

METODOLOGIA DE ANÁLISE PARA A HIERARQUIZAÇÃO DA REDE VIÁRIA – CASO DE ESTUDO DE VILA DO CONDE

Pedro Ferreira¹; Sara Ferreira¹; José Pedro Tavares¹; Avelino Oliveira²; Albano Carneiro

¹ Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Departamento Engenharia Civil, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

e-mail: poferreira@fe.up.pt <https://www.fe.up.pt>

² Universidade Fernando Pessoa, Arquitetura e Urbanismo, Praça de 9 de Abril 349, 4249-004 Porto, Portugal

Sumário

Uma rede viária deve garantir as funções básicas de mobilidade e acessibilidade sendo estruturada fundamentalmente em vias estruturantes com a função de circulação e as vias locais com as funções de acesso e de vivência local. O presente estudo propõe uma metodologia de trabalho para hierarquização viária de redes existentes. A metodologia baseia-se em três passos fundamentais: recolha e tratamento de dados; diagnóstico e proposta de hierarquização. Propõe-se especificamente o recurso à definição de indicadores com base em dados pré-existentes ou de “simples” aquisição. A metodologia proposta é exemplificada com a aplicação ao caso do Concelho de Vila do Conde, apresentando-se no final uma hierarquização viária proposta.

Palavras-chave: Hierarquização viária; Mobilidade; Acessibilidade.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de transporte são cada vez mais complexos sendo habitualmente constituídos por diferentes modos de transporte tais como o ferroviário e rodoviário, quer seja individual ou coletivo, pedonal entre outros. Todos estes modos têm como funções básicas a mobilidade e acessibilidade sendo consequentemente natural que qualquer rede rodoviária seja estruturada em dois grandes conjuntos de vias: as vias estruturantes viradas fundamentalmente para o serviço da função de circulação e as vias locais viradas fundamentalmente para as funções de acesso e de vivência local. É de notar, no entanto que a implementação destas funções viárias se processa na maior parte dos casos em redes urbanas já existentes que servem espaços urbanos perfeitamente consolidados e, como tal, não é viável uma separação completa das funções. Consequentemente adota-se habitualmente um número mais alargado de tipologias de vias, com diferentes pesos relativos das funções circulação e acesso tais como a classificação funcional das vias segundo quatro tipologias: vias coletoras ou arteriais, vias distribuidoras principais, vias distribuidoras locais e de acesso local [1]. As duas primeiras têm uma função predominantemente de circulação, mas com pesos distintos e constituindo a rede estruturante fundamental do conjunto do espaço urbano. As restantes duas têm uma função predominante de tornar acessível os espaços locais dando prioridade à vivência urbana. Em suma, e tal como descrito no Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária [1] as vias coletoras representam as vias de circulação por excelência, onde a função de acesso é residual sendo que, pelo contrário, as vias de acesso local representam as vias de acesso por excelência, onde a função de circulação é residual. Já as vias de distribuição principal e local apresentam uma funcionalidade mista, com preponderância da função circulação na primeira e da função acesso na segunda.

Segundo o mesmo Manual [1], o processo de reorganização de uma rede viária deve compreender várias etapas tais como: identificação da organização espacial do território; quantificação das necessidades de mobilidade; identificação e caracterização da topologia, organização funcional e características físicas e níveis de desempenho dos diferentes elementos observados no presente e previstos no futuro em função das dinâmicas

existentes; identificação e caracterização das principais condicionantes à mudança física do sistema (identificação do grau de consolidação dos espaços existentes e características dos espaços canais disponíveis ou disponibilizáveis).

Considerando os princípios acima descritos, o presente estudo apresenta uma metodologia de análise que visa a estruturação do processo de hierarquização da rede viária já existente. Para melhor exemplificar a metodologia proposta, a mesma é aplicada a um caso de estudo – o Concelho de Vila do Conde.

2 METODOLOGIA

A metodologia de análise considerada para o processo de hierarquização da rede viária, divide-se nas seguintes etapas: recolha e tratamento de dados; diagnóstico e proposta de hierarquização.

