

PESQUISA OPERACIONAL I

Prof. Dr. José Vicente Caixeta Filho

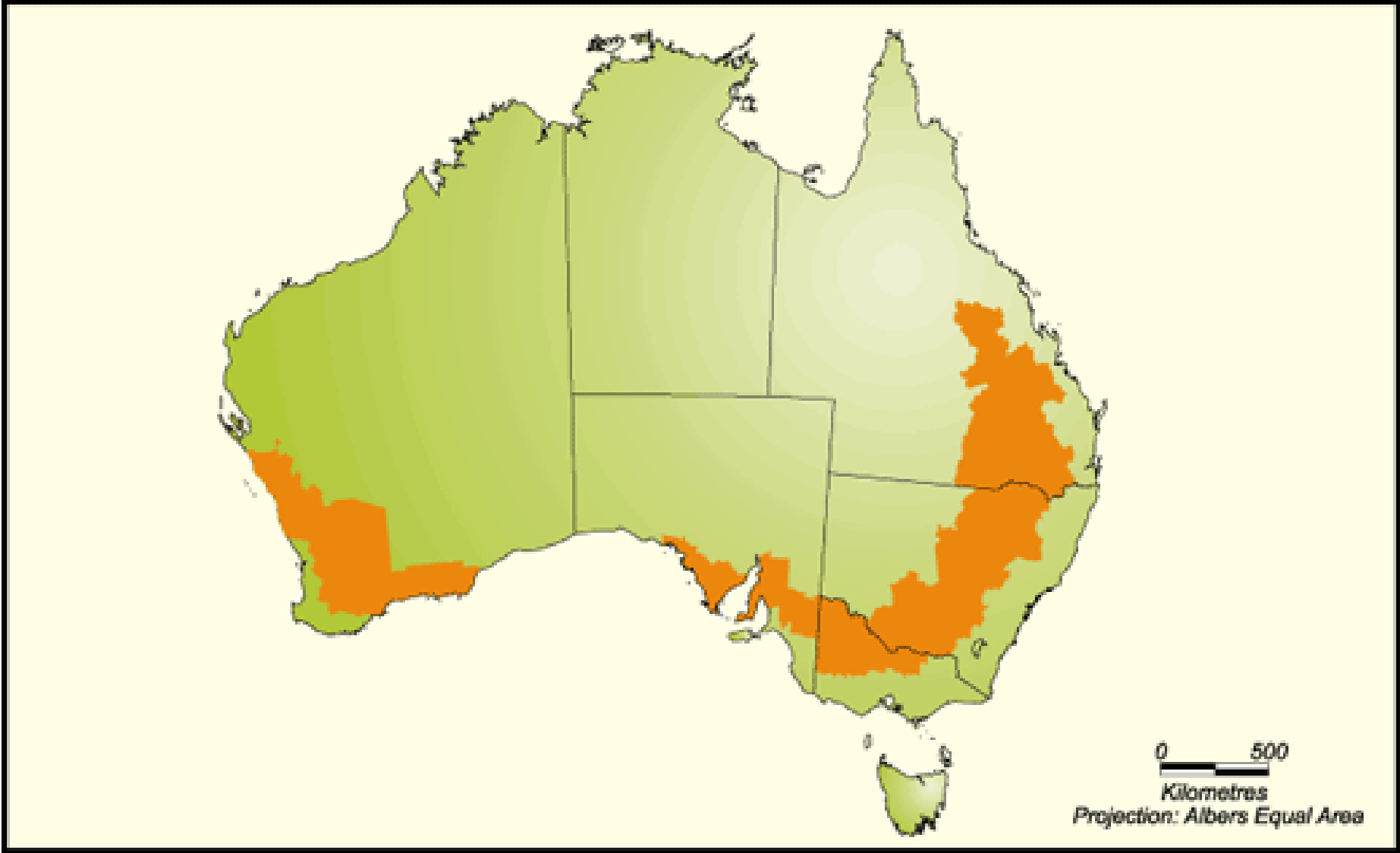
Depart. de Economia, Administração e Sociologia

ESALQ - Universidade de São Paulo

jose.caixeta@usp.br

A UTILIZAÇÃO DE MODELOS
DE EQUILÍBRIO ESPACIAL
PARA A AVALIAÇÃO
ECONÔMICA DE POLÍTICAS
AGRÍCOLAS: ESTUDO DE
CASO AUSTRALIANO

Sheep/Wool - Wheat-Sheep Zone



08023-11

Figura 1: Australian Wheat-Sheep Zone

AUSTRALIAN RAIL JOURNEY OF A LIFETIME



THE GHAN
 Adelaide to Darwin and return.
 • Adelaide to Darwin 3 days (2 nights)
 2979km, twice weekly in each direction.
 • Connections available on the Indian Pacific for guests travelling to or from Sydney.
 • Sydney to Darwin 4 days (3 nights)
 4670km, twice weekly.

INDIAN PACIFIC
 Sydney to Perth and return.
 • The epic Sydney to Perth 4352km rail adventure takes 3 days (3 nights)
 • Adelaide to Perth 2 days (2 nights)
 • Twice weekly in each direction.

THE OVERLAND
 Melbourne to Adelaide and return.
 • Daylight service Melbourne to Adelaide 828km in both directions.
 • Three times weekly in both directions.



