

Pg. nº 19/1 : Níveis sanguíneos de chumbo e atividade enzimática do ácido  $\delta$ -aminolevulinicodesidratase eritrocitária ( $\delta$ -ALAD) em amostras populacionais de São Paulo.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez  
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 045 - Pirajó  
05489-000 - SÃO PAULO - SP

ARQUIVO TECNICO

DATA : 13/09/78

DTX/GEE-AR

Superintendência de Tecnologia do Ar  
Diretoria de Saneamento do Ar e de  
Controle das Fontes de Poluição.

CONTEUDO

1. *Introdução*
2. *Revisão da Literatura*
3. *Material e Métodos*
4. *Resultados Obtidos e Análise Estatística*
5. *Discussão*
6. *Anexos ( I, II, III, IV, V )*
7. *Referências Bibliográficas*

## 1. Introdução

O presente estudo se constitui no relatório final do projeto 19.1 do Programa Geral da Superintendência de Tecnologia do Ar (STAR) para 1978. O seu planejamento e execução visou dar continuidade ao atendimento à meta III.5.8 do Plano de Atividades 1975/1978 da Diretoria de Tecnologia de Saneamento do Ar e de Controle de Fontes de Poluição (DTSA), no que concerne à avaliação dos efeitos da poluição do ar sobre a saúde.

A avaliação ocupacional do grau de exposição de indivíduos ao chumbo e seus compostos vem progressivamente ganhando importância, sendo legalmente amparada em quase todos os países. No Brasil, uma recente portaria (nº 3214 de 08/06/78) do Ministério do Trabalho confere, qualitativamente, graus de insalubridades a diversas atividades industriais envolvendo o chumbo e seus compostos. Esses fatos mostram que a área ocupacional já se encontra razoavelmente bem posicionada em relação ao problema avaliação. Infelizmente em termos ambientais já não se pode dizer o mesmo, pois a preocupação com o chumbo e seus compostos data somente de alguns anos. Se tomarmos, por exemplo, a U.S.E.P.A como órgão representativo da preocupação mundial no setor ambiental, veremos que somente em 1975 foram promulgados padrões para chumbo em águas potáveis, sucedendo-se algumas regulamentações nas áreas de controle e disposição de praguicidas contendo arseniato de chumbo em suas formulações e aberturas legais para delegação ao mencionado órgão do controle da reciclagem a disposição final de produtos contendo altas quantidades de compostos de chumbo. Em dezembro de 1977 foi proposto um padrão de qualidade do ar para o chumbo de  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (média mensal), visando principalmente a proteção da população na faixa etária de 1 a 5 anos.

Em termos de poluição ambiental pelo chumbo e seus compostos, podemos particularizar para a região da Grande São Paulo a seguinte situação:

1. fontes móveis de poluição do ar: segundo a norma CIP-01, o conteúdo máximo de chumbo tetraetila  $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$  permissível na gasolina é de 0,80 ml/litro.

Segundo a Taxa Rodoviária Única 1976 a área metropolitana possui aproximadamente 1.552.774 veículos a gasolina entre automóveis de passeio e veículos comerciais leves. O uso do antidetonante acima citado provoca emissão de vapores de chumbo orgânico sendo ainda responsável pela maioria dos particulados emitidos nos veículos a-gasolina.

2. fontes estacionárias de poluição do ar: a região apresenta um razoável número de atividades industriais do tipo fundição secundária - de chumbo, fabricação de acumuladores, fabricação de esmaltes, tintas, pigmentos e outros compostos à base de chumbo bem como operações e serviços isolados de esmaltação, pintura a revólver, recuperação de acumuladores etc... que nem sempre se apresentam controladas se constituindo em emissões diretas e ou fugitivas para o meio ambiente.

Pouco é conhecido a respeito do conteúdo de chumbo do sangue da população da cidade de São Paulo. Geralmente, quando se fazem necessários valores de referência são adotados aqueles constantes na bibliografia específica estrangeira. Entretanto fatores tais como grau de industrialização e densidade de tráfego, entre outros, são sensíveis de país para país, cidade para cidade. Desta forma o presente trabalho partiu para o estudo dos níveis sanguíneos de chumbo e da atividade da  $\delta$ -ALAD eritrocitária em amostras de três populações com características presumivelmente diferenciadas de exposição ao chumbo, quais sejam:

- população de característica urbana, composta por residentes do Município de Embú-Guaçu, considerado no presente trabalho como área de exposição escassa.
- população urbana representada por funcionários da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) situada no bairro Alto de Pinheiros no município de São Paulo. Os elementos que compõem a amostra são residentes do município de São Paulo.
- população urbana residente nas imediações da Faé Ind. e Com. de Metais Ltda que produz canos e chumbo de caça a partir da sucata de chumbo, entre outros produtos.

Tal indústria localiza-se no bairro de Rudge Ramos Município de São Bernardo do Campo.

*Os resultados obtidos são estatisticamente comparados entre si e com valores considerados normais na bibliografia específica.*

## 2. Revisão da Literatura

O transporte e a distribuição do chumbo emitido por fontes de poluição do meio ambiente é feito, principalmente, através do ar. Este fato ocorre porque o lançamento no solo e nas águas, embora também em grandes quantidades, prejudica o transporte do contaminante, favorecendo a ocorrência de concentração do mesmo nas proximidades dos pontos de descarga.

A concentração de chumbo no ar varia entre-médias anuais-2 e 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nas grandes cidades, sendo cerca de 0,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em áreas suburbanas e apresentando valores menores em áreas rurais<sup>37</sup>.

Existem evidências de acumulação de chumbo em locais extremamente afastados de qualquer atividade humana<sup>6</sup> como em zonas glaciais da Groelândia.

Vários compostos de chumbo foram identificados nas emissões de automóveis que empregam por combustível gasolina adicionada de chumbo<sup>22,32</sup>: o bromocloreto de chumbo ( $\text{PbClBr}$ ) em partículas de diâmetro entre 2 e 10  $\mu\text{m}$ , o cloreto de amônio e bromocloreto de chumbo ( $\text{NH}_4\text{Cl} \cdot 2\text{PbCl} \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl} \cdot \text{PbClBr}$ ) em partículas menores do que 1  $\mu\text{m}$ ; quantidades menores de sulfato de chumbo ( $\text{PbSO}_4$ ) e uma mistura de óxidos e haletos de chumbo ( $\text{PbO} \cdot \text{PbClBr} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

Em gases de emissão quentes, recolhidos no cano de escape, foram detectadas pequenas quantidades de bromocloreto de chumbo ( $2\text{PbBrCl} \cdot \text{NH}_4\text{Cl}$ ).

Quando compostos de fósforo são juntados à gasolina, até 20% do chumbo emitido pode estar na forma de fosfato halogenado:  
 $3\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{PbClBr}$ .

Quantidades pequenas de chumbo tetraetila e chumbo tetrametila adicionados à gasolina podem passar para a atmosfera através do escape do carburador e do combustível. Estes compostos orgânicos são menos voláteis que a gasolina.

Um dos mais recentes objetivos da Comunidade Econômica Européia foi reduzir, a partir de 01 de janeiro de 1978, o conteúdo de chumbo da gasolina especial para 0,4g/l e da comum para 0,15g/l. Na Alemanha, desde o início de 1976, a quantidade presente é de 0,15g de chumbo por litro de gasolina em geral. Foi intenção do governo inglês

baixar, a partir de janeiro de 1978, o teor de chumbo para 0,45g/l de gasolina. No Japão houve uma diminuição para os níveis de chumbo admitidos na gasolina a um máximo de 0,07g/galão, a partir de fevereiro de 1975.<sup>26</sup>

Os alimentos, a água e outras bebidas são as mais importantes fontes de ingresso do chumbo no organismo humano e, provavelmente, na maioria dos animais.<sup>28</sup> Comparativamente, o ar inalado é uma fonte secundária.

CHOLAK e BAMBACK<sup>5</sup>, estimaram que a ingestão de chumbo veiculado pelos alimentos era de 300 µg/dia, valor que está de acordo com o achado por YEHOE<sup>13</sup>.

Para um homem de 70 Kg de peso, 20 a 30 anos de idade, 1,75m de altura e uma superfície corporal de 1,8 m<sup>2</sup>, considerando-se 8 horas de trabalho leve, 8 horas de atividade ocupacional e 8 horas de repouso por dia e supondo-se exposições a uma atmosfera rural (0,1 µg Pb/m<sup>3</sup>), a uma atmosfera suburbana (0,5 µg Pb/m<sup>3</sup>), a uma atmosfera urbana (2,5 µg Pb/m<sup>3</sup>), a penetração de chumbo no organismo por inalação terá valores apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Penetração diária de chumbo no organismo por inalação (µg)<sup>20</sup>.

Atividade	Ar Inalado (m <sup>3</sup> )	Penetração Diária		
		0,1 µg/m <sup>3</sup>	0,5 µg/m <sup>3</sup>	2,5 µg/m <sup>3</sup>
8 horas de trabalho	9,6	0,96	4,8	24,0
8 horas de atividade não ocupa.	9,6	0,96	4,8	24,0
8 horas de descanso	3,6	0,36	1,8	9,0
TOTAL	22,8	2,28	11,4	57,0

ocupa. = ocupacional

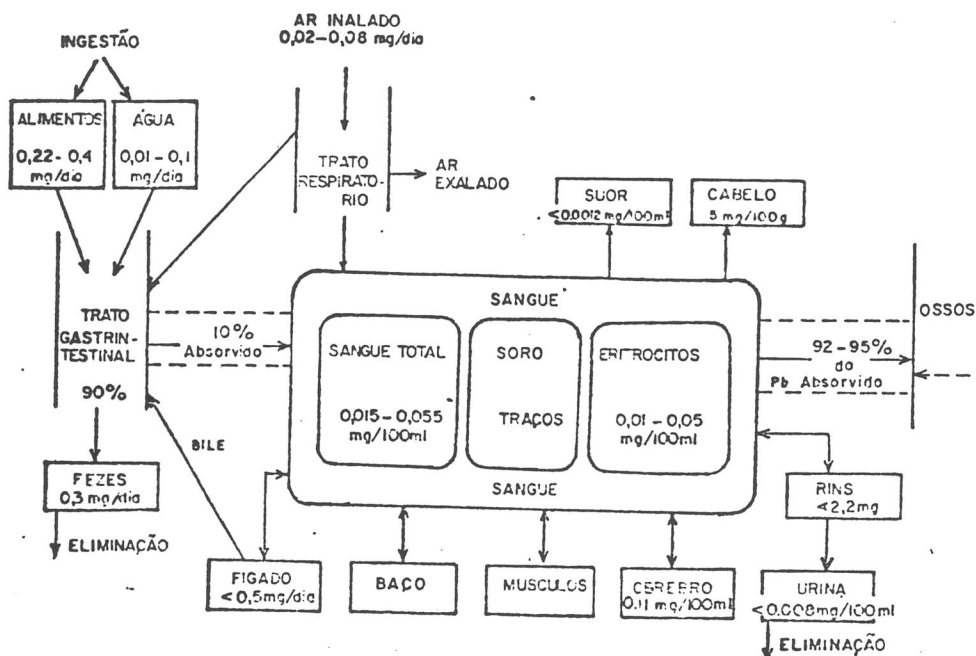
Segundo dados bibliográficos, do total de chumbo inalado 30 a 50% são absorvidos e permanecem no organismo.

A absorção através da pele também é possível no caso de compostos orgânicos de chumbo, onde se configura como rota de especial importância, face à propriedade destes compostos serem solúveis em gordura.

O chumbo e seus compostos são contaminantes que devem ser considerados prioritariamente. O metal tem sido detectado em todos os tecidos humanos<sup>12, 25, 29</sup> e animais<sup>19</sup>.

A partir do ar atmosférico, o chumbo inalado pode seguir dois diferentes caminhos: as pequenas partículas são absorvidas por fagocitose desde o epitélio alveolar, enquanto as partículas maiores são depositadas na mucosa dos brônquios, removidas pela atividade mucociliar até a nasofaringe, deglutidas e conduzidas ao trato gastrintestinal. Aproximadamente 10% do chumbo presente no intestino delgado é absorvido, transportado ao fígado e posteriormente aos rins. O chumbo é principalmente depositado nos ossos: de 92 a 95% do total absorvido.

A figura 1 apresenta um esquema da absorção e distribuição do chumbo no organismo.



*Figura 1 : Absorção e distribuição do chumbo no organismo a partir da sua inalação e ingestão.<sup>24</sup>*

*Como já vimos, há várias vias de introdução do chumbo no organismo e os efeitos decorrentes da interação chumbo x mecanismo biológico devem estar baseados na quantidade de chumbo biologicamente ativo, - ou seja, o chumbo não armazenado nos ossos. A plumbemia ( $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$  de sangue) pode ser considerada um bom indicador desta carga biologicamente ativa e, ainda, fornece informações sobre exposições recentes.*

*Os efeitos bioquímicos mais importantes observados, sob o ponto de vista da exposição ambiental ao chumbo, são?*

- (1) aumento da eliminação urinária do ácido  $\delta$  - aminolevulínico.*
- (2) aumento da protoporfirina IX livre nos eritrócitos.*

(3) diminuição da atividade enzimática do ácido  $\delta$  - aminolevulínico desidratase ( $\delta$ -ALAD) (E.C.4.2.1.24) nos eritrócitos.

### 3. Material e Métodos

#### 3.1. Amostras populacionais estudadas.

A pesquisa compreendeu o período de novembro de 1977 a maio de 1978. Os grupos populacionais estudados constituídos por adultos, foram os seguintes:

Grupo A - população urbana, residente na cidade de Embú-Guaçu, S.P., Brasil, escassamente exposta a fontes móveis e fixas de emissão de chumbo.

Grupo B - população urbana na cidade de São Paulo, S.P., Brasil, exposta principalmente a fontes móveis de emissão de chumbo.

Grupo C - população residente nas vizinhanças de uma indústria que recupera chumbo e outros metais, na cidade de São Bernardo do Campo, S.P., Brasil.

A composição dos tres grupos estudados é mostrada na tabela 2.

Tabela 2: grupos estudados

Grupo	n	mulheres	homens
A	56	27	29
B	100	37	63
C	54	42	12

Cada um dos tres grupos estudados (A, B e C) teve seus componentes subdivididos segundo o sexo e o hábito de fumar (fumantes e não fumantes).

### 3.2. - Amostras de Sangue

As amostras de sangue dos tres grupos foram obtidas de indivíduos em jejum, por punção venosa, com seringa e agulha descartáveis e recebidas em tubos de vidro borossilicato heparinizados, previamente lavados com ácido nítrico e com água destilada.<sup>4</sup>

As amostras recém-colhidas foram acondicionadas em banho-de-gelo, remetidas ao laboratório e analisadas em seguida. O período de tempo entre a coleta e a análise nunca foi superior a tres horas, porque, segundo BODLAENDER<sup>3</sup>, não ocorre perda da atividade da  $\delta$ -ALAD para até 5 horas a 4°C.

Durante o período de 24 horas antes da coleta nenhuma das pessoas havia consumido bebidas alcoólicas já que, de acordo com MOORE<sup>18</sup>, somente após 10 horas da ingestão de álcool os valores da alcoolemia e da atividade da  $\delta$ -ALAD voltam ao normal.

