 1. Estatísticos descritivos básicos do reconto de coeficientes técnicos.	17
Táboa 2. Países con distribucións de coeficientes distintas.	20
Táboa 2.1. Reparto das distribucións distintas nas diferentes parellas de anos.	20

Multiplicadores de Leontief

Táboa 3. Estatísticos descritivos básicos dos multiplicadores de Leontief.	26
Táboa 4. Valor medio dos multiplicadores de Leontief por rama de actividade.	27
Táboa 5. Ramas de actividade ordenadas segundo o seu efecto de arrastre.	35
Táboa 6. Valor medio dos multiplicadores de Leontief por país.	36

Índices de Rasmussen

Táboa 7. Proporción de sectores clave, estratéxicos, impulsores e illas no tempo.	49
Táboa 8. Proporción de sectores de cada clase por país (de maior a menor).	52
Táboa 9. Proporción de países nos que cada rama é dunha determinada clase (de maior a menor).	55
Táboa 9.1. Ramas clave, estratéxicas, impulsoras e illa por natureza.	56

Índice de Gini

Táboa 10. Valor medio do índice de Gini por rama de actividade.	61
Táboa 11. Valor medio do índice de Gini por país.	71

RECMS e DAPS

Táboa 12.1. Valor medio de RECMS e DAPS por anos.	81
Táboa 12.2. Valor medio de RECMS e DAPS por país.	81

B) ÍNDICE DE GRÁFICOS

Coefficientes máis importantes

Gráfico 1. Funcións de densidade do reconto dos coeficientes técnicos.	18
Gráfico 2.1. Correlación temporal dos coeficientes máis importantes.	21
Gráfico 2.2. Correlación temporal dos coeficientes importantes.	22
Gráfico 2.3. Correlación temporal dos coeficientes pouco importantes.	22
Gráfico 2.4. Correlación temporal dos coeficientes non importantes.	23

Multiplicadores de Leontief

Gráfico 3.1. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj das ramas 1 á 9.	28
Gráfico 3.2. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj das ramas 10 á 18.	28
Gráfico 3.3. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj das ramas 19 á 27.	29
Gráfico 3.4. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj das ramas 28 á 36.	29
Gráfico 3.5. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj das ramas 37 á 45.	30
Gráfico 3.6. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi das ramas 1 á 9.	30
Gráfico 3.7. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi das ramas 10 á 18.	31
Gráfico 3.8. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi das ramas 19 á 27.	31
Gráfico 3.9. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi das ramas 28 á 36.	32
Gráfico 3.10. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi das ramas 37 á 45.	32
Gráfico 4.1. <i>Boxplots</i> dos multiplicadores MDj por ramas.	33
Gráfico 4.2. <i>Boxplots</i> dos multiplicadores MUDi por ramas.	34
Gráfico 5.1. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj dos países do grupo 1.	37
Gráfico 5.2. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj dos países do grupo 2.	38
Gráfico 5.3. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj dos países do grupo 3.	38
Gráfico 5.4. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj dos países do grupo 4.	39
Gráfico 5.5. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj dos países do grupo 5.	39
Gráfico 5.6. Funcións de densidade dos multiplicadores MDj dos países do grupo 6.	40
Gráfico 5.7. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi dos países do grupo 1.	40
Gráfico 5.8. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi dos países do grupo 2.	41
Gráfico 5.9. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi dos países do grupo 3.	41
Gráfico 5.10. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi dos países do grupo 4.	42
Gráfico 5.11. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi dos países do grupo 5.	42

Gráfico 5.12. Funcións de densidade dos multiplicadores MUDi dos países do grupo 6.	43
Gráfico 6.1. <i>Boxplots</i> dos multiplicadores MDj por país.	44
Gráfico 6.2. <i>Boxplots</i> dos multiplicadores MUDi por país.	44
Gráfico 7.1. Número de ramas con valores atípicos de MDj por país.	45
Gráfico 7.2. Número de países con valores atípicos de MDj por rama.	46
Gráfico 7.3. Número de ramas con valores atípicos de MUDi por país.	46
Gráfico 7.4. Número de países con valores atípicos de MUDi por rama.	46

Índices de Rasmussen

Gráfico 8.1. Número de sectores de cada clase por país (de maior a menor).	50
Gráfico 8.2. Número de sectores de cada clase por país (orde alfabética).	51
Gráfico 9.1. Número de países nos que cada rama é dunha determinada clase (de maior a menor).	53
Gráfico 9.2. Número de países nos que cada rama é dunha determinada clase (ordenados por rama).	54
Gráfico 9.3. Proporción de países nos que cada rama é dunha determinada clase.	56

Índice de Gini

Gráfico 10.1. Densidade dos índices de Gini das ramas 1 á 11.	62
Gráfico 10.2. Densidade dos índices de Gini das ramas 12 á 22.	63
Gráfico 10.3. Densidade dos índices de Gini das ramas 23 á 33.	63
Gráfico 10.4. Densidade dos índices de Gini das ramas 34 á 44.	63
Gráfico 11.1. <i>Boxplot</i> dos índices de Gini por ramas (1995-2018).	64
Gráfico 11.2. <i>Boxplots</i> dos índices de Gini por ramas.	65
Gráfico 12.1. Número de países con valores atípicos do índice de Gini por rama.	66
Gráfico 12.2. Número de países con valores atípicos do índice de Gini por rama e ano.	67
Gráfico 13.1. Número de índices de Gini atípicos por rama para cada país.	68
Gráfico 13.2. Número de índices de Gini atípicos por rama para cada país (2000-2005).	69
Gráfico 14.1. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 1.	72
Gráfico 14.2. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 2.	72
Gráfico 14.3. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 3.	73
Gráfico 14.4. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 4.	73
Gráfico 14.5. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 5.	73
Gráfico 14.6. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 6.	74

Gráfico 15. <i>Boxplot</i> dos índices de Gini por países (1995-2018).	74
Gráfico 16.1. Número de ramas con valores atípicos do índice de Gini por país.	75
Gráfico 16.2. Número de ramas con valores atípicos do índice de Gini por país e ano.	76
Gráfico 17. Número de índices de Gini atípicos por país para cada rama.	78

RECMS e DAPS

Gráfico 18. RECMS, DAPS e índice de Gini por países.	82
---	----

Introdución

A análise *input-output* é un método de estudo económico especialmente útil para mostrar a estrutura produtiva dun país nun ano determinado. Baseándose na álgebra matricial, o modelo insumo-producto nos permite o cálculo dunha serie de matrices e índices que aporten unha visión global da economía representada. Ten como ferramenta principal a táboa *input-output*, que mostra as transaccións de bens e servizos que teñen lugar entre as distintas ramas de actividade ou industrias do país.

Neste traballo comentaremos de forma teórica as principais ferramentas que nos ofrece a análise *input-output*, e aplicaremos cada unha delas de forma práctica para unha serie de datos. Para iso, contamos con 396 táboas *input-output* da base de datos da Organización para a Cooperación e o Desenvolvemento Económico (OCDE), correspondentes a 66 países nos anos 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2018 (o ano dispoñible máis recente). Estruturaremos a parte práctica do traballo en tres apartados.

Primeiramente calcularemos para cada táboa a “matriz de coeficientes técnicos”, que mostra a estrutura produtiva da economía considerada, e identificaremos os coeficientes máis importantes na produción do país.

A continuación, trataremos de avaliar as características estruturais que presentan estas matrices técnicas, determinando os efectos de arrastre que as distintas ramas de actividade teñen sobre o resto da economía. Para isto calcularemos dúas medidas: os chamados multiplicadores de Leontief e os índices de Rasmussen. O propósito deste apartado será, ademais de analizar a evolución temporal destas magnitudes nos distintos países, clasificar os distintos sectores de actividade en grupos segundo as súas características, e comprobar que esta clasificación se cumpre na maior parte dos países.

Por último, engadiremos o enfoque dinámico valorando o cambio estrutural nas matrices de coeficientes mediante o índice de Gini e outros estatísticos básicos. Neste epígrafe mediremos a estabilidade dos coeficientes técnicos de cada industria ao longo do tempo, e tentaremos ver en que medida cambiou a estrutura produtiva nos diferentes anos que consideramos.

O obxectivo principal deste traballo será, en resumo, realizar unha análise descritiva global dunha serie de indicadores obtidos a partir das táboas *input-output* dunha lista de países ao longo dos anos. Engadiremos tamén como obxectivo secundario a comprobación de se a estrutura produtiva dos países é suficientemente estable como para poder extraer conclusións de períodos separados por cinco anos, e non precisar datos intermedios.

Para o tratamento de datos (cálculo de indicadores, elaboración de táboas, etc.) empregaremos o programa informático Microsoft Excel, e ademais representaremos graficamente os resultados que consideremos máis oportunos con axuda do *software* R. Todos os cadros, táboas e gráficos son de elaboración propia a partir dos datos mencionados no parágrafo anterior.

Ao final deste documento presentamos adxunto un anexo co listado dos países e os seus códigos, así como a enumeración dos sectores de actividade que propón a OCDE e a súa equivalencia na Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-2009).

1 A análise *input-output*

1.1 O modelo *input-output*.

A análise *input-output* é un método de estudo económico desenvolvido polo economista estadounidense Wassily Leontief no século XX, cuxa principal utilidade é analizar a relación entre as distintas ramas de actividade dunha economía determinada mediante técnicas de álgebra matricial. A ferramenta fundamental na que se basea este estudo é a táboa *input-output* (ou TIO), que presenta os datos (habitualmente anuais) das transaccións económicas dunha rexión agrupados por ramas ou sectores. A TIO consta de tres matrices, ás que chamaremos X, Y e Z (Tarancón, 2003).

A matriz de transaccións intermedias (X) é unha táboa de dobre entrada de tamaño $n \times n$, que ten como encabezados tanto das súas filas como das súas columnas as n ramas de actividade da economía a estudar, e como elementos interiores (X_{ij}) as “transaccións intermedias”, os fluxos intersectoriais de bens ou servizos.

Dada a forma na que a TIO recolle os datos, podemos facer unha dobre lectura segundo analicemos as filas ou as columnas da matriz. A fila i mostra como se distribúe a produción do sector i nas distintas ramas de actividade, e polo tanto a columna j mostra os consumos por parte do sector j do resto de sectores da economía. En resumo, o elemento x_{ij} indicará a produción da rama i que será consumida como insumo da rama j para levar a cabo a súa propia produción.

Podemos engadir entón dous vectores de subtotais á matriz: o vector columna v , que recollerá o total de cada fila, e indicará a produción total de cada rama destinada a consumos intermedios, e o vector fila q (total das columnas) que mostrará para cada sector o valor total dos *inputs* requiridos de cada rama para realizar a súa produción.

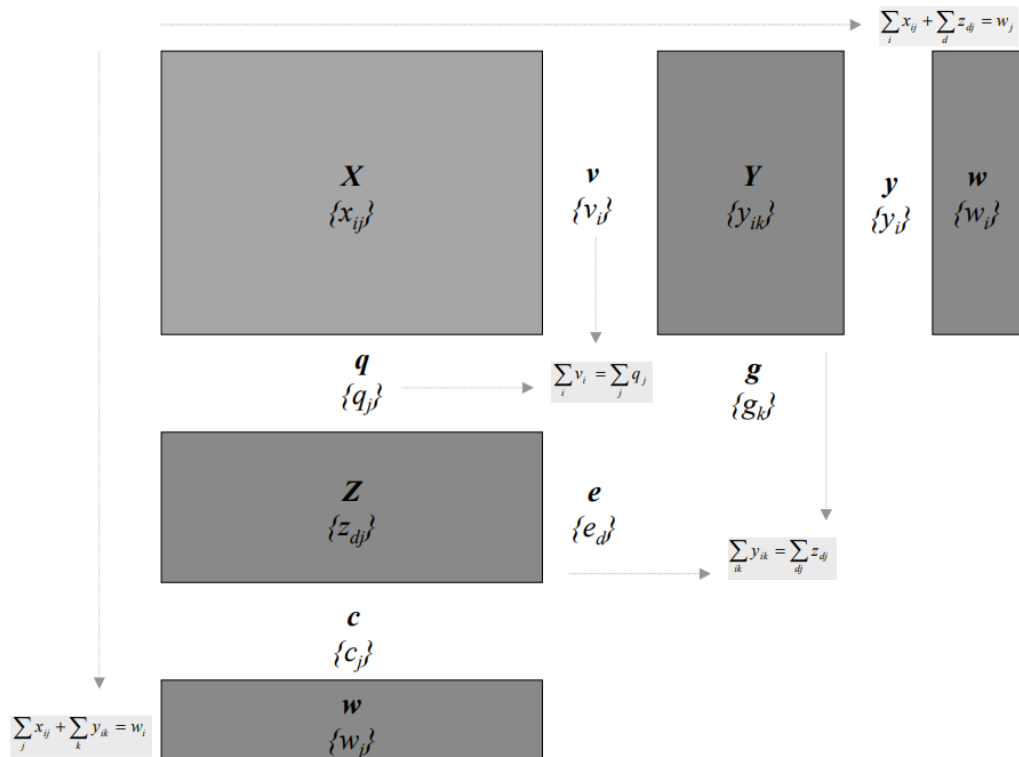
A matriz de demanda final (Y) é unha matriz $n \times k$ que mostra por filas as ramas de actividade, e por columnas os k compoñentes da demanda final, tales como o consumo privado e público, a formación bruta de capital ou as exportacións e importacións. Ao vector que suma a matriz Y por columnas chamarémolo g , e, como é obvio, mostrará o valor total da demanda final de cada rama.

A matriz de *inputs* primarios (Z) é unha matriz $p \times n$ que mostra os *inputs* primarios (filas) que consume cada sector (columnas). Entendemos por *inputs* ou consumos primarios todos aqueles insumos empregados polas ramas de actividade que non son compras a outras ramas, é dicir, que non están recollidos na matriz de consumos intermedios X . Incluímos nesta matriz as retribucións dos asalariados, o excedente de explotación e o consumo de capital fixo. O vector fila c conterá o valor total dos *inputs* primarios para cada rama, e obterase ao sumar a matriz Z por filas.

Por último, podemos definir o vector w , ao que chamaremos produción efectiva, e que presentará a produción total de cada rama de actividade. Para obtelo resulta indiferente sumar por columnas a matriz X e a Y (produción destinada á demanda intermedia e á demanda final), ou por filas as matrices X e Z (insumos provenientes doutras ramas e insumos primarios). Empregando os vectores definidos anteriormente o vector w é o resultante de sumar v e y , ou ben q e c .

Para axudar a visualizar todos estes elementos da TIO mostramos a continuación unha figura na que se poden ver as matrices X , Y e Z e todos os vectores comentados neste apartado.

Figura 1. Principais elementos dunha táboa input-output.



Fonte: (Tarancón, 2003)

1.2 Nocións e técnicas básicas.

Toda táboa *input-output* presenta unha serie de propiedades que se deben cumprir por definición, e que enumeramos a continuación (Tarancón, 2003).

En primeiro lugar, a suma dos elementos dos vectores v e q deben ser iguais. Pode parecer moi trivial, xa que ambas sumas non son máis que a agregación da totalidade da matriz X_{ij} , pero dende un punto de vista lóxico isto implica que os consumos intermedios da economía (columnas) han de ser iguais á produción destinada a este tipo de consumos (filas).

$$\sum_i v_i = \sum_j q_j$$

A segunda propiedade fai referencia ao vector w , e declara que é equivalente obtelo sumando por columnas ($v + g$) ou por filas ($q + c$). Isto tamén ten sentido, xa que a nivel macroeconómico a produción dunha economía (ou PIB) pódese calcular de igual forma pola vía da oferta (que sería similar á suma por columnas da totalidade da táboa *input-output*) e pola vía da demanda (similar á suma por filas).

$$w_i = v_i + g_i$$

$$w_j = q_j + c_j$$

A terceira propiedade consiste na igualdade entre a suma dos elementos das matrices Y e Z, é dicir, a produción total destinada á demanda final será igual á demanda de *inputs* primarios tales como salarios ou excedente de explotación. Matematicamente isto é unha consecuencia directa das dúas primeiras propiedades, como vemos a continuación.

$$\sum_i w_i = \sum_j w_j = \sum_i v_i + \sum_i g_i = \sum_j q_j + \sum_j c_j$$

Entón, aplicando a primeira propiedade:

$$\sum_i g_i = \sum_j c_j$$

Unhas das ferramentas máis útiles que podemos obter das táboas *input-output* son os chamados coeficientes técnicos directos, que denotaremos a partir de agora por a_{ij} . Defínense como o cociente entre o elemento x_{ij} da matriz de transaccións X e a produción efectiva da rama correspondente (w_j). Este cociente non é outra cousa que a proporción (en tanto por un) do insumo i necesario para a produción dunha unidade da rama j .

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{w_j}$$

Apoiándonos nestes coeficientes podemos crear unha nova matriz (A) semellante a X , pero que conteña como elementos os coeficientes técnicos. Desta forma, poderíamos observar por columnas e para cada rama de actividade a súa estrutura de compras, e se incorporamos ademais algunhas hipóteses acerca do efecto-prezo nulo e de funcións de produción lineais e homoxéneas, podemos concluír que a columna j describirá a función de produción da rama j .

Con base nas propiedades da TIO expostas neste apartado, Leontief define a matriz inversa (ou matriz de Leontief) da seguinte maneira, partindo da definición de w_i .

$$w_i = v_i + g_i = \sum_j x_{ij} + \sum_j y_{ij} = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_{i1} + y_{i2} + \dots + y_{ik}$$

Dada a definición dos coeficientes técnicos a_{ij} , substituíndo x_{ij} na ecuación anterior teremos que:

$$w_i = a_{i1}w_1 + a_{i2}w_2 + \dots + a_{in}w_n + y_{i1} + y_{i2} + \dots + y_{ik}$$

En expresión matricial, e para a totalidade da TIO:

$$w = Aw + y$$

Nesa expresión, y denota o sumatorio por columnas da matriz Y , os últimos k sumandos da ecuación. Poderíamos ter usado directamente o vector g , pero parécenos máis “visual” empregar y , xa que da a entender simplemente que é o vector columna da demanda final.

Despexando w na ecuación anterior, podemos expresar a produción efectiva do seguinte xeito:

$$w = (I - A)^{-1} y$$

Á matriz $(I - A)^{-1}$ denominarémola matriz tecnolóxica ou inversa de Leontief, e os seus elementos, aos que chamaremos α_{ij} , cuantificarán os requirimentos de produción (tanto directos como indirectos) necesarios para satisfacer un incremento na demanda final.

2 Identificación dos coeficientes máis importantes

2.1 Coeficientes máis importantes. Marco teórico.

Como comentabamos antes, a matriz A_{ij} de coeficientes técnicos mostra a estrutura produtiva subxacente ao sistema económico considerado na TIO. Despois de calculala, o seguinte paso lóxico será avaliar cales dos coeficientes desa matriz son verdadeiramente relevantes ou teñen máis importancia a nivel económico (Schintke & Stäglin, 1988).

Neste apartado identificaremos cales son os coeficientes técnicos da matriz A_{ij} cuxas variacións provocan maiores cambios na produción das ramas de actividade da TIO. Fixaremos un límite tolerable de erro ($p\%$), e concluiremos que o coeficiente a_{ij} será importante se unha variación inferior ao 100% na súa contía ocasiona no *output* dalgunha rama un cambio maior a ese límite p (Pino & Barriga, 2016). Para a nosa análise empregaremos como límite tolerable o 1% ($p = 0,01$).

O grao de importancia (w_{ij}) do coeficiente a_{ij} virá dado pola seguinte expresión:

$$w_{ij}(p) = a_{ij} \left(\alpha_{ij} p + \frac{\alpha_{ii} w_j}{w_i} \right)$$

na que

a_{ij} = coeficiente técnico estandarizado, definido como x_{ij}/x_j

α_{ij} = elemento da matriz inversa de Leontief

w_j = produción efectiva da rama de actividade j

p = límite tolerable de erro

Valoraremos tamén unha medida de sensibilidade dos coeficientes, r_{ij} , calculada do seguinte xeito:

$$r_{ij} = \frac{p}{w_{ij}}$$

Este cociente indica cal é a variación porcentual máxima que pode presentar o coeficiente a_{ij} antes de que se altere en máis dun $p\%$ a produción do sector i . En función do valor que tome r_{ij} , poderemos clasificar os coeficientes en catro categorías, que se mostran no seguinte cadro:

Menor ao 10%	Coficiente moi importante (+++)
Entre 10% e 50%	Coficiente importante (++)
Entre 50% e 100%	Coficiente pouco importante (+)
Maior ao 100%	Coficiente non importante (0)

2.2 Coeficientes máis importantes. Aplicación práctica.

Dado que contamos cunha enorme cantidade de países, anos e sectores de actividade, non tería sentido facer unha análise individualizada de cada coeficiente. En lugar diso, parécenos máis convinte facer o recuento do número de coeficientes moi importantes (+++), importantes (++) , pouco importantes (+) e non importantes (0) que hai para cada TIO, e estudar despois a súa distribución nos diferentes países ao longo do tempo.

Como introdución aos datos, mostraremos a modo de resumo na *táboa 1* as medidas estatísticas descritivas básicas (media, mediana valores máximo e mínimo, desviación típica e coeficiente de variación) do número de coeficientes de cada tipo nos diferentes países e anos.

Táboa 1. Estatísticos descritivos básicos do recuento de coeficientes técnicos.

	Media	Mediana	% total	Máx.	Mín.	Desv. Típ.	CV
Coefs +++	156,0	145,0	7,7%	280	102	31,8	20,4%
1995	152,0	143,0	7,5%	232	109	30,2	19,9%
2000	152,5	144,5	7,5%	245	107	29,3	19,2%
2005	153,7	143,5	7,6%	254	102	28,9	18,8%
2010	157,5	148,0	7,8%	266	108	33,0	20,9%
2015	160,0	147,5	7,9%	275	110	34,4	21,5%
2018	160,5	148,5	7,9%	280	109	34,8	21,7%
Coefs ++	376,9	379,0	18,6%	488	220	46,7	12,4%
1995	377,8	379,0	18,7%	488	220	52,7	13,9%
2000	378,4	379,5	18,7%	480	255	50,6	13,4%
2005	378,8	383,5	18,7%	482	262	47,1	12,4%
2010	376,4	380,0	18,6%	486	281	44,1	11,7%
2015	376,3	377,0	18,6%	469	282	43,2	11,5%
2018	373,9	376,5	18,5%	456	268	43,5	11,6%
Coefs +	243,6	250,5	12,0%	333	106	41,3	17,0%
1995	247,7	250,0	12,2%	333	106	48,2	19,5%
2000	245,5	252,0	12,1%	329	130	43,2	17,6%
2005	244,8	252,5	12,1%	317	130	40,8	16,6%
2010	244,8	254,0	12,1%	313	165	37,9	15,5%
2015	240,1	250,5	11,9%	319	151	39,9	16,6%
2018	238,4	238,5	11,8%	322	154	37,6	15,8%
Coefs 0	1.248,5	1.244,5	61,7%	1.497	1.101	72,5	5,8%
1995	1.247,5	1.240,5	61,6%	1.497	1.101	84,2	6,8%
2000	1.248,5	1.242,5	61,7%	1.455	1.111	77,7	6,2%
2005	1.247,7	1.242,0	61,6%	1.434	1.111	74,5	6,0%
2010	1.246,4	1.242,5	61,5%	1.402	1.114	66,1	5,3%
2015	1.248,5	1.251,0	61,7%	1.441	1.118	66,8	5,3%
2018	1.252,2	1.243,0	61,8%	1.440	1.125	66,3	5,3%

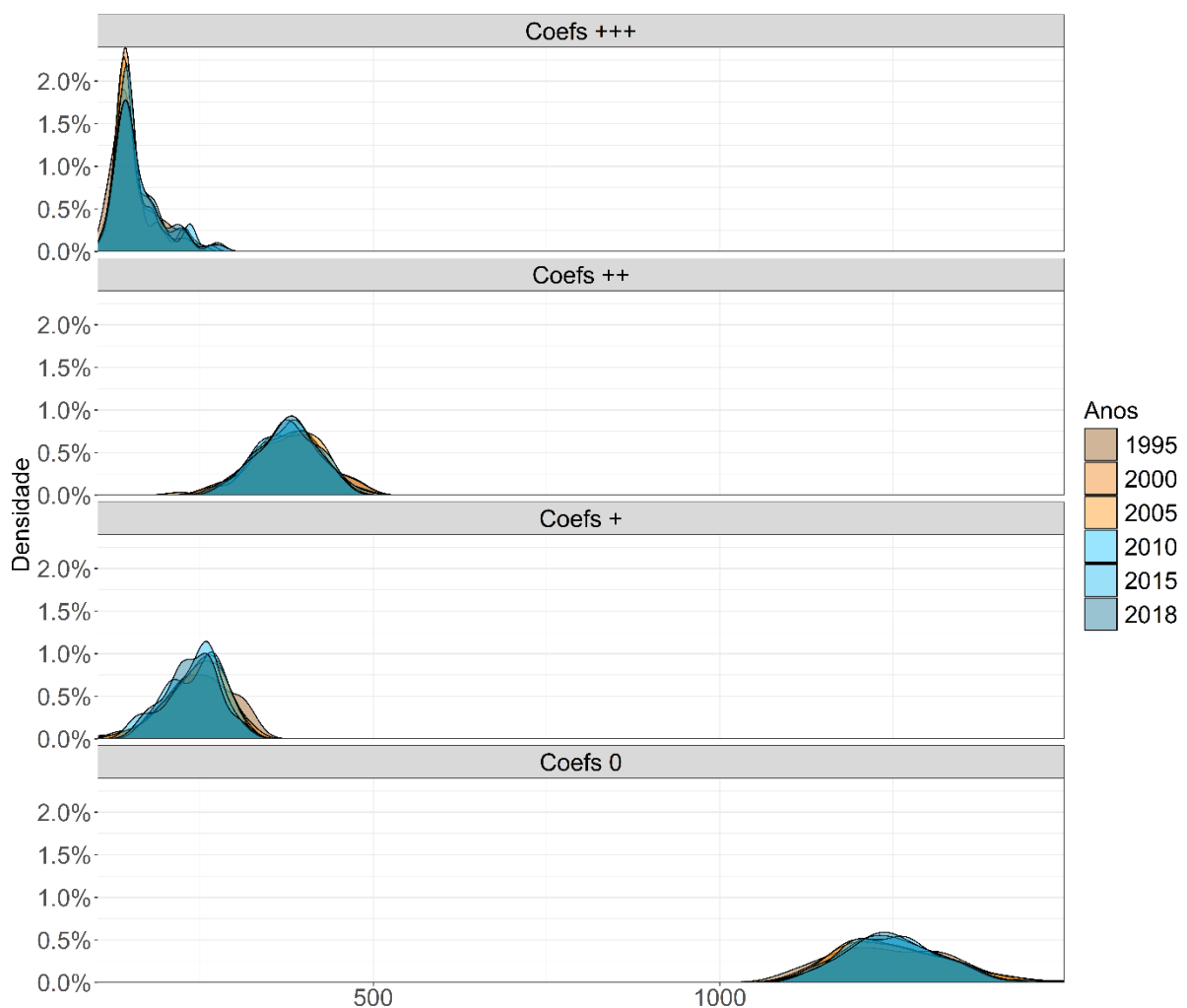
Se observamos a columna *% total*, concluímos que dos 2.025 coeficientes (45x45 ramas de actividade) que hai asociados a cada TIO, a maior parte son “non importantes” (0), é dicir, as súas variacións non producen cambios significativos nas outras ramas. Ademais, a desviación típica deste grupo é a máis elevada, polo que os datos aparecerán máis dispersos arredor da media en comparación cos outros grupos. O contrario sucede cos coeficientes moi importantes (+++): supoñen unha pequena porcentaxe do total (menos do 10%), pero están máis concentrados arredor do seu número medio: 156. Hai un maior número de coeficientes importantes (++) que de coeficientes pouco importantes (+), pero dados os valores máximos e mínimos e as desviacións típicas de ambos grupos podemos predicir que a súa distribución será semellante.

Por outra banda, se nos fixamos nas columnas de valores medios e medianos, atopamos poucas variacións no número de coeficientes de cada tipo ao longo dos anos. Parece que hai un incremento do número de coeficientes moi importantes (+++) dende 1995 a 2018, que se

ve compensado por unha diminución dos coeficientes importantes (++) e pouco importantes (+), pero realmente estas variacións son mínimas, dados os valores que toman as medias.

Estudemos máis a fondo as distribucións dos coeficientes. Podemos facer isto mediante unha serie de histogramas para cada ano e cada tipo de coeficiente, ou ben representando esta información a modo de función de densidade, o que nos permite incorporar nun mesmo gráfico os 6 anos para cada un dos catro tipos de coeficientes, como se mostra no *gráfico 1*.

Gráfico 1. Funcións de densidade do reconto dos coeficientes técnicos.



A función de densidade dunha variable aleatoria indica a probabilidade con que tomará cada valor representado no eixe x . Ao usar datos reais, no noso caso o que estamos representando é (para cada tipo de coeficiente e para cada ano) a frecuencia na que atopamos os valores de x nos 66 países.

Coa axuda deste diagrama podemos verificar facilmente as afirmacións que obtiñamos da táboa de estatísticos, pero ademais podemos observar claramente que apenas se aprecian diferenzas no horizonte temporal escollido. Parece por tanto que nas economías que estamos analizando, pese a que adoita haber sempre un número baixo de coeficientes con potencial para provocar cambios na produción das diferentes ramas da TIO, a maioría deles teñen pouca ou ningunha influencia económica, e que estas conclusións son independentes do ano observado.

Para contrastar esta última hipótese, pode ser útil realizar o test *chi-cadrado*, que permite contrastar a igualdade de dúas distribucións de frecuencias. Cos nosos datos, compararemos as distribucións de coeficientes de cada país en dous períodos de tempo distintos, e analizaremos se as diferenzas son suficientemente grandes como para dicir que son distribucións distintas. Faremos este test para cada parella de anos (tanto “consecutivos” coma non consecutivos), e asumiremos que non hai diferenzas significativas se o p -valor é superior ao 5%; en caso contrario, diremos que si hai unha variación considerable nas distribucións de coeficientes dos anos comparados. Posto que temos 5 anos (que xeran 15 posibles combinacións sen repetición) e 66 países, o número total de comparacións será 990.

O resultado dos tests mostra que o 12,73% (126) das distribucións totais son significativamente diferentes, e corresponden unicamente a 30 dos 66 países. Na *táboa 2* vemos cales son, e cantas distribucións distintas presenta (das 15 posibles). Destacan especialmente os cinco primeiros países (Brunei, Letonia, Malta, Arabia Saudita e Tunisia), nos que máis da metade de comparacións son diferentes.

Táboa 2. Países con distribucións de coeficientes distintas.

País	Distr. distintas	p-valor máx.	p-valor mín.
BRN	9	2,98%	0,00%
LVA	9	4,77%	0,07%
MLT	8	0,67%	0,00%
SAU	8	4,00%	0,15%
TUN	8	2,76%	0,00%
KHM	7	3,47%	0,00%
LAO	7	4,08%	0,25%
HKG	6	0,09%	0,00%
BGR	5	4,58%	0,42%
CZE	5	4,40%	0,03%
SVN	5	0,51%	0,01%
EST	4	4,39%	0,05%
ISL	4	3,51%	0,03%
MYS	4	4,11%	0,35%
SVK	4	2,54%	0,01%
AUS	3	4,79%	0,83%
CHN	3	1,67%	0,68%
HUN	3	4,24%	0,10%
IDN	3	3,88%	2,26%
MAR	3	4,87%	1,66%
NZL	3	4,12%	0,46%
PHL	3	1,20%	0,79%
CYP	2	3,74%	1,00%
KOR	2	1,94%	0,83%
MMR	2	1,55%	0,36%
ROU	2	3,46%	2,32%
DEU	1	0,79%	0,79%
IRL	1	3,24%	3,24%
LTU	1	3,51%	3,51%
NOR	1	3,95%	3,95%

Estas conclusións parecen contradicir o *gráfico 1*, pero debemos ter en conta que é posible (e probable) que os pequenos cambios entre períodos consecutivos sexan non significativos, pero que a acumulación de cambios non relevantes se faga presente ao comparar anos máis distantes, a través dun p-valor inferior ao 5% de significación, dando lugar así a un número “alto” de distribucións distintas. Vexamos na *táboa 2.1* entre que anos ocorren esas 126 distribucións diferentes.

Táboa 2.1. Reparto das distribucións distintas nas diferentes parellas de anos.

Ano	2000	2005	2010	2015	2018
1995	4	6	11	16	22
2000	-	1	8	13	16
2005	-	-	4	9	13
2010	-	-	-	1	2

Como supoñíamos, a maior parte delas teñen lugar entre anos non consecutivos, e tan só 10 (o 1% das orixinais) son en períodos sucesivos. Polo tanto, podemos permitirnóns afirmar con suficiente seguridade que as distribucións de coeficientes no horizonte temporal analizado son bastante estables en todos os países.

