



PLANEAMENTO DE ITINERÁRIOS PARA MODOS SUAVES DE TRANSPORTE – ROTAS SAUDÁVEIS

Paulo Ribeiro
José F. G. Mendes
Universidade do Minho
Escola de Engenharia

RESUMO

A aplicação dos princípios da sustentabilidade à mobilidade urbana implica a adopção de um conjunto de políticas e medidas que fomentem a utilização de modos de transporte menos poluentes, mais económicos e equitativos, ou seja, mais sustentáveis, que se traduzem no modo pedonal e ciclável, vulgo modos suaves de transporte. Neste trabalho é apresentada e descrita a metodologia subjacente ao conceito de geração de rotas saudáveis, que integra a contaminação dos eixos de circulação dos modos suaves de acordo com os níveis de poluição sonora e atmosférica do meio urbano em que estão inseridos, com o objectivo de reduzir o nível de exposição e risco de desenvolverem doenças respiratórias e cardiovasculares. Pretende-se, com estas rotas saudáveis, captar e fomentar a utilização dos modos suaves para realização da maioria das deslocações em meio urbano.

ABSTRACT

The application of sustainable principles on the definition of policies and actions on urban mobility relies on the promotion of less pollutant, economic, and more equitable modes of transport, such as walking and cycling, also known as smooth modes of transport. In this paper, a methodology is presented and described under the concept of healthy route generation. This integrates the contamination of the smooth modes of transport network, according to the noise levels and air pollution indices of the urban environment in which it is located, with the main objective of reducing the exposure level and the risk of development of respiratory and cardiovascular diseases. Healthy routes can be applied to attract and promote the use of smooth modes of transport in a regular basis in urban environments.

1. INTRODUÇÃO

As actuais políticas de mobilidade urbana incidem sobre a promoção de modos de transporte menos poluentes, tais como o modo pedonal e ciclável. Na bibliografia relativa ao planeamento de transportes, estes modos são frequentemente designados por “modos verdes”, “modos não-motorizados”, “modos saudáveis” e “modos suaves”. Embora exista, em alguns países, uma longa tradição no uso de modos suaves, assim como estudos sobre formas de manter e promover a sua utilização, reconhece-se que é necessário aprofundar, investigar e contextualizar as diversas realidades cicláveis e pedonais que existem actualmente.

Um dos campos de investigação que, em termos globais, não foi convenientemente explorado, refere-se ao planeamento de percursos específicos para os modos suaves. De facto, os planeadores de rotas convencionais e os equipamentos de navegação móveis, baseados em sistemas de georeferenciação associados ao GPS, são concebidos para a realização de viagens automóveis e têm como principal objectivo minimizar diferentes variáveis, como a distância (caminho mais curto), o tempo (percurso mais rápido), ou o custo da viagem (percurso menos dispendioso). No entanto, o planeamento de percursos urbanos para modos suaves deve considerar variáveis do tipo qualitativo e quantitativo associadas a diferentes critérios, como é o caso da segurança, conforto e outros de índole ambiental.

Esta investigação está, particularmente, orientada para o tipo de condições ambientais que os peões e ciclistas estão expostos durante as suas deslocações em meio urbano, mais propriamente em relação ao ruído e à poluição atmosférica. É correntemente aceitável que as pessoas andam a pé e de bicicleta, ao longo de arruamentos urbanos muitas vezes poluídos,

durante as suas deslocações diárias (e.g. crianças a caminho da escola) ou ocasionais (e.g. passeio ao ar livre), com consequências potencialmente irreversíveis para a sua saúde. Consequentemente, existe uma necessidade, e um aumento da procura num futuro próximo, da utilização de um planeador de rotas, que gere percursos alternativos para os modos suaves, tendo em consideração as condições ambientais a que estes possam estar expostos.

Neste trabalho será apresentada uma metodologia para o planeamento de rotas para modos suaves que tem em consideração as principais características ambientais dos meios urbanos que estes modos utilizam. Através da produção de mapas de poluição de longo prazo (sonora e atmosférica), são fornecidos dados para o desenvolvimento de uma função de impedância ambiental que será aplicada aos eixos de circulação, *i.e.* permitirá efectuar a respectiva contaminação das distâncias percorridas. A minimização da função objectivo referente ao caminho menos poluído, menos ruidoso ou mais sustentável, permitirá obter a melhor solução do ponto de vista ambiental e da saúde para os peões e ciclistas. Desta forma, o principal resultado deste trabalho consiste na formulação conceptual do modelo de geração de rotas saudáveis, que poderá ser aplicado em planeadores e sistemas de navegação localizados em plataformas digitais, como os sítios da internet, ou sob a forma de aplicações móveis, como sejam os telemóveis ou GPS portáteis, que resultem em soluções inovadoras e de fácil utilização.

2. O PAPEL DOS MODOS SUAVES NO SISTEMA DE TRANSPORTES URBANOS

2.1. A utilização dos modos suaves

Na maioria dos países industrializados, as pessoas vivem sobretudo em meio urbanos. No caso específico da Europa, esse valor ascende a cerca de 60% da população, tendo-se verificado uma tendência crescente da utilização do veículo motorizado em viagens de carácter pendular, *e.g.* deslocações casa-trabalho e casa-escola, correspondendo a viagens de curta duração, que representam distâncias inferiores a 3 km. De acordo com a Figura 1, os modos de transporte mais eficientes em termos de tempo percorrido por quilómetro para viagens de curta duração são os modos suaves, especialmente o modo ciclável.