2.1 Recolha e tratamento de dados

A recolha e tratamento de dados compreende a identificação de um conjunto de documentos eventualmente dispersos e que poderão contribuir para o diagnóstico da rede viária atual, tais como: Cartografia Digital, Plano Diretor Municipal (PDM), Carta de Zonamento, Carta da Rede Estruturante, Carta de Equipamentos, Regulamentos, Plano Ação de Mobilidade Urbana Sustentável, Censos, dados de tráfego existentes, rede e infraestruturas de transportes coletivos rodoviários e ferroviários que servem a mobilidade do concelho. Acresce ainda a esta etapa, a recolha de dados no terreno que complementam os dados existentes, observando-se que a utilização das atuais ferramentas tecnológicas pode ser uma mais valia. No final desta etapa pretende-se compreender e analisar as principais características do território que têm influência nas dinâmicas da mobilidade, tendo em consideração os seguintes aspetos:

- Caracterização do território de modo a analisar as ocupações predominantes do solo;
- Caracterização demográfica;
- Caracterização da rede de transportes.

Tendo por base os aspetos caracterizados, é possível estabelecer uma hierarquia do território e definir a rede a analisar na fase diagnóstico.

2.2 Diagnóstico

A etapa de diagnóstico baseia-se na informação recolhida e pretende avaliar o desempenho atual da rede estruturante definida no PDM, identificando discrepâncias significativas entre a classificação viária existente e os níveis de carga verificados. Paralelamente deve ser ainda avaliada a coerência/eficácia da rede face à organização do território tendo em consideração a existência de pontos de bloqueio ou congestionamento da rede, características geométricas e funcionais bem como o estado de conservação da rede. Neste ponto deve ser tido ainda em consideração a articulação com outros modos de transporte e a identificação de estratégias e interesses do município que compreendem políticas de crescimento económico e social.

No presente estudo, o diagnóstico da rede rodoviária foi realizado tendo em atenção quer as características físicas da infraestrutura quer as condições operacionais que esta proporciona. Deste modo, foram analisados os seguintes aspetos:

- Caracterização dos perfis
 - Faixa de rodagem
 - Berma/passeio
 - Pontos notáveis
- Avaliação do estado do pavimento
 - Assentamento/Regularidade (longitudinal)

- Textura
- Avaliação das ligações
 - Mobilidade
 - Acessibilidade

A caracterização dos perfis transversais das diferentes vias rodoviárias pode ser realizada com base numa classificação dos perfis em 6 classes de Perfis Transversais Tipo definidos no Quadro 1. No presente estudo, a caracterização dos perfis e a avaliação do estado do pavimento foi realizada com recurso a um veículo instrumentado. O veículo possui um sistema de monitorização e gestão dos dados recolhidos (dados de navegação, condução e vídeo) pelos diversos sensores. Possui também um sistema, independente do anterior, de avaliação das condições do pavimento, que recolhe dados vídeo, GPS, velocidades e deformações/irregularidades do pavimento. Os perfis foram caracterizados com a análise das imagens vídeo georreferenciadas, recolhidas pelo veículo instrumentado.

Quadro 1. Dimensões dos Perfis Transversais Tipo

Perfil	Faixa de Rodagem	Berma/Passeio
A	> 6 m	> 2 m
B		< 2 m
C	< 6 m	> 2 m
D		< 2 m
E	> 6 m	-
F	< 6 m	-

O sistema de avaliação de pavimentos consiste num aparelho multiuso que recolhe informações numéricas e visuais do estado do pavimento assim, com o recurso ao veículo instrumentado, é possível realizar a caracterização física da totalidade da rede em análise, constituindo uma base de dados de vídeos e indicadores físicos georreferenciados dos diversos troços da rede em análise, como exemplificado na Figura 1.

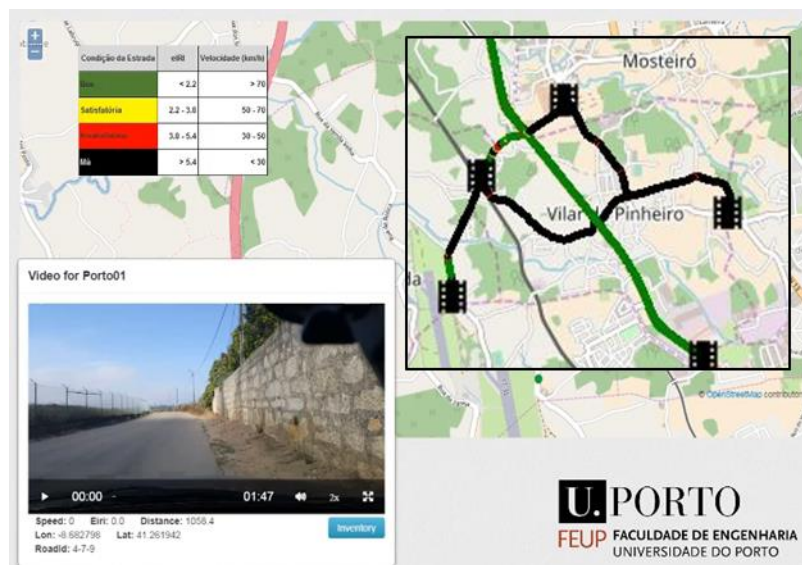


Fig. 1 Base de dados (exemplo)

