NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo

The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

Estrutura Teórica de Modelos de Insumo-Produto

Eduardo A. Haddad Inácio Araújo Tomás Dentinho

Análise de insumo-produto

Ideia desenvolvida por Wassily Leontief (Prêmio Nobel em Economia em 1973).

Empregado em todos os países – independentemente de ideologias.

Integrado ao Sistema de Contas Nacionais

Estende as ideias do modelo de base econômica, desagregando a produção em um conjunto de setores.

Pode ser estendido para explorar questões de distribuição de renda, política fiscal, estratégias de desenvolvimento, etc.

Sistema de Contas Nacionais

Cálculo do PIB pela três óticas

Ótica	Equação descritiva
Produção	PIB a preços de mercado = valor bruto da produção a preços básicos - consumo intermediário a preços de comsumidor + impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos
Despesa	PIB a preços de mercado = despesa de consumo final + formação bruta de capital fixo + variação de estoques + exportação de bens e serviços - importação de bens e serviços
Renda	PIB a preços de mercado = remuneração dos empregados + rendimento misto bruto + excedente operacional bruto + impostos, líquidos de subsídios, sobre a produção e a importação

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais.

Análise de insumo-produto

Imagine uma região com *m* firmas, produzindo uma gama de bens e serviços.

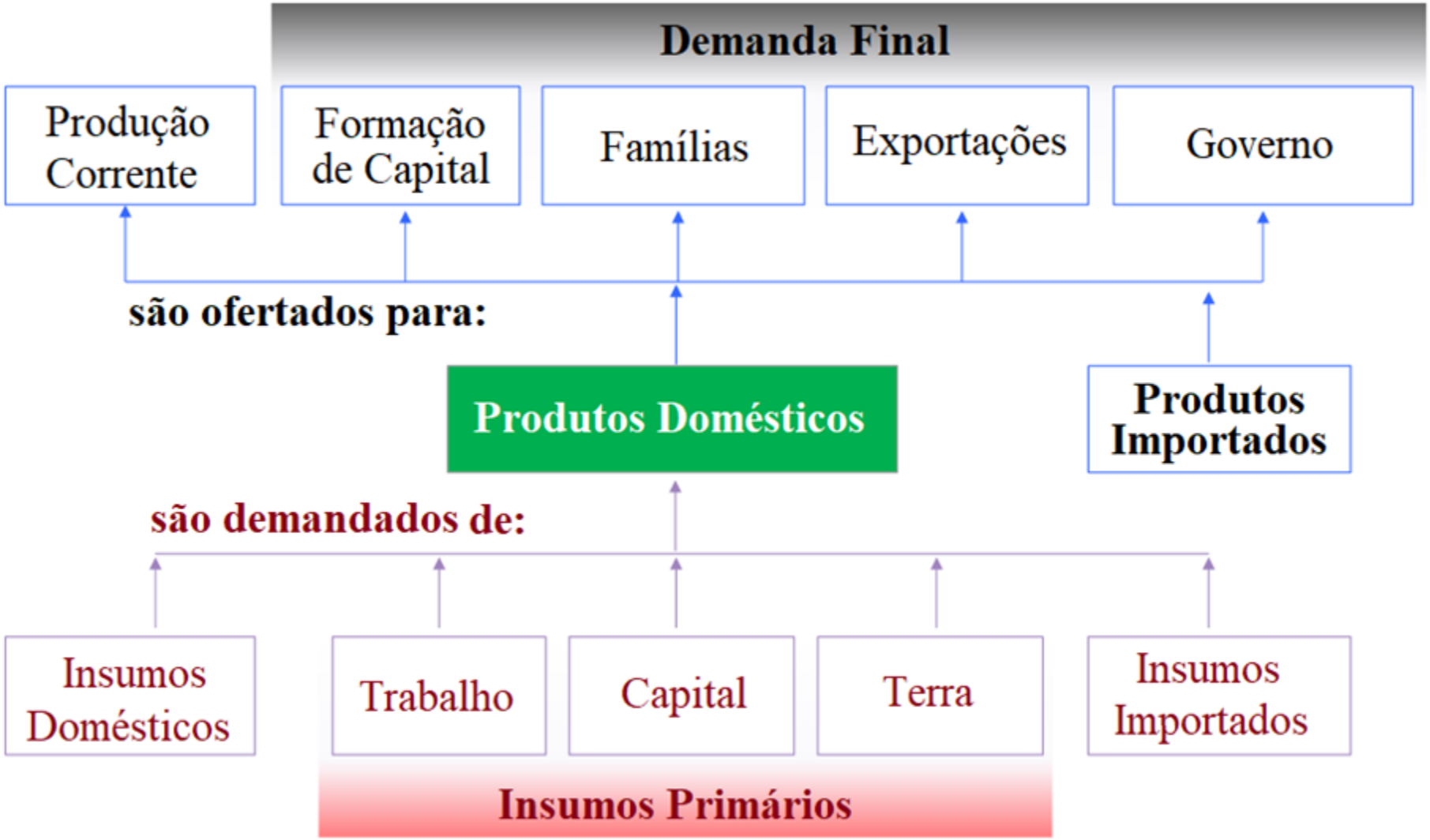
As empresas são atribuídas a *n* setores amplos com base em seu produto principal.

