

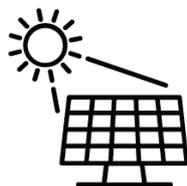


CIEEMAT`18

**IV Congresso Ibero-Americano de
Empreendedorismo, Energia,
Ambiente e Tecnologia**

Livro de Atas

Angra dos Reis, Rio de Janeiro
27 a 29 de novembro de 2018



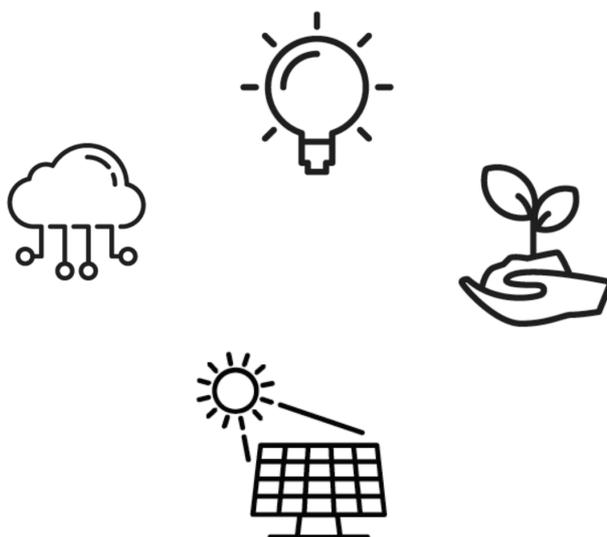
Instituto Politécnico de Bragança

2019



IV Congresso Ibero-Americano de Empreendedorismo, Energia, Ambiente e Tecnologia

Livro de Atas



Título: IV Congresso Ibero-Americano de Empreendedorismo, Energia, Ambiente e Tecnologia: Livro de Atas

Editores: Ronney Arismel Mancebo Boloy¹
Marcus Val Springer¹
Vanessa de Almeida Guimarães¹
Elizabeth Mendes de Oliveira¹
Amilton Ferreira da Silva Junior¹
Américo Vicente Leite²
Orlando Manuel Soares²
José Luis Calvo Rolle³
Jonni Guiller Ferreira Madeira¹

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Campus de Angra dos Reis, Rua do Areal, 522, Pq Mambucaba, Angra dos Reis, RJ, CEP: 23953-030, Brasil

² Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

³ Universidade da Coruña, Campus Ferrol, 15403 Ferrol, Espanha

Edição: Instituto Politécnico de Bragança – 2019
Campus de Santa Apolónia
5300-253 Bragança
Portugal

Execução: Orlando Manuel Soares

ISBN: 978-972-745-258-3

URI: <http://hdl.handle.net/10198/17919>

Email: congresso.cieemat@gmail.com

Apoios e Patrocínios:



Even3



- Ronney Arismel Mancebo Boloy (CEFET/RJ, Brasil)
- Marcus Val Springer (CEFET/RJ, Brasil)
- Vanessa de Almeida Guimarães (CEFET/RJ, Brasil)
- Elizabeth Mendes de Oliveira (CEFET/RJ, Brasil)
- Amilton Ferreira da Silva Junior (CEFET/RJ, Brasil)
- Américo Vicente Leite (Instituto Politécnico de Bragança, Portugal)
- Orlando Manuel Soares (Instituto Politécnico de Bragança, Portugal)
- José Luis Calvo Rolle (Universidade da Coruña, Espanha)
- Jonni Guiller Ferreira Madeira (CEFET/RJ, Brasil)

