

# Resumo anual sobre qualidade do ar em Macau - 2019

Direcção dos Serviços Meteorológicos e Geofísicos

## Conteúdo

1. Resumo da situação da qualidade do ar de 2019 .....	1
2. Valores mais elevados do índice da qualidade do ar ao longo dos anos.....	1
3. Mapa de percentagem do número de dias relativo à qualidade do ar em 2019 .....	3
4. Mapa de distribuição do número de dias relativo à qualidade do ar nas diversas estações de monitorização, ao longo dos anos.....	4
5. Situação dos principais poluentes recolhidos pelas diversas estações de monitorização na região .....	7
A. Principais poluentes recolhidos na região .....	i
B. Introdução da rede das estações de monitorização automática da qualidade do ar na região.....	ii
C. Mapa da rede das estações de monitorização .....	iv
D. Classificação dos índices da qualidade do ar e a sua influência na saúde humana	v
E. Valores guia das concentrações dos poluentes do ar na região (índice = 100).....	vi
F. Definição do índice da qualidade do ar em Macau .....	vii

## 1. Resumo da situação da qualidade do ar de 2019

Em 2019, o índice da qualidade do ar esteve no intervalo de bom a insalubre. No dia 29 de Setembro de 2019, o índice da qualidade do ar foi 186, sendo classificado como insalubre. O principal poluente foi Ozono (O<sub>3</sub>).

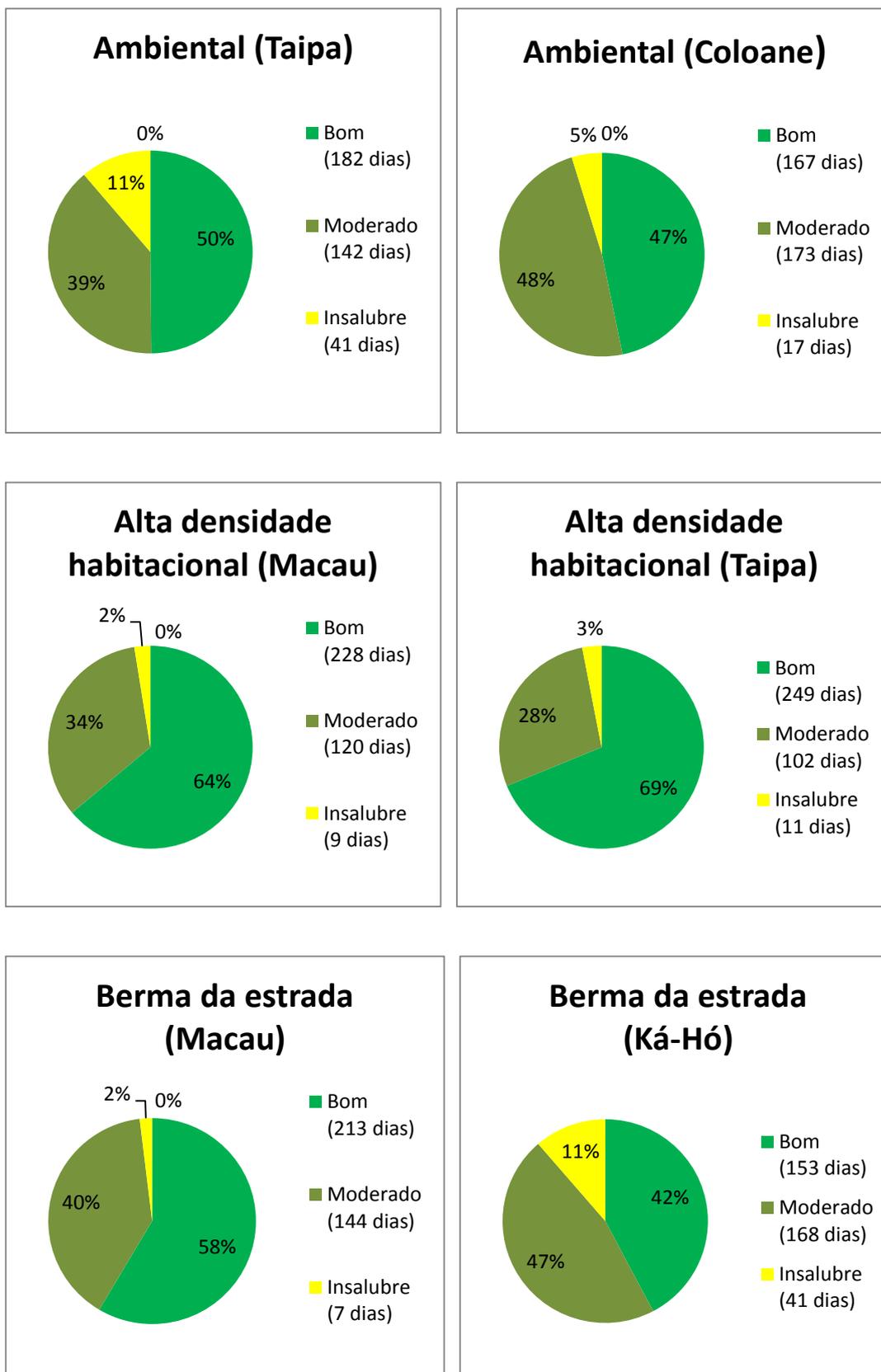
Estação	Índice registado	Nível do índice mais elevado	Principais poluentes	Data
Berma da estrada	10 - 126	Insalubre	PM <sub>2.5</sub>	23/12
Alta densidade habitacional (Macau)	15 - 126	Insalubre	PM <sub>2.5</sub>	23/12
Alta densidade habitacional (Taipa)	14 - 160	Insalubre	PM <sub>2.5</sub>	13/01
Ambiental (Taipa)	13 - 186	Insalubre	O <sub>3</sub>	29/09
Ambiental (Coloane)	9 - 167	Insalubre	O <sub>3</sub>	30/09
Berma da estrada (Ká-Hó)	8 - 177	Insalubre	O <sub>3</sub>	30/09

## 2. Valores mais elevados do índice da qualidade do ar ao longo dos anos

Ordem	Estação	Índice	Nível do índice	Principal Poluente	Data
1	Alta Densidade Habitacional (Macau)	330	Perigoso	PM10	22/03/2010
2	Ambiental (Taipa)	328	Perigoso	PM10	22/03/2010
3	Ambiental (Taipa)	317	Perigoso	PM10	23/03/2010
4	Alta Densidade Habitacional (Macau)	306	Perigoso	PM10	23/03/2010
5	Berma da Estrada (Macau)	282	Muito insalubre	PM10	22/03/2010
6	Berma da Estrada (Macau)	270	Muito insalubre	PM10	23/03/2010
7	Alta Densidade Habitacional (Taipa)	257	Muito insalubre	PM10	22/03/2010
8	Alta Densidade Habitacional (Taipa)	244	Muito insalubre	PM10	23/03/2010