### 3.3. - Método

O chumbo no sangue foi determinado pelo método da absorção-atômica, com aparelho Perkin Elmer 303, segundo a técnica de MITCHELL e colaboradores<sup>17</sup>. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  de chumbo por 100 ml de sangue.

A determinação da atividade da  $\delta$ -ALAD foi realizada de conformidade com a técnica da Comissão da Comunidade Européia<sup>1</sup> e expressa em unidades - U - sendo estas unidades micromoles de ácido  $\delta$ -aminolevulínico convertidos, por minuto, por litro de eritrócitos.

#### 4. Resultados Obtidos e Análise Estatística

##### 4.1. Plumbemia x Atividade eritrocitária da $\delta$ -ALAD

Os valores médios do conteúdo de chumbo no sangue expressos em  $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$  e os valores correspondentes da variação da atividade da enzima (unidades/l), assim como os desvios padrões são apresentados nas tabelas de 3 a 11 para cada grupo e sub-grupo.

Tabela 3: Média de chumbo no sangue ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ), média da atividade da  $\delta$ -ALAD eritrocitária (U/l) e respectivos desvios padrões para o Grupo A.

		Homem		Mulher		Total
		Fumante	Não Fumante	Fumante	Não Fumante	
n		19	10	6	21	56
Idade	Média	33	29	20	20	26
	Faixa Etária	17 - 49	20 - 42	15 - 24	15 - 32	15 - 49
Chumbo	Média	16,3	12,2	8,5	6,8	11,2
	D.P.	5,2	3,8	2,5	2,6	5,6
	Variação	8,9 - 27,2	6,9 - 18,6	4,8 - 11,7	3,2 - 11,6	3,2 - 27,2
$\delta$ -ALAD	Média	42,2	51,9	45,2	49,8	47,1
	D.P.	11,6	8,0	5,9	8,0	9,8
	Variação	20,8 - 67,6	40,3 - 65,5	40,4 - 56,2	37,6 - 65,6	20,8 - 67,6

D.P. = desvio padrão

Tabela 4 : chumbo sanguíneo (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  ) e atividade eritrocitária da  $\delta$ -ALAD ( unidade/l ) no grupo A, segundo o sexo.

		Homem	Mulher	Total
n		29	27	56
idade	média	31	20	26
	faixa etária	17 - 49	15 - 32	15 - 49
chumbo	média	14,9	7,2	11,2
	d.p.	5,1	2,6	5,6
	variação	6,9 - 27,2	3,2 - 11,7	3,2 - 27,2
$\delta$ -ALAD	média	45,5	48,8	47,1
	d.p.	11,3	7,7	9,8
	variação	20,8 - 67,6	37,6 - 65,6	20,8 - 67,6

d.p. = desvio padrão

Tabela 5 : chumbo sanguineo (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  ) e atividade eritrocitária da  $\delta$ -ALAD ( unidades/l ) no Grupo A, segundo o hábito de fumar.

		Fumante	Não-Fumante	Total
n		25	31	56
idade	média	29	23	26
	faixa etária	15 - 49	15 - 42	15 - 49
Chumbo	média	14,4	8,5	11,2
	d.p.	5,7	3,9	5,6
	variação	4,8 - 27,2	3,2 - 18,0	3,2 - 27,2
$\delta$ -ALAD	média	42,9	50,5	47,1
	d.p.	10,5	7,9	9,8
	variação	20,8 - 67,6	37,6 - 65,6	20,8 - 67,6

d.p. = desvio padrão.

Tabela 6 : Média de chumbo no sangue ( $\mu\text{g}/100 \text{ mL}$ ), média da atividade da  $\delta$ -ALAD eritrocitária (U/l) e respectivos desvios padrões para o Grupo B.

		Homem		Mulher		Total
		Fumante	Não Fumante	Fumante	Não Fumante	
n		32	31	15	22	100
Idade	Média	28	27	26	24	27
	Faixa Etária	16 - 38	16 - 37	21 - 46	19 - 35	16 - 46
Chumbo	Média	13,7	14,6	10,5	8,5	12,4
	D.P.	4,7	3,8	3,6	4,1	4,8
	Variação	2,8 - 25,7	5,6 - 20,7	4,0 - 15,6	2,8 - 17,1	2,8 - 25,7
$\delta$ -ALAD	Média	37,0	36,6	40,0	41,8	38,4
	D.P.	6,7	7,4	5,2	7,1	7,1
	Variação	19,1 - 51,7	25,0 - 56,4	28,9 - 50,0	29,7 - 58,7	19,1 - 58,7

D.P. = desvio padrão

Tabela 7 : chumbo sanguíneo (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  ) e atividade eritrocitária da  $\delta$ -ALAD ( unidades/l ) no grupo B, segundo o sexo:

		Homem	Mulher	Total
n		63	37	100
idade	média	28	25	27
	faixa etária	16 - 38	19 - 46	16 - 46
chumbo	média	14,2	9,3	12,4
	d.p.	4,3	3,9	4,8
	variação	2,8 - 25,7	2,8 - 17,1	2,8 - 25,7
$\delta$ -ALAD	média	36,8	41,1	38,4
	d.p.	7,0	6,4	7,1
	variação	19,1 - 56,4	28,9 - 58,7	19,1 - 58,7

d.p. = desvio padrão.

Tabela 8 : chumbo sanguíneo (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  ) e atividade eritrocitária da  $\delta$ -ALAD ( unidade/l ) no grupo B, segundo o hábito de fumar.

		Fumante	Não-Fumante	Total
n		47	53	100
idade	média	28	26	27
	faixa etária	16 - 46	16 - 37	16 - 46
chumbo	média	12,7	12,1	12,4
	d.p.	4,6	4,9	4,8
	variação	2,8 - 25,7	2,8 - 20,7	2,8 - 25,7
$\delta$ -ALAD	média	37,9	38,8	38,4
	d.p.	6,3	7,7	7,1
	variação	19,1 - 51,7	25,0 - 58,7	19,1 - 58,7

d.p. = desvio padrão.

Tabela 9 : Média de chumbo no sangue ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ), média da atividade da  $\delta$ -ALAD eritrocitária (U/l) e respectivos desvios padrões para o Grupo C.

		Homem		Mulher		Total
		Fumante	Não Fumante	Fumante	Não Fumante	
n		6	6	7	35	54
Idade	Média	40	35	39	39	39
	Faixa Etária	17 - 69	15 - 47	22 - 60	15 - 69	15 - 69
Chumbo	Média	25,2	22,6	20,3	19,4	20,5
	D.P.	2,9	3,4	7,5	5,7	5,7
	Variação	22,4 - 30,0	17,3 - 27,0	10,3 - 30,5	9,2 - 33,1	9,2 - 33,1
$\delta$ -ALAD	Média	29,7	23,4	31,0	31,8	30,5
	D.P.	8,5	9,0	13,2	12,8	12,1
	Variação	20,3 - 45,0	14,5 - 39,6	17,4 - 55,1	15,3 - 60,3	14,5 - 60,3

D.P. = desvio padrão

Tabela 10 : chumbo sanguíneo (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  ) e atividade eritrocitária da  $\delta$ -ALAD ( unidades/l ) no Grupo C, segundo o sexo.

		Homem	Mulher	Total
	n	12	42	54
idade	média	37	39	39
	faixa etária	15 - 69	15 - 69	15 - 69
chumbo	média	23,9	19,5	20,5
	d.p.	3,3	5,9	5,7
	variação	17,3 - 30,0	9,2 - 33,1	9,2 - 33,1
$\delta$ -ALAD	média	26,5	31,6	30,5
	d.p.	9,0	12,7	12,1
	variação	14,5 - 45,0	15,3 - 60,3	14,5 - 60,3

d.p. = desvio padrão.

Tabela 11 : chumbo sanguíneo (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  ) e atividade eritrocitária da  $\delta$ -ALAD ( unidades/l ) no Grupo C, segundo o hábito de fumar.

		Fumante	Não-Fumante	Total
n		13	41	54
idade	média	39	38	39
	faixa etária	17 - 69	15 - 69	15 - 69
chumbo	média	22,6	19,9	20,5
	d.p.	6,2	5,5	5,7
	variação	10,3 - 30,5	9,2 - 33,1	9,2 - 33,1
$\delta$ -ALAD	média	30,4	30,5	30,5
	d.p.	10,9	12,5	12,1
	variação	17,4 - 55,1	14,5 - 60,3	14,5 - 60,3

d.p. = desvio padrão.

4.2. Comparação dos valores obtidos com os padrões biológicos propostos pela Comissão da Comunidade Europeia.<sup>7</sup>

Os valores obtidos em cada grupo e sub-grupo para a plumbemia e a atividade enzimática, são apresentados nos moldes dos valores de referência da CCE, segundo as tabelas 12 a 27.

Tabela 12: padrões biológicos para plumbemia ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ) e atividade eritrócitária da  $\delta$ -ALAD (unidades/l).

% do grupo da população estudada	Plumbemia	Atividade da $\delta$ -ALAD
50	< 20	> 35
90	< 30	> 25
100	< 35	> 20

Tabela 13: plumbemia ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ) e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l) em homens do GRUPO A.

% do grupo da população estudada	Plumbemia	Atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 14,7$	$\geq 45,7$
90	$\leq 21,0$	$\geq 31,9$
100	$\leq 27,2$	$\geq 20,8$

Tabela 14: plumbemia ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ) e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l) em mulheres do GRUPO A.

% do grupo da população estudada	Plumbemia	Atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 7,4$	$\geq 47,0$
90	$\leq 11,6$	$\geq 39,5$
100	$\leq 11,7$	$\geq 37,6$

Tabela 15: plumbemia ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ) e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l) em fumantes do GRUPO A.

% do grupo da população estudada	Plumbemia	Atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 12,8$	$\geq 40,8$
90	$\leq 21,0$	$\geq 31,9$
100	$\leq 27,2$	$\geq 20,8$

Tabela 16: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
em não-fumantes do grupo A.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 8,0$	$\geq 51,0$
90	$\leq 13,8$	$\geq 39,5$
100	$\leq 18,0$	$\geq 37,5$

Tabela 17: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
no grupo A.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 9,4$	$\geq 46,4$
90	$\leq 19,8$	$\geq 37,2$
100	$\leq 27,2$	$\geq 20,8$

Tabela 18: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
em homens do grupo B.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 14,5$	$\geq 36,4$
90	$\leq 19,0$	$\geq 28,6$
100	$\leq 25,7$	$\geq 19,7$

Tabela 19: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
em mulheres do grupo B.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 8,3$	$\geq 40,2$
90	$\leq 14,5$	$\geq 33,3$
100	$\leq 17,1$	$\geq 28,9$

Tabela 20: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
em fumantes do grupo B.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 13,1$	$\geq 38,3$
90	$\leq 18,6$	$\geq 30,8$
100	$\leq 25,7$	$\geq 19,1$

Tabela 21: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
em não-fumantes do grupo B.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 13,0$	$\geq 38,0$
90	$\leq 17,6$	$\geq 29,7$
100	$\leq 21,0$	$\geq 25,0$

Tabela 22: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
no grupo B.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 13,0$	$\geq 38,3$
90	$\leq 17,6$	$\geq 30,5$
100	$\leq 25,7$	$\geq 19,1$

Tabela 23: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
em homens do grupo C.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 23,6$	$\geq 40,6$
90	$\leq 25,5$	$\geq 38,8$
100	$\leq 30,0$	$\geq 37,6$

Tabela 24: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
em mulheres do grupo C.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 18,9$	$\geq 27,8$
90	$\leq 27,5$	$\geq 16,6$
100	$\leq 33,1$	$\geq 15,3$

Tabela 25: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
em fumantes do grupo C.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 23,6$	$\geq 27,0$
90	$\leq 30,0$	$\geq 20,3$
100	$\leq 30,5$	$\geq 17,4$

Tabela 26: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
em não-fumantes do grupo C.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 19,6$	$\geq 27,8$
90	$\leq 27,0$	$\geq 16,1$
100	$\leq 33,1$	$\geq 14,5$

Tabela 27: plumbemia (  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  )  
e atividade da  $\delta$ -ALAD (unidades/l)  
no grupo C.

% do grupo da população estudada.	plumbemia	atividade da $\delta$ -ALAD
50	$\leq 19,6$	$\geq 27,6$
90	$\leq 27,0$	$\geq 16,6$
100	$\leq 33,1$	$\geq 14,5$

### 4.3. Testes de Hipótese: Plumbemia

Com a finalidade de comparar os valores médios da plumbemia obtidos para os grupos A, B e C e os respectivos sub-grupos conforme o sexo e o hábito de fumar foi aplicado o teste da análise de variância.

#### 4.3.1. Teste de Bartlet.

Para verificar a homogeneidade das variâncias, condição necessária para a aplicação da análise de variância, foi aplicado o teste de Bartlet.

CHI Quadrado de Bartlet para os sub-grupos:

	Total:	2,7
	Fumantes:	2,5
	Não Fumantes:	3,8
Populações A, B, C	Homens:	2,8
	Mulheres:	19,5

A hipótese básica deste teste foi:  $H_0: \sigma_A^2 = \sigma_B^2 = \sigma_C^2$ , sendo escolhida a hipótese alternativa  $H_1$ : pelo menos uma das variâncias é diferente.

O valor crítico para  $n-1$  graus de liberdade foi  $\chi^2 = 5,991$ . Portanto a hipótese básica foi aceita para todos os sub-grupos exceto o sub-grupo mulher (  $19,5 > 5,991$  ). Este problema foi contornado igualando-se o número de observações por grupo, isto é, foram sorteadas 27 mulheres em São Paulo e na população circunvizinha à FAÉ Ind. e Com. de Metais Ltda. por ser esse o número de mulheres existente em Embu-Guaçu, desta forma, à luz das hipóteses refeitas obteve-se uma variância de  $4,86 < 5,991$ , aceitando-se desta forma o sub-grupo nessas condições, posteriormente usadas na análise de variância.

#### 4.3.2 Análise de Variância

Satisfeita a condição de homogeneidade entre os valores das variâncias nos sub-grupos dos grupos amostrais, foi aplicada uma análise de variância sendo utilizada a técnica de contrastes ortogonais.

hipóteses utilizadas:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$H_a$  : pelo menos uma das médias difere

Sub hipótese:

$$H_{01} : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_{a1} : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$H_{02} : \mu_3 = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$$

$$H_{a2} : \mu_3 \neq \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$$

As tabelas de análise de variância são apresentadas no anexo I. Foi obtida a mesma conclusão para os sub-grupos envolvidos, isto é, a igualdade entre os grupos A e B, os quais por sua vez são diferentes do grupo C, excetuando-se o sub-grupo dos não fumantes onde os grupos A, B e C apresentam diferenças entre si. Cabe notar que esta última afirmação não testada por sub-hipótese adicional ( $\mu_2 \neq \mu_3$ ), fica evidenciada pela grandeza dos valores obtidos e do conhecimento por teste de que  $\mu_1 \neq \mu_2$ .

Tabela 28 - Comparação dos grupos em estudo através da análise de variância das respectivas médias de chumbo sanguíneo.