- Luis Fernando dos Santos (CEFET/RJ, Brasil)
- Jaqueline Maria Ribeiro Vieira (CEFET/RJ, Brasil)
- Gisele Maria Ribeiro Vieira (CEFET/RJ, Brasil)
- Valter Silva (Instituto Politécnico de Portalegre, Portugal)
- Paulo Brito (Instituto Politécnico de Portalegre, Portugal)
- Luis Frolen Ribeiro (Instituto Politécnico de Bragança, Portugal)
- Agripina Ramirez Sanchez (Instituto de Innovacion En Biotecnología e Industria, República Dominicana)
- Jose Ramon Copa Rey (IPBEN-UNESP-FEG, Brasil)
- Patricia Alves Carneiro (Universidade Federal Fluminense – UFF, Brasil)
- Angel Luis Brito Sauvannell (Universidade de Oriente, Cuba)
- Elizabeth Isaac Aleman (Universidade de Oriente, Cuba)
- Lilliana Gomes Luna (Universidade de Oriente, Cuba)
- Marcelo Borges Rocha (CEFET/RJ, Brasil)
- Aline Monteiro Trigo (CEFET/RJ, Brasil)
- Ursula Maruyama (CEFET/RJ, Brasil)
- Daniel de Cerqueira Lima Penalva e Dos Santos (IFPE, Brasil)
- Marcellus Bastos (CEFET/RJ, Brasil)
- Fernando Luiz Barbuda de Abreu (IFRJ, Brasil)
- Justo Jose Roberts (Universidad del Mar de Plata, Argentina)
- Yilang Fung (Universidad de Oriente, Cuba)
- Paloma María Teresa Martínez Sánchez (Universidad del Bosque, Colombia)
- Janaina Veiga (CEFET/RJ, Brasil)
- Everton Pedroza (CEFET/RJ, Brasil)
- Ezequiel da Silva Oliveira (CEFET/RJ, Brasil)
- Darlene Souza da Silva Almeida (CEFET/RJ, Brasil)
- Fernando da Silva Araujo (CEFET/RJ, Brasil)
- Luane Fragoso (CEFET/RJ, Brasil)

Comissão Científica

- Fabiano Oliveira (CEFET/RJ, Brasil)
- Jorge Carvalho (CEFET/RJ, Brasil)
- Ricardo César da Silva Guabiroba (UFF, Brasil)
- Jose Adilson de Castro (UFF, Brasil)
- Maxwell de Azevedo Ferreira (IFRJ, Brasil)
- Sheila Serafim da Silva (USP, Brasil)
- Viviam Guimarães Rodrigues (UFF, Brasil)
- Leticia Zveiter (CEFET/RJ, Brasil)
- Nelson Cordeiro (CEFET/RJ, Brasil)
- Silvia Ainara Cardoso Agibert (CEFET/RJ, Brasil)
- Carlos Henrique Martins (CEFET/RJ, Brasil)
- Clóvis José da Silva (CEFET/RJ, Brasil)
- Marcelo Oliveira Pereira (CEFET/RJ, Brasil)

Índice de Trabalhos

Nº Artigo	Titulo.....	Pág.
	Autores	
114392	<i>Monitoramento ambiental remoto da qualidade da água.....</i>	141
	Alexandre Silva de Lima, Maria Cristina José Soares, Julio César de Oliveira Antunes, Maria José Paes Santos, Juliane Pereira Zago, Luiz Guilherme Santos de Lima, Yuri Nascimento da Silva	
114400	<i>Avaliação dos níveis de PM_{2,5} na zona industrial de Mirandela – Portugal</i>	145
	Rafaela Cruz Alves, Artur Goncalves, Leila Droprinchiwski Martins, Manuel Feliciano	
114402	<i>Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFVCR, com adequação do gerador fotovoltaico aos parâmetros elétricos do inversor e aos fatores de perdas.....</i>	151
	Alcides Arruda Junior, Roberto Apolonio, Ozlean De Lima Dantas	
114405	<i>Desenvolvimento e aplicação de sistema de baixo custo na avaliação de parâmetros de QAI</i>	159
	Matheus de Oliveira Prestes, Manuel Feliciano, Laercio Mantovani Frare, Rafaela Cruz Alves, Getúlio Igrejas	
114413	<i>Membranas híbridas catiônicas de pva e dióxio de estanho modificado com sal de fenol reticuladas com mistura de ácidos</i>	165
	Liz Contino Vianna de Aguiar, Luís Guilherme da Silva Mattos, Larissa Aparecida Toledo Costa, Fabiana Campos do Nascimento, Fábio José Bento Brum, Ailton de Souza Gomes	
114439	<i>Estudo de multicamadas dos polieletrólitos PDADMAC e alginato de sódio</i>	171
	Tamiris De Almeida, Joyce de Paula Cipriano, Edwin Elard Garcia-Rojas, Ladário da Silva, Letícia Vitorazi	
114560	<i>Degradação do 1H-Benzotriazol utilizando eletrodos modificados com nanotubos de titânio</i>	175
	Thiago Fonseca da Costa, Nelson Ramos Stradiotto, Patricia Alves Carneiro	
115061	<i>Determinação da densidade das fibras picadas de bambu por picnometria</i>	179
	Laryssa de Jesus Ramos, Leonardo Nader Chagas, Aldir Paes de Jesus, Simone Pereira Taguchi Borges, Luiz Antonio Borges Junior	

