

9 de dezembro
December, 9th

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
AUDITÓRIO LAGINHA SERAFIM



Conferência

AVALIAÇÃO OPERACIONAL E AMBIENTAL DE ROTUNDAS

SEMINÁRIO FINAL DO PROJETO
AROUND - NOVOS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO
OPERACIONAL E AMBIENTAL DE ROTUNDAS |
IMPROVING CAPACITY AND EMISSION MODELS OF
ROUNDBOUTS



Informações complementares em:
<http://around-fct.weebly.com/>





Programa

14h00 – **Registo**

14h15 – **Sessão de abertura** (Dr. Barbosa de Melo, Vereador da Câmara Municipal de Coimbra; Profº Paulo Coelho, Sub-diretor do DEC; Profª Ana Bastos, Investigadora Principal do AROUND)

14h30 | 16h00 – **Sessão I - Capacidades em rotundas**

O projeto AROUND, Ana Bastos | Universidade de Coimbra

Avanços no cálculo de capacidades em rotundas, Luis Vasconcelos | Inst. Politécnico de Viseu

Developing passenger car equivalency factors for heavy vehicles at turbo-roundabouts, Anna Grana | Università di Palermo

Debate

16h00 –Coffee Break

16h30 – **Sessão II | Impactes das rotundas: Segurança Rodoviária e Emissões de Poluentes**

Os níveis de segurança em rotundas, Alvaro Seco | Universidade de Coimbra

As novas regras de condução em rotundas, Carlos Lopes | Autoridade Nacional de Seg. Rod.

Emissões poluentes em rotundas, Margarida Coelho | Universidade de Aveiro

Debate

18h00 – **Sessão de encerramento** (Presidente da ANSR)



AROUND

AROUND - Novos Instrumentos de Avaliação Operacional e Ambiental de rotundas (PTDC/SEN-TRA/122114/2010) é um projeto de investigação em sistemas de transporte, financiado pela FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) e pela União Europeia (programa COMPETE).

Breve descrição do projeto

As rotundas têm vindo, particularmente ao longo das últimas 3 décadas, a expandir-se a diversos países, assegurando níveis elevados de aceitação. Tal deve-se ao elevado desempenho que asseguram em termos de segurança, capacidade e emissões ambientais, particularmente quando comparados com outras soluções tradicionais de nível.

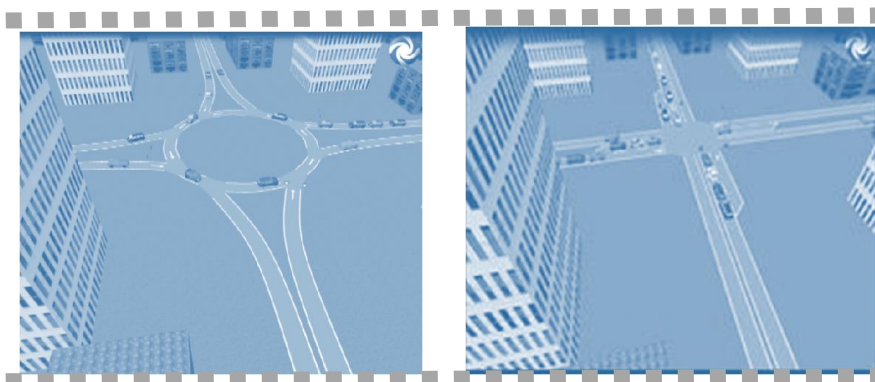
A investigação desenvolvida tem vindo a demonstrar que o desempenho da rotunda depende fortemente das suas características geométricas relevantes e das condições e características da procura de tráfego. Existem diversos modelos de estimação de capacidades desenvolvidos sob abordagens teóricas diferenciadas, englobando-se em 3 categorias distintas: estatísticos, probabilísticos e de simulação.

Os modelos do tipo **estatístico** e **probabilístico** traduzem-se habitualmente em expressões matemáticas simples, potenciando uma utilização expedita. Contudo apresentam limitações não permitindo, designadamente, a incorporação do efeito da variabilidade da procura do tráfego no tempo ou de características geométricas específicas.

Por sua vez, os modelos de **microssimulação** têm-se afirmado como instrumentos que potenciam a avaliação do desempenho das soluções quando integradas num sistema global de transportes. O aumento da capacidade dos processadores tem potenciado o desenvolvimento de aplicações cada vez mais sofisticadas e capazes de representar as condições reais com elevado nível de

fiabilidade. A incorporação de diversas valências permite ainda a estimação dos níveis de segurança e de emissões poluentes. Contudo, a sua utilização implica alguma especialização por parte do utilizador, assim como a disponibilização/recolha de um grande volume de dados.

Assim, o presente projeto de investigação centrou-se na procura de modelos analíticos e microscópicos robustos para estimação do nível de desempenho de rotundas. Esse nível de desempenho centrou-se de forma conjugada a três níveis fundamentais: **capacidade, segurança e emissões poluentes**.



Para atingir este objetivo geral, os trabalhos passaram por **cinco fases fundamentais**:

(WP1) Construção da base de dados reais, cobrindo as diferentes tipologias de rotundas existentes (univias e multivias) e as características geometrias variadas. Desenvolvimento de **análises comparativas** resultantes da aplicação de diferentes modelos de base estatística e probabilística de modo a perceber qual das teorias de base melhor se adapta ao comportamento dos condutores nacionais. Foi ainda possível identificar eventuais debilidades associadas a cada uma das abordagens teóricas de base potenciando o seu melhoramento/resolução.

(WP2) Calibração e/ou desenvolvimento de **modelos de base analítica** devidamente ajustados às condições nacionais. No caso dos modelos de base estatística, foram avaliados os pressupostos teóricos subjacentes a cada modelo e o peso assumido pelas

características geométricas relevantes da entrada/rotunda. No caso dos modelos probabilísticos, os trabalhos incidiram sobre o aperfeiçoamento das técnicas de estimação dos intervalos críticos, assim como dos parâmetros subjacentes às distribuições de intervalos nas correntes prioritárias.

(WP3) Aperfeiçoamento do desempenho de **modelos microscópicos** disponibilizados no mercado incorporando-lhes contributos na calibração dos sub-modelos representativos das interações inter-veículos, designadamente: *car-following* e de *gap-acceptance*. A calibração destes sub-modelos foi feita a nível microscópico, exigindo a criação de uma base de dados real recolhida por recurso a um veículo instrumentado e à análise do comportamento de condutores em intersecções, recorrendo ao tratamento de imagens vídeo.

(WP4) Centrou-se na análise da adequação dos modelos de emissões poluentes incorporados nos modelos microscópicos. A metodologia de trabalho incidiu sobre o estudo e definição dos comportamentos dos condutores e a correspondente dedução dos perfis típicos de velocidade. A estimação das emissões de poluentes foi apoiada no conceito de "Potência Específica do Veículo" (VSP - *Vehicle Specific Power*) que correlaciona os perfis de velocidade dos veículos (com grande ênfase nas alterações instantâneas de velocidade, acelerações e desacelerações, que contribuem para uma mudança nos padrões de emissões) com os respetivos consumos e emissões.

(WP5) A última fase centrou-se na utilização dos modelos finais calibrados para avaliação do impacte que algumas medidas e soluções correntes em Portugal assumem no desempenho geral da intersecção, assim como avaliar a eficácia de novas possíveis soluções, como é o caso da turbo-rotunda recentemente implementada na Holanda. Dada a impossibilidade de validação dos resultados com base num estudo de caso real, recorreu-se ao estudo de turbo-rotundas situadas em Grado (Espanha).

Valor global financiado: 120 000 euros.

Publicações (seleção)

Tese de Doutoramento

- Vasconcelos, A.L.P., Avaliação do desempenho operacional de rotundas: modelos e aplicações. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 2014.

Projetos de Tese Doutoramento

- Fernandes P.J.T., interpreted modelling for safety and emissions at roundabouts in corridors Projecto de Tese I, Universidade de Aveiro, Janeiro 2014
- Fernandes P.J.T., interpreted modelling for safety and emissions at roundabouts in corridors Projecto de Tese II, Universidade de Aveiro, Junho 2014

Tese de Mestrado

- Figueiredo M. F., Avaliação do Efeito da Variação de Parâmetros de Calibração na Qualidade dos Resultados de Estudos de Simulação de Tráfego, Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, FCTUC, Outubro 2013
- Vasco M.A.A., Análise Energico-Ambiental de Rotundas, Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro, Dezembro 2013
- Mariano P.C., Avaliação do Desempenho de um Corredor de Turbo-rotundas – Capacidade e Impactes Ambientais", Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, FCTUC, Fevereiro 2014.
- Bernardo N.M.S., Avaliação do Desempenho de Segurança Rodoviária de um Corredor de Turbo-Rotunda por recurso a uma Plataforma de Microsimulação, Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, FCTUC, Fevereiro 2015

Artigos em Revistas da Especialidade

- Vasconcelos, A.L.P., Á.J.M. Seco, and A. Bastos Silva, Hybrid calibration of microscopic simulation models, in *Advances in Intelligent Systems and Computing* 262, R. Rossi and J. F. de Sousa, Editors. 2014, Springer International Publishing.
- Vasconcelos, A. L. P., L. F. C. Neto, Á. J. M. Seco and A. Bastos Silva (2014). Validation of Surrogate Safety Analysis Module Technique for Assessment of Intersection Safety. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2432, p. 1-9, DOI: 10.3141/2402-01
- Vasconcelos, L., Silva, A., Seco, Á., Fernandes, P., Coelho, M., 2014. Turboroundabouts. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2402, p. 28-37, DOI: 10.3141/2402-04.
- Silva, A.B., L. Vasconcelos, and S. Santos, Moving from Conventional Roundabouts to Turbo-roundabouts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2014. 111(0): p. 137-146.
- Figueiredo M. Seco A.J.M. and Bastos Silva, A., Calibration of microsimulation models – The effect of calibration parameters errors in the models' performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2015.
- Bastos Silva, A., Santos S., Vasconcelos L., Seco A.J.M., Silva J.P.C Driver behavior characterization in roundabout crossings. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2015

- Vasconcelos, A. L. P., L. F. C. Neto, Santos S.M., Bastos Silva A.M.C., and A. J. M. Seco and A. Bastos Silva Calibration of the Gipps car-following model using trajectory data, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2015
- Vasconcelos, A. L. P., Seco, Á. J. M., and Silva, A. B.: A comparison of procedures to estimate critical headways at roundabouts, *PROMET - Traffic&Transportation*, Volume 25, No. 1, 2013, pp. 43-53
- Vasconcelos, A. L. P., Bastos Silva, A., Seco, Á. J. M., and Rouxinol, G.: Estimation of critical headways at unsignalized intersections - a microscopic approach, *Advances in Transportation Studies*, Volume XXVIII - Special Issue, 2012, pp. 59-72 (updated version of a paper presented at the RSS 2011 conference).
- Vasconcelos, A. L. P., Bastos Silva, A., Seco, Á. J. M., and Silva, J. P.: Estimating the Parameters of Cowan's M3 Headway Distribution for Roundabout Capacity Analyses, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, Volume VII, No. 4, 2012, pp. 261-268.
- Vasconcelos, A. L. P., Bastos Silva, A., and Seco, Á. J. M.: Capacity of normal and turbo-roundabouts – comparative analysis, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Transport*, Volume 10.1680/tran.12.000032012.

Artigos em Congressos da especialidade

- Fernandes, P., Pereira S., Bandeira J., Vasconcelos, L., Bastos Silva, A., Coelho, M., Empirical Assessment of Turbo-Roundabout Operations on Traffic and Emissions, 94th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 11-15, 2015.
- Bastos Silva, A., Santos, S., and Gaspar, M.: Turbo-roundabout use and design, CITTA 6th Annual Conference on Planning Research, Coimbra, Portugal, 2013, 17 May
- Vasconcelos, A. L. P., Bastos Silva, A., and Seco, Á. J. M.: Safety analysis of turbo-roundabouts using the SSAM technique, CITTA 6th Annual Conference on Planning Research, Coimbra, Portugal, 2013, 17 May
- Vasconcelos, A. L. P., Santos, S. M. F., Silva, A. B., and Seco, Á. J. M.: Novos modelos de estimação de capacidades em rotundas, 7º Congresso Rodoviário Português, Lisboa, Portugal, 2013, 10-12 Abril
- Silva, A. B., Vasconcelos, A. L. P., and Santos, S. M. F.: Das rotundas convencionais às turbo-rotundas, 7º Congresso Rodoviário Português, Lisboa, Portugal, 2013, 10-12 Abril
- Vasconcelos, A. L. P., Seco, Á. J. M., and Bastos Silva, A.: Estimation of critical and follow-up headways at roundabouts, 91th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., 2012.
- Vasconcelos, A. L. P., Seco, Á. J. M., Bastos Silva, A., Abreu, T., et al.: A comparison of roundabout capacity models, 23rd IASTED International Conference on Modelling and Simulation, Banff, Canada, 2012.
- Vasconcelos, A. L. P., Bastos Silva, A., and Seco, Á. J. M.: Aplicação LUT|VP3 - obtenção semi-automática de trajetórias de veículos a partir de imagens de vídeo, XXV ANPET - Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, Belo Horizonte, Brasil, 2011).

- Vasconcelos, A. L. P., Bastos Silva, A., and Seco, A. J. M.: A sensitivity analysis of Cowan's M3 capacity model applied to roundabouts, Modelling, Identification, and Control - MIC 2011, Innsbruck, Austria, 2011.
- Bastos Silva, A., Santos, S., and Vasconcelos, A. L. P.: As turbo-rotundas, avaliação do seu potencial de desempenho, XXV ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Belo Horizonte, Brasil, 2011.

Lista de participantes

	Nome	Instituição
1	Álvaro Seco	Universidade de Coimbra
2	Ana Bastos	Universidade de Coimbra
3	Ana Rita Ferreira	Universidade de Coimbra
4	Anabela dos Santos Duarte	C. M. Coimbra
5	Ângelo Ferreira	C. M. Feira
6	Anna Grana	Università di Palermo, Itália
7	António Ferreira Rainho	C. M. Mangualde
8	Artur Manuel Moreira Teixeira	C. M. Gondomar
9	José Azevedo Pinto	C.M.Viseu
10	Barbosa de Melo	Câmara Municipal de Coimbra
11	Beatriz Martins	C. M. Ílhavo
12	Carlos Alberto Oliveira Rocha	E.P.
13	Carlos Costa e Silva	C. M. Mangualde
14	Carlos Lopes	ANSR
15	Carlos Malva Ferreira	EP
16	Catarina Alexandra Rodrigues Mendes Godinho	C. M. Coimbra
17	Cecília Reis	C. M. Amadora
18	Daniela Alexandra dos Santos Catulo	E.P.
19	Delfina Maria Gil Fonseca	C. M. Celorico da Beira
20	Dulcina Sereno	C. M. Vagos
21	Edgar Barão	C. M. Águeda
22	Edmundo António Paixão Martins	E.P.
23	Emanuel Marques Ferreira de Sousa	Inst. Politecnico de Coimbra

24	Fernanda Rute Nascimento Paixão de Freitas Gonçalves	C. M. Paços de Ferreira
25	Fernando Afonso Correia	Concessionária Auto Estrada do Marão
26	Fernando Moutinho	ANSR
27	Francisco Dinis Simões Abrunheiro	Inst. Politecnico de Coimbra
28	Francisco Manuel Salgado Godinho Miranda	EP
29	Francisco Nibau Antunes	DEI, Universidade de Coimbra
30	Gabriel Oliveira	C. M. Amadora
31	Gabriella Almeida	
32	Hélder Miguel Fernandes Pires	Inst. Politecnico de Coimbra
33	Hugo Alexandre Teixeira de Carvalho	Optimyzer, Lda
34	Idalina Ofélia Peres Ruivo da Conceição Nunes	EP
35	Inês Frade	Universidade de Coimbra
36	Jéssica Reis	Universidade de Coimbra
37	João David Ribeiro de Pina	Inst. Politecnico de Coimbra
38	João Marcos Rodrigues de Carvalho	C. M. Mangualde
39	João Miguel de Oliveira Gala Mexia Leitão	E.P.
40	Joao Pedro Moreira Pereira	Inst. Politecnico de Coimbra
41	Joao Pedro Silva	IPLeiria
42	Jorge Henrique Fernandes de Ameida	C. M. Águeda
43	Jorge Jacob	ANSR
44	José Diogo Moreira Ferreira da Silva	C. M. Gondomar
45	José Guiné	C.M. Viseu
46	José Luis Alves de Carvalho	C. M. Alvaiázere
47	José Paulo Teixeira Goulart de Bettencourt	C. M. Paços de Ferreira
48	José Ricardo Rodrigues Mendes	Optimyzer, Lda
49	Luís Filipe Cardoso da Silva	PSP Aveiro
50	Luís Vasconcelos	IPViseu
51	Manuel Augusto Ribeiro da Silva	E.P.
52	Manuel Gomes Abreu	C. M. Paços de Ferreira

53	Manuel Moreira Sousa Carneiro	C. M. Gondomar
54	Margarida Coelho	Universidade de Aveiro
55	Maria de Fátima Guerreiro	E.P.
56	Maria Lucília Quelhas Mesquita Mota	EP
57	Mário Martins	ISEC
58	Marta Filipa da Conceição Silva	
59	Miguel Figueiredo	Universidade de Coimbra
60	Norberto Manuel Pinto dos Santos Rocha	Escola de Condução Cucujães – Oliveira de Azemeis
61	Nuno Gregório	Universidade de Coimbra
62	Nuno Miguel Cavaco	Universidade de Coimbra
63	Patricia Alexandra Tomás Mendes	Inst. Politecnico de Coimbra
64	Paula Cristina de Oliveira António	EP
65	Paula Isabel Pereira Rosas	Escola de Condução Cucujães – Oliveira de Azemeis
66	Paulo Coelho	Universidade de Coimbra
67	Paulo Fernandes	Universidade de Aveiro
68	Paulo Jorge Gomes Marques	E.P.
69	Paulo Miguel Gonçalves Freitas	Optimzyer, Lda
70	Rafael Maia de Matos Domingos	C. M. Entroncamento
71	Raquel Azevedo Gomes	Universidade de Coimbra
72	Raul Almeida	IPV
73	Sandra Garcia Trovisco,	
74	Sandro Chiappone	Università di Palermo, Itália
75	Sandro Miguel Dias de Oliveira	GNR Coimbra
76	Sara Oliveira	IPV
77	Sílvia Santos	Universidade de Coimbra
78	Silvino Sousa	C. M. Águeda
79	Sofia Sandra Garcia Trovisco	Inst. Politecnico de Coimbra
80	Susana Isabel Vicente Ramos	Universidade de Coimbra
81	Tânia Santos Godinho	Inst. Politecnico de Coimbra
82	Tiago Francisco Oliveira Cardoso	C. M. Coimbra

Instituições envolvidas



Universidade de Coimbra (Departamento de Engenharia Civil) – Instituição principal

- Ana Bastos Silva, PhD, coordenadora do projeto
- Álvaro Maia Seco, PhD, investigador sénior
- Sílvia Santos, MSc, bolsreira de investigação



Instituto Politécnico de Viseu (Departamento de Engenharia Civil) – Instituição participante

- Luís Vasconcelos, PhD, coordenador local
- Luís Neto, MSc, bolsreiro de investigação



Universidade de Aveiro (Departamento de Engenharia Mecânica) - Instituição participante

- Margarida Coelho, PhD, coordenador local
- Paulo Fernandes, bolsreiro de investigação
- Jorge Bandeira, bolsreiro de investigação