

Manuel  
de  
Vasconcelos  
Alves \*

# Algumas aplicações de modelos gravitacionais ao caso português

*A introdução da variável espaço, enquanto variável autónoma, revela-se de grande utilidade na análise do desenvolvimento económico. Com a análise regional pretende-se identificar as estruturas socio-económicas, a fim de melhor se localizarem os factores responsáveis pelos desequilíbrios. O estudo dos modelos de gravitação, completado pelo traçado de linhas isopotenciais, constitui um método cujas virtualidades e limitações se exemplificam no presente artigo, através de uma aplicação ao Continente português.*

## 1. Considerações gerais

Durante muito tempo a análise económica considerou a variável espaço como não tendo influência sobre os fenómenos económicos. Isto não quer dizer que, por exemplo, os clássicos não se tenham apercebido da sua existência, mas apenas que eles julgaram que a consideração do espaço não alterava a natureza dos fenómenos a estudar. Mesmo os «neo-clássicos», ao preocuparem-se com a localização industrial, não vão além duma análise microscópica<sup>1</sup>. A hipótese subjacente a todo o raciocínio, é a da homogeneidade do espaço em regime de concorrência perfeita; a mobilidade dos factores é infinita e a propagação dos efeitos do desenvolvimento económico não sofre fricções. A simples verificação empírica vem, contudo, pôr em causa a validade dos postulados clássicos.

\* Bolseiro da Fundação Calouste Gulbenkian.

<sup>1</sup> Vide NUNES, Rui José da Conceição — *Espaço e desenvolvimento económico* — Cap. II — Porto, 1964.

O corolário de que o desenvolvimento económico máximo a nível nacional conduzia automaticamente à obtenção de ritmos óptimos de desenvolvimento regional também acaba por ser desmentido. Basta pensar, por exemplo, no caso do crescimento nacional numa óptica de curto período e numa óptica de longo período.

Em curto período, pode conseguir-se uma taxa óptima de crescimento mesmo sem a realização expressa duma planificação espacial, no entanto aperceber-se-á facilmente que o desenvolvimento nacional foi obtido à custa de afectações não óptimas dos recursos e da conseqüente criação de desequilíbrios regionais. Em longo período, estes desequilíbrios revelar-se-ão cada vez menos suportáveis económica e socialmente, pois geram condições que comprometem o próprio desenvolvimento nacional.

Estas considerações superficiais bastam para justificar a introdução da variável espaço, enquanto variável autónoma, na análise do desenvolvimento económico. Toda a planificação realizada a nível global e sectorial deve portanto ser acompanhada de medidas de política tendentes à organização do espaço. Isto supõe a fixação de objectivos, que para serem coerentes, terão que ter em conta a estrutura e as potencialidades regionais e inter-regionais, o que significa que a programação regional supõe a análise regional. Trata-se dum trabalho verdadeiramente interdisciplinar, a que são chamados a dar a sua contribuição, economistas, geógrafos, sociólogos, urbanistas, engenheiros, arquitectos, etc.

O domínio da análise regional é vasto e os instrumentos utilizados são já numerosos. Pretende-se a identificação de estruturas socio-económicas a fim de poderem ser melhor localizados os factores responsáveis de desequilíbrios reais ou potenciais. Só a partir dum conhecimento esclarecido das diferentes realidades espaciais, é que aqueles a quem pertence o poder de decisão, poderão elaborar ou fazer intervir eficazes instrumentos de política económica. Um tal objectivo implica que não sejam descurados os problemas demográficos, de contabilidade regional, de sensibilidade das estruturas regionais, de localização, de análise interindustrial, de complexos industriais, etc. O estudo de cada um deles não é tão fácil quanto poderiam dar a entender simples declarações de boa vontade.

Duas limitações principais aparecem aqui: *a*) disposição de instrumentos de análise, que são apenas modelos mais ou menos simplificados de índole quantitativa, e *b*) suficiência de informações estatísticas, de que depende a utilização prática dos primeiros. Quanto aos modelos, um trabalho sistemático realizado desde há uma vintena de anos, por regionalistas de formação diversa, permite hoje dispor de um conjunto de instrumentos que bastará amplamente para um começo de análise. Acontece, porém, que os canais tradicionais de informação estatística são muito menos favoráveis, e só a muito custo será possível a aplicação dos mo-

delos disponíveis. Esta insuficiência revela-se aliás mesmo nos países onde o aparelho estatístico está mais desenvolvido. A sua adaptação constitui hoje, e sobretudo nas economias em que os desequilíbrios são mais flagrantes, uma das condições de sucesso das políticas de desenvolvimento, cuja resolução os poderes públicos não deveriam mascarar com meias medidas.