Avaliação dos níveis de PM_{2,5} na Zona Industrial de Mirandela - Portugal

(1) Rafaela Cruz Alves
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Londrina, Brasil
rafaelacruzalves15@gmail.com

(2) Artur Gonçalves
Centro de Investigação de Montanha Instituto Politécnico de Bragança
Bragança, Portugal
ajg@ipb.pt

(3) Leila Droprinchinski Martins
Departamento de Química Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Londrina, Brasil
leilamartins@gmail.com

(4) Manuel Feliciano
Centro de Investigação de Montanha Instituto Politécnico de Bragança
Bragança, Portugal
msabença@ipb.pt

Resumo — As áreas industriais urbanas causam grande preocupação, pelos impactos negativos que podem ter na saúde humana, sendo uma delas a qualidade do ar. De entre os poluentes atmosféricos, o material particulado é um dos mais abundantes nas atmosferas desses locais pela concentração de várias atividades. O material particulado é predominantemente emitido por fontes antrópicas, podendo ficar suspensas no ar por horas ou até mesmo semanas, muitas vezes, transportadas para regiões mais distantes. A fim de verificar os níveis de partículas finas inaláveis (PM_{2,5}) na Zona Industrial de Mirandela, de modo a avaliar a influência da Zona Industrial (ZI) na magnitude deste poluente no ar. As concentrações de PM_{2,5} foram medidas em 9 locais, entre abril e junho de 2018. No total foram realizadas 11 campanhas de medição, quatro no período diurno, cinco no período vespertino e dois no período noturno. A análise das médias da concentração de PM_{2,5} da área obteve resultados esperados, onde os pontos localizados no perímetro da ZI apresentaram maiores concentrações quando comparados com os pontos localizados na sua envolvente. Os valores médios variaram entre 7µg/m e 13µg/m e os máximos entre 18µg/m e 87µg/m. Na envolvente, as concentrações médias foram sistematicamente mais baixas, tendo variado entre 6 µg/m e 7 µg/m e as máximas entre 17µg/m e 35µg/m. Foi também encontrada uma forte correlação entre o padrão espacial da intensidade de tráfego e o padrão espacial dos níveis de PM_{2,5}, comprovado pelo coeficiente de Pearson ($r = 96\%$). Apesar da existência de algumas fontes industriais de material particulado, o tráfego rodoviário foi identificado como a principal fonte durante o período de avaliação.

Palavras-chaves - Material particulado, monitorização, padrão espacial, Mirandela.

I. INTRODUÇÃO

Os parques industriais (PI) ou as zonas industriais (ZI) constituem um espaço territorial, no qual se agrupam uma série de atividades industriais ou empresariais que podem estar relacionadas entre si. A concentração de atividades pode promover inovação, aprendizagem tecnológica e o crescimento das empresas [1]. Apesar dos PI trazerem para a comunidade local melhorias económicas, podem ser a origem da degradação da qualidade do ambiente e das regiões onde se encontram instalados. Um dos pontos mais negativos associados às zonas industriais, é a degradação da qualidade do ar e a consequente exposição humana a níveis elevados de poluentes atmosféricos [2].

Sendo o material particulado (PM) responsável no mundo por 3 milhões de óbitos anuais. Em Portugal, a má qualidade do ar foi responsável pela morte de 6630 pessoas, devido a problemas associados a essa poluição, e desse número 3710 foram devidas as partículas finas [3]. Estas podem ser formadas a partir de gases precursores ou emitidas diretamente na atmosfera, principalmente por atividades industriais, a qual representa mais da metade de toda emissão deste poluente na atmosfera na Europa [4]. Portanto, a monitorização da qualidade do ar em zonas industriais é fundamental para se avaliar a exposição das populações, e para se proporem soluções que visem a melhoria da qualidade do ar nos locais afetados pelas emissões das atividades que se desenvolvem nessas zonas. O objetivo central deste trabalho foi caracterizar os níveis de partículas finas inaláveis (PM_{2,5}) na zona industrial de Mirandela-PT e sua envolvente, procurando-se avaliar a magnitude das suas concentrações, caracterizar as variações temporais e espaciais, inferir a contribuição relativa das principais fontes deste poluente e propor medidas de redução dos níveis de PM_{2,5}.

