

NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo

The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

Aula 9: Análise de Decomposição Estrutural (SDA)

Prof. Fernando S Perobelli

Conteúdo

Introdução

- Objetivo
- Contextualização

Metodologia

- Método de Decomposição Estrutural

Aplicações para a Economia Brasileira

Exercício de fixação

Introdução

Tem sua origem nos desenvolvimentos de Carter (1970), com significativas contribuições de Blair e Wyckoff (1989), Skolka (1989) e Rose e Casler (1996).

Permite decompor as relações de insumo-produto em quaisquer dois pontos no tempo, 0 e 1, como a soma dos efeitos associados com cada uma das fontes individuais de mudança.

Mudanças na produção, são devido em parte a:

- Mudanças técnicas dos setores
- Mudanças na demanda final (Chóliz e Duarte, 2006).

Quais os fatores responsáveis por mudanças na produção de um determinada economia?

De posse de matrizes de insumo-produto para, no mínimo, dois períodos, torna-se interessante a desagregação do montante total da mudança em algum aspecto da economia de uma região em contribuições feitas por seus vários componentes (Miller e Blair, 2009).

O método SDA possibilita decompor mudanças em agregados de interesse (e.g. produção setorial) em ganhos de produtividade (melhora tecnológica) e/ou aumento da demanda final, por exemplo.

Metodologia

A partir de matrizes I-O para dois períodos no tempo é possível implementar o método de decomposição estrutural.

Foco da análise: Diferenças no vetor de produção para os dois períodos.

Como usual no método de insumo-produto, o produto bruto para um ano t ($t = 0, 1$) é encontrado pelo sistema de insumo-produto da seguinte forma:

$$x^1 = L^1 f^1 \quad \text{e} \quad x^0 = L^0 f^0 \quad (1)$$

Em que:

- f^t – vetor de demanda final no ano t , (para $t = 0,1$)
- $L^t = (I - A^t)^{-1}$

Metodologia

A mudança observada na produção total no período é dada por:

$$\Delta x = x^1 - x^0 = L^1 f^1 - L^0 f^0 \quad (2)$$

Objetivo: decompor a mudança total na produção em variações dos diversos componentes de (2).

Separação em variações em L e variações em f.

$$\Delta L = L^1 - L^0 \quad \Delta f = f^1 - f^0$$

Com o objetivo de remover a influência das variações nos preços, se deve assumir que todos os dados estão expressos a preços do mesmo ano.

Metodologia

Existem diversas possibilidades de decompor (2).

Exemplo:

Usando somente valores para o ano 1 para L e somente valores para o ano 0 para f.

Mudando $L^0 = L^1 - \Delta L$ e $f^1 = f^0 + \Delta f$, teremos:

$$\Delta x = L^1(f^0 + \Delta f) - (L^1 - \Delta L)f^0 = (\Delta L)f^0 + L^1(\Delta f) \quad (3)$$

Metodologia

Esta álgebra simples produz uma decomposição direta da mudança total na produção em dois componentes:

- Uma parte que é atribuída a mudanças na tecnologia (ΔL) , ponderada pela demanda final do ano 0 $f(0)$
- Uma parte que reflete variações na demanda final (Δf) , ponderada pela tecnologia do ano 1 $L(1)$.

$$(\Delta L)f^0 = L^1 f^0 - L^0 f^0$$

Metodologia

Intuição dos resultados:

- **Primeiro termo:** quantidade de produto necessário para satisfazer a demanda final antiga (0) com a tecnologia nova (1).
- **Segundo termo:** produção necessária para satisfazer a demanda antiga com a tecnologia antiga (0).

A diferença é uma medida razoável do efeito de variações tecnológicas.

Metodologia

Decomposição alternativa: usando somente valores do ano 0 para L e somente valores do ano 1 para f. Isso significa introduzir a seguinte modificação:

$$L^1 = L^0 + \Delta L$$

$$f^0 = f^1 - \Delta f$$

Portanto, (2) se torna:

$$\Delta x = (L^0 + \Delta L)f^1 - L^0(f^1 - \Delta f) = (\Delta L)f^1 + L^0(\Delta f) \quad (4)$$

A contribuição das variações tecnológicas estão ponderadas pela demanda final do ano 1 e as variações na demanda final estão ponderadas pela tecnologia do ano 0.

Metodologia

Existem diversas formas de fazer a decomposição

- Vaccara e Simon (1968)
- Feldman, McClain e Palmer (1987)
- Skolka (1989)
- Rose e Chen (1991)
- Miller e Shao (1994)

Dietzenbacher e Los (1998) examinaram uma grande variedade de decomposições possíveis e concluíram que usar a média dos resultados de (3) e (4) é um resultado síntese dos demais.

Metodologia


$$\Delta x = L^1(f^0 + \Delta f) - (L^1 - \Delta L)f^0 = (\Delta L)f^0 + L^1(\Delta f) \quad (3)$$

$$\Delta x = (L^0 + \Delta L)f^1 - L^0(f^1 - \Delta f) = (\Delta L)f^1 + L^0(\Delta f) \quad (4)$$

Somando (3) e (4), temos:

$$2\Delta x = (\Delta L)f^1 + L^1(\Delta f) + (\Delta L)f^1 + L^0(\Delta f)$$

$$\Delta x = \left(\frac{1}{2}\right) (\Delta L)(f^0 + f^1) + \left(\frac{1}{2}\right) (L^0 + L^1)(\Delta f) \quad (5)$$


Variação Tecnológica Variação na Demanda Final

Metodologia

Impacto total na economia:

$$i' \Delta x = i' \left(\frac{1}{2} \right) (\Delta L)(f^0 + f^1) + i' \left(\frac{1}{2} \right) (L^0 + L^1)(\Delta f)$$

Referência:

Miller, R. E and Blair, P.D (2009). *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Prentice-Hall. Chapter 13.

Exemplo para a Economia Brasileira

Tomando por base as matrizes de insumo-produto para os anos de 2010 e 2017:

- Arquivo: Decomposição Setorial Alunos.xlsx

Implemente a decomposição das Equações (3), (4) e (5)

Aplicações para a Economia Brasileira: Emprego

Objetivo: Determinar a contribuição da demanda final, das modificações na estrutura produtiva e no fator trabalho para a variação do emprego em cada setor da economia.

A as variações positivas ou negativas do emprego devido ao aumento da demanda final e/ou ganhos de produtividade.

Período de Análise: 1990-2005

Perobelli, F. S., Bastos, S. Q. D. A., & Pereira, M. Z. (2016). Decomposição estrutural do emprego por grau de instrução: uma análise de insumo-produto para o período pós-abertura (1990 a 2005). *Nova Economia*, 26(3), 909-942.

Base de Dados

Matrizes de Insumo-produto para o Brasil (1990–2005)

Compatibilização setorial entre as matrizes – 21 setores de atividade

RAIS – dados de escolaridade setorial

Cinco faixas de escolaridade

Metodologia

Passo 1 – construção de um vetor de coeficientes de emprego por grau de instrução para os períodos $t = 0$ e 1

$$e_{iq} = \frac{E_{iq}}{VBP_i}$$

$q = 1$ a 5 , pois são os níveis de grau de instrução

$i = 1$ a 21 que são os setores de atividade da matriz.

Passo 2 – Matriz de Geração de emprego

$$B(\hat{e})_q = \hat{e}_q L$$

Metodologia

Passo 3 – Vetor de variação de emprego

$$\Delta \varepsilon = \varepsilon^1 - \varepsilon^0 = \hat{e}^1 L^1 f^1 - \hat{e}^0 L^0 f^0$$

Onde

- t=0 representa o ano de 1990 e t=1 representa o ano de 2005
- f é o vetor de demanda final.

Para a decomposição estrutural do emprego constroem-se as matrizes conforme:

$$\Delta \hat{e} = \hat{e}_q^1 - \hat{e}_q^0$$

Metodologia

Decomposição do emprego em três fatores:

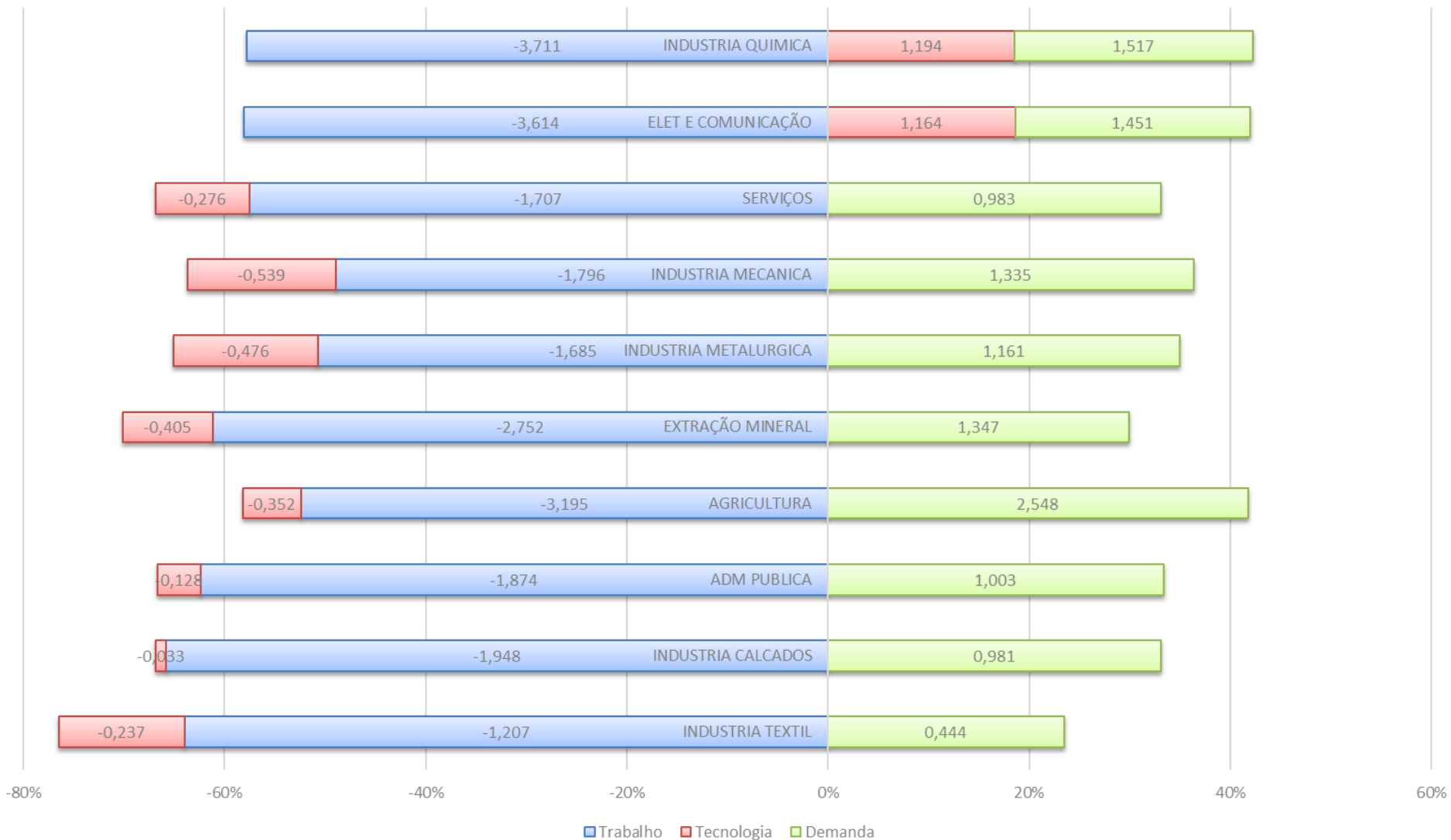
$$\Delta \varepsilon = \left(\frac{1}{2}\right) (\Delta \hat{e})(L^0 f^0 + L^1 f^1) + \left(\frac{1}{2}\right) [\hat{e}^0 \Delta L f^1 + \hat{e}^1 \Delta L f^0] \\ + \left(\frac{1}{2}\right) (\hat{e}^0 L^0 + \hat{e}^1 L^1) \Delta f$$

Onde:

- o primeiro termo representa a variação do emprego devido à mudança do fator trabalho;
- o segundo a variação do emprego devido à mudança tecnológica;
- o terceiro a variação do emprego devido a mudança na demanda final.