A existência destas limitações não constitui contudo um alibi suficiente para justificar um quase imobilismo semi-institucionalizado. Em determinadas condições, e desde que se não descure um certo número de hipóteses, é possível, através da utilização de modelos adaptáveis, ultrapassar as dificuldades que se apresentam.

É neste contexto que se situa o objectivo deste artigo. Faz-se em primeiro lugar a apresentação teórica dos modelos gravitacionais ou potenciais, e em seguida ensaia-se a sua aplicação a dois problemas concretos e limitados de análise regional no nosso país. Pretender-se-ia que este pequeno estudo fosse tanto um teste como uma pequena contribuição para o conhecimento da estrutura regional portuguesa.

## 2. Os modelos de gravitação

### 2.1. *Considerações preliminares*

A existência de um certo número de fenómenos não é perceptível se pretendermos identificá-los como fenómenos isolados. Assim, na física há leis como as da densidade, da temperatura ou da pressão dos gases, que apenas puderam ser enunciadas quando os agregados em que tais fenómenos se inserem passaram a ser considerados como um todo, como uma massa. Por analogia, STEWART<sup>2</sup> e simultâneamente ZIPF<sup>3</sup>, embora por uma outra via, começaram a pensar que no domínio social poderiam existir leis com características semelhantes. Por exemplo: no domínio da demografia, certas relações de interdependência entre diferentes agregados, passaram a ser conhecidas a partir do momento em que a base de observação passou para as grandes massas que os integram. Tal metodologia permitiu identificar variáveis que de outro modo não seriam perceptíveis.

Transposto ao domínio inter-regional, este princípio leva a encarar cada região como uma massa estruturada. As relações inter-regionais são relações entre as massas, que constituem o campo

---

<sup>2</sup> STEWART, John — «Demographic Gravitation: Evidence and Applications» *Sociometry*, vol. II (February and May 1948).

<sup>3</sup> ZIPF, George — *Human Behavior and the Principle of Least Effort* — Addison — Wesley Press, Reading, Massachusetts, 1949.

de delimitação de todas as relações de tipo económico, social, político ou outro, uma vez respeitando determinado número de hipóteses.

## 2.2. Apresentação teórica do modelo

Suponhamos um país com uma população  $P$ , em que os deslocamentos inter-regionais de  $P$ , são identificados pelo volume de viagens, cuja soma é igual a  $T$ . O país é dividido em várias regiões, cujas populações são supostas homogéneas.

Escolhidas duas regiões  $i$  e  $j$ , pretende-se construir um modelo que indique *a priori* qual o número de viagens que os habitantes de  $i$  farão com destino a  $j$ , isto é, qual o poder de atracção que a região  $j$  exerce sobre a região  $i$ .

A partir de uma analogia com o princípio newtoniano da atracção dos corpos <sup>4</sup>, e considerando que a «massa» de cada região é dada pela sua população relativa, o poder de atracção da região  $j$  sobre a região  $i$ , está na proporção directa das populações relativas e na inversa das distâncias.

Numa primeira aproximação admitta-se a hipótese simplificadora de que as deslocações inter-regionais são instantâneas e sem custo (não se despende nem tempo nem dinheiro). Aceitando o postulado de base enunciado acima, então, o poder de atracção da região  $j$  sobre os componentes individuais das outras regiões é indicado pela importância relativa da sua «massa», isto é, da sua população ( $P_j$ ) no conjunto da população das  $n$  regiões ( $P = \sum_{j=1}^n P_j$ ),

portanto pelo quociente  $\frac{P_j}{P}$ .

Como o total das deslocações inter-regionais é igual a  $T$ , o número de viagens inter-regionais é dado por  $T/P = K$ . Se a média das viagens feitas pelos habitantes de  $i$  não se afasta da média nacional, o mesmo total de viagens inter-regionais feitas pela população de  $i$  em direcção às outras  $n - 1$  regiões é dado por  $K P_i$ . Afectando este conjunto das viagens inter-regionais da população de  $i$  para as outras  $n - 1$  regiões, pelo coeficiente de atracção da região  $j$  (que é sempre inferior à unidade) obtém-se o subconjunto das viagens dos habitantes da região  $i$ , teoricamente dirigidas para a região  $j$

$$(1) \quad K \frac{P_i P_j}{P} = T_{ij}$$

<sup>4</sup> Os corpos atraem os corpos na razão directa das massas e na inversa do quadrado das distâncias.

Fixando sucessivamente cada um dos indicadores de posição  $i$  e  $j$  e fazendo variar o outro<sup>5</sup> obtém-se a rede das inter-attracções do conjunto das  $n$  regiões. E o que se diz para os movimentos de população, é igualmente válido para qualquer tipo de transacção, uma vez que sejam tidas em conta determinadas ponderações e elasticidades, próprias ao veículo que objectiva a transacção.