A avaliação do estado do pavimento foi realizada com recurso a dois indicadores (Figura 2), nomeadamente:

- cIRI que estima a irregularidade do perfil longitudinal, relacionada com o desnivelamento da superfície do pavimento em relação ao seu perfil longitudinal ou com os assentamentos do pavimento, que afeta a segurança e o conforto, apresentando-se no Quadro 2 os valores de referência;

Quadro 2. Valores de referência cIRI

Valores máximos indicativos cIRI (m/km)		
40%	80%	100%
2,5 m/km	3,5 m/km	4,5 m/km

- eIRI [m/km] que estima a macro textura e está relacionado com o estado da superfície do pavimento (“fendilhamento”) e/ou com o tipo de pavimento (rugosidade), que afeta a tração do veículo, o conforto e o desgaste dos rodados e suspensão, apresentando-se no Quadro 3 os valores de referência.

Quadro 3. Valores indicativos de eIRI

Condição da estrada	eIRI (m/km)
Boa	< 2,2
Satisfatória	2,2 – 3,8
Insatisfatória	3,8 – 5,4
Má	> 5,4

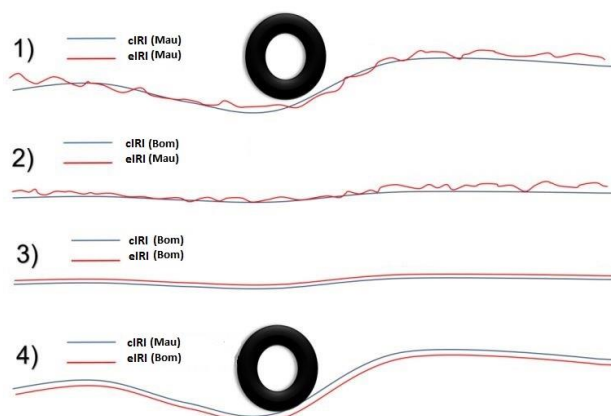


Fig. 2 Exemplificação dos indicadores

Os valores de cIRI e eIRI para pavimentos novos e obras de reabilitação, têm de cumprir os valores limites apresentados em [2] e [3]. Para pavimentos em uso, estes limites são estendidos e em prática estão limitados conforme se apresenta no Quadro 2 e 3. Valores superiores aos definidos como limite, assume-se que as condições do pavimento se alteraram a ponto de ser necessário intervenção.

No que se refere à caracterização das condições operacionais da rede a utilização de plataformas públicas de recolha de dados em massa, designadamente *Google Directions API*, permite a recolha de variáveis para

caraterização das condições de circulação, nomeadamente tempos de percurso em diferentes períodos horários e respetivas distâncias.

Deste modo, na análise da mobilidade podem ser avaliadas as velocidades entre os pares de centróides definidos *à priori* para um perfil horário em dia útil. Os dados obtidos permitiram calcular as velocidades médias de circulação que permite avaliar a mobilidade entre os pares de centroides considerados, tendo como referência os valores apresentados no Quadro 4.

Quadro 4. Valores de referência da velocidade média

Velocidade Média	Mobilidade
> 60	Boa
40-60	Satisfatória
20-40	Insatisfatória
< 20	Má

De modo a se inferir sobre a procura na rede pode-se utilizar a variação de velocidades ao longo de um dia calculando-se a razão entre as velocidades mínima e a máxima, identificando-se as variações superiores a um dado limite sendo que o valor de 25% pode ser considerado como de referência.

Por outro lado, e com o objetivo de analisar a acessibilidade entre diferentes centroides, a “variável” “velocidade equivalente reta” calculada com base na distância em linha reta entre centroides e o tempo de percurso médio constitui um importante indicador. Calculando a razão entre a velocidade média e a “velocidade equivalente reta”, pode-se avaliar a “acessibilidade” entre diferentes centroides, sendo que um valor igual a “2” representa que qualquer viagem efetuada entre esses dois núcleos tem o “dobro” da extensão se fosse em linha reta, demonstrando assim que o percurso é muito sinuoso e apresenta muito fraca acessibilidade.