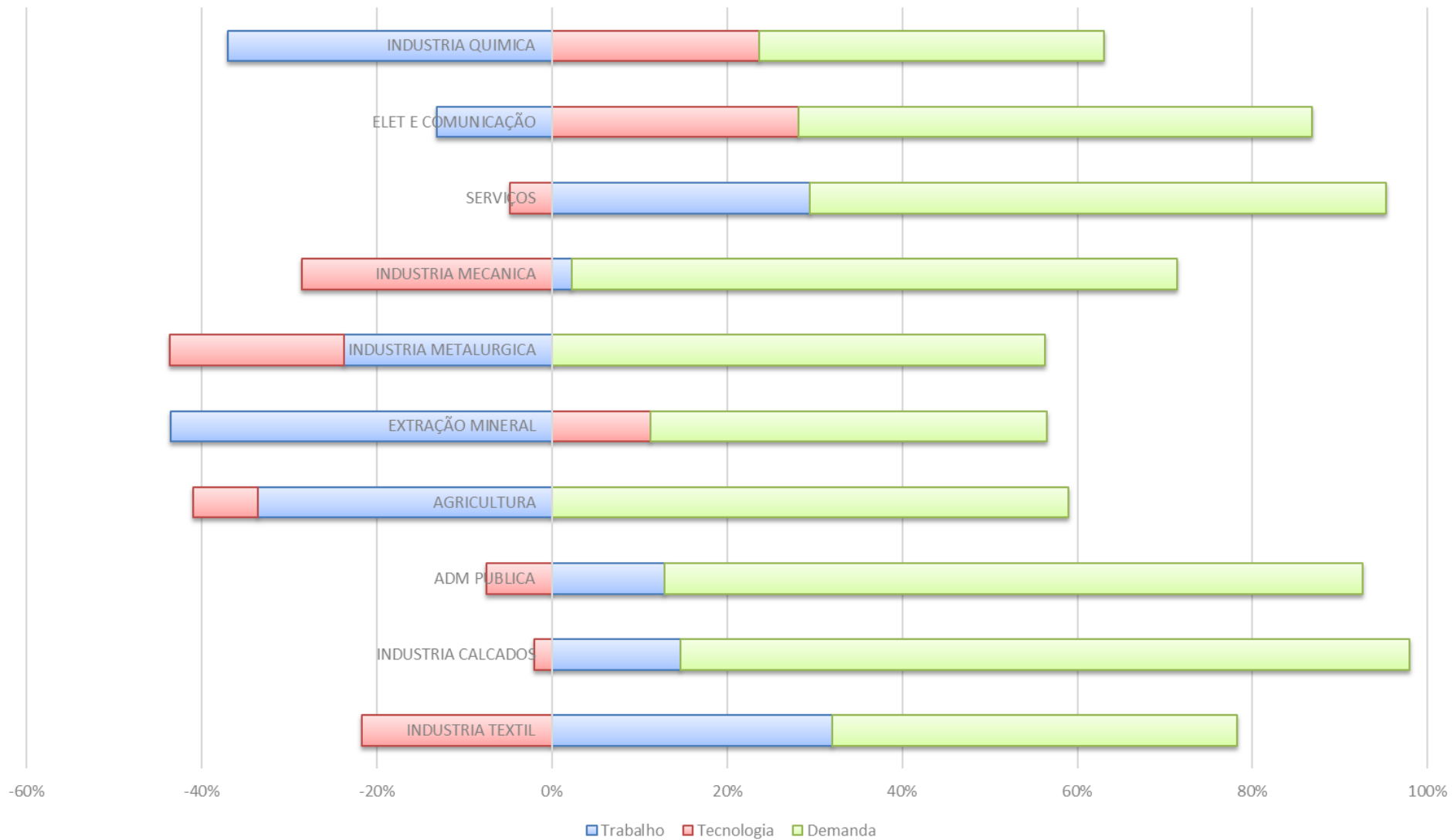
Resultados

Decomposição do Emprego - Analfabetos



Resultados

Decomposição do Emprego - > 12 anos de estudo



Aplicações para a Economia Brasileira: Emissões

Objetivo: decompor e mensurar quanto da variação nas emissões de dióxido de carbono advém dos componentes de demanda final e do avanço tecnológico.

Dados:

- Emissões setoriais - Balanço de emissões, energias equivalente e final.
- Matrizes IBGE de insumo-produto - Sistema de Contas Nacionais do IBGE, ambas para os anos de 2000 e 2005.
- Compatibilização para 15 setores econômicos brasileiros.

Silva, M. P. N., & Perobelli, F. S. (2012). Efeitos tecnológicos e estruturais nas emissões brasileiras de CO2 para o período 2000 a 2005: uma abordagem de análise de decomposição estrutural (SDA). *Estudos Econômicos* (São Paulo), 42(2), 307-3351

Metodologia

Modelo de insumo-produto

$$x = By \quad (1)$$

Quando incorporada as emissões de dióxido de carbono na equação acima, torna-se possível escrever:

$$E = eBy$$

E - representa um vetor de emissões de **CO2** totais por setor

e - vetor de intensidade de emissão por produto para cada setor.

Metodologia

Uma decomposição possível seria:

$$\Delta E = \underbrace{\Delta e \times B_0 \times y_0}_1 + \underbrace{e_1 \times \Delta B \times y_0}_2 + \underbrace{e_1 \times B_1 \times \Delta y}_3$$

A equação acima mostra que a mudança no nível de emissão de **CO2** setorial pode ser decomposta em três efeitos:

- **O primeiro termo** do lado direito da equação é o efeito intensidade que mede as mudanças nas emissões por unidade de produto para cada setor.

Metodologia

- **O segundo termo** mede a influência de mudanças nos coeficientes de insumo-produto sobre as emissões. Ou seja, são mudanças na estrutura produtiva, como alterações nos tipos e quantidades de insumos, que podem levar a uma alteração no nível de emissão para produção de um determinado setor.
- **O terceiro termo** diz respeito ao efeito da demanda final, mensurando o efeito nas emissões setoriais dada uma variação no nível de demanda.

Metodologia

Uma decomposição alternativa seria

$$\Delta E = \underbrace{\Delta e \times B_0 \times y_0}_1 + \underbrace{e_1 \times \Delta B \times y_0}_2 + \underbrace{e_1 \times B_1 \times \Delta y}_3$$

A média de dois casos especiais, chamada decomposição polar, é uma boa medida para resultados baseados em n decomposições (Dietzembacher e Los, 1998).

$$\begin{aligned} \Delta E &= \frac{1}{2} (\Delta e \times B_0 \times y_0 + \Delta e \times B_1 \times y_1) \\ &+ \frac{1}{2} (e_1 \times \Delta B \times y_0 + e_0 \times \Delta B \times y_1) + \frac{1}{2} (e_1 \times B_1 \times \Delta y + e_0 \times B_0 \times \Delta y) \end{aligned}$$

Base de Dados

Setores	Emissões	Emissões	Valor	Valor	Taxa de	Taxa de
	2000	2005	Bruto de Produção	Bruto de produção	emissão por produção	emissão por produção
1 - Agropecuária	19533	22103	95761	194477	0.20	0.11
2 - Extrativa Mineral	5601	7166	27898	83337	0.20	0.08
3 - Minerais não metálicos	9492	10220	14418	25524	0.65	0.40
4 - Siderurgia	58933	67718	30472	97054	1.93	0.69
5 - Metalurgia não ferrosos e outros metais	6462	8105	12078	25263	0.53	0.32
6 - Papel e Celulose	17000	21048	66493	115048	0.25	0.18
7 - Química	14550	14982	110913	250425	0.13	0.05
8 - Têxtil	1555	1496	55891	85333	0.02	0.01
9 - Alimentos e Bebidas	35896	51426	123560	257295	0.29	0.19
10 - Comércio e Serviços	2649	2425	733853	1256615	0.00	0.00
11 - Transportes	125585	138850	92245	180897	1.36	0.76
12 - Administração Pública	2101	1723	227161	432870	0.00	0.00
13 - Indústria do Cimento	11721	10157	4440	6674	2.63	1.52
14 - Setor energético	34551	47610	75590	144942	0.45	0.32
15 - Outros Setores	9194	8830	332798	630917	0.02	0.01
Total	354825	413859	2003571	3786683	0,18	0,11

Resultados

Setores	Efeito Intensidade	Efeito %	Efeito demanda final	Efeito %	Efeito tecnológico	Efeito %	Total de variação nas emissões
1 - Agropecuária	-13.108	-0,59	14.655	0,66	1023	0,05	2.570
2 - Extrativa Mineral	-6.384	-0,89	5.926	0,83	2023	0,28	1.565
3 - Minerais não metálicos	-5.151	-0,5	6.588	0,64	-709	-0,07	728
4 - Siderurgia	78.828	-1,16	61.627	0,91	25986	0,39	8.785
5 - Met não ferrosos e outros metais	-3.999	-0,49	5.571	0,69	71	0,01	1.643
6 - Papel e Celulose	-6.601	-0,31	11.312	0,54	-663	-0,03	4.048
7 - Química	-12.892	-0,86	10.737	0,72	2587	0,17	432
8 - Têxtil	-727	-0,49	698	0,47	-30	-0,02	-59
9 - Alimentos e Bebidas	-17.261	-0,34	31.252	0,61	1539	0,03	15.530
10 - Comércio e Serviços	-1.672	-0,69	1.499	0,62	-51	-0,02	-224
11 - Transportes	-81.105	-58	85.137	0,61	9233	0,07	13.265
12 - Administração Publica	-1,739	-1,01	1.371	0,8	-10	0	-378
13 - Ind Cimento	-6.215	-0,61	7.176	0,71	-2526	-0,25	-1.565
14 - Setor Energético	-14.181	-0,3	24.526	0,52	2714	0,05	13.059
15 - Outros Setores	-6.569	-0,74	5.839	0,66	365	0,04	-365
Total	-256.432	-0,62	273.914	0,66	41552	0,1	59.034

Considerações Finais

O trabalho decompõe as variações no nível de emissões de dióxido de carbono entre diversos tipos de efeitos.