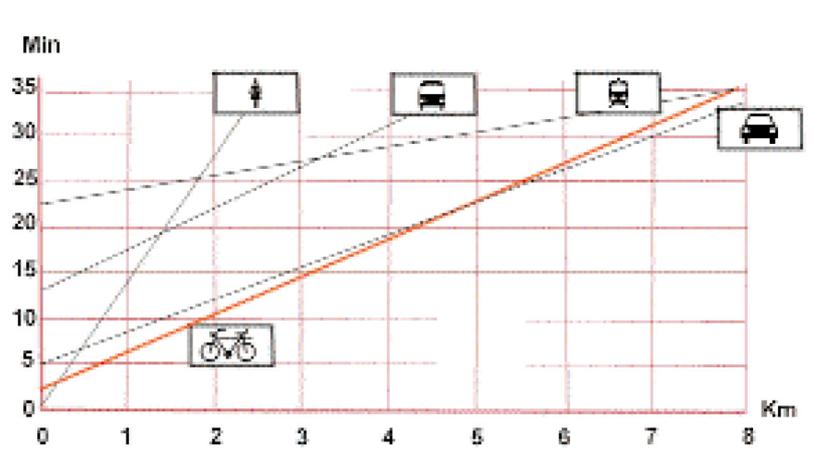


Figura 1: Tempo de viagem/ distância percorrida por modo (EC, 2000)

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, as viagens de curta duração podem ser potencialmente substituídas por deslocações a pé ou de bicicleta, com benefícios claros para a saúde humana através da realização de actividade física permanente. Vários estudos

relacionados com o risco para a saúde pública têm demonstrado alguma inércia no reconhecimento de forma exaustiva do impacto global na saúde devido às externalidades que derivam da utilização generalizada dos modos de transporte motorizados (e.g. os acidentes rodoviários, a poluição atmosférica e sonora). No contexto Europeu, Portugal apresenta uma baixa taxa de utilização do modo pedonal e ciclável (EC 2007; EC 2000).

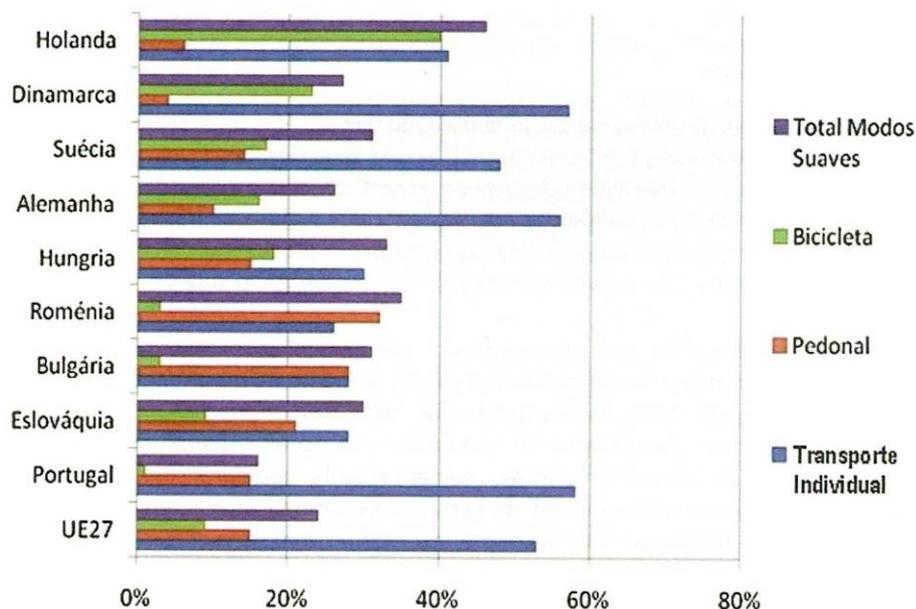


Figura 2: Modos de transporte utilizados na UE-27 (EC, 2007)

Recentemente, foram elaborados vários planos de mobilidade sustentável para vários aglomerados urbanos de diferentes municípios portugueses, tendo-se verificado uma alteração de paradigma na mobilidade a nível local, através da adopção de acções vocacionadas para a promoção dos modos suaves em detrimento do veículo motorizado individual. Para vários casos de estudo, foi possível perceber que existe um forte potencial para captar cada vez mais utentes para andar a pé ou de bicicleta na maioria das suas deslocações (APA, 2010). A proporção de pessoas em idade adulta que são obesas, têm excesso de peso ou são inactivas tem crescido, de acordo com a grande dependência em relação à utilização do automóvel. Por outro lado, existe um grande consenso e reconhecimento acerca do peso que o transporte motorizado tem no problema do aquecimento global do planeta, aos quais se podem juntar problemas ambientais relativos à poluição atmosférica e sonora a nível local. Desta forma, é necessário promover a alteração dos actuais padrões de mobilidade em meio urbano, através da substituição dos meios de transporte mais poluentes e menos sustentáveis, como é o caso do automóvel, por meios alternativos mais amigos do ambiente, que contribuam para uma sociedade mais saudável e com maior equidade social.

2.2. Os modos suaves e a sustentabilidade

Actualmente é reconhecido que um dos principais problemas das nossas cidades é a falta de sustentabilidade do sistema de transportes. A sustentabilidade é um dos vectores mais importantes para a implementação de alterações estruturantes e funcionais nos tecidos urbanos consolidados. Os problemas associados às alterações climáticas, poluição e diminuição dos recursos naturais são alvo de uma permanente atenção e preocupação da opinião pública e têm cada vez mais impacto no comportamento das pessoas e respectivos hábitos e padrões de

consumo. Desta forma, a promoção de padrões de vida e formas de viajar mais sustentáveis podem ser alcançados através da introdução de melhorias significativas nas fases de planeamento e projecto, tendo em consideração importantes contributos de vários autores como Hall e Sussman (2006), Jones *et al* (2007) e WCDE (1987). Ao nível do conceito da sustentabilidade, apresenta-se na Figura 3 a sua aplicação ao caso particular do sistema de transportes. Para além disso, importa referir que estudos sobre os padrões das deslocações a pé revelaram correlações entre a utilização do modo e o *layout* das cidades, bem como a idade das habitações.