2.3 Hierarquização viária

A etapa conducente à proposta de hierarquização da rede viária compreende 3 tarefas específicas. A primeira tarefa corresponde à identificação de corredores/eixos estruturantes. Neste caso, e a partir da etapa anterior, define-se corredores/eixos que vão de encontro à estratégia de mobilidade do concelho, mas também estratégias políticas territoriais, sociais e económicas resultantes por exemplo da identificação de oportunidades de valorização cultural, turística e de marketing territorial.

Posteriormente são identificadas zonas/pontos críticos da malha viária. Esta tarefa resulta do diagnóstico realizado previamente, mas também tendo em conta a localização dos corredores/eixos anteriormente definidos. Nesse sentido, devem ser analisadas eventuais necessidades de ajustamento da malha existente (topologia, geometria, operação, etc.) bem como a integração e ligação com as zonas envolventes (acessibilidades à zona costeira, zona comercial e/ou industrial, interface com transporte coletivo, etc.).

A última tarefa desta etapa integrará as tarefas anteriores resultando na definição da rede viária estruturante como um todo. Esta rede terá como referência três níveis hierárquicos (rede de coletoras; rede de distribuidoras principais; rede de distribuidoras locais), como descrito no Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária [1].

3 CASO DE ESTUDO

De forma resumida, apresenta-se nesta secção a aplicação da metodologia de análise descrita anteriormente ao caso do concelho de Vila do Conde.

3.1 Caracterização do Concelho de Vila do Conde

O município de Vila do Conde caracteriza-se por uma população na ordem dos 80.000 habitantes segundo dados de 2011 do Instituto Nacional de Estatística (INE), representando cerca de 5% da população da Área Metropolitana do Porto (AMP). Esta população corresponde a uma densidade populacional média de cerca de 532 habitantes/km², inferior à média da AMP (≈ 862 hab./ km²) mas superior à média da Região Norte (≈ 173 hab./ km²). O concelho de Vila do Conde é fortemente agrícola/florestal visto que as áreas de usos “urbanos” (habitacionais, comerciais, equipamentos e industriais) representam apenas cerca de 27%, correspondendo a uma área de cerca de 40 km². No concelho de Vila do Conde verifica-se que a maioria das deslocações para o trabalho ou para a escola se fazem dentro do concelho, representando esta mobilidade 67% das viagens (dados de 2011 do INE). Os 5 municípios vizinhos absorvem 28% dos destinos e apenas 5% das viagens se fazem para outros municípios mais distantes.

O transporte individual (TI), em viatura própria e frequentemente ocupada apenas pelo condutor do veículo, é responsável por 66% das deslocações casa-trabalho e casa-escola, sendo que, dos 13% de viagens feitas em transporte público (TP), 60% são feitas em autocarro.

No que se refere a viagens interconcelhias, os habitantes de Vila do Conde deslocam-se para estudar e trabalhar principalmente para Póvoa de Varzim (26%), Porto (22%), Maia (15%) e Matosinhos (13%). As entradas em Vila do Conde são maioritariamente de Póvoa de Varzim (32%), Maia (13%) e Matosinhos (13%).

O peso dos TPs, tendo presente apenas as deslocações em TI e em TP, nas viagens geradas na freguesia é maior (entre 25% e 30%) nas freguesias de Ferreiró, Outeiro Maior, Parada e Fornelo e menor, inferior a 15%, nas freguesias de Mosteiró, Junqueira e Vila do Conde.

A população diurna e noturna coincidem praticamente, sendo a diurna apenas 5% inferior à noturna. Isto significa que há um balanceamento entre as saídas diárias dos habitantes do concelho para estudar e trabalhar e as entradas no município.

A identificação das infraestruturas rodoviárias foi realizada tendo por base o Plano Rodoviário Nacional (Rede Nacional Complementar) e a Rede Municipal tendo em atenção quer as ligações entre os diferentes núcleos urbanos do concelho quer o Serviço de Transporte Público, definindo uma rede conectada (Figura 3). A Rede Nacional Complementar que atravessa o concelho de Vila do Conde é constituída pela Autoestrada A28 e pela Autoestrada A7, sendo estas duas vias estruturantes fundamentais nas ligações longitudinais Norte-Sul e transversais Oeste-Este. As duas vias são de elevada relevância para o concelho por representarem ligações a grandes centros urbanos da região e, como tal, são eixos orientadores do fluxo viário para o exterior do concelho. A ligação da rede local aos nós existentes destas duas vias é, portanto, um ponto relevante a ter em consideração na análise da rede. Por outro lado, estas vias criam barreiras físicas na mobilidade e vivência local que é necessário ter em consideração. As Estradas Nacionais/Regionais EN13 (Porto-Valença), EN104 (Azurara-Santo Tirso), ER206 (Vila do Conde-Guimarães), EN306 (Paredes de Coura-Modivas), EN309 (Santagões-Fafe) e 318 (Macieira da Maia-Valongo) também se assumem como importantes na ligação ao exterior do concelho, em particular aos concelhos limítrofes, sendo que a EN104 e ER206 também se constituem como parte integrante da Rede Nacional Complementar. As restantes EN's têm uma função mais local, ou seja, assumem-se como importantes nas ligações entre freguesias do concelho de Vila do Conde bem e aos concelhos limítrofes.

