

Caparica, 10 de Outubro de 2012

## Breve análise aos níveis de qualidade do ar na Avenida da Liberdade após introdução na nova rotunda do Marquês de Pombal

Avaliação preliminar mostra ligeira melhoria do poluente dióxido de azoto ( $\text{NO}_2$ ) mas manutenção dos níveis de partículas inaláveis ( $\text{PM}_{10}$ )

---

### Resumo

Na sequência das recentes alterações efectuadas pela Câmara Municipal de Lisboa no eixo Marquês de Pombal-Avenida da Liberdade, o Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (DCEA - FCT/UNL) procurou analisar o impacto destas alterações nos níveis de qualidade do ar, comparando a situação antes e depois da entrada em vigor do novo esquema de tráfego. Sem ter em consideração qualquer outro factor, as concentrações de dióxido de azoto ( $\text{NO}_2$ ) e partículas inaláveis ( $\text{PM}_{10}$ ) medidas na Avenida da Liberdade diminuíram ligeiramente após as alterações na circulação rodoviária. Porém, esta tendência verificou-se também noutros locais da cidade de Lisboa, nomeadamente nas estações de monitorização de Entrecampos e Olivais. Analisando os dados com detalhe, salienta-se o facto de nos dias úteis, os perfis horários de concentração de ambos os poluentes terem mudado após as alterações de tráfego. Na Avenida da Liberdade, o nível médio horário de  $\text{PM}_{10}$  baixou e passou a apresentar um longo pico de concentrações entre as 8:00 e as 13:00, em vez dos habituais picos da hora de ponta da manhã e da tarde. Relativamente ao  $\text{NO}_2$ , surgiu um pico na hora de ponta da manhã, tendo as concentrações diminuído no resto do dia. Nos outros locais analisados o perfil horário de  $\text{PM}_{10}$  manteve-se, embora com concentrações mais baixas; no caso do  $\text{NO}_2$ , o perfil de concentrações passou a apresentar picos mais acentuados nas horas de ponta da manhã e da tarde, com níveis ligeiramente superiores ao período anterior à nova rotunda, o que se reflecte num ligeiro aumento dos níveis médios deste poluente. Globalmente, pode-se afirmar que houve uma ligeira melhoria dos níveis de  $\text{NO}_2$  na Avenida da Liberdade. No entanto, dado a ausência de informação detalhada dos níveis de tráfego rodoviário e o reduzido período em análise, não se pode de forma alguma ainda concluir sobre o impacto das alterações à circulação do eixo Marquês de Pombal-Avenida da Liberdade na poluição do ar aí medida.

---

No passado dia 16 de Setembro, por iniciativa da Câmara Municipal de Lisboa, foi introduzido o novo sistema de circulação no eixo Marquês de Pombal - Avenida da Liberdade, constituído por duas rotundas concêntricas no Marquês e pela redução do número de faixas de circulação na Avenida, assim como alterações às faixas laterais. Este novo sistema teve como objetivos principais a melhoria das condições de circulação nesta praça lisboeta (diminuindo a conflitualidade entre o transporte público e o transporte individual) e a melhoria da qualidade do ar neste eixo, um dos mais poluídos da Europa com acompanhamento através de estação de monitorização.

A realização de uma avaliação do impacto desta medida nos níveis de qualidade do ar é ainda prematura. Procurou-se, no entanto e com todo o rigor possível, efetuar uma comparação entre os níveis de partículas inaláveis (PM<sub>10</sub>) e dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) - principais poluentes que apresentam níveis elevados na cidade e que estão associados ao tráfego rodoviário - medidos na quinzena imediatamente anterior à introdução destas alterações e medidos nos quinze dias posteriores. Tendo em conta que entre os dias 24 e 28 de Setembro se verificou a ocorrência de precipitação (a qual tende a diminuir as concentrações poluentes), optou-se por incluir na análise os dados relativos aos primeiros quatro dias de Outubro (em que não choveu). Deve também realçar-se que os resultados aqui apresentados não são passíveis de serem considerados como definitivos, uma vez que os dados de PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> utilizados carecem de validação por parte da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, gestora da rede de monitorização de qualidade do ar.