Começamos por supor inexistente qualquer restrição à realização das deslocações.

É uma hipótese demasiado frágil, portanto a abandonar, ou pelo menos a reconsiderar. Com efeito, é por demais evidente que a distância (não necessariamente entendida em termos físicos) constitui um obstáculo importante, e que portanto deve ser tomada como variável suplementar.

Voltemos de novo à expressão (1), onde  $T_{ij}$  representava uma mera determinação teórica. Represente-se por  $I_{ij}$ , o número de viagens efectivamente verificado e por  $d_{ij}$  a distância que separa as duas regiões, tomando como ponto de referência as respectivas capitais regionais. Considere-se a relação  $\frac{I_{ij}}{T_{ij}}$  e a distância  $d_{ij}$ , como duas variáveis figurando nos eixos  $y$  e  $x$  dum gráfico logaritmico. Um ajustamento, por exemplo, segundo o método dos menores quadrados dará uma linha recta de coeficiente angular negativo. Com efeito, é de prever que quanto maior for a distância separando duas regiões menor será o valor da relação considerada. Sendo assim, a equação da linha recta será do tipo:

$$\log \frac{I_{ij}}{T_{ij}} = a - b \log d_{ij} .$$
  $a$  e  $b$  são duas constantes;  $a$  representa o valor de  $\frac{I_{ij}}{T_{ij}}$  no ponto de intersecção da recta com o eixo dos  $y$  e  $b$  o respectivo coeficiente angular ( $a > 1$ ,  $b < 0$ )

Se  $c = \text{antilog. } a$ , ter-se-á:

$$(2) \quad \frac{I_{ij}}{T_{ij}} = \frac{c}{d_{ij}^b} ; I_{ij} = c \frac{T_{ij}}{d_{ij}^b}$$

Da expressão (1) e fazendo  $\frac{CK}{P} = G$ , vem  $C T_{ij} = G P_i P_j$   
Substituindo em (2) resulta:

$$(3) \quad I_{ij} = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}^b}$$

<sup>5</sup>  $i, j = 1, \dots, n ; T_{11} = 0 = T_{11}$

Esta é a expressão elementar dos modelos de gravitação, e como tal a que integra menos refinamentos. Outras expressões mais aperfeiçoadas serão apresentadas adiante. Chega-se assim a uma expressão, em que os fluxos entre diferentes regiões, aparecem como função de dois tipos de variáveis: populações respectivas e distância que as separa.

### 3. Linhas isopotenciais

As linhas isopotenciais obtêm-se unindo os pontos de um determinado território em que se verificam idênticas intensidades de atracção. Constituem, portanto, uma aplicação particular dos modelos de gravitação. Para a apresentação destes últimos, foi tomado como exemplo o caso das deslocações espaciais da população, mas evidentemente podiam considerar-se inúmeros outros fluxos, desde que a sua realização estivesse dependente dos poderes de atracção duma massa e de repulsão da distância que separa as zonas de transacção.

Se se considerarem  $n$  regiões, o total dos fluxos de saída entre a região  $i$  e as outras  $n - 1$  regiões, pode traduzir-se por uma expressão do tipo:

$$(4) \quad I_{ij} + I_{i2} + \dots + I_{in} = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}^b} + \frac{P_i P_2}{d_{i2}^b} + \dots + G \frac{P_i P_n}{d_{in}^b}$$

Somando em  $j$  obtem-se:

$$(5) \quad \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n I_{ij} = G \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n \frac{P_i P_j}{d_{ij}^b}$$

Como  $P_i$  é independente da soma em  $j$ , pode-se dividir ambos os membros da expressão por  $P_i$ ; obtem-se o número de fluxos por unidade de massa (aqui representada pela população).

$$(6) \quad \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n \frac{I_{ij}}{P_j} = G \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n \frac{P_j}{d_{ij}^b} = V$$

O valor assim obtido, aqui representado pelo símbolo  $V$ , costuma ser designado por potencial da região  $i$ .

STEWART<sup>6</sup> baseando-se no conceito físico de potencial gravita-

<sup>6</sup> Vide *op. cit.*

cional, faz a constante  $b$  igual à unidade, e define, através da seguinte expressão, o potencial demográfico duma região:

$$(7) \quad {}_iV = \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n \frac{P_j}{d_{ij}}$$

Se em vez de considerarmos  $n - 1$  regiões de destino, tomarmos apenas a região  $N$ , obtemos aquilo a que STEWART chama «o potencial de  $i$  exercido por  $N$ ».

$$(8) \quad \frac{P_{iN}}{d_{iN}} = {}_iV_N$$

Supondo possível o cálculo dos potenciais ( ${}_iV$ ) para todas as regiões, as linhas isopotenciais obtêm-se, marcando sobre um mapa das regiões a estudar o ponto que lhes corresponde e o potencial respectivo, unindo em seguida os pontos em que se verificam potenciais idênticos.