En liña con esta análise temporal das distribucións, podemos desagregar as densidades mostradas no *gráfico 1*, e ver a relación existente dos coeficientes +++, ++, + e 0 entre os seis anos. Os *gráficos 2.1 a 2.4* mostran na diagonal o histograma de frecuencias, e nos triángulos superiores e inferiores as correlacións (en diagrama de dispersión ou mediante o coeficiente de correlación).

Gráfico 2.1. Correlación temporal dos coeficientes máis importantes.

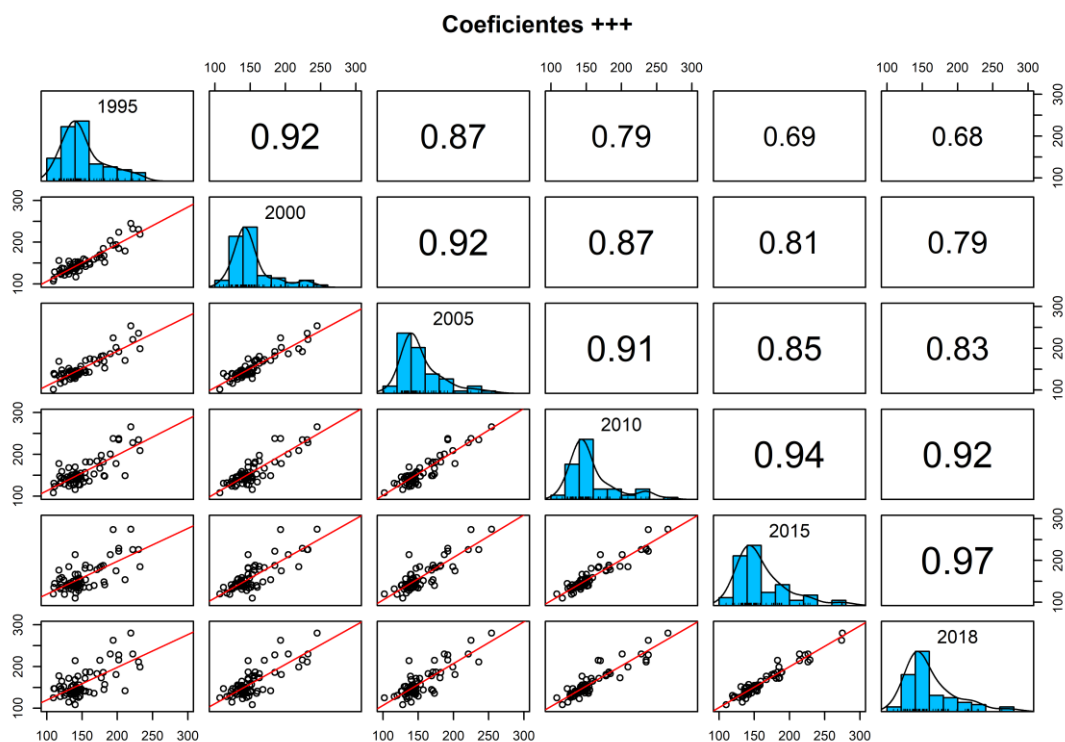


Gráfico 2.2. Correlación temporal dos coeficientes importantes.

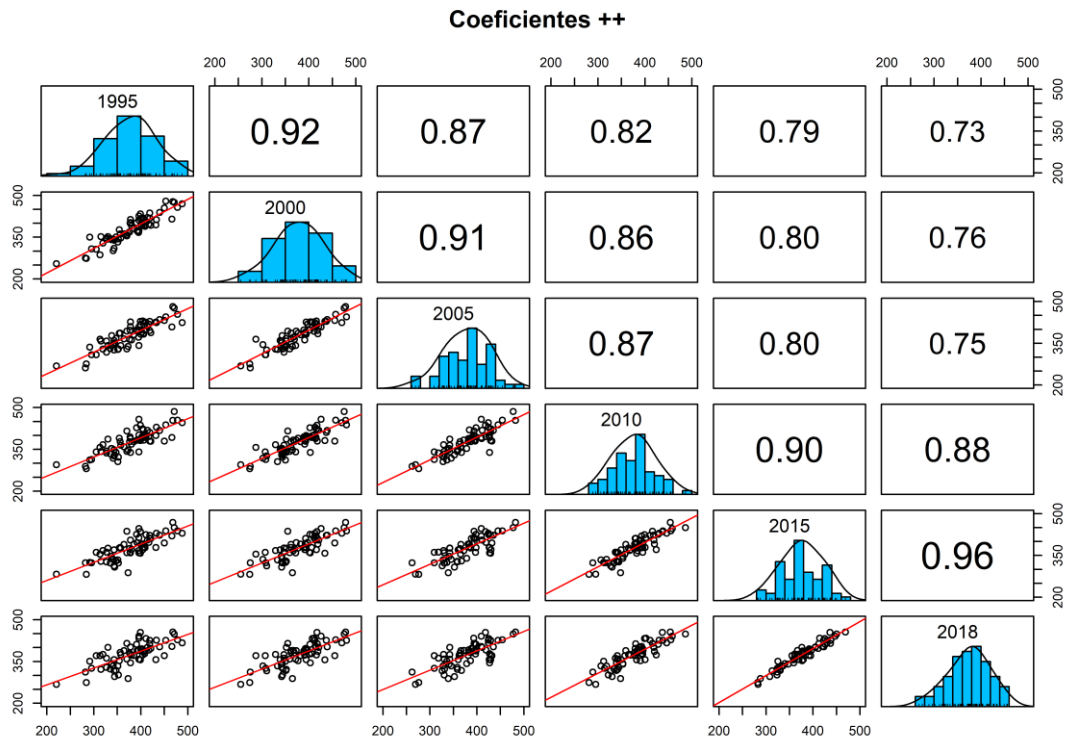


Gráfico 2.3. Correlación temporal dos coeficientes pouco importantes.

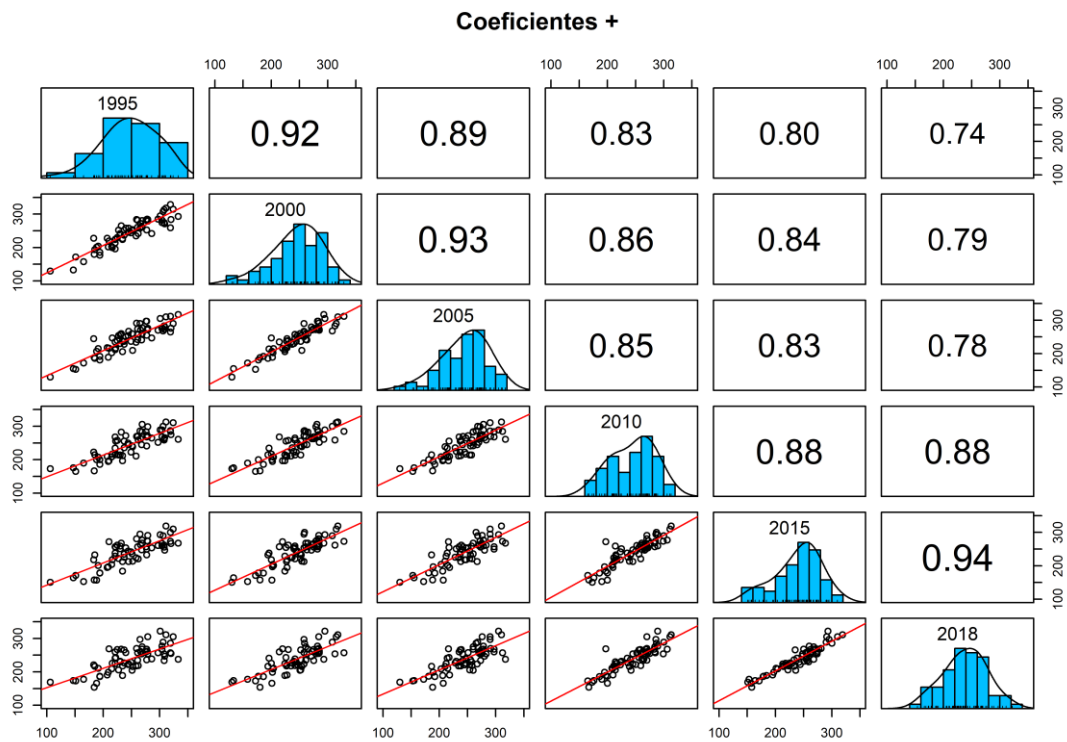
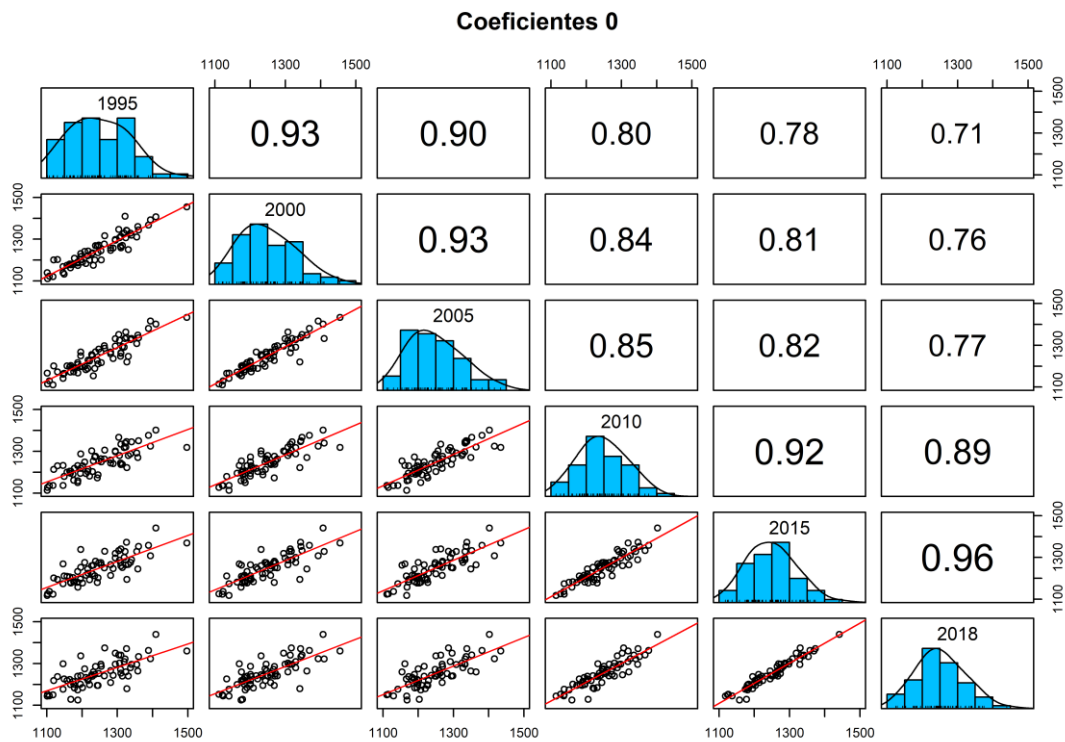


Gráfico 2.4. Correlación temporal dos coeficientes non importantes.



Esta serie de gráficos mostra que as correlacións son moi altas en períodos consecutivos, e, lóxicamente, van decrecendo a medida que as comparacións son entre anos máis distantes no tempo. Pese a todo, unha correlación do 70% en datos de anos con case 25 anos de diferenza reforza a nosa conclusión de que as distribucións nos diferentes países son moi estables ao longo do tempo.

3 Identificación das características estruturais

Outro posible estudo a realizar a partir das táboas *input-output* consiste na clasificación de sectores produtivos segundo a súa importancia na economía obxecto de estudo. As técnicas de clasificación sectorial baséanse no cálculo de multiplicadores, estudado por Rasmussen e Hirschman a mediados dos anos 50.

Neste apartado definiremos unha serie de índices, que nos axudarán a cuantificar a capacidade de cada rama de actividade para difundir a outras ramas os incrementos na súa produción final e para absorber os incrementos na demanda dos outros sectores.

3.1 Multiplicadores da matriz de Leontief.

3.1.1 Multiplicadores da matriz de Leontief. Marco teórico.

Estes multiplicadores son a forma máis básica de medir os efectos que os distintos sectores de actividade teñen sobre a produción. Distinguimos o “multiplicador da demanda” e o “multiplicador dunha expansión uniforme da demanda final”, e calculamos ambos a partir da matriz inversa de Leontief.

Multiplicador da demanda

Este multiplicador define o efecto sobre a produción final total dun incremento dunha unidade na demanda final do sector j . A modo de exemplo, se para un sector este multiplicador toma o valor 1,2, un incremento da súa demanda de 100€ provocará un requirimento de insumos por valor de 120€, dos cales 100€ serán efectos directos (insumos adicionais), e 20€ serán efectos indirectos (ocasionados polo feito de que os outros sectores

verán aumentados os seus requirimentos de insumos para ser capaces de satisfacer a demanda da rama j) (Pino & Illanes, 2002). A este fenómeno denominarémolo “efecto cara atrás”, e medirémolo mediante o subtotal da columna j -ésima da matriz inversa de Leontief (recordemos que a matriz inversa determinaba os requirimentos de produción necesarios para satisfacer un incremento na demanda final).

Denotando os elementos da matriz de Leontief por α_{ij} , calcularemos a capacidade do sector j para difundir ao longo da cadea produtiva un incremento unitario na súa demanda mediante o multiplicador MD_j .

$$MD_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}$$

Canto maior sexa o valor que tome MD_j , maior poder relativo de arrastre cara atrás no sistema produtivo terá o sector correspondente.

Multiplicador dunha expansión uniforme da demanda final

Analogamente, o subtotal da fila i -ésima indicará o “efecto cara adiante” da rama i , isto é, a capacidade do sector para absorber (en termos da súa produción) os incrementos unitarios nas demandas finais das n ramas da TIO.

$$MUD_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}$$

Novamente, un valor alto de MUD_i indica unha forte capacidade de arrastre cara adiante da rama i .

3.1.2 Multiplicadores da matriz de Leontief. Aplicación práctica.

Os multiplicadores da matriz de Leontief son uns bos índices para medir os efectos cara atrás e cara adiante que os distintos sectores de actividade presentan sobre a produción. Para

comprender os datos destes dous indicadores, podemos propoñer a seguinte análise: primeiro observaremos un cadro de medidas estatísticas básicas (como fixemos no apartado anterior cos coeficientes importantes), e despois agruparemos os datos por ramas e por países para ver a súa evolución ao longo do tempo. Cando agrupemos por ramas, trataremos de identificar cales son os sectores que teñen maiores efectos de arrastre, e veremos se se comportan do mesmo xeito en todos os países. Comecemos resumindo os datos na *táboa 3*.

Táboa 3. Estatísticos descritivos básicos dos multiplicadores de Leontief.

	Media	Mediana	Máx.	Mín.	Desv. Típ.	CV
MD_j						
1995	2,07	2,07	7,00	1,00	0,54	26,3%
2000	2,11	2,10	6,56	1,00	0,53	25,0%
2005	2,14	2,13	5,57	1,00	0,52	24,5%
2010	2,16	2,14	5,83	1,00	0,54	25,2%
2015	2,15	2,12	6,15	1,00	0,55	25,8%
2018	2,15	2,13	6,67	1,00	0,56	25,9%
MUD_i						
1995	2,07	1,67	24,14	1,00	1,38	66,5%
2000	2,11	1,71	24,90	1,00	1,42	67,1%
2005	2,14	1,71	34,73	1,00	1,47	68,5%
2010	2,16	1,72	37,74	1,00	1,57	72,8%
2015	2,15	1,70	38,57	1,00	1,57	73,0%
2018	2,15	1,68	28,55	1,00	1,51	70,6%

Como vemos na táboa, os valores de ambos indicadores toman valores próximos a 2, e parece haber un lixeiro aumento do efecto de arrastre (tanto cara atrás como cara adiante) de 1995 a 2018. Non é coincidencia que ambos indicadores teñan o mesmo valor medio en cada ano, xa que ao non distinguir por ramas nin por países, realmente non estamos facendo outra cousa que calcular a media dos elementos das matrices inversas de Leontief dos 66 países, tanto para MD_j como para MUD_i. Os datos dos multiplicadores cara atrás (MD_j) teñen menos dispersión que os multiplicadores cara adiante, e destacan especialmente os valores máximos destes últimos, que chegan a alcanzar valores superiores a 35 (desproporcionados dado o valor medio e mediano). Trataremos de determinar as causas deste fenómeno facendo a análise dos multiplicadores por ramas e países, e comentando ao final do apartado uns gráficos de valores atípicos.

Fagamos a continuación a agrupación por ramas; presentemos os datos medios dos países e anos na *táboa 4*, e vexamos nos *gráficos 3.1 a 3.10* a densidade das distribucións (e de paso a evolución de cada rama ao longo dos anos).

Táboa 4. Valor medio dos multiplicadores de Leontief por rama de actividade.

Rama	MD _j	MUD _i	Rama	MD _j	MUD _i
Rama 1	2,04	2,59	Rama 24	2,02	1,52
Rama 2	1,97	1,18	Rama 25	2,35	2,19
Rama 3	1,78	3,15	Rama 26	1,83	7,00
Rama 4	1,99	1,85	Rama 27	2,02	2,69
Rama 5	1,96	1,30	Rama 28	2,38	1,67
Rama 6	2,51	2,15	Rama 29	2,44	1,49
Rama 7	2,37	1,69	Rama 30	2,07	2,22
Rama 8	2,44	1,65	Rama 31	1,88	1,33
Rama 9	2,45	2,18	Rama 32	2,07	1,47
Rama 10	2,48	3,18	Rama 33	2,20	1,68
Rama 11	2,51	3,23	Rama 34	1,93	1,93
Rama 12	2,20	1,33	Rama 35	1,89	1,78
Rama 13	2,49	1,91	Rama 36	1,77	4,01
Rama 14	2,37	1,70	Rama 37	1,50	2,10
Rama 15	2,75	3,66	Rama 38	1,91	3,74
Rama 16	2,53	2,23	Rama 39	1,89	2,91
Rama 17	2,48	2,18	Rama 40	1,68	1,36
Rama 18	2,56	1,70	Rama 41	1,45	1,19
Rama 19	2,49	1,92	Rama 42	1,75	1,15
Rama 20	2,58	1,68	Rama 43	1,92	1,22
Rama 21	2,52	1,57	Rama 44	1,87	1,30
Rama 22	2,34	1,79	Rama 45	1,00	1,00
Rama 23	2,17	3,01	<i>Total</i>	2,13	2,13

Gráfico 3.1. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j das ramas 1 á 9.

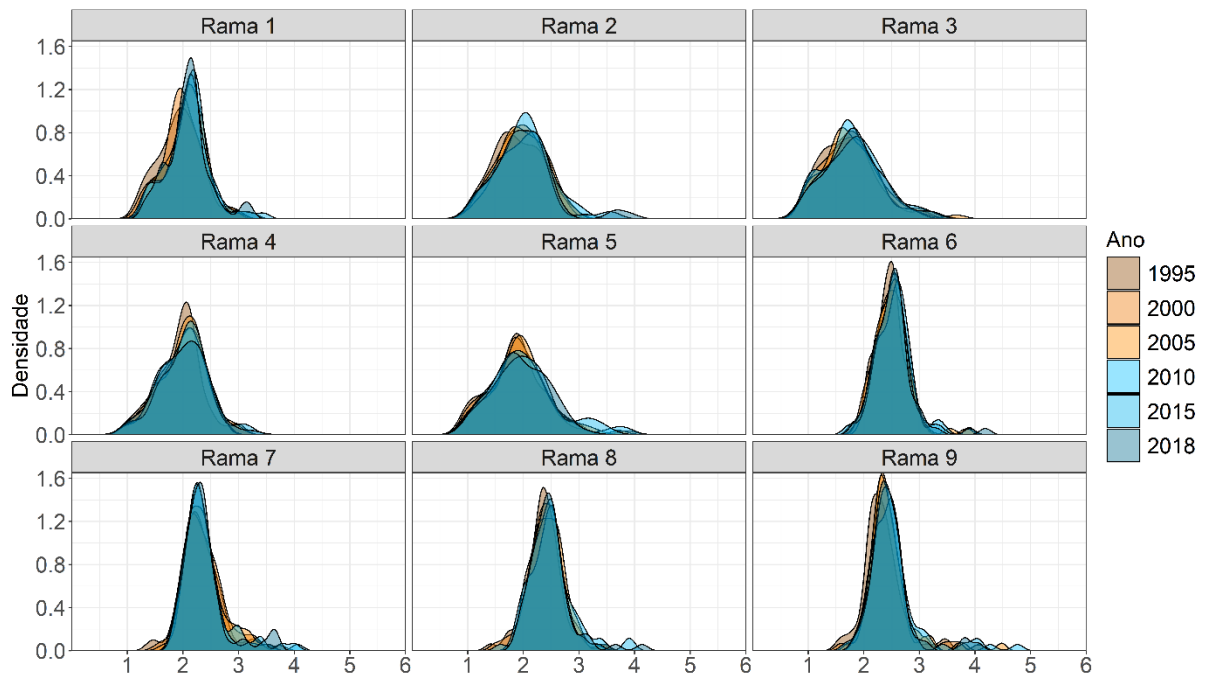


Gráfico 3.2. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j das ramas 10 á 18.

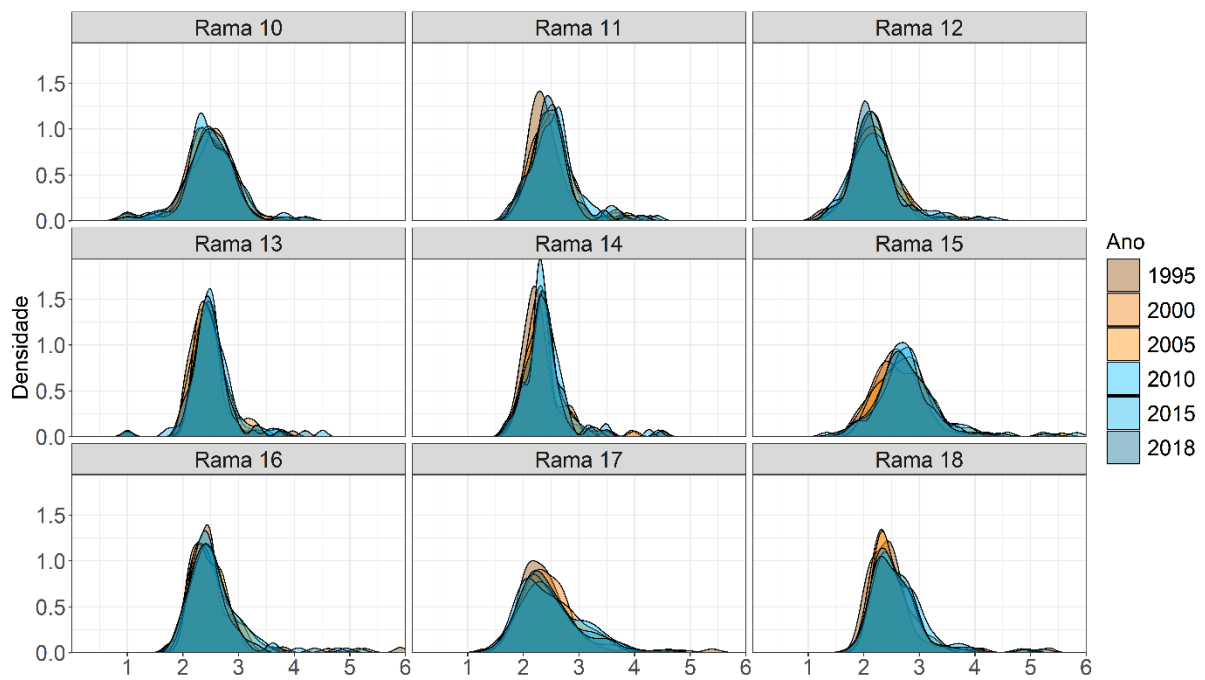


Gráfico 3.3. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j das ramas 19 á 27.

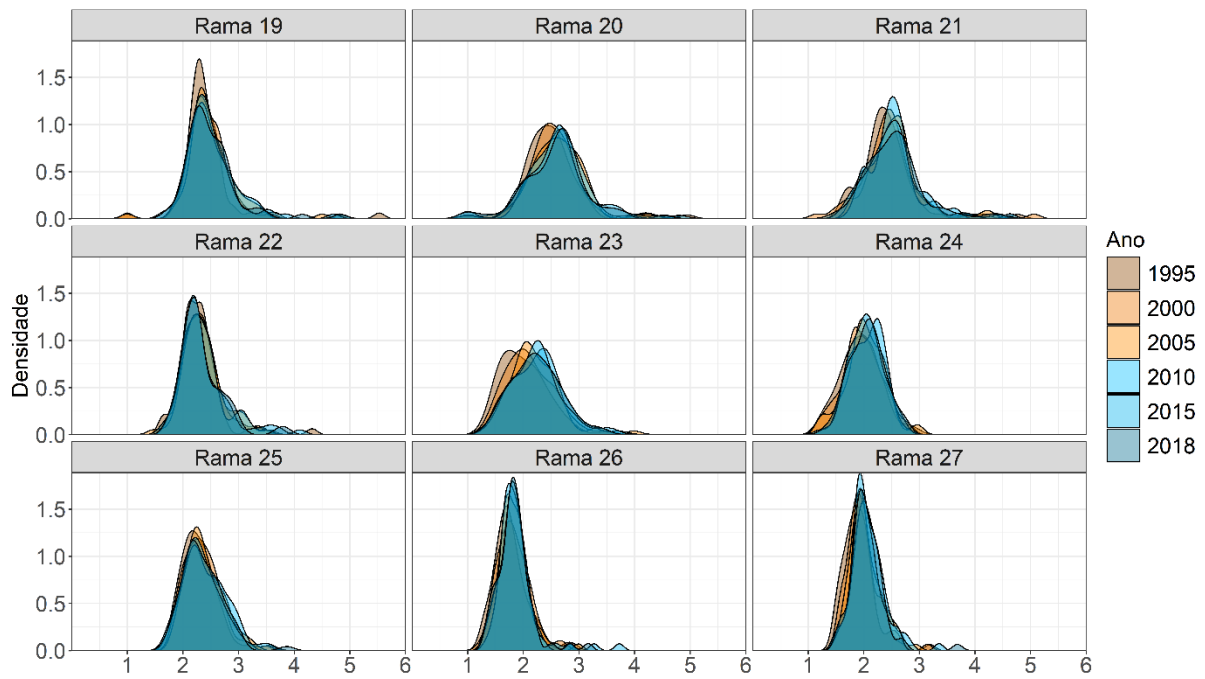


Gráfico 3.4. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j das ramas 28 á 36.

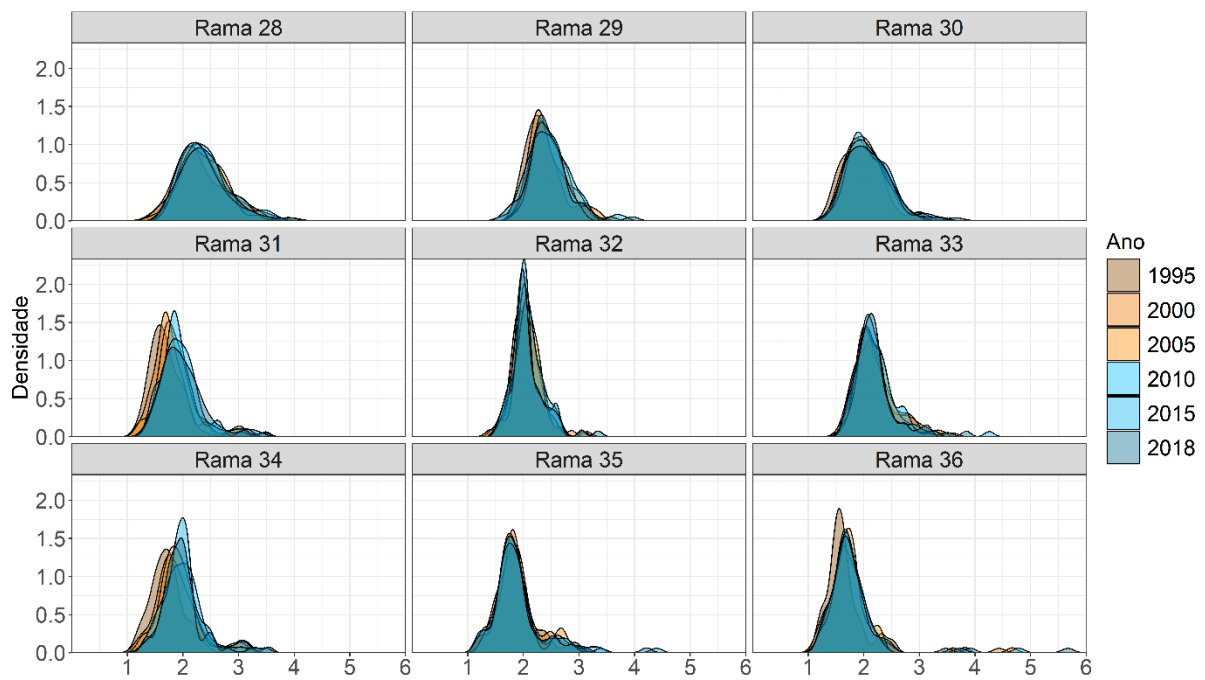


Gráfico 3.5. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j das ramas 37 á 45.

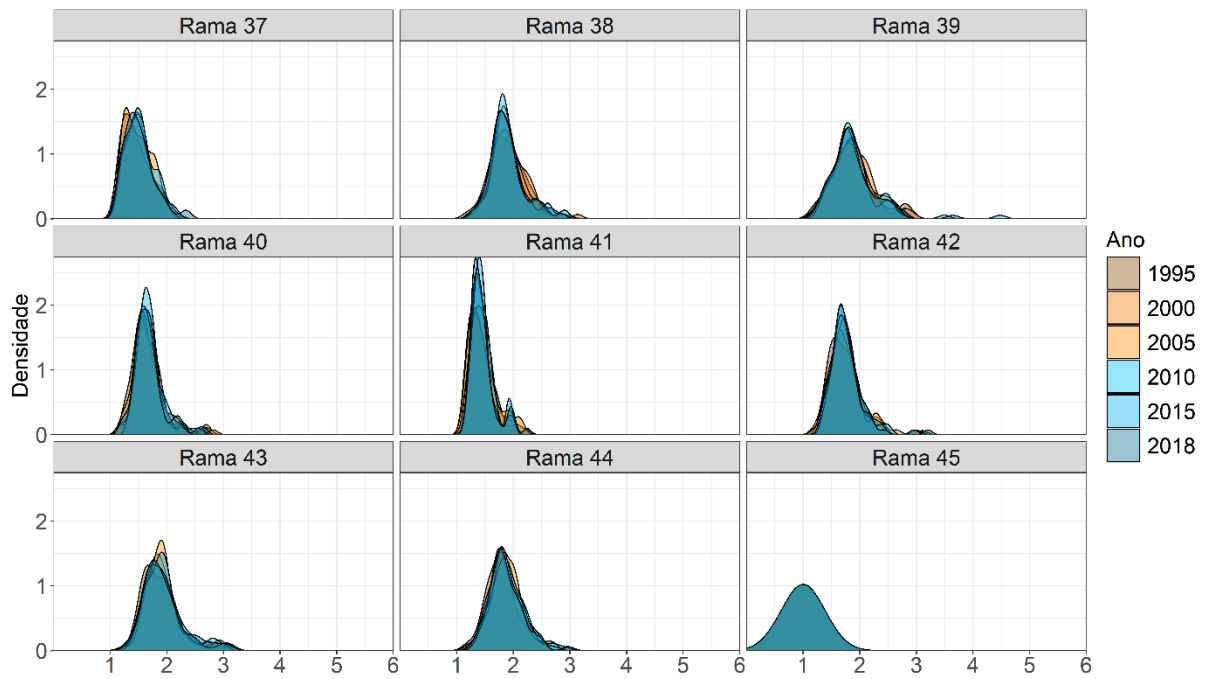


Gráfico 3.6. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i das ramas 1 á 9.