Sub-grupo	Resultado
Total	$(A = B) \neq C$
Homens	$(A = B) \neq C$
Mulheres	$(A = B) \neq C$
Fumantes	$(A = B) \neq C$
Não Fumantes	$A \neq B \neq C$

#### 4.4

##### Verificação da Dependência entre:

- Plumbemia x Atividade Enzimática
- Plumbemia x Sexo
- Plumbemia x Hábito de Fumar

Para intervalos de classe adequados das variáveis envolvidas, foram armadas tabelas de contingência, constantes no anexo II. Em função do tamanho da tabela, tamanho da amostra e da frequência esperada de cada casela analisada, utilizou-se o teste de dependência apropriado, isto é, chi-quadrado, chi-quadrado com correção de continuidade e Teste de Fisher.

A Tabela 29, ilustra os resultados obtidos:

Tabela 29: Resultados do Teste Verificação de Dependência por variação dos parâmetros nos sub-grupos entre os diferentes grupos com o teste adequado ao caso.

Parâmetro	Sub-grupo	Grupos (1)		
		A	B	C
Pb x $\delta$ -ALAD	Total	I ( $\chi^2$ )	I ( $\chi^2$ )	I ( $\chi^2$ )
	Homens	I (F)	I ( $\chi^2$ cont)	*
	Mulheres	*	I ( $\chi^2$ cont)	I ( $\chi^2$ cont)
	Fumantes	I (F)	I ( $\chi^2$ cont)	*
	Não Fumantes	I (F)	I ( $\chi^2$ cont)	I ( $\chi^2$ cont)
Pb x SEXO	Total	D ( $\chi^2$ )	D ( $\chi^2$ )	D ( $\chi$ cont)
Pb x Hábito de Fumar	Total	D ( $\chi^2$ )	I ( $\chi^2$ )	I ( $\chi^2$ cont)

(1) onde:

\* - Inconclusivo devido o tamanho da amostra.

I - Independencia.

D - Dependencia.

$\chi^2$  - Chi-quadrado.

$\chi^2$  cont - Chi-quadrado com correção de continuidade.

F - Teste de Fisher.

## 5. Discussão

### Plumbemia

A Comissão da OMS (Organização Mundial da Saúde), reunida para discutir as normas a respeito do conteúdo de chumbo das águas, - concordou que as concentrações de chumbo no sangue - valor máximo - sugerido de  $20\mu\text{g}/100\text{ml}$  para 50% da população - refletem a quantidade de chumbo presente nos tecidos moles e que há uma relação importante entre o nível de chumbo sanguíneo e o teor de chumbo na água potável<sup>23</sup>.

GOLDWATER e HOOVER<sup>8</sup>, em estudos realizados com amostras de sangue provenientes de 16 países, incluindo E.U.A., encontraram como faixa "normal" de plumbemia valores entre 15 e  $40\mu\text{g}/100\text{ml}$ , sendo  $17\mu\text{g}/100\text{ml}$  o valor médio e  $\pm 11$  o desvio padrão. Nos habitantes da zona urbana os valores encontrados foram, em geral, maiores que aqueles de moradores da zona rural e não foi registrada diferença entre os sexos.

HECKER e colaboradores<sup>10</sup>, em análises de 100 amostras de sangue da população de Ann Arbor, Michigan, na faixa etária de 18 a 58 anos, encontraram como valor médio  $14,6\mu\text{g Pb}/100\text{ml}$ , sendo o desvio padrão  $\pm 12,7$ , enquanto que em 90 amostras provenientes de indígenas habitantes da região do rio Orinoco, a média achada foi de  $0,83\mu\text{g Pb}/100\text{ml}$ , com desvio padrão de  $\pm 0,59$ .

KUBOTA e colaboradores<sup>14</sup>, em estudo efetuado com 243 pessoas, obtiveram como valor médio para o chumbo no sangue  $13,2\mu\text{g}/100\text{ml}$  e salientaram que mais da metade das amostras exibiram valores inferiores a  $10\mu\text{g}/100\text{ml}$ .

Mc LAUGHLIN e colaboradores<sup>15</sup> realizaram determinações do chumbo sanguíneo em 6 mil amostras de pessoas na faixa etária de 18 a 65 anos, mulheres e homens, residentes em 23 cidades norte-americanas. A média geométrica encontrada ficou entre 15,5 e  $21,6\mu\text{g}/100\text{g}$  de sangue.

NYGAARD e colaboradores<sup>22</sup> trabalhando com uma população dinamarquesa exposta apenas a fontes naturais de chumbo observaram que os teores sanguíneos aumentam com a idade, não havendo diferenças entre os sexos.

ZURLO e colaboradores<sup>38</sup>, em amostras de sangue de moradores da cidade de Milão, Itália; acharam como média para os homens 30,0  $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$  e para as mulheres 23,7  $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$ , concluindo que para os habitantes desta cidade há um maior ingresso diário de chumbo no organismo do que para a população dos E.U.A.

TOLA e NORDMAN<sup>35</sup> estudando níveis sanguíneos de chumbo para a população geral, não encontraram diferenças entre fumantes e não fumantes, mas para os ocupacionalmente expostos foi percebida uma relação entre o chumbo no sangue e o hábito de fumar, sendo que neste caso os fumantes apresentaram maiores valores de plumbe-mia do que os não fumantes. Os autores julgam que este fato pode ser atribuído à contaminação dos dedos e cigarros no local de trabalho e não à pequena quantidade de chumbo contida no cigarro.

Com respeito ao chumbo no sangue e sua relação com a concentração do metal no ar, ocorre um acréscimo de 1 a 2  $\mu\text{g Pb}$  por 100 ml de sangue para cada  $\mu\text{g}$  de chumbo por metro cúbico de ar, quando as concentrações atmosféricas médias são menores que 5  $\mu\text{g Pb}/\text{m}^3$  e o tempo de exposição é de vários meses<sup>7</sup>.

#### Ácido $\delta$ -aminolevulínico desidratase

A  $\delta$ -ALAD é a enzima tida até o presente como a mais sensível à presença de chumbo no organismo. Ainda que o significado biológico de uma diminuição da atividade da  $\delta$ -ALAD nos eritrócitos seja incerto, porque tal decréscimo não está acompanhado de efeitos detectáveis na função biológica do homem, foi demonstrado que esta inibição é paralela àquela registrada em outros tecidos, por exemplo, o hepático<sup>7, 31</sup>.

Por outro lado, convém ressaltar que o alumínio (a pequenas concentrações) e o zinco ativam, *in vitro* e *in vivo*, a  $\delta$ -ALAD em eritrócitos de ratos, conforme mostraram MEREDITH e colaboradores<sup>16</sup>, enquanto HAEGER-ARONSEN e colaboradores<sup>9</sup> observaram o mesmo para coelhos em relação ao zinco.

Na população sem exposição ocupacional o valor máximo de atividade enzimática da  $\delta$ -ALAD, geralmente encontrado, é de 50 U/l.

A níveis de 20  $\mu\text{g}$  de chumbo por 100 ml de sangue acontece, em 10% dos adultos, um grau de 40% de inibição desta atividade<sup>7</sup>.

TOLA<sup>34</sup> concluiu que a principal aplicação da determinação da  $\delta$ -ALAD parece ser em estudos relacionados com a exposição ambiental, o que concorda com os resultados obtidos por HERNBERG e NIKKANEN<sup>11</sup>.

TOLA e colaboradores<sup>33</sup> observaram que para mesmos níveis de plumbemia, a idade e o hábito de fumar não interferem com a atividade da  $\delta$ -ALAD.

Por outro lado, SECCHI e ALESSIO<sup>32</sup>, estudando residentes de uma cidade industrial, concluíram que a atividade da  $\delta$ -ALAD diminui com a idade. Para mulheres este decréscimo é mais lento e menos evidente, tornando-se claro apenas após os 60 anos de idade.

ROELS e colaboradores<sup>27</sup> revelaram que a média de chumbo no sangue para um grupo de homens - 17,6  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  - era significativamente mais alta do que aquela exibida por um grupo de mulheres 12,6  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  - e que a diferença, também significativa, na atividade da  $\delta$ -ALAD entre os dois grupos - 42,3 U para os homens e 50,6 U para as mulheres - refletia as quantidades do chumbo no sangue.

Um estudo desenvolvido por vários laboratórios<sup>2</sup> para determinar a atividade da  $\delta$ -ALAD pela técnica de BERLIN e colaboradores<sup>1</sup> e os teores sanguíneos de chumbo em grupos de 50 homens não fumantes, que não realizavam trabalho industrial e na faixa de 18 a 40 anos, forneceu os valores apresentados na tabela 30.

Tabela 30 : Atividade da  $\delta$ -ALAD e níveis sanguíneos de chumbo em idênticos grupos populacionais de diferentes países. Medidas da atividade da  $\delta$ -ALAD em amostras de sangue humano usando o "Método Europeu Padronizado".

LABORATÓRIOS	Med:ª	$\delta$ -ALAD ( $\mu$ moles ALA. min <sup>-1</sup> .eritrócitos <sup>-1</sup> )		Med:ª	Pb sanguíneo ( $\mu$ g/100ml)	
		Faixa 2.5 / 97.5 percentis			Faixa 2.5 / 97.5 percentis	
		34 - 63		6	4 - 10	
Lond (ABDULLA)	49,0					
Hamburg (ANGERER)		35 - 51		26,8	15 - 44	
Genova (BONSIGNORE)	42,9	20 - 55		19,4	12 - 32	
Paris (BOUDENE)	32,2	18 - 47				
Bruxelles (BRUAUX)	34,7			10,2	9 - 12	
Amsterdan (DE BRUIT)	29,7	15 - 57		12,0	7 - 30	
Bisselcorf (CHELERTER)	41,2	29 - 65				
Eire (GRIMES)	44,9	26 - 61		8,2	4 - 22	
Lansann (GUILLEMIN)	41,2	28 - 55				
Helsinki (HERNBERG)	34,6	23 - 57		23,3	9 - 39	
Luxembourg (HOFFMANN)	38,6	23 - 57		6,8	2 - 26	
Bruxelles (LAUWERYS)	45,0	33 - 65		22,7	16 - 35	
ESdenhaven (MAGID)	47,3	25 - 69				
Glasgow (MOORE)	40,1	25 - 56		18,3	10 - 33	
Zürich (ROSENKUND)	29,8	19 - 43		15,9	10 - 24	
London (SAYERS)	31,5	21 - 46				
Erlangen (SCHALLER)	27,3	3,0 - 43				
Milano (SECCHI)	40,3	34 - 49				
Berlin (VAGNER)						

WADA e colaboradores<sup>36</sup> não encontraram correlação estatisticamente significativa entre o logaritmo da atividade da  $\delta$ -ALAD e a plumbemia para habitantes de zonas rural e urbana. Porém, quando estas duas populações foram consideradas em conjunto, uma correlação negativa razoavelmente boa foi observada. Os autores indicam o valor limiar de 15  $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$  de sangue abaixo do qual não há correlação com a atividade da  $\delta$ -ALAD. Ressaltam também que para avaliar o grau de exposição ao chumbo da população em geral os valores da atividade da enzima deverão ser utilizados para comparações entre grupos, mas não para estimar exposição individual dentro do grupo.

SECCHI e colaboradores<sup>30</sup> acharam as mais altas taxas de atividade da  $\delta$ -ALAD em pessoas moradoras de zonas rurais e montanhosas. Para os habitantes da zona urbana os valores eram menores, contudo ainda superiores àqueles exibidos pelos residentes nas proximidades de uma fundição de chumbo. Os resultados mostrados por moradores das zonas rurais e montanhosas foram heterogêneos e, dentre eles, alguns se igualaram àqueles obtidos de pessoas que vivem numa grande cidade industrial, o que sugere que além da inalação do chumbo proveniente da contaminação do ar, as bebidas e os alimentos são outras importantes fontes do metal para o organismo humano. Os mais baixos valores de atividade da  $\delta$ -ALAD aconteceram nas amostras de sangue de habitantes das vizinhanças de uma fundição de chumbo, ainda que, mais uma vez, tenha ocorrido grande variação nos resultados.

MOUW e colaboradores<sup>19</sup> observaram que a  $\delta$ -ALAD tem um comportamento semelhante para animais. Assim, ratos capturados em área urbana mostraram valores tissulares de chumbo mais elevados do que os daqueles apreendidos em zona rural. Por sua vez, a  $\delta$ -ALAD em rins e eritrócitos dos ratos da zona urbana era menos ativa do que a mesma enzima dos ratos da zona rural.

SCHMITT e colaboradores<sup>28</sup> atribuíram o debilitamento crônico verificado em um grupo de cavalos à excessiva quantidade de chumbo presente na forragem usada para a alimentação. Estas altas concentrações foram relacionadas ao chumbo acumulado no solo e proveniente das emissões de uma fundição vizinha.

WADA e colaboradores<sup>36</sup> não encontraram correlação estatisticamente significativa entre o logaritmo da atividade da  $\delta$ -ALAD e a plumbemia para habitantes de zonas rural e urbana. Porém, quando estas duas populações foram consideradas em conjunto, uma correlação negativa razoavelmente boa foi observada. Os autores indicam o valor limiar de 15  $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$  de sangue abaixo do qual não há correlação com a atividade da  $\delta$ -ALAD. Ressaltam também que para avaliar o grau de exposição ao chumbo da população em geral os valores da atividade da enzima deverão ser utilizados para comparações entre grupos, mas não para estimar exposição individual dentro do grupo.

SECCHI e colaboradores<sup>30</sup> acharam as mais altas taxas de atividade da  $\delta$ -ALAD em pessoas moradoras de zonas rurais e montanhosas. Para os habitantes da zona urbana os valores eram menores, contudo ainda superiores àqueles exibidos pelos residentes nas proximidades de uma fundição de chumbo. Os resultados mostrados por moradores das zonas rurais e montanhosas foram heterogêneos e, dentre eles, alguns se igualaram àqueles obtidos de pessoas que vivem numa grande cidade industrial, o que sugere que além da inalação do chumbo proveniente da contaminação do ar, as bebidas e os alimentos são outras importantes fontes do metal para o organismo humano. Os mais baixos valores de atividade da  $\delta$ -ALAD aconteceram nas amostras de sangue de habitantes das vizinhanças de uma fundição de chumbo, ainda que, mais uma vez, tenha ocorrido grande variação nos resultados.

MOUW e colaboradores<sup>19</sup> observaram que a  $\delta$ -ALAD tem um comportamento semelhante para animais. Assim, ratos capturados em área urbana mostraram valores tissulares de chumbo mais elevados do que os daqueles apreendidos em zona rural. Por sua vez, a  $\delta$ -ALAD em rins e eritrócitos dos ratos da zona urbana era menos ativa do que a mesma enzima dos ratos da zona rural.

SCHMITT e colaboradores<sup>28</sup> atribuíram o debilitamento crônico verificado em um grupo de cavalos à excessiva quantidade de chumbo presente na forragem usada para a alimentação. Estas altas concentrações foram relacionadas ao chumbo acumulado no solo e proveniente das emissões de uma fundição vizinha.

A população de Embu-Guaçu (Grupo A) foi a única a apresentar dependência entre os valores de plumbemia e o hábito de fumar, sendo que o sub-grupo fumantes exibe uma plumbemia média estatisticamente superior àquela do sub-grupo não-fumantes. Para os grupos B e C, entretanto, não foi verificada qualquer relação de dependência entre chumbo sanguíneo e hábito de fumar, conforme haviam mostrado TOLA & NORDMAN<sup>35</sup>.