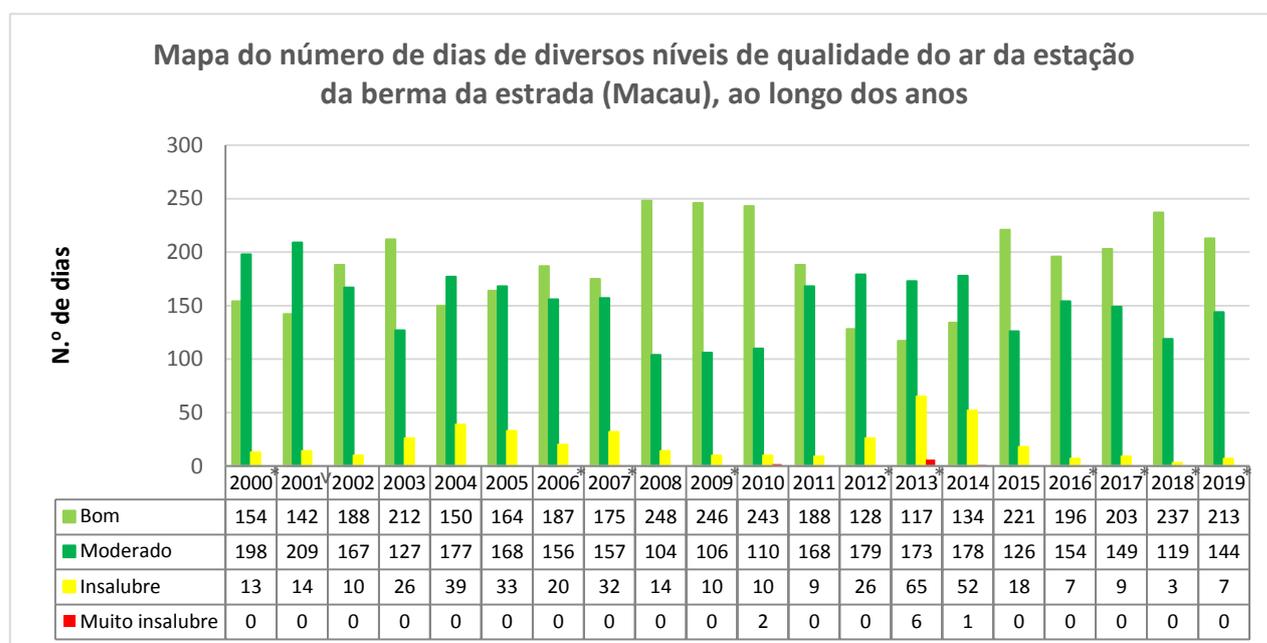
9	Berma da Estrada (Macau)	222	Muito insalubre	PM2.5	28/12/2013
10	Berma da Estrada (Macau)	221	Muito insalubre	PM2.5	04/01/2014
11	Berma da Estrada (Macau)	218	Muito insalubre	PM2.5	14/12/2013
12	Alta Densidade Habitacional (Macau)	216	Muito insalubre	PM2.5	22/01/2015
13	Berma da Estrada (Macau)	215	Muito insalubre	PM2.5	11/12/2013
14	Berma da Estrada (Macau)	213	Muito insalubre	PM2.5	13/12/2013
15	Berma da Estrada (Macau)	203	Muito insalubre	PM2.5	12/12/2013

### 3. Mapa de percentagem do número de dias relativo à qualidade do ar em 2019

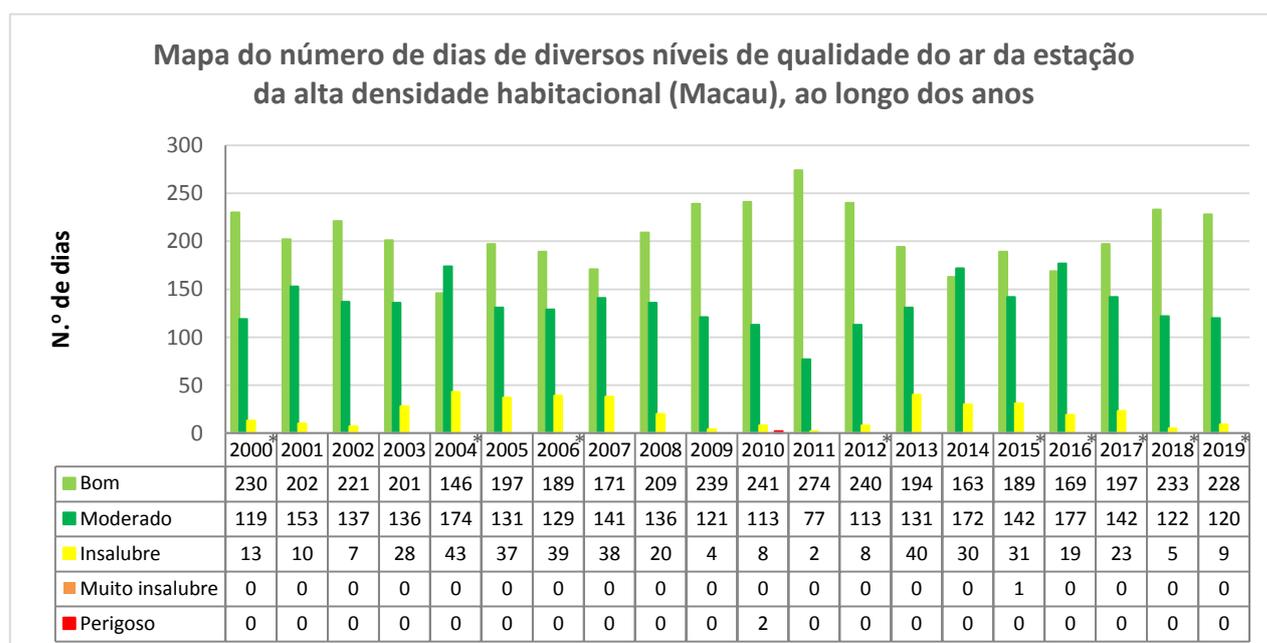


#### 4. Mapa de distribuição do número de dias relativo à qualidade do ar nas diversas estações de monitorização, ao longo dos anos

Todos os conteúdos apresentados neste capítulo são calculados e utilizam a nova definição de índice da qualidade do ar, lançada a 2 de Julho de 2012. Para detalhes consulte o apêndice F.

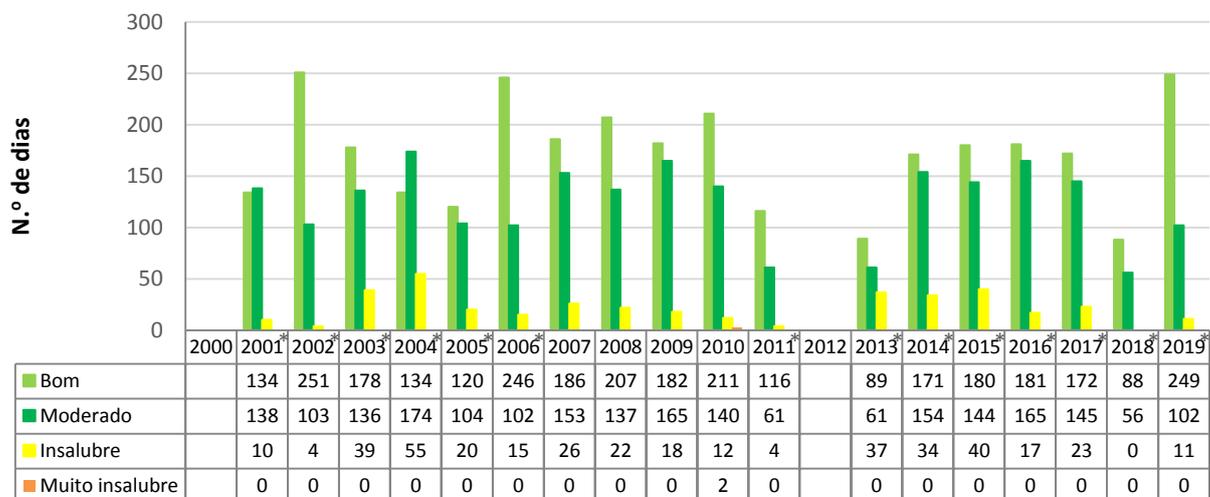


Obs.(\*): 1999 e 2000, 2006 e 2007, 2009, 2012 e 2013, 2016 a 2019, faltaram dados em alguns dias



Obs.(\*): 1999 e 2000, 2004, 2006 a 2012 e 2015 a 2019, faltaram dados em alguns dias.