Analisando as concentrações médias diárias de PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> antes e depois da nova rotunda (Figura 1 e Figura 2) observa-se que ocorreu uma redução dos níveis médios diários destes poluentes (embora mais pronunciada no caso das PM<sub>10</sub> - não se registaram quaisquer excedências ao valor-limite diário após 16 de Setembro, enquanto que na primeira quinzena deste mês o valor-limite foi ultrapassado oito vezes). Em termos médios, os níveis de PM<sub>10</sub> baixaram de 53 µg/m<sup>3</sup> antes da introdução da nova rotunda para 36 µg/m<sup>3</sup> após a introdução da nova rotunda (redução de 32%). Deve, no entanto, realçar-se que entre os dias 6 e 9 de Setembro se verificou a ocorrência de eventos naturais (intrusão de massas de ar carregadas de poeiras provenientes dos desertos do Sahara e Sahel), que influenciaram os níveis de PM<sub>10</sub> medidos nestes dias (assinalados a amarelo na Figura 1). No caso do NO<sub>2</sub> estes valores foram de 67 µg/m<sup>3</sup> e 54 µg/m<sup>3</sup>, respetivamente (correspondendo a uma redução de 19%).

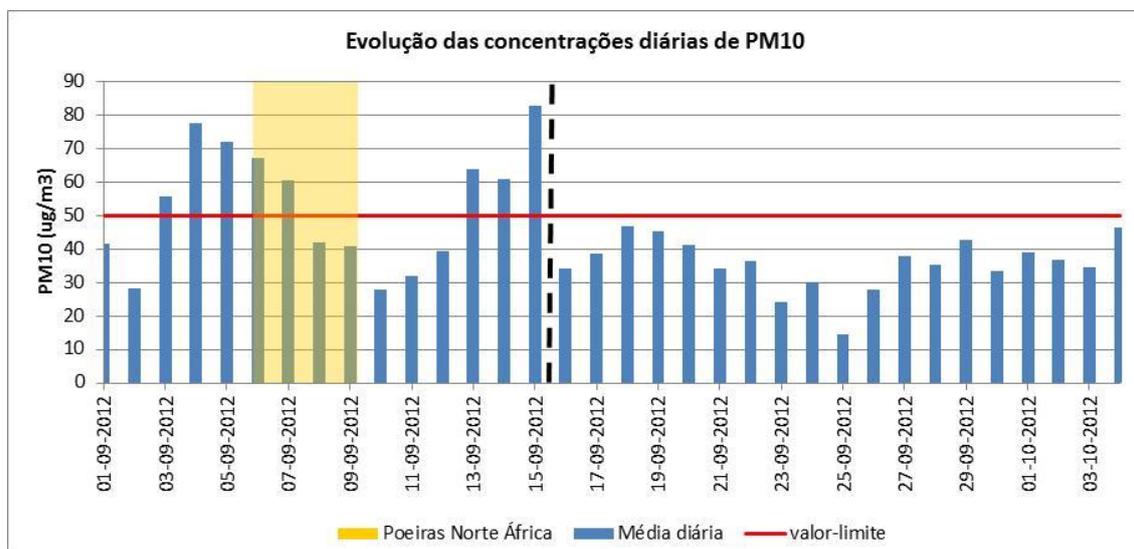
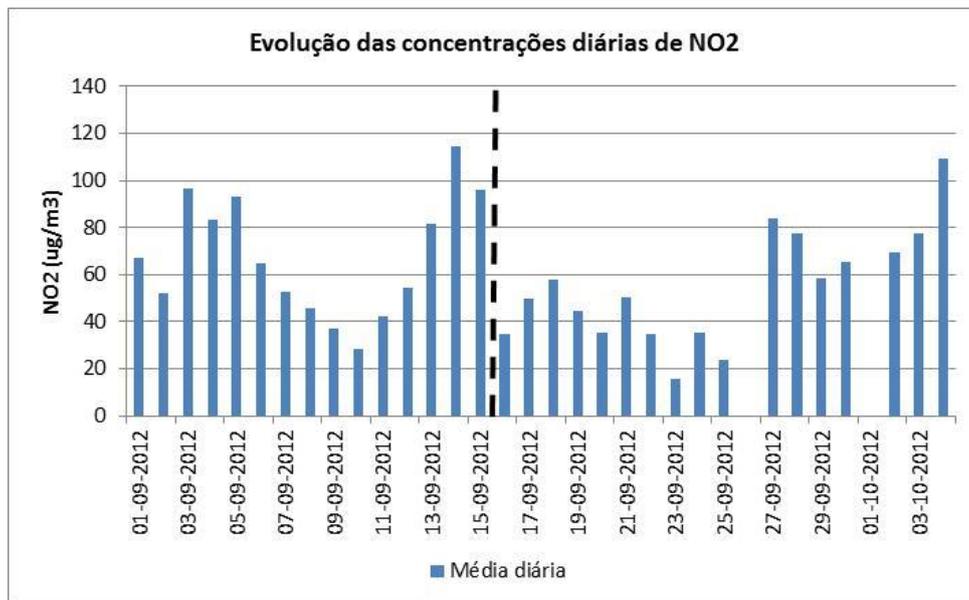