As linhas isopotenciais têm em geral uma forma curvilínea e são concêntricas em relação ao centro de atracção. Este centro é, em geral, uma cidade ou aglomerado urbano, que possui sobre as regiões vizinhas influência suficiente para absorver a maioria das transacções que estas realizam.

Se eventualmente surgem dúvidas quanto ao problema de saber qual é o centro de atracção que corresponde a um ou mais pontos do mapa, a dificuldade resolve-se, supondo que o centro cuja influência é mais forte é aquele cuja população é mais importante.

O estudo das linhas isopotenciais tem grande interesse, nomeadamente quando se pretende fazer sobressair a existência de desequilíbrios regionais ou delimitar zonas de influência. Daremos um exemplo mais adiante.

Ainda em analogia com os conceitos de força e energia gravitacional de NEWTON, STEWART define força e energia demográfica, atribuindo ao parâmetro  $b$  da expressão (3) os valores 2 e 1.

$$\text{Força demográfica: } F = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}^2}$$

$$\text{Energia demográfica: } E = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}}$$

A grande vantagem dos modelos de gravitação é a de permitirem inúmeras aplicações no estudo de fenómenos de análise regional, que de outra maneira não poderiam ser conhecidos, entre mais razões devido à falta de informações estatísticas suficientes. Contudo, porque se baseiam numa analogia com uma lei empírica da Física, os modelos apenas permitem constatações de facto e análises de influências e não, como seria desejável, a explicação do aparecimento de tais fenómenos.

#### 4. Dificuldades práticas de aplicação

A utilização de modelos de gravitação com fins meramente descritivos ou mesmo projectivos (pois que se podem realizar análises de influências) não se faz sem dificuldades e limitações de vária ordem.

Um primeiro problema aparece quando, em relação ao estudo de um fenómeno concreto, se pretende traduzir numericamente a distância e as massas. A introdução da variável massa no modelo pretende ter em conta as interinfluências exercidas por um centro sobre outro, quando se produz determinado tipo de transacção. Ela traduz o poder de atracção do centro de destino sobre o centro de origem da transacção. Em geral, a unidade de massa utilizada é a população, mas em muitos casos pode ser posta em dúvida a possibilidade que ter um tal indicador, para traduzir a atracção que queremos tem em conta. Assim, por exemplo, se estudarmos os movimentos migratórios, será preferível escolher como unidade de massa um indicador de rendimentos em lugar do volume da população.

A escolha da unidade de massa depende do tipo de problema que se pretende estudar. É muito possível que grandezas como a população activa, a população estudantil, o número de equipamentos terciários, os investimentos realizados, etc., sejam muito mais representativas da atracção mútua entre dois centros, do que a simples indicação do volume de população.

O mesmo se diria em relação à distância que separa dois pólos. A mera representação quilométrica pode não representar coisa nenhuma enquanto obstáculo ao deslocamento, pois, na segunda metade do século XX ela traduz mal a eventual existência de resistências. Outros factores de ordem sociológica e psicológica são deste ponto de vista muito mais significativos, e para os ter em conta, ou se pondera o indicador inicial ou se encontra um indicador mais preciso.

Uma vez encontrada uma unidade de massa que seja apropriada à análise do problema em estudo, não se deve esquecer que ela poderá não ter o mesmo significado, a mesma influência, em todas as regiões consideradas, o que portanto deve também dar lu-



gar à realização de ponderações. De facto começamos por supor que a população das diversas regiões era homogênea, mas acontece que os agregados não têm necessariamente a mesma composição e em consequência não possuem o mesmo significado económico e sociológico. Ao estudar, por exemplo, a intensidade do tráfego de passageiros viajando em caminho de ferro em primeira classe, é aconselhável ponderar a população pela média dos rendimentos «per capita». A única e grande dificuldade consiste em saber, para cada caso particular, qual é a ponderação a atribuir à massa, de forma a que os valores dos fluxos estimados sejam o mais exactos possível.