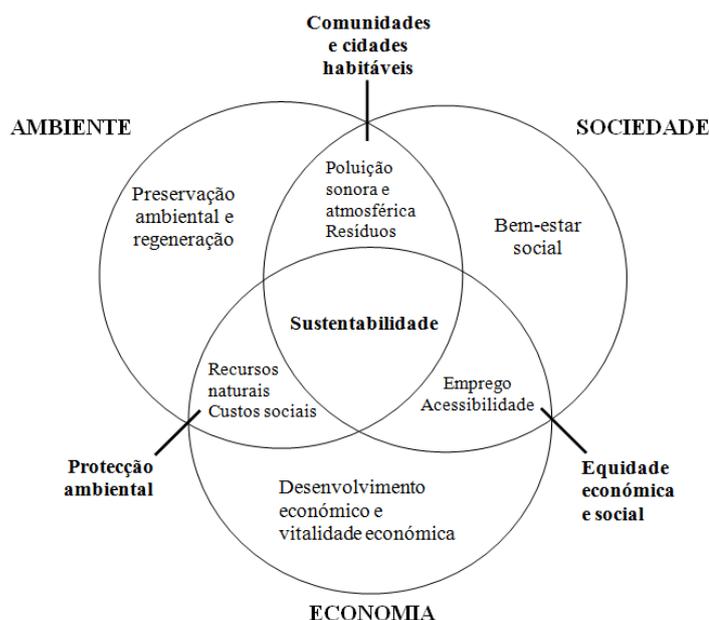


Figura 3: A sustentabilidade aplicados ao sistema de transportes (Hall & Sussman, 2006)

Segundo a FHWA (2006), a introdução da bicicleta foi uma importante inovação para a promoção da inclusão social. Alguns estudos mostram que quando o rendimento *per capita* aumenta, a utilização do automóvel privado aumenta, enquanto as deslocações a pé e de bicicleta diminuem. Esta situação é semelhante em alguns aglomerados de pequena e média dimensão em Portugal. Por exemplo, no principal aglomerado da Vila de Arcos de Valdevez, situada no norte de Portugal, verificou-se que a proporção de viagens realizadas a pé diminuíram de 70 para 30% no período entre 1991 e 2001, tendo-se observado um aumento das deslocações em veículo automóvel privado de 35 para 50% (Ribeiro *et al.*, 2008).

Por outro lado, a FHWA (2006) identificou um vasto conjunto de benefícios que vão desde aspectos ambientais até melhoramentos no funcionamento do sistema de transportes, relacionados com a utilização do modo pedonal e ciclável. A realização das viagens de curta duração a pé ou de bicicleta pode trazer benefícios socioeconómicos, ambientais e para a saúde a nível individual e colectivo, que se traduzem maioritariamente na redução da emissão de poluentes atmosféricos e do congestionamento das redes viárias urbanas.

Vários estudos têm mostrado benefícios significativos que derivam da prática regular e diária de exercício físico. Andar a pé é a principal opção para aumentar a actividade física em populações sedentárias (Morris & Hardman, 1997). Até mesmo níveis moderados ou baixos de actividade física, realizada de forma regular, são capazes de reduzir o risco de doença

coronária, diabetes, trombozes e outras doenças crónicas. Para além disso, permite reduzir os custos relacionados com cuidados de saúde, contribuindo para uma maior autonomia e independência das pessoas, especialmente em idades avançadas. Por outro lado, permite uma maior interação entre pessoas e que estas socializem durante as viagens, sobretudo em comparação com as deslocações em veículo automóvel privado.

Nos últimos anos, a União Europeia (UE) tem apoiado projectos que visam promover a utilização de modos suaves, nomeadamente através do financiamento de projectos dentro do 4º e 5º Programas Quadro de Investigação. O projecto europeu *ADONIS (Analysis and Development of New Insights into the Substitution of Short Car Trips by Cycling and Walking)* foi um dos primeiros projectos internacionais que compilou um conjunto de medidas para promover a utilização destes modos na Europa. Outro projecto europeu que merece um destaque particular é o *WALCYING (How to Enhance WALking and Cycling instead of shorter car trips and to make these modes safer)* que, tal como o *ADONIS*, visa a promoção e segurança dos modos suaves em detrimento do automóvel para viagens de curta duração. Por outro lado, é possível encontrar um vasto conjunto de informação sobre outros projectos relativos aos modos suaves promovidos pelos diferentes países europeus e pela própria UE (e.g. *PROMISIS*, *PROMPT*, *VELO.INFO*, entre outros), no organismo europeu de investigação *Transport Research Knowledge Centre*.

Importa referir que parte do 7º Programa Quadro da UE, que decorre entre 2007 e 2013, está orientado para promover um sistema de transportes mais sustentável nomeadamente na área dos transportes rodoviários, onde se inclui o modo pedonal e ciclável, através da criação de transporte rodoviário “mais verde”, do encorajamento da transferência modal e respectivo descongestionamento dos corredores de transporte. Assim, pretende-se assegurar uma mobilidade urbana mais sustentável e aumentar a competitividade do sector. Certamente que algumas medidas e programas de promoção da utilização dos modos suaves irão incidir sobre a melhoria das condições das infra-estruturas de apoio (EC, 2007a), ao nível dos passeios e ciclovias. No entanto, tal poderá não ser suficiente e conduzir a soluções de elevado custo, sem que o retorno (aumento de utentes) se verifique na realidade. É necessário que a promoção seja eficiente e eficaz, e com isso fidelize os utentes através da criação de cidadãos conscientes do seu papel na sustentabilidade urbana, mais propriamente ao nível dos sistema de transportes. Em suma, os peões e os ciclistas podem representar uma marca “verde”, mais amiga do ambiente e mais saudável, sendo para tal necessário desenvolver ferramentas de informação e apoio à decisão referentes à selecção de percursos ou itinerários, especialmente em meio urbano.

3. OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, PLANEAMENTO DE ROTAS E NAVEGAÇÃO PARA MODOS SUAVES

No panorama geral do sistema de transportes, o utente adquire simultaneamente o papel de objecto e objectivo, uma vez que este elemento representa o alvo final das políticas e estratégias dos diversos organismos públicos e privados que actuam no sistema, mesmo que estas não se apliquem directamente sobre este, sendo o elemento que faz com que todo o sistema funcione. Associado à introdução das novas tecnologias no funcionamento do sistema de transportes, o sistema de informação (SI) é uma ferramenta indispensável ao bom funcionamento de todo o sistema de mobilidade, em especial quando os sistemas apresentam um carácter multimodal. O planeamento de itinerários é uma realidade cada vez mais habitual, quer para viagens de longa distância, quer mesmo para deslocações mais curtas em meio

urbano. Os tradicionais mapas em formato de papel começam a ser substituídos por formatos digitais que incorporam o mesmo tipo de informação e em alguns casos possibilitam algum nível de interactividade com o mapa, assim como a utilização de algoritmos de navegação.

No passado recente, os SI apresentavam um carácter individualizado e bastante especializado para os diversos meios de transporte, sendo a informação, na maioria dos casos, de carácter territorial, relacionada com a localização e traçado das principais infra-estruturas associadas a esses modos. Reconhecidamente, os SI na área dos transportes e da mobilidade tendem a assumir um papel preponderante na aplicação e adopção de políticas mais sustentáveis, especialmente as que se relacionam com processos de transferência modal de utilizadores para os modos de transporte menos poluentes. É expectável que, face à actual conjuntura social, económica e ambiental, a utilização de modos de transporte alternativos ao automóvel privado deixe de ser uma alternativa e passe a ser a primeira opção modal. Porém, é necessário ter um público que reja os seus padrões de mobilidade diários por princípios de equidade e sustentabilidade, que só podem ser adquiridas com formação e sobretudo com informação de muita boa qualidade.

Um público devidamente informado torna-se capaz de escolher a melhor opção para si e para todos, porém é habitual que o processo de escolha seja individual, na tentativa de procurar a viagem mais rápida, segura e cómoda. Assim, foram desenvolvidos os mais diversos SI na área dos transportes a nível nacional e internacional, sendo este veículo, um dos mais importantes para garantir um sistema de transportes mais sustentável. No caso das viagens se realizarem exclusivamente com um único modo de transporte, o público irá tentar obter o máximo de informação sobre esse modo de transporte. Tradicionalmente, tal traduz-se num SI básico, onde a informação recai sobre a localização dos pontos de paragem e na informação dos horários afectos ao tipo de transporte, como é o caso do modo ferroviário e dos operadores privados de transporte colectivo de passageiros. Em Portugal, entre diversos tipos de SI, destacam-se importantes interfaces logísticas representados por sítios da internet designados por *transpor*, *transporlis* e *itinerarium.net*, para as áreas territoriais de Portugal Continental, Grande Lisboa e Grande Porto, respectivamente. Apesar da índole multimodal, verificou-se que apenas o *itinerarium* contabiliza as deslocações a pé.

Os actuais utilizadores dos sistemas de transportes procuram informação clara, objectiva, cujo acesso seja fácil e de preferência imediato, ou seja, à medida das necessidades de cada indivíduo. Estas características só podem ser asseguradas por SI informatizados, capazes de satisfazer em simultâneo um grupo diversificado de utentes, com diferentes motivos de deslocação e com oferta de modos de transporte variáveis no tempo e no espaço. Deste modo, é possível concluir que para um SI ser eficiente e equitativo deve possuir ferramentas de apoio ao público dinâmicas e integradas no âmbito das novas tecnologias, com características interactivas de planeamento e navegação para os diversos sistemas de transporte, ou de um modo mais abrangente dos sistemas de mobilidade.

Um dos exemplos mais vanguardistas na utilização de SI informatizados é o sistema produzido pelo organismo britânico *Transport for London* (TfL), que de forma evolutiva, ao longo dos anos, tem vindo a apresentar no seu site um conjunto de conteúdos de informação e gestão de mobilidade relativa aos diversos modos de transportes existentes numa das maiores metrópoles mundiais. Em termos inovadores, o site apresenta um planeador (otimizador) de itinerários bastante mais flexível do que os habitualmente disponibilizados noutros países,

como no caso de Portugal. Para além das tradicionais questões relativas às origens/destinos e modos de transporte que são oferecidas aos utilizadores, é apresentado um conjunto de opções adicionais na selecção do itinerário mais ajustado. Estas opções enquadram-se, claramente, nos princípios básicos da sustentabilidade de um sistema de mobilidade urbano, onde é dada a possibilidade de realizar viagens que incluam a utilização de modos suaves. E, mais importante ainda é o facto de permitir a introdução de requisitos específicos que afectam a mobilidade das peões, sobretudo das pessoas com mobilidade reduzida, traduzidas nas opções de viajar de cadeira de rodas, de não poder utilizar escadas, ou elevadores (Figura 4).