Figura 1: Evolução das concentrações médias diárias de PM<sub>10</sub>, medidas na Avenida da Liberdade, antes e depois da nova rotunda do Marquês



**Figura 2: Evolução das concentrações médias diárias de NO<sub>2</sub>, medidas na Avenida da Liberdade, antes e depois da nova rotunda do Marquês**

Esta comparação parece indicar melhorias na qualidade do ar mas conclusões mais consistentes irão requerer um período de análise mais extenso, pois nesta fase relações causa efeito são impossíveis de determinar tendo por base um período de dados tão curto. Uma das razões para essa necessidade está no facto da qualidade do ar ambiente ser influenciada por muitos factores, sendo um deles fenómenos naturais (como o transporte de massas de ar de zonas desérticas), o tráfego rodoviário e a meteorologia. A intensidade e direcção de vento, a existência ou não de precipitação, e a altura da camada de mistura podem ter uma influência decisiva nas concentrações registadas. Regra geral, dias em que se verifica a conjugação de baixas alturas de camada de mistura<sup>1</sup> e ventos fracos serão propícios ao aumento da concentração de poluentes. Como exemplo, tem-se o dia 4 de Outubro, em que tal conjugação se verificou aumentando, por conseguinte, os níveis de concentração de PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> face aos dias anteriores.

Esta influência será tanto menor quanto mais dias se conseguirem analisar, pois o efeito de um dia “atípico” é muito menos importante numa série de dados com um ano do que noutra com apenas uma semana. Para caracterizar a meteorologia registada no período de medições comparativas construiu-se a Tabela 1 .

<sup>1</sup> Altura de Camada de Mistura (é um parâmetro meteorológico que se calcula com base em variáveis termodinâmicas como a pressão atmosférica, temperatura, vapor de água, e as suas variações verticais) pode ser vista como um êmbolo que diminui, ou aumenta, o volume total em que uma dada massa de poluente se pode dispersar. Quanto mais baixo estiver o êmbolo, menor a altura da camada de mistura, maior será a concentração.

**Tabela 1: Evolução das concentrações de poluentes na Av. da Liberdade e parâmetros meteorológicos verificados no período entre 16 de Setembro de 2012 e 4 de Outubro de 2012.**

MÊS	DIA	DIA SEMANA	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	ALTURA DA BASE DA CAMADA MISTURA (metros)	METEOROLOGIA
SETEMBRO	16	fim de semana	35	34	584,3	Céu limpo. Vento fraco a moderado.
	17	semana	50	39	295,3	Nublado por nuvens altas. Vento fraco de W.
	18	semana	58	47	973,3	Céu nublado. Vento fraco, temporariamente moderado NE.
	19	semana	44	45	965,8	Céu limpo. Vento fraco a moderado de E.
	20	semana	35	41	951,7	Céu pouco nublado. Vento fraco a moderado de W.
	21	semana	51	34	1547,2	Muito nublado. Vento fraco a moderado de W.
	22	fim de semana	35	37	496,7	Aumento de nebulosidade ao longo do dia. Vento fraco de E.
	23	fim de semana	16	24	1318,2	Aguaceiros. Vento moderado a forte de SW.
	24	semana	35	30	1598,0	Céu muito nublado. Vento fraco SW, soprando moderado a forte.
	25	semana	24	14	SUPERFÍCIE	Períodos de chuva passando a aguaceiros. Vento moderado de W, por vezes forte no litoral.
	26	semana		28	1611,5	Aguaceiros fracos. Vento fraco de N soprando forte de NW.
	27	semana	84	38	SUPERFÍCIE	Períodos de chuva ou aguaceiros em geral fraco. Vento fraco a moderado de N.
	28	semana	78	37	484,0	Períodos de chuva ou aguaceiros. Vento fraco a moderado de N.
	29	fim de semana	59	44	1211,6	Pouco nublado. Vento fraco ou moderado de NW.
	30	fim de semana	65	36	976,4	Pouco nublado ou limpo com neblina ou nevoeiros matinais. Vento fraco de NE na 1ª parte do dia e de NW na 2ª parte.
OUTUBRO	1	semana		39	1140,5	Céu pouco nublado ou limpo. Vento fraco, soprando moderado de noroeste.
	2	semana	69	37	937,7	Céu pouco nublado ou limpo. Vento fraco, soprando moderado de noroeste.
	3	semana	77	35	1044,5	Céu pouco nublado ou limpo, apresentando períodos de maior nebulosidade até meio da manhã. Vento fraco de N.
	4	semana	110	42	683,1	Céu pouco nublado ou limpo. Vento fraco, soprando moderado de noroeste.