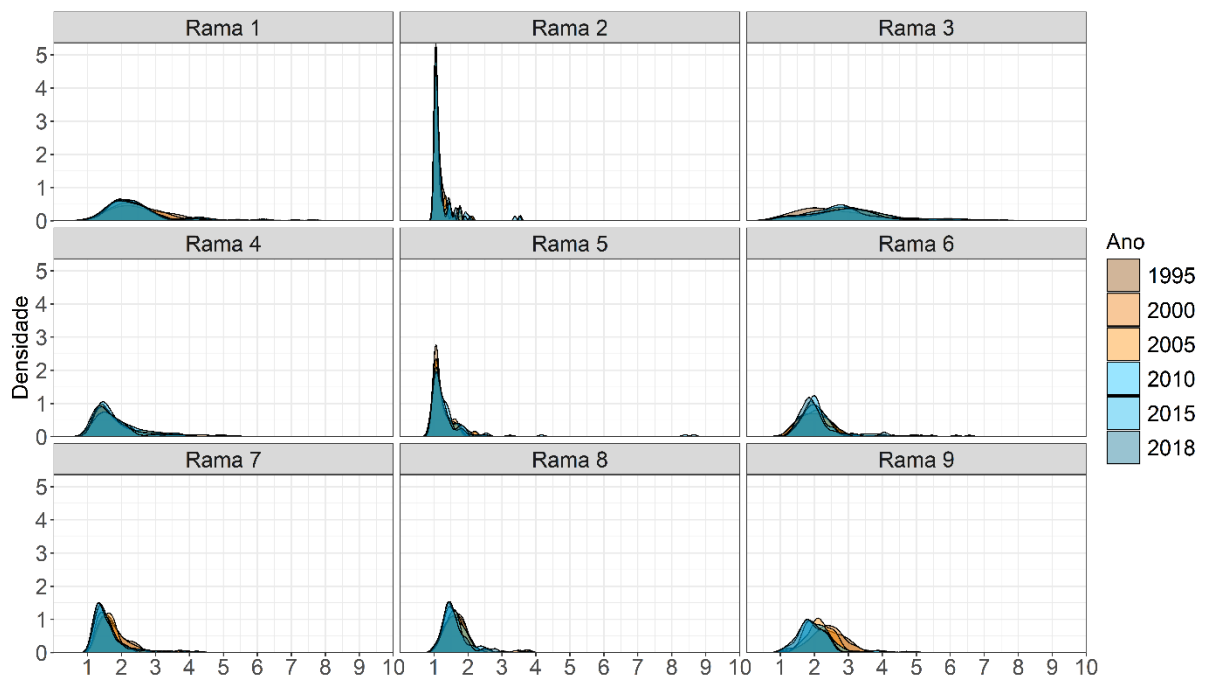


Gráfico 3.7. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i das ramas 10 á 18.

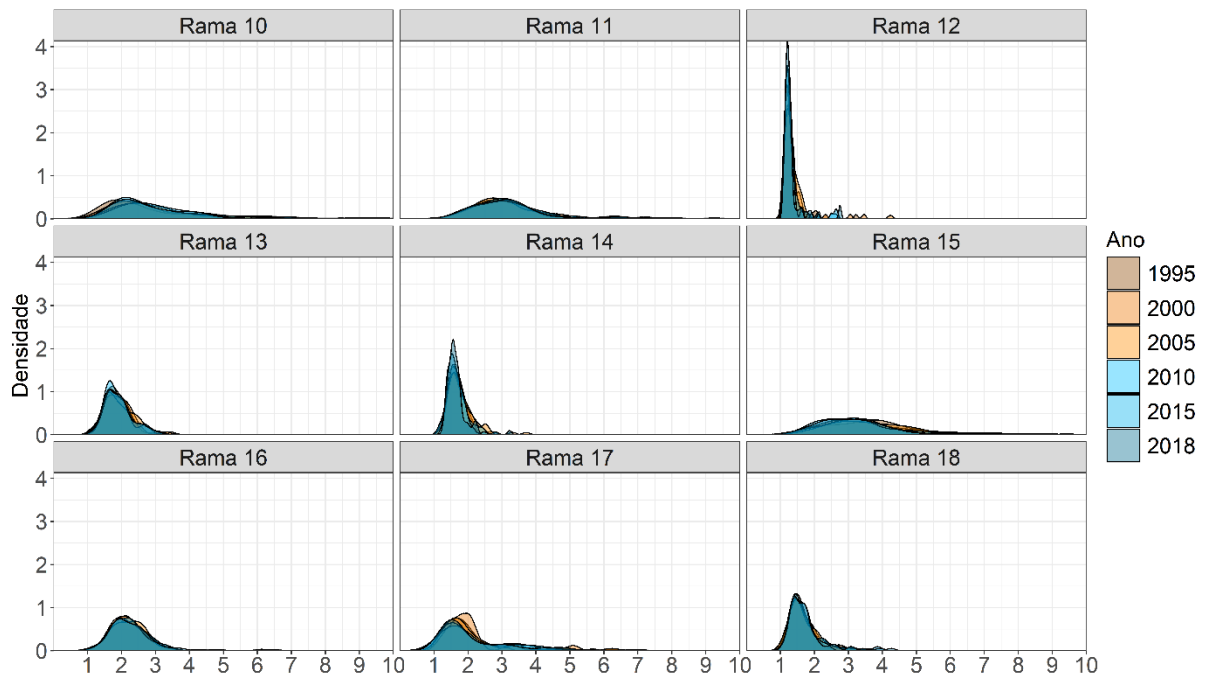


Gráfico 3.8. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i das ramas 19 á 27.

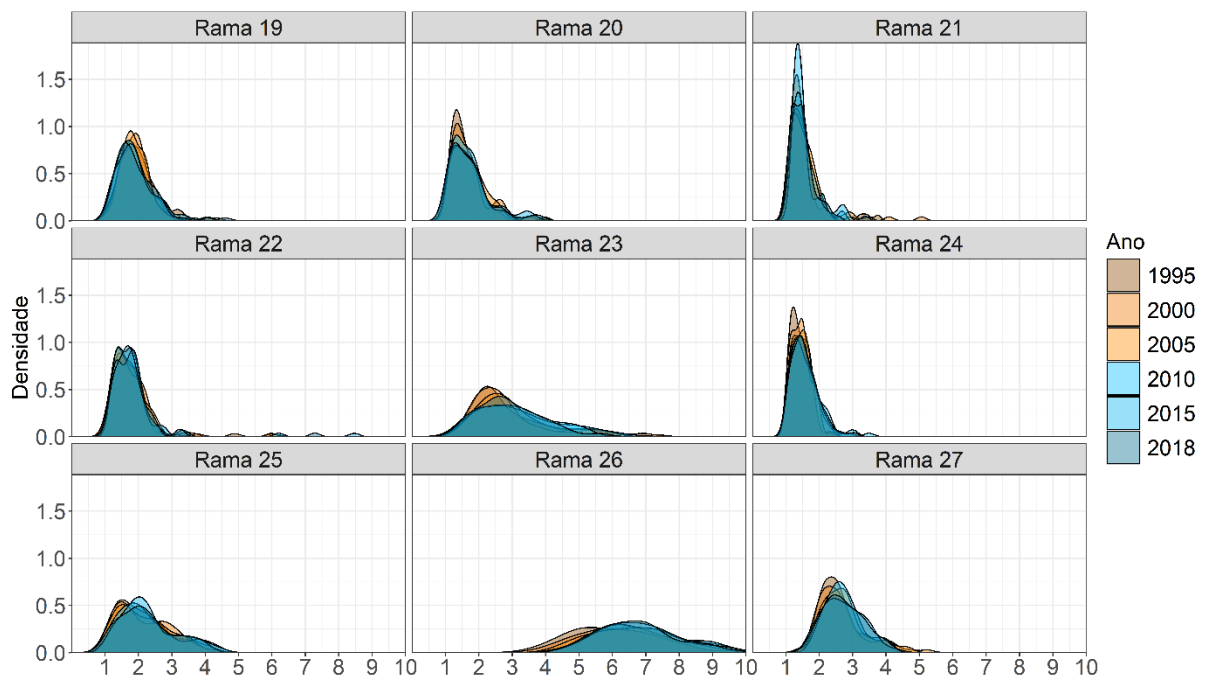


Gráfico 3.9. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i das ramas 28 á 36.

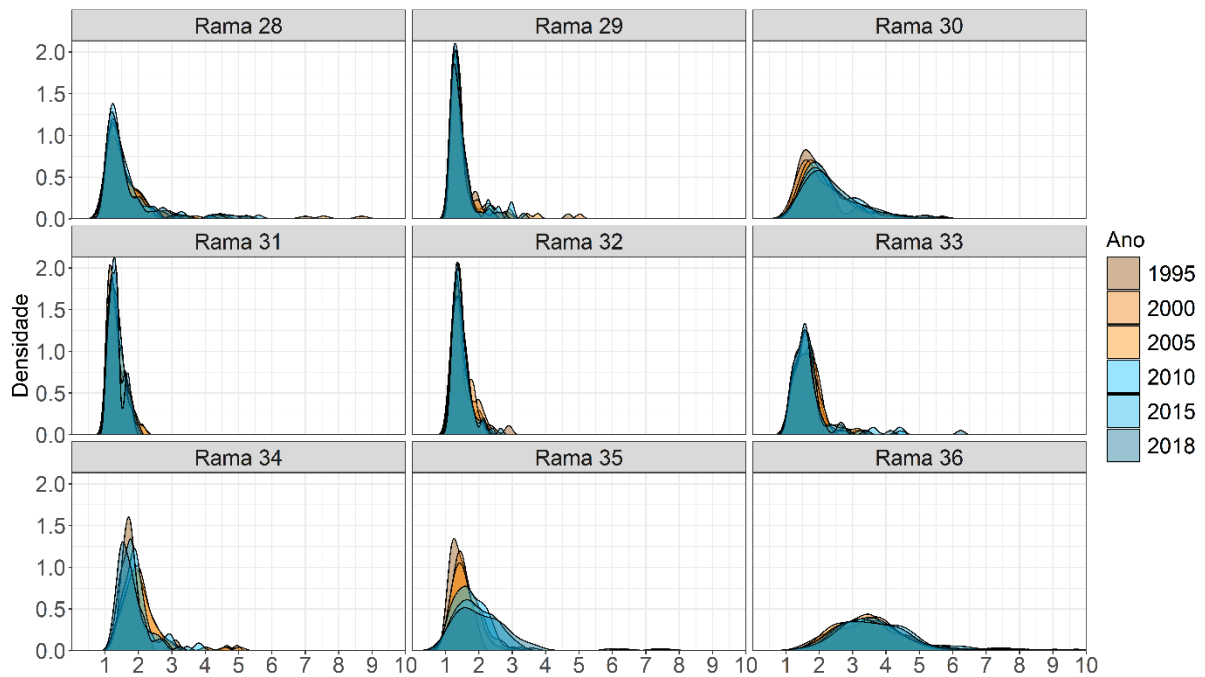
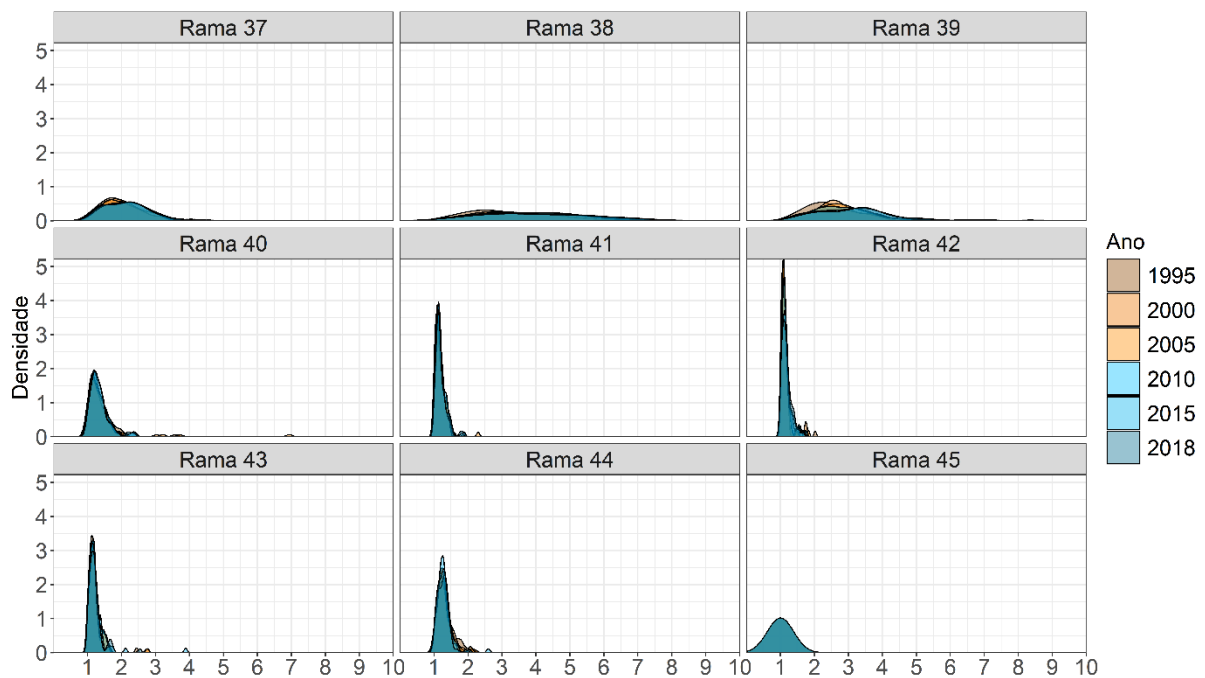


Gráfico 3.10. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i das ramas 37 á 45.



Podemos sacar varias conclusións apoiándonos nestes gráficos e na táboa inicial. En primeiro lugar, si podemos apreciar ese pequeno aumento nos valores dos MD_j e MUD_i ao longo dos anos (nótese que as cores máis alaranxadas dos primeiros anos adoitan aparecer no eixe x á esquerda das cores azuladas dos períodos máis recentes). As distribucións dos MD_j (*gráficos 3.1 a 3.5*) parecen bastante homoxéneas entre si, o que nos indica que polo xeral non hai ningunha rama que produza efectos cara atrás excesivamente fortes. En cambio, as distribucións dos MUD_i (*gráficos 3.6 a 3.10*) son moito máis variables, e destaca especialmente a rama 26, cuxa densidade se sitúa claramente por enriba do resto de ramas.

Para ver isto máis facilmente, representemos nun mesmo gráfico as distribucións dos 45 sectores. Empregaremos un diagrama de caixas e bigotes (ou *boxplots*) para cada multiplicador (*gráficos 4.1 e 4.2*). Observemos no último deles como o *boxplot* da rama 26 está situado visiblemente por enriba do resto de ramas.

Gráfico 4.1. *Boxplots* dos multiplicadores MD_j por ramas.

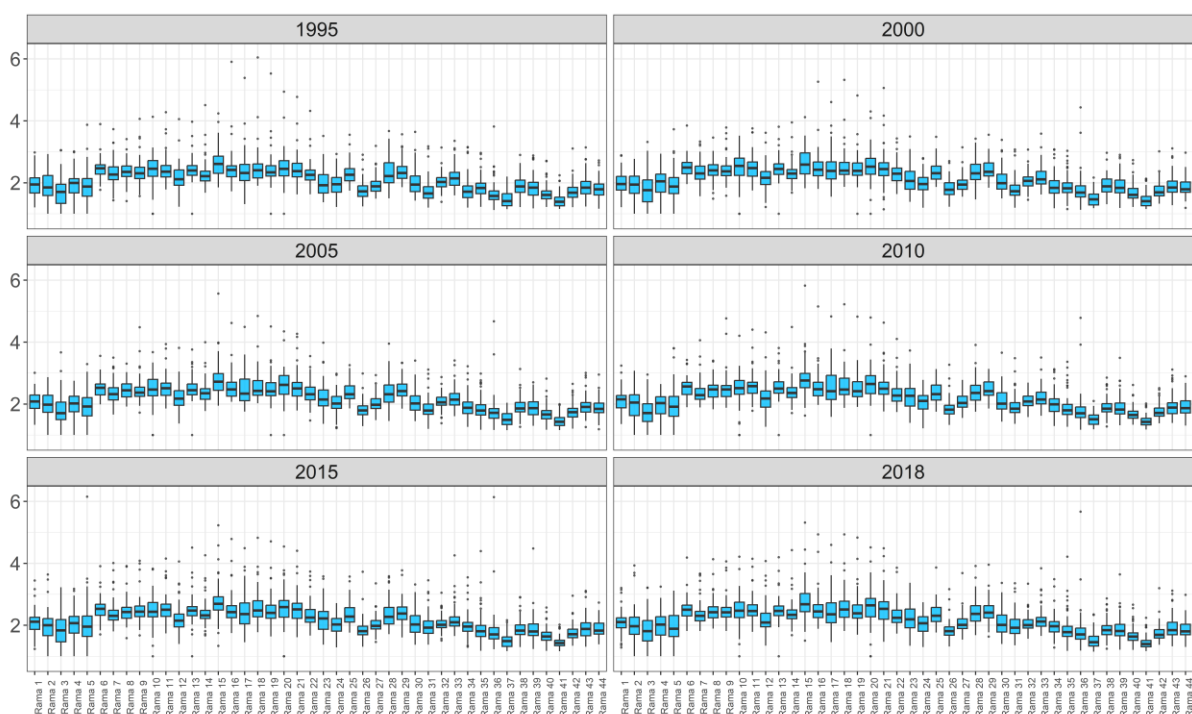
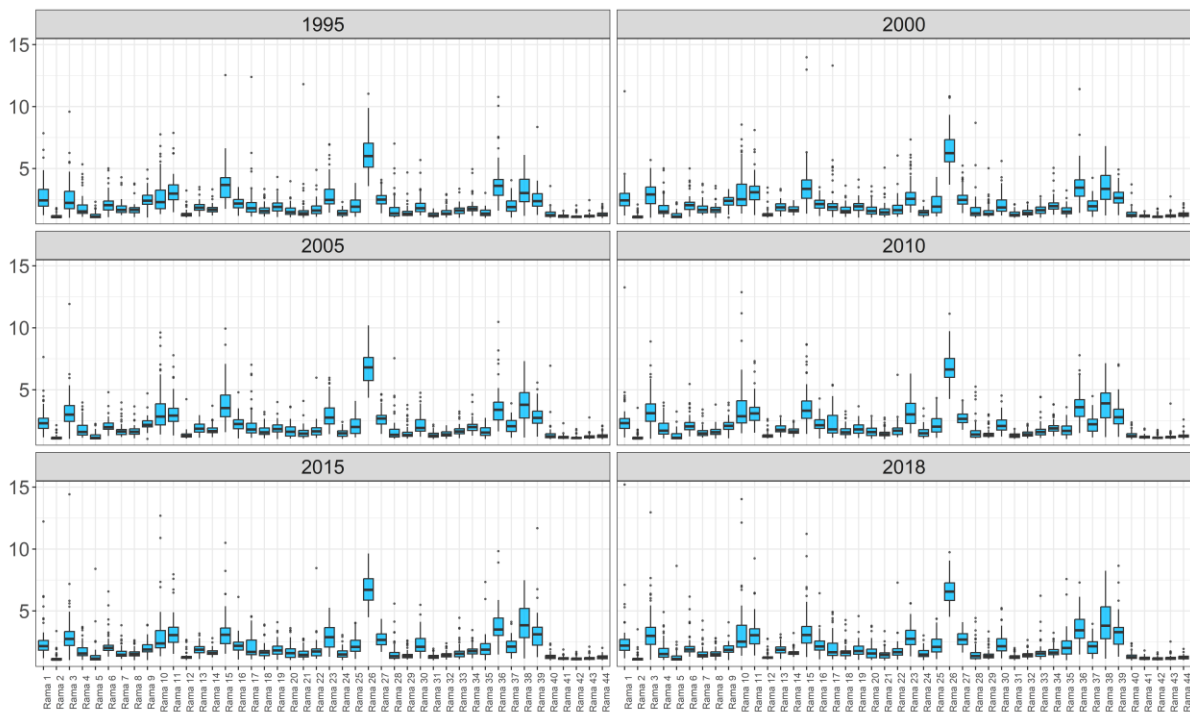


Gráfico 4.2. *Boxplots* dos multiplicadores MUD_i por ramas.



Para ter unha idea máis completa do arrastre que producen as ramas, sería convinte combinar os dous indicadores, e ver se as ramas con valores altos de MD_j tamén presentan valores altos de MUD_i. Ao igual que no apartado anterior, poderíamos correlacionar estas dúas variables, pero limitémonos simplemente a ordenar os sectores en función do seu efecto na produción, e ver se podemos extraer algunha conclusión directamente. Na seguinte *táboa 5* aparecen ordenadas de maior a menor efecto de arrastre as 45 ramas de actividade.

Táboa 5. Ramas de actividade ordenadas segundo o seu efecto de arrastre.

	MD_j	MUD_i		MD_j	MUD_i
1	Rama 15	Rama 26	24	Rama 32	Rama 35
2	Rama 20	Rama 36	25	Rama 1	Rama 14
3	Rama 18	Rama 38	26	Rama 27	Rama 18
4	Rama 16	Rama 15	27	Rama 24	Rama 7
5	Rama 21	Rama 11	28	Rama 4	Rama 20
6	Rama 11	Rama 10	29	Rama 2	Rama 33
7	Rama 6	Rama 3	30	Rama 5	Rama 28
8	Rama 13	Rama 23	31	Rama 34	Rama 8
9	Rama 19	Rama 39	32	Rama 43	Rama 21
10	Rama 10	Rama 27	33	Rama 38	Rama 24
11	Rama 17	Rama 1	34	Rama 39	Rama 29
12	Rama 9	Rama 16	35	Rama 35	Rama 32
13	Rama 29	Rama 30	36	Rama 31	Rama 40
14	Rama 8	Rama 25	37	Rama 44	Rama 12
15	Rama 28	Rama 17	38	Rama 26	Rama 31
16	Rama 14	Rama 9	39	Rama 3	Rama 5
17	Rama 7	Rama 6	40	Rama 36	Rama 44
18	Rama 25	Rama 37	41	Rama 42	Rama 43
19	Rama 22	Rama 34	42	Rama 40	Rama 41
20	Rama 33	Rama 19	43	Rama 37	Rama 2
21	Rama 12	Rama 13	44	Rama 41	Rama 42
22	Rama 23	Rama 4	45	Rama 45	Rama 45
23	Rama 30	Rama 22			

Con axuda desta táboa podemos inferir unha serie de resultados, tendo en conta o significado económico dos multiplicadores. Se unha rama presenta valores altos nos dous indicadores, estaremos ante un sector “clave” da economía, que difunde os incrementos da súa demanda pola cadea produtiva, e tamén absorbe os incrementos nas demandas finais do resto de ramas. É o caso da rama 15, que ocupa o primeiro lugar das ramas con máis efecto cara atrás, e tamén se atopa entre as que teñen maior efecto cara adiante. Sucede exactamente o contrario nas ramas 41 ou 45, que non presentan ningún efecto de arrastre, polo que non serán sectores de actividade importante (sectores “illa”). Cando un sector conte con gran potencia de arrastre cara atrás e non cara adiante, será un sector “impulsor” da economía (parece ser o caso da rama 20), e cando o efecto se produza cara adiante e non cara atrás, diremos que é un sector “estratéxico”, que absorbe os incrementos da produción xeral pero non difunde os seus propios (rama 26).

Afondaremos nesta clasificación de sectores no seguinte apartado cando calculemos os índices de Rasmussen, e comprobaremos que estamos no certo no parágrafo anterior ao asignar esas ramas a cada tipo de sector (clave, estratéxico, impulsor e illa).

Preguntémonos agora que ocorre cos países ao longo do tempo, mirando primeiramente as medias xerais dos multiplicadores agrupados por países en lugar de por ramas (táboa 6).

Táboa 6. Valor medio dos multiplicadores de Leontief por país.

País	MD _j	MUD _i	País	MD _j	MUD _i
ARG	1,82	1,82	KHM	1,83	1,83
AUS	2,12	2,12	KOR	2,26	2,26
AUT	2,04	2,04	LAO	2,29	2,29
BEL	2,24	2,24	LTU	1,93	1,93
BGR	2,33	2,33	LUX	2,57	2,57
BRA	2,03	2,03	LVA	2,15	2,15
BRN	2,19	2,19	MAR	1,85	1,85
CAN	1,98	1,98	MEX	1,87	1,87
CHE	2,16	2,16	MLT	2,50	2,50
CHL	1,95	1,95	MMR	2,23	2,23
CHN	2,62	2,62	MYS	2,81	2,81
COL	1,94	1,94	NLD	2,05	2,05
CRI	1,91	1,91	NOR	2,05	2,05
CYP	2,19	2,19	NZL	2,14	2,14
CZE	2,40	2,40	PER	1,76	1,76
DEU	2,02	2,02	PHL	1,98	1,98
DNK	1,95	1,95	POL	2,20	2,20
ESP	2,12	2,12	PRT	2,13	2,13
EST	2,29	2,29	ROU	2,15	2,15
FIN	2,08	2,08	RUS	1,99	1,99
FRA	2,05	2,05	SAU	1,81	1,81
GBR	1,99	1,99	SGP	2,35	2,35
GRC	1,84	1,84	SVK	2,30	2,30
HKG	2,98	2,98	SVN	2,18	2,18
HRV	2,02	2,02	SWE	2,05	2,05
HUN	2,23	2,23	THA	2,25	2,25
IDN	1,89	1,89	TUN	2,05	2,05
IND	1,98	1,98	TUR	2,03	2,03
IRL	2,27	2,27	TWN	2,34	2,34
ISL	1,90	1,90	USA	1,93	1,93
ISR	1,88	1,88	VNM	2,56	2,56
ITA	2,18	2,18	ZAF	2,38	2,38
JPN	1,93	1,93	Total	2,13	2,13
KAZ	1,94	1,94			

Como comentabamos ao principio, non sorprende que os dous índices tomen o mesmo valor medio, xa que é indiferente calcular a media dos elementos dunha matriz por filas que por columnas.

Non vemos grandes diferenzas entre os países, os indicadores parecen tomar valores bastante similares nas diferentes economías. Para comprobar se as medias son representativas, miremos agora os diagramas de densidade (*gráficos 5.1 a 5.12*), e aproveitemos para ver se podemos identificar algún país que presentara cambios ao longo do tempo nos seus multiplicadores.

Gráfico 5.1. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j dos países do grupo 1.

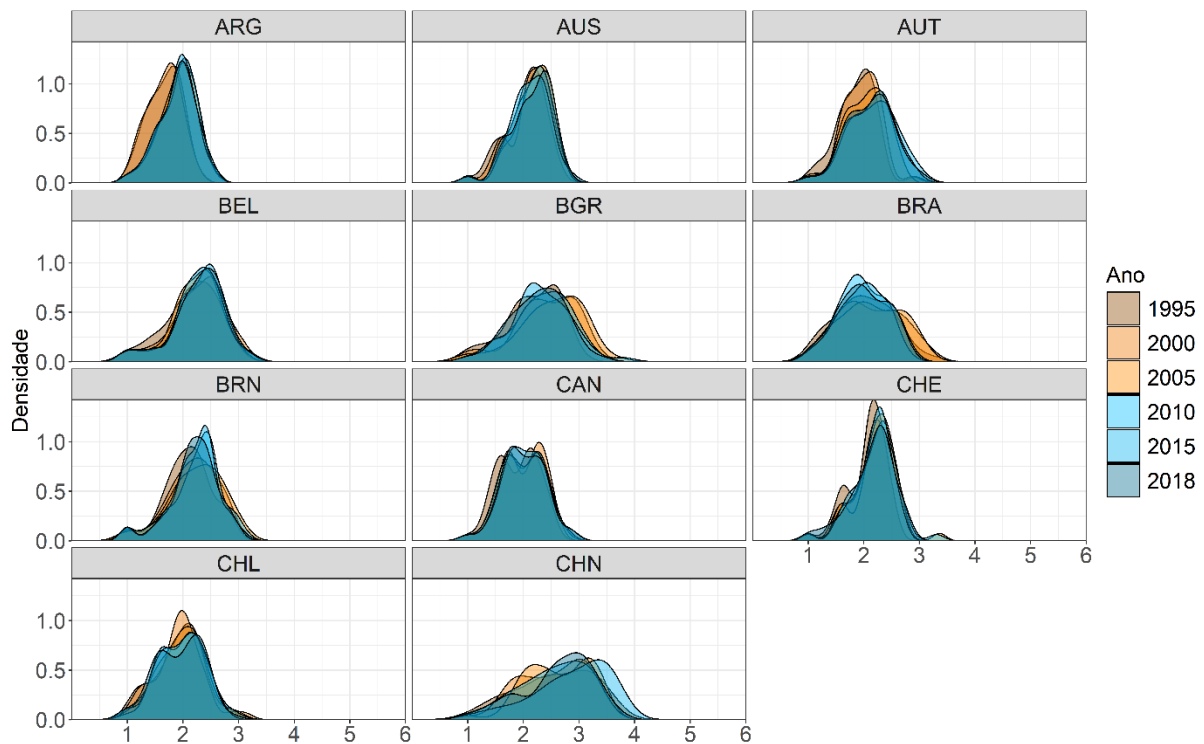


Gráfico 5.2. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j dos países do grupo 2.

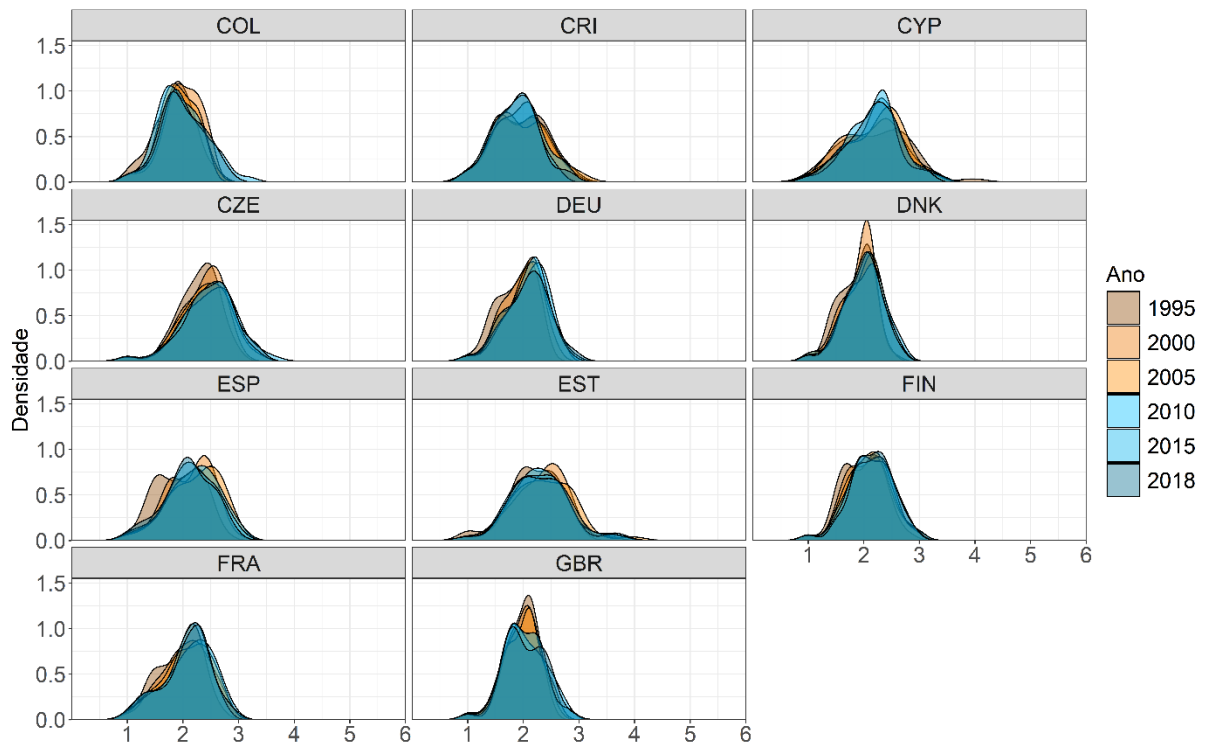


Gráfico 5.3. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j dos países do grupo 3.

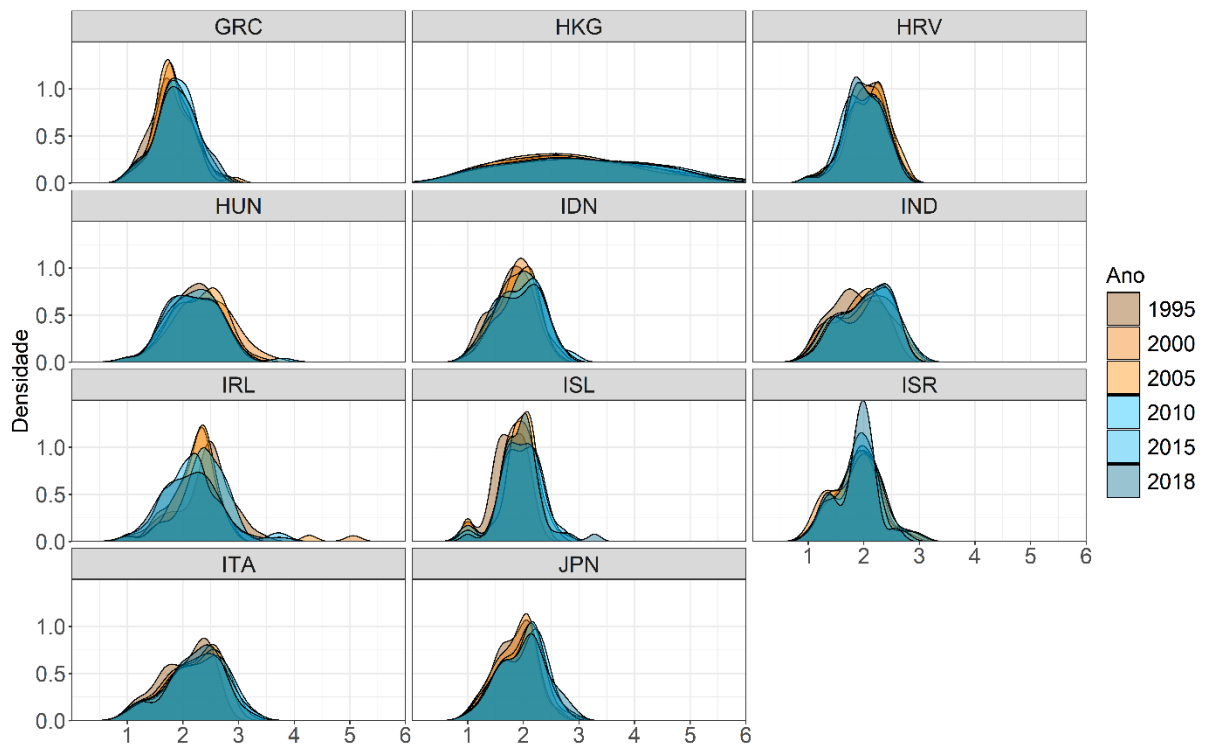


Gráfico 5.4. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j dos países do grupo 4.