Figura 2: Ferrovias na Austrália

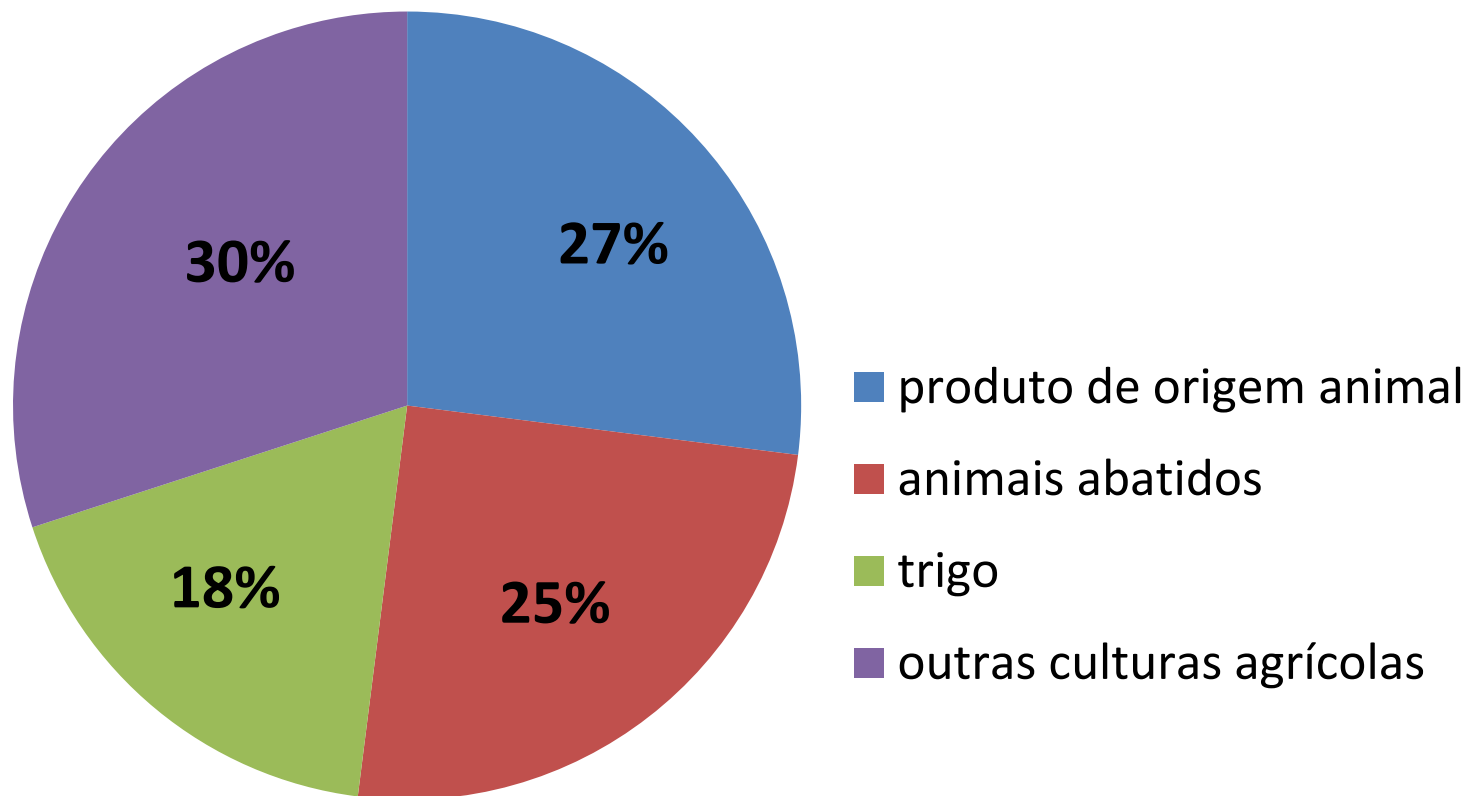


Figura 3: Receita bruta da produção rural em 1986: participação por produto

Fonte: Bureau of Agricultural Economics (1988)