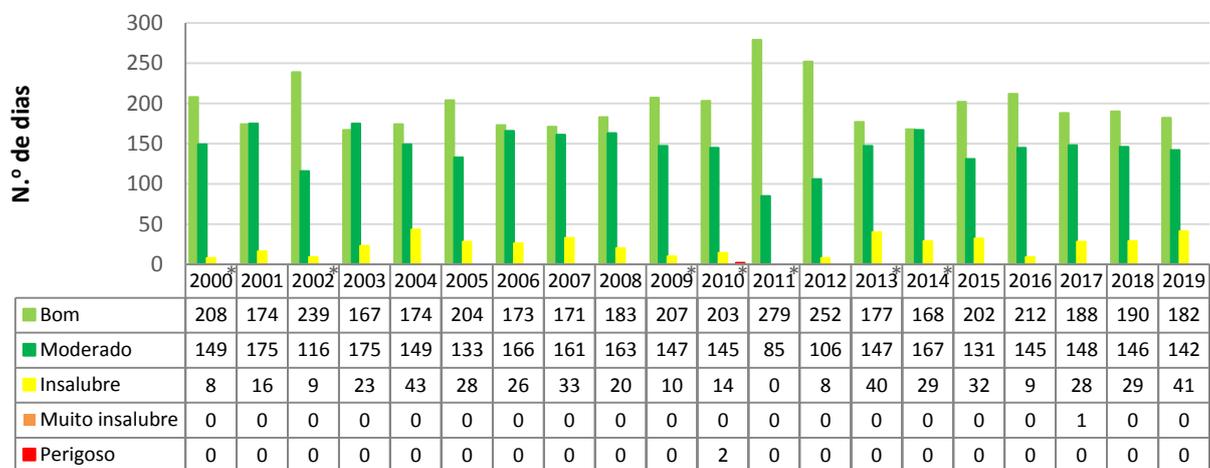
**Mapa do número de dias de diversos níveis de qualidade do ar da estação da alta densidade habitacional (Taipa), ao longo dos anos**



A estação de monitorização entrou em funcionamento, em 2001. Devido à execução de obras, esta foi suspensa, temporariamente, em 2012.

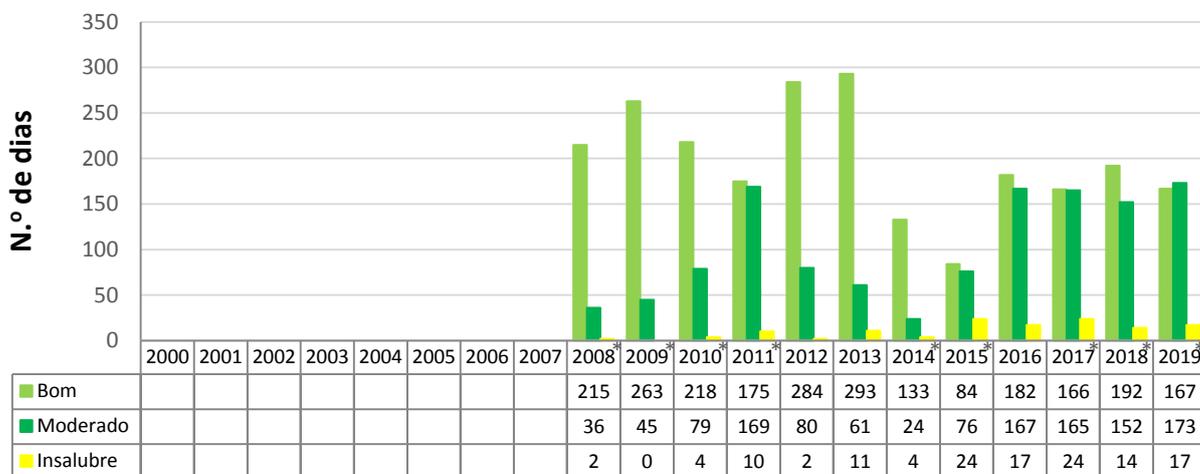
Obs.(\*): 2001 a 2006, 2011, 2013 a 2019, faltaram dados em alguns dias.

**Mapa do número de dias de diversos níveis de qualidade do ar da estação ambiental (Taipa), ao longo dos anos**



Obs.(\*): 1999 e 2000, 2002, 2009 a 2011, 2013 e 2014 , faltaram dados em alguns dias.

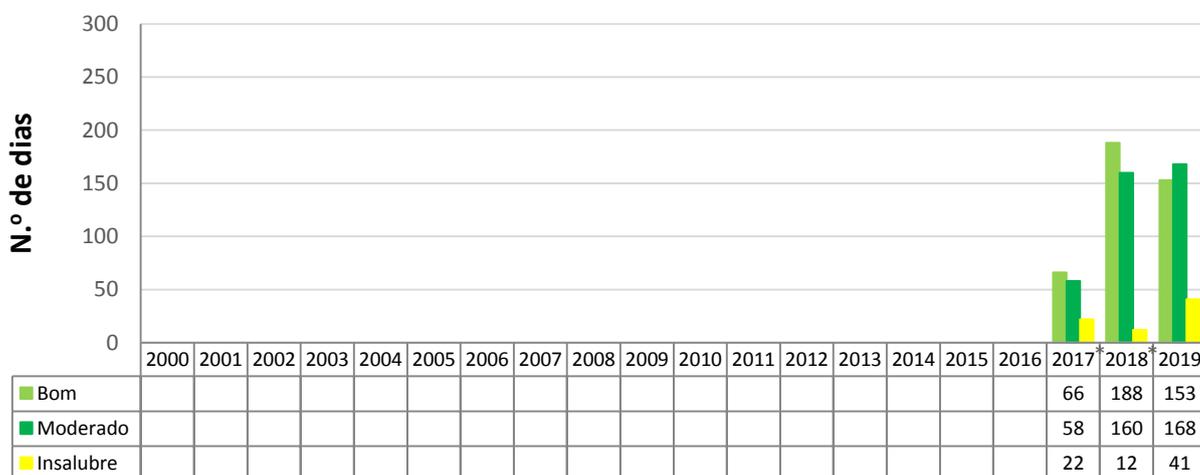
**Mapa do número de dias de diversos níveis de qualidade do ar da estação ambiental (Coloane), ao longo dos anos**



A estação de monitorização entrou em funcionamento em 2008.