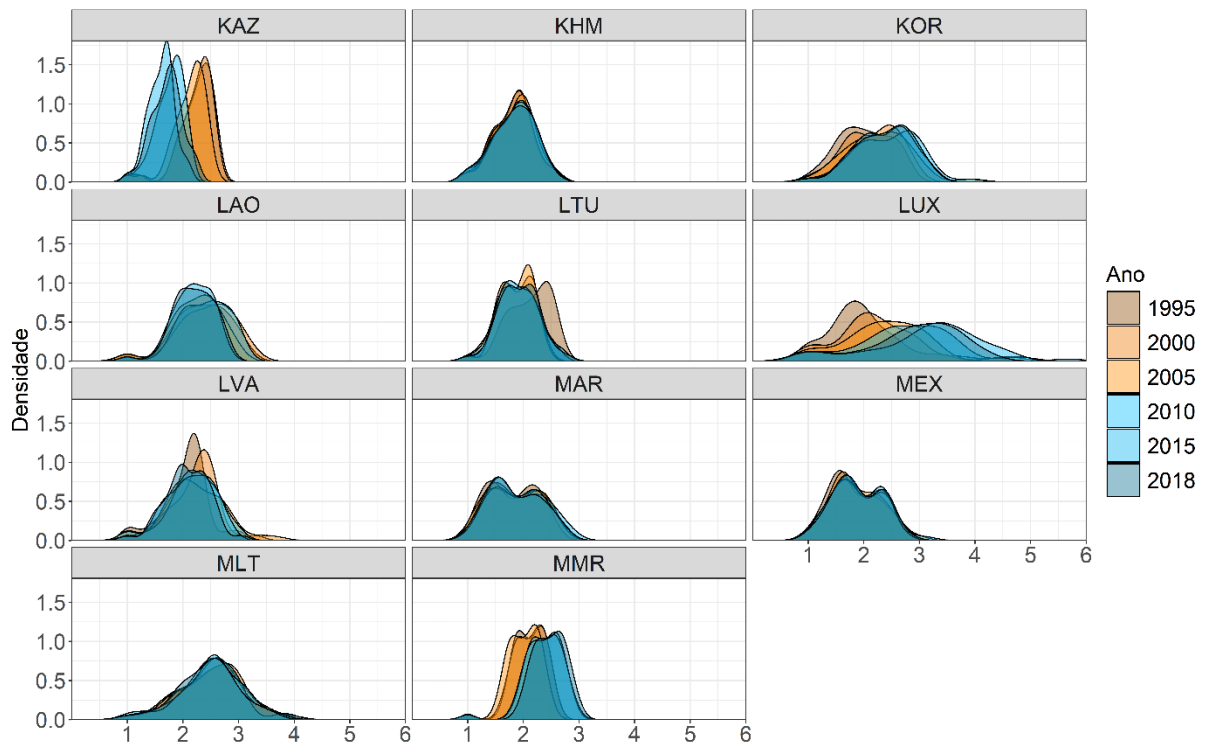


Gráfico 5.5. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j dos países do grupo 5.

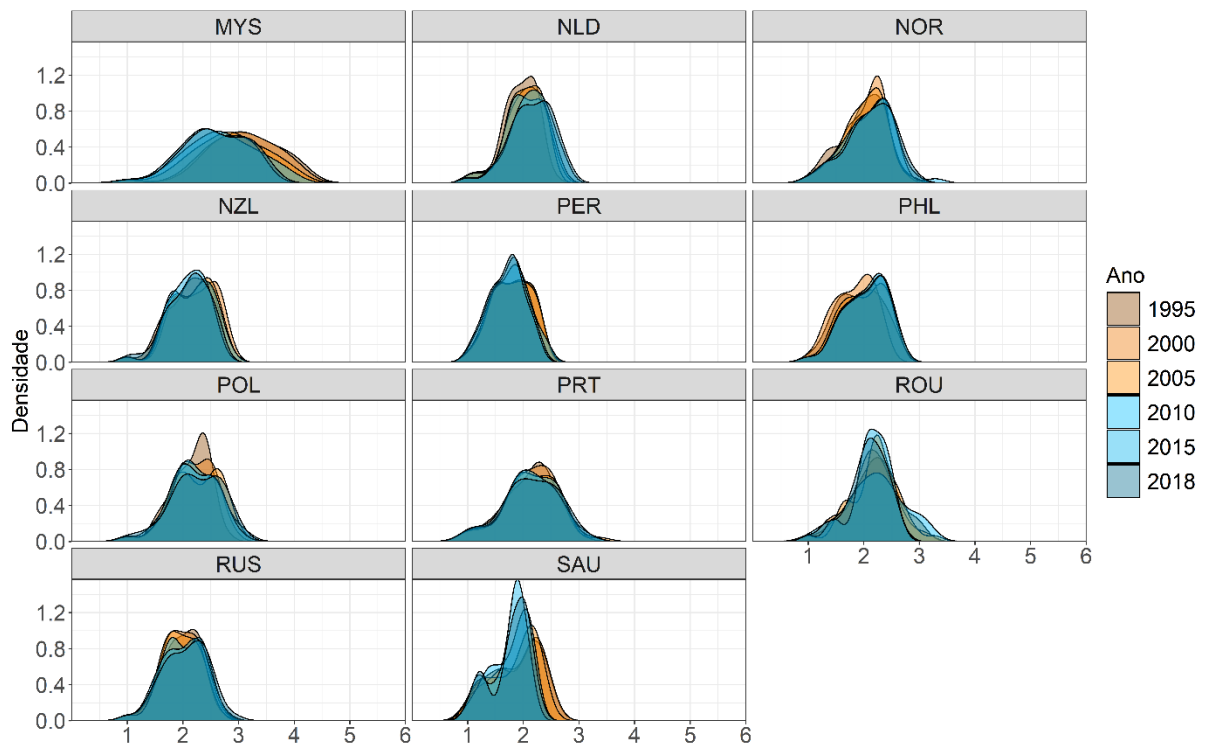


Gráfico 5.6. Funcións de densidade dos multiplicadores MD_j dos países do grupo 6.

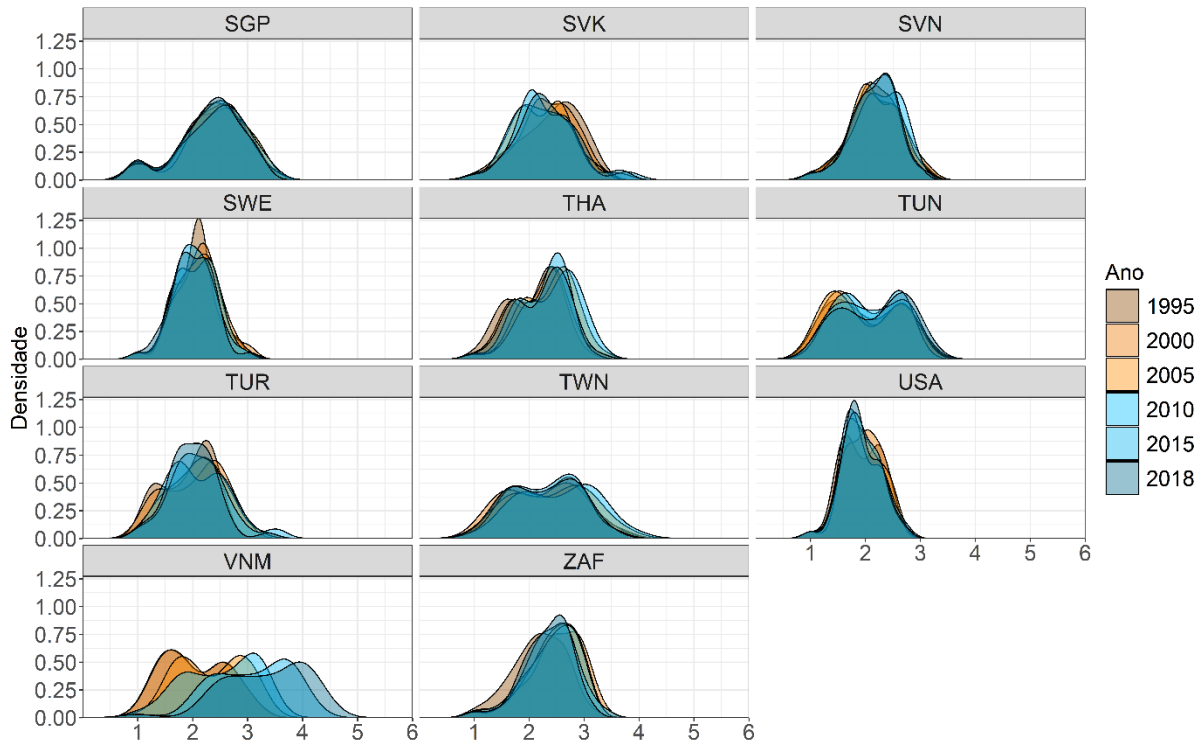


Gráfico 5.7. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i dos países do grupo 1.

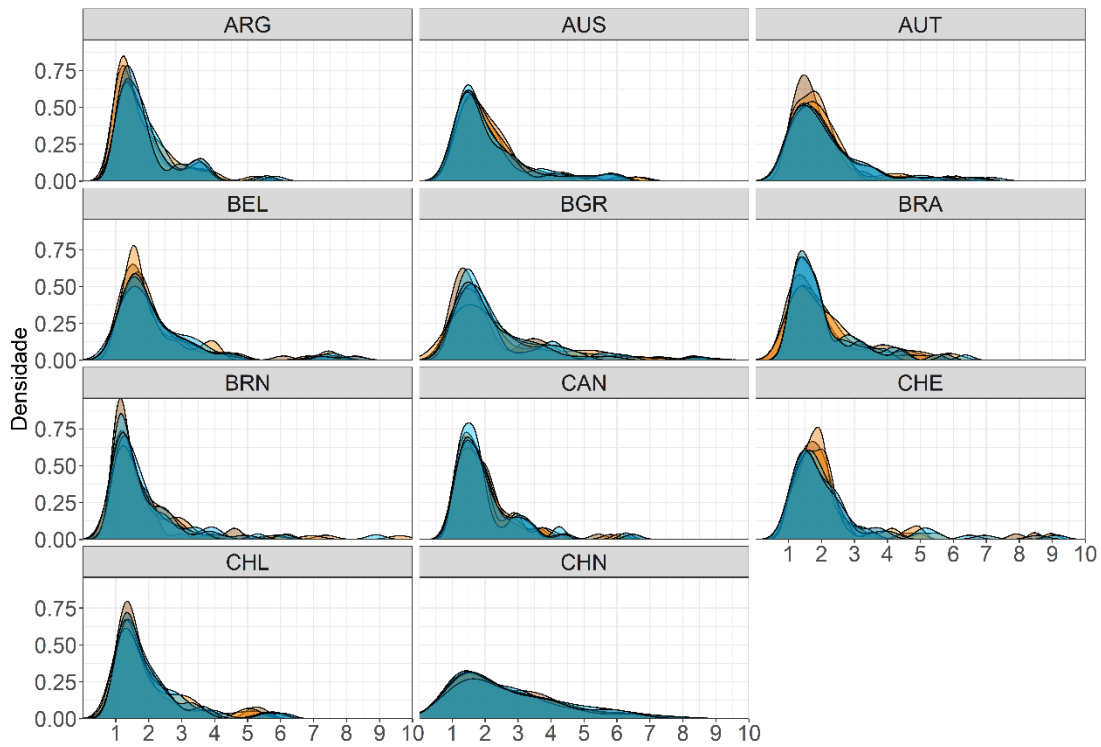


Gráfico 5.8. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i dos países do grupo 2.

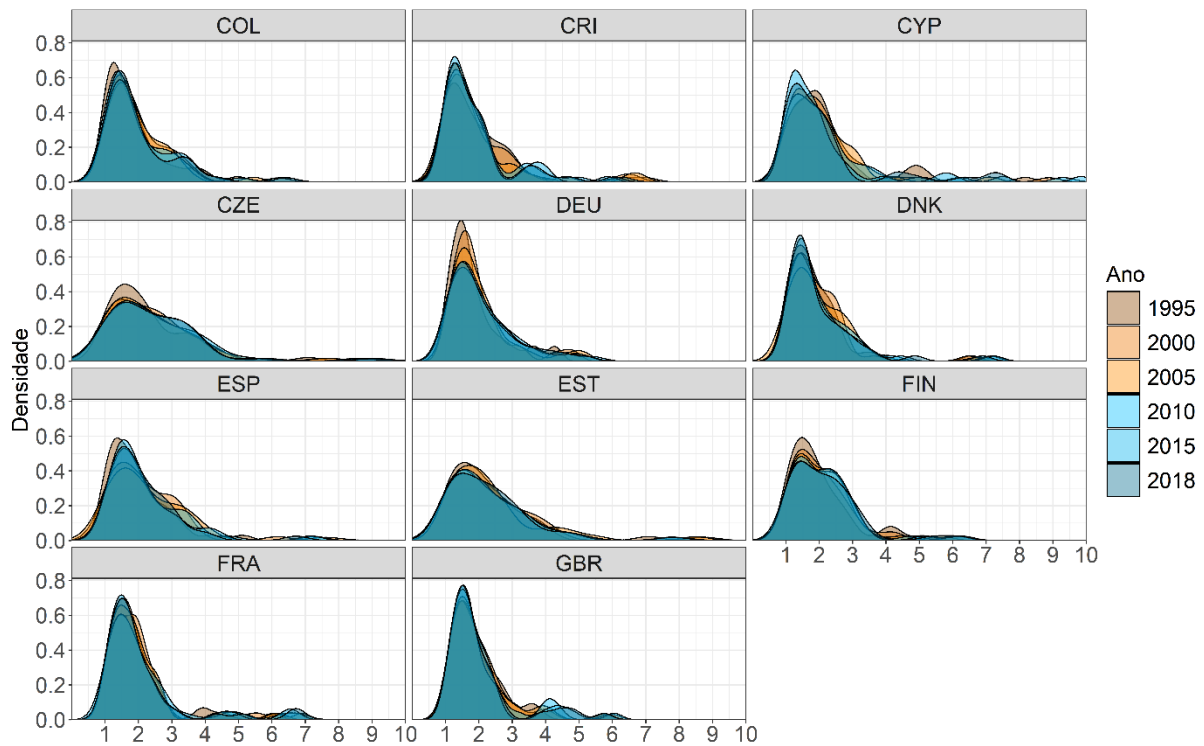


Gráfico 5.9. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i dos países do grupo 3.

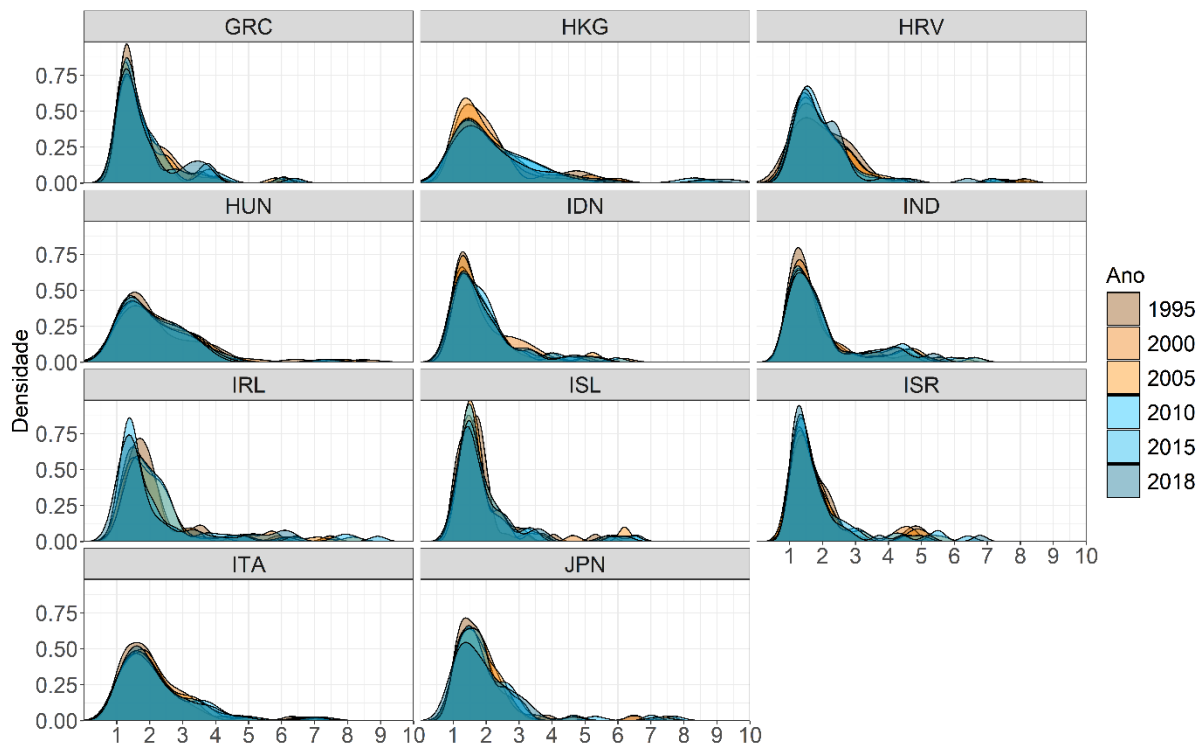


Gráfico 5.10. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i dos países do grupo 4.

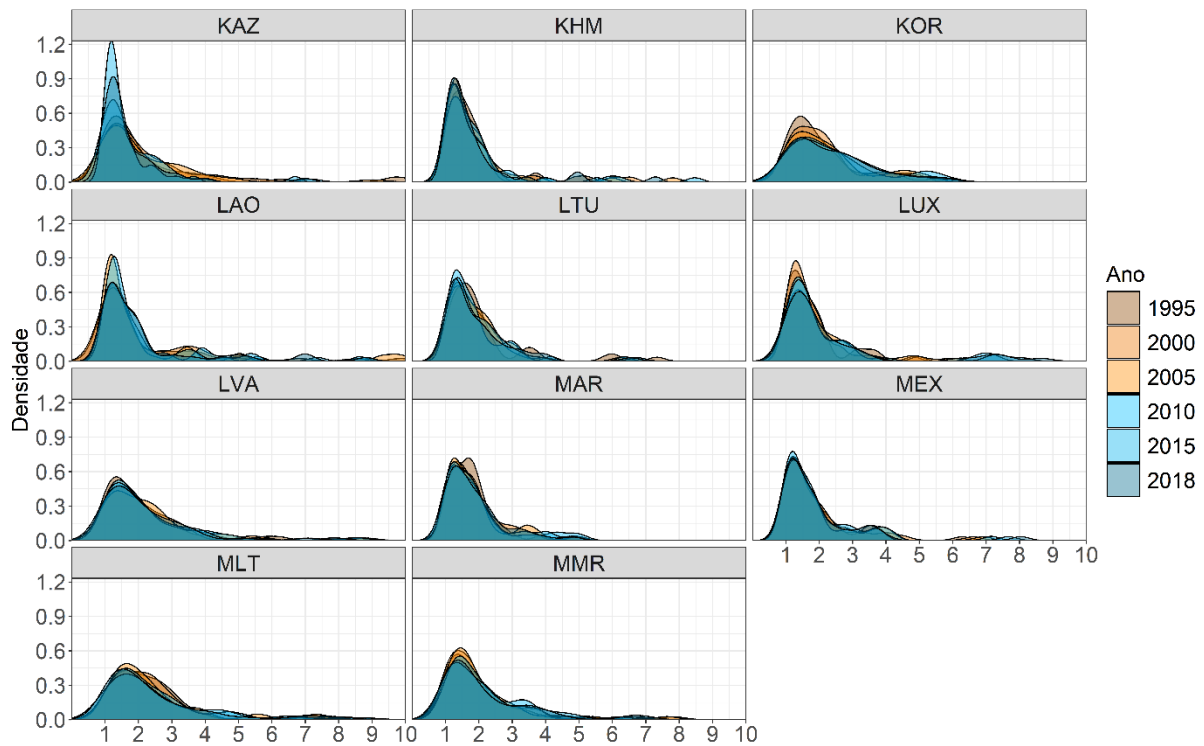


Gráfico 5.11. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i dos países do grupo 5.

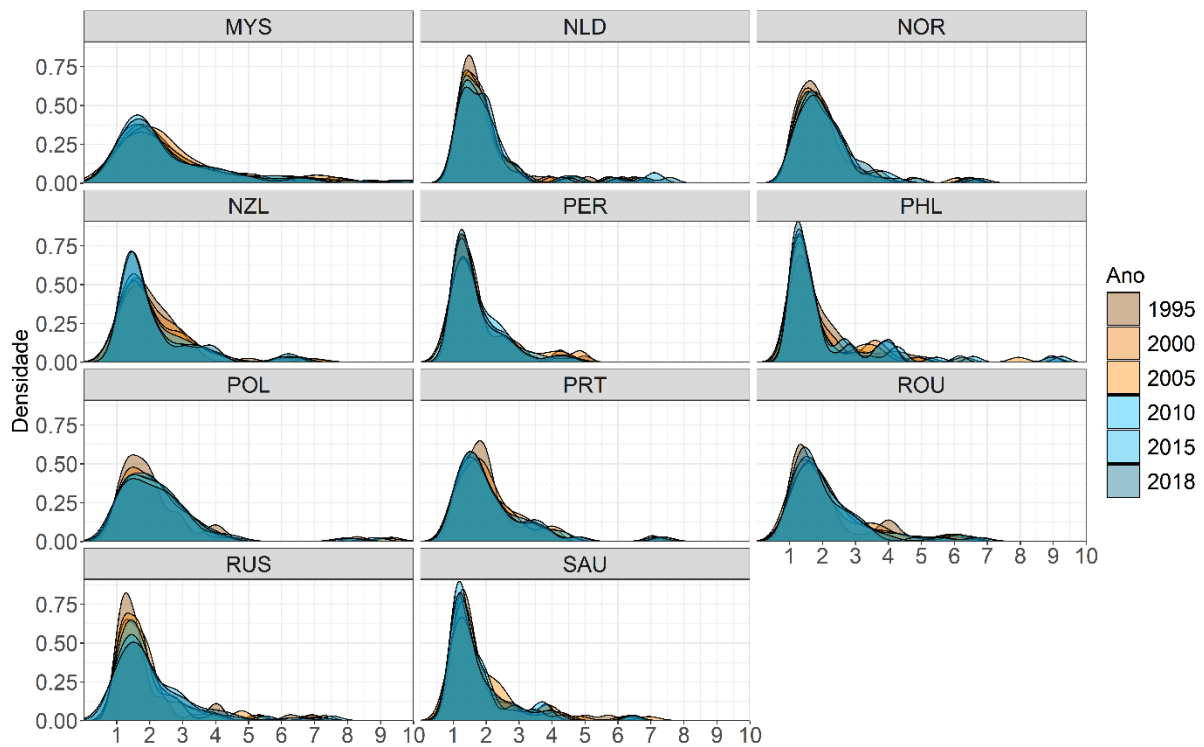
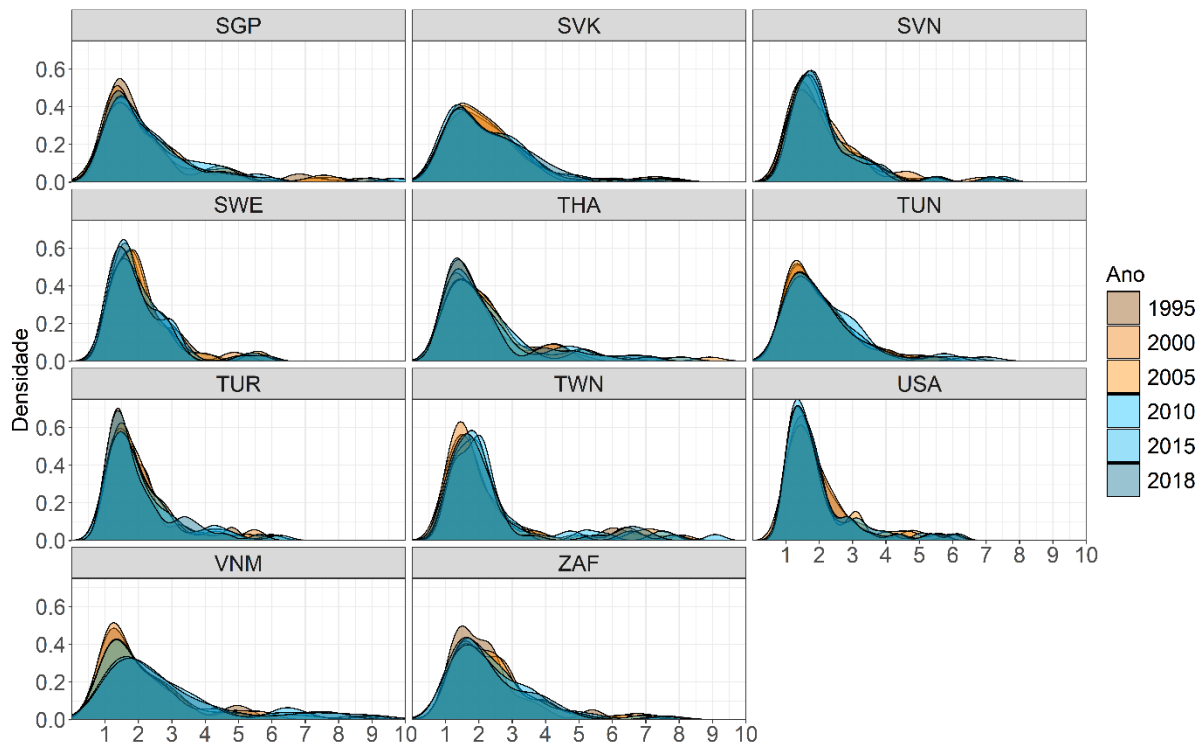


Gráfico 5.12. Funcións de densidade dos multiplicadores MUD_i dos países do grupo 6.



Ao agrupar por países en lugar de por ramas, as distribucións resultan ser todas moi semellantes, e no caso dos MUD_i (*gráficos 5.7 a 5.12*) ningún país destaca por ter un cambio significativo nos valores dos seus multiplicadores. Pola contra, si hai algún país cun claro cambio nos efectos de arrastre cara atrás na súa economía (*gráficos 5.1 a 5.6*). Temos o grupo de países formado por Arxentina, Austria, Luxemburgo, Myanmar e Vietnam, que presentan un aumento dos MD_j ; e o caso de Casaquistán (KAZ), que viu notablemente diminuído o efecto de arrastre cara atrás nos últimos anos.

Neste caso, son os MUD_i os que presentan distribucións máis estables, mentres que os MD_j parecen máis variables. Resalta entre todas a distribución de Hong Kong, moito máis “achatada” que o resto, e en menor medida a de Luxemburgo, causada polo seu aumento de valor ao longo do tempo, como dicíamos antes.

Os *boxplots* do *gráficos 6.1 e 6.2* elaborados coa agrupación por países mostran como efectivamente as distribucións son practicamente iguais nos multiplicadores cara adiante dos 66 países que estudamos, e semellantes (con particularidades) nos multiplicadores cara atrás.

Gráfico 6.1. *Boxplots* dos multiplicadores MD_i por país.

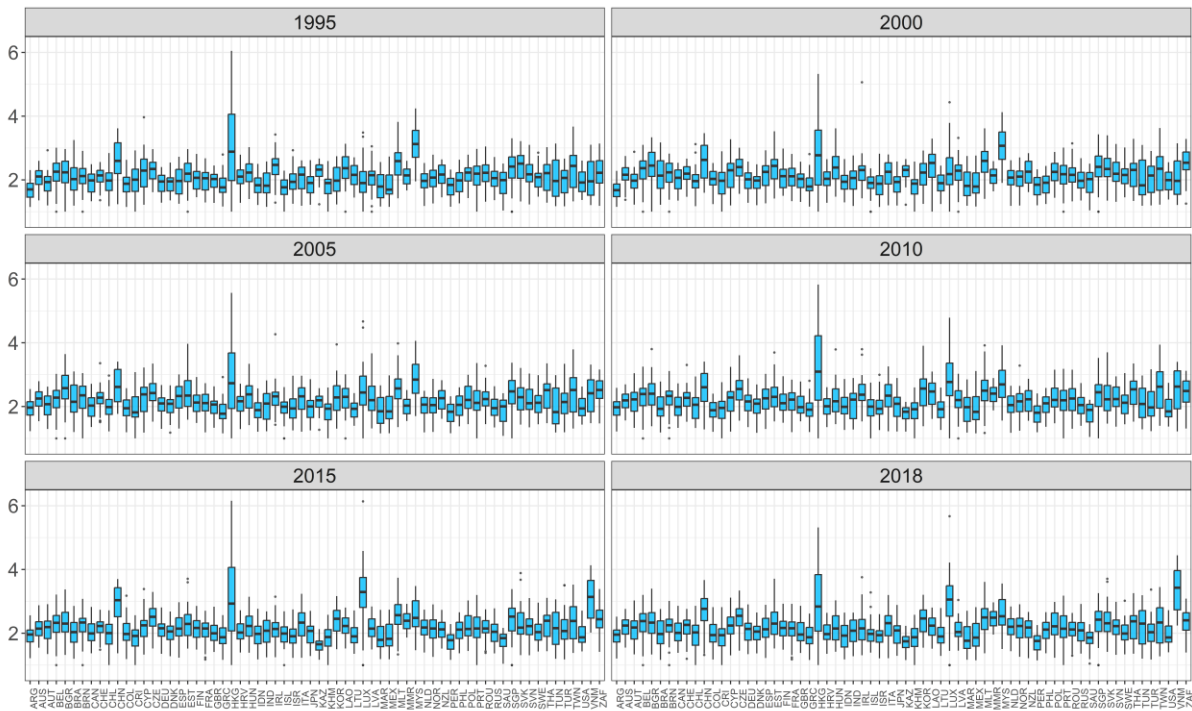
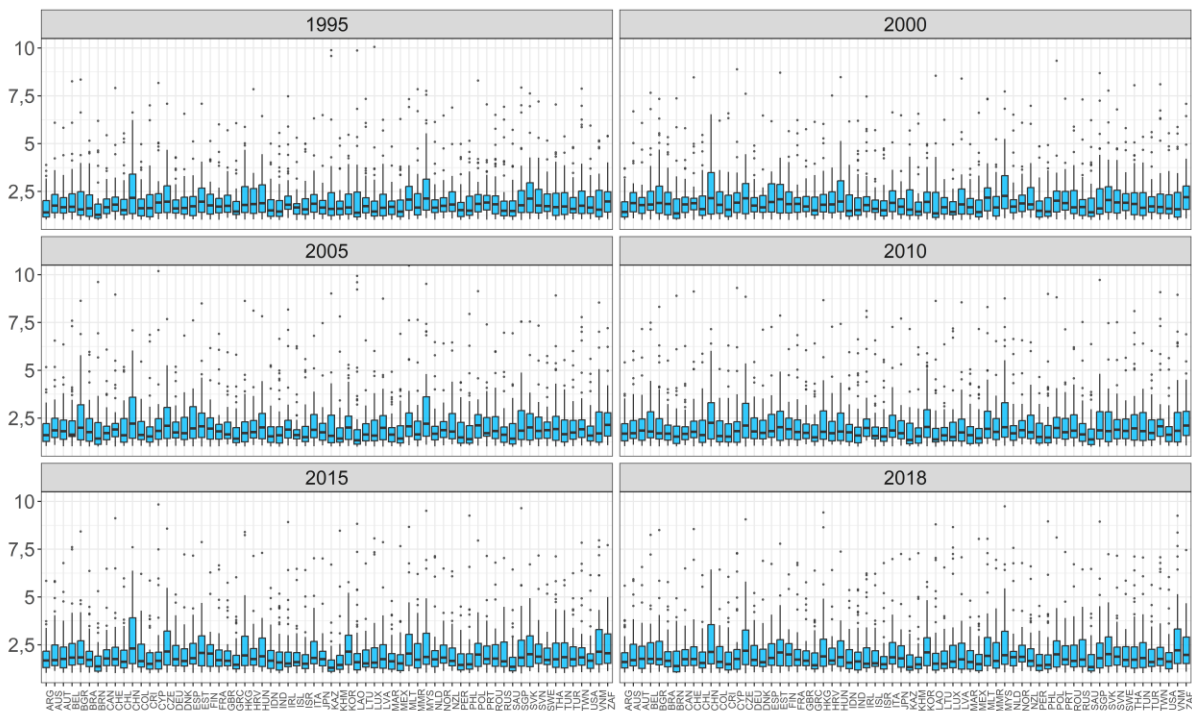


Gráfico 6.2. *Boxplots* dos multiplicadores MUD_i por país.



Tras analizar os datos por ramas e por países, propoñemos a continuación un breve estudo dos valores atípicos das dúas análises. A finalidade deste estudo será tratar de explicar se os valores anómalos que aparecían na columna dos MUD_i máximos da *táboa 3* ao principio deste apartado se deben ao forte efecto cara adiante dalgunha rama, ou ao efecto dalgún país. En principio parece máis lóxico o primeiro razoamento, sobre todo dado o que comentamos ata agora sobre o alto MUD_i que presentaba a rama 26.

Para comprobalo, primeiro fagamos o recuento do número de países atípicos de cada sector nos seis períodos estudados, e despois o de número de ramas atípicas de cada país no tempo. Entendemos por valores atípicos aqueles que distan da media en máis de dúas veces a súa desviación típica (estes valores extremos son os que representamos nos *boxplots* mediante puntos negros illados). Mostraremos este recuento nos seguintes diagrama de barras (*gráficos 7.1 e 7.2* para os MD_j e *7.3 e 7.4* para os MUD_i).

Gráfico 7.1. Número de ramas con valores atípicos de MD_j por país.

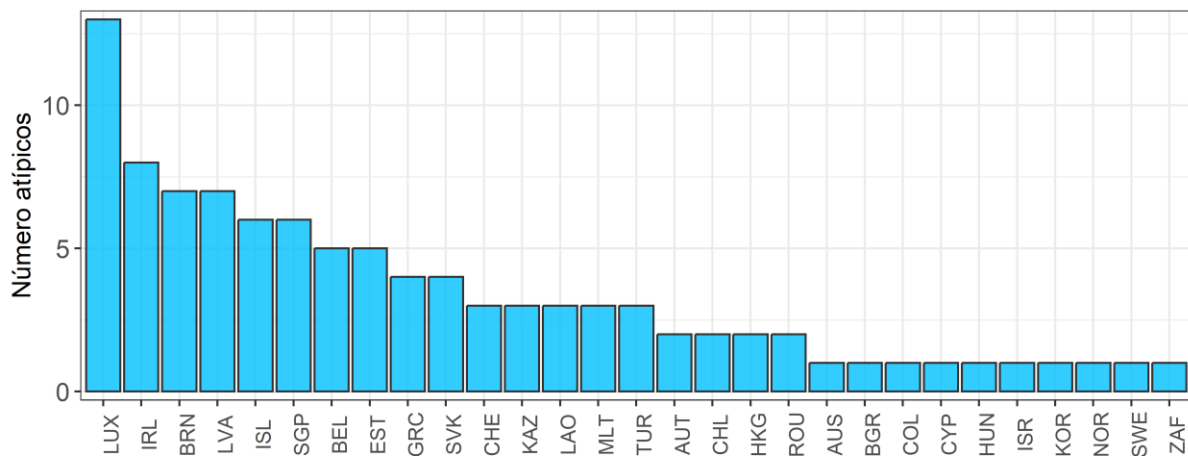


Gráfico 7.2. Número de países con valores atípicos de MD_j por rama.

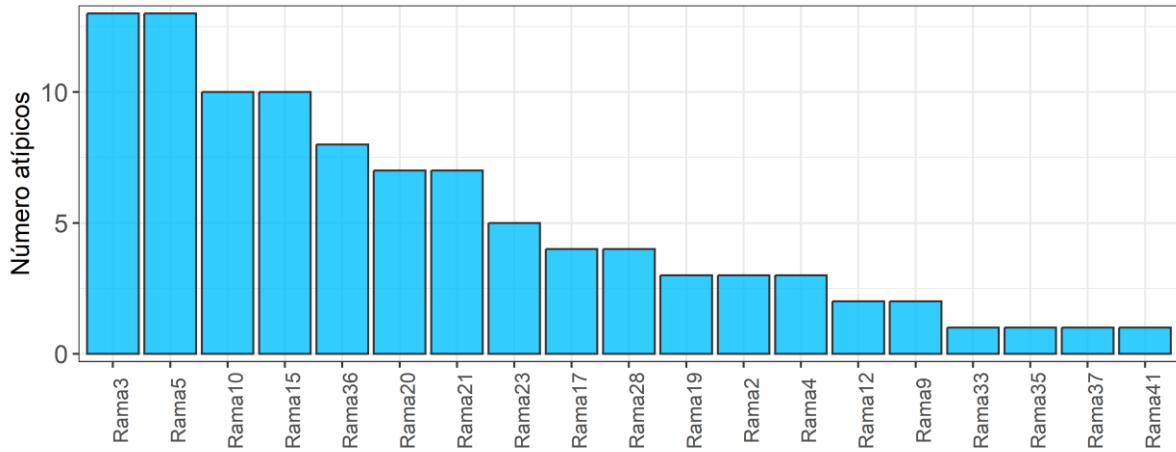


Gráfico 7.3. Número de ramas con valores atípicos de MUD_i por país.

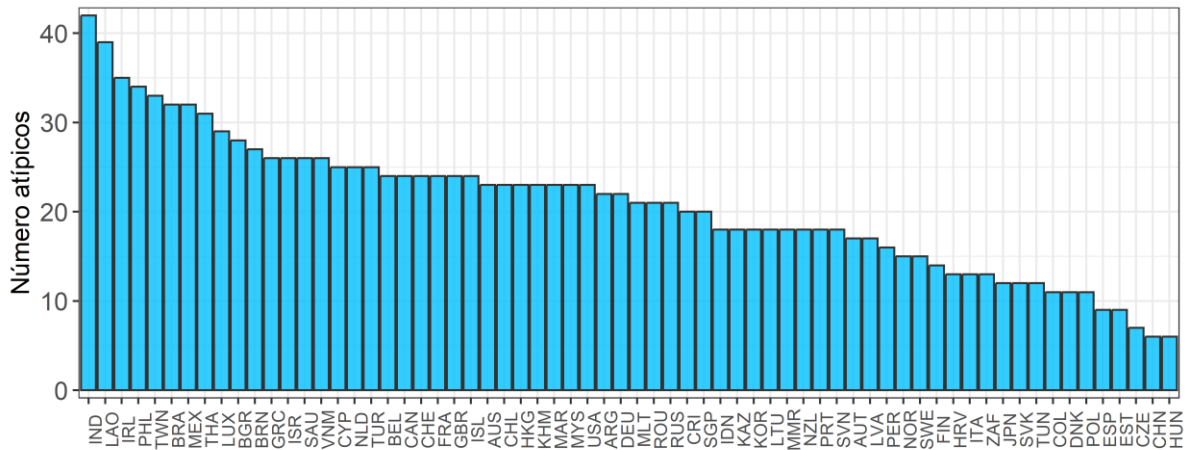
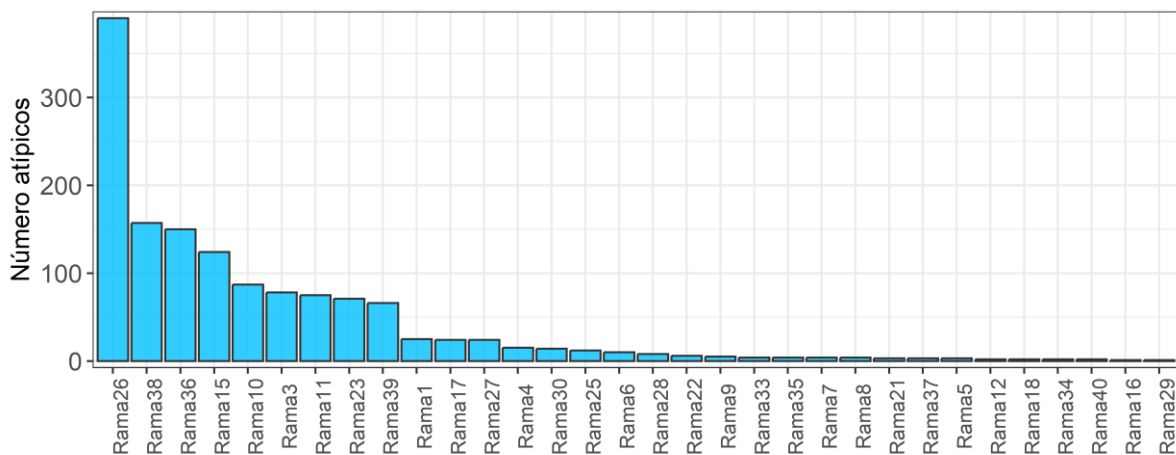


Gráfico 7.4. Número de países con valores atípicos de MUD_i por rama.



No caso dos multiplicadores cara atrás, non pensamos que os valores atípicos sexan moi relevantes, nin ao clasificar os datos por ramas nin por países; e tampouco consideramos salientables os valores extremos dos multiplicadores cara adiante ao clasificar os datos por países. Porén, e como xa nos fomos decatando durante deste apartado, a rama 26 toma valores de MUD_i moi por enriba do valor medio nos diferentes países e ao longo dos períodos de tempo considerados¹.

3.2 Índices de Rasmussen

3.2.1 Índices de Rasmussen. Marco teórico.

Os índices de Rasmussen son outra forma de medir as capacidades de expansión e absorción da produción que presentan os sectores de actividade (Rasmussen, 1956). Como introducíamos no apartado anterior, empregaremos estes índices para clasificar as ramas de actividade en catro categorías, en función do tipo de efecto que presente sobre a produción e da súa potencia.

Índice do poder de dispersión

Rasmussen propón este índice como variante para medir o alcance que unha expansión do sector j provoca no resto de ramas. A interpretación é semellante á dos multiplicadores de demanda, aínda que neste caso podemos establecer un punto de inflexión no valor 1: un sector cuxo índice tome un valor superior a 1 terá poder de arrastre cara atrás no sistema produtivo.

$$PD_j = \frac{(\sum_{i=1}^n \alpha_{ij}) / n}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}) / n^2}$$

¹ A rama 26 correspóndese co sector do comercio ao por maior e por menor, así que é lóxico que teña un gran poder de absorción dos incrementos da produción do resto de ramas.

Índice de sensibilidade de dispersión

Este indicador sinala en que medida a industria *i* se ve afectada por unha expansión no resto de ramas, de forma que se toma un valor superior a 1 o sector terá gran capacidade de arrastre cara diante.

$$SD_i = \frac{(\sum_{j=1}^n \alpha_{ij}) / n}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}) / n^2}$$

Pino & Illanes (2002) clasifican as distintas industrias, a partir destes dous índices, como se recolle no seguinte cadro:

PD _j > 1 e SD _i > 1	Sector "clave" , presenta grandes efectos de arrastre
PD _j < 1 e SD _i > 1	Sector "estratéxico" , absorbe máis efectos dos que produce para a economía
PD _j > 1 e SD _i < 1	Sector "impulsor" , produce máis efectos sobre a economía que os que se centran nel
PD _j < 1 e SD _i < 1	Sector "illa" , sector pouco importante

3.2.2 Índices de Rasmussen. Aplicación práctica.

Para traballar cos índices de Rasmussen, clasificaremos primeiramente todas as nosas observacións (rama-país-ano) segundo formen parte dun sector clave, estratéxico, impulsor ou illa. O propósito deste apartado será comentar en que proporción se atopa cada tipo de sector nas distintas economías, e poder resaltar cales presentan os maiores efectos de arrastre da produción, confirmando así os resultados da análise de multiplicadores.

No apartado 2.1.2. víamos que, salvo contadas excepcións, os multiplicadores da matriz de Leontief permanecían invariables ao longo do tempo, tanto por países coma por ramas. Posto que estes multiplicadores están moi relacionados matematicamente cos índices de Rasmussen², podemos supoñer que estes tampouco variarán nos distintos anos, e poderíamos omitir a variable temporal e facer un estudo de “ratios” ou porcentaxes con todos os datos á vez. Comprobemos antes disto na *táboa 7* que realmente a proporción de sectores de cada tipo non varía nos cinco períodos.

Táboa 7. Proporción de sectores clave, estratéxicos, impulsores e illas no tempo.

	Clave	Estratéxico	Impulsor	Illa
<i>1995</i>	18,82%	14,58%	34,34%	32,26%
<i>2000</i>	18,65%	14,98%	34,71%	31,65%
<i>2005</i>	18,59%	15,19%	34,18%	32,05%
<i>2010</i>	17,54%	15,49%	35,19%	31,78%
<i>2015</i>	17,64%	15,32%	35,02%	32,02%
<i>2018</i>	17,58%	15,52%	34,88%	32,02%
<i>Total</i>	18,14%	15,18%	34,72%	31,96%

Como podemos ver, hai unha boa proporción de sectores impulsores, que producen máis efectos sobre a economía que os que se centran nel. Este tipo e os sectores pouco importantes (a efectos de arrastre) supoñen case o 70% do total, e algo menos do 20% confórmano as ramas de actividade que presentan efectos de arrastre potentes, tanto cara adiante como cara atrás.

Podemos ver estas proporcións tamén nos seguintes diagramas de barras, que ademais separan os datos por países, o que nos permitirá ver se algún deles ten datos interesantes para comentar (*gráficos 8.1 e 8.2*).

² De feito, os índices de Rasmussen non son máis que un cambio de escala dos multiplicadores de Leontief (dividen estes últimos pola constante $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} / n$).

Gráfico 8.1. Número de sectores de cada clase por país (de maior a menor).

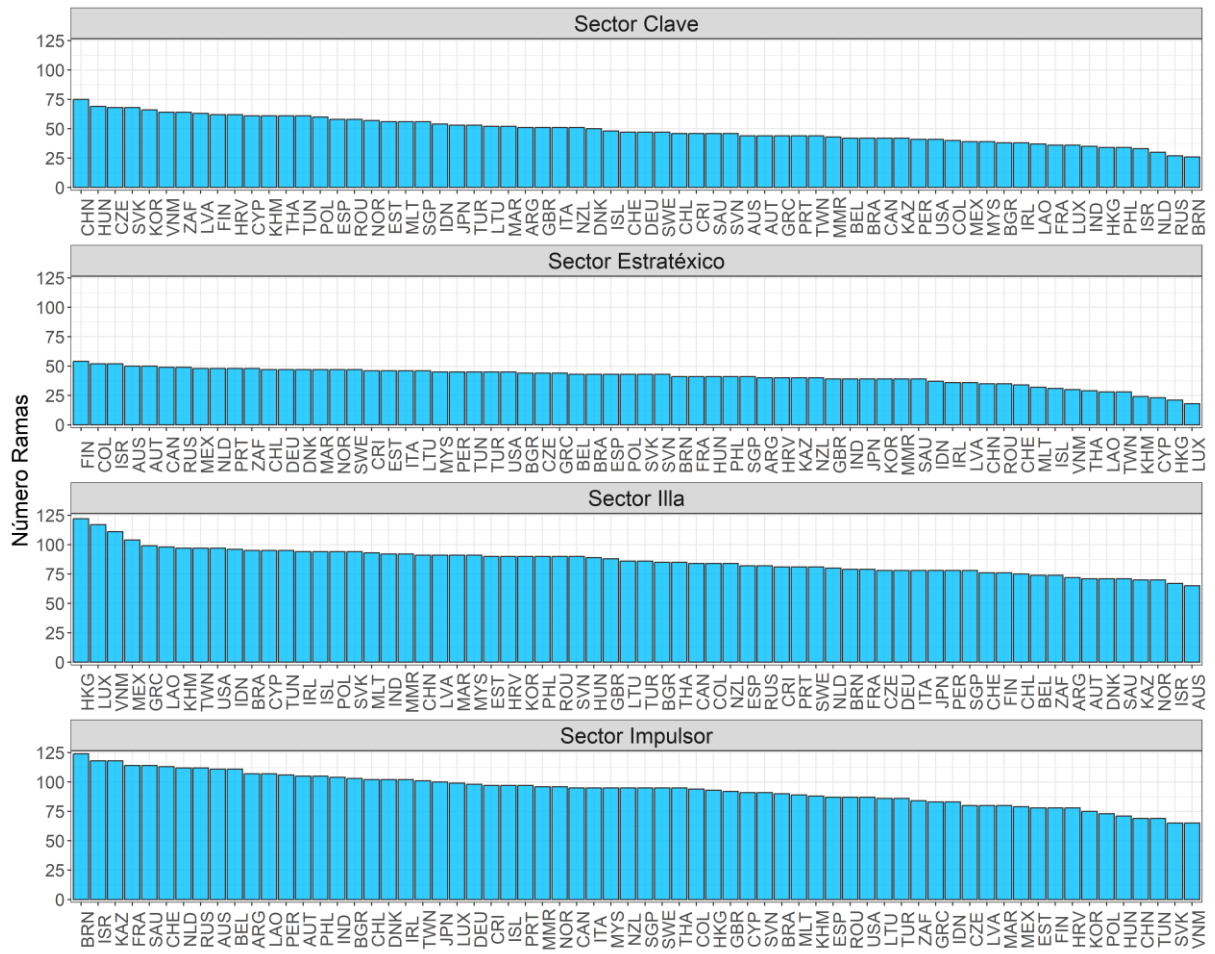
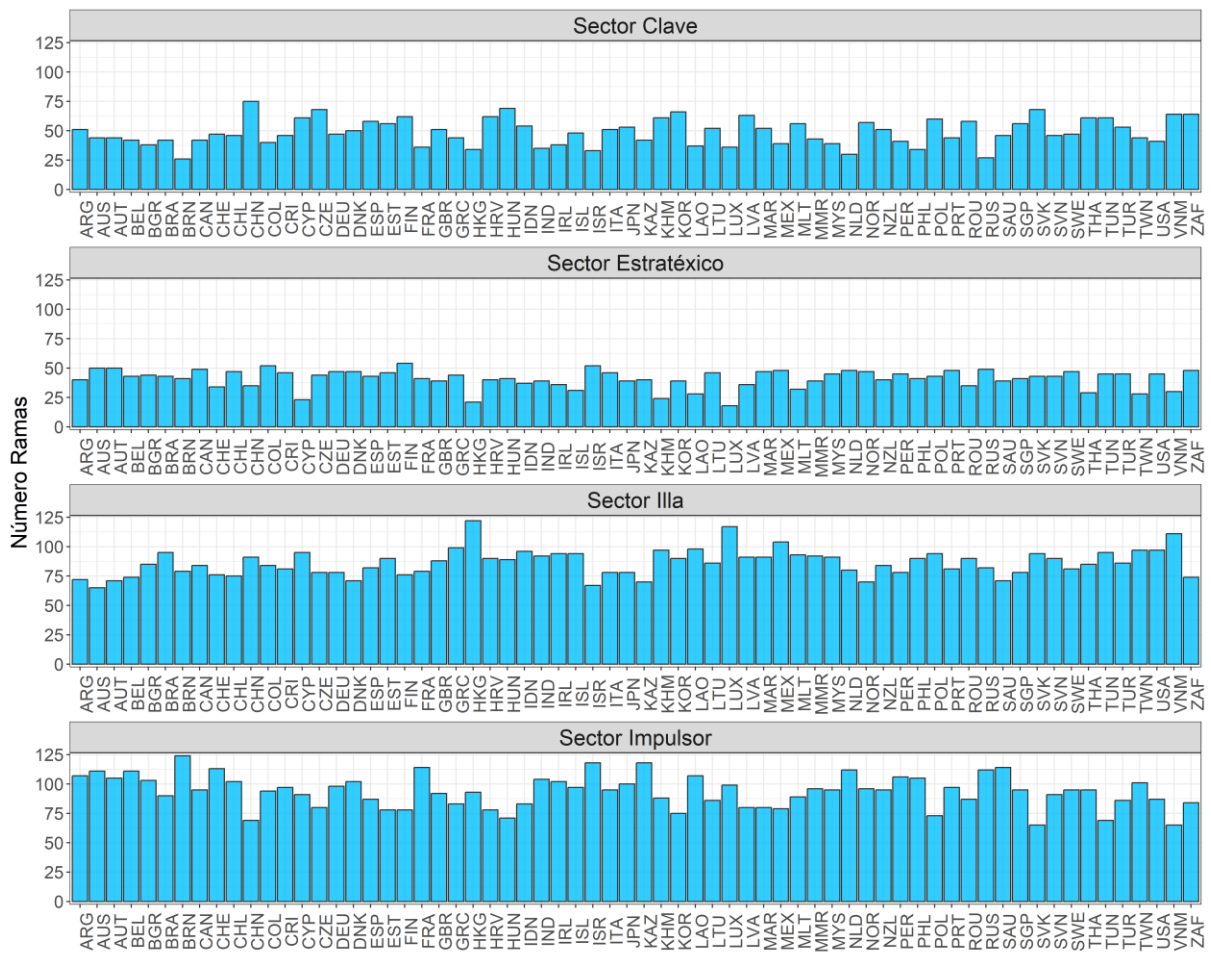


Gráfico 8.2. Número de sectores de cada clase por país (orde alfabética).



No primeiro gráfico apreciamos claramente como efectivamente hai unha maior proporción de sectores impulsores e illas, pero non parece haber ningún país que teña algún número anómalo de sectores dalgún dos catro tipos. No segundo gráfico, o eixe x mostra os países por orde alfabética, para que poidamos comparar adecuadamente as barras dos catro cadros. Podería ter sentido a hipótese de que as maiores economías mundiais sexan as que teñan máis sectores clave. Aínda que no segundo gráfico xa intuimos que isto non é así (as barras son bastante homoxéneas), visualicemos na *táboa 8* os diferentes países ordenados de maior a menor proporción de cada tipo de sector (é equivalente ao *gráfico 8.2* pero o formato táboa facilita a interpretación dos datos).

Táboa 8. Proporción de sectores de cada clase por país (de maior a menor).

	Clave	Estratéxico	Impulsor	Illa
1	CHN (27,78%)	FIN (20,00%)	BRN (45,93%)	HKG (45,19%)
2	HUN (25,56%)	COL (19,26%)	ISR (43,70%)	LUX (43,33%)
3	CZE (25,19%)	ISR (19,26%)	KAZ (43,70%)	VNM (41,11%)
4	SVK (25,19%)	AUS (18,52%)	FRA (42,22%)	MEX (38,52%)
5	KOR (24,44%)	AUT (18,52%)	SAU (42,22%)	GRC (36,67%)
6	VNM (23,70%)	CAN (18,15%)	CHE (41,85%)	LAO (36,30%)
7	ZAF (23,70%)	RUS (18,15%)	NLD (41,48%)	KHM (35,93%)
8	LVA (23,33%)	MEX (17,78%)	RUS (41,48%)	TWN (35,93%)
9	FIN (22,96%)	NLD (17,78%)	AUS (41,11%)	USA (35,93%)
10	HRV (22,96%)	PRT (17,78%)	BEL (41,11%)	IDN (35,56%)
11	CYP (22,59%)	ZAF (17,78%)	ARG (39,63%)	BRA (35,19%)
12	KHM (22,59%)	CHL (17,41%)	LAO (39,63%)	CYP (35,19%)
13	THA (22,59%)	DEU (17,41%)	PER (39,26%)	TUN (35,19%)
14	TUN (22,59%)	DNK (17,41%)	AUT (38,89%)	IRL (34,81%)
15	POL (22,22%)	MAR (17,41%)	PHL (38,89%)	ISL (34,81%)
16	ESP (21,48%)	NOR (17,41%)	IND (38,52%)	POL (34,81%)
17	ROU (21,48%)	SWE (17,41%)	BGR (38,15%)	SVK (34,81%)
18	NOR (21,11%)	CRI (17,04%)	CHL (37,78%)	MLT (34,44%)
19	EST (20,74%)	EST (17,04%)	DNK (37,78%)	IND (34,07%)
20	MLT (20,74%)	ITA (17,04%)	IRL (37,78%)	MMR (34,07%)
21	SGP (20,74%)	LTU (17,04%)	TWN (37,41%)	CHN (33,70%)
22	IDN (20,00%)	MYS (16,67%)	JPN (37,04%)	LVA (33,70%)
23	JPN (19,63%)	PER (16,67%)	LUX (36,67%)	MAR (33,70%)
24	TUR (19,63%)	TUN (16,67%)	DEU (36,30%)	MYS (33,70%)
25	LTU (19,26%)	TUR (16,67%)	CRI (35,93%)	EST (33,33%)
26	MAR (19,26%)	USA (16,67%)	ISL (35,93%)	HRV (33,33%)
27	ARG (18,89%)	BGR (16,30%)	PRT (35,93%)	KOR (33,33%)
28	GBR (18,89%)	CZE (16,30%)	MMR (35,56%)	PHL (33,33%)
29	ITA (18,89%)	GRC (16,30%)	NOR (35,56%)	ROU (33,33%)
30	NZL (18,89%)	BEL (15,93%)	CAN (35,19%)	SVN (33,33%)
31	DNK (18,52%)	BRA (15,93%)	ITA (35,19%)	HUN (32,96%)
32	ISL (17,78%)	ESP (15,93%)	MYS (35,19%)	GBR (32,59%)
33	CHE (17,41%)	POL (15,93%)	NZL (35,19%)	LTU (31,85%)
34	DEU (17,41%)	SVK (15,93%)	SGP (35,19%)	TUR (31,85%)
35	SWE (17,41%)	SVN (15,93%)	SWE (35,19%)	BGR (31,48%)
36	CHL (17,04%)	BRN (15,19%)	THA (35,19%)	THA (31,48%)
37	CRI (17,04%)	FRA (15,19%)	COL (34,81%)	CAN (31,11%)
38	SAU (17,04%)	HUN (15,19%)	HKG (34,44%)	COL (31,11%)
39	SVN (17,04%)	PHL (15,19%)	GBR (34,07%)	NZL (31,11%)
40	AUS (16,30%)	SGP (15,19%)	CYP (33,70%)	ESP (30,37%)
41	AUT (16,30%)	ARG (14,81%)	SVN (33,70%)	RUS (30,37%)
42	GRC (16,30%)	HRV (14,81%)	BRA (33,33%)	CRI (30,00%)
43	PRT (16,30%)	KAZ (14,81%)	MLT (32,96%)	PRT (30,00%)
44	TWN (16,30%)	NZL (14,81%)	KHM (32,59%)	SWE (30,00%)
45	MMR (15,93%)	GBR (14,44%)	ESP (32,22%)	NLD (29,63%)
46	BEL (15,56%)	IND (14,44%)	ROU (32,22%)	BRN (29,26%)
47	BRA (15,56%)	JPN (14,44%)	USA (32,22%)	FRA (29,26%)
48	CAN (15,56%)	KOR (14,44%)	LTU (31,85%)	CZE (28,89%)
49	KAZ (15,56%)	MMR (14,44%)	TUR (31,85%)	DEU (28,89%)
50	PER (15,19%)	SAU (14,44%)	ZAF (31,11%)	ITA (28,89%)
51	USA (15,19%)	IDN (13,70%)	GRC (30,74%)	JPN (28,89%)
52	COL (14,81%)	IRL (13,33%)	IDN (30,74%)	PER (28,89%)
53	MEX (14,44%)	LVA (13,33%)	CZE (29,63%)	SGP (28,89%)
54	MYS (14,44%)	CHN (12,96%)	LVA (29,63%)	CHE (28,15%)
55	BGR (14,07%)	ROU (12,96%)	MAR (29,63%)	FIN (28,15%)
56	IRL (14,07%)	CHE (12,59%)	MEX (29,26%)	CHL (27,78%)
57	LAO (13,70%)	MLT (11,85%)	EST (28,89%)	BEL (27,41%)
58	FRA (13,33%)	ISL (11,48%)	FIN (28,89%)	ZAF (27,41%)
59	LUX (13,33%)	VNM (11,11%)	HRV (28,89%)	ARG (26,67%)
60	IND (12,96%)	THA (10,74%)	KOR (27,78%)	AUT (26,30%)
61	HKG (12,59%)	LAO (10,37%)	POL (27,04%)	DNK (26,30%)
62	PHL (12,59%)	TWN (10,37%)	HUN (26,30%)	SAU (26,30%)
63	ISR (12,22%)	KHM (8,89%)	CHN (25,56%)	KAZ (25,93%)
64	NLD (11,11%)	CYP (8,52%)	TUN (25,56%)	NOR (25,93%)
65	RUS (10,00%)	HKG (7,78%)	SVK (24,07%)	ISR (24,81%)
66	BRN (9,63%)	LUX (6,67%)	VNM (24,07%)	AUS (24,07%)

As maiores potencias económicas (China, Estados Unidos, Xapón, Alemaña...) aparecen dispersas nas columnas da táboa, así que podemos descartar a relación “gran economía mundial-número de sectores clave”.

Completemos o estudo das ramas mirando o número de países nos cales cada unha delas é clave, estratéxica, impulsora ou illa, e presentemos esta información nos *gráficos 9.1 e 9.2*.

Gráfico 9.1. Número de países nos que cada rama é dunha determinada clase (de maior a menor).

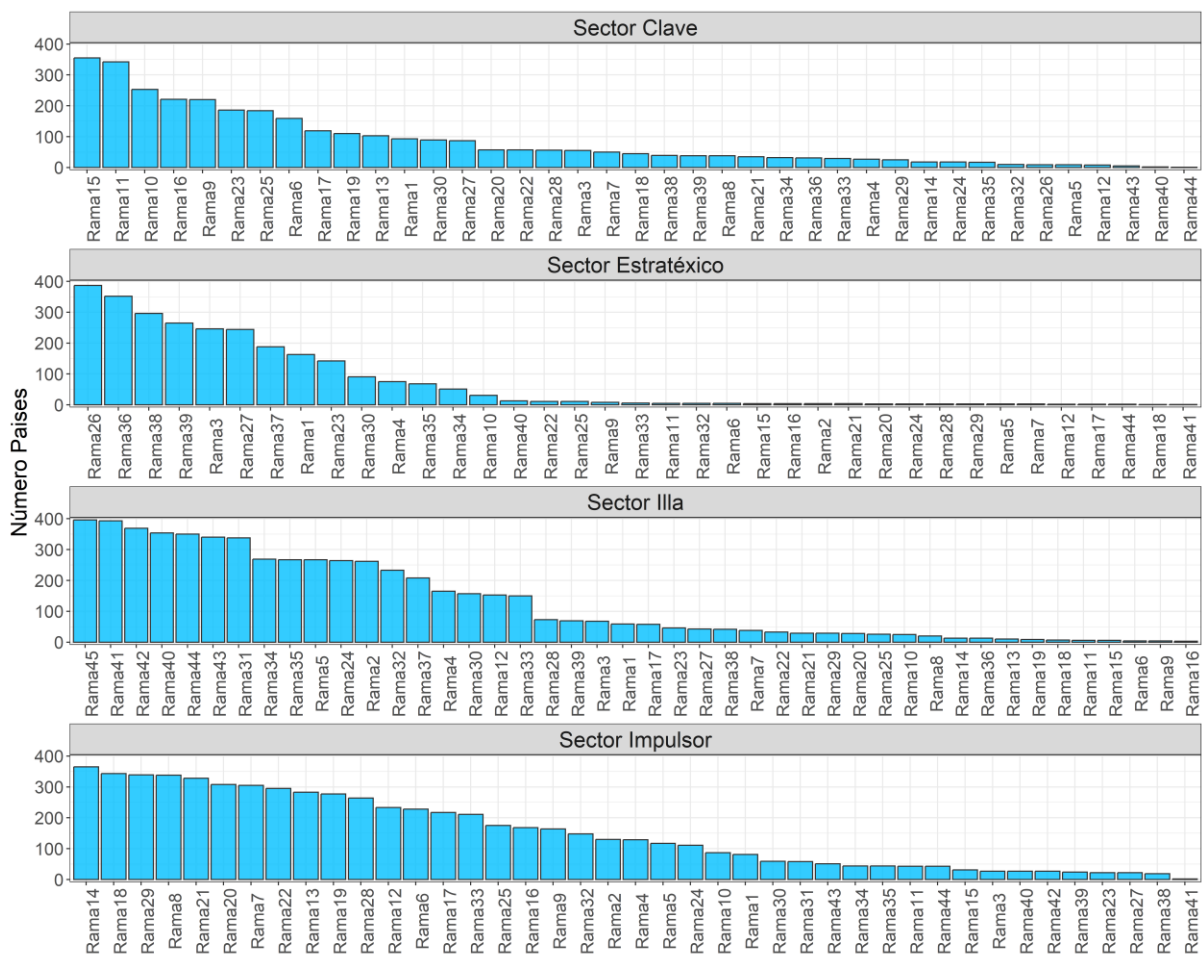
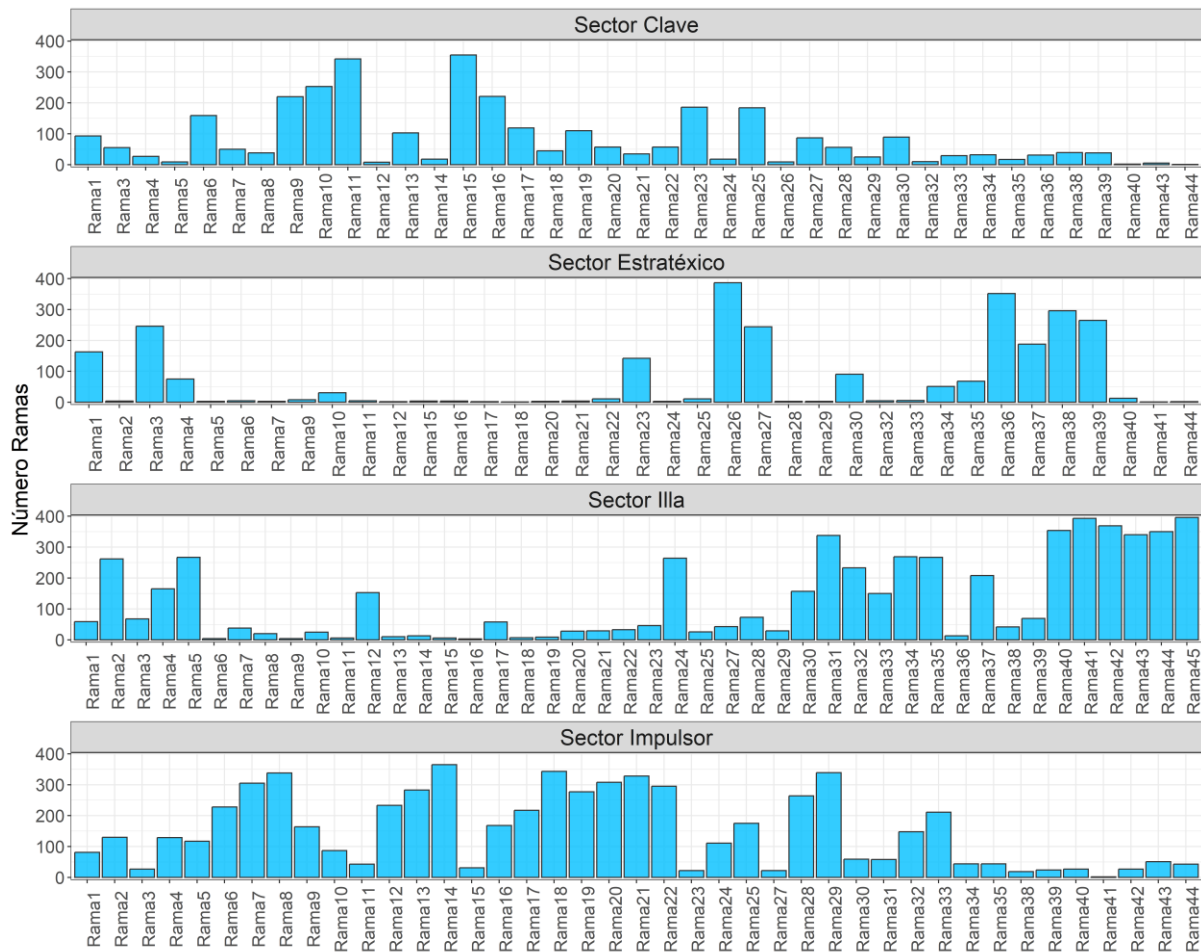


Gráfico 9.2. Número de países nos que cada rama é dunha determinada clase (ordenados por rama).



Vemos a simple vista que hai moita máis dispersión nos datos, o que indica que realmente hai ramas que adoitan ser dalgún tipo concreto. Poñamos por exemplo a rama 15: é por natureza un sector clave (aparece na maioría dos países como sector clave, e case nunca como estratéxico, impulsor ou illa). O contrario sucede por exemplo cas ramas 40 á 45, que son sectores illa, e non supoñen ningún efecto de arrastre nas economías. A rama 26 por exemplo é claramente estratéxica, e a 14 ou a 29 son impulsoras. Igual que antes, ordenemos esta información nunha táboa (táboa 9).

Táboa 9. Proporción de países nos que cada rama é dunha determinada clase (de maior a menor).

	Clave	Estratéxica	Impulsora	Illa
1	R. 15 (89,65%)	R. 26 (97,73%)	R. 14 (92,17%)	R. 45 (100,00%)
2	R. 11 (86,36%)	R. 36 (88,89%)	R. 18 (86,62%)	R. 41 (99,24%)
3	R. 10 (63,89%)	R. 38 (74,75%)	R. 29 (85,61%)	R. 42 (93,18%)
4	R. 16 (55,81%)	R. 39 (66,92%)	R. 8 (85,35%)	R. 40 (89,39%)
5	R. 9 (55,56%)	R. 3 (62,12%)	R. 21 (82,83%)	R. 44 (88,38%)
6	R. 23 (46,97%)	R. 27 (61,62%)	R. 20 (77,78%)	R. 43 (85,86%)
7	R. 25 (46,46%)	R. 37 (47,47%)	R. 7 (77,02%)	R. 31 (85,35%)
8	R. 6 (40,15%)	R. 1 (41,16%)	R. 22 (74,49%)	R. 34 (67,93%)
9	R. 17 (30,05%)	R. 23 (35,86%)	R. 13 (71,46%)	R. 5 (67,42%)
10	R. 19 (27,78%)	R. 30 (22,98%)	R. 19 (69,95%)	R. 35 (67,42%)
11	R. 13 (26,01%)	R. 4 (18,94%)	R. 28 (66,67%)	R. 24 (66,67%)
12	R. 1 (23,48%)	R. 35 (17,17%)	R. 12 (58,84%)	R. 2 (66,16%)
13	R. 30 (22,47%)	R. 34 (12,88%)	R. 6 (57,58%)	R. 32 (58,84%)
14	R. 27 (21,97%)	R. 10 (7,83%)	R. 17 (54,80%)	R. 37 (52,53%)
15	R. 20 (14,39%)	R. 40 (3,28%)	R. 33 (53,28%)	R. 4 (41,67%)
16	R. 22 (14,39%)	R. 22 (2,78%)	R. 25 (44,19%)	R. 30 (39,65%)
17	R. 28 (14,14%)	R. 25 (2,78%)	R. 16 (42,42%)	R. 12 (38,64%)
18	R. 3 (13,89%)	R. 9 (2,02%)	R. 9 (41,41%)	R. 33 (37,88%)
19	R. 7 (12,63%)	R. 33 (1,52%)	R. 32 (37,37%)	R. 28 (18,43%)
20	R. 18 (11,36%)	R. 6 (1,26%)	R. 2 (32,83%)	R. 39 (17,42%)
21	R. 38 (9,85%)	R. 11 (1,26%)	R. 4 (32,58%)	R. 3 (17,17%)
22	R. 8 (9,60%)	R. 32 (1,26%)	R. 5 (29,55%)	R. 1 (14,90%)
23	R. 39 (9,60%)	R. 2 (1,01%)	R. 24 (28,03%)	R. 17 (14,65%)
24	R. 21 (8,84%)	R. 15 (1,01%)	R. 10 (21,97%)	R. 23 (11,62%)
25	R. 34 (8,08%)	R. 16 (1,01%)	R. 1 (20,45%)	R. 27 (10,86%)
26	R. 36 (7,83%)	R. 21 (1,01%)	R. 30 (14,90%)	R. 38 (10,61%)
27	R. 33 (7,32%)	R. 5 (0,76%)	R. 31 (14,65%)	R. 7 (9,60%)
28	R. 4 (6,82%)	R. 7 (0,76%)	R. 43 (12,88%)	R. 22 (8,33%)
29	R. 29 (6,31%)	R. 20 (0,76%)	R. 34 (11,11%)	R. 21 (7,32%)
30	R. 14 (4,55%)	R. 24 (0,76%)	R. 35 (11,11%)	R. 29 (7,32%)
31	R. 24 (4,55%)	R. 28 (0,76%)	R. 11 (10,86%)	R. 20 (7,07%)
32	R. 35 (4,29%)	R. 29 (0,76%)	R. 44 (10,86%)	R. 25 (6,57%)
33	R. 32 (2,53%)	R. 12 (0,51%)	R. 15 (7,83%)	R. 10 (6,31%)
34	R. 5 (2,27%)	R. 17 (0,51%)	R. 3 (6,82%)	R. 8 (5,05%)
35	R. 26 (2,27%)	R. 44 (0,51%)	R. 40 (6,82%)	R. 14 (3,28%)
36	R. 12 (2,02%)	R. 18 (0,25%)	R. 42 (6,82%)	R. 36 (3,28%)
37	R. 43 (1,26%)	R. 41 (0,25%)	R. 39 (6,06%)	R. 13 (2,53%)
38	R. 40 (0,51%)	R. 8 (0,00%)	R. 23 (5,56%)	R. 19 (2,27%)
39	R. 44 (0,25%)	R. 13 (0,00%)	R. 27 (5,56%)	R. 18 (1,77%)
40	R. 2 (0,00%)	R. 14 (0,00%)	R. 38 (4,80%)	R. 11 (1,52%)
41	R. 31 (0,00%)	R. 19 (0,00%)	R. 41 (0,51%)	R. 15 (1,52%)
42	R. 37 (0,00%)	R. 31 (0,00%)	R. 26 (0,00%)	R. 6 (1,01%)
43	R. 41 (0,00%)	R. 42 (0,00%)	R. 36 (0,00%)	R. 9 (1,01%)
44	R. 42 (0,00%)	R. 43 (0,00%)	R. 37 (0,00%)	R. 16 (0,76%)
45	R. 45 (0,00%)	R. 45 (0,00%)	R. 45 (0,00%)	R. 26 (0,00%)

As porcentaxes que aparecen na táboa non son máis que a proporción de países sobre o total nos que esa rama é do tipo que indica o encabezado da columna, así que podemos establecer un límite inferior p e aceptar que todas as ramas que, para un determinado tipo de sector, contén cunha proporción superior ao $p\%$ serán dese tipo. Ao noso criterio, un valor adecuado

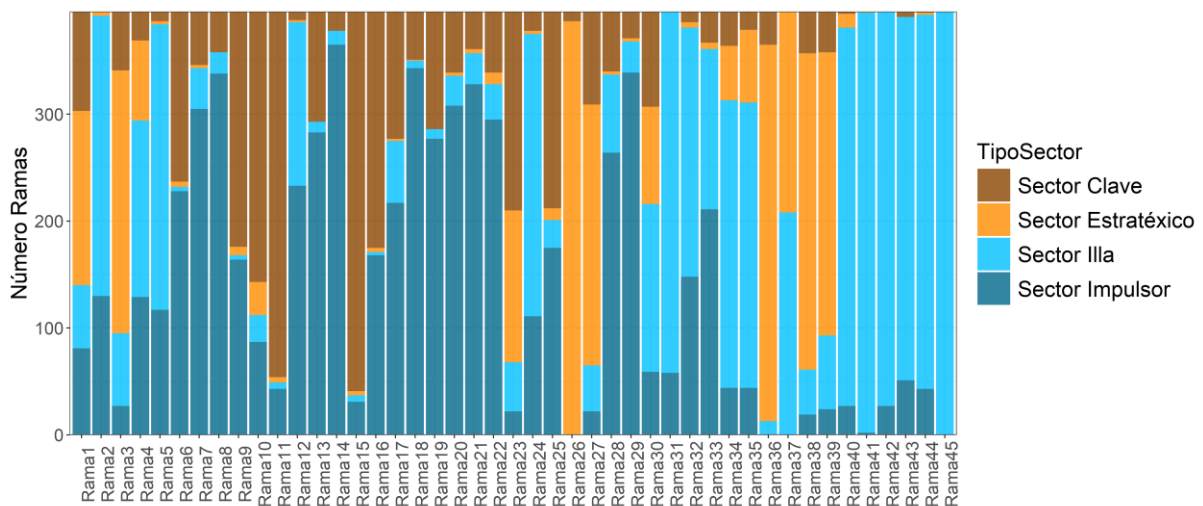
podería ser o 75% (se no 75% de países unha rama é impulsora, aceptaremos que por natureza é unha rama impulsora). A continuación recolleemos nun cadro esta agrupación (táboa 9.1).

Táboa 9.1. Ramas clave, estratéxicas, impulsoras e illa por natureza.

Clave	Estratéxica	Impulsora	Illa
Rama 15	Rama 26	Rama 14	Rama 45
Rama 11	Rama 36	Rama 18	Rama 41
		Rama 29	Rama 42
		Rama 8	Rama 40
		Rama 21	Rama 44
		Rama 20	Rama 43
		Rama 7	Rama 31

É moi interesante tamén o seguinte gráfico de barras apiadas (*gráfico 9.3*), que combina os catro cadros do *gráfico 9.2* permite ver en que proporción aparece nos países cada rama como clave, estratéxica, impulsora ou illa.

Gráfico 9.3. Proporción de países nos que cada rama é dunha determinada clase.



É fácil comprobar que os sectores que propoñíamos na *táboa 9.1* aparecen representados no diagrama mediante barras dunha única cor (maioritariamente), xa que son da mesma clase na maioría de países, mentres que hai outros, como os sectores 1, 23 ou 30, que teñen diferentes efectos de arrastre en cada país, e por tanto non nos permiten realizar ningunha afirmación sobre eles.

Os sectores que adoitan ser clave na maioría de países son a “Metalurxia, fabricación de produtos de ferro, aceiro e ferroalixes” (rama 15) e a “Industria química” (rama 11). O feito de que non sexan sectores primarios implica que un incremento na súa demanda orixine unha maior produción noutros sectores (efecto cara atrás), e como ademais moitos dos seus produtos son insumos para outras ramas, o efecto inverso ocorrerá cando sexan estas as que vexan incrementada a súa demanda. É totalmente lóxico entón que as ramas clave pertencen ao sector secundario.

Os sectores de tipo “illa” son os que conforman o sector público, xa que, como ben indica a categoría, están “illados”, e non adoitan ter influencia na produción do resto de industrias.

Xa comentamos que o sector comercial (rama 26) é que máis absorbe os incrementos da produción do resto de sectores, e cabe destacar tamén que as ramas impulsoras están relacionadas co transporte, coa fabricación de equipos eléctricos e coas industrias téxtil e madeireira. Non o faremos neste traballo, pero unha ampliación interesante podería ser tratar de afondar nas razóns económicas ou históricas polas cales isto sucede así.

4 Identificación do cambio estrutural

As técnicas de análise vistas ata agora eran de carácter estático, limitábanse a describir algunhas das características da estrutura das táboas TIO ou de coeficientes, pero non tiñan en conta os cambios presentes nelas ao longo dos anos. Neste apartado engadiremos o enfoque dinámico, que nos permitirá establecer unha comparativa entre dúas ou máis táboas referentes a distintos momentos do tempo, ou a distintos sistemas económicos. A literatura distingue dúas liñas de traballo neste sentido: a análise da descomposición estrutural, coa que se trata de explicar a orixe das diferencias entre táboas (ben sexa por cambios nos agregados económicos ou por cambios na estrutura da táboa), e a verificación do cambio estrutural, que contrasta a relevancia dos cambios experimentados. Neste traballo tan só abordaremos a segunda, cuantificaremos a intensidade dos cambios comprobando a estabilidade dos elementos que forman parte da matriz de coeficientes técnicos A_{ij} . Concretamente, calcularemos o índice de Gini (un coñecido indicador de desigualdade) adaptado ao contexto *input-output*, e contrastaremos os resultados que nos ofrezca comentando brevemente as medidas estatísticas RECMS e DAPS, que como explicaremos máis adiante avaliarán a semellanza entre as dúas matrices de coeficientes que esteamos a comparar.

4.1 Índice de Gini

4.1.1 Índice de Gini. Marco teórico.

O índice de Gini é unha medida de desigualdade que toma valores entre 0 e 1, e que implantaremos nas nosas matrices de coeficientes para valorar nun único indicador a estabilidade de cada sector entre dous períodos de tempo (compararemos por tanto as

matrices de coeficientes A_{ij}^0 con A_{ij}^1). Neste apartado engadiremos os superíndices 0 e 1 para diferenciar as dúas matrices (ou os elementos delas) obxecto de comparación.

Para o seu cálculo (Antille et al., 2000) cómpre ordenar os coeficientes técnicos de cada columna segundo o seguinte cociente:

$$\varphi_{ij} = \frac{a_{ij}^0}{a_{ij}^1}$$

Como é lóxico, un valor deste cociente inferior a 1 implica que o valor do coeficiente presentou un aumento, e un valor superior a 1, unha diminución.

Realizaremos tamén o cálculo intermedio dos vectores F_k e G_k , que para cada sector j non son máis que as sumas acumuladas dos coeficientes (ordenados segundo os valores de φ_{ij}) expresadas como porcentaxe da suma total de coeficientes do sector, tal e como se mostra nas seguintes ecuacións:

$$F_{j,k} = \sum_{l=1}^k \frac{a_{lj}^1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^1}$$

$$G_{j,k} = \sum_{l=1}^k \frac{a_{lj}^0}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^0}$$

O índice de Gini do sector de actividade j virá dado pola seguinte expresión:

$$Gini_j^{0,1} = \sum_{i=1}^{n-1} (F_i \cdot G_{i+1}) - \sum_{i=1}^{n-1} (F_{i+1} \cdot G_i)$$

Un valor próximo a 0 do índice indicará un alto grao de estabilidade nos coeficientes técnicos do sector j .

4.1.2 Índice de Gini. Aplicación práctica.

Como o noso horizonte temporal abarca seis anos, poderíamos calcular para cada sector de actividade 15 índices de Gini distintos (facendo todas as comparacións posibles deses seis anos). Con todo, parece máis útil reducir a análise ás cinco comparacións de períodos sucesivos (1995-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015 e 2015-2018) e engadir a confrontación “inicial-final” calculando tamén os índices entre os anos 1995 e 2018. Temos polo tanto para cada país 6 vectores (un por cada parella de anos) cos 45 índices de Gini correspondentes ás 45 ramas de actividade.

Para poder comprender a información que nos presentan estes datos, propoñemos agrupalos das dúas formas habituais (primeiro por ramas e despois por países), dando lugar a dúas análises complementarias que nos permitan extraer conclusións sobre o seu comportamento ao longo do tempo.

En primeiro lugar, agrupemos os datos dos países por ramas e anos, para comprobar a estabilidade dos coeficientes de cada un dos sectores de actividade no tempo. Como dicíamos no marco teórico, canto máis próximo a 0 estea o valor do índice de Gini dunha rama, máis semellantes serán os seus coeficientes entre os anos correspondentes, e por tanto menos cambio presentará o sector. A continuación mostramos a *táboa 10*, na que se indica o valor medio que toma o índice de Gini dos países en cada rama da mostra.

Táboa 10. Valor medio do índice de Gini por rama de actividade.

Rama	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2018	1995-2018
Rama 1	0,1465	0,1401	0,1791	0,1376	0,0836	0,3050
Rama 2	0,2114	0,2201	0,2630	0,2215	0,1401	0,4114
Rama 3	0,2346	0,2070	0,2619	0,2224	0,1514	0,4369
Rama 4	0,2161	0,2058	0,2644	0,2293	0,1553	0,4354
Rama 5	0,1785	0,1796	0,2284	0,1765	0,1362	0,3593
Rama 6	0,1186	0,1233	0,1374	0,1049	0,0665	0,2404
Rama 7	0,1299	0,1316	0,1755	0,1412	0,0963	0,3009
Rama 8	0,1578	0,1475	0,1709	0,1587	0,0990	0,3128
Rama 9	0,1360	0,1416	0,1792	0,1574	0,0885	0,2928
Rama 10	0,2134	0,1400	0,1704	0,1592	0,1357	0,3336
Rama 11	0,1706	0,1613	0,2338	0,1705	0,1088	0,3210
Rama 12	0,1726	0,1844	0,2566	0,1951	0,1116	0,3836
Rama 13	0,1509	0,1469	0,1772	0,1402	0,0861	0,2943
Rama 14	0,1674	0,1501	0,2050	0,1733	0,1350	0,3401
Rama 15	0,1596	0,1517	0,2091	0,1948	0,1249	0,3416
Rama 16	0,1540	0,1413	0,1855	0,1550	0,0917	0,2919
Rama 17	0,1688	0,1745	0,2043	0,1814	0,1195	0,3490
Rama 18	0,1854	0,1744	0,2204	0,1745	0,0964	0,3310
Rama 19	0,1579	0,1494	0,1929	0,2006	0,1085	0,3374
Rama 20	0,1697	0,1701	0,2249	0,1781	0,1067	0,3347
Rama 21	0,1723	0,2322	0,2648	0,2053	0,1449	0,3972
Rama 22	0,1721	0,1681	0,2281	0,1967	0,1128	0,3755
Rama 23	0,2054	0,2048	0,2431	0,2145	0,1426	0,4552
Rama 24	0,2419	0,1872	0,2863	0,2114	0,1245	0,4472
Rama 25	0,1629	0,1633	0,1975	0,1534	0,0999	0,3385
Rama 26	0,1907	0,1814	0,2244	0,1762	0,1056	0,3885
Rama 27	0,2086	0,1849	0,2308	0,1899	0,1251	0,4004
Rama 28	0,2425	0,2654	0,2823	0,2378	0,1687	0,4704
Rama 29	0,2298	0,2290	0,2798	0,2205	0,1424	0,4577
Rama 30	0,2536	0,2368	0,2840	0,2316	0,1368	0,4912
Rama 31	0,2639	0,2180	0,3174	0,2465	0,1530	0,5322
Rama 32	0,1710	0,1527	0,1898	0,1456	0,0858	0,3268
Rama 33	0,1835	0,1691	0,2306	0,2064	0,1163	0,4307
Rama 34	0,2489	0,1864	0,2666	0,2069	0,1165	0,4727
Rama 35	0,2448	0,1959	0,2637	0,2035	0,1090	0,4548
Rama 36	0,1745	0,1369	0,1937	0,1464	0,0805	0,3298
Rama 37	0,1999	0,1903	0,2730	0,1875	0,1135	0,4017
Rama 38	0,1916	0,1724	0,2455	0,1864	0,1005	0,4072
Rama 39	0,2132	0,1864	0,2551	0,1949	0,1184	0,4143
Rama 40	0,2303	0,2168	0,2703	0,2169	0,1255	0,4468
Rama 41	0,2156	0,2130	0,2704	0,2103	0,1191	0,4590
Rama 42	0,1944	0,1854	0,2489	0,1905	0,1104	0,4228
Rama 43	0,2164	0,1908	0,2875	0,2148	0,1335	0,4552
Rama 44	0,2032	0,2024	0,2667	0,2049	0,1274	0,4497
Rama 45	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,1873	0,1758	0,2276	0,1838	0,1145	0,3773

As cinco primeiras columnas de datos mostran comparacións entre períodos sucesivos, mentres que a última analiza a estabilidade entre 1995 e 2018. Ten sentido por tanto que os coeficientes indiquen máis variación nesta última columna que nas cinco anteriores.

Atopamos o maior valor (0,5322) na rama 31; non parece moi elevado, pero cómpre recordar que esta táboa mostra as medias, e non debemos aventurarnos a sacar conclusións antes de tempo, xa que pode ocorrer que a estabilidade dun país se vexa compensada coa falta de estabilidade doutro (veremos os datos por países máis adiante).

En lugar de analizar as medias, sería máis preciso ver como se distribúen os 66 índices de cada rama para cada período de tempo. Podemos representar isto mediante histogramas, funcións de densidade ou *boxplots*, pero para maior comodidade de visualización empregaremos diagramas de violín, que permiten apreciar a densidade da variable (do mesmo xeito que facíamos cos coeficientes máis importantes no apartado 2.2 ou cos multiplicadores de Leontief no 3.1.2). Nos *gráficos 10.1 a 10.4* podemos ver solapadas e en diferentes cores as distribucións dos índices dos 44 sectores económicos relevantes para os cinco períodos de tempo (omitimos a comparación 1995-2018 para unha maior limpeza do diagrama, e o sector 45, que, ao ser todos os seus elementos nulos nos períodos estudados, non presentará variacións)

Gráfico 10.1. Densidade dos índices de Gini das ramas 1 á 11.

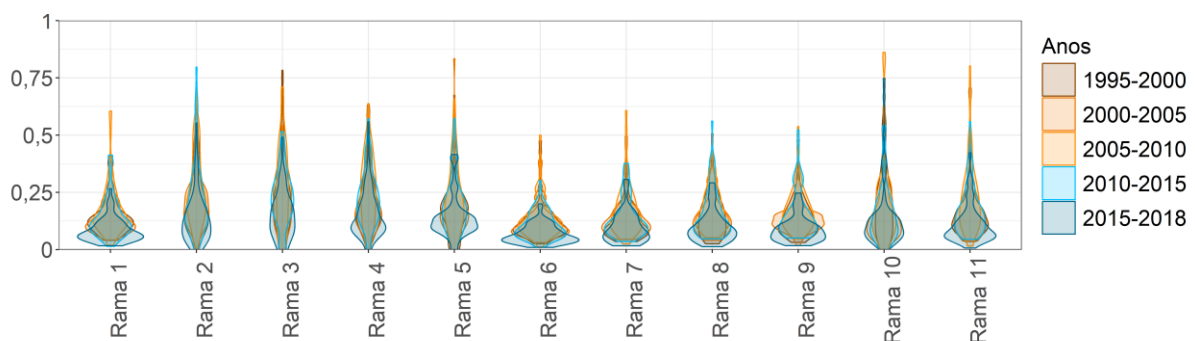


Gráfico 10.2. Densidade dos índices de Gini das ramas 12 á 22.

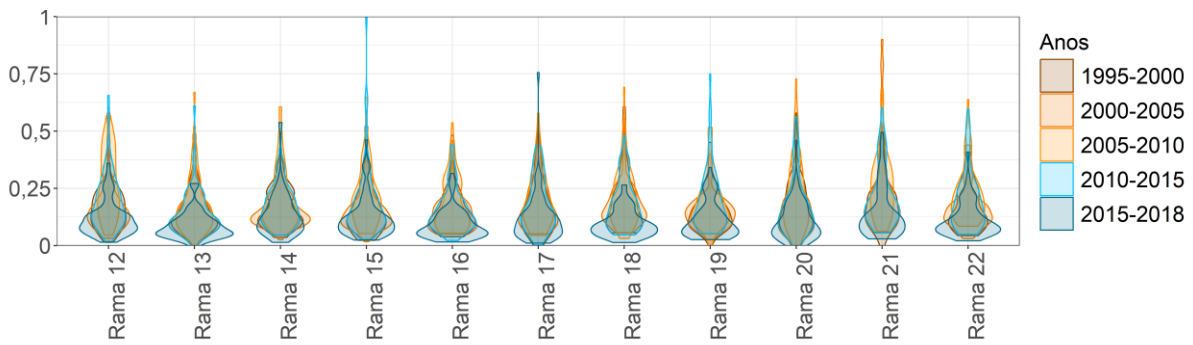


Gráfico 10.3. Densidade dos índices de Gini das ramas 23 á 33.

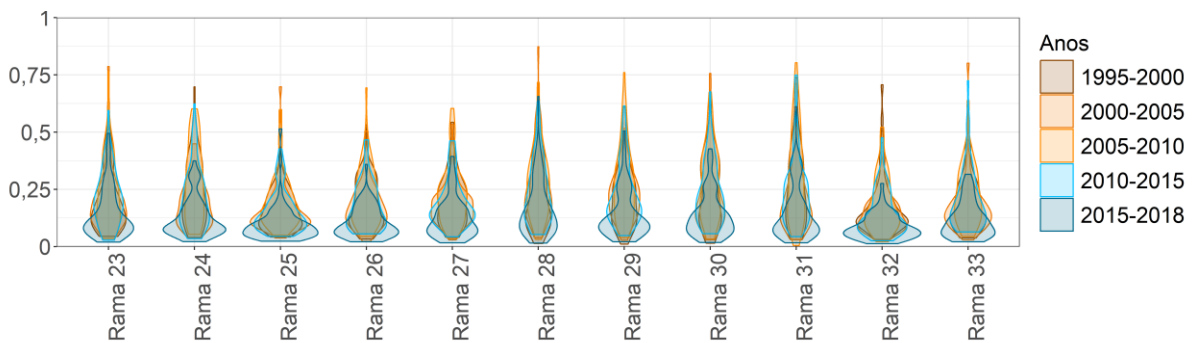
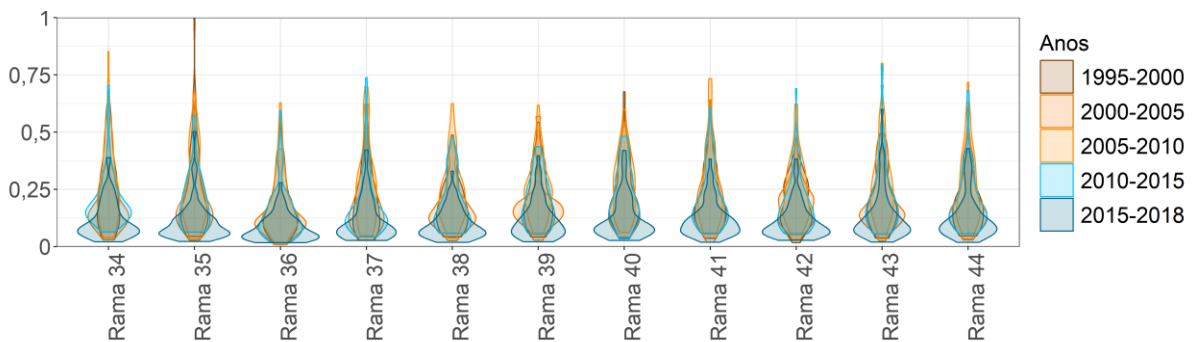


Gráfico 10.4. Densidade dos índices de Gini das ramas 34 á 44.

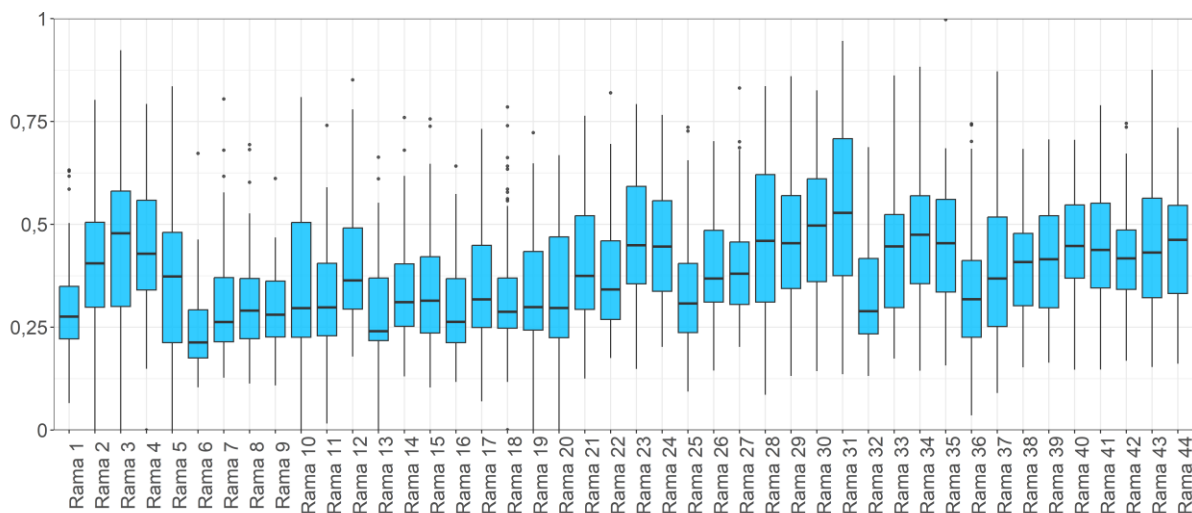


Unha simple ollada aos diagramas basta para extraer a conclusión de que o período con máis estabilidade en todas as ramas tivo lugar entre o 2015 e o 2018 (a maior concentración dos violíns azuis escuros dáse na parte baixa dos gráficos, preto ao valor 0). Isto é completamente lóxico, xa que o período que comprende esta categoría abarca unicamente tres anos, fronte

aos cinco dos outros grupos. Podemos destacar tamén os valores atípicos da rama 15 entre 2010 e 2015, e da rama 35 entre 1995 e 2000 (analizaremos isto en detalle máis adiante).

Para ver a estabilidade entre 1995 e 2018, podemos representar as distribucións nun *boxplot* (*gráfico 11.1*).

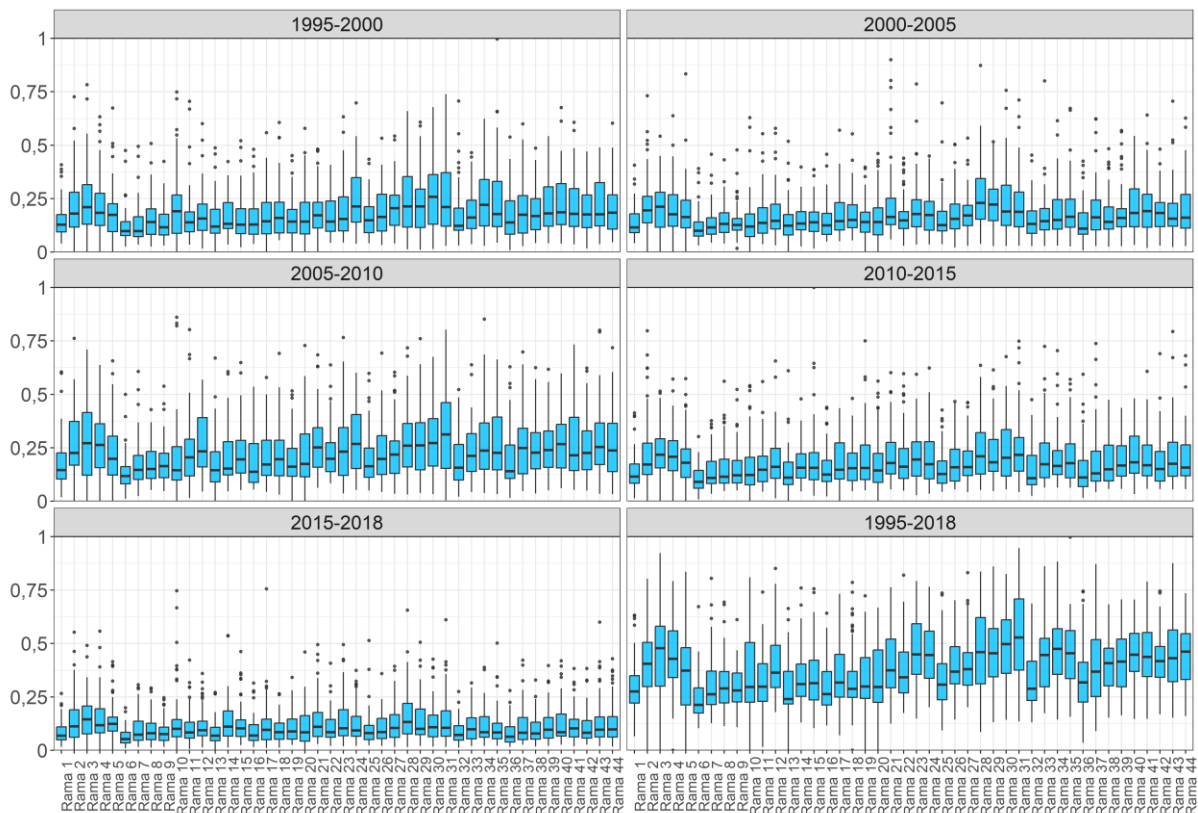
Gráfico 11.1. *Boxplot* dos índices de Gini por ramas (1995-2018).



Os índices representados neste diagrama son maiores que os anteriores, como xa nos indicaba a *táboa 10* cos índices medios. O *gráfico 11.2* presenta co mesmo deseño os seis períodos e nos axuda a apreciar mellor esta conclusión.

As caixas do último cadro sitúanse claramente máis arriba que o resto, e o contrario sucede no período 2015-2018 (cadro central inferior), como dicíamos anteriormente.

Gráfico 11.2. *Boxplots* dos índices de Gini por ramas.



Servirémonos deste gráfico tamén para comentar que en xeral as ramas de actividade parecen moi estables ao longo dos anos. O rango intercuartílico (zona azul de cada *boxplot*) da maioría dos índices está moi por debaixo do valor intermedio (0,5), e moitos deles sitúanse incluso por debaixo de 0,25.

Non obstante, retomemos agora aquela observación sobre as ramas atípicas dos diagramas de violíns, e fagamos o recuento dos valores (número de países) atípicos de cada rama no tempo, exactamente igual que facíamos ao analizar as características estruturais no apartado 3. Mostraremos este recuento no seguinte diagrama de barras (*gráfico 12.1*), no que destaca a rama 10, con 19 valores extremos, e complementaremos esta información separándoa por períodos no *gráfico 12.2*).

Gráfico 12.1. Número de países con valores atípicos do índice de Gini por rama.

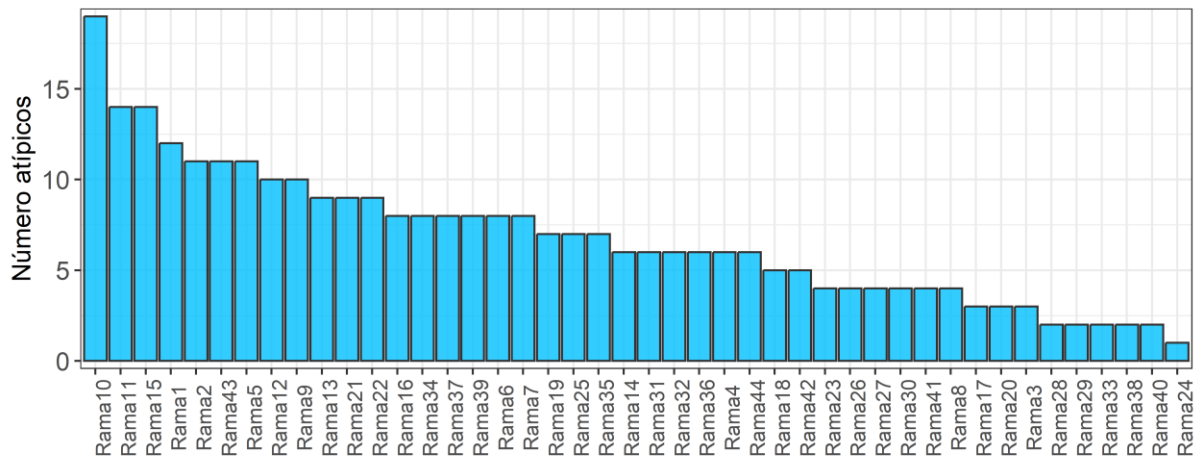
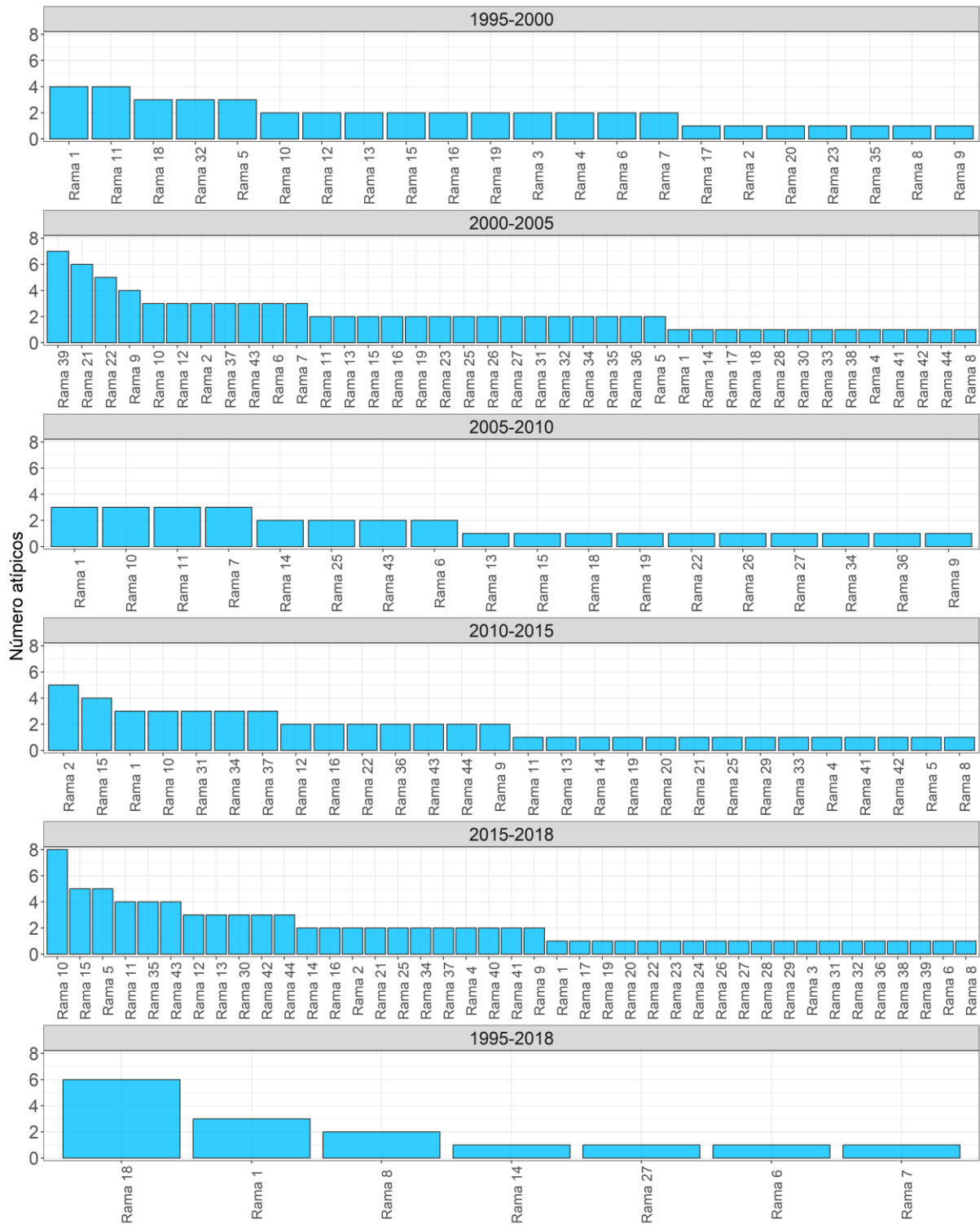
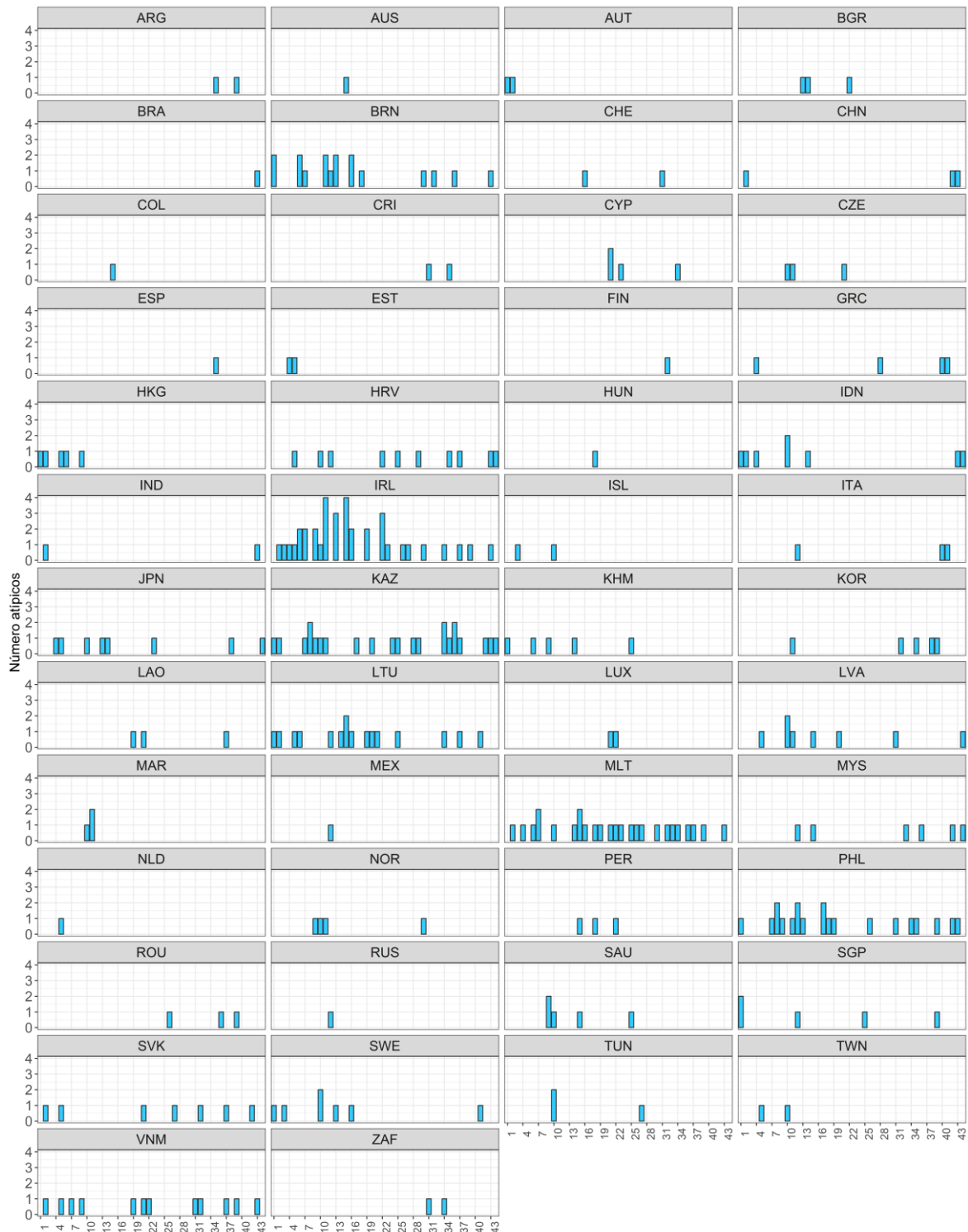


Gráfico 12.2. Número de países con valores atípicos do índice de Gini por rama e ano.



Unha cuestión interesante sería preguntarnos a que países corresponden estes valores, xa que nos pode indicar algo sobre a estabilidade dos países, e así ir introducindo a seguinte análise proposta, que consiste en agrupar os datos das ramas por países e anos.

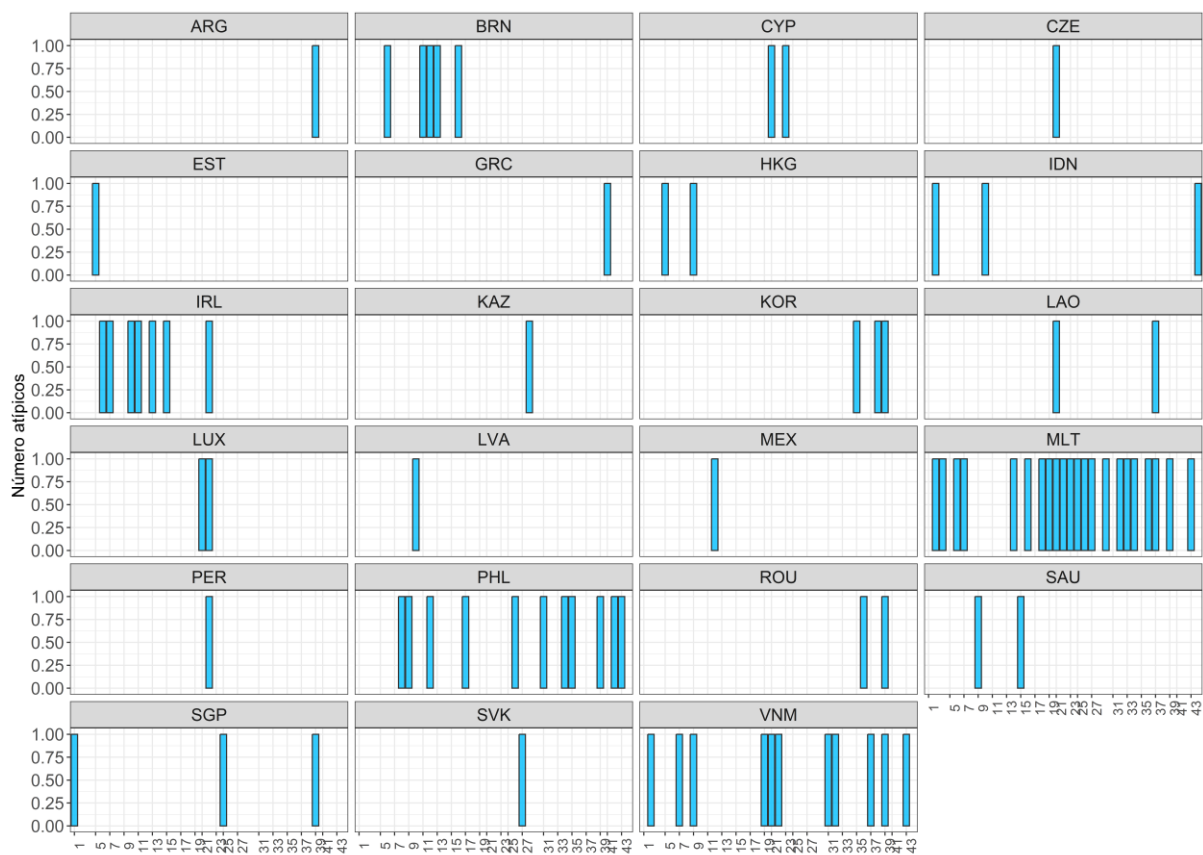
Gráfico 13.1. Número de índices de Gini atípicos por rama para cada país.



No *gráfico 13.1* observamos que o país que concentra un maior número de valores atípicos das ramas é claramente Irlanda (40 atípicos), seguido por Malta (26), Casaquistán (24) e Filipinas (22).

Ao separar estes datos por períodos de tempo o dato máis destacable é que os 26 valores extremos dos índices de Malta están case todos concentrados no período 2000-2005, como se ve no *gráfico 13.2*.

Gráfico 13.2. Número de índices de Gini atípicos por rama para cada país (2000-2005).



Ata agora observamos como de estable é cada sector de actividade ao longo do tempo, agrupando os datos dos países por ramas. A continuación, agruparemos os datos das ramas por países e veremos a súa evolución a través do tempo, replicando os diagramas anteriores para esta nova información.

Comecemos calculando para cada país un índice medio da todas as súas ramas de actividade e plasmando estes valores na *táboa 11*.

Táboa 11. Valor medio do índice de Gini por país.

País	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2018	1995-2018
ARG	0,1753	0,2333	0,0711	0,0726	0,0789	0,3513
AUS	0,1149	0,1130	0,1158	0,1357	0,1069	0,2839
AUT	0,1498	0,1672	0,1935	0,0845	0,0702	0,3320
BEL	0,2257	0,2041	0,2295	0,1752	0,0622	0,3401
BGR	0,2882	0,1605	0,3530	0,3100	0,1018	0,5074
BRA	0,2946	0,1202	0,3689	0,0792	0,0854	0,3924
BRN	0,2979	0,2713	0,3941	0,1584	0,1244	0,4162
CAN	0,1816	0,1061	0,1941	0,1437	0,0460	0,2934
CHE	0,0747	0,0900	0,2596	0,3039	0,0512	0,3614
CHL	0,1858	0,1733	0,2254	0,2091	0,1013	0,3676
CHN	0,2397	0,2370	0,2560	0,2149	0,2019	0,4105
COL	0,3495	0,1324	0,1241	0,2917	0,0825	0,4380
CRI	0,1295	0,1185	0,1249	0,1697	0,1756	0,3449
CYP	0,2151	0,2063	0,3769	0,2178	0,1645	0,5156
CZE	0,2310	0,1966	0,1964	0,1360	0,0924	0,3664
DEU	0,1775	0,0951	0,2013	0,1056	0,0628	0,3148
DNK	0,1960	0,1897	0,1465	0,1235	0,0784	0,3443
ESP	0,2193	0,1027	0,2080	0,1106	0,2121	0,3617
EST	0,2852	0,2035	0,2506	0,1006	0,0992	0,4038
FIN	0,2917	0,1119	0,2408	0,1825	0,0711	0,3901
FRA	0,1223	0,1005	0,1748	0,0676	0,0384	0,2526
GBR	0,1051	0,1156	0,1027	0,1072	0,0726	0,2442
GRC	0,1381	0,2272	0,3497	0,1936	0,1860	0,4282
HKG	0,1166	0,1760	0,1269	0,1656	0,1111	0,2332
HRV	0,1545	0,1342	0,0974	0,2528	0,2648	0,3335
HUN	0,2560	0,1766	0,2403	0,1532	0,0844	0,3723
IDN	0,3267	0,2880	0,3475	0,2917	0,0757	0,4090
IND	0,0946	0,1256	0,0872	0,2881	0,0769	0,3665
IRL	0,4254	0,3136	0,3984	0,3296	0,2910	0,5587
ISL	0,1705	0,1117	0,0938	0,1098	0,0906	0,2568
ISR	0,0690	0,0869	0,1205	0,1338	0,0710	0,2109
ITA	0,0906	0,0851	0,2594	0,1275	0,1961	0,3335
JPN	0,0980	0,1388	0,2016	0,1458	0,2299	0,3370
KAZ	0,1380	0,2257	0,2536	0,4221	0,2698	0,5008
KHM	0,1222	0,1202	0,4146	0,2026	0,0900	0,4884
KOR	0,2819	0,2582	0,1976	0,2343	0,0778	0,3668
LAO	0,0921	0,1932	0,1475	0,2187	0,0879	0,2633
LTU	0,2167	0,2277	0,4534	0,4105	0,1546	0,5323
LUX	0,1525	0,2011	0,1939	0,2125	0,1397	0,3725
LVA	0,3104	0,2427	0,3163	0,2689	0,2146	0,4512
MAR	0,1944	0,1367	0,3169	0,1281	0,0764	0,3651
MEX	0,0883	0,1722	0,1989	0,2500	0,0514	0,3557
MLT	0,1052	0,4329	0,2956	0,2391	0,1188	0,5248
MMR	0,2328	0,1922	0,1501	0,1291	0,1596	0,3435
MYS	0,1025	0,1301	0,1006	0,3990	0,0324	0,4436
NLD	0,1079	0,0802	0,0675	0,0971	0,1735	0,2356
NOR	0,1321	0,1458	0,2784	0,1603	0,1917	0,3451
NZL	0,1637	0,1481	0,1727	0,1053	0,0448	0,3616
PER	0,1730	0,1649	0,3304	0,0716	0,0466	0,4624
PHL	0,4023	0,3564	0,3470	0,1951	0,0605	0,5421
POL	0,1634	0,1173	0,1644	0,1074	0,0661	0,3160
PRT	0,2191	0,0928	0,2338	0,0918	0,0685	0,3223
ROU	0,1920	0,2784	0,4168	0,2003	0,1234	0,5156
RUS	0,2095	0,1353	0,1252	0,1491	0,1672	0,3971
SAU	0,1037	0,2247	0,3696	0,2657	0,0928	0,5006
SGP	0,2239	0,2334	0,2772	0,2024	0,1008	0,3741
SVK	0,2665	0,2540	0,2922	0,2603	0,1903	0,4245
SVN	0,3328	0,2232	0,2443	0,2032	0,1008	0,4267
SWE	0,2420	0,1215	0,2286	0,1443	0,2018	0,3563
THA	0,1870	0,1401	0,1243	0,1377	0,0751	0,2776
TUN	0,0519	0,1188	0,3671	0,1685	0,0972	0,4050
TUR	0,2703	0,2064	0,1722	0,0893	0,0610	0,4360
TWN	0,1392	0,1572	0,1120	0,1466	0,1588	0,3482
USA	0,1119	0,1430	0,1151	0,1204	0,0932	0,2328
VNM	0,0914	0,3677	0,2531	0,2152	0,0608	0,4948
ZAF	0,0537	0,0473	0,1568	0,1933	0,0550	0,2477
Total	0,1873	0,1758	0,2276	0,1838	0,1145	0,3773

Tras facer unha serie de representacións gráficas, non observamos ningunha tendencia concreta ao longo do tempo, pero si podemos realizar unha serie de afirmacións a partir da táboa. O período de máis estabilidade de países é 2015-2018 (polo mesmo motivo que comentabamos na análise por ramas), e podemos identificar na última fila o aumento de inestabilidade no período 2005-2010, cunha posterior recuperación nos seguintes períodos causado probablemente pola crise financeira do 2007-2008. O país con máis inestabilidade nos seus coeficientes foi, como xa aventurabamos no apartado anterior, Irlanda, e vemos tamén o elevado valor de Malta en 2000-2005 (como dicíamos no *gráfico 13.2*).

Igual que fixemos antes, mostremos como serían os gráficos de violíns para os 66 países ao longo do tempo (*gráficos 14.1 a 14.6*).

Gráfico 14.1. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 1.

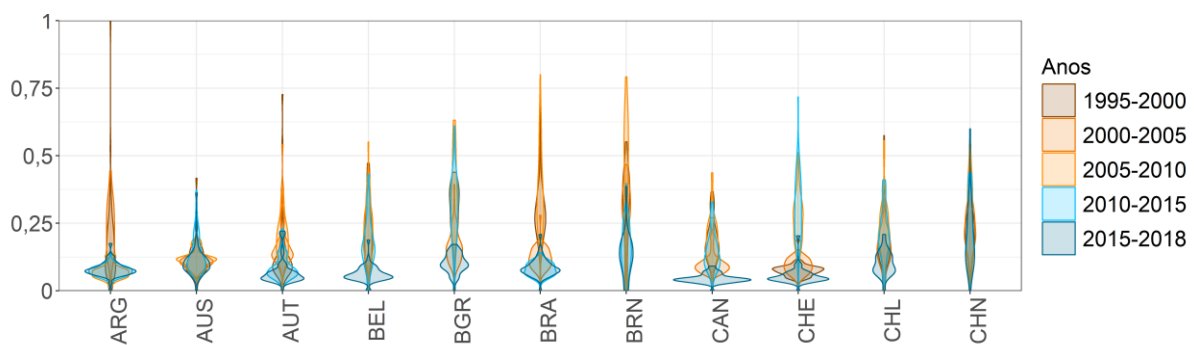


Gráfico 14.2. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 2.

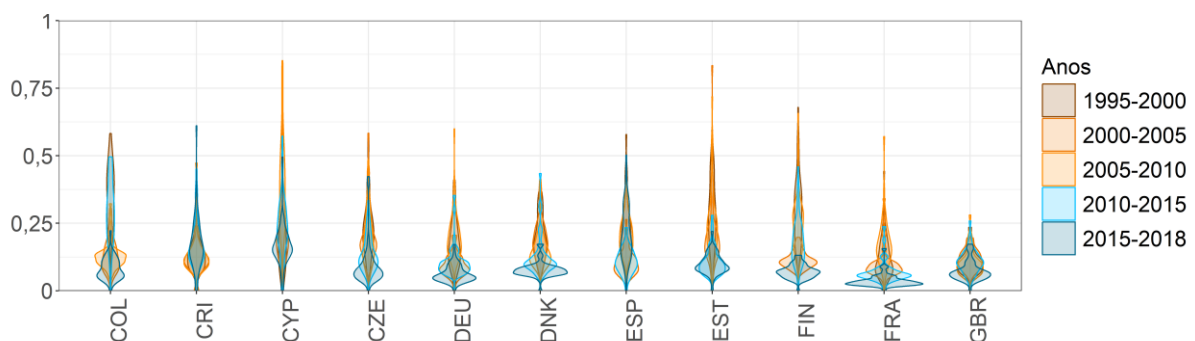


Gráfico 14.3. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 3.

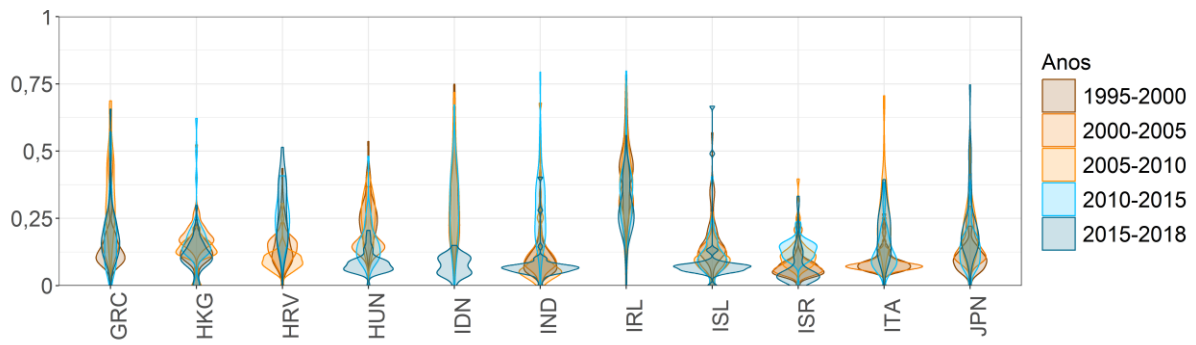


Gráfico 14.4. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 4.

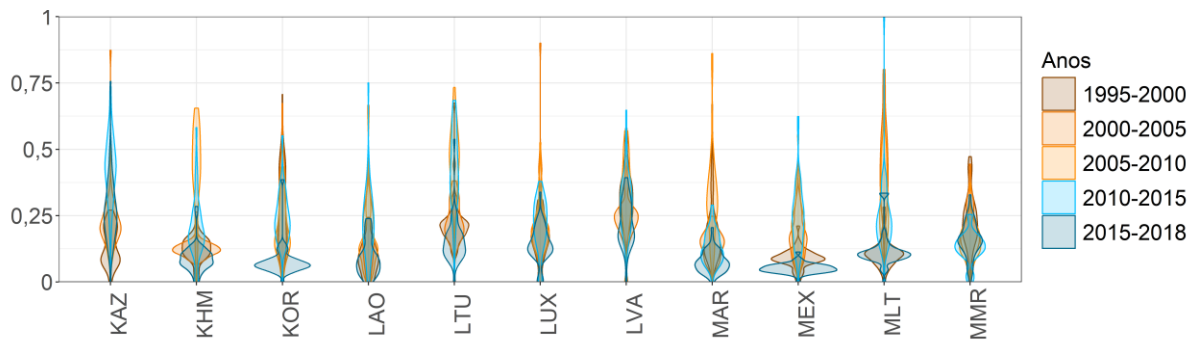


Gráfico 14.5. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 5.

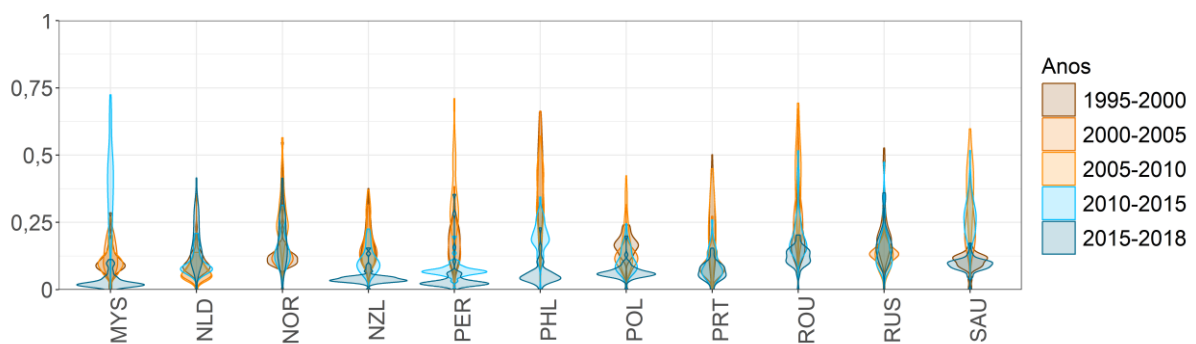
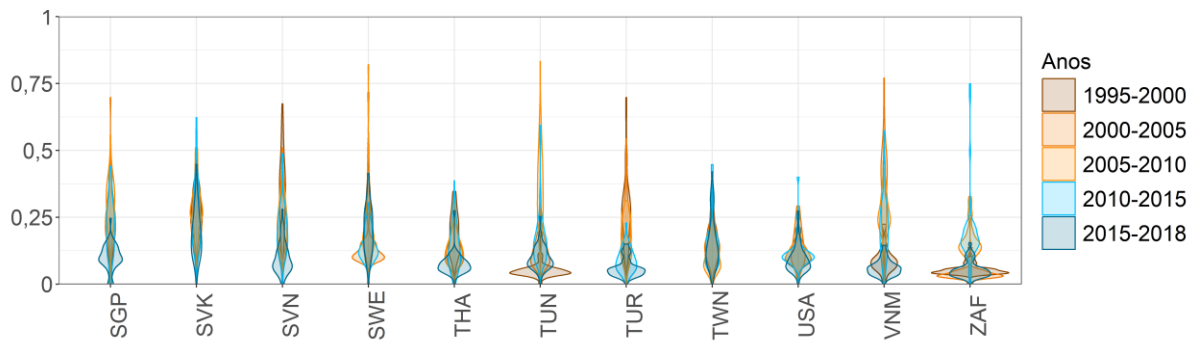


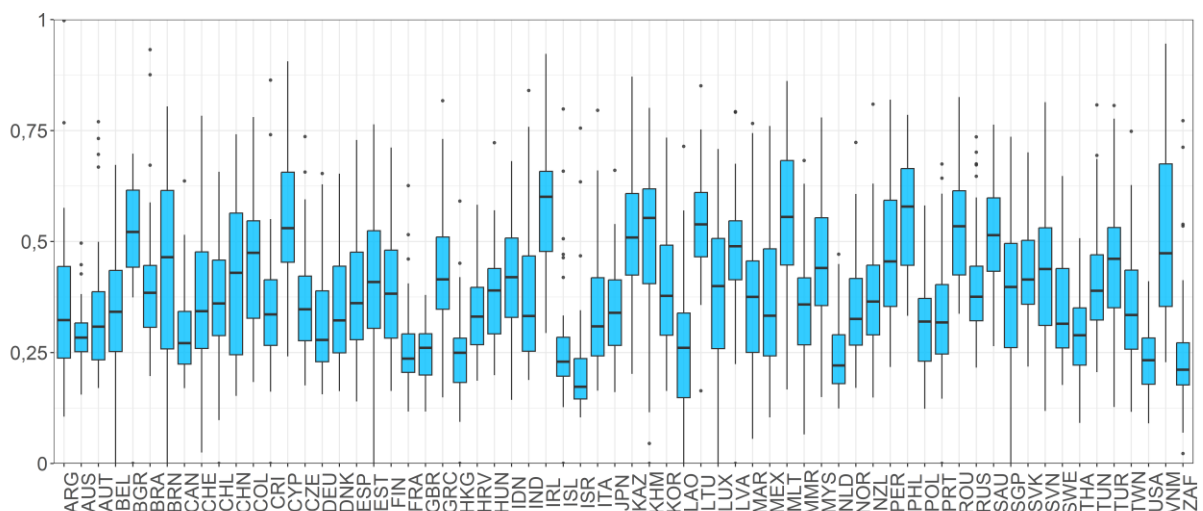
Gráfico 14.6. Densidade dos índices de Gini dos países do grupo 6.