O número de setores, *n*, pode variar.

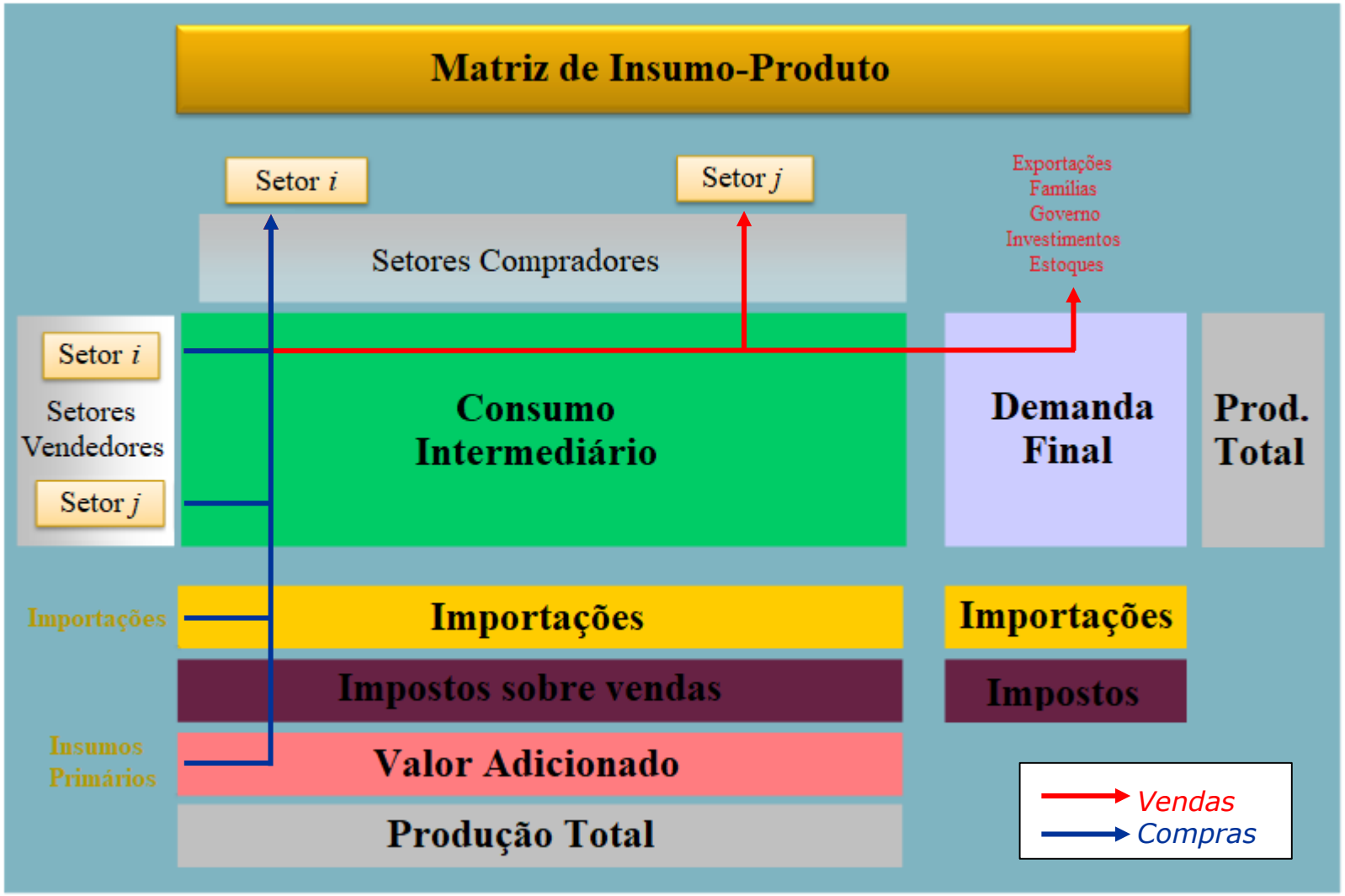
Os fluxos de oferta e demanda são equilibrados ao nível de cada setor.