Um outro tipo de problemas diz respeito ao nível de agregação das variáveis utilizadas nos modelos. Ele é muito variável de caso para caso, dependendo a sua escolha da precisão e do número de informações que se pretendam obter. Convém, porém, não esquecer que, se a desagregação é levada demasiado longe, o modelo, enquanto modelo de gravitação, perde todo o seu sentido. Trata-se de modelos de massa, e o fenómeno em estudo só tem probabilidades de se manifestar ou de ser significativo, se se garante uma dimensão mínima aos agregados. A desagregação é desejável apenas na medida em que é susceptível de trazer informações adicionais e enquanto não destrói a unidade interna de cada agregado ou massa.

Numa tentativa de generalização das expressões atrás apresentadas <sup>7</sup>, podemos escrever após a introdução das ponderações e elasticidades julgadas aconselháveis:

$$(9) \quad \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n I_{ij} = G \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n \frac{W_i M_i W_j M_j^\beta}{d_{ij}^\alpha}$$

$$(10) \quad {}_iV = G \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n \frac{W_j M_j^\beta}{d_{ij}^\alpha} \text{ onde}$$

$M_i$  e  $M_j$  são as massas dos agregados  $i$  e  $j$   
 $W_i$  e  $W_j$  são os coeficientes de ponderação  
 $\alpha$  e  $\beta$  são os coeficientes de elasticidade.

As potencialidades oferecidas por estes modelos são, neste momento, limitadas pela inexistência de uma teoria que permita em cada caso escolher de maneira precisa os valores das elasticidades e dos coeficientes de ponderação, que ficam assim submetidos, em

<sup>7</sup> Expressões (5) e (6) do parágrafo precedente.

larga media, a arbitrariedade de quem os utiliza. Espera-se, no entanto, que estudos já empreendidos permitam em breve uma aplicação mais generalizada.

## 5. Dois ensaios de aplicação

Pretende-se com os exemplos que se seguem dar uma primeira amostra do que podemos obter para Portugal no domínio da análise regional, com a utilização dos modelos potenciais que acabamos de expor. Procurar-se-á ver sucessivamente em que medida o seu emprego supre a inexistência de dados estatísticos e serve de indicador da existência de desequilíbrios geográficos. No primeiro exemplo ensaia-se a estimação de movimentos migratórios inter-regionais, e no segundo procura dar-se uma representação gráfica à influência que exercem entre si as diferentes capitais de distrito.

### 5.1. Os movimentos migratórios inter-regionais

È bem conhecido o estado de imprecisão e insuficiência em que se encontram as estatísticas demográficas no nosso país, principalmente quando ao nível da análise inter-regional se pretende conhecer o valor e o sentido das deslocações espaciais. A inexistência de registos de qualquer natureza para a detecção das migrações regionais obriga aqueles que por qualquer motivo se vêem na necessidade de ter em conta estes movimentos, a fazerem hipóteses aventurosas, que, por muito cuidadas que possam ser, estão sempre impregnadas dum elevado grau de arbitrariedade.

Teóricamente poderá parecer que não será difícil determinar o volume das migrações interiores respeitantes a cada distrito. Pensar-se-á que sendo-nos dadas pelo *Anuário Demográfico* as populações distritais para o meio do ano, bem como os respectivos saldos fisiológicos e saldos migratórios externos, seria fácil o cálculo do saldo migratório interno, utilizando uma via residual. A expressão utilizada seria do tipo:

$$(11) \quad M_i = P_{t+1} - P_t - N \pm M_e \text{ onde}$$

$M_i$  é o saldo migratório interno

$M_e$  é o saldo migratório externo

$N$  é o saldo fisiológico

$P_{t+1}$  é a população do ano em estudo

$P_t$  é a população do ano precedente

A utilização desta via seria inútil, pois se obteriam sistemáticamente valores nulos para  $M_i$ . Isso deve-se ao facto de o valor

de  $P_{t+1}$  ter sido calculado a partir de  $P_t$  por mera somação de todos os saldos considerados, à excepção de  $M_i$ . Ê-se portanto conduzido a procurar outros métodos, que embora aproximativos possam fornecer uma estimacção razoável.

Neste momento, o objectivo é a applicação dum modelo de gravitação. Não é o valor de  $M_i$  que ele permite obter, pois que este constitui para o modelo um dado. Uma vez conhecido este valor, o que o modelo permite determinar é a sua repartição pelos centros de atracção ou repulsão, conforme o saldo é negativo ou positivo. Tomemos como dados de base as estimacções feitas em estudos precedentes<sup>8</sup>. Suponhamos por exemplo o distrito de Aveiro no ano de 1965 e vejamos como poderá ser repartido o valor do respectivo saldo migratório interno. Tomemos no estudo citado os seguintes dados do Quadro III<sup>9</sup>.