II. MATERIAS E MÉTODOS

A. Área de estudo

O presente estudo foi realizado na zona industrial de Mirandela e sua envolvente. Mirandela é uma cidade transmontana, sede de concelho, pertencente ao distrito de Bragança na região do Nordeste de Portugal, situando-se na margem esquerda do rio Tua perto da Ribeira de Carvalhais, numa zona agrícola forte. Ocupa uma área de 658,96 Km² onde se distribuem 25913 habitantes, com uma densidade populacional de 34,5 habitantes por km [5].

De acordo com a classificação de Köppen & Geiger o clima é classificado em clima temperado (Csa) com invernos longos e chuvosos (média de precipitação de 119 mm) e verões curtos e secos (média de precipitação de 20 mm) com média anual de precipitação é de 760 mm [6].

A Zona Industrial de Mirandela possui uma área de 33 hectares com 97 lotes distribuídos para os diferentes setores industriais e comerciais. Integrando aproximadamente 65 empresas de diferentes tipologias: indústrias de transformação de carnes e de produção de produtos

defumados, de materiais de construção civil, serralherias para a construção civil, lagares de azeite, carpintarias, serralherias e oficinas de reparação de automóveis. A ZI é circundada por plantações de oliveiras ou apenas gramíneas, e por vias de tráfego que dão acesso a cidade de Mirandela.

B. Instrumentação e Medições

Para a medição em contínuo das $PM_{2,5}$ foi utilizado um monitor ADR 1200S (*Thermo Electron Corporation*). Este equipamento assenta no princípio de operação de fotometria de dispersão de luz. A configuração ótica deste sistema de medição responde de forma ótima à concentração das partículas e para assegurar a medição de $PM_{2,5}$ foi acoplado uma cabeça de amostragem com um diâmetro de corte de $2,5 \mu\text{m}$. O monitor foi instalado na carroceria de um veículo automóvel de caixa aberta. Em cada ponto de medição, o veículo era estacionado e em seguida procedia-se à medição de $PM_{2,5}$ durante um período de 10 minutos. Ao longo do período de avaliação, foram realizados dois tipos de circuitos distintos, um com início no ponto 1 e término no ponto 9 e outro em sentido contrário.

C. Seleção e Caracterização dos pontos de medição

Atendendo à dimensão e às principais características físicas da área de estudo, foi definida estrategicamente uma malha de medição com nove pontos, para captar as

diferentes fontes de emissões de material particulado com características distintas, localizados cinco pontos dentro do perímetro da Zona Industrial (1, 2, 3, 4, e 5) e quatro na sua envolvente próxima (6, 7, 8, e 9) como pode ser observado na Fig. 1. Juntamente com a análise visual dos pontos em relação a características físicas e possíveis fontes visuais, foi realizada a contagem de veículos em cada ponto durante todas as campanhas nos momentos das medições.

As campanhas de monitorização foram realizadas no período de 20 de abril a 01 de junho de 2018, em períodos diurnos entre as 08h e às 14h, em períodos vespertinos entre as 16h e às 19h e períodos noturnos entre as 21h e às 23h. Foram realizadas no total 11 campanhas de medição.

Dados meteorológicos (temperatura, precipitação, velocidade e direção do vento, radiação e humidade relativa) foram recolhidos por uma estação meteorológica instalada nas proximidades do local de estudo.



Fig 1. Área de estudo e distribuição dos pontos de medição.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Condições meteorológicas durante as campanhas de medição

A humidade relativa, pluviosidade, radiação e temperatura apresentaram variações entre campanhas de 34 a 90%, 0 a 0,31 mm, 72 a 353 W/m e 8 a 21°C, respectivamente. A velocidade do vento apresentou variação de 2,3 m/s a 0,3 m/s e uma média de 1,12 m/s. As direções prevaletentes do vento na área de estudo foram

noroestes e sudoestes, as velocidades com maior intensidade foram em leste.