Para reforçar ainda mais a condição de diferença entre o grupo C e os grupos A e B foi realizado um teste de análise de variância (contraste ortogonais) para os fumantes dos grupos A e B (respectivamente  $A_F$  e  $B_F$ ) e os não-fumantes do grupo C ( $C_{NF}$ ), - mostrado no anexo III. O resultado obtido foi:

$$(A_F = B_F) \neq C_{NF}$$

indicando que, mesmo nestas circunstâncias, os valores da plumbemia do sub-grupo não-fumantes do grupo C são significativamente maiores, do que os dos sub-grupos fumantes de A e B.

Para a atividade enzimática, a comparação com as recomendações da C.C.E., apresenta as seguintes observações: para o Grupo B os sub-grupos homens, fumantes e total deixam de atender ao valor de 100%; para o grupo C, à exceção do sub-grupo homens, todos os demais apresentam valores inferiores aos dos padrões em todas as faixas percentuais.

Os resultados do presente trabalho também concordam com os achados de WADA e colaboradores<sup>36</sup>, uma vez que nenhuma relação de dependência entre os valores sanguíneos de chumbo e a atividade eritrocitária da  $\delta$ -ALAD foi encontrada. Este tipo de achado não permite o traçado de quaisquer regressões.

O anexo IV apresenta considerações meramente ilustrativas e especulativas a respeito do tema.

A população de Embu-Guaçu (Grupo A) foi a única a apresentar dependência entre os valores de plumbemia e o hábito de fumar, sendo que o sub-grupo fumantes exibe uma plumbemia média estatisticamente superior àquela do sub-grupo não-fumantes. Para os grupos B e C, entretanto, não foi verificada qualquer relação de dependência entre chumbo sanguíneo e hábito de fumar, conforme haviam mostrado TOLA & NORDMAN<sup>35</sup>.

Para reforçar ainda mais a condição de diferença entre o grupo C e os grupos A e B foi realizado um teste de análise de variância (contraste ortogonais) para os fumantes dos grupos A e B (respectivamente  $A_F$  e  $B_F$ ) e os não-fumantes do grupo C ( $C_{NF}$ ), - mostrado no anexo III. O resultado obtido foi:

$$(A_F = B_F) \neq C_{NF}$$

indicando que, mesmo nestas circunstâncias, os valores da plumbemia do sub-grupo não-fumantes do grupo C são significativamente maiores, do que os dos sub-grupos fumantes de A e B.

Para a atividade enzimática, a comparação com as recomendações da C.C.E., apresenta as seguintes observações: para o Grupo B os sub-grupos homens, fumantes e total deixam de atender ao valor de 100%; para o grupo C, à exceção do sub-grupo homens, todos os demais apresentam valores inferiores aos dos padrões em todas as faixas percentuais.

Os resultados do presente trabalho também concordam com os achados de WADA e colaboradores<sup>36</sup>, uma vez que nenhuma relação de dependência entre os valores sanguíneos de chumbo e a atividade eritrocitária da  $\delta$ -ALAD foi encontrada. Este tipo de achado não permite o traçado de quaisquer regressões.

O anexo IV apresenta considerações meramente ilustrativas e especulativas a respeito do tema.

ANEXO I

ANEXO I



\*\*\* *significante ao nível de 0,1%*  
 n.s. *não significante ao nível de 5%*

Portanto, as médias de chumbo no sangue de mulheres são iguais em Embu-Guaçu e São Paulo, em média elas diferem da de FAÉ.

3) Média de Chumbo em Fumantes

Seja:  $\mu_1, \sigma_1^2$  → média e variância de Chumbo no sangue de fumantes em Embu-Guaçu.

$\mu_2, \sigma_2^2$  → idem em São Paulo.

$\mu_3, \sigma_3^2$  → idem em FAÉ.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F <sub>0</sub>	Conclusão
Entre cidades	2	1.000,04	500,02	18,41	***
Contraste 1	1	48,80	48,80	1,80	n.s.
Contraste 2	1	953,04	953,04	35,09	***
Resíduo	82	2.226,79	27,16	—	—
Total	84	3.226,83	—	—	—

\*\*\* *Significante ao nível de 0,1%*  
 n.s. *não significante ao nível de 5%*

Portanto, as médias de Chumbo no sangue de fumantes de Embu-Guaçu e de São Paulo são iguais entre si e diferem da de FAÉ

4) Média de Chumbo em Homens

Seja:  $\mu_1, \sigma_1^2$  → média e variância de chumbo no sangue dos homens em Embu-Guaçu.

\*\*\* *significante ao nível de 0,1%*  
 n.s. *não significante ao nível de 5%*

Portanto, as médias de chumbo no sangue de mulheres são iguais em Embu-Guaçu e São Paulo, em média elas diferem da de FAÉ.

### 3) Média de Chumbo em Fumantes

Seja:  $\mu_1, \sigma_1^2 \rightarrow$  média e variância de Chumbo no sangue de fumantes em Embu-Guaçu.

$\mu_2, \sigma_2^2 \rightarrow$  idem em São Paulo.

$\mu_3, \sigma_3^2 \rightarrow$  idem em FAÉ.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F <sub>0</sub>	Conclusão
Entre cidades	2	1.000,04	500,02	18,41	***
Contraste 1	1	48,80	48,80	1,80	n.s.
Contraste 2	1	953,04	953,04	35,09	***
Resíduo	82	2.226,79	27,16	—	—
Total	84	3.226,83	—	—	—

\*\*\* *Significante ao nível de 0,1%*  
 n.s. *não significante ao nível de 5%*

Portanto, as médias de Chumbo no sangue de fumantes de Embu-Guaçu e de São Paulo são iguais entre si e diferem da de FAÉ

### 4) Média de Chumbo em Homens

Seja:  $\mu_1, \sigma_1^2 \rightarrow$  média e variância de chumbo no sangue dos homens em Embu-Guaçu.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F <sub>0</sub>	Conclusão
Entre cidades	2	3.007,06	1.503,53	54,57	***
Contraste 1	1	51,69	51,69	1,88	n.s.
Contraste 2	1	2.954,41	2.954,41	107,24	***
Resíduo	207	5.703,72	27,55	—	—
Total	209	8.710,78	—	—	—

\*\*\*. Significante ao nível de 0,1 %

n.s. não significante ao nível de 5 %

Portanto, as médias de chumbo no sangue das populações de Embu-Guaçu e São Paulo são iguais entre si, e em média diferem da de FAE.

TESTE DE INDEPENDÊNCIA

EMBU-MULHERES

ENZIMA CHUMBO	14,0 - 54,4	54,5 - 68,0	Total
2 - 10	16	7	23
10 - 34	3	1	4
Total	19	8	27

Teste aplicado : Fisher

Conclusão : independentes

EMBU-HOMENS

ENZIMA CHUMBO	14,0 - 41,0	41,0 - 68,0	Total
2 - 18	6	13	19
18 - 34	6	4	10
Total	12	17	29

Teste aplicado : Fisher

Conclusão : independentes

TESTE DE INDEPENDÊNCIA

EMBU-MULHERES

ENZIMA CHUMBO	14,0 - 54,4	54,5 - 68,0	Total
2 - 10	16	7	23
10 - 34	3	1	4
Total	19	8	27

Teste aplicado : Fisher

Conclusão : independentes

EMBU-HOMENS

ENZIMA CHUMBO	14,0 - 41,0	41,0 - 68,0	Total
2 - 18	6	13	19
18 - 34	6	4	10
Total	12	17	29

Teste aplicado : Fisher

Conclusão : independentes

EMBU-FUMANTES

ENZIMA CHUMBO	14,0   41,0	41,0   68,0	Total
2   18	7	9	16
18   34	6	3	9
Total	13	12	25

Teste aplicado : Fisher  
 Conclusão : independentes

EMBU-NÃO FUMANTES

ENZIMA CHUMBO	14,0   54,5	54,5   68,0	Total
2   10	17	6	23
10   34	4	4	8
Total	21	10	31

Teste aplicado : Fisher  
 Conclusão : independentes

FAÉ-HOMENS

ENZIMA CHUMBO	14,0 — 27,5	27,5 — 68,0	Total
2 — 26	5	4	9
26 — 34	2	1	3
Total	7	5	12

Teste aplicado : Fisher  
 Conclusão : independentes

FAÉ-FUMANTES

ENZIMA CHUMBO	14,0 — 27,5	27,5 — 68,0	Total
2 — 18	2	2	4
18 — 34	5	4	9
Total	7	6	13

Teste aplicado : Fisher  
 Conclusão : independentes

SÃO PAULO-MULHERES

ENZIMA CHUMBO	14,0 — 41,0	41,0 — 68,0	Total
2 — 10	12	10	22
10 — 34	9	6	15
Total	21	16	37

Teste aplicado :  $\chi^2$  com correção de continuidade

Conclusão :  $\chi_0^2 = 8,34 \times 10^{-5} < \chi_c^2 ( 1,5\% ) = 3,84$ . Portanto,  
aceitamos a independência.

SÃO PAULO-TOTAL

ENZIMA CHUMBO	14,0 — 41,0	41,0 — 68,0	Total
2 — 10	20	11	31
10 — 18	39	20	59
18 — 34	8	2	10
Total	67	33	100

Teste aplicado :  $\chi^2$

Conclusão :  $\chi_0^2 = 0,88 < \chi_c^2 ( 2,5\% ) = 5,99$ . Portanto,

aceitamos a independência.

EMBU-TOTAL

ENZIMA CHUMBO	14,0 — 41,0	41,0 — 54,5	54,5 — 68,0	Total
2 — 10	6	16	8	30
10 — 34	12	9	5	26
Total	18	25	13	56

Teste aplicado :  $\chi^2$

Conclusão :  $\chi_0^2 = 4,29 < \chi^2 ( 2,5\% ) = 5,99$ . Portanto,

concluimos que são independentes.

FAE-TOTAL

ENZIMA CHUMBO	14,0 — 27,5	27,5 — 68,0	Total
2 — 18	10	10	20
18 — 26	11	12	23
26 — 34	4	7	11
Total	25	29	54

Teste aplicado :  $\chi^2$

Conclusão :  $\chi_0^2 = 0,57 < \chi^2 ( 2,5\% ) = 5,99$ . Portanto,

concluimos que são independentes.

SÃO PAULO-NÃO FUMANTES

ENZIMA CHUMBO	14,0 - 41,0	41,0 - 68,0	Total
2 - 10	10	8	18
10 - 34	24	11	35
Total	34	19	53

Teste aplicado :  $\chi^2$  com correção de continuidade

Conclusão :  $\chi_0^2 = 0,40 < \chi_c^2(1,5\%) = 3,84$ . Portanto, aceitamos a independência.

SÃO PAULO-FUMANTES

ENZIMA CHUMBO	14,0 - 41,0	41,0 - 68,0	Total
2 - 10	10	3	13
10 - 34	23	11	34
Total	33	14	47

Teste aplicado :  $\chi^2$  com correção de continuidade

Conclusão :  $\chi_0^2 = 0,07 < \chi_c^2(1,5\%) = 3,84$ . Portanto, concluímos que são independentes.

SÃO PAULO-HOMENS

ENZIMA CHUMBO	14,0 - 41,0	41,0 - 68,0	Total
2 - 18	38	15	53
18 - 34	8	2	10
Total	46	17	63

Teste aplicado :  $\chi^2$  com correção de continuidade

Conclusão :  $\chi_0^2 = 0,02 < \chi_c^2 ( 1,5\% ) = 3,84$ . Portanto,

concluimos que são independentes.

FAÉ-MULHERES

ENZIMA CHUMBO	14,0 - 27,5	27,5 - 68,0	Total
2 - 18	10	9	19
18 - 34	8	15	23
Total	18	24	42

Teste aplicado :  $\chi^2$  com correção de continuidade

Conclusão :  $\chi_0^2 = 0,72 < \chi_c^2 ( 1,5\% ) = 3,84$ . Portanto,

concluimos que são independentes.

EMBU-TOTAL

<u>FUMO</u> <u>CHUMBO</u>	FUMANTES	NÃO FUMANTES	Total
2 — 10	7	23	30
10 — 18	9	7	16
18 — 34	9	1	10
Total	25	31	56

Teste aplicado :  $\chi^2$

Conclusão :  $\chi_0^2 = 14,6 > \chi_c^2( 2,5\% ) = 5,99$ . Portanto,  
concluimos que são dependentes.

SÃO PAULO-TOTAL

<u>SEXO</u> <u>CHUMBO</u>	MASCULINO	FEMININO	Total
2 — 10	9	22	31
10 — 18	44	15	59
18 — 34	10	—	10
Total	63	37	100

Teste aplicado :  $\chi^2$

Conclusão :  $\chi_0^2 = 24,48 > \chi_c^2( 2,5\% ) = 5,99$ . Portanto,  
concluimos que são dependentes.

EMBU-TOTAL

SEXO CHUMBO	MASCULINO	FEMININO	Total
2- 10	7	23	30
10- 18	12	4	16
18- 34	10	-	10
Total	29	27	56

Teste aplicado :  $\chi^2$

Conclusão :  $\chi_0^2 = 22,30 > \chi_c^2 ( 2,5\% ) = 5,99$ . Portanto,  
concluimos que são dependentes.

FAE-TOTAL

SEXO CHUMBO	MASCULINO	FEMININO	Total
2- 18	1	19	20
18- 34	11	23	34
Total	12	42	54

Teste aplicado :  $\chi^2$  com correção de continuidade.

Conclusão :  $\chi_0^2 = 3,98 > \chi_c^2 ( 1,5\% ) = 3,84$ . Portanto,  
concluimos que são dependentes.

ANEXO III

Média de chumbo nas populações fumantes de Embu e São Paulo e na população não fumante da FAE.

Seja :  $\mu_1, \sigma_1^2$  média e variância de chumbo no sangue dos fumantes de Embu.

$\mu_2, \sigma_2^2$  idem no sangue dos não fumantes da FAE.

$\mu_3, \sigma_3^2$  idem no sangue dos fumantes de São Paulo.

FV	GL	SQ	QM	F	Conclusão
entre cidades	2	1.182,78	591,39	21,91	***
contraste 1	1	462,98	462,98	17,15	***
contraste 2	1	720,11	720,11	26,68	***
Resíduo	110	2.968,81	26,99		
Total	112	4.151,60			

\*\*\* Significante ao nível de 0,1%.

Portanto, a média de chumbo na população não fumante da FAE é diferente da população fumante de Embu (  $19,86 \neq 14,4$  ) .

Como já tínhamos concluído anteriormente, vide anexo 1, que a média de chumbo na população de Embu e São Paulo eram iguais, podemos então dizer que a média de chumbo nos não fumantes da FAE é maior que a dos fumantes de Embu e São Paulo.  $(A_F = B_F) \neq C_{NF} \implies (14,4 = 12,67) \neq 19,86$ .