De forma a obter uma comparação mais rigorosa entre os dois períodos em estudo, optou-se também por analisar os perfis horários médios das concentrações de  $PM_{10}$  e  $NO_2$ . Nesta análise não foram considerados os fins de semana, bem como os dias em que ocorreu precipitação, uma vez que nestes dias ocorre uma “lavagem” da atmosfera que reduz naturalmente os níveis de poluição (pelo que o período compreendido entre 24 e 28 de Setembro não foi considerado).

A observação dos perfis assim obtidos permite evidenciar as diferenças dos níveis de qualidade do ar na Avenida da Liberdade nos dois períodos, antes e após a introdução das alterações no eixo Marquês de Pombal – Avenida da Liberdade. No caso das  $PM_{10}$  as concentrações médias horárias apresentam perfis diferenciados na forma e nos valores das concentrações, sendo que no período após a implementação da nova rotunda os níveis médios horários foram sempre inferiores, embora com uma alteração no perfil de concentrações (com um longo “pico” de concentrações entre as 8:00 e as 13:00 ao invés de um pico durante a hora de ponta da manhã e outro pico durante a hora de ponta da tarde). Relativamente ao  $NO_2$ , o período após a nova rotunda apresenta um pico mais elevado na hora de ponta da manhã, sendo que no resto do dia os valores médios foram inferiores aos registados antes da nova rotunda (inclusive o pico correspondente à hora de ponta da tarde).

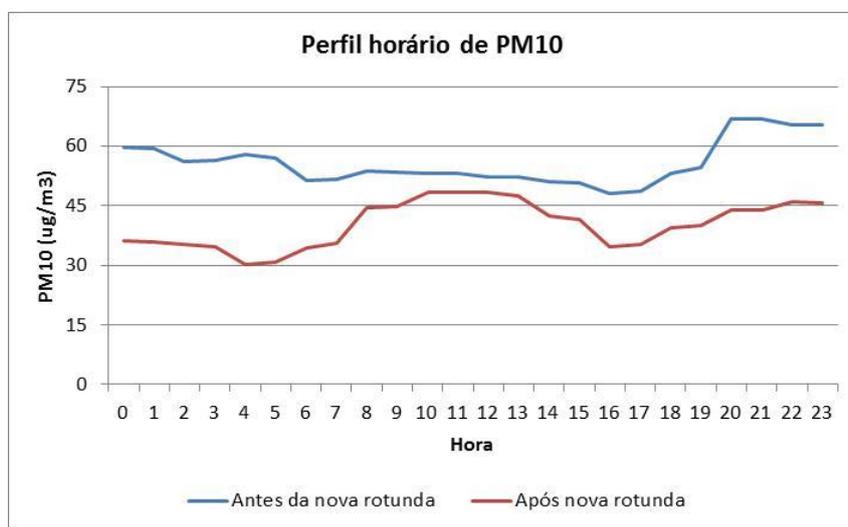


Figura 3: Evolução das concentrações médias horárias de  $PM_{10}$ , medidas na Avenida da Liberdade, antes e depois da nova rotunda do Marquês

