

Acessibilidade rodoviária na área de Coimbra. A propósito de um mapa de isócronas publicado por Fernando Rebelo em 1975¹

Rui Ferreira

Departamento de Geografia. Faculdade de Letras. Universidade de Coimbra. CEGOT - Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território.
ruiff@ci.uc.pt

Resumo:

Partindo da reavistagem de um trabalho antigo, talvez, menos conhecido, do Professor Fernando Rebelo, publicado na revista *Biblos* em 1975 e intitulado “O afluxo diário de trabalhadores a Coimbra e os transportes rodoviários de passageiros”, ensaiou-se uma análise comparativa entre os principais traços evidenciados pela geometria do mapa de isócronas aí publicado e o resultado de um processo de modelação das acessibilidades rodoviárias na área do concelho de Coimbra, baseado no inventário da rede viária actual.

Passados quase 40 anos, muitos dos traços destacados no trabalho do Professor Rebelo são ainda visíveis no mapa contemporâneo mas, mais preocupante do que isso, muitos dos constrangimentos associados à assimetria da rede viária que envolve Coimbra continuam, ainda hoje, a fazer-se sentir, limitando o potencial da cidade enquanto pólo dinamizador de interações a nível regional em concorrência directa com outros centros regionais, como é o caso de Aveiro, Leiria ou Viseu.

Palavras-chave: Acessibilidade. Modelação. Mapa de isócronas.

Abstract:

Road accessibility on the outskirts of Coimbra. With regard to a map of isochrones published by Fernando Rebelo in 1975

After revisiting an old work, perhaps less well-known, by Professor Fernando Rebelo, published in the *Biblos* magazine in 1975 under the title “The daily influx of Coimbra workers and the passenger road transport”, a comparative analysis was attempted between the main features shown by the geometry of the isochrone map published therein and the result of a road accessibility modelling process in the area of Coimbra municipality, based on the current road network's inventory.

Nearly 40 years later, many of the features highlighted in the Professor Rebelo's work are still visible on the contemporary reality but, more troubling than that, many of the constraints associated with the asymmetry of the road network that surrounds Coimbra continue, even today, to limit the potential of the city as a center of dynamic interactions at regional level in direct competition with other regional centers, as is the case of Aveiro, Leiria and Viseu.

Keywords: Accessibility. Modeling. Map of isochrones.

¹ Este texto não obedece ao Novo Acordo Ortográfico.

1. Introdução

Quem conhece minimamente o Professor Fernando Rebelo sabe que as dinâmicas geomorfológicas actuais e, particularmente, os Riscos Naturais, têm sido na investigação académica, os seus domínios de eleição. Contudo, desses temas e da sua relação com eles, outros, certamente com mais propriedade e sabedoria, poderão dissertar.

Este texto, singela mas sentida homenagem ao Mestre, orienta-se num sentido bem diverso, à primeira vista, longe até da Geografia Física, nessa visão dual da Ciência que separa a natureza do humano. Centra-se na problemática da acessibilidade viária e inspira-se, precisamente, num trabalho publicado pelo Professor Fernando Rebelo na revista *Biblos* em 1975, intitulado “O afluxo diário de trabalhadores a Coimbra e os transportes rodoviários de passageiros”¹.

Nessas “notas preliminares”, o Professor Rebelo, explorando a “situação de fronteira entre a Geografia, por um lado, e a Economia, a Política e a Sociologia, por outro”, procura perceber um facto espacial de particular importância na área de Coimbra: a “importância dos transportes rodoviários de passageiros na deslocação de uma grande parte dos trabalhadores de fora para a cidade e vice-versa”.

Baseando-se na técnica do inquérito directo para recolher informação, lança-se na elaboração de mapas de “frequências das carreiras entre Coimbra e arredores” e de “isócronas dos transportes rodoviários de passageiros entre Coimbra e arredores (Figuras 2, 3 e 4, respectivamente).