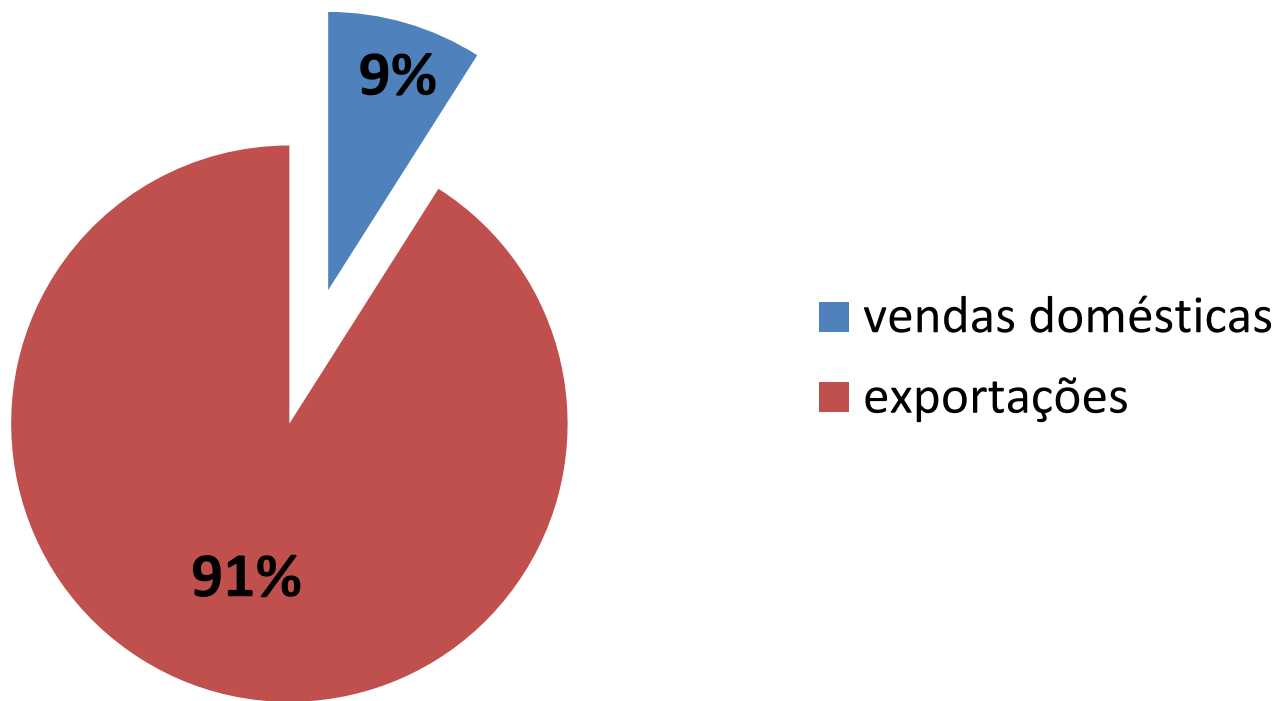
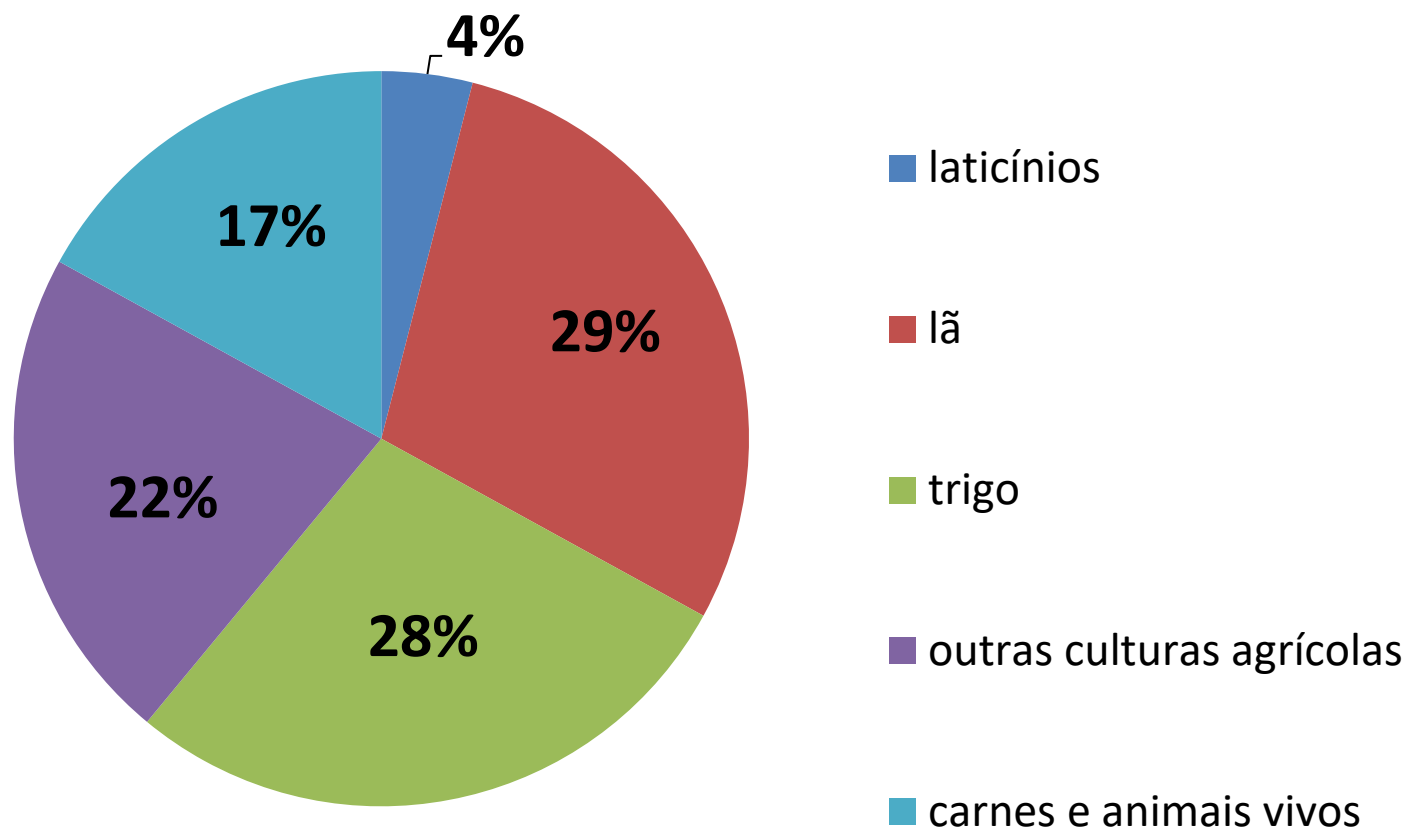


Figura 4: Proporção de vendas de trigo em 1986, de acordo com o uso final

Fonte: Australian Wheat Board (1986)



**Figura 5: Valor FOB recebido em exportações agropecuárias em 1986:
participação por produto**

Fonte: Bureau of Agricultural Economics (1988)

ESTUDO DE CASO AUSTRALIANO

- **TRIGO x DESENVOLVIMENTO**
- **TRIGO x ECONOMIA AUSTRALIANA**
- **TRIGO x “ROYAL COMMISSION”**
- **TRIGO x “AUSTRALIAN WHEAT BOARD”**

→ **MOVIMENTOS INTERESTADUAIS**

- **FORMULAÇÃO DE HIPÓTESE**

“A retirada da discriminação de preços para serviços de transporte e armazenagem nas regiões de fronteira estadual não encorajará os movimentos interestaduais de trigo”

