

ESTUDO SOBRE O ESTADO NUTRICIONAL EM RELAÇÃO AO ZINCO NA AMAZÔNIA.

I. Níveis de Zinco no Sêro e Ingestão de Zinco em Operários de Manaus, 1978 (*)

Roger Shrimpton (**)
Thelma S. França (**)
Yolanda R. Rocha (**)
Michael H. N. Golden (***)

SUMÁRIO

O objetivo deste estudo foi verificar se a baixa ingestão de zinco relatada para a população da área urbana da cidade de Manaus, no Estado do Amazonas, está associada com níveis baixos de zinco sérico. O estudo foi realizado com trabalhadores percebendo salários baixos, em quatro fábricas de Manaus. Duas destas fábricas forneciam alimentação e assistência médica. A média e a mediana da ingestão de zinco dietético, foi 54.7% e 49.3% respectivamente das recomendações diárias americanas. A ingestão de zinco foi mais alta nos trabalhadores nascidos em Manaus, que possuíam um melhor nível de escolaridade e que tinham renda familiar mais alta, mas essas diferenças foram evidentes unicamente nas fábricas que não forneciam refeição. A ingestão de zinco diminui com a idade em ambos os sexos, sendo mais alto nos homens do que nas mulheres em todos os grupos por idade. Essa tendência foi observada em todas as fábricas. Não houve diferença significativa do nível de zinco sérico entre homens e mulheres. Porém o valor de zinco no soro tende a declinar também com a idade em ambos os sexos. A média do nível de zinco sérico de trabalhadores com renda familiar baixa e média foi significativamente mais baixa do que trabalhadores com renda fa-

miliar alta ($P < .001$, $P < .05$). 34% de todos os trabalhadores com renda familiar baixa, 26% com renda familiar média e 17% com renda familiar alta, tinham níveis de zinco sérico deficientes ($< 11.5 \mu\text{mol/l}$). A concentração de zinco no soro foi relacionada com ingestão de zinco do sexo masculino ($r = 0.26$ $p < .02$) mas não em operários do sexo feminino ($r = 0.11$ $p < .1$). A ingestão de zinco em trabalhadores de ambos os sexos com nível de zinco sérico deficiente foi significativamente mais baixa do que aqueles com nível de zinco sérico normal. A ingestão de zinco nos homens foi mais alta do que nas mulheres para todos os níveis de zinco sérico.

INTRODUÇÃO

Desde o I Seminário sobre Metabolismo de Zinco (Prasad, 1966), a importância do zinco na nutrição humana tornou-se mais evidente (Halsted, et al., 1974; Chesters, 1978; Golden & Golden, 1981), mas ainda não se tem um só critério bioquímico que seja considerado suficientemente bom para diagnosticar o estado nutricional por zin-

(*) Parte da Tese do primeiro autor aprovada para Doutorado de Filosofia da Universidade de Londres em 1980.

(**) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA.

(***) TMRU

University of the West Indies, Mona, Kingston, Jamaica.

co no homem (World Health Organization, 1973; Solomons & Shrimpton, 1982). Estudos em animais revelaram que o nível de zinco no soro é casualmente relacionado ao nível da sua ingestão (Kirchgessner, *et al.*, 1975), mas a importância do nível de zinco no soro ou plasma, como indicador do nível de zinco humano, tem sido muito questionado (Halsted *et al.*, 1968; Solomons, 1979).

Estudos do nível de zinco humano apresentam controvérsias segundo sexo, idade, posição geográfica e várias condições patológicas (Davies *et al.*, 1968; Halsted & Smith, 1970; Lindeman, *et al.*, 1971; Chooi, *et al.*, 1976; Bjorksten, *et al.*, 1978). Já que nenhum desses estudos avaliou a ingestão de zinco do grupo em estudo, a causa e a significância dessas diferenças permanece um problema de conjectura.

Pouca ou nenhuma literatura é disponível acerca da ingestão de zinco ou nível de zinco sérico em populações de países tropicais. Recentes estudos indicam o zinco como o mais deficiente dentre dez nutrientes avaliados nas dietas de 1.200 famílias urbanas do Amazonas (Shrimpton, 1980). O objetivo dessa pesquisa foi verificar se a baixa ingestão de zinco nas dietas, relatada para o Amazonas, está associada com baixos níveis de zinco no soro.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em quatro fábricas de Manaus, capital do Estado do Amazonas. Duas fábricas pertenciam a multinacionais e tinham sido recém-instaladas no Distrito Industrial. Classificamos como A e B. As outras duas, fundadas há bastante tempo, localizadas em bairros periféricos de Manaus, classificamos como C e D. As duas primeiras forneciam refeições e assistência médica aos seus empregados, mas as duas últimas não.

Foram selecionados ao acaso 382 operários, entrevistados quanto ao nível sócio-econômico e ingestão alimentar nas últimas vinte e quatro horas. O único critério para a seleção dos operários incluídos neste estudo, foi ter salário individual menor do que dois salários mínimos. Baseado na renda familiar **per capita**, cada operário foi classificado em; baixa renda (<2 salários mínimos **per capita**), renda média (>2 <5 salários mínimos **per capita**) e alta renda (>5 salários mínimos **per capita**). A ingestão de zinco foi calculada usando a ingestão nas 24 horas anteriores, com ajuda de uma calculadora programada (Dorea, *et al.* 1980).