The image displays two side-by-side screenshots of the 'Advanced options' section of a TfL route planner. The left screenshot is titled 'Show me...' and offers three radio button options for route preferences: 'The fastest routes' (selected), 'Routes with the fewest changes', and 'Routes with the least walking between stops'. Below this, there are input fields for 'I wish to travel via:' and 'Station or stop in: London'. It also includes a section for 'Use any of these modes of transport' with checkboxes for Rail, DLR, Tube, Tram, Bus, Coach, River, and Cycle. The right screenshot is titled 'My mobility requirements' and includes checkboxes for 'I cannot use stairs', 'I cannot use escalators', 'I cannot use lifts', and 'I use wheelchair accessible vehicles'. It also features 'Cycling options' with radio buttons for 'I want a cycle only route', 'I want to leave my bicycle at the station', and 'I want to take my bicycle on public transport', along with a time limit for cycling. Finally, it has 'Walking options' with a time limit and a dropdown for walking speed, plus a checkbox for 'I'd rather walk if it makes my journey quicker'. Both screenshots have a 'Search' button at the bottom.

Figura 4: Exemplo de um planeador do TfL (TfL, 2008)

Tendo em consideração os actuais avanços ao nível dos SI, impõe-se uma nova abordagem no planeamento de itinerários que inclua critérios de optimização que não tenham por base apenas questões relacionadas com a extensão e tempo de percurso, conforme é habitual observar nos sistemas de planeamento e navegação para veículos automóveis. Desta forma, este trabalho apresenta uma metodologia para a geração de percursos que integra um conjunto de critérios inovadores adequados à realidade dos utilizadores dos modos suaves, nomeadamente através da integração de factores ambientais no processo de selecção de rotas, que contabilizam o impacto da poluição atmosférica e sonora, dando origem às denominadas rotas ecológicas/ sustentáveis e saudáveis.

4. ROTAS SAUDÁVEIS – METODOLOGIA

A definição de uma rota depende de vários aspectos relacionados com a infra-estrutura e tipo de utentes que a pretendem utilizar nas suas deslocações. Desta forma, o conceito de rotas saudáveis, por vezes também apelidadas de verdes, ecológicas, seguras ou sustentáveis, para deslocações a pé e em bicicleta, contempla na definição de um itinerário, um conjunto de

impedâncias de índole ambiental e de aspectos relativos à saúde, de tal forma que as diversas rotas possíveis sejam comparáveis entre si e se obtenha a rota saudável.

A metodologia para determinar a rota saudável consiste na construção de uma infra-estrutura de informação, através da simulação dos níveis de ruído e dos índices de poluição atmosférica. Desta infra-estrutura, será extraída a informação relevante para cada troço da rede (e.g. 69 dBA, 10 mg/m³ de PM10, 70 mg/m³ de NOx), que dá origem às impedâncias, e conseqüentemente a uma rede viária contaminada, que é utilizada no algoritmo de planeamento e navegação de itinerários. Em termos genéricos, a metodologia apresenta três fases distintas, que são: i) a geração do mapa de poluição; ii) a contaminação das distâncias; iii) a geração de rotas saudáveis, de acordo com o esquema da Figura 5.