ANEXO IV

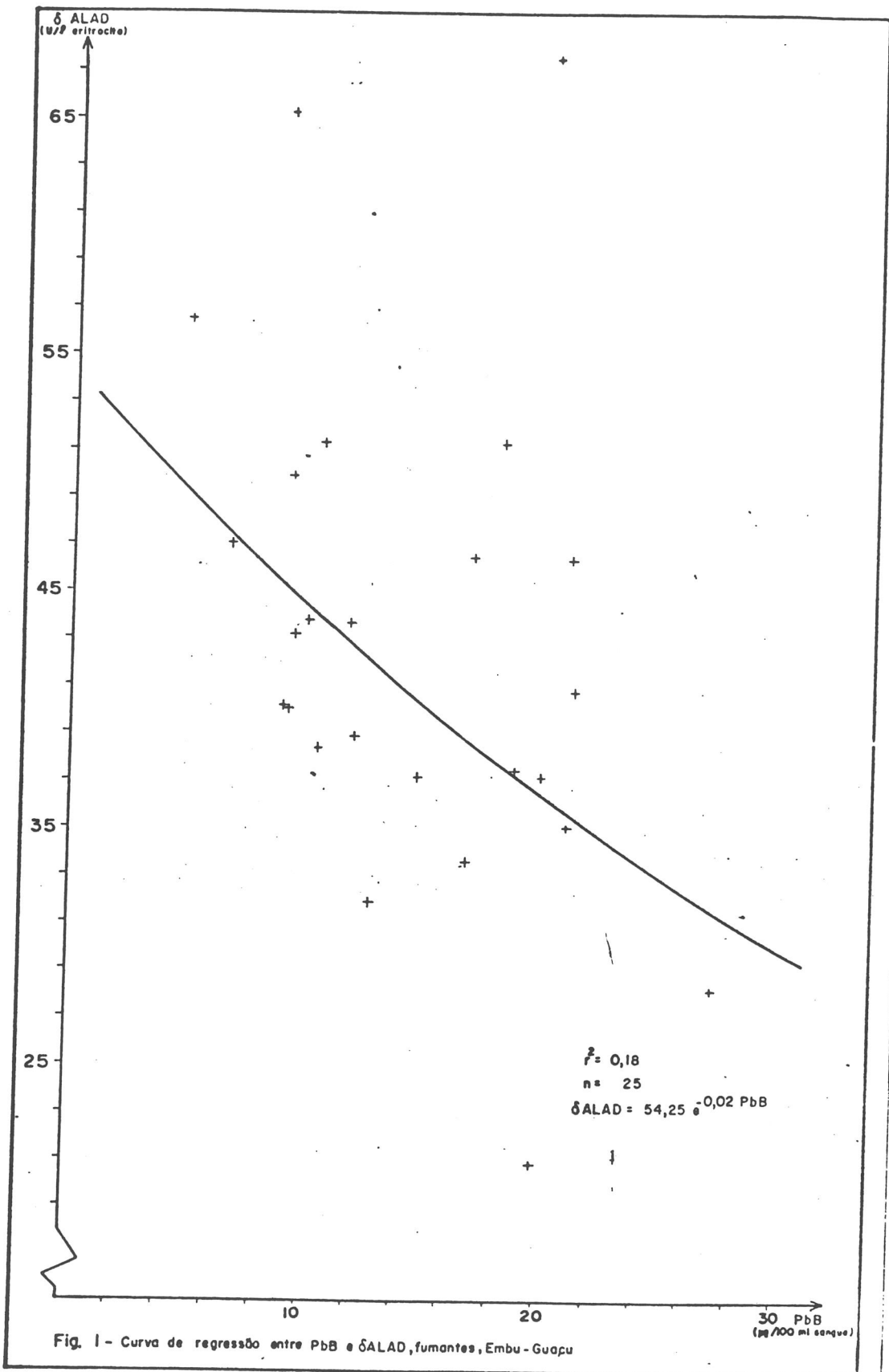
### Regressão: Considerações Gerais

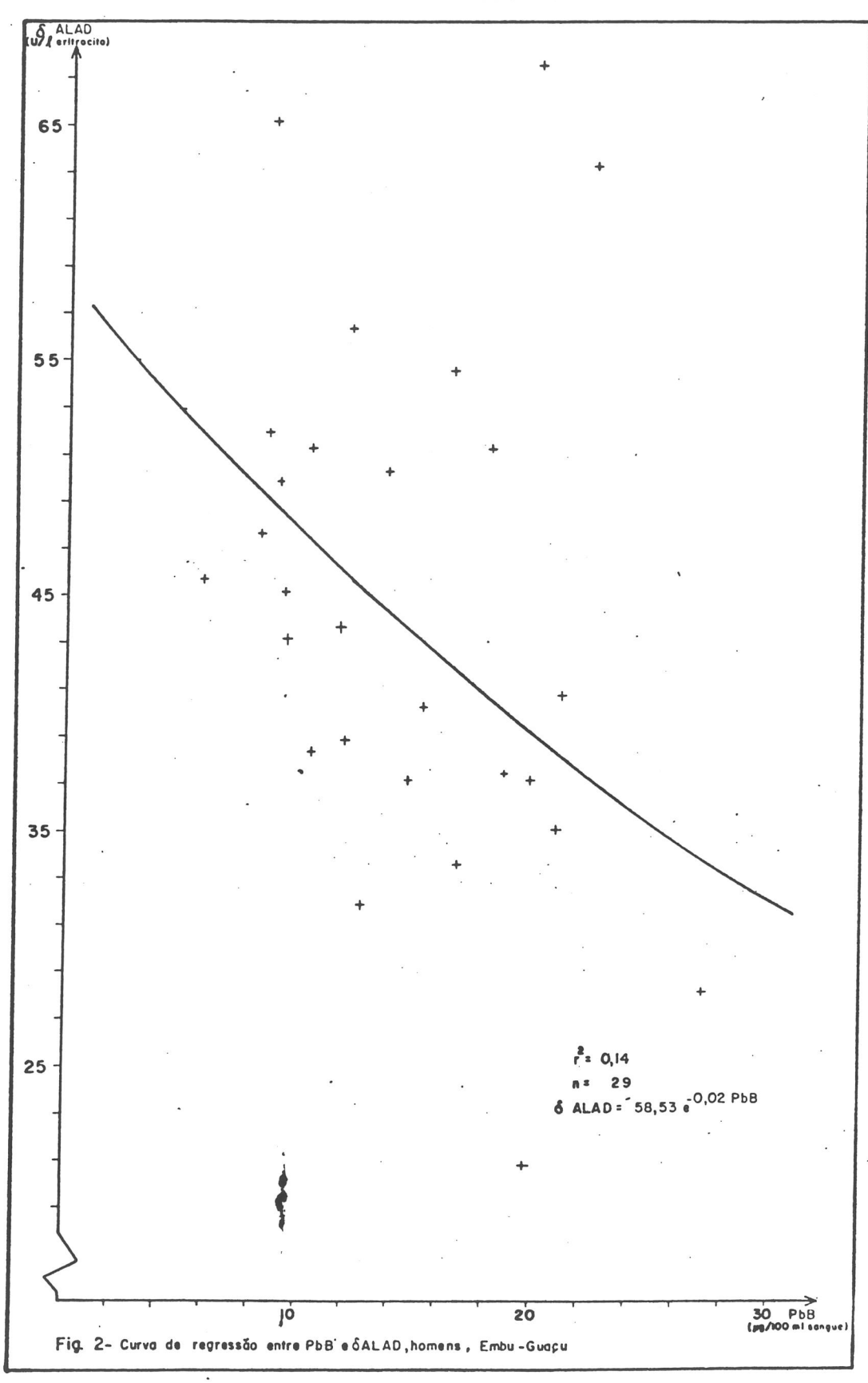
Em geral, os autores de experimentos da mesma natureza do presente trabalho apresentam equações de regressão entre os níveis sanguíneos de chumbo e a atividade eritrocitária da  $\delta$ -ALA-D. Entretanto nem todas as publicações caracterizam que previamente à construção de tais regressões houve uma verificação consistente da dependência entre as variáveis, isto é um teste estatístico apropriado.

No presente trabalho, como já relatado, não foi encontrada nenhuma relação de dependência entre as variáveis acima citadas, mas face ao anteriormente exposto e com uma finalidade meramente ilustrativa de comportamento entre as variáveis, caso fossem dependentes, apresentamos algumas regressões que representam o melhor ajustamento para as situações onde os valores dos coeficientes de regressão são significativamente diferentes de zero pela aplicação do teste t.

Em todos os sub-grupos dos grupos em estudo, a melhor regressão aceita foi da forma exponencial. A menos dos sub-grupos Não Fumantes e Mulheres do grupo C, os demais mostram uma correlação Negativa entre a plumbemia e a atividade enzimática, como apontado na bibliografia.

A não existência de correlação Negativa registrada no grupo C, poderia, provavelmente, ser explicada pelo fato de que a indústria transformadora secundária de chumbo, que atinge aquela amostra populacional, também processa alumínio e de acordo com MEREDITH<sup>16</sup> e colaboradores, o alumínio a baixas concentrações e o zinco, ativam, IN VIVO e IN VITRO, a  $\delta$ -ALA-D em eritrócito de ratos, sendo que quando ambos os metais são administrados simultaneamente em condições ótimas a ativação da  $\delta$ -ALA-D é quase estequiométrica mente aditiva. Resultados semelhantes foram encontrados por HAEGER-ARONSEN e colaboradores<sup>9</sup> com coelhos que receberam chumbo e zinco. Como frisam estes autores tanto no ambiente industrial como no urbano o chumbo e outros metais são simultaneamente encontrados.