Obs.(\*): 2008 a 2011, 2014, 2015, 2017 a 2019, faltaram dados em alguns dias

**Mapa do número de dias de diversos níveis de qualidade do ar da estação da berma da estrada (Ká-Hó), ao longo dos anos**



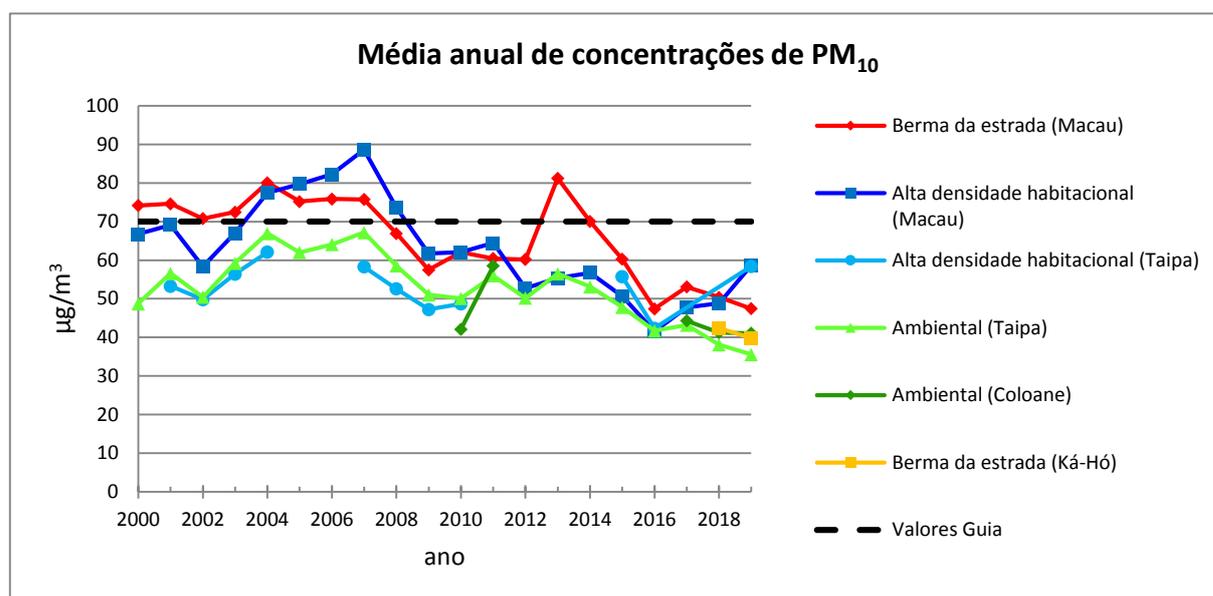
A estação de monitorização entrou em funcionamento a 1 de Agosto de 2017.

Obs.(\*): 2017 a 2019, faltaram dados em alguns dias

## 5. Situação dos principais poluentes recolhidos pelas diversas estações de monitorização na região

Todos os conteúdos apresentados neste capítulo são calculados e utilizam a nova definição de índice de qualidade do ar, lançada a 2 de Julho de 2012, em que as concentrações que "não correspondem os valores guia", significam que as concentrações dos poluentes ultrapassaram dos valores guia (índice>100).

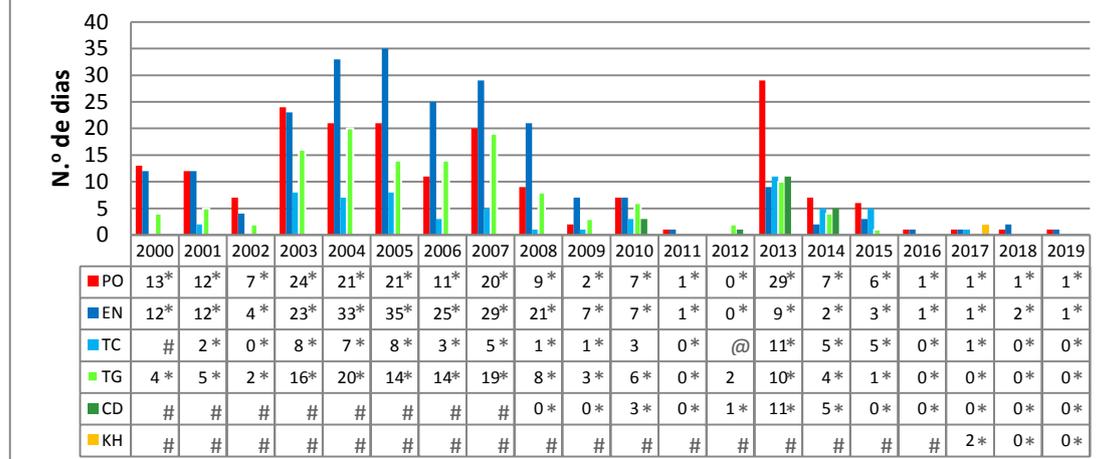
### i. Partículas inaláveis em suspensão (PM<sub>10</sub>)



Obs.: nos anos indicados a seguir, não foi possível a recolha de dados efectivos suficientes, a definição em relação à estatística encontra-se em apêndice B

1. Berma da estrada (Macau): 1999
2. Alta densidade habitacional (Taipa): 2005, 2011 a 2013, 2017 e 2018
3. Ambiental (Coloane): 2008, 2009, 2012 a 2015
4. Berma da estrada (Ká-Hó): 2017

**Média de concentrações diárias de PM<sub>10</sub>, ao longo dos anos  
- não corresponde os valores guia (número de dias)**



Obs.:

PO: Berma da estrada (Macau)

EN: Alta densidade habitacional (Macau)

TC: Alta densidade habitacional (Taipa)

TG: Ambiental (Taipa)

CD: Ambiental (Coloane)

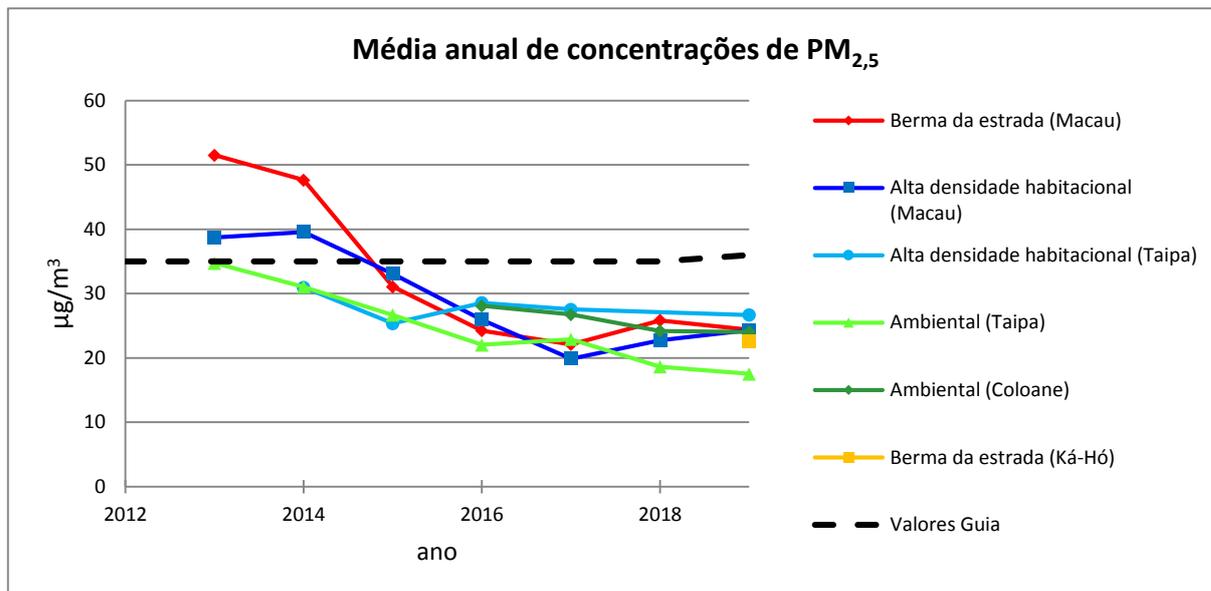
KH: Berma da estrada (Ká-Hó)

\*: Faltaram dados em alguns dias;

# : Não se efectuou monitorização nesta estação;

@: Monitorização está suspensa, temporariamente, devido à execução de obras ou o instrumento está fora de serviço.