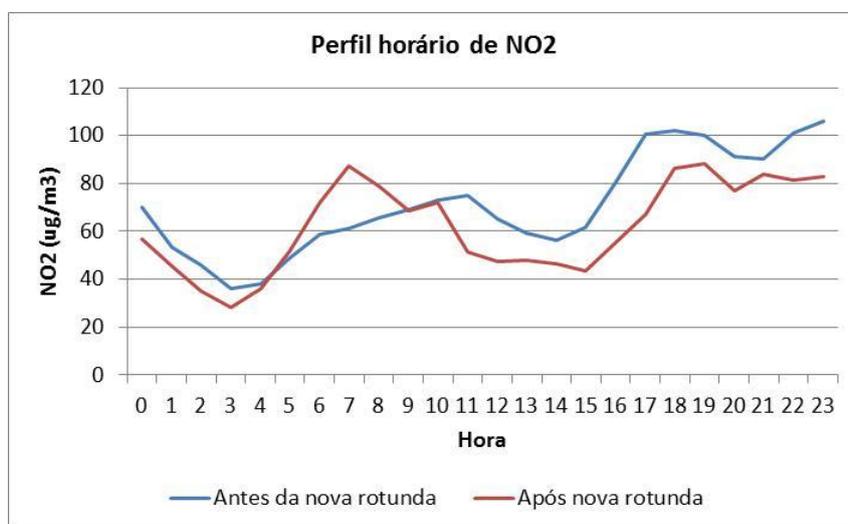
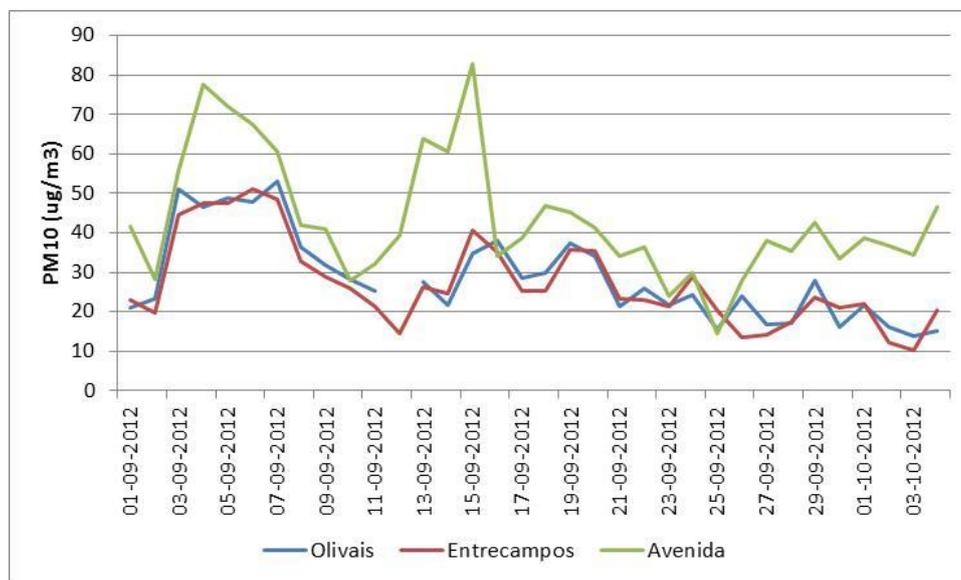


Figura 4: Evolução das concentrações médias horárias de  $NO_2$ , medidas na Avenida da Liberdade, antes e depois da nova rotunda do Marquês

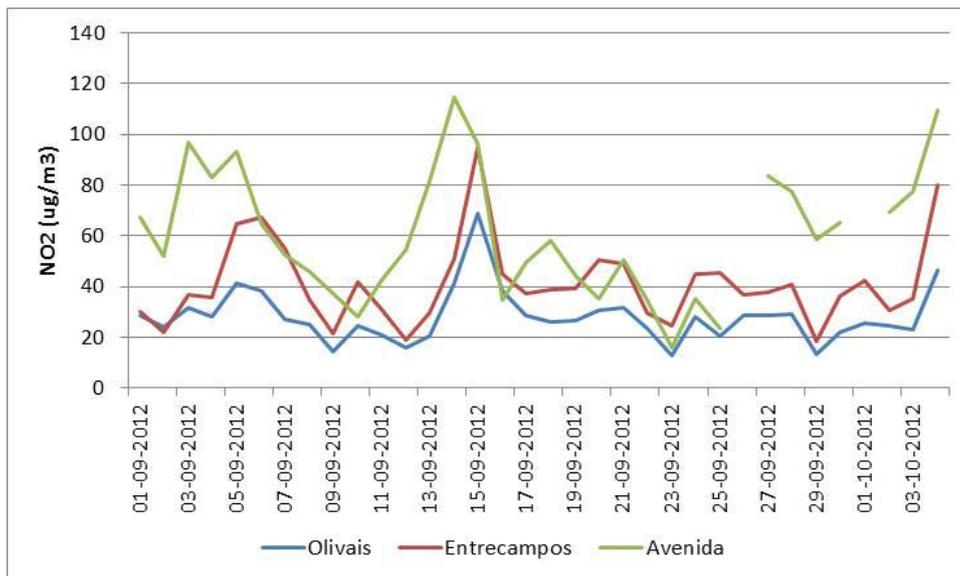
Outra questão importante seria a de perceber se esta diminuição observada na poluição atmosférica na Avenida da Liberdade seria local (muito provavelmente, nesse caso, devida às alterações introduzidas na circulação na rotunda e área circundante) ou se seria uma redução mais generalizada, verificada noutras estações de medição da qualidade do ar, indicando portanto que a origem desta redução assentaria noutros factores importantes não limitados a estas alterações locais (extensíveis e aplicados a toda a cidade e, por isso mesmo, visíveis nas restantes estações).