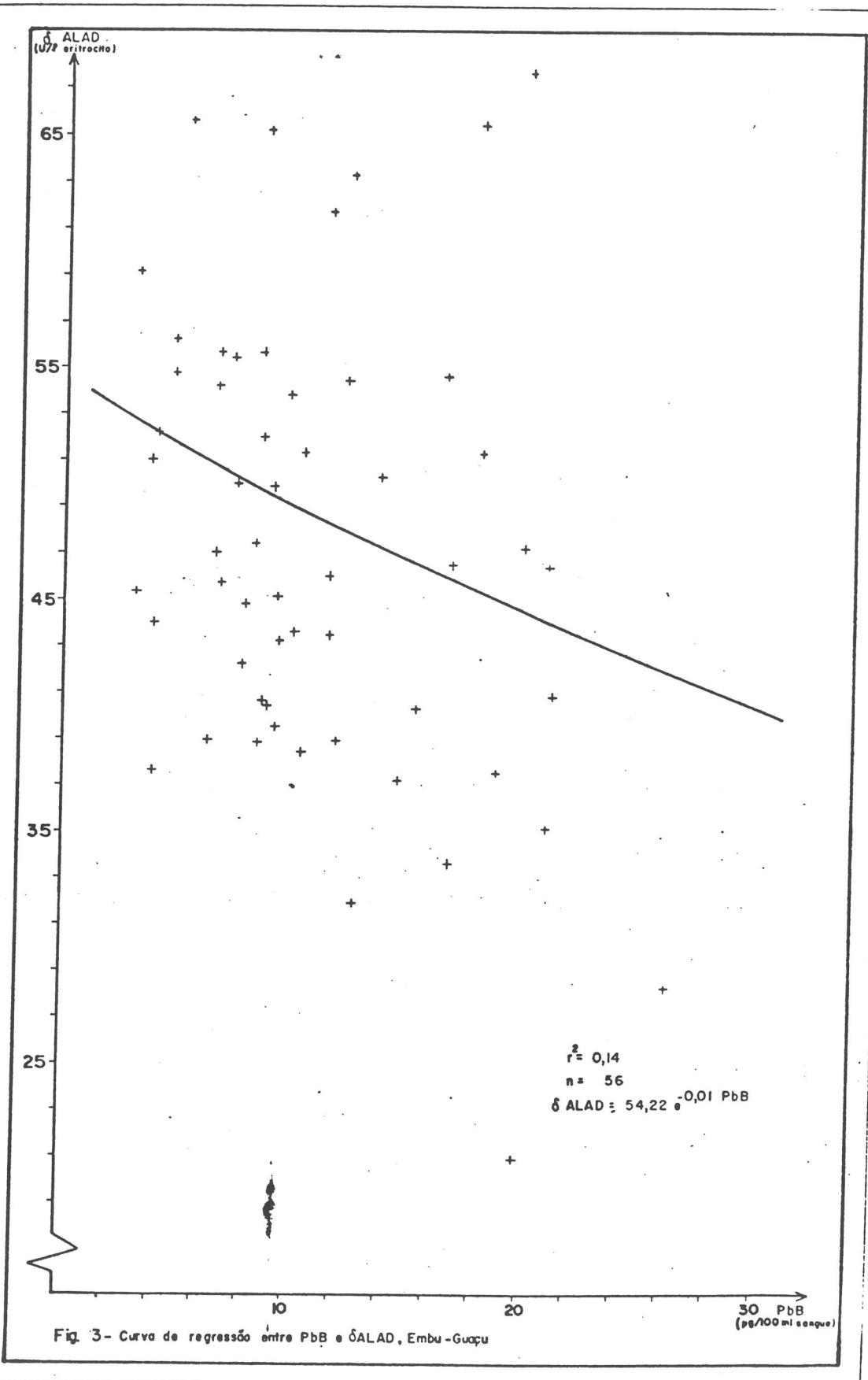


Fig. 3- Curva de regressão entre PbB e  $\Delta$ ALAD, Embu-Guaçu

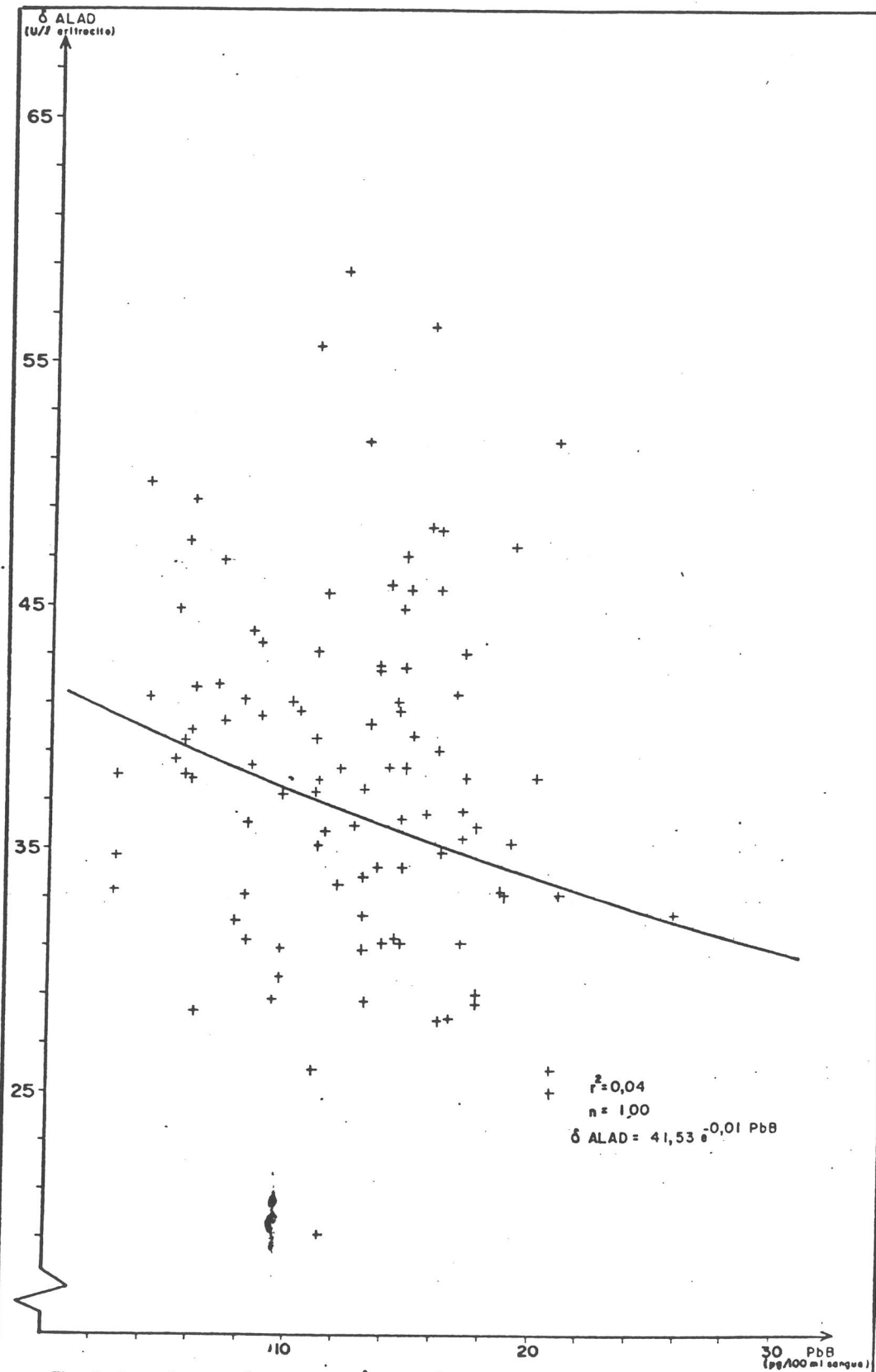


Fig. 4- Curva de regressão entre PbB e  $\Delta$ ALAD, São Paulo



ANEXO V



# LEVANTAMENTO INDUSTRIAL

Nº  
DATA: 13/06/78

SUPERINTENDÊNCIA DE OPERAÇÕES DE CONTROLE DE RUIDOS E POLUIÇÃO DO AR

RESPONSÁVEL PELO LEVANTAMENTO ENGº CASIMIRO FRANCISCO SIMÕES FILHO

VISTO

*Simões*

01 - IDENTIFICAÇÃO

RAZÃO SOCIAL: FAE IND. E COM. DE METAIS LTDA.

NOME DE FANTASIA: FAE

C.S.C. 59106500/0001 - 55

INÍCIO DAS ATIVIDADES: ano 1955

ENDEREÇO: Estrada do Taboão, nº 550

MUNICÍPIO: São Bernardo do Campo

BAIRRO: Rudge Ramos

TELEFONE (S): 457.35.55

CEP.

TIPO DE ATIVIDADE: Fundição

CÓDIGO DE ATIVIDADE:

CÓDIGO DA ÁREA:

ENTREVISTADO: Victorio Faé Neto (Diretor)

CONTATO EM CASO DE EMERGÊNCIA: o mesmo

02 - DADOS GERAIS

A. Nº DE EMPREGADOS 63 (sessenta e três) Nº DE OPERÁRIOS 350 (trezentos e cinquenta)

B. JORNADA DE TRABALHO

DIAS POR SEMANA 06 (seis)

DIAS POR MÊS 24 (vinte quatro)

DIAS POR ANO 288

TURNOS	HORÁRIO	Nº MÉDIO DE OPER. P/ TURNO
1º	8:00 às 16:00 horas	200
2º	16:00 às 24:00 horas	100
3º	24:00 às 8:00 horas	50
4º	8:00 às 17:30 horas	63



## LEVANTAMENTO INDUSTRIAL

Nº

DATA: 13/06/88

SUPERINTENDÊNCIA DE OPERAÇÕES DE CONTROLE DE RUIDOS E POLUIÇÃO DO AR

RESPONSÁVEL PELO LEVANTAMENTO ENGº CASIMIRO FRANCISCO SIMÕES FILHO

VISTO

## 01 - IDENTIFICAÇÃO

RAZÃO SOCIAL: FAÉ IND. E COM. DE METAIS LTDA.

NOME DE FANTASIA: FAÉ

C.S.C. 59106500/0001 - 55

INÍCIO DAS ATIVIDADES: ano 1955

ENDEREÇO: Estrada do Taboão, nº 550

MUNICÍPIO: São Bernardo do Campo

BAIRRO: Rudge Ramos

TELEFONE (S): 457.35.55

C.E.P.

TIPO DE ATIVIDADE: Fundição

CÓDIGO DE ATIVIDADE:

CÓDIGO DA ÁREA:

ENTREVISTADO: Victorio Faé Neto (Diretor)

CONTATO EM CASO DE EMERGÊNCIA: o mesmo

## 02 - DADOS GERAIS

A. Nº DE EMPREGADOS 63 (sessenta e três) Nº DE OPERÁRIOS 350 (Trezentos e cinquenta)

## B. JORNADA DE TRABALHO

DIAS POR SEMANA 06 (seis)

DIAS POR MÊS 24 (vinte quatro)

DIAS POR ANO 288

TURNOS	HORÁRIO	Nº MÉDIO DE OPER. P/ TURNO
1º	8:00 às 16:00 horas	200
2º	16:00 às 24:00 horas	100
3º	24:00 às 8:00 horas	50
4º	8:00 às 17:30 horas	63

C - MATÉRIAS PRIMAS PRINCIPAIS

TIPO	QUANTIDADE UTILIZADA			TIPO	QUANTIDADE UTILIZADA		
	DIÁRIA	MENSAL	ANUAL		DIÁRIA	MENSAL	ANUAL
<i>suc. de chumbo</i>		1375 t		<i>Hexafluoreto</i>		150 Kg	
<i>suc. de alumínio</i>		237 t		<i>Coque</i>		2 t	
<i>suc. de Antimonia</i>							
<i>to de chumbo</i>		1150 t					
<i>sucata de bronze</i>		64 t					
<i>sucata de latão</i>		47 t					
<i>Ferro</i>		85 t					
<i>Soda</i>		11 t					
<i>Vidro</i>		16,8 t					
<i>Calcarea.</i>		58 t					
<i>Cloroto de Potas</i>							
<i>sio</i>		5,0 t					
<i>Clor. de sódio</i>		5,0 t					

D - PRODUTOS ELABORADOS

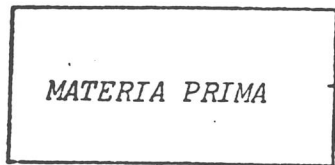
TIPO	QUANTIDADE UTILIZADA			TIPO	QUANTIDADE UTILIZADA		
	DIÁRIA	MENSAL	ANUAL		DIÁRIA	MENSAL	ANUAL
<i>Chumbo</i>		1071 t					
<i>Alumínio</i>		203 t					
<i>Bronze</i>		55 t					
<i>Latão</i>		41 t					
<i>Antimonio</i>		300 t					



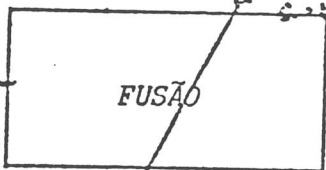
06 - FLUXOGRAMA

Fusão de Chumbo

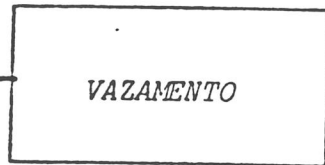
01 rotativo cap. 8,5 t



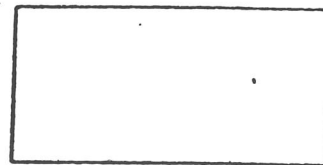
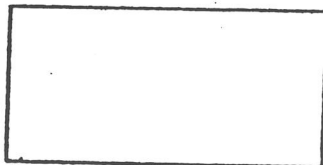
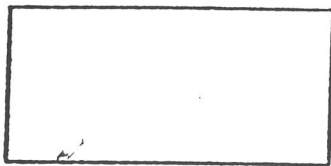
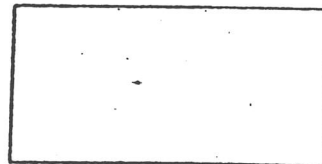
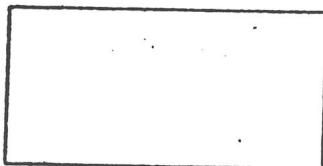
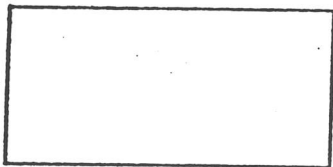
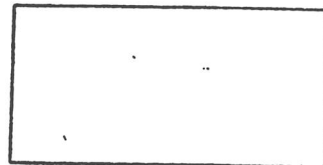
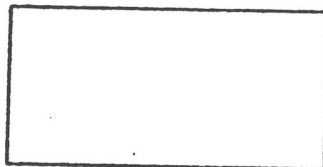
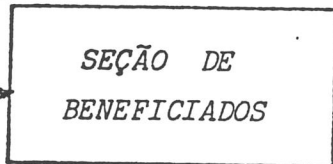
Sucata de Chumbo  
350 t/mês



01 forno rotativo  
Comb.: = BPF  
Cap.: = 8,5 t (média)  
t = 1100°C  
func. 13 h/dia  
25 dias por mês  
Fluxantes (Vide relatório abaixo)  
Providos de S.V.L.E e E.C.P. (Defic.)



Panelas de 1,0 t



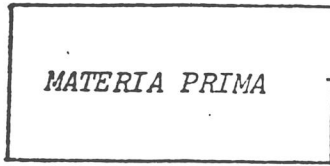
Rel.:	Coque	10,0	
(FLUX)	Soda	5,8	
	Vidro	10,0	t/mês
	Calcareao	3,7	
	Ferro	18,0	

OBS.: Existe somente 01 E.C.P. e S.V.L.E.

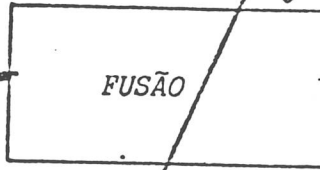
06 - FLUXOGRAMA

Fusão de Chumbo

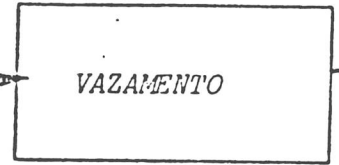
01 rotativo cap.: 2,5 t



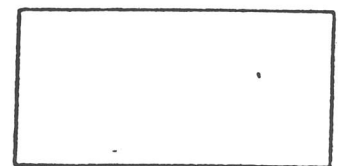
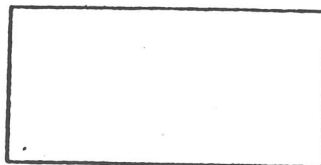
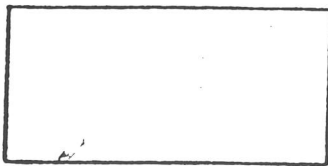
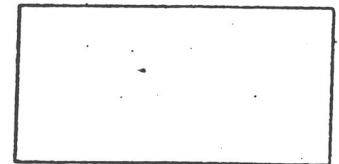
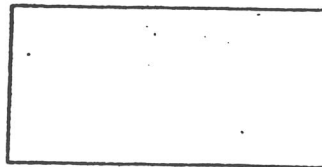
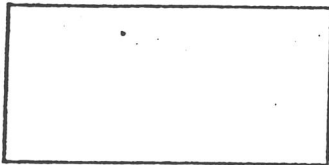
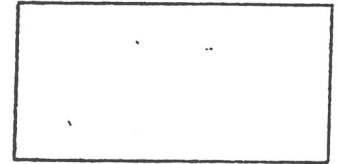
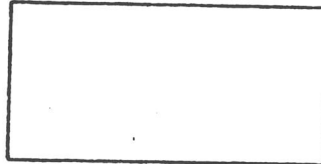
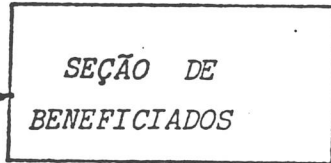
Sucata de Chumbo  
225 t/mês



01 forno rotativo  
Comb.: = BPF  
Cap.: = 2,5 t  
Func.: = 15 h/dia  
25 dias por mês  
Fluxantes (vide relatório)  
Provido de S.V.L.E. e E.C.P. (defic.)



Panelas de 1,0 t



Rel.:	Coque	9,4	
(=lux)	Soda	4,7	
	Vidro	5,6	t/mês
	Calcareo	3,7	
	Ferro	14,0	

OBS.: Existe somente 01 E.C.P. e S.V.L.E.

06 - FLUXOGRAMA *Fusão de Antimoniato de Chumbo e Chumbo.*  
02 Reverberos cap.: 12 t

MATERIA PRIMA

FUSÃO

VAZAMENTO

*Suc. de Chumbo 375t/forno  
Antim. de Chumbo 375t/forno*

*02 fornos reverberos  
Cap.: 12 t  
t.: 700°C  
Func.: 24/dia/forno  
25 dias por mês  
Providos de S.V.L.E. e E.C.P. (defic)  
Não usa fluxantes*

*Paneles de 1 t*

SEÇÃO DE BENEFICIADOS

[Empty box]

[Empty box]

[Empty box]

[Empty box]

[Empty box]

[Empty box]

[Empty box]

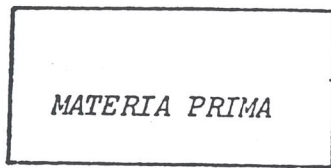
[Empty box]

OBS.: Existe somente 01 E.C.P. e S.V.L.E.

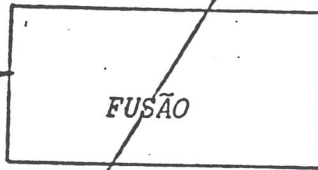
06 - FLUXOGRAMA

FABRICAÇÃO DE CHUMBO DE CAÇA

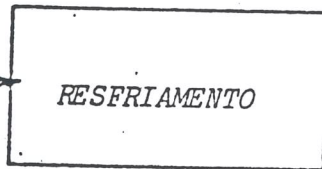
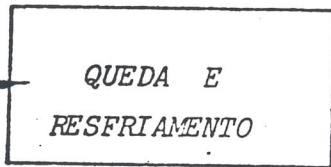
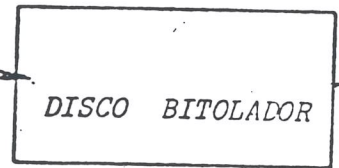
M.P.  
G.V.