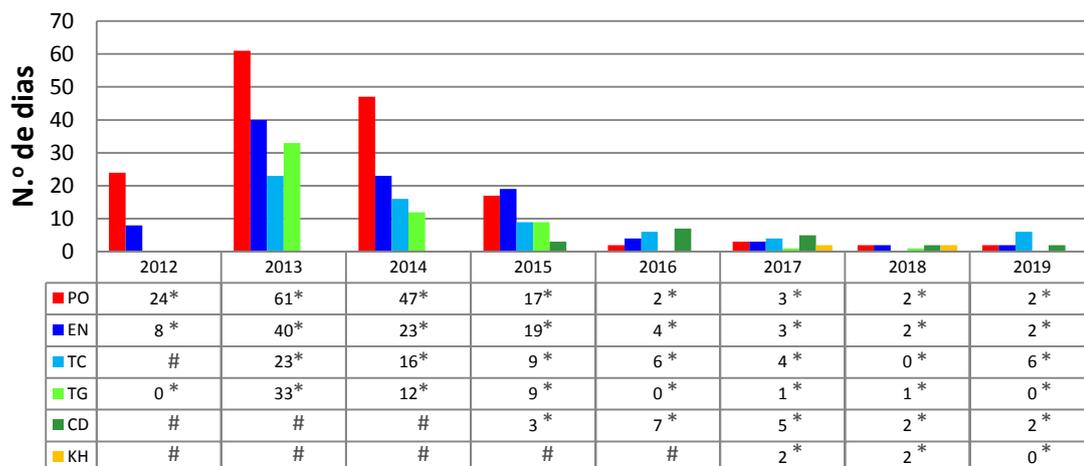
ii. **Partículas inaláveis muito finas em suspensão (PM<sub>2,5</sub>)**



Obs.:

1. A informação de PM<sub>2,5</sub> começou a ser divulgada ao público em 2 de Julho de 2012.
2. Nos anos indicados a seguir, não foi possível a recolha de dados efectivos suficientes, a definição em relação à estatística encontra-se em apêndice B
  - a. Berma da estrada (Macau): 2012
  - b. Alta densidade habitacional (Macau): 2012
  - c. Alta densidade habitacional (Taipa): 2013 e 2018
  - d. Ambiental (Taipa): 2012
  - e. Ambiental (Coloane): 2015
  - f. Berma da estrada (Ká-Hó): 2017 e 2018

**Média de concentrações diárias de PM<sub>2,5</sub>, não corresponde os valores guia (número de dias), ao longo dos anos**



Obs.:

PO: Berma da estrada (Macau)

EN: Alta densidade habitacional (Macau)

TC: Alta densidade habitacional (Taipa)

TG: Ambiental (Taipa)

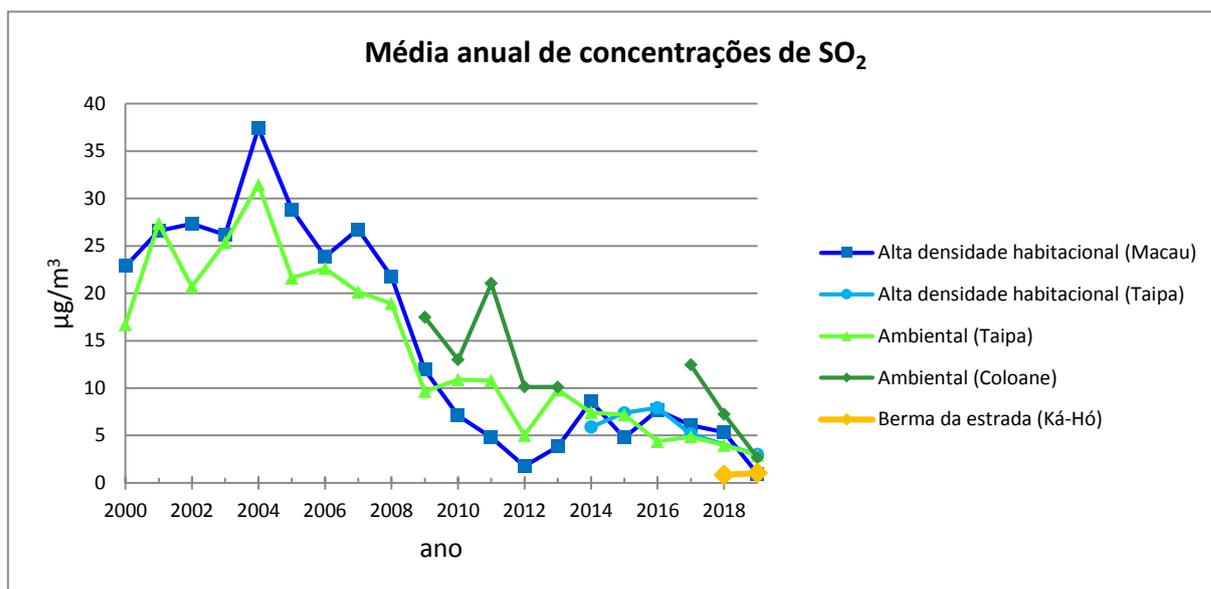
CD: Ambiental (Coloane)

KH: Berma da estrada (Ká-Hó)

\* : Faltaram dados em alguns dias;

# : Não se efectuou monitorização nesta estação.

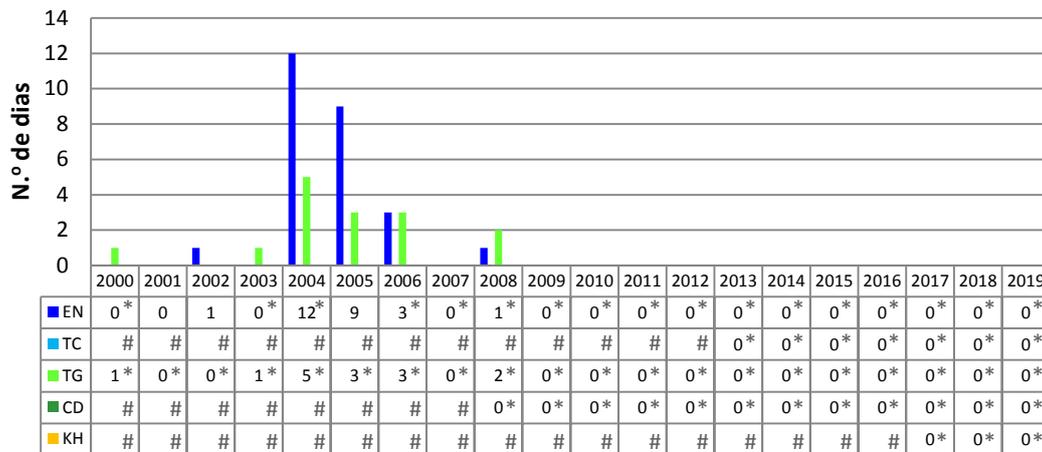
### iii. Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)



Obs.: nos anos indicados a seguir, não foi possível a recolha de dados efectivos suficientes, a definição em relação à estatística encontra-se em apêndice B

1. Alta densidade habitacional (Taipa): 2013 e 2018
2. Ambiental (Coloane): 2008, 2014 e 2015
3. Berma da estrada (Ká-Hó): 2017

**Média de concentrações diárias de SO<sub>2</sub>, ao longo dos anos  
- não corresponde os valores guia (número de dias)**



Obs.:

EN: Alta densidade habitacional (Macau)