B. Concentrações de $PM_{2,5}$ na área de estudo

Os níveis de $PM_{2,5}$ para toda a Zona Industrial e sua envolvente, ou seja, para todas as campanhas realizadas, apresentaram média de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os valores limite legais de Portugal foram baseados nos VL da União Europeia, valores diários de $PM_{2,5}$ que não podem ser ultrapassados em $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em um ano civil. A World Health Organization (WHO) sugere um valor diário de exposição também de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Embora a concentração média obtida para a zona

industrial e peri-industrial não tenha atingido os limiares de proteção da saúde humana, em alguns dos pontos registrou-se uma aproximação a esses limiares.

A Fig. 2 mostra na forma de *boxplot*, as variações das concentrações de $PM_{2,5}$ registadas ao longo dos períodos de monitorização das campanhas realizadas, em diferentes dias e períodos (diurno, vespertino e noturno).

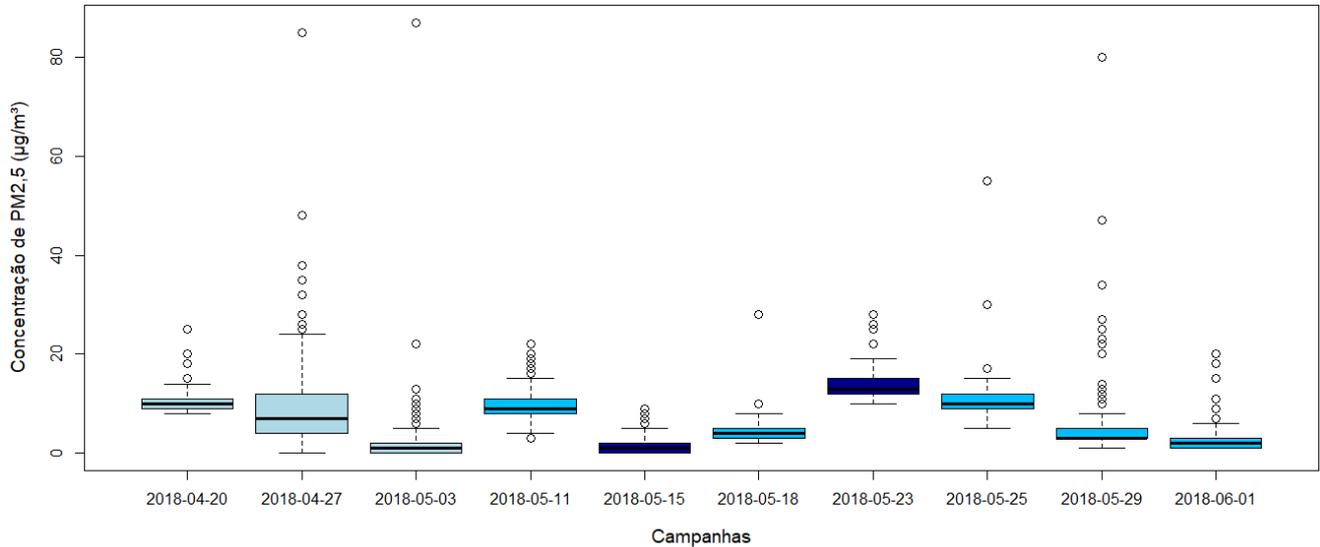


Fig 2. Distribuição interquartil e valores extremos das concentrações de $PM_{2,5}$ obtidas para cada uma das campanhas realizadas.

A concentrações média mais baixa foi registada no dia 15 de maio, numa campanha de medição que foi realizada no período noturno, durante o qual as indústrias e empresas se encontravam fechadas e o tráfego automóvel local apresentava menor intensidade. Na campanha do dia 23 de maio, também realizada em período noturno, foram registadas concentrações mais elevadas de $PM_{2,5}$, com um valor médio de $13,97\mu\text{g}/\text{m}^3$. A diferença encontrada pode ser total ou parcialmente explicada pelas distintas condições de vento que caracterizaram os dois dias. De fato, a velocidade do vento é um fator importante na dispersão dos poluentes atmosféricos, sendo que em situações de calmaria ($v < 1 \text{ m/s}$) a dispersão dos poluentes é dificultada e as concentrações atmosféricas tendem a aumentar em função das emissões [7].