A análise destes instrumentos de trabalho permite-lhe identificar os principais eixos por onde se movimentam os fluxos pendulares que, diariamente, interligam a cidade de Coimbra ao seu *hinterland*, bem como os tempos médios respectivos necessários para os percorrer. Em grandes linhas, com base nos “índices brutos de movimento”, são identificados dois eixos principais: um, em direcção a Norte, ao longo da Estrada Nacional 1, prolongando-se também para SW em direcção a Condeixa-a-Nova; e outro, para o interior, ao longo da Estrada da Beira (EN17). Com uma importância secundária, são ainda reconhecidos os eixos que ligam a Penela, Penacova, Cantanhede e Montemor-o-Velho.

Considerando como representativos os dados de base, que correspondem aos horários de transportes públicos, é ao longo do eixo que percorre a EN1 que encontramos os tempos mais favoráveis, permitindo que a linha limite da isócrona da meia hora atinja a Mealhada e Condeixa-a-Nova. Mas mais importante do que isso, como bem nota o autor, “a carta mostra um desequilíbrio entre a metade ocidental e a metade oriental - ela é o reflexo preciso da oposição entre as áreas baixas da Orla e as áreas mais elevadas e mais acidentadas do Maciço antigo”.

Partindo desta ideia, passados cerca de 40 anos, pareceu-nos interessante revisitar o assunto e tentar perceber se o avultado investimento em infra-estruturas, entretanto levado a cabo com o apoio dos fundos comunitários, tinha modificado o panorama estrutural deste sector do território em termos de acessibilidade física à cidade de Coimbra.

¹ REBELO, Fernando (1975) - “O afluxo diário de trabalhadores a Coimbra e os transportes rodoviários de passageiros”. Sep. de *Biblos*, Vol. LI, Coimbra.

2. Modelação da acessibilidade rodoviária ao centro de Coimbra

Dado que o transporte público (mesmo o rodoviário) e, sobretudo, nas conexões entre cidades próximas, tem vindo a perder importância em detrimento do transporte privado, optou-se por desenvolver um modelo de análise que tivesse em conta a rede viária actual e os respectivos tempos médios de deslocação para veículos privados de passageiros.

No processo de análise das acessibilidades físicas há, essencialmente, dois modos de abordagem mais comuns: por um lado, os que se baseiam na teoria dos grafos, considerando uma rede de eixos (vectores) que interconectam nós, sobre a qual são definidos os parâmetros de movimentação, as impedâncias e os obstáculos absolutos. Com base nestes elementos podem ser calculados os valores de acessibilidade de e para cada um dos nós integrados na rede. A principal desvantagem desta perspectiva decorre do facto de a rede ser, geralmente, limitada em termos de número de nós e, portanto, a determinação da acessibilidade ficar condicionada a um conjunto, maior ou menor, mas sempre relativamente restrito de pontos no espaço.

Para superar este inconveniente, pode recorrer-se a um modelo matricial que se baseia na segmentação do espaço numa malha regular de unidades contíguas, cujo tamanho está dependente da resolução escolhida. Ao contrário do que acontecia no caso anterior, aqui, todos os pontos do espaço ficam abrangidos pelo modelo, sendo os parâmetros de movimentação, as impedâncias e os obstáculos absolutos incorporados em cada unidade matricial. Deste modo, o cálculo cumulativo dos custos² necessários para percorrer toda a matriz espacial, permite diferenciar o grau de acessibilidade correspondente a cada uma das unidades em que se decompôs o espaço.

Apesar das vantagens evidentes desta abordagem para aplicação ao estudo da acessibilidade num território físico concreto, o modelo também possui limitações, sobretudo, ao nível da incorporação de situações em que existem vários níveis de fluxo que se cruzam ou sobrepõem no espaço e cujas interconexões obedecem a regras específicas, tanto de contacto como de transmissão do próprio fluxo.