QUADRO I

População do distrito de Aveiro

	1961	1962	1963	1964	1965
População do ano anterior	538 443	546 905	553 429	559 699	565 708
Saldo fisiológico - migrações	6 921	4 930	4 679	4 425	2 250
Migrações internas .....	1 541	1 594	1 591	1 584	1 574
População do ano em curso	546 905	553 429	559 699	565 708	569 532

Seja uma expressão do tipo da expressão (5):

$$M_{ij} = G P_j \frac{P_i}{r_{ij}^b}, \text{ onde tomamos a constante } b \text{ igual à unidade.}$$

O modelo supõe que a atracção que  $j$  exerce sobre os  $i$  (no distrito de Aveiro o saldo migratório é, segundo o Quadro I, positivo) é directamente proporcional ao produto das massas (aqui avaliadas através das populações respectivas) e inversamente proporcional à distância que separa os dois centros. Uma vez que já

<sup>8</sup> Vide ALVES, M. V. — *Condition d'application au Portugal de quelques modèles quantitatifs d'analyse régional*, pág. 14 e seguintes. Paris, 1968.

<sup>9</sup> Vide *op. cit.*, pág. 15 b.

conhecemos os valores de  $\bar{M}_{ij}$  e  $\bar{P}_i$  resta-nos determinar os valores de  $P_j$ ,  $d_{ij}$  e  $G$ . As distâncias  $d_{ij}$  entre as capiais de distrito podem ser obtidas através dum vulgar Guia das Estradas do Automóvel Club de Portugal. As populações  $P_j$  dos outros distritos podem igualmente obter-se a partir do quadro n.º 3 do estudo já citado.

Beja .....	271 606	Lisboa .....	1 531 742
Braga .....	640 335	Portalegre .....	182 827
Bragança .....	232 715	Porto .....	1 322 392
Castelo Branco .....	310 205	Santarém .....	470 928
Coimbra .....	450 335	Setúbal .....	415 044
Évora .....	227 775	Viana do Castelo .....	277 897
Faro .....	315 266	Vila Real .....	338 794
Guarda .....	275 035	Viseu .....	501 768
Leiria .....	407 977		

Resta-nos o cálculo da constante  $G$ . Para isso determina-se

para cada distrito os valores de  $\frac{P_i}{d_{ij}}$

Beja	$\frac{271\ 606}{384} = 707$	Leiria	$\frac{407\ 977}{116} = 3\ 517$
Braga	$\frac{640\ 335}{121} = 5\ 292$	Lisboa	$\frac{1\ 531\ 742}{249} = 6\ 151$
Bragança	$\frac{232\ 715}{323} = 720$	Portalegre	$\frac{182\ 827}{296} = 617$
C. Branco	$\frac{310\ 205}{215} = 1\ 442$	Porto	$\frac{1\ 322\ 392}{67} = 19\ 737$
Coimbra	$\frac{275\ 035}{58} = 7\ 764$	Santarém	$\frac{470\ 928}{185} = 2\ 545$
Évora	$\frac{450\ 335}{306} = 744$	Setúbal	$\frac{415\ 044}{280} = 1\ 436$

Faro	$\frac{315\ 266}{516} = 611$	V. do Castelo	$\frac{277\ 897}{138} = 2\ 013$
Guarda	$\frac{275\ 035}{181} = 1\ 520$	Vila Real	$\frac{338\ 794}{183} = 1\ 851$
		Viseu	$\frac{501\ 768}{95} = 5\ 281$

Somando obtém-se:

$$1574 = 569\ 532 \times 61948 \times G$$

$$G = 0,0000004461$$

Beja .....	569 532 .	707 . G =	18
Braga .....	» .	5 292 . G =	134
Bragança .....	» .	720 . G =	18
Castelo Branco .....	» .	1 442 . G =	36
Coimbra .....	» .	7 764 . G =	197
Évora .....	» .	744 . G =	19
Faro .....	» .	611 . G =	15
Guarda .....	» .	1 520 . G =	39
Leiria .....	» .	3 517 . G =	89
Lisboa .....	» .	6 151 . G =	156
Portalegre .....	» .	617 . G =	16
Porto .....	» .	19 737 . G =	501
Santarém .....	» .	2 545 . G =	65
Setúbal .....	» .	1 436 . G =	36
V. do Castelo .....	» .	2 013 . G =	51
Vila Real .....	» .	1 851 . G =	47
Viseu .....	» .	5 281 . G =	134

1 574

Estes resultados sugerem-nos, porém, dois comentários. O primeiro é relativo ao método utilizado, o outro à exactidão dos dados de base de que se partiu para a realização dos cálculos.