ATIVIDADE

RESPONSABILIDADE

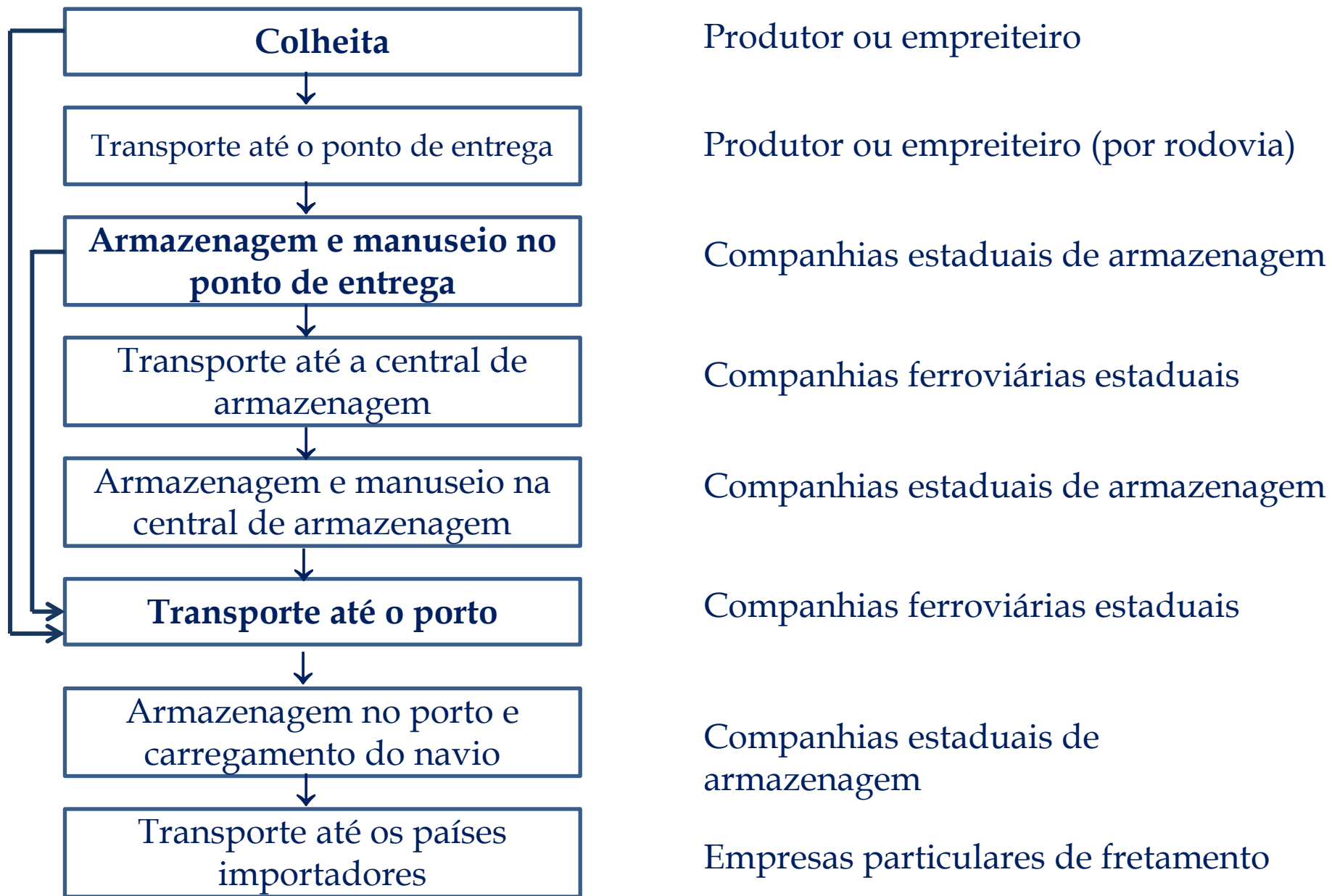


Figura 6: Esquema de distribuição do trigo australiano

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE TRIGO NA AUSTRÁLIA

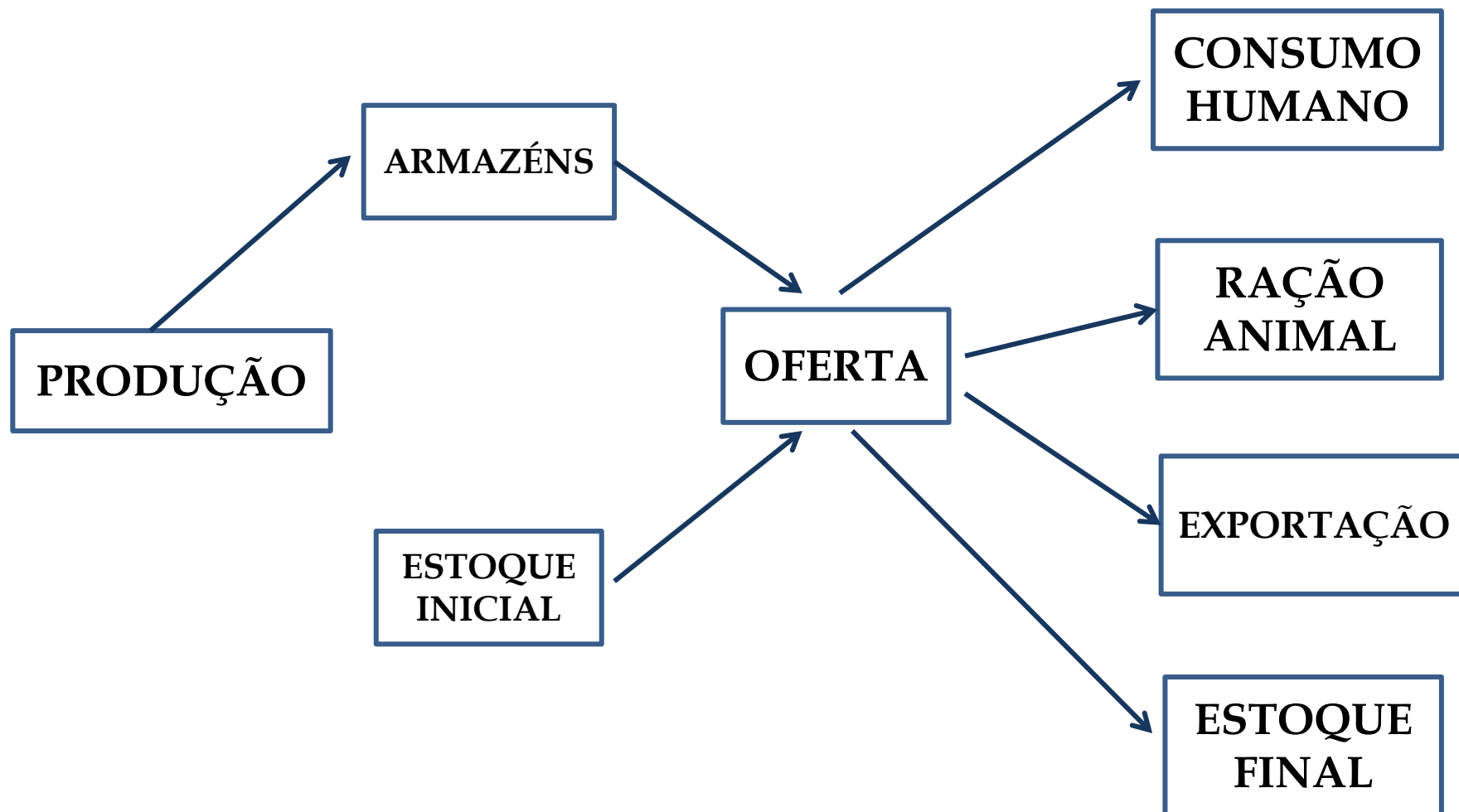


Figura 7: Principais fluxos no sistema de distribuição de trigo na Austrália

PRINCÍPIO DO MODELO DE EQUILÍBRIO ESPACIAL

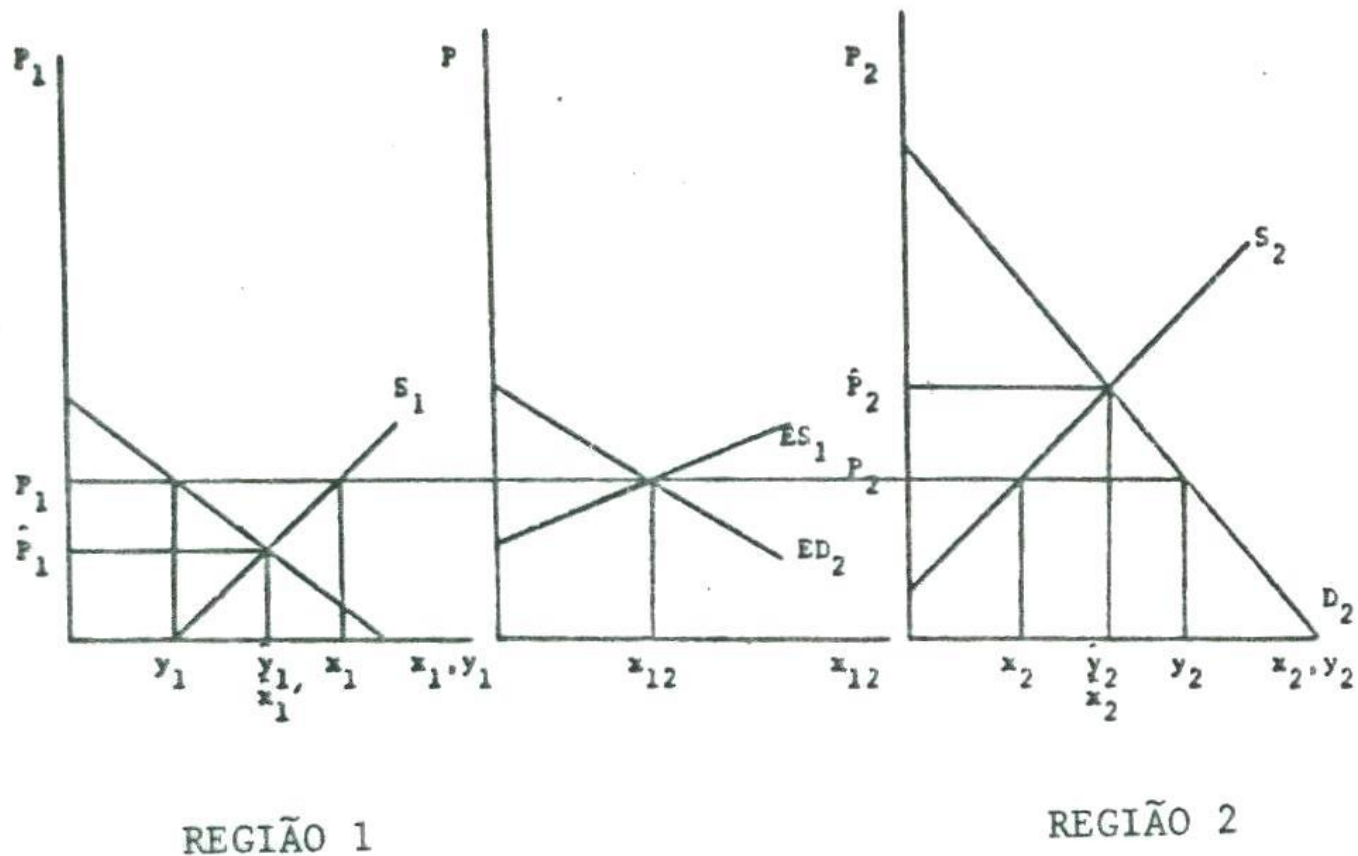


Figura 8: Modelo de Equilíbrio Espacial sem custos de distribuição

PRINCÍPIO DO MODELO DE EQUILÍBRIO ESPACIAL

