

Apenas Comunicação Oral	X	Apenas Poster		Comunicação Oral ou Poster
-------------------------	---	---------------	--	----------------------------

(Assinalar com X a opção de submissão desejada)

## CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO SGRR – SISTEMA DE GESTÃO DE REDE RODOVIÁRIA PARA O MUNICÍPIO DE RIO MAIOR

*António Pedro Rosa Simões (1)*  
*Hugo Daniel Bernardo Santos (1)*

(1) Câmara Municipal de Rio Maior; Edifício do Município, Praça da República, 2040-320 Rio Maior; E-mail: [hugo.santos@cm-riomaior.pt](mailto:hugo.santos@cm-riomaior.pt); [pedro.simoes@cm-riomaior.pt](mailto:pedro.simoes@cm-riomaior.pt)

### RESUMO

O presente artigo visa apresentar trabalho realizado no Município de Rio Maior, onde se procedeu a criação e implementação de um Sistema de Gestão da Rede Rodoviária (SGRR), a realização deste trabalho resultou de um conjunto de fatores, como a necessidade de avaliação da rede viária, as competências na gestão da rede viária municipal e as restrições financeiras das autarquias.

A concretização do SGRR, tem como objetivo principal, tornar-se num elemento técnico de apoio às decisões políticas relativamente aos investimentos a efetivar na rede viária, contribuindo assim para uma eficiente gestão dos recursos financeiros e gestão do património concretizado.

A criação do SGRR, permitiu adquirir e desenvolver um conhecimento mais profundo e uma melhor catalogação e consequente avaliação da rede viária municipal, para que em conjunto com um Sistema de Informação Geográfica (SIG), seja possível a implementação de sistema de avaliação de qualidade.

### 1. INTRODUÇÃO

Tendo em consideração o desenvolvimento do país nos últimos 30 anos, ao nível demográfico e socioeconómico, o que resultou num aumento das necessidades de deslocações físicas, como resposta às necessidades resultantes do progresso que se observou. A democratização do recurso ao veículo privado, provocou um crescimento do número médio de

viagens realizadas, bem como no papel fundamental que a rede rodoviária assumiu nas atividades económicas, originando maiores volumes de tráfego.

Refletindo sobre a atual situação económica/financeira onde também os municípios se deparam com grandes estrangimentos orçamentais relativamente à concretização dos investimentos a realizar a nível municipal. Torna necessário promover a maximização das infraestruturas existentes em detrimento de investimentos em novas infraestruturas, ou seja, promover o aumento de eficiência, em intervenções de ordem qualitativa, que visem minimizar a degradação e precariedade das infraestruturas existentes.

A materialização dessa eficiência implica o profundo conhecimento das infraestruturas existentes, das necessidades da população, dos seus fluxos diários, das entidades existentes e potenciais operadores interessados em concretizar investimento no concelho.

A implementação de um sistema de avaliação da qualidade associado à rede rodoviária, revela-se uma ferramenta fundamental no apoio à decisão, permitindo uma melhor definição do programa de conservação plurianual para a rede concelhia.

## 2. ENQUADRAMENTO E METODOLOGIA

A metodologia aplicada, assentou em duas fases distintas, sendo a primeira fase caracterizada pelo levantamento físico das infraestruturas, realizado através de trabalho de campo, onde se procedeu à recolha de elementos relativos às características geométricas dos traçados, características dos pavimentos, elementos de drenagem e sinalização vertical e horizontal. Na fase seguinte procedeu-se à análise dos dados recolhidos e à reclassificação da rede viária municipal, bem como toda a informação aos investimentos realizados pelo Município ao longo dos últimos anos.

A tabela 1 exemplifica alguns dos dados recolhidos, relativamente ao estado de conservação do pavimento.