C. Concentração de $PM_{2,5}$ espacial na área de estudo

As médias de $PM_{2,5}$ registadas nos diferentes pontos de medição variaram entre $12,63\mu\text{g}/\text{m}^3$, no ponto 1, e $5,82\mu\text{g}/\text{m}^3$, no ponto 9. Os valores máximos também são identificados para estes mesmos pontos com uma variação de $87\mu\text{g}/\text{m}^3$, observados no ponto 1, e $17\mu\text{g}/\text{m}^3$, no ponto 9. As concentrações médias mais elevadas do poluente foram registadas no ponto 1 e no ponto 2. Pontos que se caracterizam por apresentar uma intensidade de tráfego rodoviário superior à registada nos outros pontos de medição. As emissões do escape dos automóveis a diesel contribuem substancialmente para o aumento do nível da fração fina de material particulado [8], dado que uma grande parte dos automóveis que circulam pela zona ainda não estão equipados com tecnologia de remoção de partículas. A

ausência de área verde em seu entorno contribui para acumulação de PM ao redor da zona e sua dispersão para a envolvente. Estudos já demonstraram o poder de remediação das plantas para a qualidade do ar [9, 10]. Os pontos 3, 4 e 5, localizados dentro da Zona Industrial, apresentaram concentrações menores do que os pontos anteriores. No ponto 3, localizado numa área afastada do centro da Zona Industrial, afastada das vias rodoviárias principais, com empresas comerciais ao seu redor (lojas de vestuário, artigos, etc.) e área com gramíneas na proximidade, apresentou sistematicamente valores mais baixos, sendo o valor médio de $7,16\mu\text{g}/\text{m}^3$. Relativamente aos pontos localizados na envolvente da ZI, com a exceção do ponto 7 caracterizaram-se por apresentar uma baixa oscilação de valores de concentração de $PM_{2,5}$, variando entre mínimos próximos de $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e máximos inferiores a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, apresentadas na Fig. 3.

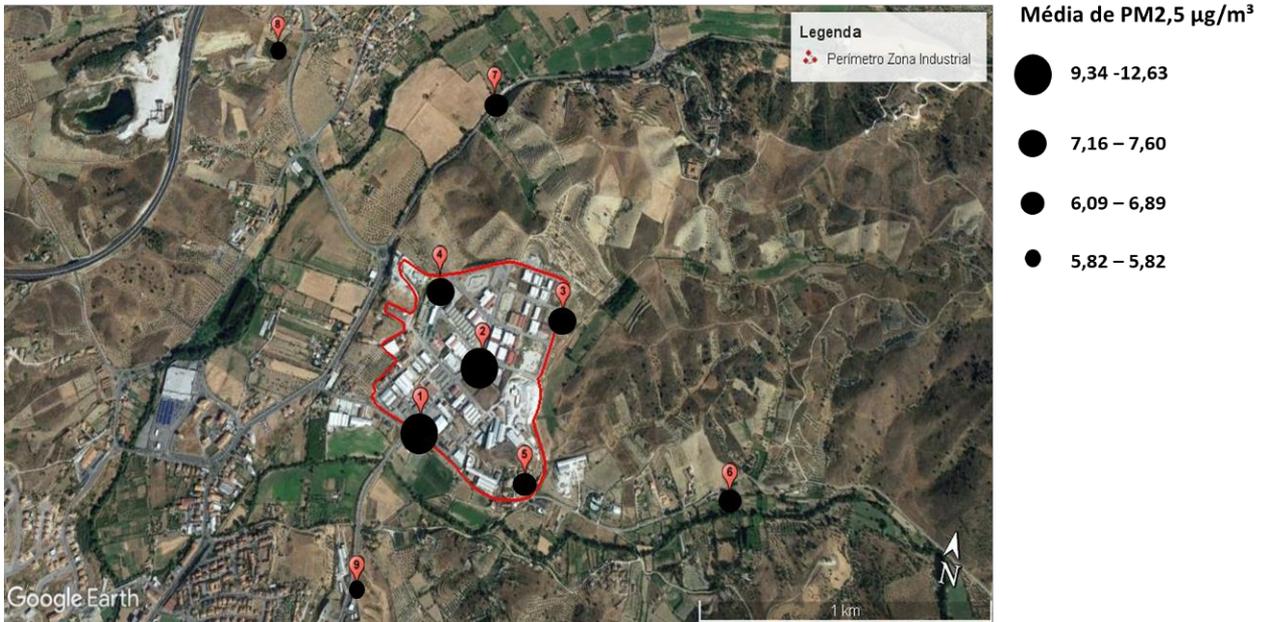


Fig 3. Padrão espacial das concentrações médias de PM_{2,5}, tendo por base os dados recolhidos em todas as campanhas realizadas.