Tendo presente estas infraestruturas rodoviárias constata-se que Vila do Conde se encontra, regra geral, relativamente bem servida em termos espaciais (Figura 4), apresentando uma extensão total de “Rede Principal” (AE's) com cerca de 30 km e de “Rede Secundária” (EN/ER's) com cerca de 70 km ou seja, densidade de 0,67 km/km², valor esse acima da média nacional (0,16 km/km²) e da região Norte (0,21 km/km²). No que se refere à rede municipal e tendo presente as Estradas e Caminhos Municipais também se verifica uma boa cobertura espacial, apresentando esta rede uma extensão total de cerca de 250 km e densidade de 1,70 km/km², o que revela uma boa cobertura espacial do território.

O concelho de Vila do Conde é servido por sete operadores rodoviários. A oferta de transporte público rodoviário representa cerca de 1.34x10⁶ Veic. x Km, dos quais 33,5% em serviço municipal, 44,1% em serviço intermunicipal e 22,4% em serviço inter-regional. Esta oferta serve 87,8% da população e cobre 88,9% do território.

No que se refere ao transporte ferroviário, Vila do Conde é servida pela linha B da Metro do Porto, com dois tipos de serviço: normal e expresso. Esta linha opera no serviço normal com uma frequência média de 30 min, sendo esta oferta intercalada com viagens expresso no período das 7.00h às 21.00h. A linha B com 12 paragens no concelho de Vila do Conde assegura a ligação aos concelhos vizinhos de Póvoa de Varzim, Maia e Matosinhos, ao aeroporto internacional Francisco Sá Carneiro e diretamente ao concelho do Porto. O transporte ferroviário representava em 2011 5% do total das viagens pendulares (dados do Censos de 2011) e 38% do total dessas viagens feitas em transporte público.

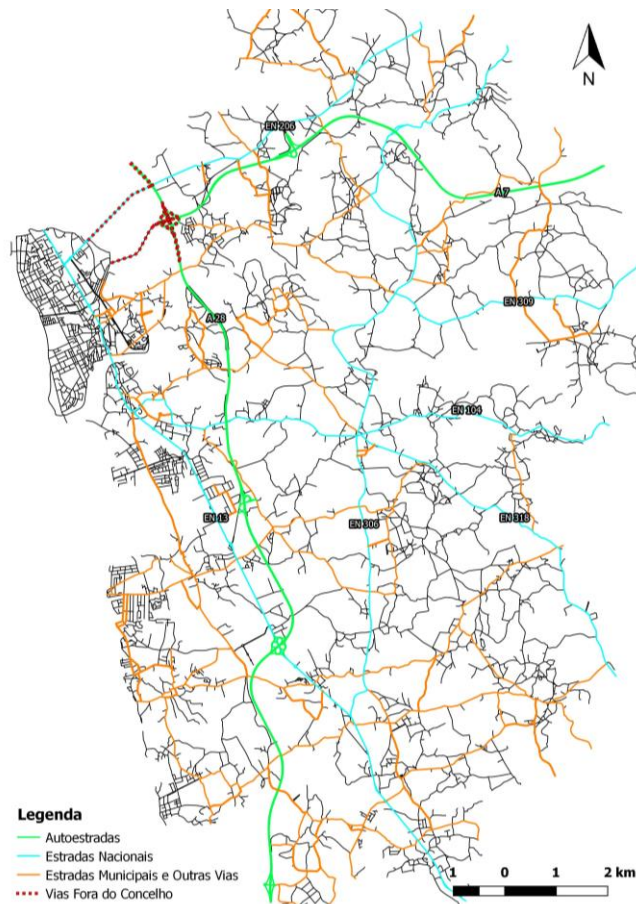


Fig. 3 Rede analisada

3.2 Diagnóstico

Nesta subsecção, apresenta-se os resultados da fase de diagnóstico para o caso de estudo do concelho de Vila do Conde. A Figura 4a) corresponde à fase de caracterização dos perfis e resume a rede analisada quanto ao perfil tipo com base nas dimensões apresentadas anteriormente (cf. Quadro 1). A avaliação do estado de pavimento apresenta-se na Figura 4b), sendo a cor verde um pavimento com boa qualidade/rugosidade e a roxo um pavimento com má qualidade ou grande rugosidade.