**Tabela 1 – Exemplo de dados referenciados**

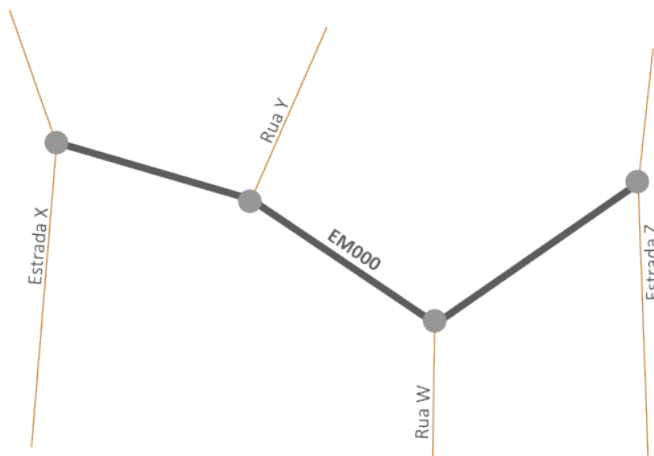
Degradação	Nível	DescriçãoB
Fendilhamento	1	Fenda isolada e fechada
Peladas	2	Anomalia com largura entre 30cm a 100cm
Covas (Ninhos)	3	Profundidade máxima da cavidade > 4cm, ou várias covas de qualquer largura na mesma secção transversal
Reparações	1	Reparações bem executadas
Rodeiras	2	Profundidade máx da rodeira entre 10mm e 30mm

Toda a informação foi recolhida com vista a sua georeferenciação, esta foi possibilitada com a implementação do *Linear Reference System* (LRS), ou seja, um sistema onde pontos e segmentos são localizados ao longo de uma linha através de medição. Desta forma foi possível identificar, demonstrar e analisar os dados recolhidos em campo, de forma dinâmica, simples e gráfica.

O exemplo mais comum da referenciação linear são os marcadores de quilómetros (km) ao longo das estradas geridas pelas Infraestruturas de Portugal (IP), diferindo tradicionalmente de coordenadas geográficas e sistemas de referência, ou seja, latitude e longitude, Transversal Universal de Mercator (UTM), planimétrica, entre outras.

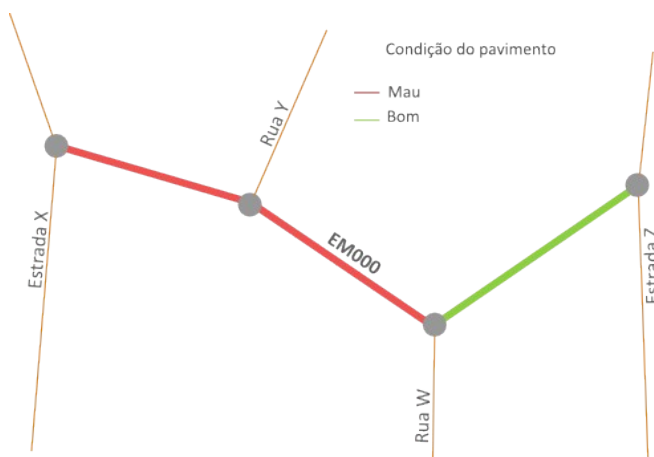
Ao sistema de LRS, podemos ainda aplicar o processo de segmentação dinâmica, ou seja, através de software podemos dividir de uma forma simples e prática uma ou mais linhas em várias partes, sem necessidade de alterar os ficheiros da base de dados. As figuras seguintes exemplificam o funcionamento, por exemplo, a

EM000 (mostrado em linha preta espessa) é representada por uma série de três segmentos com quatro cruzamentos, a EM000 começa na Estrada X e cruza a Rua Y e Rua W e antes de terminar com a Estrada Z.



**Figura 1 – Diagrama Exemplo de Aplicação de LRS**

Na figura abaixo, é exemplificado o estado/condição do pavimento, entre a Estrada X e a Estrada Z, contudo e dependente da informação existente, podemos representar dinamicamente: o número de faixas, tipo de pavimento, largura de via, existência de órgãos de drenagem, entre muitas outras características que possam ser inventariadas. Este tipo de visualização pode ser realizada *on-the-fly*, ou seja, sem a necessidade de alterações da informação da base de dados. Sendo que neste trabalho, estas relações de dados serão guardadas e mantidas na base de dados, assegurando assim também a integridade da informação recolhida e a estrutura das ligações viárias originais.



**Figura 2 – Diagrama Exemplo do Estado/condição do Pavimento**

A segmentação dinâmica também pode ser realizada, quando as ligações e os nós de redes múltiplas são sobrepostos e comparados. Este processo é necessário para responder a perguntas ou dúvidas que envolvem diferentes tipos de dados, atributo associado a mais de uma rede. Por exemplo para a EM000, com um conjunto de dados como o estado do pavimento, a largura do pavimento e o número de acidentes com veículos, podemos realizar uma consulta que usa sobreposição linear e os algoritmos de segmentação dinâmica para todos os três conjuntos de redes e atributos associados, e desta forma saber se o local onde a EM000 possui mais que 5 acidentes no último ano coincide com a uma zona de mau estado do pavimento e de faixa de rodagem mais estreita.

Semelhante à sobreposição dos elementos lineares, a segmentação dinâmica também pode ser realizada por sobreposição de áreas a linhas e sobreposição de pontos a linhas, podendo assim relacionar as linhas de uma rede viária a qualquer evento ou fenómeno que se sobreponha a esse rede, como acidentes rodoviários, estado do pavimento, reparações, sinais, pontes, iluminação, áreas com instabilidade de vertentes, entre outros.

### 3. MODELO DE DADOS E SOFTWARE

Para que, a informação cartográfica e temática existente, pudesse ser importada para um ambiente SIG foi necessário, conforme referido, proceder à sua preparação, como por exemplo, reorganização da informação por níveis nos ficheiros do tipo CAD (Computer-aided design) fornecidos. Para facilitar o manuseamento da informação cartográfica foi necessário criar um só ficheiro apenas com os níveis de informação para o estudo em causa. Relativamente à definição do sistema de georeferenciação espacial, mantiveram-se os parâmetros cartográficos do sistema de referência da cartografia da Câmara Municipal de Rio Maior (CMRM).

A definição da base de dados (BD) foi estabelecida tendo como objetivo, o de englobar a informação de suporte às análises e consequentes mapas temáticos necessários às várias fases do estudo. A base de dados envolveu assim um conjunto de tabelas, relações entre as diversas tabelas, assim como de vários *trigger's específicos* para o funcionamento do SGRR.. A estrutura do modelo é expansível a mais dados, consoante as necessidades futuras da classificação da rede viária.

A base de dados escolhida para albergar o SGRR, foi o *PostGIS*, sendo um software de código aberto, disponível gratuitamente, que permite adicionar à base de dados PostgreSQL, dados geográficos e torná-la numa base de dados espacial compatível com as normas *Open Geospatial Consortium* (OGC). Em poucas palavras ele adiciona funções espaciais, como distância, área, união, intersecção bem como tipos de geometria para a base de dados.

O carregamento dos dados para a BD, exigiu uma ferramenta de ETL (*Extract Transform and Load* – Extração, Transformação e Carregamento). Neste tipo de ferramentas os dados podem ser carregados para um ficheiro ou BD. A ferramenta de ETL escolhida, foi o *Geokettle*, esta é dedicada à integração de diferentes fontes de dados espaciais para a construção e atualização de *data warehouses* geoespaciais. O *GeoKettle* permite assim a extração de dados de várias fontes, a transformação destes, a correção eventuais erros, de ações “limpeza”, ou até à alteração da estrutura de dados, de modo, a torná-los compatíveis com os padrões definidos e carregar os dados transformados, para um sistema de destino, neste caso a base de dados espacial criada.

Neste projeto o *Geokettle* assume uma importância redobrada, permitindo de uma forma simples e eficaz realizar “tarefas” em lote, dos ficheiros em formato de folha de cálculo, preparados pelos serviços técnicos e carregados de forma automática e normalizada para o modelo de dados, bem como as “tarefas” de manutenção da base de dados e dos processos de LRS e de segmentação dinâmica.

O *QGIS*, funcionou no projeto como o *frontend* para os dados na BD do SGRR, software aberto de SIG licenciado sob a GNU (*General Public License*), o *QGIS* é um projecto oficial da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo), que funciona em vários sistemas operativos, como suporte para inúmeros tipos de ficheiros vectoriais, raster e de base de dados, permitindo aos utilizadores a visualização e manipulação dos dados do SGRR, bem como a composição de *layouts* para impressão, de um forma simples e intuitiva.

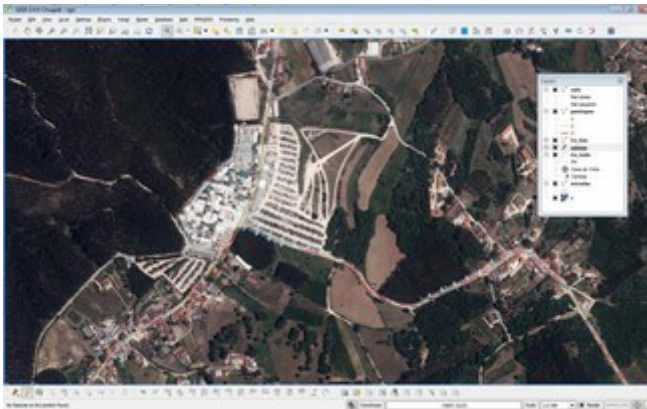


Figura 5 – Visualização Dos Dados Recolhidos do SGRR

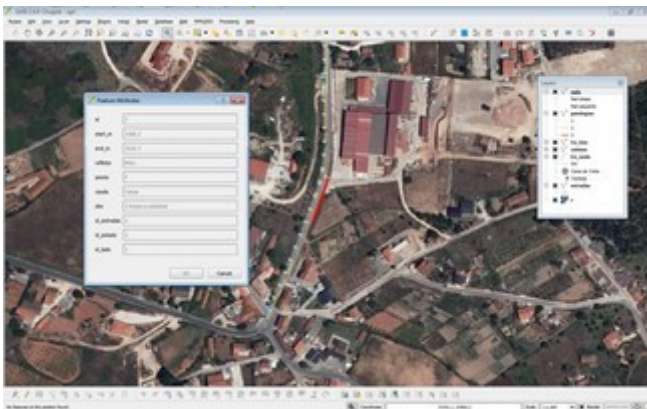


Figura 6 – Visualização Dos Dados Recolhidos do SGRR

### 3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Ao longo da implementação do projeto, conseguimos enumerar diversas vantagens e desvantagens:

Vantagens:

- Trata-se de um sistema *low-cost*, ou seja, sem custos adicionais para o município, quer em termos de equipamento e/ou software;
- Permite organizar a rede viária, de uma maneira funcional, com objetivos claros e precisos;
- Permite categorizar a rede face às suas anomalias/patologias;
- A inventariação da rede, é realizada com recurso a ferramentas simples, odômetro e fita métrica;
- A implementação do sistema não necessita de um ajuste das metodologias de trabalho;
- O SGRR foi idealizado para se adaptar às necessidades dos serviços, ou seja, não necessita de um avançado conhecimento de SIG e/ou base de dados, já que a base de trabalho são folhas de cálculo e um visualizador de dados SIG;
- A base de dados do SGRR, possui um desenho simples e facilmente escalável;
- O SGRR permite-nos possuir dados, devidamente normalizados, facilidade na gestão dos mesmos e na sua atualização;
- Permite de um forma simples visualizar qualitativamente o estado da rede viária municipal;
- Permite otimizar as características das vias face às funções que desempenham;
- Permite inventariar não só as anomalias/patologias da rede viária, bem como as obras de arte e outros elementos nas vias de comunicação ou contíguos a estas, por exemplo as valetas e o seu estado de conservação;
- A idealização do SGRR e o desafio na sua implementação permitiu-nos adquirir novos conhecimentos, tanto da rede viária, como de SIG, de base de dados e *data warehouse*, conhecimentos estes que poderão ser replicados param outras áreas de intervenção municipal que não a rede viária.



## Livro de Atas

### Desvantagens

- O processo de inventariação é moroso, cansativo e necessita de duas pessoas para ser produtivo;
- A inventariação das patologias, apesar do esforço de uniformização, poderá ser subjetiva;
- A informação base da cartografia 1:10000 poderá influenciar a referência linear dos dados erradamente;

## 4. CONCLUSÕES

Com a aplicação deste projeto, SGRR – Sistema de Gestão da Rede Rodoviária, verifica-se que este possibilitará a realização de uma parametrização e classificação da rede viária do município, em relação à qualidade de circulação, permitindo igualmente a obtenção de dados e simultaneamente uma melhor visualização dos mesmos, resultando assim numa ferramenta essencial para o apoio à decisão, no que respeita a manutenção e beneficiação da rede viária sob a jurisdição do município e consequentemente priorizar o investimento municipal.

O projeto potencia uma boa gestão da rede viária, já que permite a consciencialização e sensibilização dos responsáveis, na definição de estratégias e planeamento com incidência na rede viária.

No final da realização do inventário das Estradas Municipais, será implementado na Base de Dados do SGRR, o cálculo dinâmico do Índice de Regularidade Longitudinal (IRL), que servirá como base de comparação qualitativa entre as várias estradas, independentemente das suas características ou hierarquia, em tudo semelhante aos sistemas utilizados da IP e/ou dos municípios de Lisboa ou Coimbra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Seco, Álvaro Jorge da Maia, e outros (Dez 2008), “Princípios Básicos de Organização de Redes Viárias”, CCDRN;

Da Costa, José Luis Cardoso (2008), “O Planeamento das Redes Viárias Municipais – Uma Abordagem Metodológica” – Dissertação de Mestrado, Vila Real;

Instituto de Estradas de Portugal (2003), “Documentação Relativa a Hierarquização Viária”, Almada;

Seco, Álvaro Jorge da Maia, e outros (2001), “Princípios Básicos de Organização de Redes Viárias- Textos Didáticos”, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra;

REGULAMENTO GERAL DAS ESTRADAS E CAMINHOS MUNICIPAIS – Lei nº2110 de 19 de Agosto de 1961;

Gabinete Gestão da Rede (2008) – Estradas de Portugal S.A., “Catálogo de Degradações dos Pavimentos Rodoviários – Volume 1: Projecto de Reabilitação”, Lisboa, EP;

Gabinete Gestão da Rede (2008) – Estradas de Portugal S.A., “Catálogo de Degradações dos Pavimentos Rodoviários – Volume 2: Gestão da Conservação”, Lisboa, EP;

Curtin, K.M. (2007) “Network analysis in geographic information science: Review, assessment, and projections”, Cartography and Geographic Information Systems, 34(2), 103-111.

T.M. Adams et al., Guidelines for the Implementation of Multimodal Transportation Location Referencing Systems(link is external), NCHRP Report 460, Transportation Research Board, 2001.

CML e ESTG (2004), “ I Revisão do Plano Director Municipal de Leiria – Organização da Rede Viária do Concelho de Leiria”, Leiria, CML;

Site: <http://www.estradasdeportugal.pt/>;

Site: <http://postgis.net/docs/reference.html>;

Site: <https://grass.osgeo.org/grass64/manuals/lrs.html>