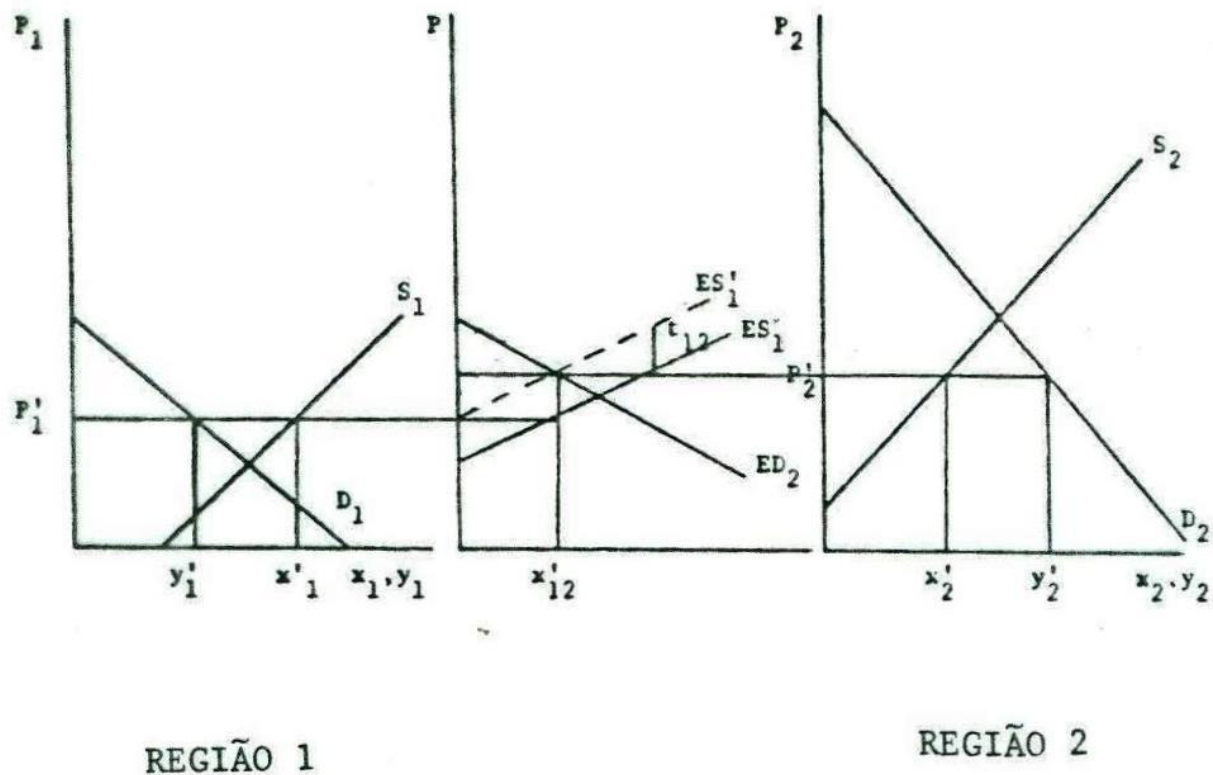


Figura 9: Modelo de Equilíbrio Espacial com custos de distribuição

MODELO DE EQUILÍBRIO ESPACIAL

FUNÇÃO OBJETIVO A SER MAXIMIZADA:

$$LT = \sum_{j=1}^n P_j Y_j - \sum_{i=1}^m P_i X_i - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m T_{ij} X_{ij}$$

LT = receita líquida

P_j = preço de compra do trigo

P_i = preço de venda do trigo

Y_j = quantidade de trigo demandada

X_i = quantidade de trigo ofertada

T_{ij} = custo de distribuição entre as regiões i e j

X_{ij} = quantidade transportada da região i para a região j

RESTRICÇÕES

DEMANDA:

- $Y_j \geq a_j - b_j P_j$

- $\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq a_j - b_j P_j \rightarrow -b_j P_j - \sum_{i=1}^m X_{ij} \leq -a_j$

$$b = \left[\frac{\delta Y}{\delta P} \right] = E_d \left[\frac{Y}{P} \right]$$

→ Elasticidade-preço de demanda

$$a = bP + Y$$

RESTRICÇÕES

OFERTA:

- $X_i \leq c_i + d_i P_i$
- $\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq c_i + d_i P_i$
- $-d_i P_i + \sum_{j=1}^n X_{ij} \leq e_i$

ARBITRAGEM DE PREÇO:

- $P_j - P_i \leq T_{ij}$

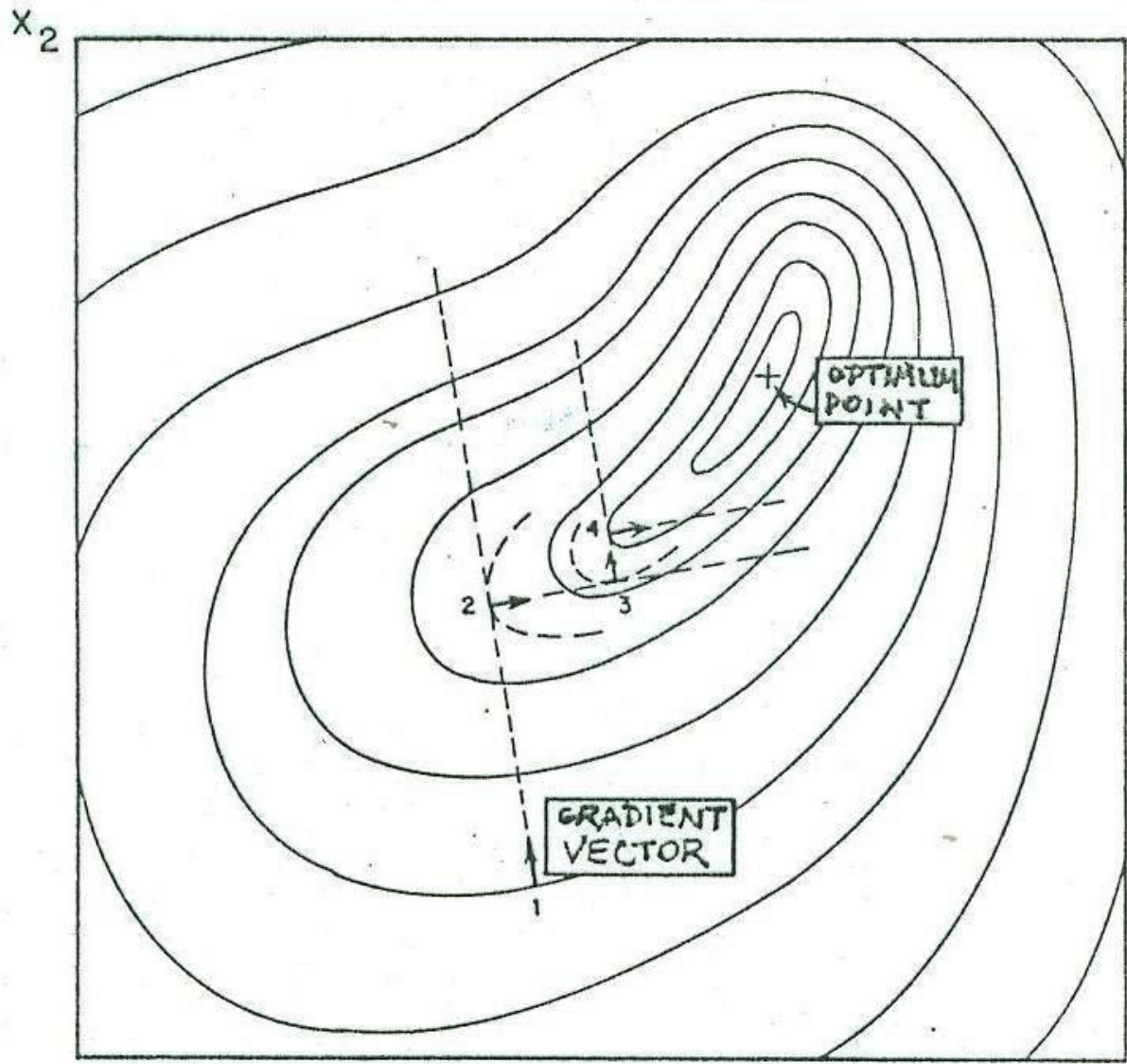
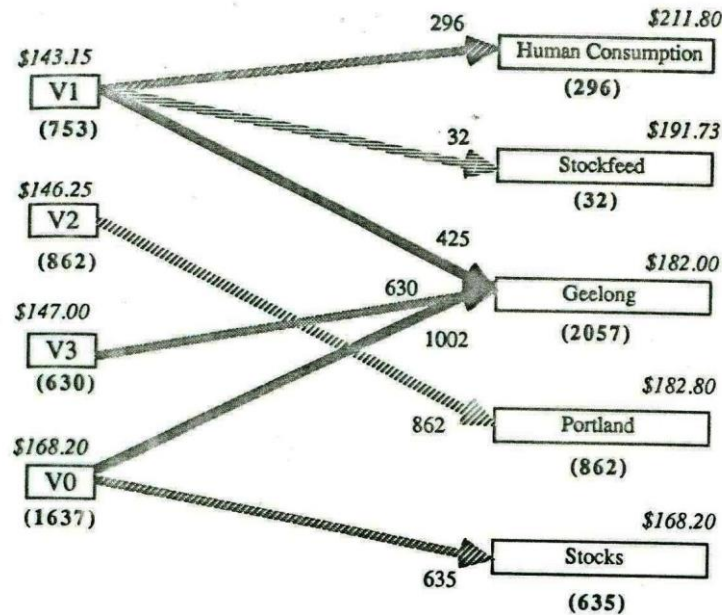


Figura 10: Procedimento de busca pelo gradiente, em Programação Não-Linear

TIPO DE RESULTADO



Legenda:

(1111) Oferta total ou demanda total de trigo, em milhares de toneladas

111
-----> Movimentação de trigo, em milhares de toneladas

\$111.11 Preço de compra ou venda de trigo

Figura 11: Solução para o Estado de Victoria, Austrália

SITUAÇÃO REAL (“Cenário-base”): CENÁRIO A

CENÁRIOS ALTERNATIVOS:

B: permissão de movimentos interestaduais

C: idem **B** + análise de sensibilidade das elasticidades-
preço

D: idem **B** + funções quadráticas de custo médio

VERIFICAÇÃO

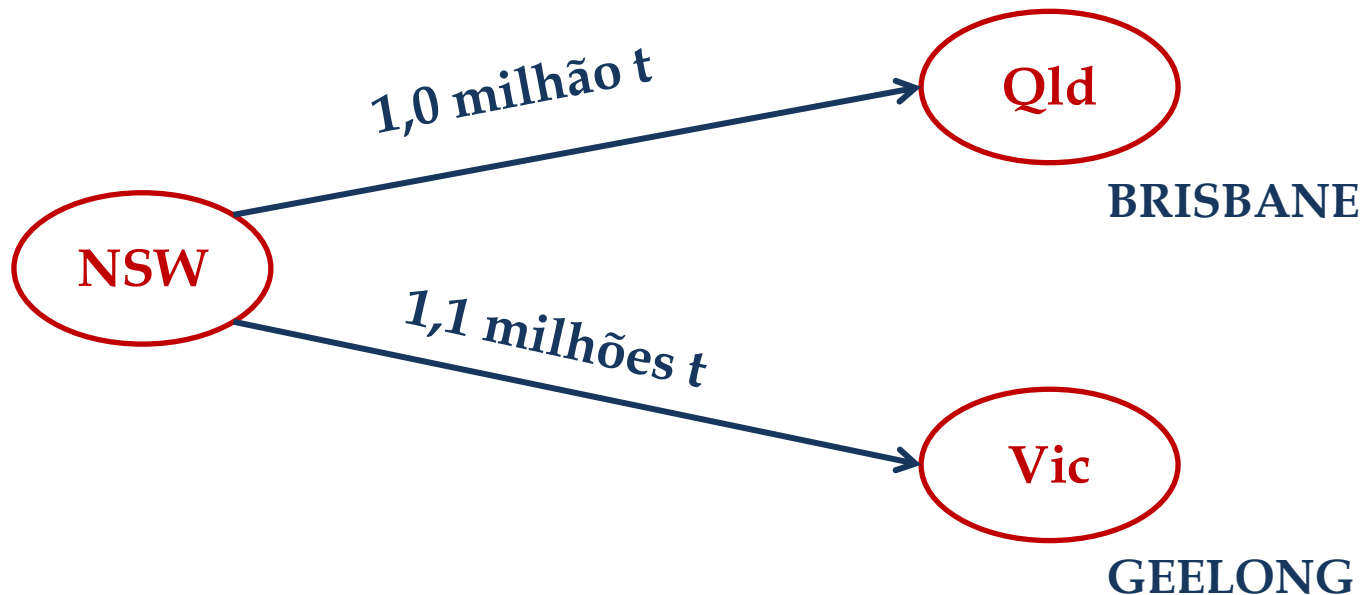
- Características duais
- MINOS x RAND QP

VALIDAÇÃO*

- Teste da hipótese de regressão linear
- Testes não-paramétricos
 - Kolmogorov-Smirnov
 - Wilcoxon

- * Preços de compra
Preços de venda
Variáveis de produção
Variáveis de demanda doméstica
Variáveis de demanda para exportação

IMPLICAÇÕES



PASSO 1: manutenção do monopólio do sistema de distribuição a nível estadual mas deixando a possibilidade de entrega interestadual disponível ao produtor.

PASSO 2: livre concorrência entre as companhias públicas e privadas para a exploração dos serviços de transporte e armazenagem de trigo, com a possibilidade de entrega interestadual disponível ao produtor.

VANTAGENS DO MODELO DE EQUILÍBRIO ESPACIAL

- ✓ **generalização do modelo de transporte**
- ✓ **inclusão de elasticidade-preço**
- ✓ **funções de custo não perfeitamente elásticas**
- ✓ **consideração de imperfeições de mercado**
- ✓ **extensões específicas:**
 - **tarifas e subsídios;**
 - **taxas de câmbio;**
 - **quotas de comercialização;**
 - **preços mínimos;**
 - **graus de monopólio e competição;**
 - **desagregação regional;**
 - **armazenamento a nível de fazenda;**
 - **estruturas permanentes x temporárias;**
 - **preços de outros grãos etc.**

LIMITAÇÕES:

ESPECÍFICAS:

- **curvas de oferta e de demanda**
- **parcialidade do modelo**

GERAIS:

- **definição do problema**
- **cooperação e interdisciplinaridade**
- **coleta de dados**
- **horizonte de implantação**

EXEMPLO NUMÉRICO NO GAMS

SETS

I regioes de oferta /REG1*REG3/

J regioes de demanda/REG1*REG3/;

PARAMETERS

A(J) coeficiente linear da equacao de demanda j

/REG1 200

REG2 100

REG3 160 /

B(J) coeficiente angular da equacao de demanda j

/REG1 10

REG2 5

REG3 8 /

C(I) coeficiente linear da equacao de oferta i

/REG1 -50

REG2 -50

REG3 -50 /

D(I) coeficiente angular da equacao de oferta i

/REG1 10

REG2 20

REG3 10 / ;

TABLE T(I,J) custo unitario de transporte

	REG1	REG2	REG3
REG1	0	2	2
REG2	2	0	1
REG3	2	1	0;

VARIABLES

X(I,J) quantidade de soja transportada de i a j

PC(I) preco de compra da soja

PV(J) preco de venda da soja

L lucro ;

POSITIVE VARIABLES X, PC, PV ;

EQUATIONS

LUCRO

OFERTA(I)

DEMANDA(J)

PRECO(I,J) ;

LUCRO .. L =E= SUM(J, PV(J)*(A(J)-B(J)*PV(J))) - SUM(I,
PC(I)*(C(I)+D(I)*PC(I))) - SUM((I,J), T(I,J)*X(I,J)) ;

OFERTA(I) .. SUM(J, X(I,J)) =L= C(I) + D(I)*PC(I) ;

DEMANDA(J) .. SUM(I, X(I,J)) =G= A(J) - B(J)*PV(J) ;

PRECO(I,J) .. PV(J) - PC(I) =L= T(I,J) ;

MODEL NLINEAR/ALL/;

SOLVE NLINEAR USING NLP MAXIMIZING L ;

DISPLAY X.L, PV.L, PC.L, L.L ;

REFERÊNCIA

- CAIXETA-FILHO, J. V. **Pesquisa operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais.** São Paulo: Atlas, 2015.

LIÇÃO DE CASA:

Discorra sobre o significado de “modelos de equilíbrio espacial” (até 24/11, terça, 19h - limite máximo de 1 página A4)