Comparando a evolução dos níveis de poluentes na Avenida da Liberdade com outras estações de monitorização da qualidade do ar (EMQA) presentes na cidade de Lisboa, nomeadamente Entrecampos (estação orientada para a monitorização da qualidade do ar associada ao tráfego) e Olivais (estação orientada para a monitorização de concentrações de fundo urbano), observa-se que nestes locais também se registaram reduções das concentrações de poluentes no período após 15 de Setembro, por comparação com a primeira quinzena deste mês tal como se pode ver na Figura 5 e na Figura 6. No caso da EMQA de Entrecampos os níveis médios de  $PM_{10}$  foram de  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  antes da nova rotunda e  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  após a nova rotunda (32% de redução), enquanto no caso da EMQA dos Olivais os níveis médios foram de  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respetivamente (34% de redução).

Relativamente ao  $NO_2$ , na EMQA de Entrecampos os níveis médios medidos foram de  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  antes da nova rotunda e  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  após a nova rotunda (5% de redução), tendo-se assistido no caso da EMQA dos Olivais a níveis médios que passaram de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respetivamente (11% de redução).

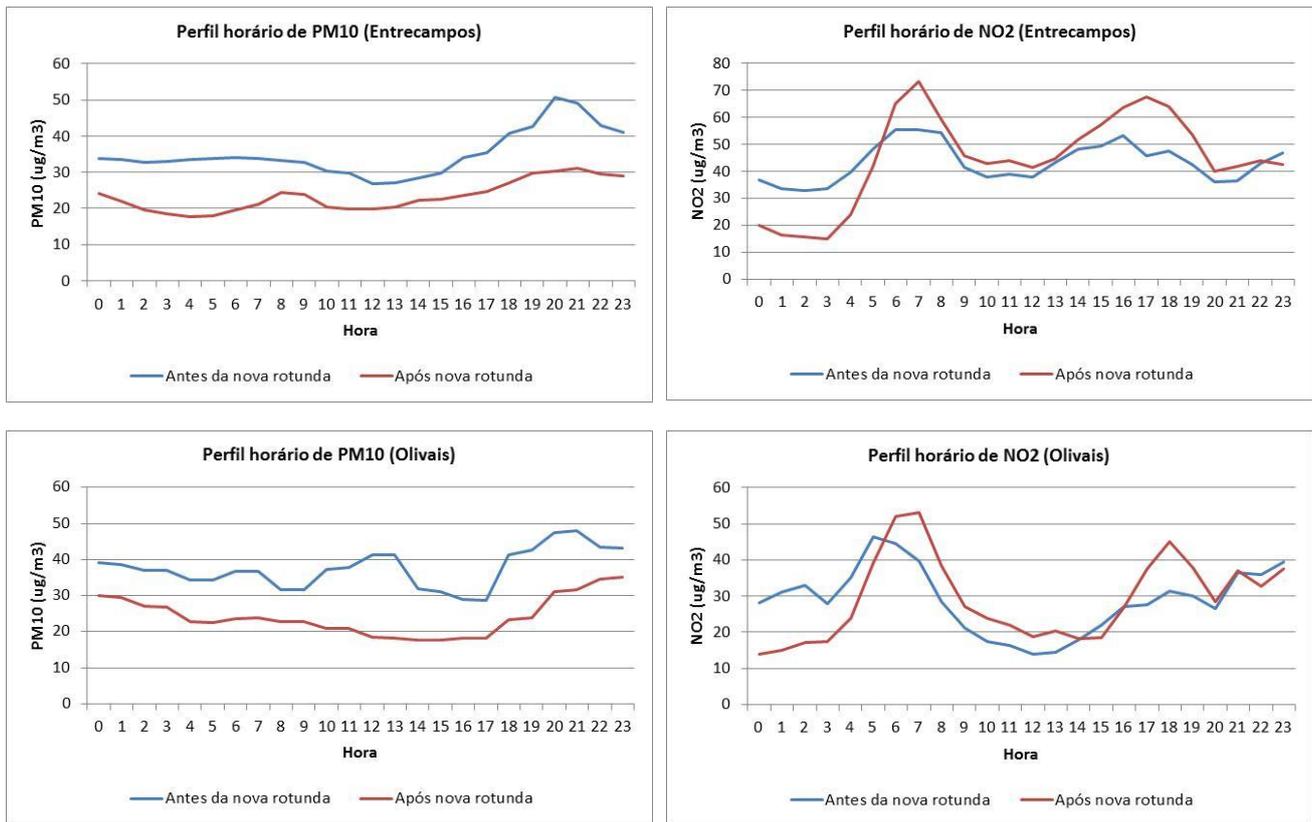


**Figura 5: Comparação das concentrações médias diárias de  $PM_{10}$  nas EMQA de Olivais, Entrecampos e Avenida da Liberdade**



**Figura 6: Comparação das concentrações médias diárias de NO<sub>2</sub> nas EMQA de Olivais, Entrecampos e Avenida da Liberdade**

Uma análise dos perfis horários médios das concentrações de PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> para estas EMQA, semelhante à que foi realizada para a Avenida da Liberdade (não sendo novamente considerados os fins de semana e os dias 24 a 28 de Setembro) permite perceber as diferenças de comportamento entre os dois poluentes estudados, diferenças estas que não é possível observar apenas pela análise dos valores médios diários (ver Figura 7). Efetivamente, enquanto que os níveis médios horários de PM<sub>10</sub> medidos nos Olivais e em Entrecampos apresentam comportamento semelhante quando comparados entre si e quando comparados com a Avenida da Liberdade, no caso do NO<sub>2</sub> os perfis horários médios medidos em Entrecampos e nos Olivais apresentaram valores superiores após a introdução da nova rotunda, sobretudo nos períodos de ponta da manhã e da tarde. Este comportamento, em particular durante a tarde, contrasta com o observado na EMQA da Avenida da Liberdade.