Da aplicação do modelo de gravitação obtivemos resultados coerentes com a lei estabelecida, segundo a qual os fluxos são directamente proporcionais às massas e inversamente proporcionais à distância. Não será pois para admirar que mesmo o distrito de Faro tenha fornecido ao distrito de Aveiro um contingente de 15. Ele justifica-se não tanto pela acção das massas, mas sobretudo

pelo atrito imposto pelos 516 km que separam as duas capitais de distrito. O mesmo se diria dos outros contingentes, que pela mesma razão não coincidirão com certeza com os movimentos reais verificados. O importante é no entanto o facto de ter sido possível encontrar uma lei que, melhor ou pior segundo a qualidade dos indicadores utilizados, nos permite encontrar e quantificar as tendências gerais.

O segundo comentário resulta do facto de se ter tomado como base dos cálculos, um saldo migratório (imigrações internas no distrito de Aveiro = 1574). Em consequência, os contingentes obtidos para cada distrito, representam também um saldo. Se se quisesse obter uma análise mais detalhada, teríamos que tentar determinar qual a composição dos fluxos que originaram a obtenção do saldo 1574. O facto do saldo ser positivo não elimina a hipótese de terem sido possíveis no distrito de Aveiro movimentos de carácter repulsivo, que podem muito bem ter-se dirigido para distritos que simultaneamente estavam a enviar mão-de-obra para o primeiro. Só depois de conseguida a decomposição do saldo global, é que o emprego do modelo de gravitação poderia trazer uma solução ao problema levantado.

## 5.2. As linhas isopotenciais e os desequilíbrios inter-regionais

Já se enunciou atrás a técnica que permite desenhar as linhas isopotenciais. Veja-se agora como se pode chegar a uma representação gráfica que seja significativa dos desequilíbrios entre as diversas parcelas do território nacional. A expressão (7)

$$(7) \quad {}_iV = \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq i)}}^n \frac{P_j}{d_{ij}} = G \frac{P_1}{d_{i1}} + G \frac{P_2}{d_{i2}} + \dots + G \frac{P_n}{d_{in}}$$

determina os potenciais de cada distrito, se se fizer para cada  $i$  variar  $j$  de 1 a  $n$ .

Uma vez calculados os potenciais de cada distrito, desenham-se as linhas isopotenciais sobre um mapa do Continente. Tomam-se como pontos de referência as capitais de distrito e como variáveis as distâncias que as separam e as populações de cada distrito, continuando a escolher como dados os que já foram utilizados aquando

do cálculo dos movimentos migratórios. Os cálculos de  $\sum_{j=1}^n \frac{P_j}{d_{ij}}$  são

apresentados nos Quadros II e III. Na expressão aparece ainda a constante  $G$ , que é uma constante dimensional, cujo valor depende das unidades utilizadas em cada caso, e que no nosso exemplo é

arbitrário. Sendo assim, em razão de facilidades de representação gráfica, façamos  $G = 0,001$ .

Os potenciais obtidos na última coluna do Quadro III, uma vez multiplicados pela constante  $G$  e marcados sobre um mapa do Continente, permitem o traçado das linhas isopotenciais (vide Mapa n.º 1).

Se observarmos o mapa, notaremos imediatamente que as linhas isopotenciais são marcadamente côncavas em relação à linha de costa e que o seu potencial aumenta à medida que o isopotencial se aproxima do mar, atingindo o seu máximo nas cidades implantadas perto do litoral. Esta constatação, é mais um indicador dos desequilíbrios fundamentais de ordem social, económica e urbana entre as diferentes zonas do espaço português, em particular entre o litoral ocidental e as zonas do interior e litoral sul<sup>10</sup>.

Os únicos centros possuindo um certo dinamismo situam-se numa pequena franja litoral, mas esse dinamismo é provocador de processos cumulativos de concentração<sup>11</sup> que impedem que os efeitos benéficos do progresso se projectem no interior do país, e apenas contribuem para que se agravem os desequilíbrios já existentes.

Duas grandes aglomerações, Lisboa e Porto, que centralizam a maior parte da vida urbana do Continente, não são equilibradas pela disseminação no interior de uma rede de cidades de média importância, pelo que a expansão urbana não tem possibilidades de fácil propagação, a partir do momento em que comece a fazer sentir-se a falta deste veículo condutor.

Sobre o mapa notaremos a existência de algumas pequenas ilhas, que parecem polarizar a actividade de zonas circunvizinhas, ainda que de pequena extensão. É o caso de Braga, Aveiro, Setúbal e Santarém. Em contrapartida, Lisboa e Porto fazem sentir a sua influência sobre uma extensão de território muito mais vasta. Esta constatação, embora exigisse uma análise mais detalhada, mostra-nos já de maneira muito nítida que estamos perante uma estrutura urbana desequilibrada, para a qual se impõe que se encontre rapidamente uma solução, quer pela criação de novas aglomerações, quer pelo desenvolvimento de centros de pequena importância que já existam.