As Figuras 4c) e 4d) representam a avaliação da mobilidade e acessibilidade, respetivamente, para a rede viária em estudo. As piores ligações entre centroides são resumidas nos mapas apresentados. No caso da avaliação da mobilidade para velocidades médias inferiores a 30 km/h e no caso da acessibilidade, para valores da razão entre a velocidade média e a “velocidade equivalente em reta” superiores a 2. O cruzamento dos dados obtidos, permitirá a reestruturação da hierarquia viária do concelho e a definição de prioridades de intervenções caso assim se justifique.

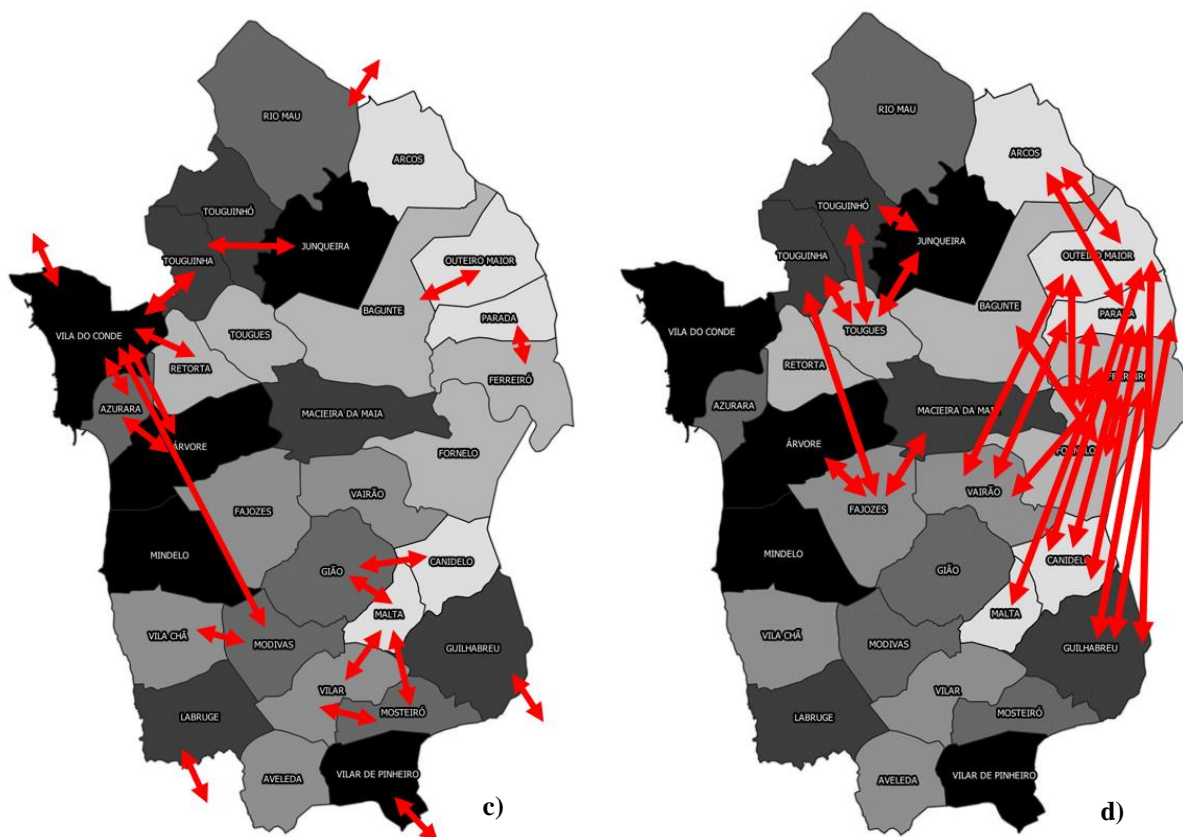
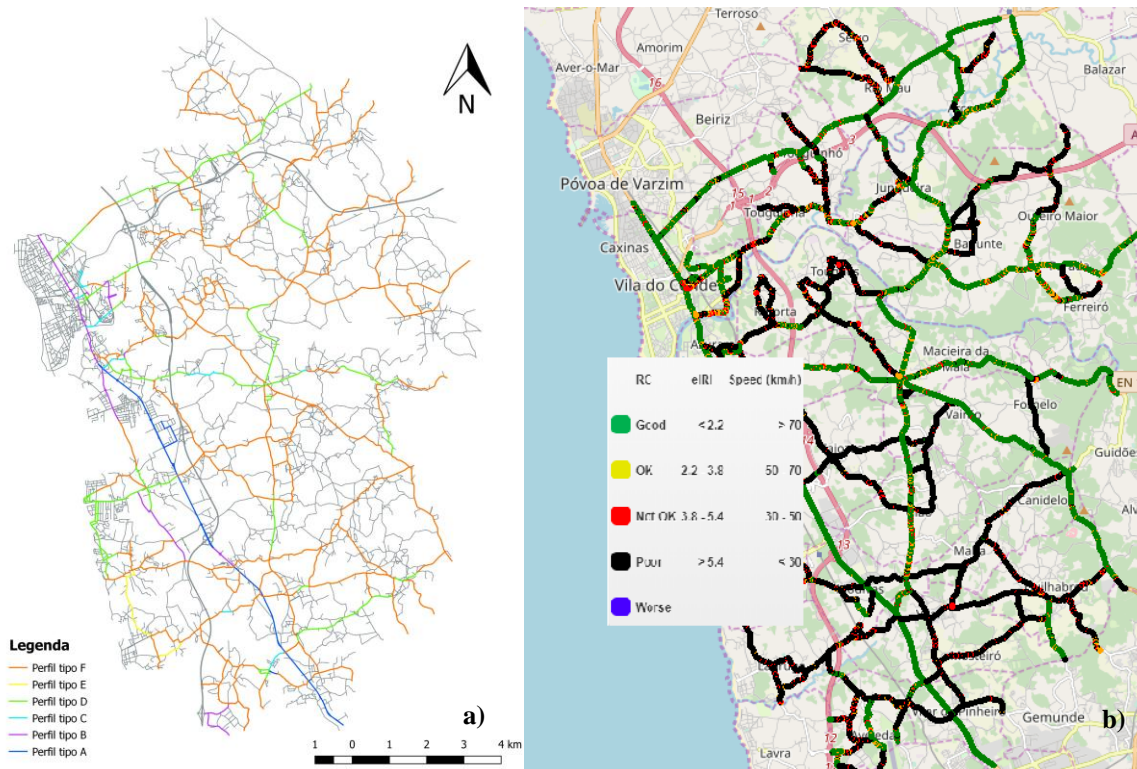