Foram coletadas amostras de sangue intravenoso, com seringas descartáveis, sem contaminação de zinco. O sangue foi transferido lentamente para um tubo de vidro

de centrífuga e fechado com parafilme, deixando por um espaço de 2 a 3 horas para a devida coagulação. Em seguida, centrifugados a 2000 rpm durante 15 minutos usando amostras de soro não hemolizadas, foi o soro separado com pipetas de pasteur, depositado em tubos de polietileno, bem fechados e congelados para posterior análise. Toda a vidraria usada foi cuidadosamente lavada em banho de ácido e água deionizada, para evitar contaminação de zinco. O método usado para determinação de zinco no soro foi aquele descrito por Giroux (1975). As determinações foram feitas usando o espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer 403, seguindo as recomendações do fabricante (Perkin Elmer, 1976).

O padrão de zinco foi preparado usando a solução estoque de 1000 ppm "Titrosol" da Merk, para padrões de absorção atômica. Repetiram-se sete exames da mesma amostra do soro, obtendo-se um coeficiente de variação de 1,4%. Adicionando-se zinco, em seis amostras do mesmo soro, recuperou-se uma média de 95,6%. Para duplicatas com diferenças maiores do que 15%, a cifra mais baixa foi tomada e o restante foi tirado como média. Valores maiores do que 20.5 $\mu\text{mol/l}$ foram considerados como contaminação e automaticamente desprezados. Para testar a metodologia quantitativa do zinco, foi analisada uma

amostra de fígado de boi, da National Bureau of Standards, usando a técnica de digestão seca. Foram feitas nove réplicas dessa amostra e obtivemos a média \pm D.P. de $122.5 \pm 4.3 \mu\text{g/g}$ contra o valor do N.B.S. de $130 \pm 10.0 \mu\text{g/g}$, ou seja, subestimativa de 5.9%.

Halsted, *et. al.*, (1974) observaram que métodos aperfeiçoados de análises, desde 1965, junto com o conhecimento dos problemas de contaminação, realizaram notável concordância sobre o nível normal de zinco no soro e plasma. Com o propósito de estabelecer os limites de normalidades neste estudo, $13.8 \pm 3.8 \mu\text{mol/l}$ consideramos como sendo representativo das médias (\pm D.P.) do zinco no plasma relatado pelos autores desde 1965 que tomaram precauções contra a contaminação de zinco. Considerando ser o nível de zinco sérico 16% mais alto do que nível de zinco no plasma (Foley, *et al.*, 1968), a média do valor normal de zinco no soro (\pm D.P.) será $16.00 \pm 2.25 \mu\text{mol/l}$. O limite mínimo de normalidade considerado para zinco no soro era 11.5 $\mu\text{mol/l}$, não sendo tão baixo quanto ao proposto por alguns autores mas consideravelmente menor do que o proposto pela Organização Mundial de Saúde (World Health Organization, 1973).

Os resultados obtidos para zinco no soro e para ingestão de zin-

co foram analisados usando métodos de análise de variabilidade padronizados (Armitage, 1971). A significação das diferenças nos valores médios por diferentes agrupamentos, tal como idade, sexo e ingestão, foram avaliados usando o teste "t". A interrelação foi calculada usando a regressão linear e calculado o coeficiente de correlação.

RESULTADOS

Em todas as fábricas estudadas a maioria dos operários eram mulheres, entre vinte e quarenta anos de idade, nascidos ou residentes em Manaus por mais de um ano (Tabela I). A maioria dos não nascidos em Manaus era proveniente do interior do Estado do Amazonas. Os demais operários provenientes de outros Estados não somavam 20% da força de trabalho em nenhuma das fábricas estudadas.

Nas fábricas multinacionais o grau de instrução dos operários era principalmente o segundo grau, vindo de famílias com renda familiar média e alta. Nas fábricas de indústria local, a maioria dos operários era de semi-alfabetizados ou com 1.º grau sendo muito comum a renda familiar baixa. A maior parte dos operários das multinacionais tinha água encanada em suas casas e sanitário próprio. Dos operários das fábricas

de indústria local, a maioria não tinha sanitário próprio em suas casas.

Foi feito inquérito alimentar das últimas vinte e quatro horas de 381 dos 382 operários incluídos neste estudo. A freqüência percentual de vários alimentos consumidos pelos operários nas últimas vinte e quatro horas, agrupados por grupos de alimentos, são apresentados na Tabela 2. Nenhuma tentativa foi feita para qualificar alimentos, como açúcar, sal, gorduras e óleos, os quais contribuem pouco na dieta com zinco. O arroz foi o cereal mais freqüentemente ingerido em todas as fábricas. O feijão foi consumido com mais freqüência pelos operários das fábricas que forneciam refeição, do que das outras. Nem legumes ou frutas foram freqüentemente consumidos pelos operários. As carnes mais freqüentes foram as provenientes das refeições fornecidas pela fábrica do dia anterior. Na fábrica B, consumiram carne e fígado naquele espaço de tempo; nas fábricas A, C e D metade dos operários tinham consumido peixe e um terceiro grupo ingeriu carne nas vinte e quatro horas anteriores. Fígado não era muito comum. O leite foi consumido com muita freqüência por trabalhadores das fábricas que forneciam refeições, quase que exclusivamente leite em pó.

A média e mediana da ingestão de zinco diária dos trabalhadores

de todas as fábricas foi 8.2 mg e 7.4 mg com o desvio padrão de 3.9 mg (Tabela 3). A média foi 54.7% e a mediana 49.3% das recomendações Americanas diárias, de 15 mg/dia para um adulto.

A ingestão de zinco na fábrica B foi mais alta que nas demais fábricas ($p < 0.001$). A ingestão de zinco na fábrica A não foi significativamente diferente da fábrica C. Na fábrica D a ingestão de zinco

TABELA 1 — Distribuição percentual por alguns fatores sócio-econômicos e características demográficas de operários de baixa renda de Manaus, 1978.

Características	Fábricas				
	A	B	C	D	TODAS
SEXO:					
Masculino	13.5	27.6	39.4	34.3	31.7
Feminino	86.5	72.4	60.5	65.7	68.2
IDADE:					
20 anos	20.2	17.2	20.2	5)3	12.9
20 — 39 anos	78.8	82.8	51.5	61.6	64.6
40 anos	1.9	0	28.3	33.1	22.6
LUGAR DE ORIGEM:					
Manaus	50.0	44.8	40.4	35.5	40.2
Interior do Estado do Amazonas	30.8	43.1	43.4	53.5	46.2
Outros Estados brasileiros	19.2	12.0	16.2	11.0	13.6
PERMANÊNCIA EM MANAUS:					
< 1 ano	5.8	3.4	1.0	2.9	2.9
> 1 ano	94.2	96.6	99.0	97.1	97.1
RENDA FAMILIAR PER CAPITA:					
Baixa	0	5.2	17.3	40.7	23.6
Média	30.8	50.0	48.0	40.1	42.5
Alta	69.2	44.8	34.7	19.2	33.8
CONDIÇÕES HIGIÊNICAS:					
Com água encanada	98.1	94.8	70.7	73.2	79.2
Água em tanque asséptico e outros	76.9	60.3	32.3	18.0	32.2
GRAU DE INSTRUÇÃO:					
Sem primário completo	0	0	21.2	44.2	25.4
Primário completo	51.9	15.5	57.6	52.3	48.0
Secundário completo	48.1	84.4	21.2	3.4	26.5

TABELA 2 — Frequência percentual de alimentos consumidos nas últimas vinte e quatro horas, de operários de baixa renda em Manaus.

Alimentos por grupo	Alimentos	Fábricas			
		A	B	C	D
Cereais e derivados	Arroz	88.4	100.0	83.1	85.8
	Pão	67.3	81.0	75.5	68.6
	Macarrão	57.7	87.9	31.9	35.3
	Bolacha d'água	17.3	0	17.4	6.0
Feijões e amendoas	Feijão do sul	63.4	63.7	46.5	49.5
	Castanha-do-Brasil	0	0	0.5	0
Raízes e tubérculos	Batata inglesa	21.1	10.3	5.2	5.0
	Mandioca	61.5	80.9	98.8	90.8
	Batata doce	0	1.7	1.1	4.0
Açúcar e doces	Goiabada	0	0	1.1	1.0
Vegetais	Tomate	25.0	10.3	5.2	5.0
	Jerimum	23.0	3.4	9.8	15.1
	Feijão de corda	26.9	3.4	5.2	5.0
	Repolho	26.9	0	3.4	0
	Maxixe	0	0	4.0	1.0
	Quiabo	0	0	3.4	2.0
Frutas	Laranja	7.6	0	4.0	3.0
	Banana maçã	38.4	8.6	22.6	24.2
	Banana prata	19.2	0	17.4	10.1
	Pupunha	0	0	2.3	0
	Abacaxi	0	5.1	0.5	0
Carnes	Bife assado	3.8	0	5.2	4.0
	Bife	44.2	84.4	29.0	38.3
	Porco	0	0	2.3	0
	Fígado	5.7	44.7	1.5	8.0
	Galinha	28.8	3.4	17.4	8.0
	Bife em conserva	0	0	8.7	3.0
	Salsicha	0	0	0.5	0
Peixes		55.7	6.8	43.0	49.8
Ovos		13.4	0	18.0	14.1
Leites	Leite fresco	1.9	1.7	0	0
	Leite em pó	59.6	81.0	31.9	69.7
	Leite condensado	0	0	0.5	0
Óleos e gorduras	Manteiga	69.7	73.7	63.4	72.4
Outros	Neston	0.5	0	1.9	0
	Nescau	0.5	0	0	0

TABELA 3 — Ingestão de zinco nas últimas vinte e quatro horas em operários de baixa renda em Manaus.

Fábricas	Ingestão de zinco (µg)				
	N.º	Média	Mediana	Desvio padrão.	significativa ² Diferença ¹
A	52	8.3	8.3	3.2	B
B	58	11.6	11.0	4.5	A.C.D
C	99	9.0	7.1	3.6	B.D
D	172	6.9	6.2	2.9	B.C
TODAS	381	8.2	7.4	3.9	—

foi mais baixa do que nas outras ($p < 0.01$). Setenta e seis por cento dos trabalhadores não tinham consumido 70% ou mais das recomendações diárias Americanas.

A influência de origem, grau de instrução ou nível econômico dos trabalhadores sobre suas ingestões de zinco, é apresentada na Tabela 4. Os trabalhadores nascidos no interior do Amazonas consumiam menos zinco por dia do que os nascidos em Manaus ($p < .05$). Aqueles que não tinham o curso primário completo, tinham ingestão de zinco significativamente mais baixa do que os com primário ou secundário completo ($p < .001$). A ingestão de zinco de trabalhadores com renda familiar baixa foi significativamente mais baixa do que a dos demais com renda familiar alta ($p < .01$). Todas essas diferenças foram mais evidentes nas indústrias locais, onde não se oferecem refeições, do que nas multinacionais que forneciam refeição própria.

A média de ingestão de zinco dos trabalhadores do sexo masculino foi mais alta do que no sexo feminino ($p < .001$). Os homens ingeriram mais zinco do que as mulheres em todas as fábricas, mas significativamente só nas fábricas B e C. A ingestão de zinco diminui com a idade em ambos os sexos. Em todos os grupos de idade considerados, a ingestão de zinco do sexo masculino foi mais alta do que no sexo feminino, sendo a diferença significativa entre 20-29 anos por grupo de idade ($p < .001$) e 40-49 anos ($p < .02$), (Figura 1). A tendência geral da ingestão de zinco decrescendo com a idade foi observada em ambos os sexos em todas as fábricas (Tabela 1).

A determinação de zinco no soro foi realizada em 335 dos 382 trabalhadores das fábricas investigadas. A média global do nível de zinco no soro (\pm D.P.) foi $13.07 \pm 2.4 \mu\text{mol/l}$ (Tabela 6). Havia 18 mulheres que admitiam estarem grávidas. O zinco no soro

TABELA 4 — Ingestão de zinco (mg) nas últimas vinte e quatro horas, em operários de Manaus com relação a lugar de origem, escolaridade e nível sócio-econômico.

Características sócio-econômico dos operários		Fábricas sem refeição				Fábricas com refeição				Todas as fábricas	
		A		B		C		D			
		n	$\bar{x} \pm D.P.$	n	$\bar{x} \pm D.P.$	n	$\bar{x} \pm D.P.$	n	$\bar{x} \pm D.P.$		
Lugar de origem	Manaus	26	7.9 \pm 3.8	26	11.4 \pm 5.1	36	9.4 \pm 4.7	61	7.2 \pm 3.1	152	8.6 \pm 4.3
	Interior do Amazonas	15	8.2 \pm 3.0	25	11.8 \pm 4.8	48	7.3 \pm 3.1	92	6.7 \pm 2.8	176	7.7 \pm 3.6
	Outros Estados	10	9.4 \pm 1.3	7	11.3 \pm 3.7	16	7.8 \pm 4.1	19	7.0 \pm 3.3	52	8.3 \pm 3.6
Grau de instrução	sem 1.º grau	0	—	0	—	21	6.5 \pm 2.9+	76	6.7 \pm 2.8	97	6.7 \pm 2.8+
	com 1.º grau	27	8.3 \pm 3.7	9	12.8 \pm 6.9	57	8.7 \pm 4.5+	90	7.3 \pm 3.1	183	8.1 \pm 4.4+
	com 2.º grau	25	8.2 \pm 2.7	49	11.4 \pm 4.3	21	8.7 \pm 3.2	6	5.9 \pm 2.3	101	9.7 \pm 4.1
Renda familiar	Baixa	0	—	3	15.0 —	17	5.3 \pm 2.6+	70	6.7 \pm 2.9	90	6.7 \pm 3.4+
	Média	16	8.8 \pm 3.3	29	11.5 \pm 5.3	47	8.6 \pm 4.3+	69	6.9 \pm 2.9	161	8.4 \pm 4.2+
	Alta	36	8.0 \pm 3.2	26	11.3 \pm 3.7	34	9.2 \pm 3.6	33	7.1 \pm 3.2	129	8.8 \pm 3.7

+ Diferença significativa entre as médias adjacentes na mesma coluna vertical.

TABELA 5 — Ingestão de zinco (mg) nas últimas vinte e quatro horas em operários de baixa renda em quatro fábricas em Manaus, por idade e sexo.

Operários	Idades	Fábricas com alimentação				Fábricas sem alimentação				Todas as fábricas	
		A		B		C		D			
		n	$\bar{x} \pm D.P.$	n	$\bar{x} \pm D.P.$	n	$\bar{x} \pm D.P.$	n	$\bar{x} \pm D.P.$	n	$\bar{x} \pm D.P.$
Homens	> 10	7	8.6 ± 2.2	16	14.1 ± 5.0++	39	10.1 ± 4.5+	59	7.3 ± 3.0	121	9.2 ± 3.6*
	10 — 19	1	10.0 ± —	3	19.7 ± —	11	10.5 ± 5.2	6	6.9 ± 1.3	21	10.8 ± 5.7
	20 — 29	6	8.3 ± 2.3	13	12.8 ± 4.1	10	11.8 ± 5.3	16	8.4 ± 3.4	45	10.4 ± 4.4+
	30 — 39	0	—	0	—	3	8.3 —	12	6.6 ± 2.9	15	7.0 ± 2.8
	40 — 49	0	—	0	—	5	8.4 ± 3.1	10	8.9 ± 3.2	15	8.7 ± 3.1++
	50 +	0	—	0	—	10	9.3 ± 4.0	15	5.9 ± 2.2	25	7.3 ± 3.4
Mulheres	> 10	45	8.2 ± 3.4	42	10.6 ± 4.4++	60	7.0 ± 3.1	113	6.7 ± 2.9	260	7.7 ± 3.6*
	10 — 19	9	8.8 ± 4.3	7	11.4 ± 5.0	9	8.1 ± 2.7	2	10.5 ± —	28	9.4 ± 3.9
	20 — 29	29	8.1 ± 3.4	34	10.6 ± 4.4	22	7.9 ± 3.3	35	7.1 ± 3.0	120	8.5 ± 3.8+
	30 — 39	6	8.1 ± 2.2	1	8.0 —	16	6.5 ± 3.2	43	6.2 ± 2.6	66	6.5 ± 2.7
	40 — 49	1	7.4 —	0	—	11	5.2 ± 2.4	24	6.8 ± 2.9	36	6.4 ± 2.3++
	50 +	0	—	0	—	2	3.9 —	8	5.7 ± 3.6	10	5.6 ± 3.3

Diferença estatística entre as médias masculino e feminino na mesma coluna vertical.

+ p < 0.001

++ p < 0.02

* p < 0.001

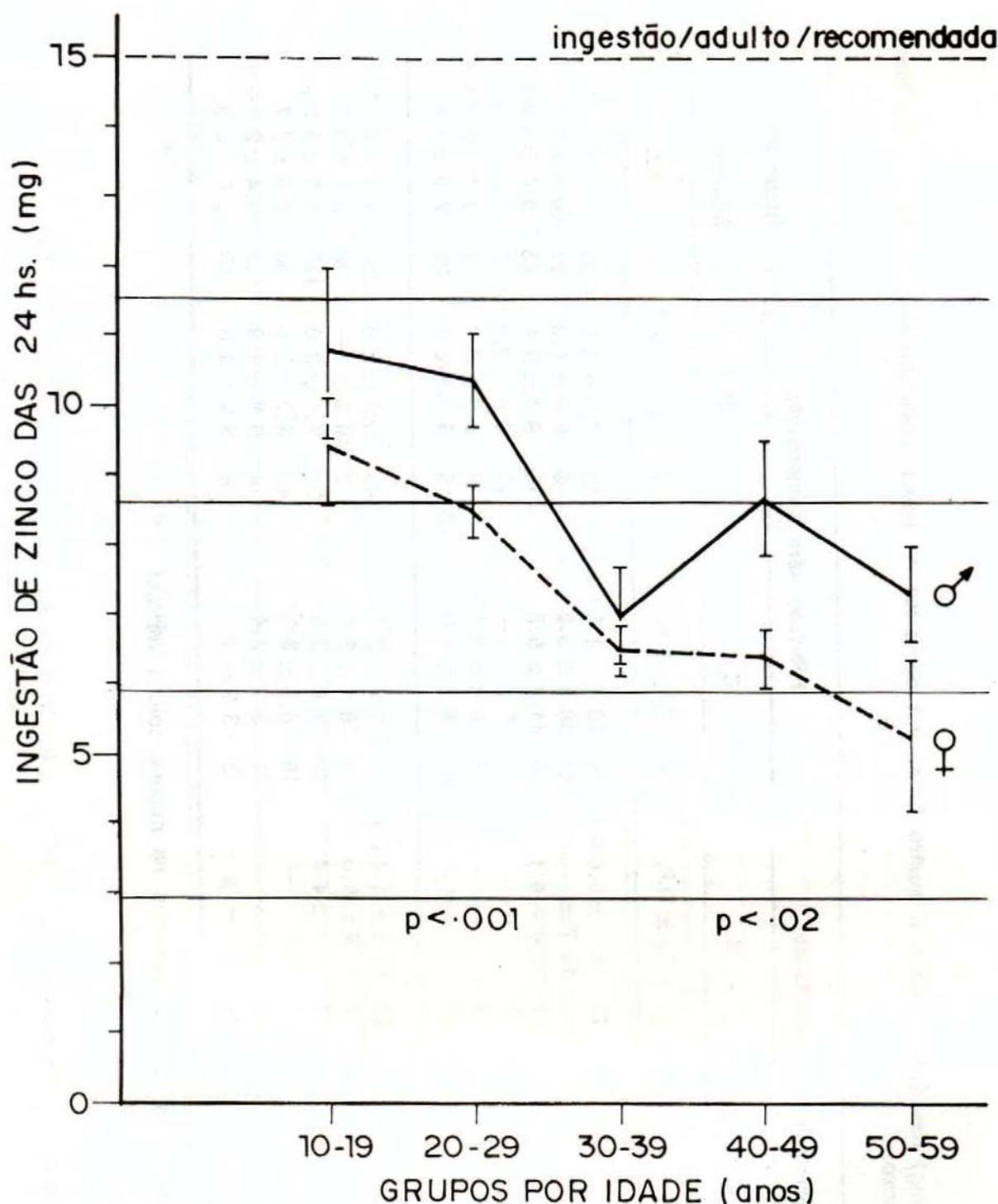


Figura 1 — Ingestão de zinco nas últimas vinte e quatro horas em 381 operários de baixa renda de Manaus segundo idade e sexo.

foi determinado em dezessete dessas mulheres e o valor médio encontrado foi significativamente mais baixo do que nas mulheres não grávidas ($p < .05$). Para as demais análises dos resultados os valores de zinco sérico das mulhe-

res grávidas foram excluídos. O valor médio de todos os trabalhadores, excluindo as mulheres grávidas, foi $13.13 \pm 2.5 \mu\text{mol/l}$, mais do que um desvio padrão inferior, o valor normal assumido de zinco no soro.

LEGENDA: + Homens ($y = -0,005x + 13,3, r = -0,032, p > 0,1, n = 109$)

● Mulheres ($y = -0,018x + 13,65, r = -0,078, p > 0,1, n = 209$)

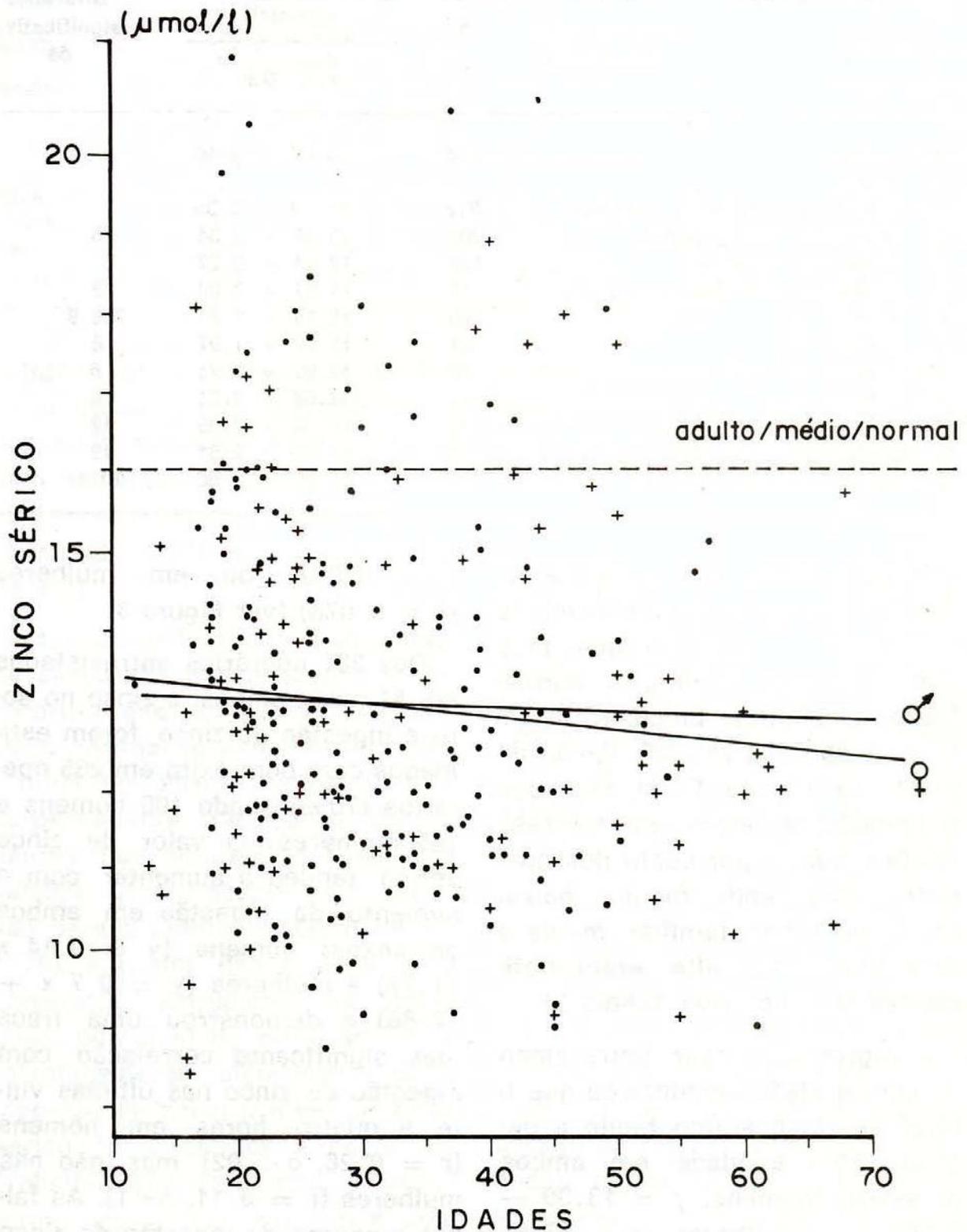


Figura II — Nível de zinco sérico por idade e sexo em operários de baixa renda em Manaus.

TABELA 6 — Nível de zinco sérico em operários de baixa renda de Manaus, 1978.

Operários	n	Zinco soro ($\mu\text{mol/l}$)	Diferença significativa de
		x + D.P.	
1. Todos	335	13.07 + 2.40	
2. Todos menos as mulheres grávidas	318	13.13 + 2.35	
3. Mulheres não grávidas	209	13.09 + 2.34	5
4. Todos os homens	109	13.14 + 2.27	
5. Mulheres grávidas	17	11.87 + 3.00	3
6. Fábrica A	40	15.14 + 2.34	7.8.9
7. Fábrica B	51	13.12 + 1.97	6
8. Fábrica C	86	12.91 + 2.23	6
9. Fábrica D	141	12.69 + 2.24	6
10. Renda familiar baixa	70	12.42 + 2.05	12
11. Renda familiar média	147	13.03 + 2.61	12
12. Renda familiar alta	107	13.78 + 2.60	10.11

Vinte e cinco por cento de todos os operários tinham nível de zinco sérico menor do que $11.5 \mu\text{mol/l}$ (o valor mínimo de normalidade assumido). Enquanto na fábrica A não houve deficiência de zinco, na fábrica D 31.5% dos trabalhadores eram deficientes. Trinta e quatro por cento dos operários com renda familiar baixa, 25% com renda familiar média e 17% com renda alta, eram deficientes de zinco (ver Tabela 7).

A regressão linear entre zinco no soro e idade demonstrou que o nível de zinco sérico tende a declinar com a idade em ambos os sexos, (homens: $y = 13.30 - 0.005 x$) e (mulheres: $y = 13.65 - 0.018 x$). Não houve correlação significativa entre valor de zinco no soro e idade em homens

($r = 0.032$) ou em mulheres ($r = 0.078$) (ver Figura 3).

Dos 381 operários entrevistados em Manaus, ambos, o zinco no soro e ingestão de zinco, foram estimados com bom êxito em 265 operários (70%) sendo 100 homens e 165 mulheres. O valor de zinco sérico tendeu a aumentar com o aumento da ingestão em ambos os sexos: homens ($y = 0.14 x + 11.77$) e mulheres ($y = 0.7 x + 12.66$) e demonstrou uma fraca mas significativa correlação com ingestão de zinco nas últimas vinte e quatro horas em homens ($r = 0.26, p < .02$) mas não nas mulheres ($r = 0.11, p < 1$). As faixas menores da ingestão de zinco das mulheres tendeu a ter níveis de zinco sérico mais altos do que dos homens. Baseado nesses re-

TABELA 7 — Prevalência percentual da deficiência de zinco (nível de zinco sérico menor de $11.5 \mu\text{mol/l}$) por grupo de renda familiar em trabalhadores de baixa renda de quatro fábricas de Manaus.

Renda familiar	Fábricas com alimentação		Fábricas sem alimentação		fábricas ² Todas as ¹
	A	B	C	D	
Baixa	0	0	41.7	33.3	34.3
Média	0	17.9	27.3	35.5	25.9
Alta	0	27.3	17.2	26.1	16.8
Todas	0	21.6	25.9	31.5	25.2

sultados será necessário os homens consumirem 30 mg de zinco por dia e mulheres 40 mg por dia para conseguir o valor médio normal de zinco no soro assumido para adultos de $16.0 \mu\text{mol/l}$ (ver Figura 3).

Considerando a alta variabilidade associada com os dados recordatórios das últimas 24 horas, a fraca correlação demonstrada com o nível no soro e ingestão não é surpreendente. Os dados da ingestão nas últimas 24 horas são válidos para o grupo mas não o são para o indivíduo (Garn, *et al.*, 1978), e assim não é ideal para correlação. Agrupando os indivíduos, por nível de zinco sérico, o relacionamento significativo entre ingestão de zinco e nível de zinco sérico foi mostrado (Tabela 8). Trabalhadores de ambos os sexos foram agrupados em um e dois desvios padrões acima ou abaixo do valor normal de zinco sérico. A média da ingestão zinco em todas

as mulheres das fábricas foi significativamente mais baixa do que nos homens ($p < .001$), apesar dos valores médios de zinco sérico não ter demonstrado diferenças significativas. A ingestão de zinco dos homens foi mais alta do que das mulheres em todos os níveis de zinco no soro, sendo significativa em um dos níveis ($p < .05$). Em ambos os sexos, a ingestão de zinco tendeu a aumentar com o aumento de zinco no soro, até o valor médio do nível de zinco normal no soro. O número de operários com valores de zinco sérico acima da média normal foi pequeno. Em ambos os sexos as ingestões mais altas de zinco foram encontradas em operários com nível de zinco no soro acima de um desvio padrão abaixo da média normal. Essas ingestões de zinco foram significativamente maior do que as de homens e mulheres com níveis de deficiência de zinco no soro ($< 11.5 \mu\text{mol/l}$).

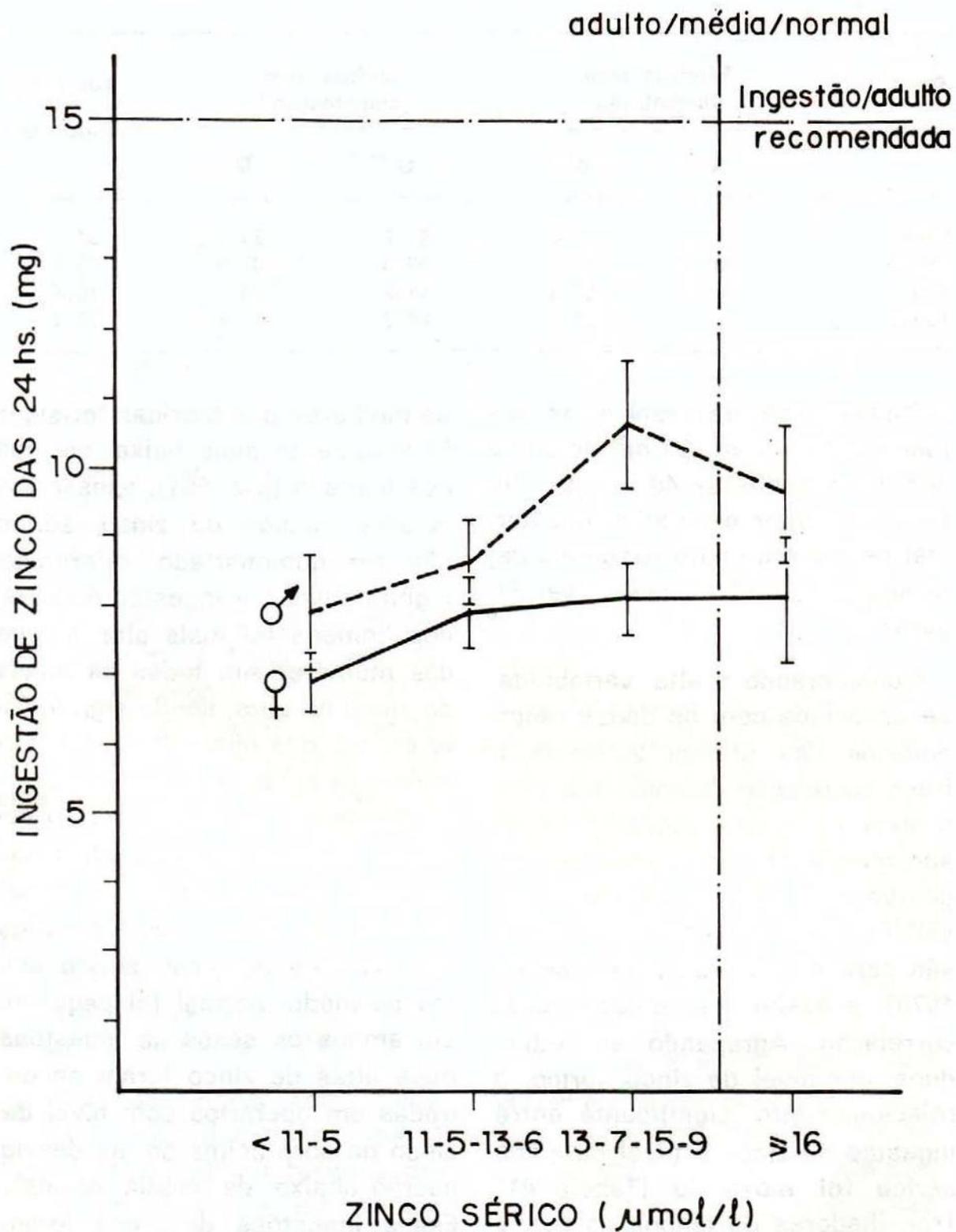


Figura III — Ingestão de zinco das últimas vinte e quatro horas segundo nível de sérico em operários de baixa renda em Manaus ($\bar{x} \pm \text{EPM}$).