TC: Alta densidade habitacional (Taipa)

TG: Ambiental (Taipa)

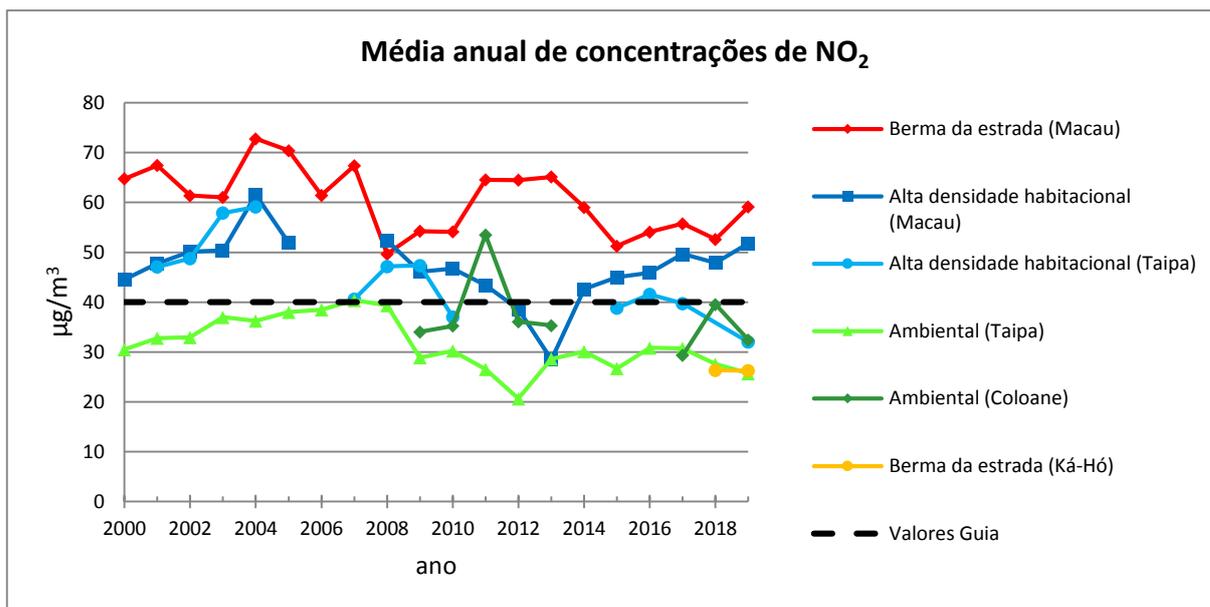
CD: Ambiental (Coloane)

KH: Berma da estrada (Ká-Hó)

\* : Faltaram dados em alguns dias;

# : Não se efectuou monitorização nesta estação.

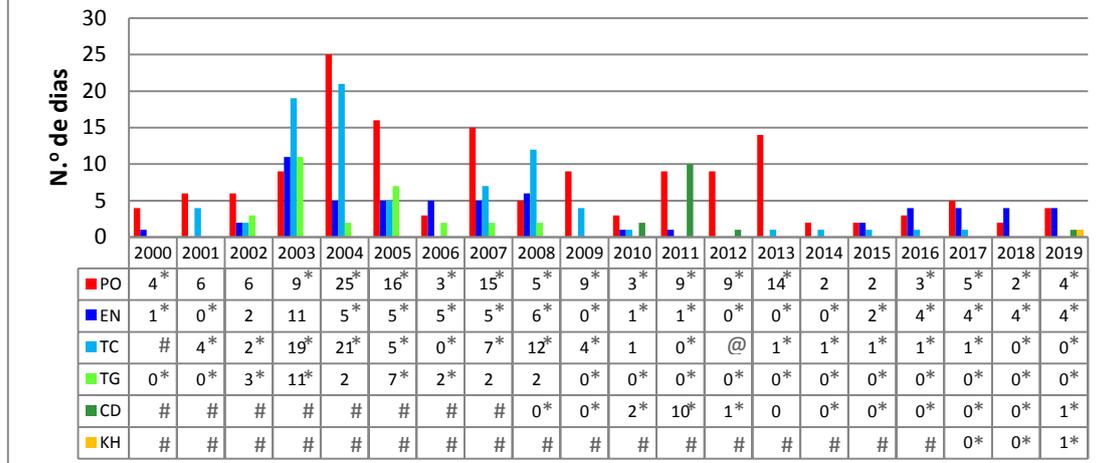
#### iv. Dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>)



Obs.: nos anos indicados a seguir, não foi possível a recolha de dados efectivos suficientes, a definição em relação à estatística encontra-se em apêndice B

1. Berma da estrada (Macau): 1999
2. Alta densidade habitacional (Macau): 2006
3. Alta densidade habitacional (Taipa): 2005, 2011 a 2013 e 2018
4. Ambiental (Coloane): 2008, 2014 e 2015
5. Berma da estrada: 2017

**Média de concentrações diárias de NO<sub>2</sub>, ao longo dos anos  
- não corresponde os valores guia (número de dias)**



Obs.:

PO: Berma da estrada (Macau)

EN: Alta densidade habitacional (Macau)

TC: Alta densidade habitacional (Taipa)

TG: Ambiental (Taipa)

CD: Ambiental (Coloane)

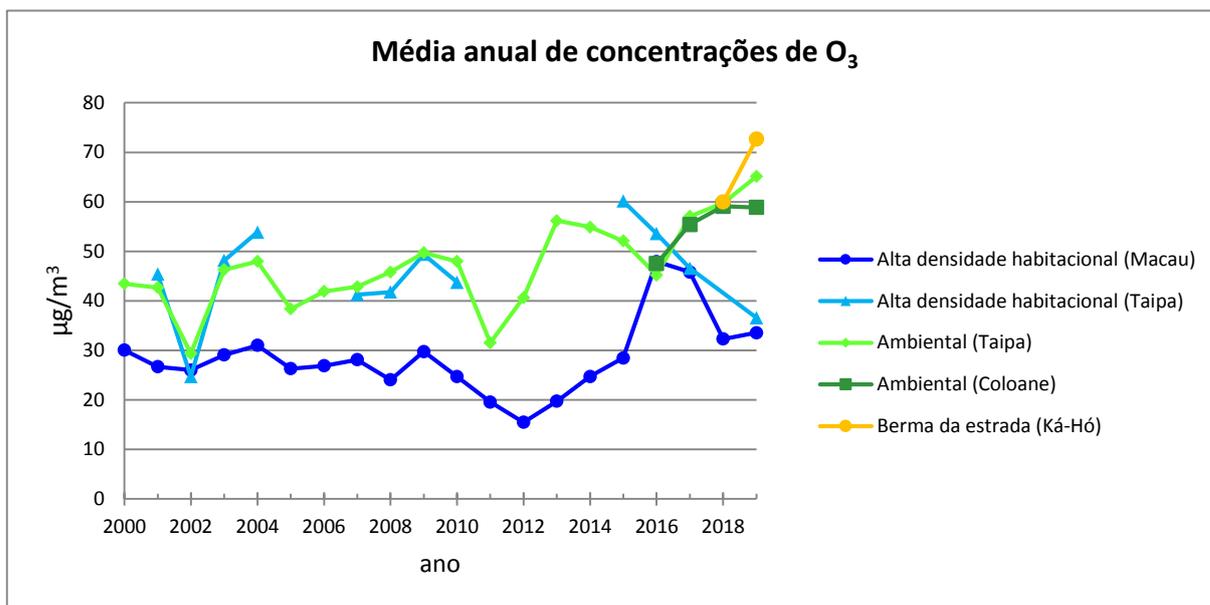
KH: Berma da estrada (Ká-Hó)

\*: Faltaram dados em alguns dias;

# : Não se efectuou monitorização nesta estação;

@: Monitorização está suspensa, temporariamente, devido à execução de obras ou o instrumento está fora de serviço.