**Figura 7: Evolução das concentrações médias horárias de PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> nas EMQA de Entrecampos e Olivais, antes e depois da nova rotunda do Marquês**

Comparando com a evolução das concentrações de poluentes registada na Avenida da Liberdade verifica-se que a melhoria dos níveis de qualidade do ar na Avenida da Liberdade poderá não ter tido relação direta com a introdução da nova rotunda do Marquês de Pombal e com o novo regime de circulação na Avenida da Liberdade. Esta conclusão resulta do facto da melhoria da qualidade do ar ter sido generalizada a toda a cidade. No entanto, é de salientar que a redução dos níveis de NO<sub>2</sub> neste local foi superior em relação a outros locais onde existem estações de monitorização, pelo que há por agora indicações de um efeito positivo decorrente das intervenções neste local mais visível no caso deste poluente do que para as partículas PM<sub>10</sub>. Talvez este facto seja também consequência da correlação importante do dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) com a actividade do tráfego rodoviário e, a confirmar-se esta tendência, será uma indicação que as alterações introduzidas estarão a ter o efeito desejado inicialmente.

Deve destacar-se que a análise agora efetuada tem um carácter muito preliminar, devendo ser lida com precaução, dado o período muito reduzido para esta comparação (influenciada por diversos factores com grande variabilidade, tal como a meteorologia ou a influência de outros factores como os eventos naturais). O alargamento desta análise quando se dispuser de mais medições trará robustez e poderá confirmar os resultados agora obtidos. Será também necessário dispor dos dados de tráfego rodoviário registados nesta zona pelo sistema GERTRUDE, dado que esta variável será fundamental para a compreensão global dos valores de concentrações medidos e das causas que lhes poderão estar subjacentes. Por fim, ressalva-se, mais uma vez, que esta análise teve como base os dados de qualidade do ar ainda não validados pela CCDR-LVT.