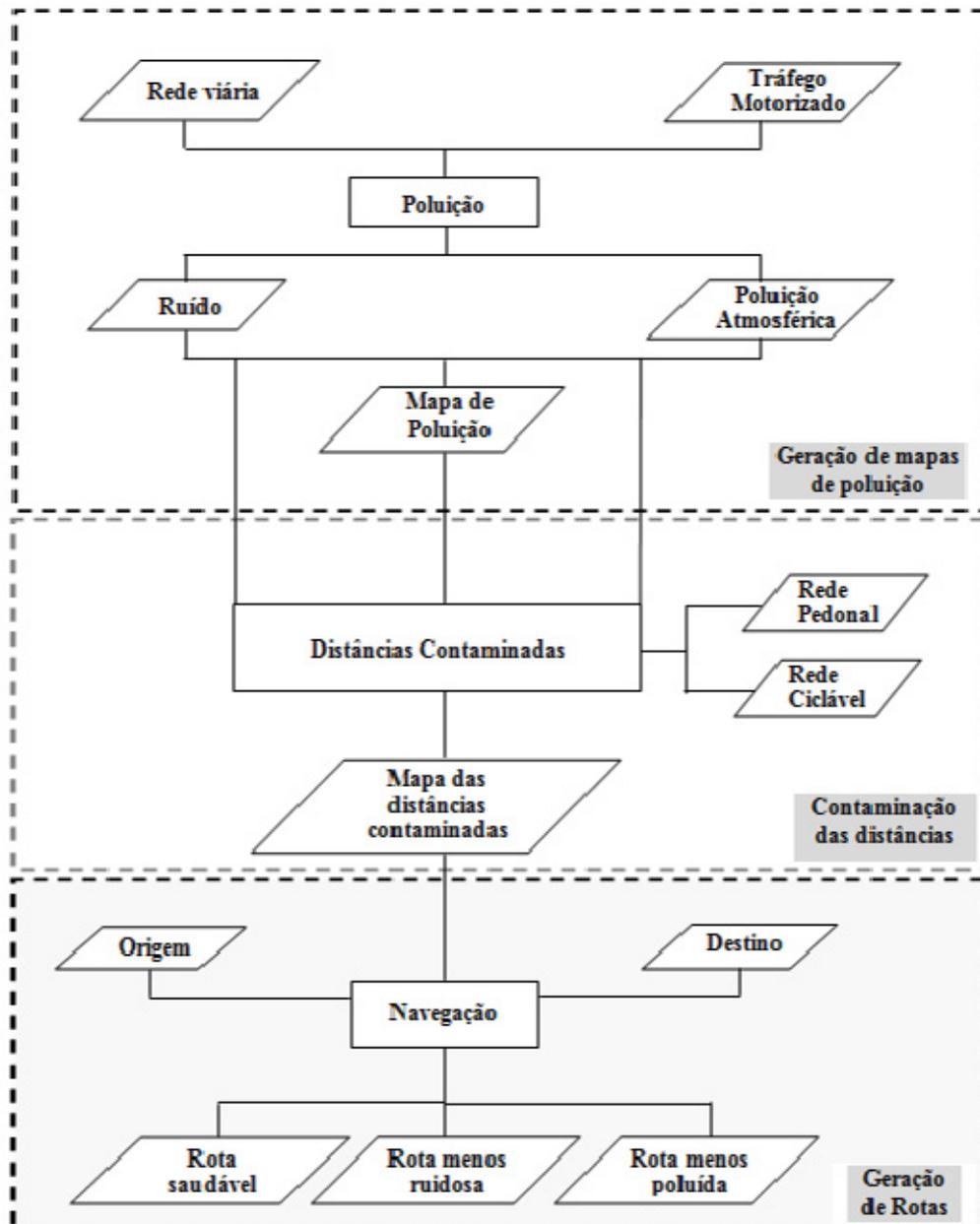


Figura 5: Fluxograma de geração de rotas saudáveis para modos suaves

A geração do mapa de poluição associado a uma determinada rede ciclável ou pedonal implica o cálculo dos mapas de ruído e das concentrações de vários poluentes, cuja informação será combinada de acordo com o impacto que os diversos agentes poluentes têm sobre a saúde humana, dando origem a um mapa único de poluição atmosférica, dependente do tempo, que servirá de base à segunda fase. O cálculo dos níveis de ruído e concentração de poluentes pressupõe a introdução de dados cartográficos e de gestão da rede viária, assim como do tráfego motorizado. Desta forma, importa realçar que a qualidade do produto final das três fases já enunciadas depende muito da qualidade dos dados de base.

Uma vez que o principal campo de aplicação deste trabalho é o meio urbano, a principal solicitação é o tráfego rodoviário. Assim, a estimação dos volumes de tráfego de uma rede deve ser efectuada com especial cuidado e, sempre que possível, os dados devem ser obtidos através de contagens diárias, mesmo que se utilizem modelos de afectação e distribuição de tráfego durante o processo de estimação das emissões. Para além disso, deve ser dada particular atenção ao tipo de *software* utilizado para a produção dos mapas de ruído e dos diversos poluentes atmosféricos que se pretendam avaliar. O *software* deve ser capaz de reproduzir a tipologia de emissões que é observada na rede de ruas urbanas em estudo, sobretudo por razões associadas à possível variabilidade do parque automóvel de cada país, devendo sempre que possível efectuar-se medições para calibrar os modelos que estão na origem dos mapas de poluição.

Na primeira fase, a produção dos mapas de ruído e poluição atmosférica é efectuada com o recurso a um software específico, que é o caso do CadnaA que utiliza na sua base o programa de geração de emissões AUSTAL e um modelo de dispersão de poluentes baseado no modelo de dispersão de partículas Lagrangeano. Para além disso, foi utilizado o *software* Arc Info da ESRI, que permite trabalhar os dados de base (redes e tráfego), e tratar os resultados dos mapas de ruído e poluição atmosférica de modo a obter o mapa de poluição geral (Figura 6).