(Para esta apresentação, visando facilitar a análise, apenas dois setores são considerados)

Fluxos de insumo-produto



Tabela/quadro de insumo-produto



Exemplo numérico

IO Matrix	S1	S2	Y	X
S1	150	500	350	1000
S2	200	100	1700	2000
W	650	1400		
X	1000	2000		
Employment	300	800		

Fluxos de insumo-produto

As transações entre esses setores estão dispostas em uma matriz (*n* linhas e *n* colunas), conforme mostrado na tabela.

Olhando através das linhas, as vendas feitas pelas firmas à esquerda podem ser atribuídas às firmas listadas no topo da coluna.

Assim, o setor 2 vende $200 para o setor 1 e $100 para o setor 2.

Fluxos de insumo-produto

As colunas fornecem informações complementares sobre a origem das compras feitas pelo setor no topo da coluna de todos os outros setores.

Novamente, olhando para o setor 2, note que ele compra $500 do setor 1 e $100 do setor 2.

Esta parte da tabela de insumo-produto é chamada de transações interindustriais; fornece uma fotografia da economia com o foco nas relações intersetoriais.

No entanto, os setores também vendem para outros conjuntos de atividades - consumidores, governo e mercados externos (exportações).

Fluxos de insumo-produto

Além disso, as firmas também fazem pagamentos aos fatores de produção, trabalho e capital, e às importações.

Estes fluxos são mostrados no restante da tabela.

A coluna Y é denominada como demanda final; a linha W como insumos primários.

A soma dos salários, lucros e dividendos (retornos ao trabalho e ao capital) é denominada valor adicionado.

Modelo de insumo-produto

A tabela de insumo-produto é basicamente um sistema contábil – uma dupla entrada semelhante à preparada para uma empresa em que vendas e compras ou ativos e passivos serão apresentados, mas, neste caso, para uma economia.

O próximo passo é **preparar um modelo econômico** para que possamos mapear o impacto das mudanças em um setor no restante da economia.

Fazemos isso porque a natureza da interdependência entre os setores varia.

Modelo aberto de Leontief

Pressupostos principais

Assumimos que cada um dos setores produz bens e serviços segundo uma "receita" fixa (formalmente conhecida como **função de produção**):

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad \forall \quad i, j = 1, 2, \ldots, n$$

- Coeficiente técnico fixo.
- Retornos constantes de escala.
- Setores usam insumos em proporções fixas.

Função de produção

$$x_j = f\left(z_{1j},\ldots,z_{nj},W_j,M_j\right)$$

$$x_j = \min\left(\frac{z_{1j}}{a_{1j}},\ldots,\frac{z_{nj}}{a_{nj}}\right)$$

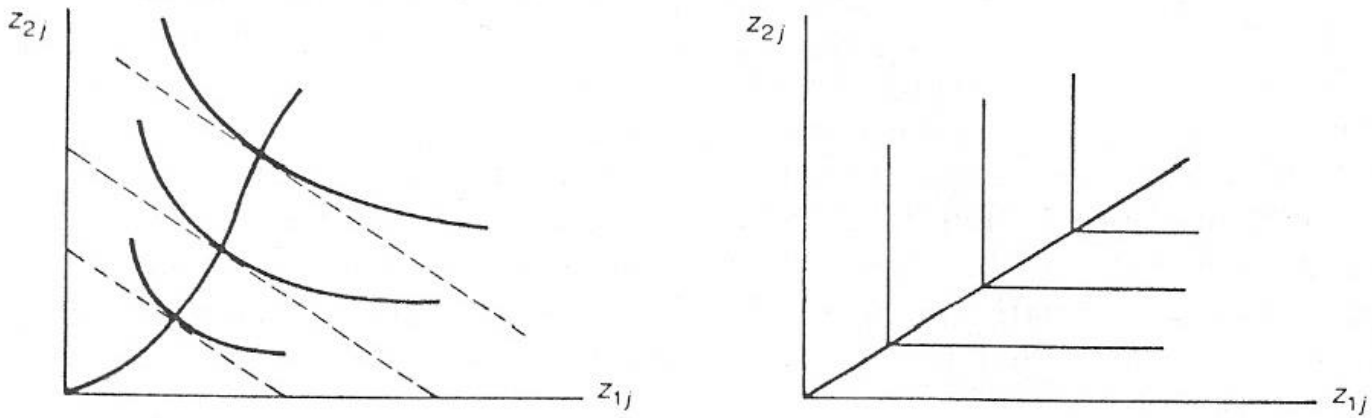


FIGURE 2-1 Production functions in input space.

Modelo aberto de Leontief

Pressupostos principais

Os insumos são expressos em termos monetários, uma vez que seria difícil, por exemplo, combinar toneladas de minério de ferro com megawatts de eletricidade ou com horas de trabalho de forma consistente.

Esta receita fixa nos permite expressar as transações em forma proporcional, também conhecidas como coeficientes diretos.

Estes são apresentados **no primeiro exemplo do arquivo em Excel**.

Modelo aberto de Leontief

Pressupostos principais

O pressuposto final é de que **a economia é impulsionada por variações da demanda final** (consumidores, governo, exportações) - esta é a parte exógena da economia, enquanto as transações interindustriais respondem a esses sinais e, portanto, são endógenas.

Modelo aberto de Leontief

Relações básicas

$$\sum_{j=1}^{n} z_{ij} + y_i \equiv x_i \quad \forall \; i, j = 1, 2, \ldots, n$$

z_{ij} = fluxos de consumo intermediário do setor *i* para o setor *j*
y_i = demanda final do setor *i*
x_i = oferta total do setor *i*

Modelo aberto de Leontief

Relações básicas

Substituindo $a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j}$ na equação anterior, tem-se:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + y_i = x_i \quad \forall \; i, j = 1, 2, \ldots, n$$

$$\mathbf{A}x + y = x$$
$$x = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} y$$
$$\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$$

A = matriz de coeficiente técnicos diretos
B = matriz inversa de Leontief

Modelo aberto de Leontief

Relações básicas

A matriz inversa de Leontief **B** capta a relação de dependência da produção bruta de cada setor em relação aos valores de demanda final de cada setor:

$$x = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} y$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} y_1 & \cdots & b_{1n} y_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} y_1 & \cdots & b_{nn} y_n \end{bmatrix}$$

Os elementos da i-ésima coluna da matriz **B** representam o impacto direto e indireto da demanda final do i-ésimo setor sobre a produção de cada setor da economia. A soma na coluna gera os **multiplicadores de produção.**

Modelo aberto de Leontief

Relações básicas

Assumindo que a tecnologia (matriz A) é mantida constante, então a matriz B pode ser usada para mensurar o **impacto de mudanças na demanda final** sobre a produção de todo o sistema econômico

$$\Delta x = \boldsymbol{B}\Delta y$$

$$(x^1 - x^0) = \boldsymbol{B}(y^1 - y^0)$$

Modelo aberto de Leontief

Para o exemplo numérico anterior, a matriz $\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ é mostrada abaixo:

$(I-A)^{-1}$		1	2
	1	1,254	0,330
	2	0,264	1,122
	Total	1,518	1,452

As entradas revelam os impactos diretos e indiretos em um setor quando a demanda final do setor no topo da coluna muda em $1 (ou $1 milhão ou $100 milhões).

Observe que a entrada na diagonal principal é sempre >1 sendo que o valor unitário representa o aumento da demanda final nesse setor. A parte restante é o impacto direto e indireto da expansão.

Modelo aberto de Leontief

Na parte inferior da tabela com os multiplicadores, há uma linha denominada “total”.

Observe que esses valores variam de 1,45 (setor 2) a 1,52 (setor 1).

Como esses valores devem ser interpretados?

Eles fornecem informações sobre o impacto no restante da economia (incluindo o setor em questão) de uma mudança unitária na demanda final em qualquer setor.

O valor de 1,45 para o setor 2 nos diz que, para cada aumento de $ 1 na demanda final desse setor, um valor adicional de $ 0,45 de atividade é gerado para um valor total de produção de 1,45.

Modelo aberto de Leontief

Por que esses valores variam?

- Eles refletem o grau em que um setor é dependente dos outros setores da economia, por seus insumos e como fonte de consumo de seus produtos.
- Eles dependem da estrutura de produção (a "receita").
- Seria incorreto supor que a importância de um setor na economia está diretamente relacionada ao tamanho do multiplicador.
- Um setor com um grande volume de produção, mas com um multiplicador modesto, pode gerar um maior volume de atividade na região do que um setor com maior multiplicador, mas com um menor volume de produção.

Análise de impacto

Relações básicas

Assumindo que a tecnologia (matrizes A) é mantida constante, então a matriz B pode ser usada para mensurar o impacto de mudanças na demanda final sobre a produção de todo o sistema econômico

$$\Delta x = \boldsymbol{B}\Delta y$$

$$(x^1 - x^0) = \boldsymbol{B}(y^1 - y^0)$$

Atividade 1 – Modelo nacional de insumo-produto

Dados: Matriz de Insumo-Produto de Portugal, 2017

Para cada um dos cenários abaixo, calcular o impacto sobre valor bruto da produção (VBP) de cada setor de atividade:

1. Um aumento de 15.169% nas exportações de equipamentos de transporte

2. Um aumento de 0.746% no consumo das famílias

3. Um aumento nos investimentos (FBCF) equivalente a R$ 1 bilhão