Face às vantagens e limitações de cada um destes modelos, optou-se por tomar como base de análise o modelo matricial. Contudo, como a interconexão da circulação viária nas estradas secundárias e nas vias rápidas obedece a critérios específicos, foi necessário implementar uma solução híbrida para a determinação da acessibilidade regional.

Depois de desenhados os eixos de via correspondente à rede viária³, foram atribuídos valores de velocidade média a cada tramo, tendo em conta o tipo de via, as condições do traçado, a largura, o pavimento, etc., conforme os valores apresentados no quadro I. Tendo por base estes valores de velocidade e a resolução da matriz utilizada no modelo (10 metros), aplicou-se a fórmula:

$$TTC = \frac{RC \cdot 3600}{V \cdot 1000}$$

em que TTC é o Tempo de Transposição da Célula; RC é a Resolução da Célula e V é a Velocidade média de circulação para determinar o tempo necessário para o atravessamento de cada célula do modelo (Quadro I).

² Qualquer que seja a sua natureza: distância, tempo, monetário, etc.

³ Por princípio consideraram-se as vias asfaltadas: No entanto, em casos particulares, consideram-se também caminhos não asfaltados por serem frequentemente usados pelas populações locais

Quadro I

Velocidades de circulação e respectivos tempos de atravessamento de cada célula do modelo

Tipo de via	Velocidade média e tempo de atravessamento de cada célula	
	Velocidade	Tempo (resol.10m)
Cruzamento muito movimentado com semáforos	20 Km/h	1.80 segundos
Rua / Caminho	25 Km/h	1.44 segundos
Rua / Acesso / Praça/Caminho	30 Km/h	1.20 segundos
Rua	35 Km/h	1.03 segundos
Rua	40 Km/h	0.90 segundos
Rua / Estrada	45 Km/h	0.80 segundos
Rua / Estrada	50 Km/h	0.72 segundos
Estrada	55 Km/h	0.65 segundos
Estrada	60 Km/h	0.60 segundos
Estrada Nacional	70 Km/h	0.51 segundos
Estrada Nacional	80 Km/h	0.45 segundos
Estrada Nacional	90 Km/h	0.40 segundos
Via-rápida	100 Km/h	0.36 segundos
Auto-estrada	120 Km/h	0.30 segundos

Como a rede viária corresponde a uma estrutura linear circunscrita, não abrangendo a totalidade do território, foi necessário incluir um elemento adicional que reflectisse, simultaneamente, as condições de circulação e os obstáculos impostos a uma movimentação fora da rede viária representada. Este elemento está representado no modelo pela 'Ocupação do Solo' diferenciada em 4 grandes classes (Quadro II).

Quadro II

Velocidades de circulação associadas e respectivos tempos de atravessamento de cada célula para os diferentes tipos de ocupação do solo nas áreas não abrangidas por vias.

Fora de estrada		
Classe Ocup. Solo	Veloc. Média	Tempo (resol.10m)
Floresta, Matos e Incultos	25 mints./Km	15 segundos
Terrenos s/ cobertura	20 mints./Km	12 segundos
Agricultado	30 mints./Km	18 segundos
Urbano	15 mints./Km	9 segundos
Água/Barreiras	NoData	-

Complementarmente, incluíram-se os obstáculos fisiográficos considerados mais relevantes, essencialmente, a rede hidrográfica mais importante, as vias férreas e a rede de vias-rápidas que, localmente, constituem, de facto, barreiras físicas impostas à circulação, embora pontualmente permeáveis nas passagens superiores e inferiores.

No sentido de expressar o atrito que o relevo impõe à circulação, foram ainda incluídos na análise os declives, classificados como se indica no Quadro III. O valor do peso visa expressar o grau de dificuldade na movimentação associado a cada uma das classes de declive. De notar que o peso é igual tanto nos movimentos para jusante como para montante, no sentido do declive.