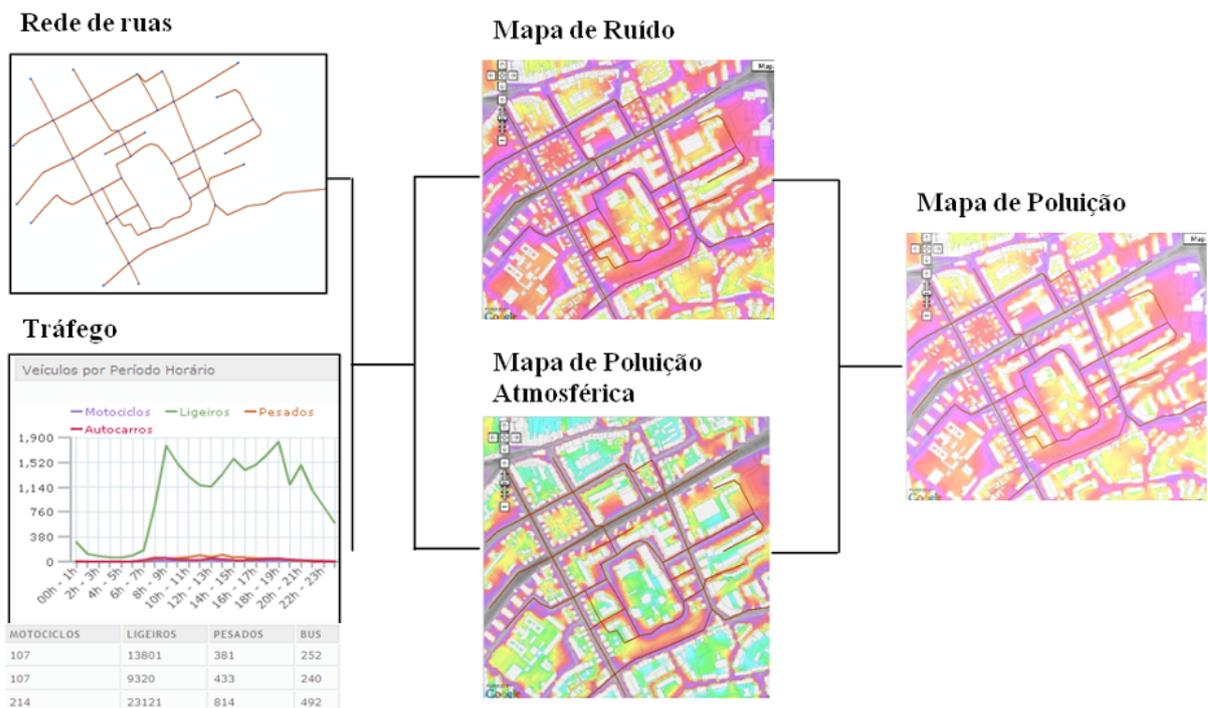


Figura 6: Esquema relativo à geração de mapas de poluição

A segunda fase referente à contaminação das distâncias prende-se com a criação de impedâncias que serão atribuídas aos diversos ramos das redes dos modos suaves, tendo por base os dados do mapa de poluição resultante da primeira fase. É de realçar que têm de ser produzidos vários mapas de poluição durante a primeira fase, de modo a obter o panorama e variabilidade das condições ambientais em todos os espaços urbanos ao longo de um dia, sendo aconselhável a produção de mapas horários, ou nos períodos mais representativos do dia (noite, ponta da manhã, dia, ponta da tarde e entardecer). Nesta fase do processo torna-se indispensável que o trabalho se realize em ambiente SIG, com o objectivo de integrar a informação gerada nos mapas de poluição na rede de arruamentos, e dessa forma construir a matriz de eixos contaminados pelos diversos poluentes, ou por uma combinação dos mesmos (Figura 7).

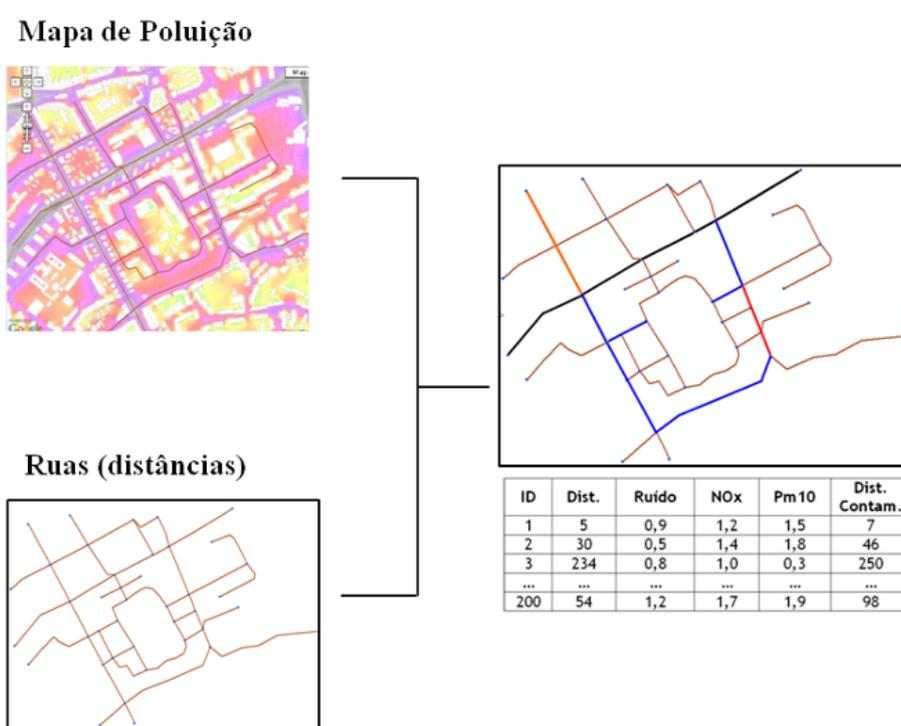


Figura 7: Esquema relativo à contaminação das distâncias ao nível dos eixos

A última fase, corresponde à operacionalização do processo de geração das rotas ou itinerários saudáveis, i.e. após se terem “contaminado” as redes dos modos suaves, é criada uma base de dados em SIG com as distâncias contaminadas. Estas são utilizadas em algoritmos de optimização de percursos com o objectivo de determinar um vasto conjunto de rotas, nomeadamente a rota mais curta, a menos ruidosa, com menor concentração de poluentes atmosféricos, e a rota mais saudável. Para esse efeito, existe no mercado um conjunto de programas com essa possibilidade, tendo neste trabalho sido utilizada a extensão do *Network Analyst*, do ArcInfo da ESRI (Figura 8).

O processo de optimização tem por objectivo determinar o caminho mais curto, sendo as distâncias reais dos ramos da rede substituídos por eixos devidamente contaminadas. Para tal, é necessário proceder a uma relativização do impacto dos diferentes poluentes através da utilização de variáveis do tipo *fuzzy*, sobretudo em casos onde seja difícil a contabilização dos

valores limite dos verdadeiros impactos dos poluentes na saúde humana. Importa realçar que existe um efeito combinado dos diversos poluentes, mesmo que a sua análise se realize separadamente. Por outro lado, a validação e definição de valores limite para os diversos poluentes pode ser difícil, se não mesmo impossível de efectuar. Esta complexidade é ainda mais significativa, quando se pretende contabilizar a forma como os diferentes indivíduos assimilam e reagem aos diversos tipos de poluentes.