No ponto 7, os níveis de PM_{2,5} exibiram uma variação mais acentuada, com valores extremos acima de 30µg/m a serem registados com alguma frequência. Este facto deve-se ao desenvolvimento de atividades agrícolas realizadas com trator, durante as medições. A proximidade às vias de tráfego pode também ter influenciado as concentrações desse local [11]. Observou-se que com o afastamento ao perímetro da ZI as concentrações passaram a diminuir proporcionalmente, pois as concentrações tendem a atenuar-se com o aumento da distância entre fonte de emissão e o receptor [12, 14].

D. Relação das partículas finas com as condições ambientais

O objetivo da análise foi observar uma relação das concentrações de PM_{2,5} com o número de veículos e com as variáveis meteorológicas selecionadas - temperatura, humidade, radiação, velocidade do vento e precipitação.

A matriz, em geral (Fig. 4), mostra que os níveis de partículas se correlacionaram moderadamente (em sentido positivo) com a precipitação e humidade relativa (r = 12% e r = 29%). O efeito destas variáveis no material particulado depende de fatores como a intensidade da precipitação, tamanho da gota de chuva e tamanho da partícula [13]. De acordo com [15], as partículas grosseiras podem ser removidas da atmosfera, por um processo de deposição húmida, de forma mais eficiente do que as partículas finas.

A radiação apresentou uma fraca correlação negativa (r = -13%). A velocidade do vento e temperatura tiveram fraca correlação positiva (r = 15% e r = 19%), o vento tanto pode ser considerado dispersante como também transportador de partículas de um local para outro [12].

A maior correlação encontrada foi com a variável automóveis, para a qual se obteve uma forte correlação positiva (r = 96%), confirmando o fato já referido

anteriormente, sobre a influência do tráfego rodoviário nos níveis de partículas finas.

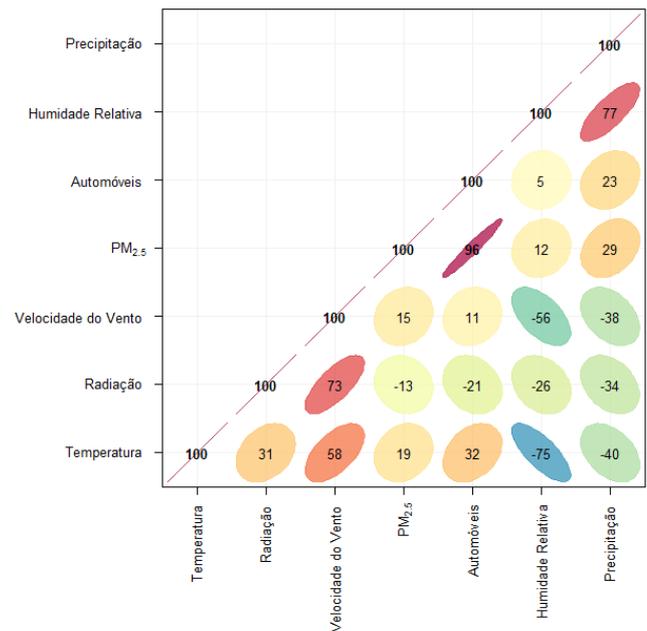


Fig 4. Matriz de correlação de Pearson entre a variável dependente (PM_{2,5}) e as variáveis independentes.

IV. CONCLUSÕES

O presente trabalho constitui um estudo piloto realizado na Zona Industrial de Mirandela, Portugal, com o objetivo de informar as autoridades e as populações locais relativamente à qualidade do ar. Apresentando uma visão geral da magnitude, assim como da distribuição temporal e espacial de PM_{2,5} em diferentes pontos localizados dentro e fora do perímetro da zona industrial. As medições realizadas na primavera mostraram concentrações significativamente altas, quando comparadas com outras Zonas Industriais de dimensões mais elevadas, para a mesma época do ano.

Os níveis obtidos pelo estudo não ultrapassaram os valores estabelecidos na legislação nacional e nas recomendações da WHO ($25\mu\text{g}/\text{m}^3$). No entanto, foi possível observar uma variabilidade espacial da concentração desse poluente ao longo do período de análise. Em alguns momentos pontuais das amostragens os níveis ultrapassavam 200% do limite para $\text{PM}_{2,5}$, coincidindo com a realização das atividades no momento da medição.