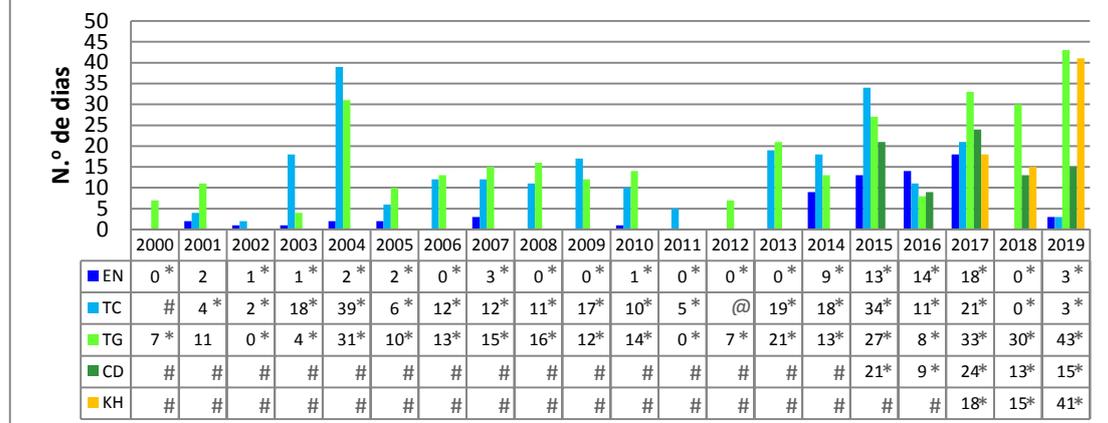
v. Ozono (O<sub>3</sub>)



Obs.: nos anos indicados a seguir, não foi possível a recolha de dados efectivos suficientes, a definição em relação à estatística encontra-se em apêndice B

1. Alta densidade habitacional (Taipa): 2005, 2011 a 2013 e 2018
2. Ambiental (Coloane): 2015
3. Berma da estrada (Ká-Hó): 2017

**Média de concentrações (máximas diárias – 8 horas) de O<sub>3</sub>, ao longo dos anos**  
**- não corresponde os valores guia (número de dias)**



Obs.:

EN: Alta densidade habitacional (Macau)

TC: Alta densidade habitacional (Taipa)

TG: Ambiental (Taipa)

CD: Ambiental (Coloane)

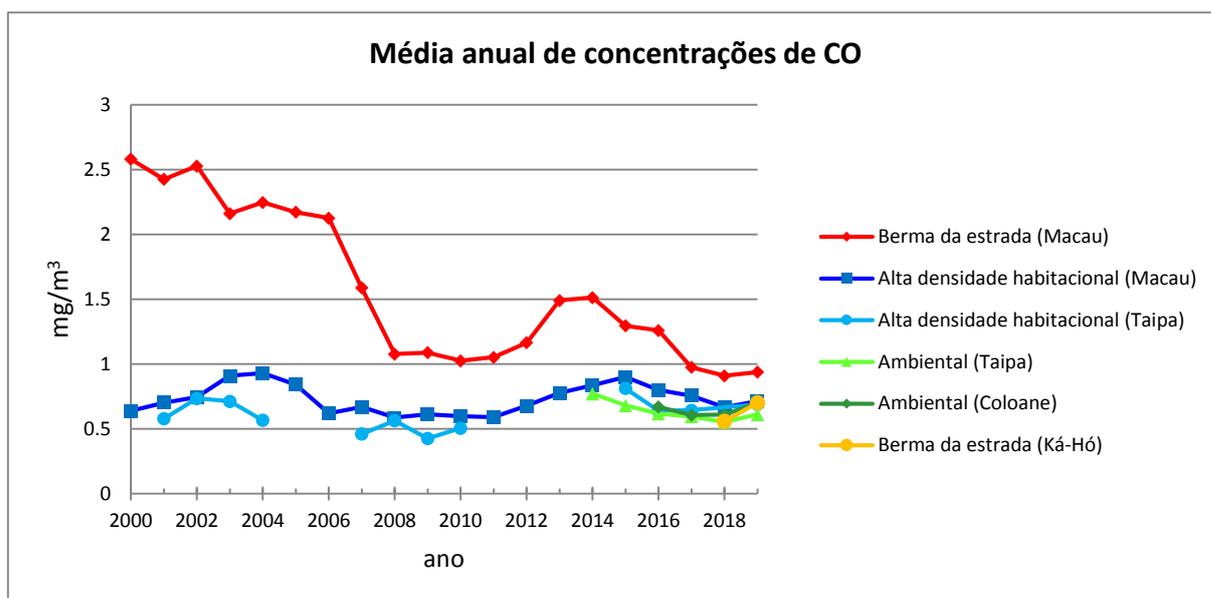
KH: Berma da estrada (Ká-Hó)

\*: Faltaram dados em alguns dias;

# : Não se efectuou monitorização nesta estação;

@: Monitorização está suspensa, temporariamente, devido à execução de obras ou instrumento estar fora de serviço.

## vi. Monóxido de carbono (CO)



Obs.: nos anos indicados a seguir, não foi possível a recolha de dados efectivos suficientes, a definição em relação à estatística encontra-se em apêndice B

1. Berma da estrada (Macau): 1999
2. Alta densidade habitacional (Taipa): 2005, 2011 a 2013 e 2018
3. Ambiental (Taipa): 2013
4. Ambiental (Coloane): 2015
5. Berma da estrada (Ká-Hó): 2017

**Média de concentrações (máximas diárias – 8 horas) de CO, ao longo dos anos – não corresponde os valores guia (número de dias)**



1. Obs.:
2. PO: Berma da estrada (Macau)
3. EN: Alta densidade habitacional (Macau)
4. TC: Alta densidade habitacional (Taipa)
5. TG: Ambiental (Taipa)
6. CD: Ambiental (Coloane)
7. KH: Berma da estrada (Ká-Hó)
8. \*: Faltaram dados em alguns dias;
9. # : Não se efectuou monitorização nesta estação;
10. @: Monitorização está suspensa, temporariamente, devido à execução de obras ou o instrumento está fora de serviço.