Fig. 4 a) Perfis tipo da rede analisada; b) Condição do pavimento da rede analisada; c) Avaliação da Mobilidade ($V_m < 30$); d) Avaliação da acessibilidade ($V_m/V_{eq.reta} > 2$)

3.3 Hierarquização Final

A proposta de hierarquização final é apresentada na Figura 5 para a rede estruturante do concelho de Vila do Conde, nomeadamente para as redes Coletora e Distribuidora Principal, e para a rede local apenas ao nível designado por vias Distribuidoras Locais.

Esta hierarquização garante a acessibilidade entre todos os núcleos urbanos/empresariais do concelho a partir da rede coletora, assegurando ainda uma descontinuidade das vias distribuidoras principais e locais para garantir a utilização adequada das mesmas.

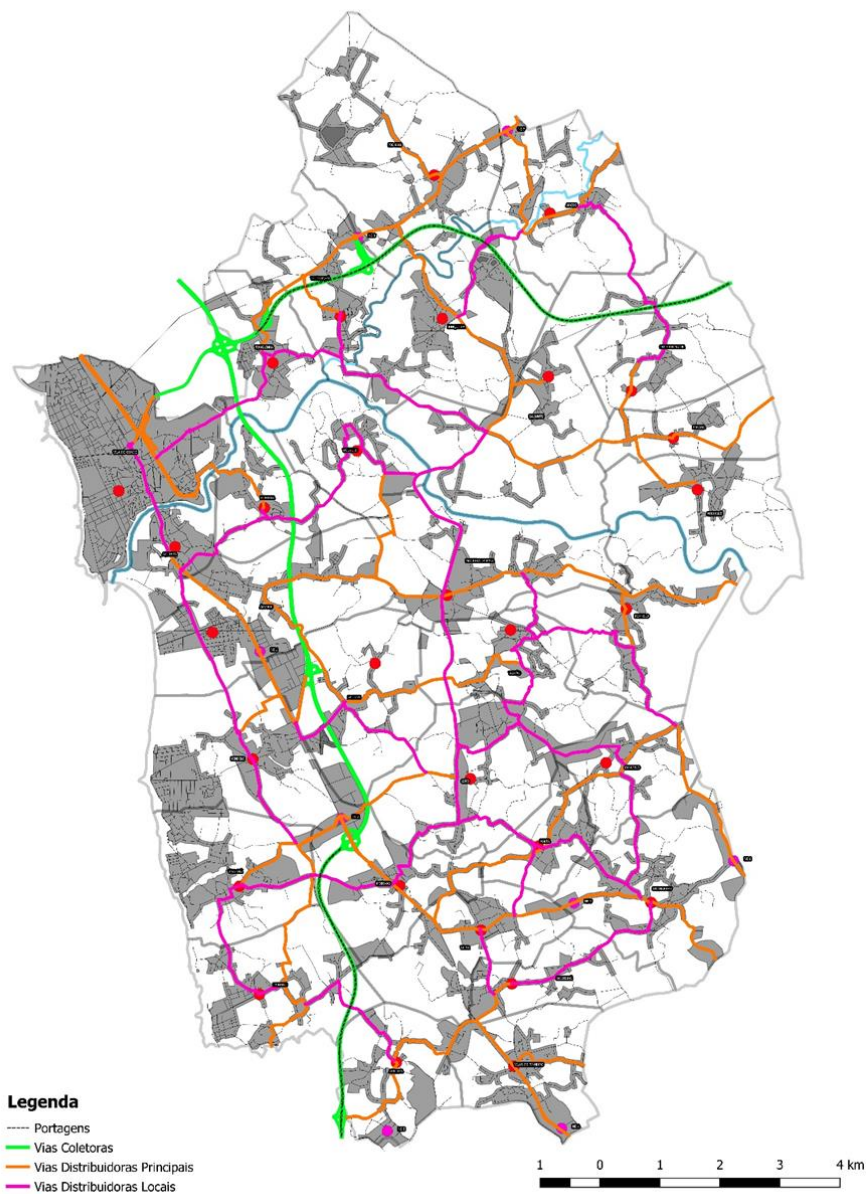


Fig. 5 Proposta de hierarquização final

4 CONCLUSÕES

Uma rede viária deve garantir as funções básicas de mobilidade e acessibilidade sendo naturalmente estruturada em dois grandes conjuntos de vias: as vias estruturantes viradas fundamentalmente para o serviço da função de circulação e as vias locais viradas fundamentalmente para as funções de acesso e de vivência local. Contudo, na maior parte dos casos, a implementação destas funções viárias aplica-se a redes urbanas já existentes e que servem espaços urbanos perfeitamente consolidados, tornando como tal o procedimento mais complexo. Por outro lado, é indispensável que a reorganização viária se realize de forma fundamentada podendo ainda apoiar-se em novas ferramentas tecnológicas.

Neste contexto, o presente estudo propõe uma metodologia de análise para a hierarquização viária de redes existentes. A metodologia baseia-se em três passos fundamentais: recolha e tratamento de dados; diagnóstico e proposta de hierarquização. Propõe-se especificamente indicadores que devem ser recolhidos e analisados para caracterização dos perfis transversais, para avaliação do estado do pavimento e para avaliação das ligações quer em termos de mobilidade quer de acessibilidade.

A metodologia de análise proposta é exemplificada com a aplicação ao caso do Concelho de Vila do Conde, apresentando-se no final uma hierarquização viária de acordo como Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária [1].

5 AGRADECIMENTOS

Este estudo foi desenvolvido em estreita colaboração com o Município de Vila do Conde ao qual gostaríamos de agradecer.

6 REFERÊNCIAS

1. Seco, A., Antunes, A., Pires da Costa, A., Bastos, A. (2008). *Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária: Cap. 04 Princípios Básicos de Organização de Redes Viárias*, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.
2. Ministerio de Fomento. *Norma 6.3-IC: Rehabilitación de firmes de la Instrucción de carreteras*, anexado ao Boletín Oficial del Estado 297. Espanha, 2003. BOE-A-2003-22786
3. Ministerio de Fomento. *III. Otras disposiciones*, anexado ao Boletín Oficial del Estado 3. Espanha, 2015. BOE-A-2015-48