O processo permite identificar aqueles setores cuja ocorrência de mudanças na estrutura produtiva ou o que chamamos de mudanças tecnológicas, identificadas como sendo mudanças na quantidade de insumos utilizados, permitiu uma redução no nível de emissões de dióxido de carbono.

Considerações Finais

Os principais resultados indicam que:

- No geral os setores de siderurgia e transportes são aqueles que se mostraram mais propensos ao aumento de emissões, quando considerados os efeitos demanda final e tecnológico. Estes dois setores são intensivos em emissão, ou seja, para uma dada taxa de produção o nível de emissão é maior que a média;
- Efeito intensidade - setores siderurgia e transporte mostraram uma considerável redução nas emissões por produto;

Considerações Finais (cont.)

- No que se refere à redução de emissões devido à mudança tecnológica, os setores que se destacam são a indústria do cimento, de minerais não metálicos e papel e celulose;
- As alterações no nível de demanda final, que podem ser via crescimento econômico produzem, na maior parte das vezes, variações positivas no nível de emissões.

Exercício de fixação

Tomando por base as matrizes de insumo-produto para os anos 2010 e 2017

Arquivo: Decomposição Estrutural Emprego Alunos.xlsx

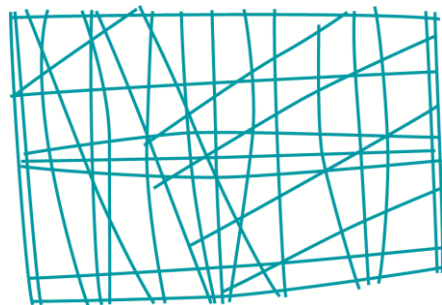
Implemente a decomposição estrutural do emprego no Brasil para esse período

Referências

Miller, R. E and Blair, P.D (2009). **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. Prentice-Hall.

Perobelli, F. S., Bastos, S. Q. D. A., & Pereira, M. Z. (2016). Decomposição estrutural do emprego por grau de instrução: uma análise de insumo-produto para o período pós-abertura (1990 a 2005). *Nova Economia*, 26(3), 909-942.

Silva, M. P. N., & Perobelli, F. S. (2012). Efeitos tecnológicos e estruturais nas emissões brasileiras de CO2 para o período 2000 a 2005: uma abordagem de análise de decomposição estrutural (SDA). *Estudos Econômicos* (São Paulo), 42(2), 307-335.



NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo

The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

The Grand Tour: Keynes and Goodwin go to Greece

Journal of Economic Structures, Springer; Pan-
Pacific Association of Input-Output Studies
(PAPAIOS), vol. 9(1), pages 1-21, December, 2020

Eduardo A. Haddad Natalia Q. Cotarelli Thiago. C. Simonato
Vinicius A. Vale Jaqueline C. Visentin

Background

Interregional **I**nput-**O**utput **A**djustment **S**ystem (IIOAS)

- Colombia, Ecuador, Azores, Lebanon, Egypt, Morocco, Brazil, **Greece**

Mediterranean (partnerships for modeling)

- **Portugal**, Spain, France, *Italy*, **Greece**, *Turkey*, **Lebanon**, **Egypt**, Tunisia, **Morocco**

Prof. Yannis Psycharis (Panteion University of Social and Political Sciences, Department of Economic and Regional Development, Athens, Greece)

- ERSA (RSAI network)

Background

Onassis Foundation

- Onassis Fellowships Program for International Scholars (NEREUS – Panteion University)

EAE 5918 – Applied General Equilibrium Models

- Project 2017: Greece
- Part 1 – Input-output
- Part 2 – CGE
- Modeling Marathons (2x)

I Modeling Marathon

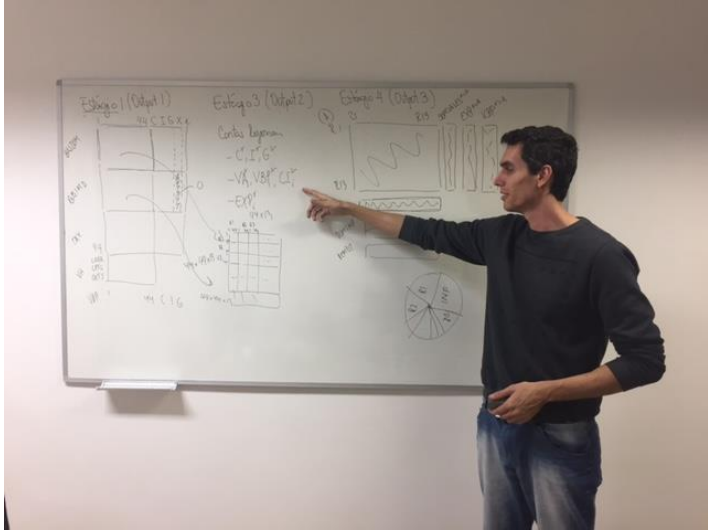
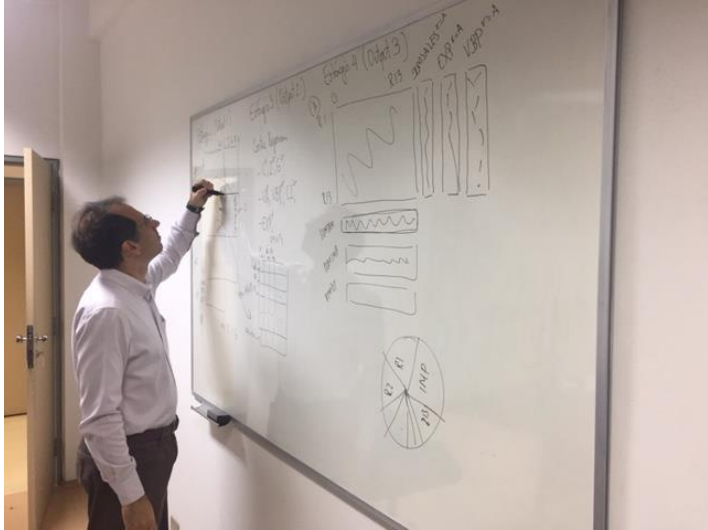
Date: August 31

Time: 8:00 – 18:00

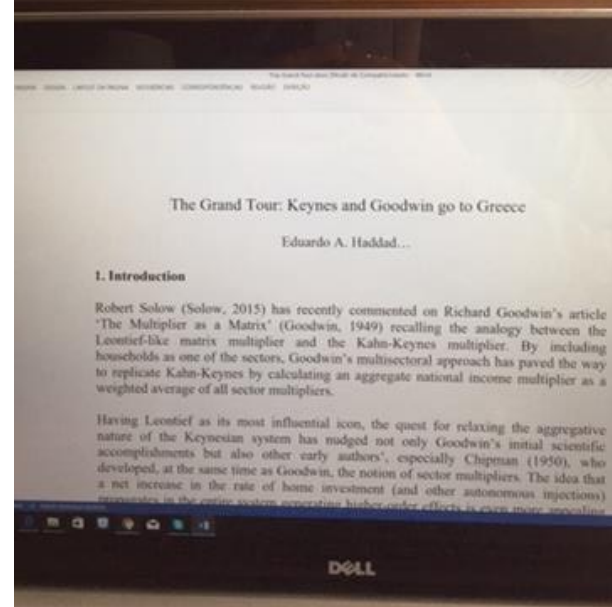
Place: Sala Adriano Romariz (FEA 2)



I Modeling Marathon (FEAUSP)



I Modeling Marathon (Evanston, IL)



Celebration (São Paulo, SP)



Field research



Introduction

“The Multiplier as a Matrix” (Goodwin, 1949)

- Solow (2015) recalls the analogy between the Leontief-like matrix multiplier and the Kahn-Keynes multiplier
- Endogenous households
- Mathematical equivalence (SAM): aggregate national income multiplier as a weighted average of all sector multipliers

$$\frac{1}{1 - c + m} \Leftrightarrow (1 - \bar{A})^{-1}$$

- Mathematical equivalence (IO):

$$\frac{1}{1 - c + m} \approx (1 - \bar{A})^{-1}$$

Interregional models

The quest for relaxing the aggregative nature of the Keynesian system

- Goodwin (1949, 1980); Chipman (1950); Machlup (1943)
 - Foreign trade multiplier
- Metzler (1950); Isard (1960)
 - Interregional trade multiplier

Changing magnitude of the multiplier

The theory embedded in the concept of multipliers is **short-run** in nature in the same sense as Keynes' *General Theory* is a short-run theory

- Static theory of income

The **magnitude** of this well-known macroeconomic mechanism has been object of controversy regarding its application in the realm of economic policies

Recent studies have shown that the fiscal multiplier is **endogenous to the level of economic activity**, increasing during recessions and decreasing during the boom

- In a recession, the multiplier may be larger, especially at short horizons

Policy implication

The logical policy implication recommends the **expansion of public expenditures during a recession** period to sustain effective demand and the level of profits to increase employment

Contested by mainstream economists

- Theoretical arguments
- Empirical evidence

Related (empirical) literature

Strand of empirical research dedicated to understand economic systems, structures and processes, and their change through time and space

A body of literature has emerged relying on **historical input-output databases** as valuable sources of information for uncovering some of the important dimensions of structural change in an economy, and for unravelling the various sources of growth of national and regional economies

- Role played by technical change and changes in final demand
- Analysis of the structure of multi-regional trade flows

Spatial propagation of the Greek crisis

From 2010 to 2013, period of our analysis, real GDP fell almost 23% in Greece, with a decrease in government expenditures by 25% and in investments by roughly 45%, with a small increase in international exports by less than 2%

In the same period, real GRP from the 13 NUTS-2 regions varied from -14.7%, in Western Macedonia to -26.4% in Eastern Macedonia and Thrace

In the case of Greece, geography has played an important role since the spatial pattern of the initial impacts of the austerity measures was influenced by the geographical presence of the public sector

However, when taking into account indirect and induced effects, the regional structure of the Greek economy has also influenced the spatial propagation of the impacts through a complex diffusion of the multiplier effects

Regional dimensions of the Greek crisis

The anti-crisis, austerity, measures taken in Greece, though horizontal in their nature, may have significantly differentiated implications across space (Psycharis et al., 2014)

- Uneven regional impacts of the Greek crisis

What has happened to the national income multiplier during this period?

Have Greek regions adjusted in different ways with implications for the changing value of their respective multipliers, and, consequently, for the design of countercyclical regional policy prescriptions?

Summary of results

Methodology: structural decomposition analysis (SDA)

Changes in final demand – mainly in investment and government demand – were the main drivers of the setback of the economy

However, **technical change** was also an important element to drive changes in regional income

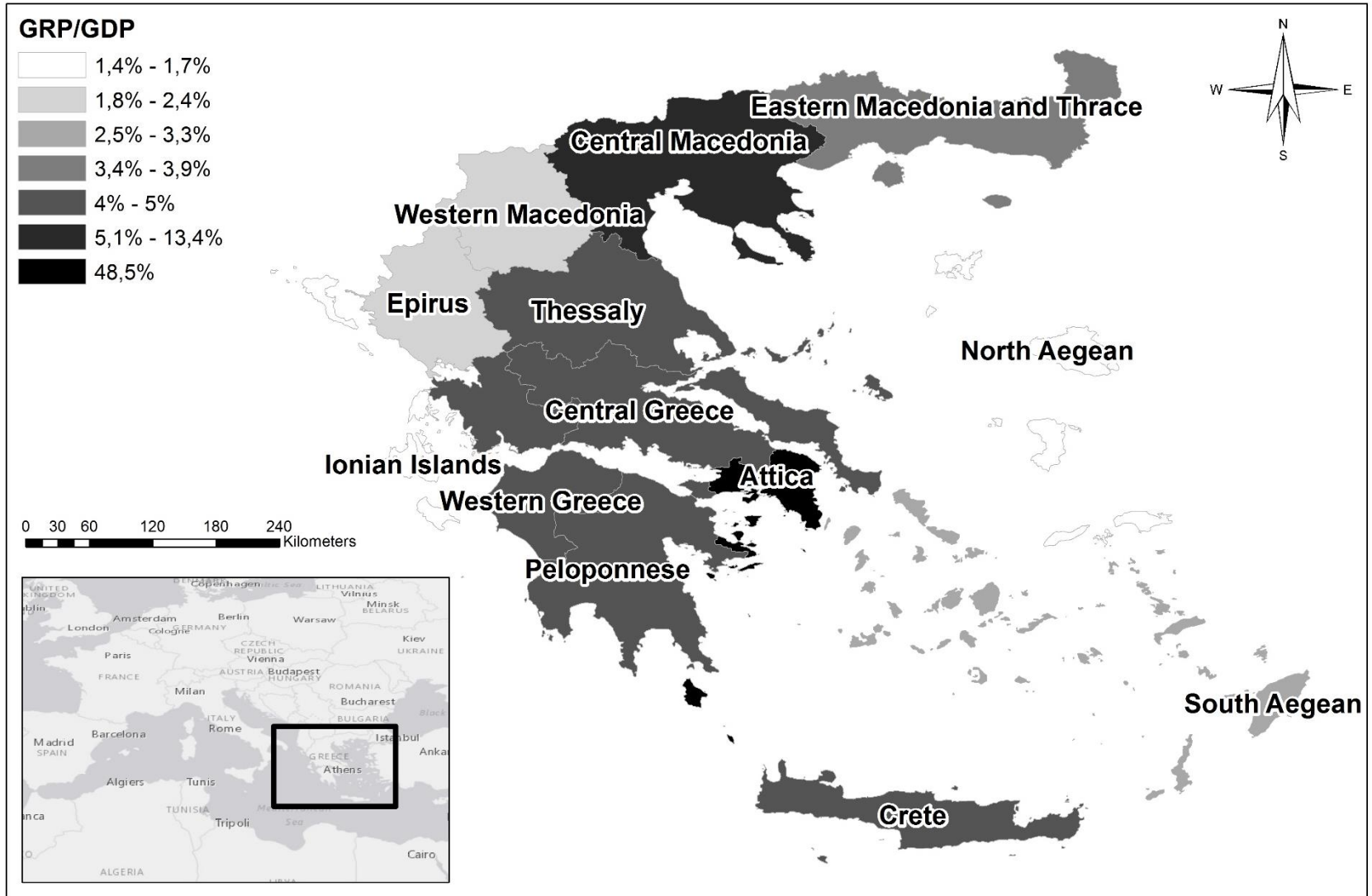
Overall, the national income multiplier for Greece **increased by 5.9% from 2010 to 2013**

Moreover, all regions also faced increases in their value added (income) multipliers during the recession period, notwithstanding **differences in the intensity and in the spatial distribution of the changes**

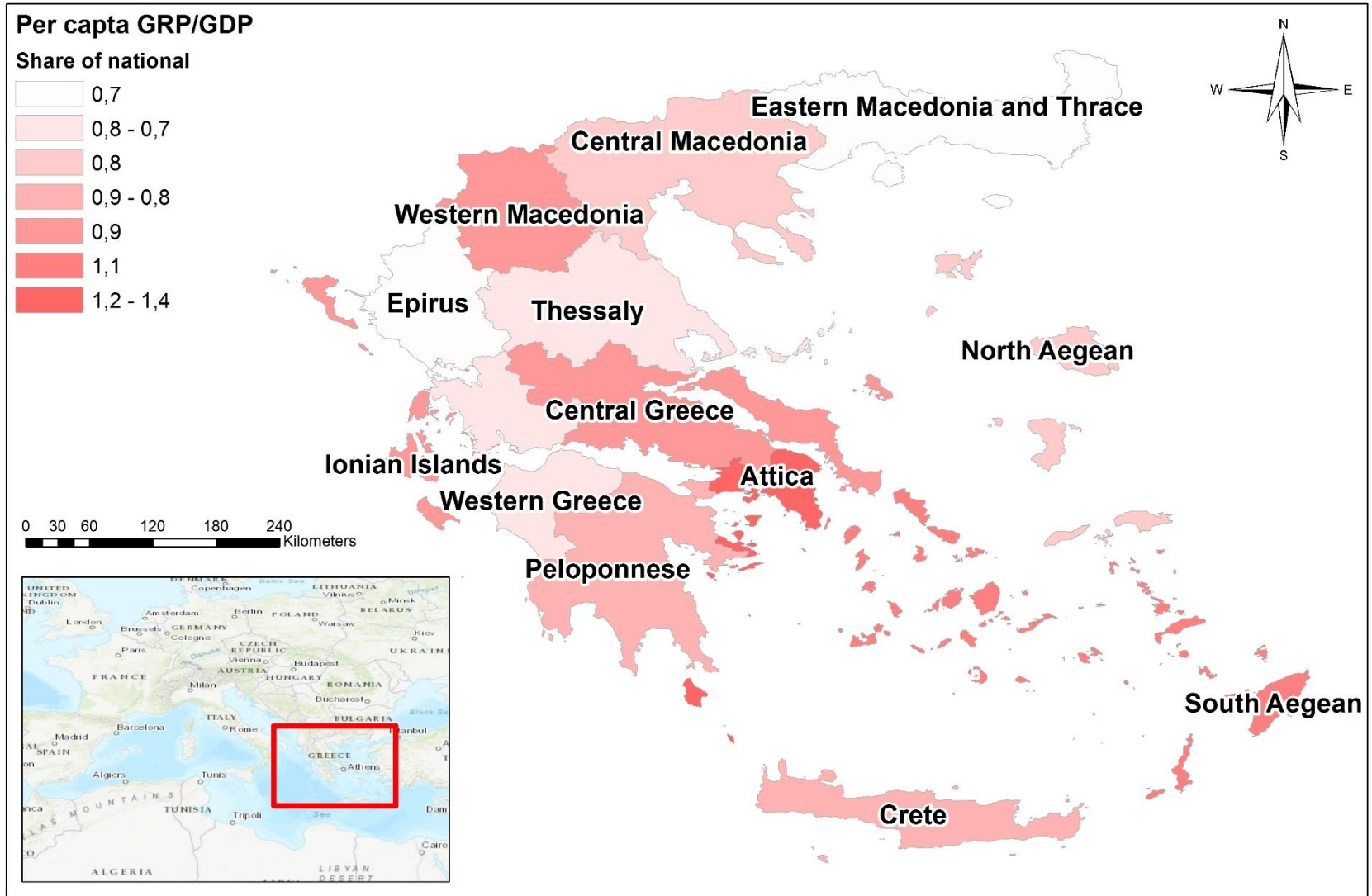
Basic indicators

	Population			GRP/GDP (in 2013 million €)			Per Capita GRP/GDP (in 2013 €)		
	2013	%	Growth 2010-2013	2013	%	Growth 2010-2013	2013	Share of national	Growth 2010-2013
Attica	3.912.849	35,56	-2,25	77.736,77	48,51	-23,33	19.867	1,36	-21,56
North Aegean	199.478	1,81	-0,35	2.282,15	1,42	-21,92	11.441	0,79	-21,65
South Aegean	334.652	3,04	0,60	5.306,91	3,31	-20,10	15.858	1,09	-20,57
Crete	630.085	5,73	1,12	7.596,56	4,74	-23,79	12.056	0,83	-24,63
Eastern Macedonia and Thrace	610.102	5,54	0,00	6.212,83	3,88	-26,41	10.183	0,70	-26,40
Central Macedonia	1.912.624	17,38	-0,48	21.440,33	13,38	-23,03	11.210	0,77	-22,65
Western Macedonia	281.324	2,56	-1,79	3.901,29	2,43	-14,66	13.868	0,95	-13,11
Epirus	343.128	3,12	-0,82	3.538,35	2,21	-21,81	10.312	0,71	-21,16
Thessaly	741.593	6,74	-0,72	8.040,21	5,02	-19,15	10.842	0,74	-18,57
Ionian Islands	208.241	1,89	-0,21	2.719,88	1,70	-25,77	13.061	0,90	-25,62
Western Greece	682.583	6,20	-1,40	7.339,46	4,58	-25,07	10.752	0,74	-24,00
Central Greece	560.093	5,09	0,08	7.162,06	4,47	-21,21	12.787	0,88	-21,27
Peloponnese	586.863	5,33	-0,27	6.959,91	4,34	-19,59	11.860	0,81	-19,37
GREECE	11.003.615	100,00	-1,04	160.236,70	100,00	-22,76	14.562	1,00	-21,95

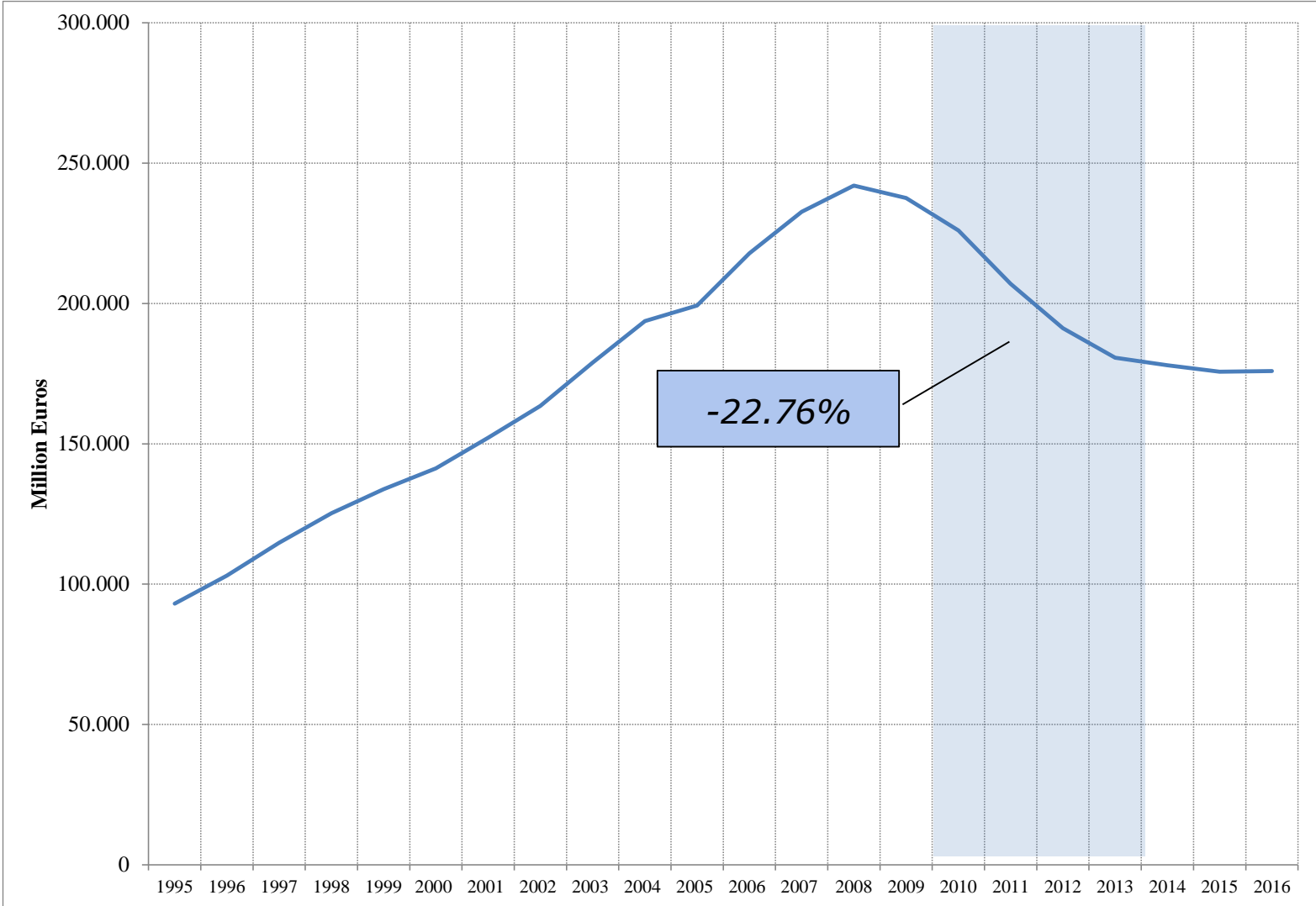
Regional distribution of GDP: Greece, 2013



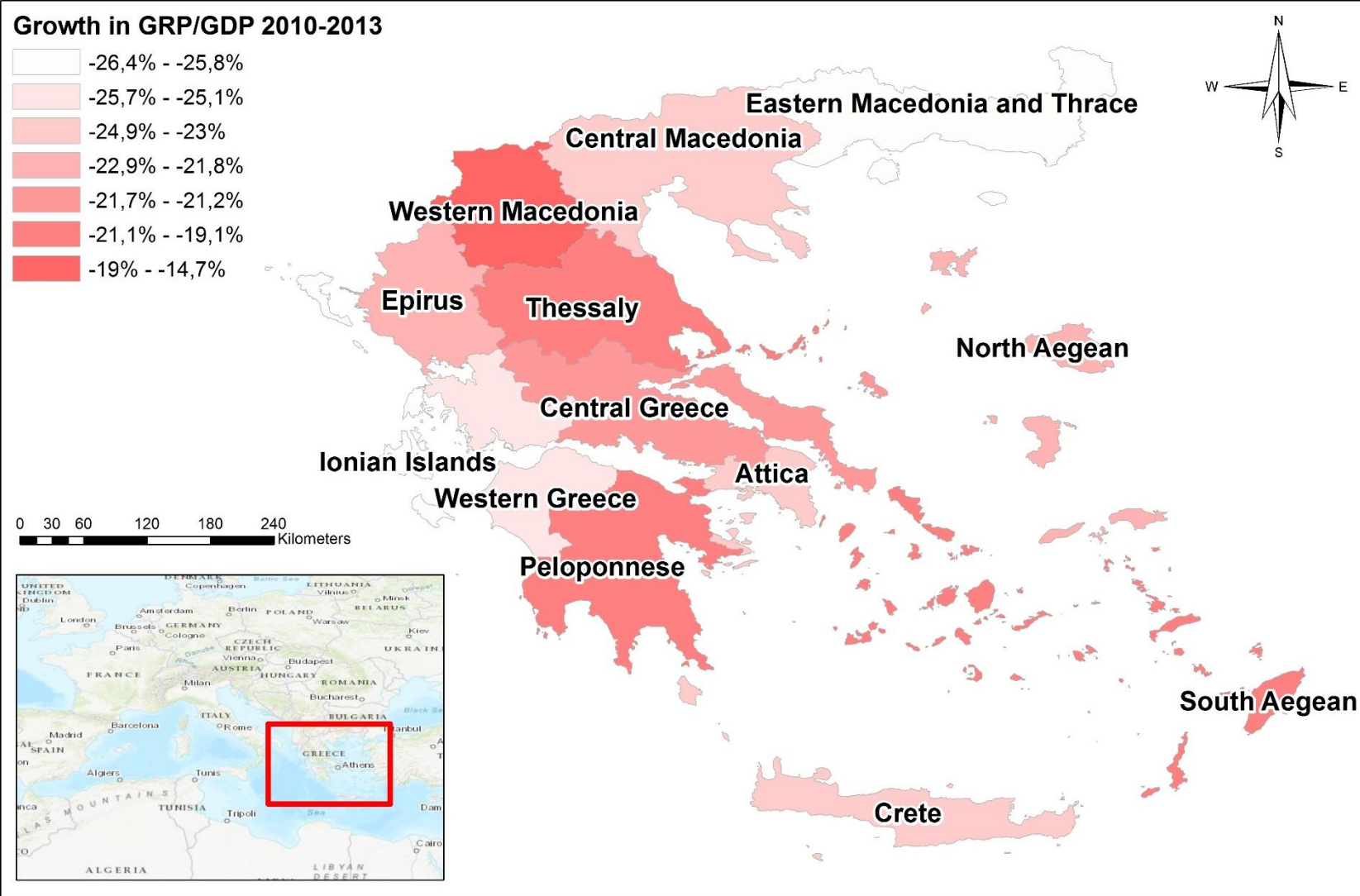
Per capita GRP: Greece, 2013 (share of national)



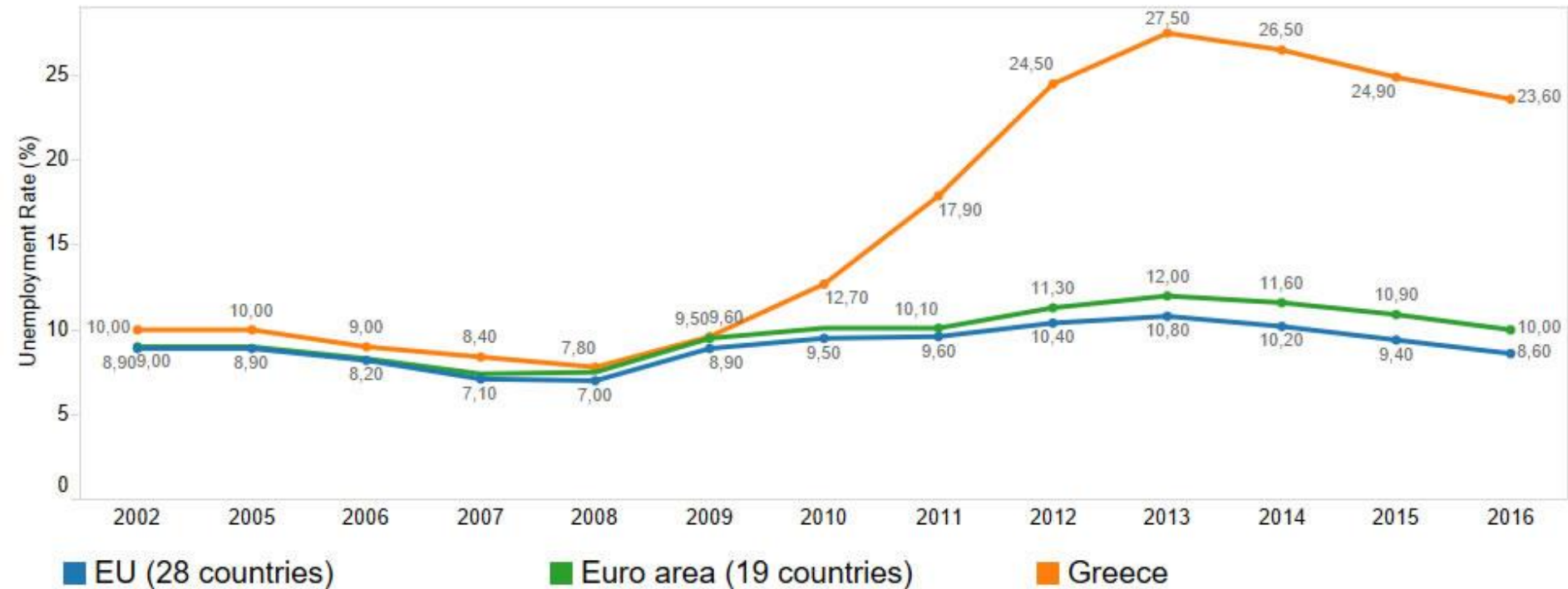
GDP: Greece, 1998-2016



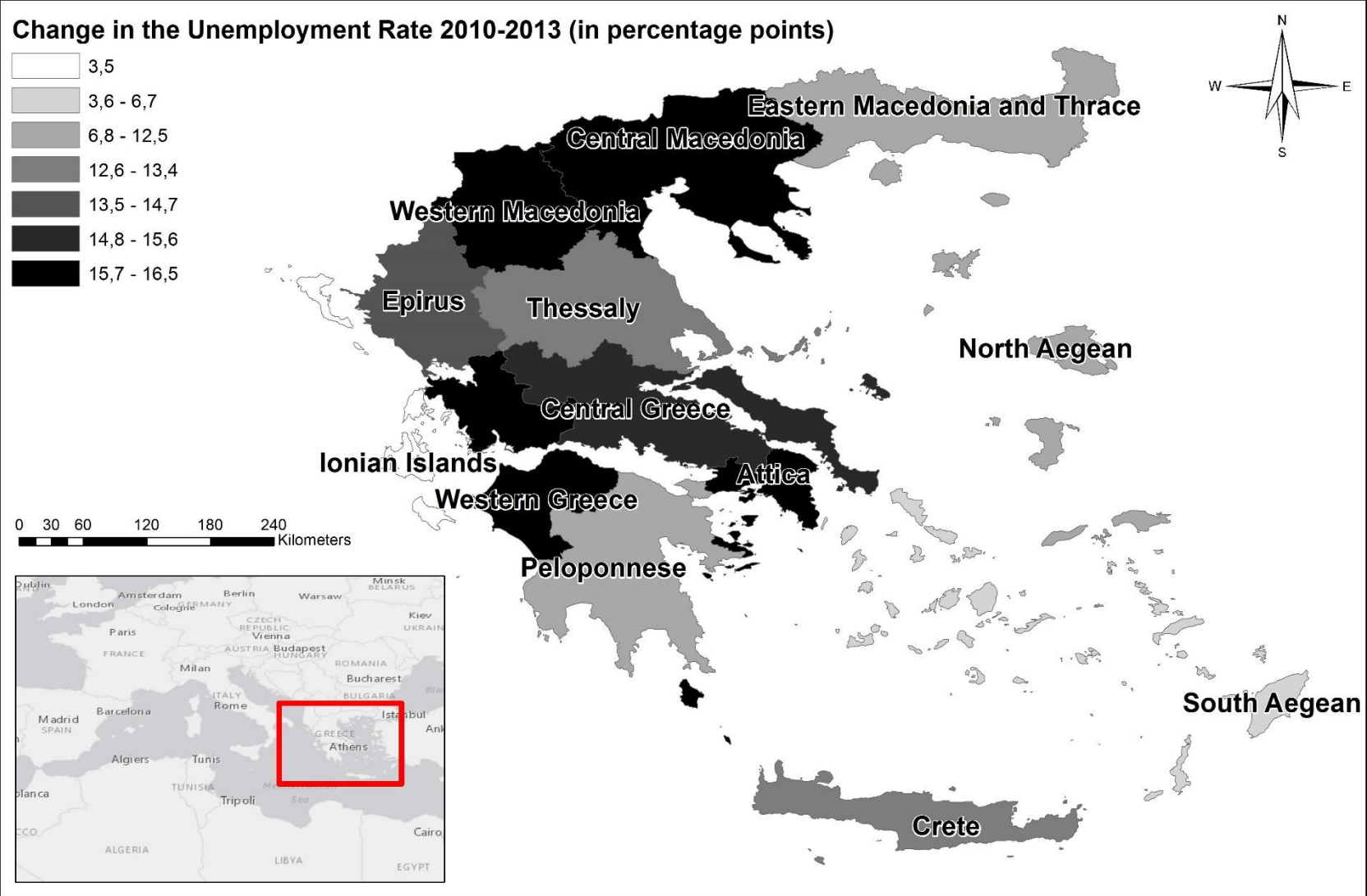
GRP: Greece, 2010-2013



Unemployment rate: Greece vs. EU, 2002-2016



Change in regional unemployment rate: Greece, 2010-2013



Empirical strategy and data treatment

We use SDA to identify the drivers of Greece's recession at the regional level between 2010 and 2013, from both the production side and the final demand side

From the **production side**, we analyse the impacts of changes in value added generation and the production structure, taking into full consideration the systemic role of imported inputs, and inter-regional trade of intermediate goods

From the **final demand side**, we analyse the impacts of changes not only in the level but also in the composition of final demand, especially capital investment, government expenditures and export demand of each region

We make use of a set of interregional input-output tables for Greece in the empirical analysis

Empirical strategy and data treatment

Input-output tables for two years, 2010 and 2013

Endogenous household sector

- Incorporate links between factor payments and household expenditures

Moreover, we transform the Leontief matrix to make adequate comparisons in terms of income (value added) multipliers

- The use of value added instead of gross output is more adequate to couple the discussion to the Keynesian multiplier literature

Structural decomposition analysis (SDA)

The closed input–output model, with r regions, n sectors and households endogenous, can be represented by

$$\bar{x}^t = \bar{A}^t \bar{x}^t + \bar{f}^t$$

$$\bar{x}^t = (I - \bar{A}^t)^{-1} \bar{f}^t = \bar{L}^t \bar{f}^t$$

$$v^t = \hat{v}^t \bar{x}^t = \hat{v}^t \bar{L}^t \bar{f}^t$$

$$\Delta v = v^{2013} - v^{2010} = \hat{v}^{2013} \bar{L}^{2013} \bar{f}^{2013} - \hat{v}^{2010} \bar{L}^{2010} \bar{f}^{2010}$$

Structural decomposition analysis (SDA)

In order to decompose the total change in value added and remove the influence of price changes, all data are expressed in prices of 2013

One possible decomposition of changes in value added can be represented as

$$\begin{aligned}\Delta v = & (1/2) \Delta \hat{v} (\bar{L}^{2010} \bar{f}^{2010} + \bar{L}^{2013} \bar{f}^{2013}) \\ & + (1/2) [\hat{v}^{2010} (\Delta \bar{L}) \bar{f}^{2013} + \hat{v}^{2013} (\Delta \bar{L}) \bar{f}^{2010}] \\ & + (1/2) (\hat{v}^{2010} \bar{L}^{2010} + \hat{v}^{2013} \bar{L}^{2013}) (\Delta \bar{f})\end{aligned}$$

Structural decomposition analysis (SDA)

$$\Delta v = \underbrace{(1/2) \Delta \hat{v} (\bar{L}^{2010} \bar{f}^{2010} + \bar{L}^{2013} \bar{f}^{2013})}_{\text{value-added-input-coefficient change}}$$

$$+ \underbrace{(1/2) [\hat{v}^{2010} (\Delta \bar{L}) \bar{f}^{2013} + \hat{v}^{2013} (\Delta \bar{L}) \bar{f}^{2010}]}_{\text{direct-coefficient change}}$$

$$+ \underbrace{(1/2) (\hat{v}^{2010} \bar{L}^{2010} + \hat{v}^{2013} \bar{L}^{2013}) (\Delta \bar{f})}_{\text{final-demand change}}$$

Interregional input-output systems for Greece, 2010 and 2013

The input-output tables used in our calculations reflect the economic structure of the Greek economy in two points in time (2010 and 2013)

They consider the 13 NUTS 2 regions in Greece whose economies are disaggregated in 44 sectors

The tables are in constant 2013 prices

We have generated the database using the IIOAS method

The IIOAS is a hybrid method that combines data made available by official agencies, such as the **Hellenic Statistical Authority** and **EUROSTAT**, with non-census techniques for the estimation of unavailable information

Interregional linkages

We can compute the **contribution to regional income** of final demand from different origins

In an integrated interregional system, regional income depends, among others, on demand originating in the **own region** and, depending on the degree of interregional integration, on demand from **outside the region**

Using basic input-output techniques, we consider the **interdependence among sectors in different regions** through the analysis of the complete direct coefficients portion of the interregional input-output table

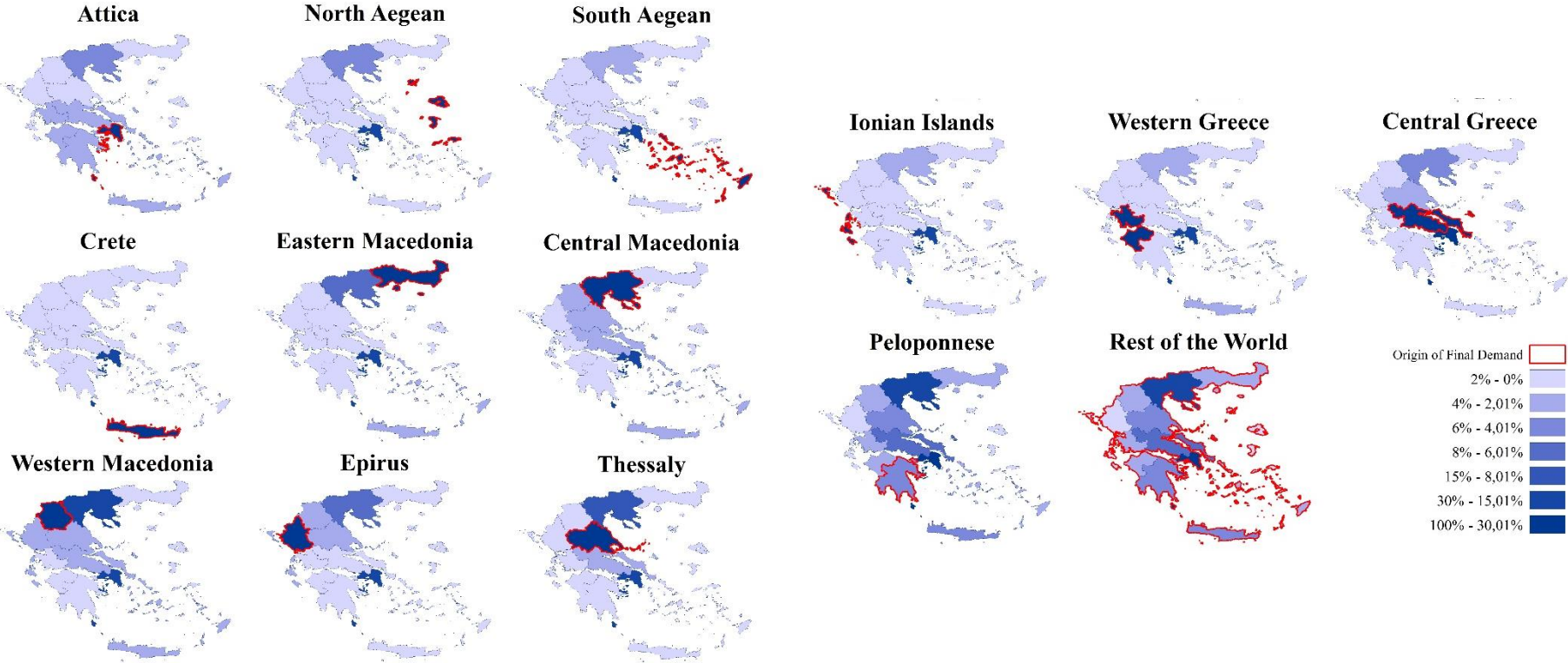
Regional percentage distribution of the average total value added multipliers: Greece, 2013 (in %)

	Value Added Multiplier		Net Value Added Multiplier	
	Intra-regional share	Interregional share	Intra-regional share	Interregional share
R1 Attica	95,2	4,8	80,1	19,9
R2 North Aegean	87,2	12,8	47,6	52,4
R3 South Aegean	90,6	9,4	59,7	40,3
R4 Crete	91,6	8,4	66,6	33,4
R5 Eastern Macedonia and Thrace	83,6	16,4	38,4	61,6
R6 Central Macedonia	86,4	13,6	48,5	51,5
R7 Western Macedonia	81,1	18,9	28,0	72,0
R8 Epirus	81,9	18,1	35,3	64,7
R9 Thessaly	82,7	17,3	33,6	66,4
R10 Ionian Islands	86,8	13,2	50,1	49,9
R11 Western Greece	85,6	14,4	43,6	56,4
R12 Central Greece	78,8	21,2	30,9	69,1
R13 Peloponnese	82,7	17,3	36,4	63,6

Components of the decomposition of GRP/GDP based on the sources of final demand: Greece, 2013 (in %)

		Origin of Final Demand														
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	ROW	
GRP/GDP	Attica	R1	58.5	0.6	0.3	0.7	2.1	6.6	1.4	1.3	3.1	0.3	2.5	2.5	2.8	17.4
	North Aegean	R2	9.0	68.4	0.2	0.3	1.6	4.7	0.9	0.6	1.3	0.1	0.9	0.8	0.7	10.4
	South Aegean	R3	30.1	0.9	31.0	0.8	3.0	10.6	2.1	1.4	2.9	0.2	2.3	1.8	2.0	11.0
	Crete	R4	22.7	0.6	0.3	44.5	2.9	5.8	1.2	1.0	2.1	0.2	1.9	1.5	1.7	13.8
	Eastern Macedonia and Thrace	R5	8.2	0.5	0.2	0.3	65.6	5.4	1.0	0.7	1.4	0.2	0.8	0.9	0.7	14.1
	Central Macedonia	R6	11.5	0.6	0.2	0.4	2.2	57.4	2.5	1.3	3.4	0.2	1.1	1.5	0.9	16.6
	Western Macedonia	R7	18.8	0.7	0.3	0.6	2.9	13.1	33.9	2.4	4.1	0.5	2.3	2.1	1.9	16.4
	Epirus	R8	13.1	0.4	0.1	0.4	1.5	7.4	2.7	55.5	2.2	0.4	1.5	1.5	1.2	12.2
	Thessaly	R9	14.0	0.4	0.2	0.4	1.5	9.0	1.8	1.1	53.2	0.2	1.1	2.3	1.0	13.9
	Ionian Islands	R10	23.7	0.5	0.1	0.3	2.2	11.4	3.1	3.2	3.4	34.5	2.6	2.0	1.8	11.2
	Western Greece	R11	17.0	0.4	0.2	0.4	1.1	3.8	1.0	1.0	1.4	0.2	56.9	1.2	1.6	14.1
	Central Greece	R12	21.0	0.5	0.2	0.6	1.6	7.1	1.3	1.0	3.8	0.2	1.5	37.7	1.4	21.9
	Peloponnese	R13	21.2	0.4	0.2	0.5	1.2	3.9	0.8	0.8	1.5	0.2	1.7	1.2	48.8	17.5
	GREECE		36.9	1.5	1.2	2.7	4.3	13.6	2.4	2.5	5.4	0.8	4.5	3.6	4.1	16.3

Identification of regions relatively more affected by a specific regional demand, by origin of final demand



Empirical results and main findings (SDA)

Greek GDP decreased 22.76% from 2010 to 2013

Qualitative results (aggregate level)

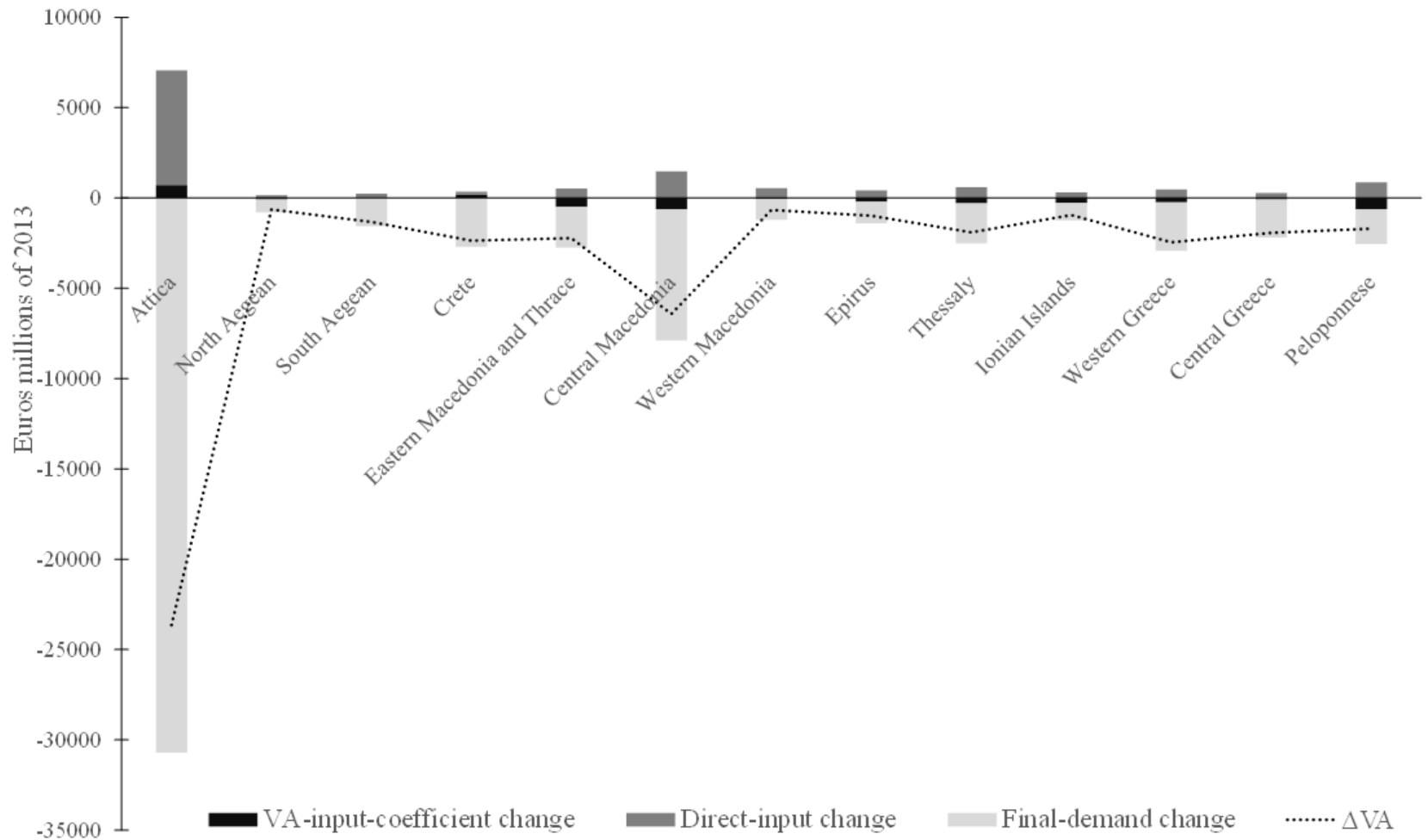
- GDP losses driven mainly by changes in final demand
- Higher income multiplier associated with structural changes tends to increase national income
- Overall decrease in the value added content in Greek gross output is relatively small

Changes in final demand were the main factor during the period, reducing overall GDP in Greece by 57.4 billion Euros. They reflect the policy choices that led to recession

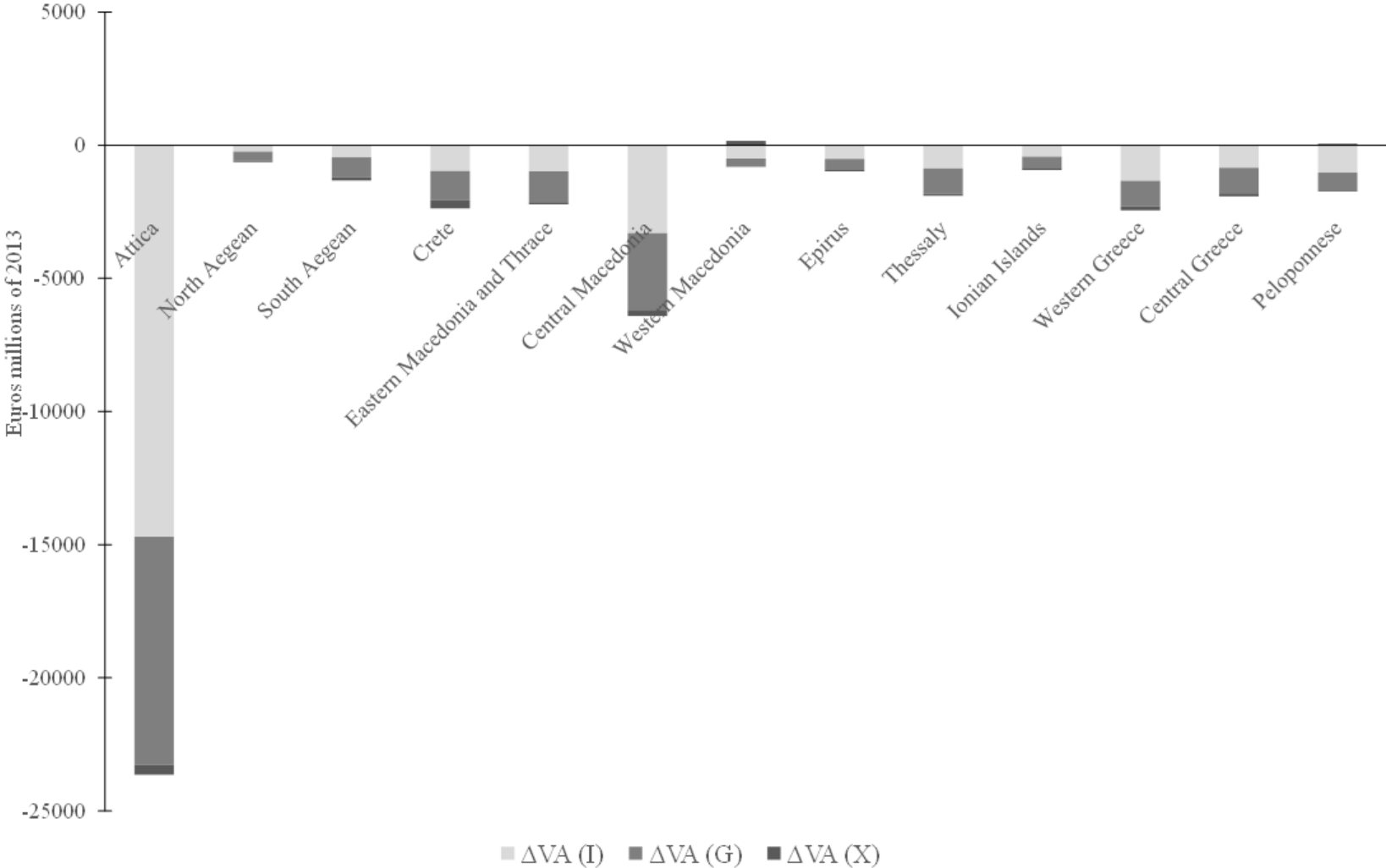
Driving forces of regional income: Greece, 2010-2013

	VA-input-coefficient Change		Direct-input Change		Final-demand Change		ΔVA	
	€ millions*	Share	€ millions*	Share	€ millions*	Share	€ millions*	Share
Attica	710,50	-3,00%	6347,27	-26,84%	-30707,24	129,84%	-23649,47	100%
North Aegean	-71,84	11,21%	150,87	-23,55%	-719,70	112,34%	-640,67	100%
South Aegean	1,10	-0,08%	227,65	-17,06%	-1563,49	117,14%	-1334,73	100%
Crete	175,01	-7,38%	164,72	-6,95%	-2710,81	114,33%	-2371,07	100%
Eastern Macedonia and Thrace	-504,11	22,61%	520,53	-23,35%	-2245,51	100,74%	-2229,08	100%
Central Macedonia	-621,69	9,69%	1475,05	-23,00%	-7267,41	113,30%	-6414,05	100%
Western Macedonia	-66,95	9,99%	537,25	-80,14%	-1140,68	170,15%	-670,39	100%
Epirus	-199,50	20,22%	413,52	-41,91%	-1200,76	121,69%	-986,74	100%
Thessaly	-308,90	16,22%	603,94	-31,70%	-2199,92	115,49%	-1904,87	100%
Ionian Islands	-285,01	30,18%	310,52	-32,88%	-969,99	102,70%	-944,49	100%
Western Greece	-248,94	10,14%	470,62	-19,17%	-2676,82	109,03%	-2455,13	100%
Central Greece	-83,01	4,31%	269,20	-13,97%	-2113,64	109,66%	-1927,45	100%
Peloponnese	-619,69	36,56%	862,08	-50,85%	-1937,59	114,30%	-1695,20	100%
GREECE	-2123,03	4,50%	12353,23	-26,16%	-57453,56	121,66%	-47223,36	100%

Driving forces of regional income: Greece, 2010-2013



GRP changes driven by final demand categories: Greece, 2010-2013



Rate of change of the income multipliers: Greece, 2010-2013

	$\Delta\%$		
	Total	Intra	Inter
Attica	6.84	6.28	8.18
North Eagean	5.47	-0.93	10.52
South Eagean	5.81	0.50	10.53
Crete	7.57	3.24	11.47
Eastern Macedonia and Thrace	3.69	-4.74	10.36
Central Macedonia	5.52	0.38	10.58
Western Macedonia	1.31	-2.93	4.35
Epirus	4.72	-2.42	9.97
Thessaly	4.92	-2.11	10.43
Ionian Islands	3.32	-4.18	9.54
Western Greece	6.37	0.36	11.26
Central Greece	4.51	-2.52	9.62
Peloponnese	4.82	-1.71	9.93
GREECE	5.95	-	-