Outra constatação que pode surpreender é o facto de um número bastante grande de distritos (de importância económica me-

---

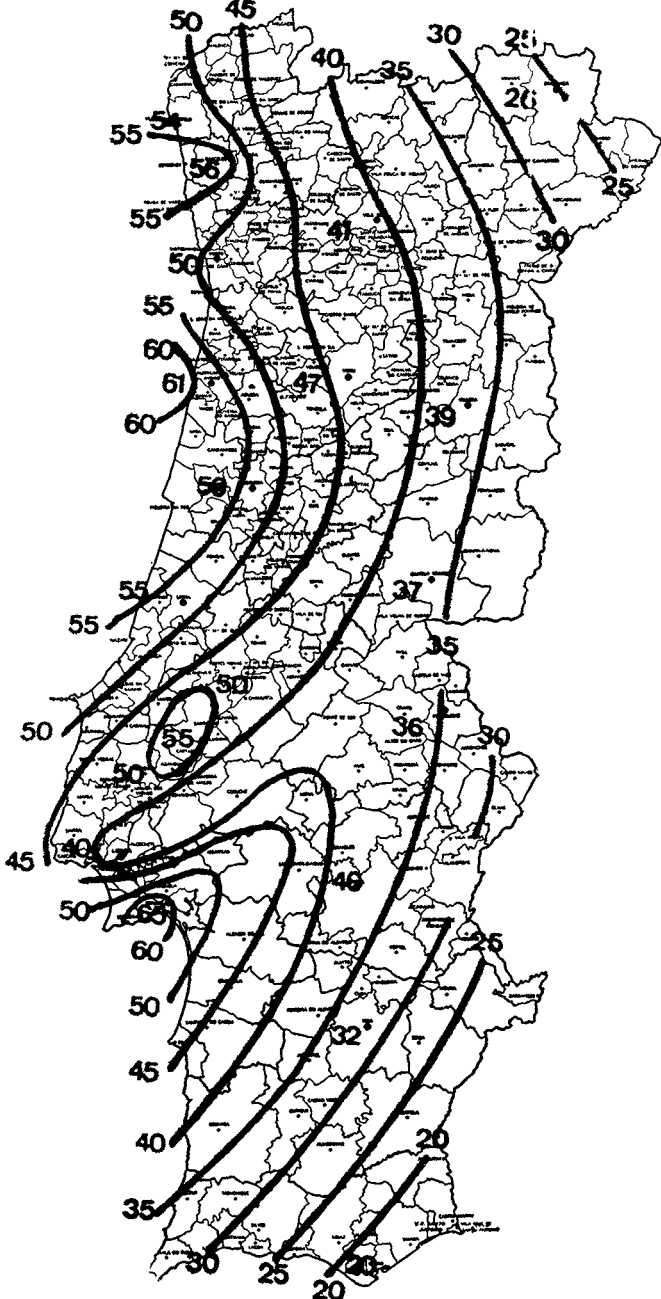
<sup>10</sup> A este propósito ver:

M. Santos LOUREIRO — *As assimetrias espaciais do crescimento no Continente Português* — INII.

*Projecto do III Plano de Fomento*: Título III, Planeamento Regional — págs. 554 e seguintes — Imprensa Nacional de Lisboa — 1967.

<sup>11</sup> Teria aqui interesse fazer uma comparação de mapas de isopotenciais referidos a momentos diferentes.

Linhas isopotenciais



Mapa n.º 1



diana) possuir potenciais superiores aos de Lisboa e Porto. O resultado não é difícil de explicar e já era de esperar, pois que não se considerou para cada  $i$ , o valor do potencial que o centro exerce

sobre si próprio, quer dizer o valor de  $V_i = G \frac{P_i}{d_i^2}$ <sup>12</sup>. Se se adicionasse aos potenciais já obtidos o valor de  $V_i$  e se fizesse uma nova representação, obter-se-iam com certeza desequilíbrios muito mais pronunciados, em que a tendência seria para uma concentração muito mais forte da vida económica do País nas regiões de Lisboa e Porto.

Aplicações semelhantes poderiam ser realizadas, tomando como unidade de massa o tráfego de passageiros ou de mercadorias por estrada ou caminho de ferro, o volume das chamadas telefónicas, a intensidade das transacções comerciais, etc.

Contudo, os resultados a obter não seriam extraordinariamente diferentes dos já obtidos, enquanto que a obtenção dos dados de referência seria muito mais difícil.

---

<sup>12</sup> Para o tratamento deste caso particular vide STEWART, *op. cit.* pág. 48.