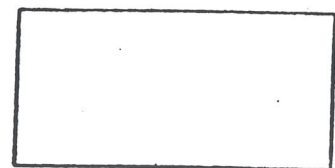
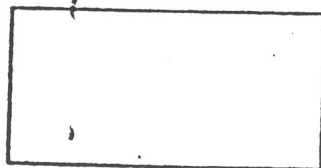
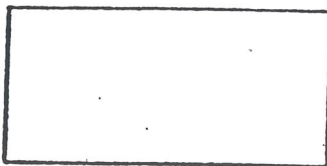
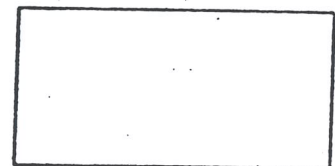
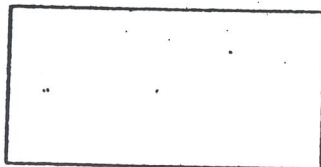
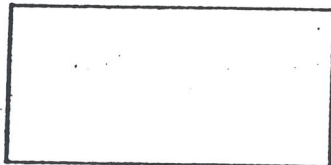
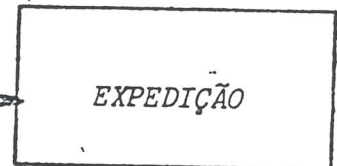
Lingotes de Chumbo  
100 t/mês



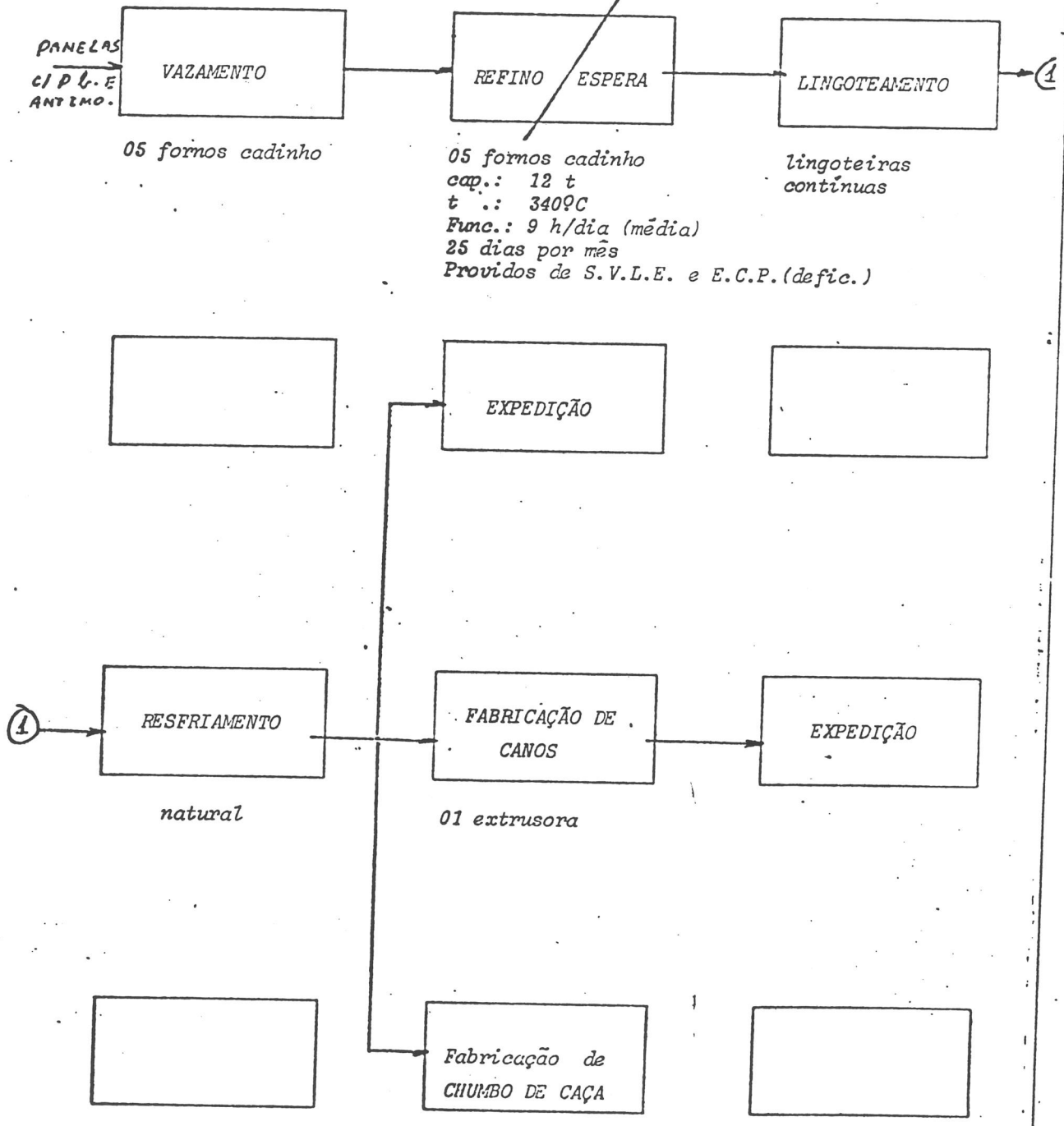
01 forno cadinho  
Cap.: 300 Kg  
t.: 1000°C  
Func.: 02 h/dia  
12 dias por mês  
Desprovido de S.V.L.E. e E.C.P.



01 tanque com água



06 - FLUXOGRAMA SEÇÃO DE BENEFICIADOS <sup>h.p.</sup><sub>c.v.</sub>



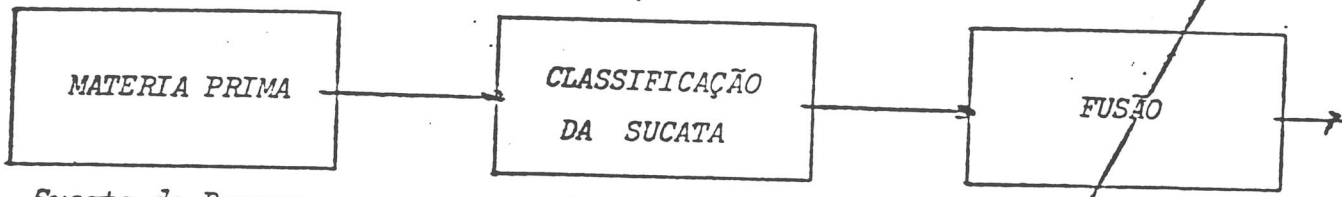
OBS.: Existe somente 01 S.V.L.E. e E.C.P.

(P/A FABRICA TODA)

06 - FLUXOGRAMA

Bronze

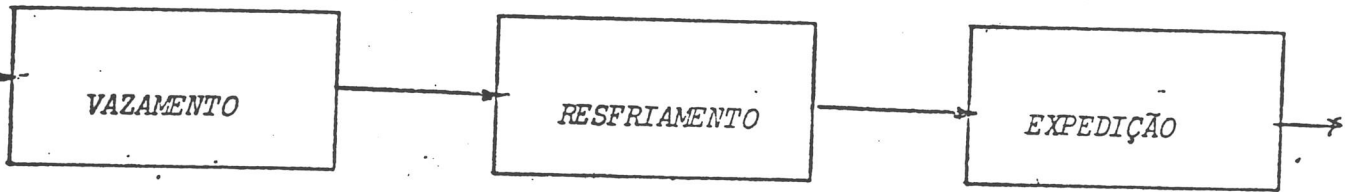
M-P  
C-V



Sucata de Bronze

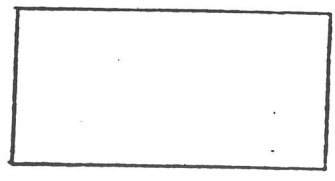
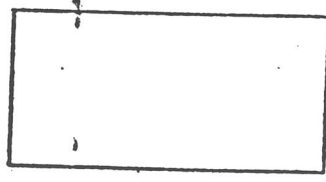
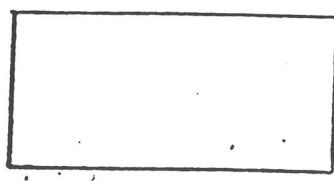
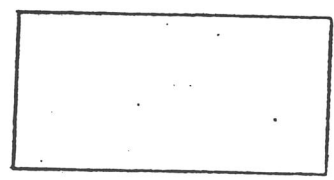
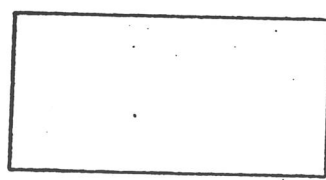
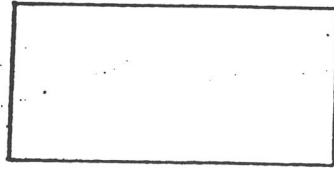
(manual)

5 cadinhos cap. 300Kg  
1 rotativo cap. 1000Kg  
t = 1100°C  
(os mesmos utilizados na fusão de latão)  
desprovido de SVLE e ECF  
Fluxantes (vide rel. abaixo)



(lingoteiras)  
lingoteamento  
contínuo

natural



05 cadinhos  
carvão vegetal 0,25 t/mês

01 rotativo  
Soda = 0,1 t/mês  
Calcáreo 0,1 t/mês  
Ferro 0,18 t/mês

Fluxantes

Estimativa para cada forno

06 - FLUXOGRAMA LATÃO

M.P.  
G.V

MATERIA PRIMA

Suc. de Latão 47 ton/mês

CLASSIFICAÇÃO DA SUCATA

(manual)

FUSÃO

5 cadinhos cap. 300Kg  
1 rotativo cap. 1000Kg  
t = 1100°C  
Os mesmos usados na fusão de Bronze  
Desprovido de SVLE e ECF  
Fluxantes (vide rel.ab.)

VAZAMENTO

Lingoteiras  
Lingoteamento contínuo

LAMINAÇÃO

de perfis

CORTE

1 tesoura giulhotina

EXPEDIÇÃO

Fluxantes

5 cadinhos  
Carvão vegetal 0,15t/mês

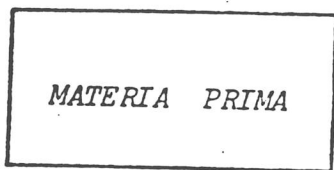
rotativo  
Soda = 50 Kg/mês  
Calc. = 50 Kg/mês  
Ferro = 70 Kg/mês

Estimativa para cada forno

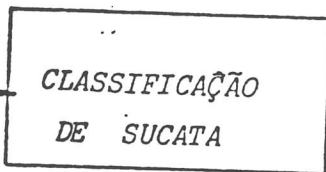
06 - FLUXOGRAMA

ALUMÍNIO

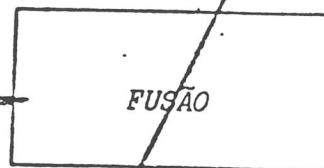
M.P.  
G.V.



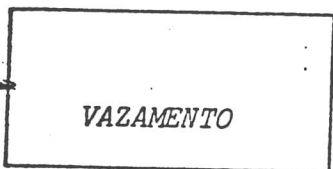
Sucata de Alumínio



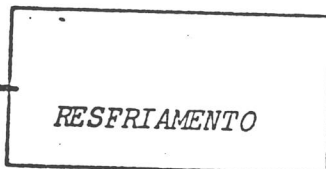
(manual)



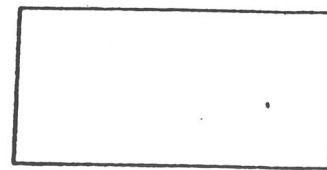
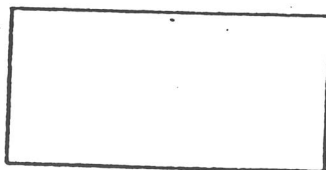
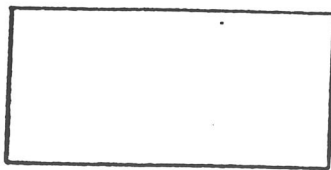
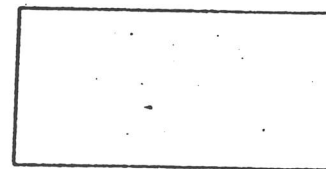
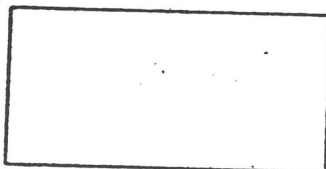
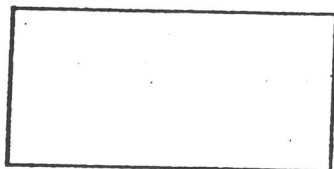
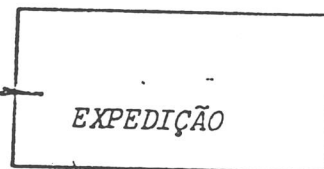
02 rotativos cap. 2,5 t  
t = 800°C  
03 cadinhos cap. 300Kg  
t = 750°C  
Provido de SVLE (defic.  
e desprovido de EEP  
Fluxantes (vide rel. abai



Lingoteiras  
Lingoteamento contínuo



natural



Rel.:

02 rotativos

Kcl 2,5 t/mês

Nacl 2,5 t/mês

Estimativa para cada forno

03 cadinhos

Hexa cloreto 50Kg/mês

OBS.: Existe somente 01 S.V.L.E. e E.C.P.

07-FONTES DE POLUIÇÃO DO AR

FONTE (Nº e especi- ficação)	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO		MATERIAIS UTILIZADOS		MATERIAL PRODUZIDO		VENTILAÇÃO EXAUSTORA (m <sup>3</sup> /min)	EQUIPAMENTO DE CONTROLE (espec.)	TIPO DE EMISSÃO			LANÇAMENTO		OBSER- VAÇÕES							
	HS/DIA	DIAS/ ANO	TIPO	QTDE (t/mês)	TIPO	QTDE (t/mês)			M.P.	GeV	ODOR	A.T	CHAMINÉ (Nº, h, Tipo)		OUTRO (esp.)						
01 (um) rota- tivo Cap. 8,5 t t = 1000PC	13 (média)	300	Coque	10,0				sim (Torre de la- vagem)	sim	sim	não	não	Alvena- ria 30 m	não	Óleo Com- bustível BPF 23t/mês 6,5h/corrida 46 cor./mês						
			suc de																		
			chumbo	350	Chumbo	250															
			Soda	5,8																	
01 (um) rota- tivo Cap. 2,5 t t = 1000PC	15 (média)	300	Vidro	10,0	Chumbo	160		sim (Torre de lavagem)	sim	sim	não	não	Alvena- ria 30 m	não	Óleo Com- bustível BPF 17t/mês 3,5h/corrida 105 cor./mês						
			Calcar	3,7																	
			ferro	18,0																	
			Suc. de																		
01 (um) rota- tivo Cap. 1,0 t t = 1000PC	2 (média)	300	chumbo	225	Chumbo	35		sim (Torre de Lavagem)	sim	sim	não	não	30 m	não	Óleo Com- bustível BPF 1,5t/mã 1 h/corrida 60 cor./mês						
			Soda	4,7																	
			Vidro	5,6																	
			Calc.	3,7																	
02 reverber- ros Cap. 12 t t = 700PC	24	300	Ferro	14,0				sim (Torre de Lavagem)	sim	sim	não	não	30 m	não	Cálculo p/ ca- da forno Óleo Combust- ível BPF 30t/mês 9,8h/corrida 62 cor./mês						
			Coque	9,4																	
			S. de																		
			Chumbo	50	Chumbo	300															
02 reverber- ros Cap. 12 t t = 700PC	24	300	Soda	1,0	Antimo- nio	300		sim (Torre de Lavagem)	sim	sim	não	não	30 m	não	Cálculo p/ ca- da forno Óleo Combust- ível BPF 30t/mês 9,8h/corrida 62 cor./mês						
			Vidro	1,2	chumbo	313															
			Calc.	0,5																	
			Ferro	3,0																	
02 reverber- ros Cap. 12 t t = 700PC	24	300	Coque	2,0	PI FORNO			sim (Torre de Lavagem)	sim	sim	não	não	30 m	não	Cálculo p/ ca- da forno Óleo Combust- ível BPF 30t/mês 9,8h/corrida 62 cor./mês						
			Antimoni- to de	375																	
			Chumbo	375																	
			Suc. de chumbo	375																	

07-FONTES DE POLUIÇÃO DO AR

FONTE (Nº e especi- ficação)	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO		MATERIAIS UTILIZADOS		MATERIAL PRODUZIDO		VENTILAÇÃO EXAUSTORA (m <sup>3</sup> /min)	EQUIPAMENTO DE CONTROLE (espec.)	TIPO DE EMISSÃO			LANÇAMENTO		OBSER- VAÇÕES	
	HS/DIA	DIAS/ ANO	TIPO	QTDE	TIPO	QTDE			M.P.	GeV	ODOR	A. T	CHAMINÉ (Nº, h Tipo)		OUTRO (esp.)
01 (um) Cubi- lot. pint. = 1,0m h carg = 3,4m t = 10000C	24	300	Antimo- niato Ferro Calcar.	400 50 50 t/mês	Antimoniato de Chum- bo	275 t/mês	sim	sim (Torre de lavagem)	sim	sim	não	não	Alvena- ria 30 m	-	Combustível Coque 188t/mês
05 cadinhos (refino) cap. 12 t t = 340C	95 (média)	300	Chumbo e Antimo- nio	335 t/mês	Chumbo	300 t/mês	sim	sim (Torre de lavagem)	sim	sim	não	não	Alvena- ria 30 m		Dados p/oa da forno Óleo Combust- ível BPF 5,6t/mês
01 rotativo cap. 1,0t t = 11000C	68 (média)	300	suc. de bronze suc. de latão soda Calc ferro	6,5 4,5 0,15 0,15 0,25 t/mês	Bronze Latão	5,2 3,6 t/mês	não	não	sim	sim	não	não	Alvena- ria 30 m		6 h/corrida 36 cor./mês Óleo Combust- ível BPF 4,5t/mês 12 h/corrida 11 cor./mês
05 cadinhos cap. 0,3 t t = 11000C	68 (média)	300	suc. de bronze suc. de latão carvão veget.	11,5 8,5 0,4 t/mês	Bronze Latão	10 7,4 t/mês	não	não	sim	sim	não	não	Alvena- ria 30 m		Dados p/oa da forno Óleo Combust- ível BPF 4,5t/mês 2 h/corrida 68 cor./mês

07-FONTES DE POLUIÇÃO DO AR

FONTE (Nº e especificação)	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO		MATERIAIS UTILIZADOS		MATERIAL PRODUZIDO		VENTILAÇÃO EXAUSTORA (m³/min)	EQUIPAMENTO DE CONTROLE (espec.)	TIPO DE EMISSÃO				LANÇAMENTO		OBSERVAÇÕES
	HS/DIA	DIAS/ANO	TIPO	QTDE	TIPO	QTDE			M.P.	GeV	ODOR	A.T	CHAMINÉ (Nº, h, Tipo)	OUTRO (esp.)	
02 rotativos cap. 2,5 t t = 800°C	10	300	suc. de alumínio	100	Alumínio	85 t/mês	sim	não	sim	não	não	sim	aço h= 10m		Calculo p/ cada forno Óleo Combustível 6,3 t/mês 4,7 h/corrida 51 cor./mês
			Kcl	2,5											
03 cadinhos cap. 0,3t t = 750°C	8	300	NaCl	2,5	Alumínio 11 t/mês	sim	não	não	sim	não	não	sim	aço h= 10m		Calculo p/ cada forno Óleo Combustível 2,3 t/mês 1 h/corrida 208 corr./mês
				(T/mês) ESTIMATIVA PARA CADA FORNO											
01 cadinho cap. 300 Kg t = 1000°C	12	150	suc. de alumínio	12,5	Chumbo de 100t/mescaça	100t/mês	não	não	sim	-	-	sim	aço 55m.		Óleo Combustível BPF 1,5 t/mês 1 h/ corrida 333 cor./mês
			Hexaóxido de enxofre	50 kg/mês											

07-FONTES DE POLUIÇÃO DO AR

FONTE (Nº e especi- ficação)	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO		MATERIAIS UTILIZADOS		MATERIAL PRODUZIDO		EQUIPAMENTO DE CONTROLE (espec.)	TIPO DE EMISSÃO			LANÇAMENTO		OBSER- VAÇÕES
	HS/DIA	DIAS/ ANO	TIPO	QTDE	TIPO	QTDE		M. P.	GeV	ODOR	A. T	CHAMINÉ (Nº, h, Tipo)	
02 rotativos cap. 2,5 t t = 800°C	10	300	suc. de Alumínio KCl NaCl	100 25 2,5 (T/m <sup>2</sup> ) ESTE MATEVA PARA CADA FORNO	Alumínio	85 t/m <sup>2</sup>	não	sim	sim	não	não	aço h= 10m	Calculo p/ cada forno Óleo Combustível 6,3 t/mês 4,7 h/corrida 51 cor./mês
03 cadinhos cap. 0,3t t = 750°C	8 (média)	300	suc. de Alumínio Hexaclo- retano	12,5 50 kg/m <sup>2</sup> (T/m <sup>2</sup> ) ESTE MATEVA PARA CADA FORNO	Alumínio	11 t/m <sup>2</sup>	não	sim	sim	não	não	aço h= 10m	Calculo p/ cada forno Óleo Combustível 2,3 t/mês 1 h/corrida 208 corr./mês
01 cadinho cap. 300 Kg t = 1000°C	12 (média)	150	Lingotes de Chumbo	100t/m <sup>2</sup>	Chumbo de 100t/m <sup>2</sup> cabeça		não	não	sim	-	-	sim aço 55 m.	Óleo Combustível BPF 1,5 t/mês 1 h/ corrida 333 cor./mês

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BERLIN, A. & SCHALLER, K.H. European Standardized Method for the determination of  $\delta$ -aminolevulinic acid dehydratase activity in blood. Z. Klin. Chem. Klin. Biochemistry, 12: 389 - 390, 1974.
- 2 BERLIN, A.; SCHALLER, K.H.; SMEETS, J. Standardization of ALA-D - activity determinations at the european level, intercalibration and applications. Internacional Symposium, Luxembourg, 2: 1087 -1100, 1975.
- 3 BODLAENDER, P.; ULMER, D.D.; VALLEE, B.L. Automated determination of  $\delta$ -aminolevulinic acid dehydratase activity in human erythrocytes. Analytical Biochemistry, N.Y., 58: 500 - 510, 1974.
- 4 CHISOLM Jr., J.J.; MELLITS, E.D.; BARRET, M. Interrelationships among blood lead concentration quantitative daily ALA-U and urinary lead output following calcium EDTA. In NORBERG, J.F. - Effects and doses - response relationships of toxic metals. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 1976. p.416 - 433.
- 5 CHOLAK, J. & BAMBACK, K. Measurement of industrial lead exposure by analysis of blood and excreta of workmen. J. Ind. Hygiene, 27: 47 - 54, 1943.
- 6 CHOW, J.J. & EARL, J.L. Lead aerosols in the atmosphere: increasing concentration. Science, Washington, D.C., 169: 577 - 580, 1970.

- 7 EUROPEAN COMMUNITY DRAFT DIRECTIVES REGARDING the ENVIRONMENTAL HEALTH ASPECTS of LEAD. Int. Arch. Occup. Environ. Health, Berlin, 35: 189 - 192, 1975.
- 8 GOLDWATER, L.T. & HOOVER, A.W. An International study of "normal" levels of lead in blood and urine. Arch. Environmental Health, Chicago, 15: 60 - 63, 1967.
- 9 HAEGER-ARONSEN, B.; SCHUTZ, A.; ABDULLA, M. Antagonistic effect in vivo of zinc on inhibition of  $\delta$ -aminolevulinic acid dehydratase by lead. Arch. Environ Health, Chicago, 31: 215 - 220, 1976.
- 10 HECKER, L.H.; ALLEN, H.E.; DINMAN, B.D.; NEEL, J.U. Heavy metal levels in acculturated and unacculturated populations. Arch. Environmental Health, Chicago, 29: 181 - 185, 1974.
- 11 HERNBERG, S. & NIKKANEN, J. Enzyme inhibition by lead under normal urban conditions. The Lancet, London, 1: 63 - 64, 1970.
- 12 HORIUCHI, K. Lead in the environmental and its effect on man Japan. Osaka City Medical Journal, Osaka, 16 (1): 1 - 28, 1970.
- 13 KEHOE, R.A. The Harben Lectures, 1960: The metabolism of lead in man in health and disease J. ROY. INST. PUBLIC. HYG., London, 24: 177 - 203, 1961.
- 14 KUBOTA, J., LAZAR, U.A.; LOSEE, F.; Copper, zinc, cadmium and lead in human blood from 19 locations in the United States. Arch. Environmental Health, Chicago, 16: 788 - 793, 1968.
- 15 Mc LAUGHLIN, M.; LINCH, A.L.; SNEE, R.D. Longitudinal studies of lead levels in a US population Arch. Environmental Health, Chicago, 27: 305 - 311, 1973.

- 16 MEREDITH, P.A.; MOORE, M.R.; GOLDBERG, A. *The effects of aluminium, lead and zinc on  $\delta$ -aminolevulinic acid dehydratase.* Biochem. Soc. Trans., London, 2: 1243 - 1245, 1974.
- 17 MITCHELL, D.G.; RYAN, F.J.; ALDOUS, K.M. *The precise determination of lead in whole blood by solvent extraction - atomic - spectrometry.* Atomic Absorption Newsletter, Norwalk Conn., 11 (6): 120 - 121, 1972.
- 18 MOORE, M.R.; BEATTIE, A.D.; THOMPSON, G.G.; GOLDBERG, A. *Depression of  $\delta$ -aminolevulinic acid dehydratase activity by ethanol in man and rat.* Clinical Science, London, 40: 81 - 88, 1971.
- 19 MOUW, D.; KALITIS, K.; ANVER, M.; SCHWARTZ, J.; CONSTAN, A.; - HARTUNG, R.; COHEN, B.; RINGLER, D. *Lead.* Arch: Environmental - Health, Chicago, 30: 276 - 280, 1975.
- 20 NATIONAL ACADEMY of SCIENCES. *Committee on Biologic Effects of Atmospheric Pollutants.* Lead. Washington, D.C., 1972.
- 21 NORDMAN, C.H.; HERNBERG, S.; NIKKANEN, J.; RYHANEN, A. *Blood - lead levels and erythrocyte  $\delta$ -aminolevulinic living around a secondary lead smelter.* Work Environmental Health, Finland, 10: 19 - 25, 1973.
- 22 NYGAARD, S.P.; OTTONSEN, J.; HANSEN, J.C. *Whole-blood lead concentration in Danes: relation to age and environment.* Danish Medical Bulletin, Copenhagen, 24 (2): 49 - 51, 1977.
- 23 OFICINA REGIONAL DE LA OMS PARA EUROPA Y DEL GOBIERNO DEL REINO UNIDO. *Londres, 26 - 30/9/1977, Cronicas da O.M.S. : 45 - 46, 1978.*

- 24 PASKINS - HURBURT, A.J.; TANAKA, Y.; SKORYNA, S.C.; MOORE Jr., W.; STARA, J.F. The binding of lead by a pectic polyelectrolyte. Environmental Research, New York, 14: 128 - 140, 1977.
- 25 POKLIS, A. & FREIMUTH, H.C. Lead distribution in soft tissues of Baltimore residents, 1973. Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology, New York, 15 (3): 311 - 315, 1976.
- 26 PRESCOT, J.H. U.S. oil refiners gird for lead - in - gasoline cuts. Chemical Engineering, New York, 84 (3): 66 - 70, 1977.
- 27 ROELS, H.A.; LAUWERYS, R.R.; BUCHET, J.P.; VRELUST, M. Response of free erythrocyte porphyrin and urinary  $\delta$ -aminolevulinic acid in men and women moderately exposed to lead. Inst. Arch. Arbeismed, Berlin, 34: 97 - 108, 1975.
- 28 SCHMITT, N.; BROWN, G.; DEVLIN, E.L.; LARSEN, A.A.; McCAUSLAND, E.D.; SAVILLE, J.M. Lead poisoning in horses. Arch Environmental Health, Chicago, 23: 185 - 195, 1971.
- 29 SCHROEDER, H.A. & TIPTON, I.H. The human body burden of lead. Arch Environmental Health, Chicago, 17: 965 - 978, 1968.
- 30 SECCHI, G.C.; ALESSIO, L; CAMBIAGHI, G. Ricerche sull'attività ALA-deidrasica eritrocitaria di soggetti non esposti a contatto professionale con piombo ed abitanti in zone rurali ed urbane. Medicina del Lavoro, Milano, 62 (10): 435 - 450, 1971.
- 31 SECCHI, G.C.; ERBA, L.; CAMBIAGHI, G. Delta - aminolevulinic acid dehydratase activity of erythrocytes and liver tissue in man. Arch Environmental Health, Chicago 28: 130 - 132, 1974.

- 24 PASKINS - HURBURT, A.J.; TANAKA, Y.; SKORYNA, S.C.; MOORE Jr., W.; STARA, J.F. The binding of lead by a pectic polyelectrolyte. Environmental Research, New York, 14: 128 - 140, 1977.
- 25 POKLIS, A. & FREIMUTH, H.C. Lead distribution in soft tissues of Baltimore residents, 1973. Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology, New York, 15 (3): 311 - 315, 1976.
- 26 PRESCOT, J.H. U.S. oil refiners gird for lead - in - gasoline cuts. Chemical Engineering, New York, 84 (3): 66 - 70, 1977.
- 27 ROELS, H.A.; LAUWERYS, R.R.; BUCHET, J.P.; VRELUST, M. Response of free erythrocyte porphyrin and urinary  $\delta$ -aminolevulinic acid in men and women moderately exposed to lead. Inst. Arch. Arbeitsmed, Berlin, 34: 97 - 108, 1975.
- 28 SCHMITT, N.; BROWN, G.; DEVLIN, E.L.; LARSEN, A.A.; McCAUSLAND, E.D.; SAVILLE, J.M. Lead poisoning in horses. Arch Environmental Health, Chicago, 23: 185 - 195, 1971.
- 29 SCHROEDER, H.A. & TIPTON, I.H. The human body burden of lead. Arch Environmental Health, Chicago, 17: 965 - 978, 1968.
- 30 SECCHI, G.C.; ALESSIO, L.; CAMBIAGHI, G. Ricerche sull'attività ALA-deidrasica eritrocitaria di soggetti non esposti a contatto professionale con piombo ed abitanti in zone rurali ed urbane. Medicina del Lavoro, Milano, 62 (10): 435 - 450, 1971.
- 31 SECCHI, G.C.; ERBA, L.; CAMBIAGHI, G. Delta - aminolevulinic acid dehydratase activity of erythrocytes and liver tissue in man. Arch Environmental Health, Chicago 28: 130 - 132, 1974.