Acessibilidade rodoviária na área de Coimbra. A propósito de um mapa de isócronas publicado por Fernando Rebelo em 1975

Quadro III
Classes de declive, e respectivo peso, consideradas no modelo

Declive(%)	Peso
0-10	1
10-30	1.5
30-50	2
50-70	3
70-100	4
>100	5

A implementação do modelo foi realizada com recurso às funções disponíveis no *software* ArcGIS 9.3.1, agregadas através da ferramenta gráfica de criação de modelos *ModelBuilder*, estando o algoritmo base do procedimento esquematizado na Figura 1.

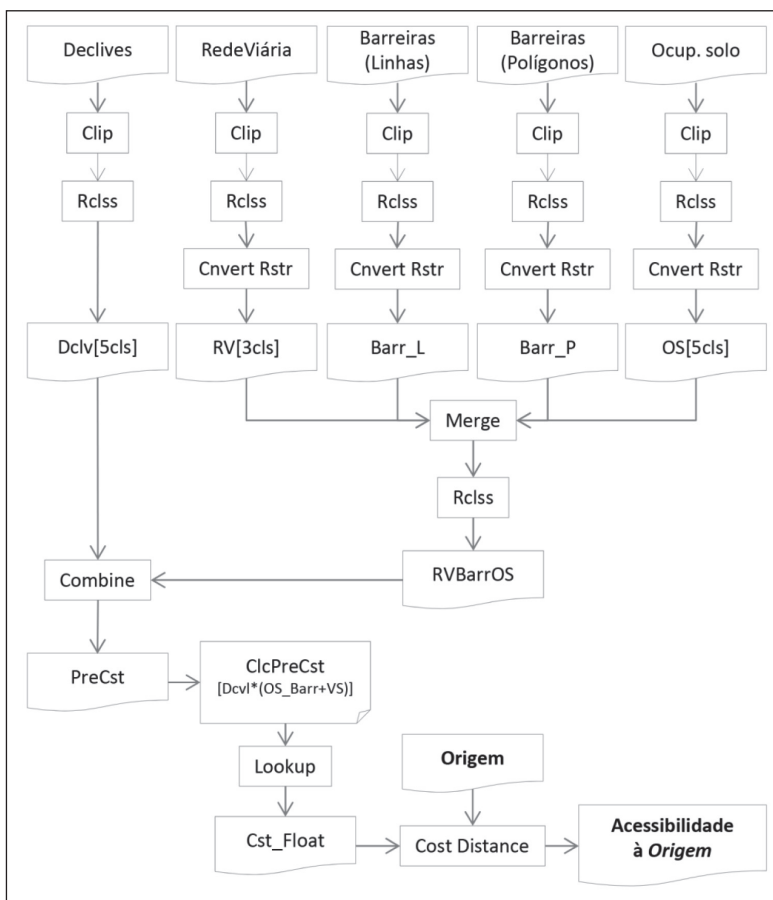


Figura 1
Algoritmo base para o cálculo da acessibilidade rodoviária na área de Coimbra.

Em termos gerais, o modelo parte da informação de base composta pelos declives, a ocupação do solo, os elementos considerados como obstáculos absolutos à circulação e a rede de vias. Com excepção do primeiro, todos os restantes dados de base foram sujeitos a um processo de conversão vector \rightarrow *raster* para poderem ser integrados na análise.

Depois de editados, reclassificados e convertidos, estes temas foram integrados para, através da edição da tabela de atributos, serem incluídos os valores unitários de custo, associados a cada classe de factor em cada uma das unidades matriciais em que foi segmentado o território. Neste caso, foi utilizada uma resolução de 10 metros.

Os valores de custo aludidos correspondem, no contexto da lógica aqui seguida e em função da resolução espacial adoptada, ao tempo expresso em segundos que é necessário para se transpor cada uma das células em que se repartiu o território. Este valor, derivado de uma relação simples entre a velocidade de cada classe de via ou de ocupação do solo e a resolução espacial considerada foi, depois, ponderado pelo peso associado à classe de declive respectiva. Deste modo, os segmentos do território representados pelas células do modelo vêem os seus tempos de atravessamento proporcionalmente alongados em relação directa com o grau de inclinação das vertentes.

O resultado da operação anterior é um mapa da superfície de custo para a área (identificado na Figura 1 por *Cst_Float*). A determinação da acessibilidade é concretizada com base num (ou em vários) ponto de referência (origem), a partir do(s) qual(is) é, cumulativamente, calculado o menor valor de custo de movimento no espaço, tendo em conta as direcções cardeais e colaterais⁴.

Na Figura 2, apresentam-se os resultados obtidos para a região envolvente a Coimbra, delimitada muito em função dos mapas originais de Fernando Rebelo.

3. Análise e discussão dos resultados

Ainda que o modelo tenha algumas limitações, tanto ao nível do processo de integração dos múltiplos níveis de vias e do modo como eles se interligam no espaço, como dos próprios valores médios de velocidade atribuídos aos diversos segmentos da rede viária, globalmente, é possível obter uma imagem bastante aproximada daquilo que deverá ser a distribuição relativa dos valores de acessibilidade física nos diversos pontos do território analisado.

À semelhança do que foi notado por Fernando Rebelo, continua, em termos de acessibilidade, a ser muito marcada a diferença entre os sectores orientais e ocidentais da área em estudo, espelhando as diferenças nas características morfológicas regionais, embora a definição de corredores seja agora menos evidente, pois foi tida em consideração toda a rede viária existente e não apenas os segmentos usados pelas carreiras de transportes públicos.

Outro aspecto que merece destaque prende-se com o contraste entre os sectores Norte e Sul do Maciço Marginal de Coimbra. No primeiro caso, a implementação do IP3 acarretou uma melhoria sensível nos valores de acessibilidade, quando comparados com o que se passa no sector a Sul do Mondego, claramente menos bem servido ao nível das infra-estruturas rodoviárias.

⁴ Cfr. http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Understanding_cost_distance_analysis; http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Cost_Distance_algorithm [1/2/2012]

Acessibilidade rodoviária na área de Coimbra. A propósito de um mapa de isócronas publicado por Fernando Rebelo em 1975