# **Apêndices**

## **A. Principais poluentes recolhidos na região**

PM <sub>10</sub> :	Partículas inaláveis em suspensão (d<10 micrómetros)
PM <sub>2.5</sub> :	Partículas inaláveis muito finas em suspensão (d<2,5 micrómetros)
SO <sub>2</sub> :	Dióxido de enxofre
NO <sub>2</sub> :	Dióxido de azoto
O <sub>3</sub> :	Ozono
CO :	Monóxido de carbono

## B. Introdução da rede das estações de monitorização automática da qualidade do ar na região

A rede de monitorização da qualidade do ar que está, actualmente, em funcionamento, é constituída pelas seguintes estações:

<b>Estação</b>	<b>Local</b>	<b>Características da estação</b>	<b>Tipos de medição</b>	<b>Programa de atmostragem</b>
Ambiental (Taipa)	Sede dos SMG	Topo da colina Meio ambiente	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	24 horas consecutivas
Alta densidade habitacional (Macau)	Subestação (Norte – Macau)	Comercial Alta densidade habitacional	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	24 horas consecutivas
Berma da estrada (Macau)	Calçada do Poço	Berma da estrada Comercial Residencial	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> CO	24 horas consecutivas
Alta densidade habitacional (Taipa)	Jardim Central (Taipa)	Alta densidade habitacional	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	24 horas consecutivas
Ambiental (Coloane)	Subestação (Concórdia)	Meio ambiente	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	24 horas consecutivas
Berma da estrada (Ká-Hó)	(Ká-Hó)	Berma da estrada	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	24 horas consecutivas

Método de estatística e a definição dos valores efectivos:

<b>Poluente</b>	<b>Método de medição</b>	<b>Média</b>	<b>Normas de estatísticas</b>
NO <sub>2</sub>	Quimiluminescência	Média de 1 hora	1. Média diária: Requer valores de pelo menos 18 horas efectivas (todos os dias)  2. Média mensal: Requer a média dos valores diários de pelo menos 24 dias efectivos (todos os meses)  3. Média anual: Requer a média dos valores mensais de pelo menos 9 meses
CO	Infravermelho dispersivo	Média de 8 horas	
O <sub>3</sub>	Absorção – UV	Média de 8 horas	
SO <sub>2</sub>	Fluorescência pulsada	Média diária	
PM <sub>10</sub>	Método da balança de Micro-oscilação / raios-β	Média diária	
PM <sub>2.5</sub>	Método da balança de Micro-oscilação / raios-β	Média diária	

### C. Mapa da rede das estações de monitorização



## D. Classificação dos índices da qualidade do ar e a sua influência na saúde humana

Qualidade do ar			Influência na saúde	Recomendações
Índice	Classificação			
0 - 50	Bom		Sem implicações	Actividades normais
51 - 100	Moderado		Poucas pessoas são afectadas. Se estiver exposto a este nível por um período muito longo pode resultar implicações na saúde.	Não necessita de medidas especiais preventivas a menos que tenha uma exposição muito prolongada.
101 - 200	Insalubre		Pessoas com problemas respiratórios ou cardiovasculares podem ter um ligeiro agravamento das suas condições de saúde. As pessoas de saúde normal podem sofrer algum mal-estar.	Pessoas com problemas respiratórios ou cardiovasculares devem reduzir esforço físico e evitar actividades ao ar livre.
201 - 300	Muito insalubre		Pessoas com problemas respiratórios ou cardiovasculares podem ter um agravamento mais acentuado das suas condições de saúde. As pessoas de saúde normal podem sentir mal-estar.	Devem reduzir ao mínimo o esforço físico e evitar actividades ao ar livre.
301 - 400	Perigoso			
401 - 500	Muito Perigoso			

- Quando o índice for igual ou inferior a 100 significa que a qualidade do ar deste dia, corresponde aos padrões. Quando o índice for igual ou superior a 100 significa que a saúde humana pode ser afectada.

**E. Valores guia das concentrações dos poluentes do ar na região  
(índice = 100)**

Poluente	Média	Valores guia ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Partículas inaláveis em suspensão ( $\text{PM}_{10}$ )	24 horas	150 <sup>a</sup>
	1 ano	70 <sup>a</sup>
Partículas inaláveis muito finas em suspensão ( $\text{PM}_{2,5}$ )	24 horas	75 <sup>a</sup>
	1 ano	35 <sup>a</sup>
Dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ )	24 horas	125 <sup>a, b</sup>
Dióxido de azoto ( $\text{NO}_2$ )	1 hora	200 <sup>a</sup>
	1 ano	40 <sup>a</sup>
Ozono ( $\text{O}_3$ )	8 horas	160 <sup>a, c</sup>
Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ )	8 horas	10000 <sup>d</sup>
Chumbo (Pb)	1 ano	0.5 <sup>e</sup>

Obs.:

- a. Em relação às Partículas em Suspensão, ao Ozono, ao Dióxido de Azoto e ao Dióxido Enxofre, o cálculo é baseado numa nova versão global de valores intermédios temporários – nível 1, actualizada em 2005, que é recomendado pela Organização Mundial da Saúde.
- b. Excedência permitida em cada ano: 3 dias (em referência aos padrões usados em HK e na União Europeia)
- c. Excedência permitida em cada ano: 9 dias (em referência aos padrões usados em HK e na União Europeia)
- d. Referência à 2.<sup>a</sup> orientações OMS sobre a qualidade do ar
- e. Referência aos padrões sobre “o Meio Ambiente e a Qualidade do Ar GB 3095 – 2012” da Republica Popular da China

## F. Definição do índice da qualidade do ar em Macau

A definição do índice da qualidade do ar de Macau é baseada nas medições das concentrações diárias das estações de monitorização dos poluentes PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> e o grau de influência de cada poluente na saúde da população. Assim o índice da qualidade do ar para uma estação é definido a partir do maior valor do índice parcial entre os poluentes considerados.

O cálculo do índice de cada dia, adopta valores das 12 horas (meio-dia) do dia anterior às 12 horas (meio-dia) do próprio dia. A fim de calcular o sub-índice do poluente, são necessárias pelo menos 18 horas de amostras efectivas dos poluentes. Quando o índice do próprio dia é superior a 100, evidenciar-se-á quais são os poluentes provocadores destes resultados.

Método de cálculo do sub-índice do poluente individual (função linear por partes)

$$I = \frac{I_{high} - I_{low}}{C_{high} - C_{low}}(C - C_{low}) + I_{low}$$

entre os quais:

$I$  = sub-índice do poluente individual

$C$  = média de concentrações de 24 horas do poluente individual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$C_{low}$  = ponto de pausa em menor ou igual das concentrações  $C$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ou ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$C_{high}$  = ponto de pausa em maior ou igual das concentrações  $C$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ou ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$I_{low}$  = correspondência de sub-índice do ponto de pausa das concentrações  $C_{low}$

$I_{high}$  = correspondência de sub-índice do ponto de pausa das concentrações  $C_{high}$

Como por exemplo: caso a média das concentrações de PM<sub>2,5</sub> de 24 horas sejam 30.354 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), de acordo com os pontos de pausas das concentrações e do sub-índice, cuja fórmula de cálculo é como a seguir:

$$I = (50 - 0) / (35 - 0) * (30.354 - 0) + 0 = 43.363$$

Depois de arredondar para cima, o valor do sub-índice é 44.

O sub-índice mais alto entre poluentes é adoptado como o índice diário da qualidade do ar, como a seguir:

$$IQA = \text{Max} (I_{PM10}, I_{PM2.5}, I_{SO_2}, I_{NO_2}, I_{O_3}, I_{CO})$$

Tabela das concentrações dos poluentes e ponto de pausa relativo ao sub-índice individual:

Índice	Partículas inaláveis em suspensão (PM <sub>10</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	Partículas inaláveis muito finas em suspensão (PM <sub>2.5</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	Dióxido de azoto (NO <sub>2</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	Ozono (O <sub>3</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	Monóxido de carbono (CO) mg/m <sup>3</sup>
	Média de 24 h			Média de 1h*	Média de 8h*	
0	0	0	0	0	0	0
50	100	35	40	100	80	5
100	150	75	125	200	160	10
200	350	150	660	750	350	17
300	420	250	1300	1500	600	34
400	500	350	1700	2000	800	46
500	600	500	2120	2500	1000	57

\* - Adopta-se o valor mais alto de 24 horas

Nota: a definição do índice da qualidade do ar desta Direcção, adoptou a nova recomendação da Organização Mundial da Saúde – valores intermédios temporários – IT1, a partir de 2 de Julho de 2012

G.