Rate of change of the regional income multipliers by impacted regions: Greece, 2010-2013

		Region of Exogenous Injections													
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	
Impacted Regions	Attica	R1	6,3	13,7	13,5	13,8	13,4	12,9	7,7	12,8	13,2	12,4	13,7	12,2	12,4
	North Aegean	R2	8,1	-0,9	7,5	9,1	5,9	6,7	1,5	6,7	6,9	5,8	8,1	5,7	6,7
	South Aegean	R3	6,7	6,0	0,5	7,1	5,4	6,1	1,1	5,5	5,8	4,2	6,9	4,9	5,7
	Crete	R4	6,0	5,7	5,7	3,2	4,5	5,5	0,1	5,0	5,2	4,2	6,2	4,1	5,1
	Eastern Macedonia and Thrace	R5	5,6	4,6	4,9	6,2	-4,7	5,2	-1,2	4,9	5,0	3,7	5,6	2,8	4,0
	Central Macedonia	R6	9,0	8,5	8,8	10,2	8,1	0,4	2,4	8,0	8,0	7,7	9,7	7,2	8,4
	Western Macedonia	R7	19,3	18,9	18,4	19,8	21,8	21,0	-2,9	22,4	22,2	22,1	21,9	23,1	21,4
	Epirus	R8	13,1	12,6	12,8	14,3	11,6	12,0	5,7	-2,4	12,1	11,9	13,3	10,7	12,3
	Thessaly	R9	8,1	7,5	7,5	9,1	7,0	7,2	2,1	7,5	-2,1	6,3	8,4	6,3	7,4
	Ionian Islands	R10	4,3	3,7	3,8	5,3	2,5	3,5	-1,7	2,5	3,2	-4,2	4,4	2,1	3,1
	Western Greece	R11	6,7	6,6	6,5	7,8	5,5	6,5	0,9	6,1	6,2	5,1	0,4	4,7	6,0
	Central Greece	R12	3,7	2,6	2,4	4,0	3,6	4,0	-0,2	3,2	4,0	1,1	3,6	-2,5	3,1
	Peloponnese	R13	10,9	9,2	9,3	10,1	8,4	10,8	1,0	8,4	8,9	8,3	9,5	7,2	-1,7
GREECE			6,8	5,5	5,8	7,6	3,7	5,5	1,3	4,7	4,9	3,3	6,4	4,5	4,8

Summary

Changes in inputs requirements (i.e. direct-input changes) between 2010 and 2013 aided GDP/GRP, reflecting **positive changes in the income multipliers**, although in different relative magnitudes in the regions

Consistent with earlier Keynesian policy prescriptions that recommended the expansion of government spending during recession periods

Negative impacts on income in Greece were **magnified** by the increasing magnitude of the multipliers, not only in the country as a whole but also in the regions

A case for qualified countercyclical regional policies

Region-specific potential for internalizing the impacts of expansionary fiscal regional policies within the territorial borders

Efficacy of countercyclical regional policies

For a given region, a positive change in the **intra-regional share of the income multiplier** during the recession period suggests stronger responses to local fiscal stimulus

- Areas that could potentially benefit more intensely from increasing government spending in their local economies

A case for qualified countercyclical regional policies

In the case of the **interregional parcel of the income multipliers**, i.e. the part of the multiplier effect that leaks from the stimulated region, it seems to have increased in the period for all Greek regions

The use of fiscal instruments to stimulate local activity in the regions may bring about important implications for regional inequality in Greece

As a **further disaggregation of the interregional multiplier** effects suggests, regions presenting consistently above-average increases in their share of the spillover effects from other regions could also indirectly benefit from government actions elsewhere in the country

Rate of change of the regional income multipliers by impacted regions: Greece, 2010-2013

		Region of Exogenous Injections													
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	
Impacted Regions	Attica	R1	6,3	13,7	13,5	13,8	13,4	12,9	7,7	12,8	13,2	12,4	13,7	12,2	12,4
	North Aegean	R2	8,1	-0,9	7,5	9,1	5,9	6,7	1,5	6,7	6,9	5,8	8,1	5,7	6,7
	South Aegean	R3	6,7	6,0	0,5	7,1	5,4	6,1	1,1	5,5	5,8	4,2	6,9	4,9	5,7
	Crete	R4	6,0	5,7	5,7	3,2	4,5	5,5	0,1	5,0	5,2	4,2	6,2	4,1	5,1
	Eastern Macedonia and Thrace	R5	5,6	4,6	4,9	6,2	-4,7	5,2	-1,2	4,9	5,0	3,7	5,6	2,8	4,0
	Central Macedonia	R6	9,0	8,5	8,8	10,2	8,1	0,4	2,4	8,0	8,0	7,7	9,7	7,2	8,4
	Western Macedonia	R7	19,3	18,9	18,4	19,8	21,8	21,0	-2,9	22,4	22,2	22,1	21,9	23,1	21,4
	Epirus	R8	13,1	12,6	12,8	14,3	11,6	12,0	5,7	-2,4	12,1	11,9	13,3	10,7	12,3
	Thessaly	R9	8,1	7,5	7,5	9,1	7,0	7,2	2,1	7,5	-2,1	6,3	8,4	6,3	7,4
	Ionian Islands	R10	4,3	3,7	3,8	5,3	2,5	3,5	-1,7	2,5	3,2	-4,2	4,4	2,1	3,1
	Western Greece	R11	6,7	6,6	6,5	7,8	5,5	6,5	0,9	6,1	6,2	5,1	0,4	4,7	6,0
	Central Greece	R12	3,7	2,6	2,4	4,0	3,6	4,0	-0,2	3,2	4,0	1,1	3,6	-2,5	3,1
	Peloponnese	R13	10,9	9,2	9,3	10,1	8,4	10,8	1,0	8,4	8,9	8,3	9,5	7,2	-1,7
GREECE			6,8	5,5	5,8	7,6	3,7	5,5	1,3	4,7	4,9	3,3	6,4	4,5	4,8

(Almost) final remarks

"Throughout their lives, Keynes and Goodwin have shown genuine interest in the classical world. They both have spent time in Italy, where they have entertained themselves visiting different parts of the country (Davenport-Hines, 2015; Di Matteo and Sordi, 2015). This time we took them to a journey to Greece, in a virtual Grand Tour through the lenses of their intellectual legacy. We have explored the concept of the income multiplier in a multi-regional (IO) setting, in the context of the Greek crisis, showing empirical evidence for the increasing magnitude of the multiplier during the recession period."

Caveats

Accounting-based analysis

No price effects

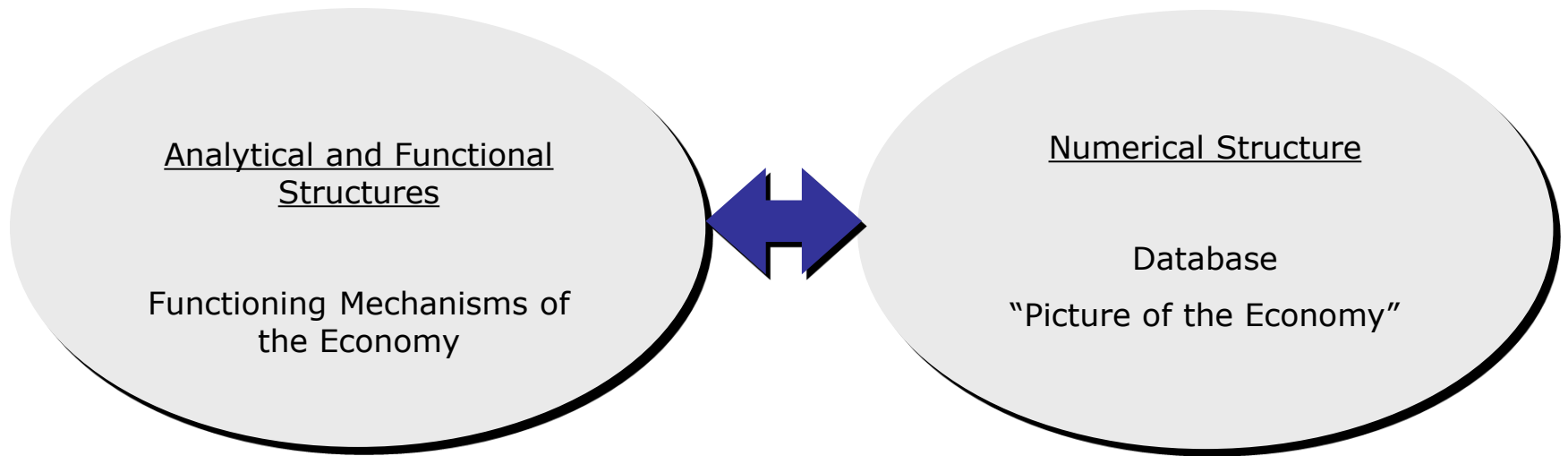
No supply-side effects

No behavioural effects

Can we address some of these issues?

YES!

CGE models – Definition



Strategy

1. Calibrate two interregional CGE models:
 - Same analytical and functional structures
 - Numerical structures:
 - ✓ Same behavioural parameters
 - ✓ Different structural coefficients: 2010 and 2013
2. Compute government spending multiplier (temporary deficit-financed government spending of 1 billion Euros):
 - Input-output versus CGE

VA spending multiplier: Input-output *versus* CGE

	2010	2013	
Input-output	1.76	1.93	↑
CGE	0.34	0.32	↓



Overall magnitude across methods

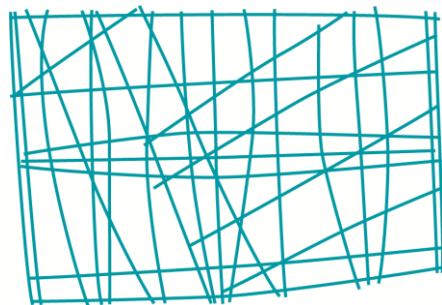
Magnitude, by method, across time

Methodological differences aside, when and where the stimulus takes place matter!

- ✓ Regional spending multipliers

CGE regional VA spending multiplier

	2010	2013
R1 Attica	0,255	0,228
R2 North Aegean	0,596	0,573
R3 South Aegean	0,524	0,458
R4 Crete	0,403	0,395
R5 Eastern Macedonia and T	0,472	0,451
R6 Central Macedonia	0,367	0,344
R7 Western Macedonia	0,510	0,502
R8 Epirus	0,504	0,479
R9 Thessaly	0,480	0,485 
R10 Ionian Islands	0,554	0,534
R11 Western Greece	0,442	0,437
R12 Central Greece	0,064	0,122 
R13 Peloponnese	0,349	0,289
GREECE	0,342	0,323



NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo

The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

Σας ευχαριστούμε!

Eduardo A. Haddad Natalia Q. Cotarelli Thiago. C. Simonato
Vinicius A. Vale Jaqueline C. Visentin