Em termos de variabilidade espacial dos níveis de $\text{PM}_{2,5}$, foi identificado um padrão de certa forma expectável, evidenciando uma prevalência de valores mais elevados dentro do perímetro da zona industrial em comparação com os da envolvente próxima. A principal razão dessa diferença foi atribuída à maior intensidade de tráfego automóvel que se faz sentir no interior da zona industrial. A influência do tráfego rodoviário também se fez sentir na evolução dos níveis de $\text{PM}_{2,5}$ ao longo do dia, tendo sido detectados níveis mais elevados nas horas de ponta.

V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do Programa POCTEP – Programa de Cooperação Transfronteiriça Portugal-Espanha 2014-2020), através do Projeto REHABIND (REhab-Ind-Revitazación y Rehabilitación Sostenible de Areas Industriales Transfronterizas Interconectadas y Eficientes (0399_REHAB_IND_2_E). Agradecem também Eng. Arsénio do Instituto Politécnico de Bragança pela colaboração na realização das medições.

VI. REFERÊNCIAS

[1] Fuzzi, S., Baltensperger, U., Carslaw, K., Decesari, S., Denier, H. (2015). Particulate matter, air quality and climate: lessons learned and future needs. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 15, p. 8217-8299

[2] Alejandro G., Francisco G., Mariano, Marcos B. (2018). Smart eco-industrial parks: A circular economy implementation based on industrial metabolism. *Recursos, Conservação e Reciclagem*, 135, p. 58-69.

[3] Borrego, C., Techepele, O., Barros, N., Miranda, A. I. (2010). Impact of road traffic emissions on air quality of the Lisbon region. *Atmospheric Environment*, p.4683-4690.

[4] Saebo, A., Popek, R., Nawrot, B., Hanslin, A.H., Gawronska, H. Gawronski, S.W. (2012). Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces. *Science of The Total Environment*, 427, p. 347-354.

[5] INE - Instituto Nacional de Estatística. (2014). Nuts 2013: the new territorial units for statistics. Disponível: https://www.ine.pt/xportal/xmain?Xpid=ine&xpgid=ine_publicacoes&publicacoespub_boui=230205992&publicacoesmodo=2&xlang=en.

[6] IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2016). Disponível em: <https://bit.ly/2JpLqg1>.

[7] Carvalho W., et al. (2013). *Dispersão de poluentes na cidade de São José dos Campos*. INPE, p.1-6.

[8] Pant, P., et al. (2015). Characterization of ambient $\text{PM}_{2.5}$ at a pollution hotspot in New Delhi, India and

inference of sources. *Atmospheric Environment*, 109, p.178-189.

[9] McDonald, A.G., Bealey, W.J., Fowler, D., Dragosits, U., Skiba, U., R.I. (2007). Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM_{10} in two UK conurbations. *Atmospheric Environment*, 41, p. 8455-8467.

[10] Nowak, D.J., Rowntree, R.A., McPherson, G.E. (1994). Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project. *USDA General Tech. Rep.*, 186, p. 63-81.

[11] Krecl, P., Targino, A., Landi, T., Ketzler, M. (2018). Determination of black carbon, $\text{PM}_{2,5}$, particle number and NO_x emission factors from roadside measurements and their implications for emission inventory development. *Atmospheric Environment*, 186, p.229-240.

[12] Krecl, P., Targino, A., Gibson, M., Rodrigo, M., Santos, M., Corrêa, M. (2016). Hotspots of black carbon and $\text{pm}_{2,5}$ in an urban area and relationships to traffic characteristics. *Atmospheric Pollution*, 218, p.475 – 486.

[13] Cao, J.J., Zhu, C.S., Chow, J.C., Watson, J.G., Han, Y.M. (2009). Black carbon relationships with emissions and meteorology in Xi'an, China. *Atmospheric Research*, 94, p. 194-202.

[14] Ekebergh, J. (2014). Evaluating the infiltration of outdoor black carbon into residential indoor environments in Stockholm, Sweden. Relatório de projeto em ciência ambiental, *Department of Applied Environmental Science*.

[15] Feng, X., Wang, S. (2012). Influence of different weather events on concentrations of particulate matter with different sizes in Lanzhou, China. *J. Environmental Scientific*, 24, p. 665 – 674.