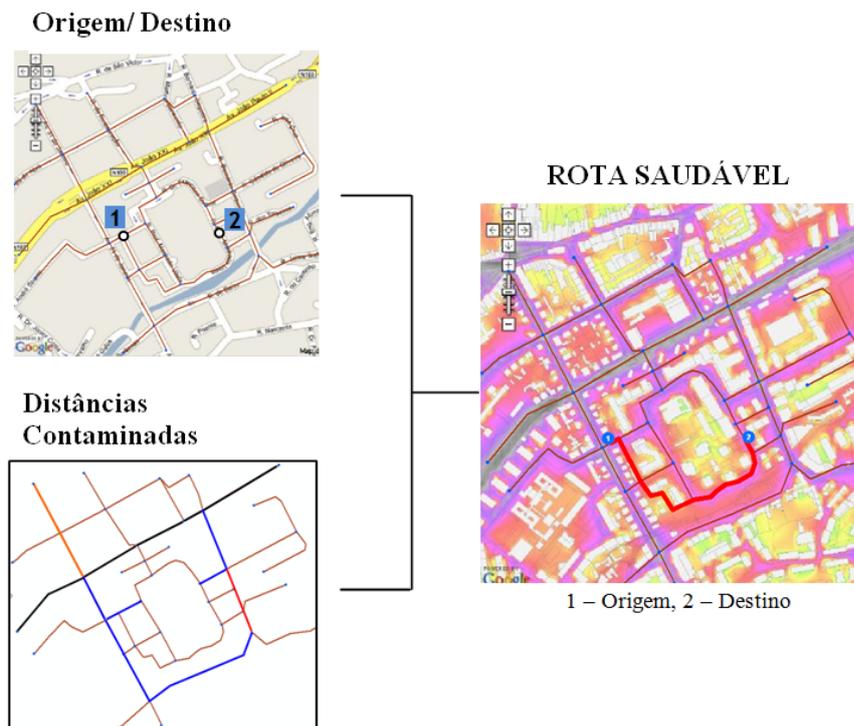


Figura 8: Esquema relativo à geração de mapas de poluição

Um dos principais campos de aplicação da metodologia para gerar rotas saudáveis, apresentada neste trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão e de planeamento de itinerários e sistemas de navegação exclusivamente para modos suaves, através de um *website* – onde será possível obter um conjunto de informação diversa de carácter físico e funcional e de desempenho, referente a cada itinerário apresentado. Desta forma, o utilizador de modos suaves pode planear antecipadamente qual o percurso que melhor se adapta às suas necessidades. Associado à criação do *website* está uma forte estratégia de desenvolvimento sustentável, uma vez que se pretende integrar opções que permitam escolher o percurso mais saudável, mais seguro para actividades normais de rotina diária, ou para a prática de desporto, entre outras aplicações. De certa forma, pretende-se aplicar o lema de que um bom sistema de informação, facilmente acessível ao público, poderá contribuir para uma futura inversão dos padrões de mobilidade actuais.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As actuais e futuras políticas de mobilidade devem incorporar de forma clara a dimensão da sustentabilidade na formulação de planos e aplicação de medidas concretas que visem a promoção do uso dos modos suaves na maioria das deslocações em meio urbano. A medida apresentada neste trabalho consiste na criação de um planeador de itinerários e de navegação orientado para os modos suaves, tendo em consideração as necessidades de mobilidade

específicas destes modos de em contraposição às dos modos de transporte motorizados.

Neste trabalho, todo o processo de conceptualização e materialização do conceito de rotas saudáveis é apresentado com recurso a fluxogramas e diagramas que contêm excertos dos mapas da rede de arruamentos, e de poluição respectivos, associados a uma simulação preliminar para a zona central da cidade de Braga, localizada no Norte de Portugal. Os benefícios da utilização da tecnologia resultante da aplicação da metodologia subjacente à geração de rotas saudáveis podem ser observados em diversas situações, nomeadamente no planeamento de percursos casa-escola de crianças que percorrem meios urbanos onde se verificam com alguma frequência níveis de ruído, que em muitos casos são superiores a 75 dBA, e índices de poluição atmosférica elevados. No caso de uma criança percorrer em média 1 km todos os dias nesse percurso, terá percorrido no final do ano cerca de 300 km em condições prejudiciais à sua saúde, que se poderão repercutir em problemas respiratórios, cardiovasculares, durante essa fase da vida, e mesmo em idade adulta. Desta forma, a utilização de um planeador de rotas saudáveis poderá minimizar os efeitos da poluição em todos os cidadãos, com particular relevância para os grupos mais vulneráveis da população, reduzindo eventuais problemas de saúde e custos associados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APA (2010). Projecto de Mobilidade Sustentável. Manual de Boas Práticas para uma Mobilidade Sustentável. Agência Portuguesa do Ambiente. ISBN 978-972-8577-51-3.
- EC (2000). Cycling: the way ahead for towns and cities. http://ec.europa.eu/environment/cycling/cycling_en.pdf. European community commission. Brussels
- EC (2007). Attitudes on issues related to EU Transport Policy. http://ec.europa.eu/public_opinion/flash/fl_206b_en.pdf. European community commission. Brussels.
- EC (2007a). Green Paper: Towards a new culture for urban mobility. http://ec.europa.eu/transport/clean/green_paper_urban_transport/doc/2007_09_25_gp_urban_mobility_en.pdf. European community commission. Brussels. September.
- FHWA (2006). Federal Highway Administration University Course on Bicycle and Pedestrian Transportation. US Department of Transportation
- Hall R. P. & Sussman J.M. (2006). Promoting the concept of sustainable transportation within the Federal System – The need to reinvent the U.S. DOT, TRB Paper 07-0565
- Jones, P., Natalya, B., Marshall, S. (2007). Link & Place - A Guide to Street Planning and Design. London. Landor Publishing. ISBN 1 899650 41 5.
- Morris, J.N. & Hardman, A.E. (1997). Walking to health. Sports Medicine. Vol. 23 (5), pp. 306-332.
- Ribeiro, P., Mendes, J.F.G., Fontes, A. (2008). A mobilidade sustentável em aglomerados de pequenas dimensões, Revista Minerva – Pesquisa & Tecnologia. Volume 5 (2), p. 149-158. ISBN: 978-85-85205-84-3.
- WCED, (1987) Our Common Future (Brundtland report), Oxford University Press.

Paulo Ribeiro (pauloribeiro@civil.uminho.pt)
José F.G. Mendes (jmendes@civil.uminho.pt)
Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Minho
Escola de Engenharia II - Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal