

ARQUIVO TECNICO

8207  
G545e(RCET)  
016994



02127

016994

ESTUDO PRELIMINAR SOBRE A AMOS-  
TRAGEM DE MONOXIDO DE CARBONO  
NA GARAGEM DA CETESB

Godinho, R.

CETESB - São Paulo

ESTUDO PRELIMINAR SOBRE A AMOSTRAGEM DE MONOXIDO DE CARBONO NA  
GARAGEM DA CETESB

Roberto Godinho

São Paulo

1975



ESTUDO PRELIMINAR SOBRE A AMOSTRAGEM DE MONÓXIDO DE CARBONO NA GARAGEM DA CETESB.

1. Objetivo do estudo
2. Características do estudo
3. Dados coletados
4. Interpretação dos dados
5. Conclusões

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE AMBIENTE AMBIENTAL  
BIBLIOTECA  
AV. PROF. FREDERICO REXKAMER, 224 - JARDIM PINHEIROS  
SÃO PAULO - BRASIL

1. Objetivo do estudo

Este estudo tem por objetivo fazer um levantamento inicial das condições a que estão expostos os funcionários que trabalham nas dependências da garagem da CETESB, no que se refere a exposição a monóxido de carbono .

É evidente que um estudo mais aprofundado exigiria a valiação individual dos funcionários, quanto ao teor de carboxihemoglobina no sangue, levando em conta características individuais. Entretanto, este estudo ora realizado é perfeitamente válido como trabalho preliminar , uma vez que ele vai permitir avaliar as condições a que estão expostos os funcionários, e tirar algumas conclusões de uma forma global.

2. Características do estudo

Para se determinar as concentrações de monóxido de monóxido de carbono no local, foi instalado nas dependências da garagem um analisador infra-vermelho de CO, marca Bendix, Modelo 8501-5BA, que funcionou de forma contínua durante 14 dias. Durante esse período tivemos algumas paralizações devido a falta de energia, mas isso em nada influenciou no estudo uma vez que essas interrupções ocorreram durante a madrugada ou fins de semana.

A amostragem foi iniciada no dia 22/07/75 às 17:30 - ha e terminou no dia 04/08/75 às 13:00 hs. Durante esse período tivemos dois pontos de tomada de amostra : inicialmente (de 22/07/75 às 17:30 hs até 30/07/75 às 15:30 hs) a tomada de amostra foi feita nas proximidades da

CLASS.	8207
A TOR	9545e
TOMBO	16994



sala dos motoristas, do lado de fora da sala, e posteriormente (de 30/07/75 às 15:30 hs até 04/08/75 às 13:00 hs) a tomada de amostra foi transferida para dentro da sala dos motoristas.

O motivo da instalação da tomada de amostra nas proximidades da sala dos motoristas foi o seguinte : a sala está localizada nos fundos da garagem, onde as concentrações de CO devem ser as maiores, e é nessas proximidades onde ocorre a maior concentração de funcionários.

Durante o período de amostragem o instrumento foi periodicamente calibrado, não apresentando nenhum problema, o que permitiu a utilização de todos os dados.

O instrumento funcionou na faixa de 0 - 250 ppm.

### 3. Dados coletados

Para efeito de apresentação os dados foram integrados hora a hora e estão tabelados como médias horárias na Tabela I.

### 4. Interpretação dos dados

Como já se supunha, existe uma grande diferença no tipo de variação de concentração, quando se examina os registros dos dois pontos de amostragem. Na garagem, propriamente dita, há uma maior oscilação nos registros, enquanto que dentro da sala dos motoristas se observa o efeito "tampão" da sala, resultando em registros com menores oscilações.

Para se associar com as concentrações registradas-possíveis efeitos, diversos tratamentos dos dados podem ser feitos.

Nós vamos sempre trabalhar com concentrações médias registradas durante certos períodos, uma vez que concentrações instantâneas pouco significado tem quando se procura associar efeitos a elas.

Inicialmente nós procuramos períodos de 8 horas com concentrações máximas. Essas médias máximas de 8 horas



CETESB

Tabella 1 - Médias Horárias

DIA TORA	CONCENTRAÇÃO (ppm)											
	22	23	24	25	26	28	29	30	31	01	02	04
00:00-01:00					0			5,8	0	8,7	20,3	
01:00-02:00					0			5,8	0	5,8	14,5	
02:00-03:00					0			2,9	0	5,8	11,6	
03:00-04:00				2,9	0			2,9	0	2,9	8,7	
04:00-05:00				2,9	0			2,9	0	2,9	5,8	
05:00-06:00			5,0	5,8	0			11,6	0	5,8	5,8	
06:00-07:00		7,5	82,5	58,0	11,2		92,4	29,0	29,0	8,7		40,6
07:00-08:00		10,0	70,0	21,9	22,4	19,6	75,6	78,3	63,8	34,8		34,8
08:00-09:00		10,0	40,0	29,0	2,8	14,0	16,8	52,2	26,1	72,5		29,0
09:00-10:00		5,0	27,5	14,5	2,8	9,0	5,6	34,8	20,3	23,2		43,5
10:00-11:00		5,8	-	5,8	2,8	0	11,2	29,0	34,8	23,2		29,0
11:00-12:00		5,0	11,6	11,6	3,4	0	28,0	29,0	11,6	8,7		14,5

12:00-13:00		5,0	17,4	34,8	2,8	11,2	61,6	11,6	20,3	11,6		17,4
13:00-14:00		7,5	5,8	8,7	5,6	2,8	19,6	2,9	8,7	14,5		
14:00-15:00		7,5	11,5	20,0	8,4	8,4	30,8	5,8	11,6	11,6		
15:00-16:00		32,5	14,5	16,8	0	25,2	8,4	8,7	8,7	8,7		
16:00-17:00		32,5	11,6	14,0	0	16,8	11,2	17,4	20,3	11,6		
17:00-18:00	55,0	45,0	49,6	42,0	0	19,6	46,4	14,5	55,1	37,7		
18:00-19:00	17,5	25,0	60,9	64,4	8,4	25,2	34,8	40,6	11,6	43,5		
19:00-20:00	17,5	12,5	69,6	19,6		5,6	14,5	66,7	5,8	31,9		
20:00-21:00	7,5	5,0	46,4	8,4		0	11,6	11,6	5,8	29,0		
21:00-22:00	5,0	5,0	37,7	5,6		0	11,6	8,7	8,7	75,4		
22:00-23:00	5,0	5,0	26,1	0		0	8,7	5,8	14,5	31,9		
23:00-24:00	5,0	5,0	11,6	0			5,8	5,8	8,7	26,1		



são apresentadas na Tabela 2. Note que nesta tabela não existem médias para os dias 27/07/75, 02/08/75 e 03/08/75. É que nesses dias houve falta de energia elétrica e não se dispõe de dados, como mostra a Tabela 1.

O objetivo dessa tabela é permitir uma comparação - entre nossos valores e o T.L.V. que é de 50 ppm (8 horas).

Notamos pela Tabela 2 que durante todo o período de amostragem sempre estivemos abaixo do T.L.V.

Na Tabela 3 apresentamos as porcentagens de COHb no sangue após 8 horas de exposição a 50 ppm, ou seja, qual a maior porcentagem de COHb permitida, baseando-se no T.L.V.

Essas previsões de porcentagem de COHb no sangue foram feitas baseadas no trabalho de Allarie e Zullo<sup>1</sup>. Para que a utilização desse modelo fosse possível admitiu-se a aproximação de que a média das 8 horas pudesse ser tomada como uma concentração constante durante o período. As previsões são apresentadas segundo 3 categorias de atividade física: leve, moderada e intensa.

Considerando que as concentrações variam muito durante as 8 horas, talvez se deva analisar os dados usando outro enfoque. Para isso procuraremos isolar períodos críticos onde a concentração se manteve mais ou menos constante. Com isso o que se pretende é diminuir o erro de se assumir concentração constante, única maneira de se poder fazer uma previsão do teor de COHb - no sangue. Outra coisa que se pretende é ter uma visão mais real do problema, uma vez que o uso de médias de períodos longos (8 horas) em casos como este ora focalizado, onde a dispersão dos dados é muito grande, mascara o efeito de concentrações elevadas durante períodos curtos. A única forma de evitar esse mascaramento é tentar analisar períodos mais curtos.

Na Tabela 4 fornecemos aqueles períodos mais críticos onde a concentração se manteve mais ou menos constante. Não devemos nos esquecer que para isso utilizamos somente médias horárias, o que vale dizer que esta



CETESA

Tabela 2 - Médias máximas de 8 horas, com previsões de porcentagem de COHb no sangue nesses períodos.

DIA	PERIODO	CONC. (ppm)	% COHb		
			ATIVIDADE FISICA		
			Leve	Moderada	Intensa
23/07/75	12:00 - 20:00	20,9	2,9	3,3	3,4
24/07/75	15:00 - 23:00	39,6	5,1	6,2	6,5
25/07/75	06:00 - 14:00	24,3	3,3	3,8	3,9
26/07/75	06:00 - 14:00	7,4	-	-	-
28/07/75	12:00 - 20:00	14,4	2,1	2,2	2,3
29/07/75	06:00 - 14:00	38,8	4,9	6,1	6,4
30/07/75	05:00 - 13:00	34,4	4,5	5,3	5,4
31/07/75	06:00 - 14:00	26,8	3,7	4,2	4,2
01/08/75	17:00 - 01:00	37,0	4,8	5,6	5,9

Tabela 3 - Porcentagem de COHb no sangue após 8 horas de exposição a uma concentração de 50 ppm (T.L.V.)

PERIODO	CONCENTRAÇÃO (ppm)	ATIVIDADE FISICA		
		Leve	Moderada	Intensa
8 horas	50	6,3	8,1	8,3

Tabela 4 - Previsão da porcentagem de COHb no sangue durante 4 períodos.

DIA	PERIODO	CONC. (ppm)	% COHb		
			ATIVIDADE FISICA		
			Leve	Moderada	Intensa
23/07/75	15:00 - 18:00	36,7	2,8	4,4	5,3
24/07/75	06:00 - 08:00	76,2	4,2	7,0	9,1
24/07/75	17:00 - 21:00	56,6	5,0	7,6	8,6
29/07/75	06:00 - 08:00	84,0	4,4	7,8	10,1

mos assumindo também, sempre concentrações constantes dentro de 1 hora. Nessa mesma tabela fornecemos a previsão do teor de COHb no sangue, conforme a atividade física, admitindo todas as aproximações anteriormente-expostas.

Nossa preocupação neste caso é descobrir qual o nível de carboxihemoglobina mais elevado, que poderia ter sido atingido por um funcionário qualquer, durante o período de amostragem.

Examinando-se os dados da Tabela 4 notamos que no dia 29/07/75, se algum funcionário estivesse exercendo atividade física intensa, no período das 06:00 às 8:00 hs, ele poderia ter atingido o nível de 10,1% de COHb.

## 5. Conclusões

É importante salientar que neste estudo nos limitamos a fazer previsões de prováveis concentrações de carboxihemoglobina no sangue, após certos períodos de exposição.

Para se conhecer exatamente o teor de COHb no sangue dos receptores, seria necessário, como já dissemos, que se fizesse a dosagem de COHb no sangue dos indivíduos, periodicamente, de forma a poder avaliar os valores máximos atingidos. Dessa forma deixamos aqui registrada essa sugestão, no caso de se querer ter uma idéia exata da dimensão do problema.

No entanto, com base nos resultados obtidos, algumas conclusões podem ser tiradas.

Examinando-se os dados da Tabela 4, que na nossa opinião é mais realista que a Tabela 2, e comparando com os dados da Tabela 3 podemos concluir que é possível - atingir no nosso caso, valores mais elevados de COHb, do que os permitidos, baseando-se no T.L.V. Essa possibilidade existe no caso de admitirmos alguém exercendo atividade física intensa nas dependências da garagem. Já no caso de atividade física moderada não se atingiria o máximo previsto pelo T.L.V., ou seja, 8,3% COHb.



Além dessa comparação com o T.I.V., podemos acrescentar que alguns pesquisadores afirmam não serem bem definidos os efeitos de teores de COHb menores que 10%, entretanto entre 10 e 20% já aparecem sintomas tais como, dor de cabeça, fadiga e tontura<sup>1</sup>.

No que se refere a testes de comportamento de motoristas expostos a diversos níveis de CO as conclusões são muito controvertidas. Existem pesquisadores que afirmam terem observado efeitos bem definidos já em concentrações de 3,4 % COHb no sangue<sup>3</sup>, enquanto outros afirmam nenhum efeito ter sido notado em concentrações de 6% COHb, afirmando ainda que somente a 11% e 17% , algum efeito foi notado, embora a habilidade de dirigir não tenha sido afetada seriamente<sup>4</sup>.

Fornecemos a seguir a Tabela 5, onde diversas concentrações de COHb no sangue são associadas a efeitos em pessoas adultas sadias<sup>2</sup>.

Essa Tabela tem por objetivo dar uma idéia dos possíveis efeitos, no caso das concentrações por nos previstas que atingiriam a faixa 5 - 9.

Um outro aspecto importante de ser salientado, para que se leve em conta, é o teor de COHb normalmente apresentado por fumantes. Dessa forma apresentamos na Tabela 6 o teor de COHb encontrado no sangue de fumantes, conforme sua categoria<sup>2</sup>.

Com todas essas informações reunidas podemos dizer que durante o período de amostragem, onde existiu a possibilidade de que algum indivíduo não fumante tivesse atingido até 10,1% COHb, houve a possibilidade de terem se registrados alguns efeitos como se pode verificar na Tabela 5, principalmente em não fumantes.

Portanto considerando esses dados, nos parece aconselhável que se procure minimizar a possibilidade de que algum indivíduo venha a atingir tais teores de COHb, pois essa possibilidade potencialmente existe como foi levantado.

Nesse sentido algumas recomendações podem ser feitas:

1. Evitar a permanência de funcionários na garagem-

Tabela 5

% COHb	Efeitos em adultos sadios
0,3 - 0,7	Faixa normal, devido a produção endógena de CO.
1 - 5	Aumento no "output" cardíaco para compensar a diminuição da capacidade de transporte de oxigênio do sangue.
5 - 9	Redução da resistência a exercício físico. Diminuição da acuidade visual.
16 - 20	Dor de cabeça. Resposta visual anormal.
20 - 30	Dor de cabeça latejante, náusea, destreza manual anormal.
30 - 40	Dor de cabeça forte, náusea e vômito; síncope.
50	Coma, convulsões.
67 - 70	Morte se não houver tratamento.

Tabela 6

Categoria de fumante	% COHb
20 cigarros/dia	5 - 6
40-60 cigarros/dia	7 - 9
Fumantes de charuto (muito)	20



por tempo prolongado.

2. Evitar instalação na garagem, de unidades da CETESB que requeiram alguma atividade física intensa.
3. Evitar o funcionamento de veículos na garagem por períodos longos, procurando eliminar os períodos de aquecimento de veículos, dentro da garagem.
4. Isolar os ambientes, onde seja imperativo a permanência de funcionários por tempo prolongado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allarie, Y., e Zullo P.,  
"Predicting carboxihemoglobin por different patterns of carbon monoxide exposure".
2. Stewart, R.D.,  
"The Effect of Carbon Monoxide on Man".
3. Wright, G., Randell, P., e Shephard, R.J.,  
" Carbon Monoxide and Driving Skills",  
Arch Environ. Health, Vol. 27, Dez. 1973.
4. McFarland, R.A.,  
" Low Level exposure to Carbon Monoxide and Driving Performance",  
Arch Environ. Health, Vol. 27, Dez. 1973.

*Roberto Godinho*  
Roberto Godinho

Chefe da Divisão de Análises  
Químicas Especiais.

Data Aquis.:
Indic.: DAMAR
Livraria: M.P.
Preço: Cr\$
Data Tomba: 30-9-84

BIBLIOTECA	
DEVOLVER EM	DEVOLVER EM

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE

**SANEAMENTO AMBIENTAL**

**BIBLIOTECA**

Se este livro não for devolvido dentro do prazo regulamentar, o leitor ficará sujeito às penalidades do regulamento da biblioteca.

O prazo poderá ser prorrogado se não houver pedido para este livro.