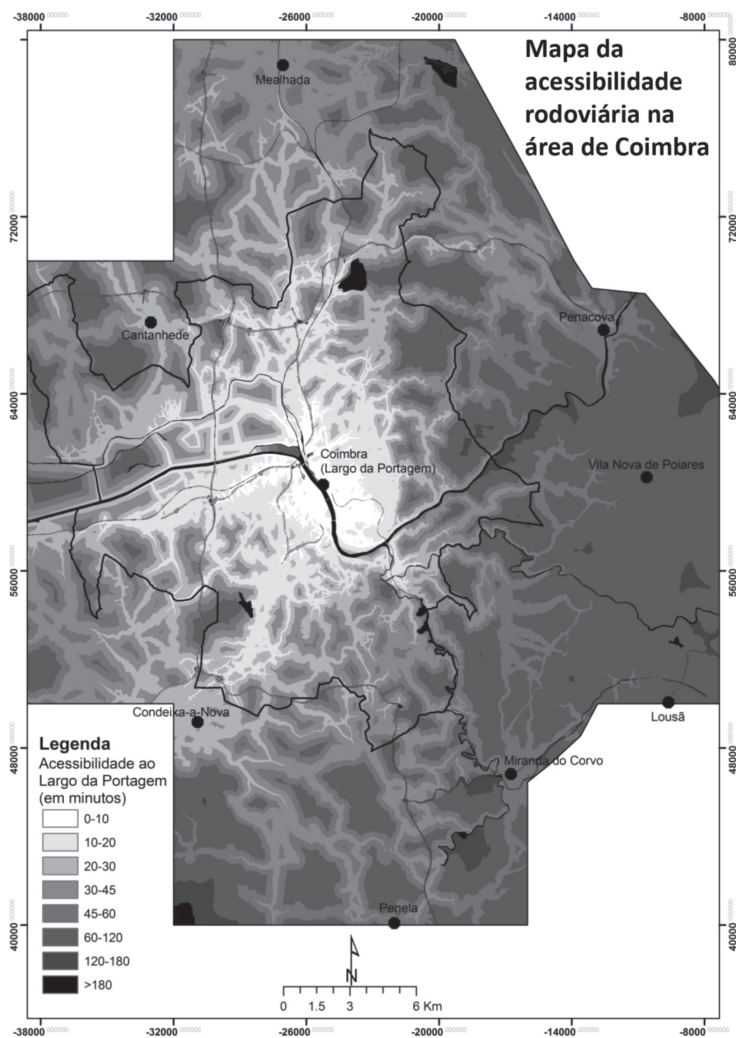


Figura 2
Mapa de acessibilidade rodoviária na área de Coimbra.

Este mesmo contraste parece também notar-se nos sectores mais próximos da cidade de Coimbra. Com efeito, tal como já tinha sido notado através da análise das carreiras de transportes públicos na década de 1970, o corredor entre o centro da cidade e as áreas de Eiras - Brasfemes evidencia tempos de deslocação claramente menores ao eixo que, a Sul, faz a ligação a Penela e Miranda do Corvo. Apesar da recente construção da Auto-estrada A13, com ligação ao nó da A1 em Condeixa, todo estes sector imediatamente a Sul de Coimbra continua carenciado de uma ligação directa ao pólo urbano de Coimbra.

Os eixos de ligação a Condeixa-a-Nova, Montemor-o-Velho e Cantanhede, continuam também claramente presentes, notando-se o surgimento de um novo sentido de expansão das

isócronas ao longo da margem esquerda do rio Mondego (variante de Taveiro e EN341), com as classes dos 20 e 30 minutos a atingirem as áreas de Pereira e Santo Varão.

4. Conclusões

Sem que seja possível fazer uma comparação linear entre os dois mapas de isócronas aqui considerados, uma vez que as metodologias de elaboração e, sobretudo, os dados de base, são bastante diferentes, a verdade, é que uma interpretação relativa das realidades representadas em cada um deles nos permite formar uma ideia bastante clara das constâncias e evoluções sofridas pela distribuição espacial dos valores de acessibilidade ao núcleo central da cidade de Coimbra.

Desde logo, sobressai como traço dominante, a manutenção de uma forte dissimetria entre os sectores Este e Oeste da cidade. Se o relevo constitui um factor decisivo no processo de expansão e, sobretudo, de densificação da rede viária, não deixa de ser chocante a limitação em termos de investimentos feitos na expansão da rede viária na área do Maciço Marginal de Coimbra. Exceptuando o IP3 e a recente construção da EN236 (ligando a Lousã à EN17 na área a Marmeleira), o grosso dos investimentos tem sido canalizado para a manutenção e melhoramento da rede já existente.

As dificuldades de financiamento do projecto “Metro Mondego” (que, na prática, se traduziu na eliminação de uma via complementar de ligação entre a Lousã e Coimbra), é apenas mais um exemplo das limitações na acessibilidade de toda esta região à sede de distrito.

Estes desequilíbrios estruturais da rede viária na região de Coimbra poderão, de algum modo, ser atenuados com a construção projectada da via de ligação entre Almalaguês e Souselas. Mas, até que este projecto se materialize, o papel da cidade como pólo dinamizador de interacções a nível regional continua a ser constringido e, por essa via, diminuído o seu potencial de competitividade face a outros centros regionais, como é o caso de Aveiro, Leiria ou Viseu.

Bibliografia

FIGUEIREDO, Rui Ferreira de (2012) - *Estrutura da Paisagem e Modelação da Ocupação do Solo. Aplicação aos concelhos de Aveiro, Viseu e Guarda*. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Coimbra (FL), Coimbra, 425 p.

REBELO, FERNANDO (1975) - “O afluxo diário de trabalhadores a Coimbra e os transportes rodoviários de passageiros”. Sep. de *Biblos*, Vol. LI, Coimbra.