O máis relevante que podemos destacar destes diagramas é novamente a lóxica estabilidade dos coeficientes no período máis curto (2015-2018), o alongado violín de Irlanda (os índices non se concentran nos valores baixos como ocorre por exemplo en India, senón que a maior densidade se atopa entre 0,25 e 0,5), os valores atípicos de Malta e Arxentina, e a gran estabilidade que acontece en Tunisia e Suráfrica (ZAF) en 1995-2000 (tamén 2000-2005 en caso de Suráfrica). A nivel xeral observamos coeficientes bastante estables nos países, posto que a parte máis ancha dos violíns está situada por debaixo de 0,25.

No seguinte gráfico representamos nun *boxplot* as distribucións dos 45 índices das ramas de cada país calculados para 1995-2018 (*gráfico 15*).

Gráfico 15. *Boxplot* dos índices de Gini por países (1995-2018).



Se comparamos este co *gráfico 11.1*, apreciamos un nivel de estabilidade semellante nos datos ao agrupalos por países que por ramas. Pode haber tal vez unha maior variabilidade nos datos por países, debido ás diferentes características económicas de cada un, pero en xeral non parecen darse moitos cambios nos coeficientes no horizonte temporal que estamos analizando.

Para rematar o estudo dos índices de Gini, repitamos o relato de atípicos: nesta ocasión o relato indicará o número de ramas con valores de Gini extremos para cada país (*gráficos 16.1 e 16.2*).

Gráfico 16.1. Número de ramas con valores atípicos do índice de Gini por país.

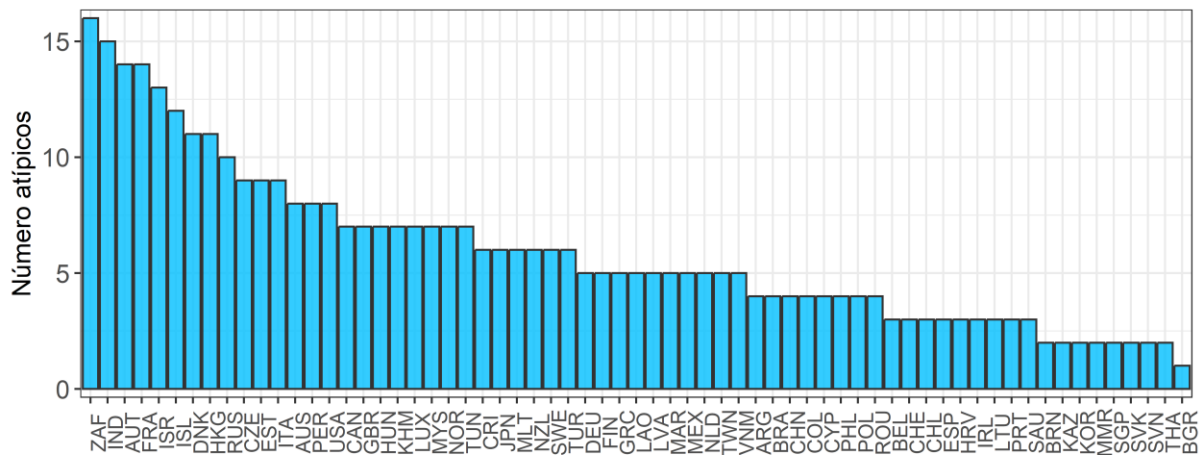
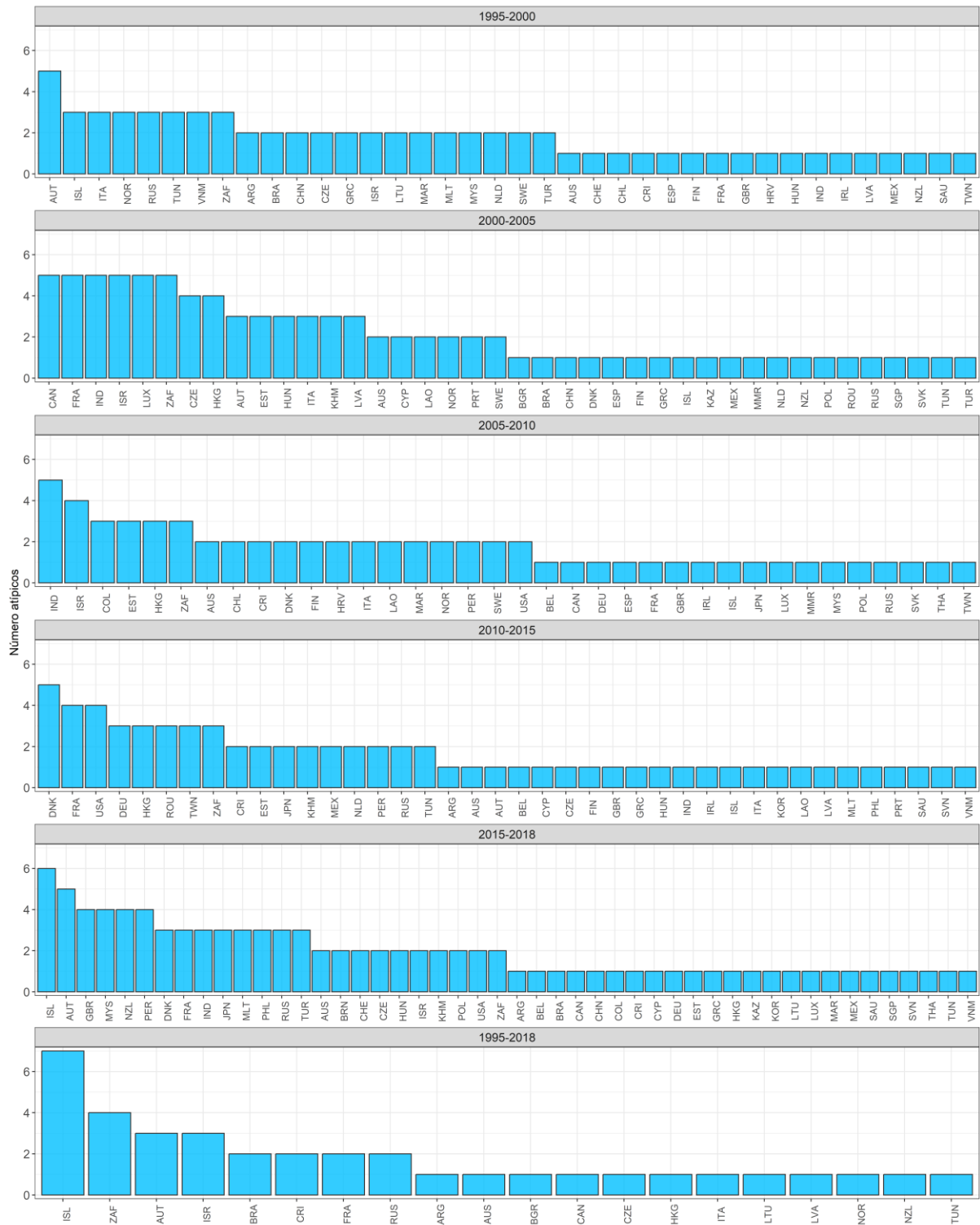


Gráfico 16.2. Número de ramas con valores atípicos do índice de Gini por país e ano.



Do mesmo xeito que antes, preguntémonos a que ramas pertencen estes índices que indican inestabilidade dos coeficientes, e separemos en diagramas de barras os países atípicos de cada sector de actividade (*gráfico 17*). Destaca especialmente a rama 3, cos seus 50 países con índices de Gini atípicos.

Desagregar máis este gráfico por períodos de tempo non aporta información relevante, en xeral os valores extremos distribúense equitativamente nos cinco períodos de tempo, e posto que non sacaremos ningunha conclusión interesante desa distinción temporal, tampouco incluiremos os gráficos neste documento.

4.2 Estatísticos RECMS e DAPS

4.2.1 Estatísticos RECMS e DAPS. Marco teórico.

Neste apartado trataremos dúas medidas estatísticas que confirmen as conclusións obtidas co índice de Gini respecto á estabilidade dos coeficientes (Handry, 2000). Tanto o RECMS como o DAPS valorarán a dispersión estatística dos elementos das matrices A_{ij}^0 e A_{ij}^1 , aportando cada unha un único valor resumo da comparación.

Raíz estandarizada do erro cadrado medio

A raíz do erro cadrado medio (RECM) é unha medida moi empregada para medir a magnitude dos erros entre dúas variables, xa que é sensible aos valores atípicos (os erros grandes penalizan aínda máis este estatístico ao estar elevados ao cadrado).

Porén, Knudsen & Fotheringham (1986) conclúen nos seus estudos que esta medida é máis precisa se a estandarizamos dividíndoa entre o valor medio da matriz A_{ij}^0 , isto é, $\sum_{ij} a_{ij}^0/n^2$. Calcularemos por tanto a raíz do erro cadrado medio estandarizada (RECMS) do seguinte xeito:

$$RECMS = \frac{\sqrt{\sum_{ij} (a_{ij}^0 - a_{ij}^1)^2/n^2}}{\sum_{ij} a_{ij}^0/n^2}$$

Un valor de 0 do RECMS indicaría un axuste perfecto entre os datos, que para os nosos datos implicaría a estabilidade total dos coeficientes entre os períodos 0 e 1.

Desviación absoluta ponderada estándar

Esta medida é unha variante da desviación absoluta media, modificada por Lahr (1992) para evitar as principais desvantaxes cas que conta (non penaliza os erros máis grandes como o RECMS, e, en caso de adaptala para que si o faga, é incalculable se o coeficiente a_{ij}^0 é nulo).

$$DAPS = \frac{\sum_{ij} a_{ij}^0 \cdot \sum_{ij} [(a_{ij}^0 + a_{ij}^1) |a_{ij}^0 - a_{ij}^1|]}{\sum_{ij} (a_{ij}^0)^2 \cdot \sum_{ij} (a_{ij}^0 + a_{ij}^1)}$$

Como o RECMS, se as dúas matrices de coeficientes técnicos son idénticas, esta medida tomará o valor 0.

4.2.2 Estatísticos RECMS e DAPS. Aplicación práctica.

O índice de Gini é unha medida de estabilidade bastante fiable, polo que a continuación tan só resumiremos os datos de RECMS e DAPS nas *táboas 12.1* e *12.2*. Non poderemos facer para estas medidas a agrupación habitual dos datos por ramas, posto que ambos indicadores resumen a totalidade da táboa nun único valor, sen distinguir estabilidade por sectores de actividade. Por tanto, comentaremos simplemente a súa evolución temporal e por países.

Táboa 12.1. Valor medio de RECMS e DAPS por anos.

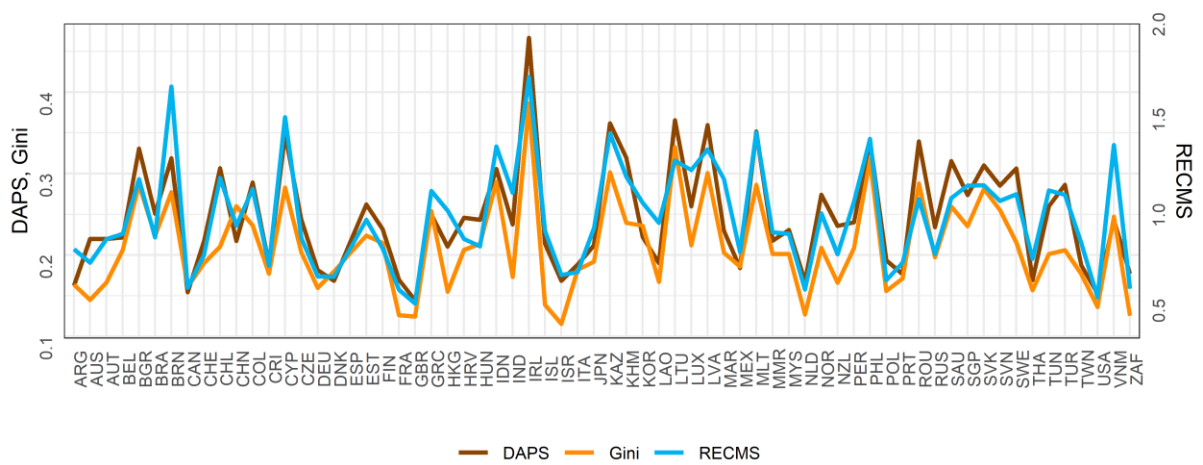
Ano	RECMS	DAPS	Í. Gini
1995-2000	0,951	0,214	0,187
2000-2005	0,872	0,197	0,176
2005-2010	1,097	0,254	0,228
2010-2015	0,927	0,225	0,184
2015-2018	0,638	0,143	0,115
1995-2018	1,827	0,446	0,377

Táboa 12.2. Valor medio de RECMS e DAPS por país.

País	RECMS	DAPS	Í. Gini	País	RECMS	DAPS	Í. Gini
ARG	0,8847	0,1625	0,1638	KHM	1,2643	0,3194	0,2397
AUS	0,8143	0,2198	0,1450	KOR	1,1287	0,2224	0,2361
AUT	0,9368	0,2199	0,1662	LAO	1,0229	0,1901	0,1671
BEL	0,9653	0,2216	0,2061	LTU	1,3487	0,3656	0,3325
BGR	1,2518	0,3307	0,2868	LUX	1,2997	0,2600	0,2120
BRA	0,9467	0,2508	0,2234	LVA	1,4084	0,3596	0,3007
BRN	1,7374	0,3188	0,2771	MAR	1,2525	0,2297	0,2029
CAN	0,6834	0,1542	0,1608	MEX	0,8705	0,1840	0,1861
CHE	0,8550	0,2170	0,1901	MLT	1,4964	0,3517	0,2861
CHL	1,2578	0,3064	0,2104	MMR	0,9726	0,2175	0,2012
CHN	1,0086	0,2174	0,2600	MYS	0,9654	0,2307	0,2014
COL	1,2005	0,2890	0,2364	NLD	0,6741	0,1676	0,1270
CRI	0,7980	0,1885	0,1772	NOR	1,0724	0,2741	0,2089
CYP	1,5764	0,3485	0,2827	NZL	0,8586	0,2357	0,1660
CZE	0,9430	0,2432	0,2032	PER	1,1318	0,2402	0,2081
DEU	0,7417	0,1816	0,1595	PHL	1,4632	0,3397	0,3172
DNK	0,7404	0,1683	0,1797	POL	0,7218	0,1934	0,1558
ESP	0,8858	0,2153	0,2024	PRT	0,8141	0,1766	0,1714
EST	1,0388	0,2621	0,2238	ROU	1,1475	0,3394	0,2877
FIN	0,8888	0,2317	0,2147	RUS	0,8590	0,2341	0,1972
FRA	0,6727	0,1698	0,1260	SAU	1,1521	0,3155	0,2595
GBR	0,6006	0,1445	0,1246	SGP	1,2182	0,2736	0,2353
GRC	1,1901	0,2494	0,2538	SVK	1,2189	0,3100	0,2813
HKG	1,0873	0,2104	0,1549	SVN	1,1376	0,2852	0,2552
HRV	0,9386	0,2459	0,2062	SWE	1,1730	0,3063	0,2157
HUN	0,8994	0,2432	0,2138	THA	0,8342	0,1693	0,1570
IDN	1,4228	0,3055	0,2897	TUN	1,1919	0,2597	0,2014
IND	1,1809	0,2375	0,1732	TUR	1,1697	0,2860	0,2059
IRL	1,7869	0,4665	0,3861	TWN	0,9175	0,1875	0,1770
ISL	0,9805	0,2137	0,1389	USA	0,6324	0,1523	0,1361
ISR	0,7503	0,1686	0,1154	VNM	1,4300	0,2430	0,2471
ITA	0,7649	0,1882	0,1820	ZAF	0,6771	0,1768	0,1256
JPN	0,9949	0,2119	0,1919	Total	1,0521	0,2464	0,2111
KAZ	1,4913	0,3617	0,3017				

Como era de esperar, estes novos estatísticos nos permiten inferir as mesmas conclusións que os índices de Gini: as matrices de coeficientes son bastante estables período a período, e notablemente superiores na comparación 1995-2018, seguimos a observar ese lixeiro aumento en 2005-2010, e os valores máis baixos tamén se dan entre 2015 e 2018. Con respecto á análise por países, tampouco apreciamos ningunha diferenza sorprendente, como mostra o *gráfico 18*.

Gráfico 18. RECMS, DAPS e índice de Gini por países.



Conclusións e ampliacións

A continuación trataremos de resumir os principais resultados obtidos no desenvolvemento do traballo, ligándoos aos diferentes apartados nos que se estrutura.

En primeiro lugar, a análise dos coeficientes das matrices técnicas (apartado 2) nos permite categorizalos segundo a súa importancia económica. A maioría deles non supoñen impactos substanciais na produción; de feito, tan só podemos considerar unha décima parte como “coeficientes moi importantes”. As distribucións das distintas clases de coeficientes son moi semellantes nos períodos contemplados, e os cambios nas matrices técnicas son insignificantes agás entre o ano inicial e o final, dado o horizonte temporal que os separa. Aínda neste caso, o cambio é pouco relevante, e a conclusión xeral será a de estabilidade nos seus valores ao longo do tempo.

No apartado 3 estudabamos as características estruturais que presentan as matrices de coeficientes, valorando para cada sector de actividade a magnitude dos efectos cara atrás e cara adiante que producen na economía mediante os multiplicadores de Leontief e os índices de Rasmussen. Agrupando os primeiros por ramas, apreciamos efectos de arrastre cara atrás homoxéneos nos distintos sectores, e tamén fortes efectos cara adiante, como o presente na rama 26 (comercio ao por maior e ao por menor). A agrupación dos datos por países permite concluír novamente a homoxeneidade dos efectos, sendo o máis destacable a progresiva diminución do efecto de arrastre cara atrás de Casaquistán entre 1995 e 2018, ou a variabilidade no de Hong Kong. A nivel xeral, a evolución temporal dos multiplicadores pódese resumir nun lixeiro aumento ao longo dos períodos.

Os índices de Rasmussen, ao ser un simple cambio de escala dos multiplicadores de Leontief, non farían máis que repetir estas conclusións, pero si son útiles para clasificar as industrias produtivas segundo sexan “clave”, “estratéxicas”, “impulsoras” ou “illa” na maioría de países. O sector secundario adoita contar con ramas “clave”, que provocan tanto efectos cara atrás

como cara adiante, mentres que o sector público está conformado na súa maioría por ramas de tipo “illa” (xa que nin inflúen nin se ven influenciados pola produción das outras industrias). O sector comercial é un exemplo perfecto de tipo “estratéxico” (absorbe a produción doutras ramas), e as ramas con maior potencia de arrastre cara atrás (“impulsoras”) son as relacionadas coa industria téxtil e madeireira ou co transporte, entre outras.

Unha vez examinadas as características estruturais, o apartado 4 analiza mediante o índice de Gini os cambios das matrices técnicas, e en consecuencia a estabilidade ao longo do tempo dos seus elementos. Os resultados obtidos son similares aos do apartado 1, os coeficientes destacan pola súa estabilidade ano a ano (tanto por ramas coma por países), aínda que esta decrece a medida que se afastan os anos de comparación (o índice toma o valor de 0,38 entre 1995 e 2018, fronte ao valor aproximado de 0,20 da comparación de calquera dous períodos consecutivos). Con todo, si atopamos países con valores atípicos dos índices das súas ramas, como por exemplo Irlanda, Malta ou Casaquistán. Para concluír esta análise, os estatísticos RECMS e DAPS corroboran as afirmacións realizadas a partir do índice de Gini.

A modo de resumo, a conclusión máis destacable que obtemos do traballo é a estabilidade xeral presente nas matrices de coeficientes técnicos en períodos de tempo consecutivos. O último ano para o que hai dispoñibilidade de táboas *input-output* é 2018, pero tendo en conta isto, é probable que poidamos incluso tomar os coeficientes desa táboa como actuais sen perder moita representatividade nos datos.

Este documento presenta tamén unha serie de limitacións, non debemos esquecer que tan só inclúe unha simple análise descritiva dos datos, e non mostra ningunha relación causa efecto. A ampliación máis razoable sería, por tanto, buscar os motivos polos que os datos se comportan dun determinado xeito, facendo revisión de literatura histórica ou engadindo novos indicadores que o avalíen. Propoñemos como exemplo a descomposición do cambio estrutural de Forsell, que indica en que proporción o cambio se debe ao crecemento económico xeral, aos cambios na estrutura da demanda sectorial, e aos cambios tecnolóxicos (ou cambios nos coeficientes).

Por último, podería ser interesante tamén agrupar os países segundo sexan desenvolvidos, subdesenvolvidos ou en vías de desenvolvemento, e ver se podemos inferir resultados comúns dentro deses grupos.

Bibliografía

- Antille, G., Fontela, E. & Guillet, S. (2000). Changes in technical coefficients : The experience with Swiss I/O Tables. Paper presented at the *Thirteen International Conference on Input-Output Techniques*
- Handry, M. (2000). *An Efficient Method for Constructing Regional Input-Output Table: A Horizontal Approach in Indonesia*
- Knudsen, D. & Fotheringham, A. (1986). Matrix Comparison, Goodness of Fit, and Spatial Interaction Modeling. *International Regional Science Review*, 10(2), 128-147.
- Lahr, M. (1992). *An Investigation into Methods for Producing Hybrid Regional InputOutput Tables (Hybrid Models)*
- Pino, O. & Barriga, C. (2016). Análisis de sensibilidade de coeficientes técnicos de la matriz insumo producto, para una economía nacional de 111*111, año 2010. *Horizontes Empresariales*, 15(2), 45-63.
- Pino, O. & Illanes, W. (2002). Análisis exploratorio de los coeficientes de Rasmussen para la economía regional, mediante la utilización de las tablas input-output para la economía chilena, base 1996. *Theoria*, 11, 69-76.
- Rasmussen, P.N. (1956). *Studies in Intersectoral Relations*. New Holland. Amsterdam
- Schintke, J. & Stäglin, R. (1988). "Important Input Coefficients in Market Transactions Tables and Production Flow Tables". Incluido en Ciaschini, M. Ed. (1988) 45-60
- Tarancón, M. Á. (2003). *Técnicas de Análisis Económico Input-Output*. Editorial Club Universitario.

Anexo 1. Listado de países

Presentamos neste anexo a correspondencia entre os nomes dos países e os códigos empregados neste traballo, así como a composición dos grupos usados nalgúns gráficos. O único propósito desta clasificación é facilitar a visualización dos diagramas; o criterio de asignación responde á orde alfabética, polo que os países do mesmo grupo non teñen por que compartir características económicas ou xeográficas.

Grupo 1		Grupo 4	
<i>ARG</i>	Arxentina	<i>KAZ</i>	Casaquistán
<i>AUS</i>	Australia	<i>KHM</i>	Camboxa
<i>AUT</i>	Austria	<i>KOR</i>	República de Corea
<i>BEL</i>	Bélxica	<i>LAO</i>	República Democrática Popular Lao
<i>BGR</i>	Bulgaria	<i>LTU</i>	Lituania
<i>BRA</i>	Brasil	<i>LUX</i>	Luxemburgo
<i>BRN</i>	Brunéi	<i>LVA</i>	Letonia
<i>CAN</i>	Canadá	<i>MAR</i>	Marrocos
<i>CHE</i>	Suíza	<i>MEX</i>	México
<i>CHL</i>	Chile	<i>MLT</i>	Malta
<i>CHN</i>	República Popular da China	<i>MMR</i>	Myanmar
Grupo 2		Grupo 5	
<i>COL</i>	Colombia	<i>MYS</i>	Malaisia
<i>CRI</i>	Costa Rica	<i>NLD</i>	Países Baixos
<i>CYP</i>	Chipre	<i>NOR</i>	Noruega
<i>CZE</i>	República Checa	<i>NZL</i>	Nova Zelandia
<i>DEU</i>	Alemaña	<i>PER</i>	Perú
<i>DNK</i>	Dinamarca	<i>PHL</i>	Filipinas
<i>ESP</i>	España	<i>POL</i>	Polonia
<i>EST</i>	Estonia	<i>PRT</i>	Portugal
<i>FIN</i>	Finlandia	<i>ROU</i>	Romanía
<i>FRA</i>	Francia	<i>RUS</i>	Federación de Rusia
<i>GBR</i>	Reino Unido	<i>SAU</i>	Arabia Saudita
Grupo 3		Grupo 6	
<i>GRC</i>	Grecia	<i>SGP</i>	Singapur
<i>HKG</i>	Hong Kong	<i>SVK</i>	República Eslovaca
<i>HRV</i>	Croacia	<i>SVN</i>	Eslovenia
<i>HUN</i>	Hungría	<i>SWE</i>	Suecia
<i>IDN</i>	Indonesia	<i>THA</i>	Tailandia
<i>IND</i>	India	<i>TUN</i>	Tunisia
<i>IRL</i>	Irlanda	<i>TUR</i>	Turquía
<i>ISL</i>	Islandia	<i>TWN</i>	Taiwán
<i>ISR</i>	Israel	<i>USA</i>	Estados Unidos
<i>ITA</i>	Italia	<i>VNM</i>	Vietnam
<i>JPN</i>	Xapón	<i>ZAF</i>	Suráfrica

Anexo 2. Lista de ramas de actividade (equivalencias cos sectores CNAE-2009)

Incluimos a listaxe dos sectores de actividade considerados: en negriña mostramos a agregación de sectores que presentan os datos da OCDE (a empregada neste traballo), e a continuación a súa equivalencia na clasificación CNAE-2009, coas ramas correspondentes precedidas polo número da división.

<i>Rama 1</i>	Agriculture, hunting, forestry 1. Agricultura, gandaría, caza e servizos relacionados con elas 2. Silvicultura e explotación forestal
<i>Rama 2</i>	Fishing and aquaculture 3. Pesca e acuicultura
<i>Rama 3</i>	Mining and quarrying, energy producing products 5. Extracción de antracita, hulla e lignito 6. Extracción de cru de petróleo e gas natural
<i>Rama 4</i>	Mining and quarrying, non-energy producing products 7. Extracción de minerais metálicos 8. Outras industrias extractivas
<i>Rama 5</i>	Mining support service activities 9. Actividades de apoio ás industrias extractivas
<i>Rama 6</i>	Food products, beverages and tobacco 10. Industria da alimentación 11. Fabricación de bebidas 12. Industria do tabaco
<i>Rama 7</i>	Textiles, textile products, leather and footwear 13. Industria téxtil 14. Confección de roupa de vestir 15. Industria do coiro e do calzado
<i>Rama 8</i>	Wood and products of wood and cork 16. Industria da madeira e da cortiza, agás mobles; cestaría e espartaría
<i>Rama 9</i>	Paper products and printing 17. Industria do papel 18. Artes gráficas e reprodución de soportes gravados
<i>Rama 10</i>	Coke and refined petroleum products 19. Coquerías e refinación de petróleo
<i>Rama 11</i>	Chemical and chemical products 20. Industria química
<i>Rama 12</i>	Pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products 21. Fabricación de produtos farmacéuticos
<i>Rama 13</i>	Rubber and plastics products 22. Fabricación de produtos de caucho e plásticos

<i>Rama 14</i>	Other non-metallic mineral products 23. Fabricación doutros produtos minerais non metálicos
<i>Rama 15</i>	Basic metals 24. Metalurxia; fabricación de produtos de ferro, aceiro e ferroalixaxes
<i>Rama 16</i>	Fabricated metal products 25. Fabricación de produtos metálicos, agás maquinaria e equipamento
<i>Rama 17</i>	Computer, electronic and optical equipment 26. Fabricación de produtos informáticos, electrónicos e ópticos
<i>Rama 18</i>	Electrical equipment 27. Fabricación de material e equipamento eléctrico
<i>Rama 19</i>	Machinery and equipment, nec 28. Fabricación de maquinaria e equipamento n.c.n.
<i>Rama 20</i>	Motor vehicles, trailers and semi-trailers 29. Fabricación de vehículos de motor, remolques e semirremolques
<i>Rama 21</i>	Other transport equipment 30. Fabricación doutro material de transporte
<i>Rama 22</i>	Manufacturing nec; repair and installation of machinery and equipment 31. Fabricación de mobles 32. Outras industrias manufactureiras 33. Reparación e instalación de maquinaria e equipamento
<i>Rama 23</i>	Electricity, gas, steam and air conditioning supply 35. Fornecemento de enerxía eléctrica, gas, vapor e aire acondicionado
<i>Rama 24</i>	Water supply; sewerage, waste management and remediation activities 36. Captación, depuración e distribución de auga 37. Recolla e tratamento de augas residuais 38. Recolla, tratamento e eliminación de residuos; valorización 39. Actividades de descontaminación e outros servizos de xestión de residuos
<i>Rama 25</i>	Construction 41. Construción de edificios 42. Enxeñaría civil 43. Actividades de construción especializada
<i>Rama 26</i>	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles 45. Venta e reparación de vehículos de motor e motocicletas 46. Comercio por xunto e intermediarios do comercio, salvo de vehículos de motor e motocicletas 47. Comercio a retallo, salvo de vehículos de motor e motocicletas
<i>Rama 27</i>	Land transport and transport via pipelines 49. Transporte terrestre e por tubaxe
<i>Rama 28</i>	Water transport 50. Transporte marítimo e por vías navegables interiores
<i>Rama 29</i>	Air transport 51. Transporte aéreo
<i>Rama 30</i>	Warehousing and support activities for transportation 52. Almacenamento e actividades anexas ao transporte
<i>Rama 31</i>	Postal and courier activities 53. Actividades postais e de correos
<i>Rama 32</i>	Accommodation and food service activities 55. Servizos de aloxamento 56. Servizos de comidas e bebidas
<i>Rama 33</i>	Publishing, audiovisual and broadcasting activities 58. Edición 59. Actividades cinematográficas, de vídeo e de programas de televisión, gravación de son e edición musical 60. Actividades de programación e emisión de radio e televisión
<i>Rama 34</i>	Telecommunications 61. Telecomunicacións
<i>Rama 35</i>	IT and other information services 62. Programación, consultaría e outras actividades relacionadas coa informática 63. Servizos de información

<i>Rama 36</i>	Financial and insurance activities 64. Servizos financeiros, agás seguros e fondos de pensións 65. Seguros, reaseguros e fondos de pensións, agás seguranza social obrigatoria 66. Actividades auxiliares aos servizos financeiros e aos seguros
<i>Rama 37</i>	Real estate activities 68. Actividades inmobiliarias
<i>Rama 38</i>	Professional, scientific and technical activities 69. Actividades xurídicas e de contabilidade 70. Actividades das sedes centrais; actividades de consultoría de xestión empresarial 71. Servizos técnicos de arquitectura e enxeñaría; ensaios e análises técnicas 72. Investigación e desenvolvemento 73. Publicidade e estudos de mercado 74. Outras actividades profesionais, científicas e técnicas 75. Actividades veterinarias
<i>Rama 39</i>	Administrative and support services 77. Actividades de aluguer 78. Actividades relacionadas co emprego 79. Actividades de axencias de viaxes, operadores turísticos, servizos de reservas e actividades relacionadas con estes 80. Actividades de seguranza e investigación 81. Servizos a edificios e actividades de xardinaría 82. Actividades administrativas de oficina e outras actividades auxiliares ás empresas
<i>Rama 40</i>	Public administration and defence; compulsory social security 84. Administración pública e defensa; seguranza social obrigatoria
<i>Rama 41</i>	Education 85. Educación
<i>Rama 42</i>	Human health and social work activities 86. Actividades sanitarias 87. Asistencia en establecementos residenciais 88. Actividades de servizos sociais sen aloxamento
<i>Rama 43</i>	Arts, entertainment and recreation 90. Actividades de creación, artísticas e espectáculos 91. Actividades de bibliotecas, arquivos, museos e outras actividades culturais 92. Actividades de xogos de azar e apostas 93. Actividades deportivas, recreativas e de entretemento
<i>Rama 44</i>	Other service activities 94. Actividades asociativas 95. Reparación de ordenadores, efectos persoais e artigos de uso doméstico 96. Outros servizos persoais
<i>Rama 45</i>	Activities of households as employers; undifferentiated goods- and services-producing activities of households for own use 97. Actividades dos fogares como empregadores de persoal doméstico 98. Actividades dos fogares como produtores de bens e servizos para uso propio