TABELA 8 — Ingestão de zinco nas últimas vinte e quatro horas em operários de Manaus segundo o nível de zinco sérico.

Operários	N.º	Nível de zinco sérico $\mu\text{mol/l}$	Ingestão de zinco (mg)			Diferença significativa de n.º
			n	\bar{x}	D.P.	
Homens	1	<11.5	25	7.9 + 3.9	3	
	2	11.5 — 13.6	45	8.6 + 3.9	—	
	3	13.7 — 15.9	25	10.6 + 4.6	1, 8	
	4	≥ 16.0	11	9.6 + 3.4	—	
	5	todos	107	9.0 + 4.1	10	
Mulheres	6	<11.5	54	6.9 + 2.7	8	
	7	11.5 — 13.6	78	7.9 + 4.2	—	
	8	13.7 — 15.9	61	8.1 + 3.7	6, 3	
	9	≥ 16.0	20	8.1 + 4.1	—	
	10	todas	213	7.7 + 3.4	5	
Todos	11	<11.5	80	7.2 + 3.1	12, 13, 14	
	12	11.5 — 13.6	123	8.2 + 4.1	11	
	13	13.7 + 15.9	86	8.8 + 4.1	11	
	14	≥ 16.0	31	8.6 + 3.9	11	
	15	todos	320	8.2 + 4.9	—	

DISCUSSÃO

Enquanto o método recordatório de consumo alimentar nas últimas 24 horas tem a vantagem de permitir a coleta de dados dietéticos, rapidamente, em números grandes de pessoas a baixo custo, a variabilidade inerente de tais dados limita o seu uso em mostrar o relacionamento de causa e efeito, especialmente em indivíduos. As variações associadas com os dados nas últimas 24 horas é maior do que se fossem para médias de sete dias da mesma população. Tendo uma amostra suficientemente grande, o valor da média derivado,

concorda muito com a média obtida em relação à coleta de dados de 7 dias dos mesmos sujeitos (Gersovitz, *et al.*, 1978). A ingestão de zinco encontrada, nos operários de baixa renda em Manaus, é comparável com a ingestão calculada num levantamento prévio de despesas domiciliares na cidade de Manaus (Shrimpton, 1980). O percentual de 56% proporcional para ingestão de zinco em famílias de renda média foi o mesmo encontrado em famílias de renda média no levantamento mencionado antes. Os empregados industriais de baixa renda, atingindo 45% das

recomendações diárias americanas, talvez represente melhor a população de baixa renda em Manaus do que o levantamento de famílias de despesas domiciliares de baixa renda, que consumiram 58% dessas mesmas recomendações. Os operários com renda alta alcançaram 59% das recomendações diárias americanas, e talvez não reflita realmente a ingestão de zinco da classe sócio-econômica alta em Manaus que alcançou 75% das mesmas recomendações no levantamento de consumo domiciliar.

A ingestão de zinco dos operários de baixa renda em Manaus é mais baixa do que outras ingestões de zinco relatados na literatura. Soldados americanos tinham uma ingestão média de zinco, diária, de 20.3mg (Milne, *et al.*, 1978). Mulheres grávidas mexicanas de baixa renda 10.0 mg por dia (Hunt, *et al.*, 1978). Adolescentes americanos do sexo feminino 11.3 mg diárias (Greger, *et al.*, 1978). A Comissão de Peritos em Elementos Traços em Nutrição Humana da Organização Mundial de Saúde declarou que não tinha ainda um critério bioquímico único que pudesse ser usado confiantemente para diagnosticar a deficiência de zinco. Eles recomendaram o desenvolvimento de parâmetros para poder medir deficiências subclínicas de zinco e avaliar a significância de deficiência de zinco em saúde pública (Who, 1973). Estudos

em animais tem mostrado que o nível de zinco sérico eleva-se com a ingestão de zinco e nivela quando as necessidades por zinco são satisfeitas (Kirchgessner, *et al.*, 1975). Estudos longitudinais em humanos mostraram que embora haja variabilidade em indivíduos, há uma individualidade marcante nos níveis de zinco de plasma em jejum. Algumas pessoas mantem uma baixa de nível de zinco no plasma em jejum consistentemente, mas, se isso é determinado geneticamente ou ambientalmente, os autores não puderam afirmar (Oelshlegel & Brewer, 1977). Alguns estudos experimentais limitados em indivíduos, consumindo uma dieta baixa em zinco, mostram que uma redução significativa no nível de zinco sérico precisa de 3 a 6 semanas (Hess, *et al.*, 1977; Prasad, *et al.*, 1978). Baseado em tais estudos foi sugerido que o nível de zinco sérico, na ausência de doenças infecciosas, estado de mal absorção ou crise cardíaca, poderia ser indicativo do estado nutricional por zinco num indivíduo (Prasad *et al.*, 1978).

A reação inflamatória associada com infecções viral e bacteriológica é conhecida como a causa temporária da diminuição do nível de zinco sérico, dada a redistribuição do zinco no organismo (Beisel, 1977). As condições do presente estudo não permitiram um exame clínico. Todos os operários trabalhavam num estado aparentemen-

te de boa saúde, e durante o tempo da investigação não tiveram gripe. Agentes anticoncepcionais orais reduzem o nível de zinco sérico (Halsted, **et al.**, 1968), mas não consideramos que esses estivessem sendo ingeridos pelas mulheres da classe sócio-econômica baixa de Manaus com muita frequência na época. Uma variação diurna em níveis de zinco sérico em indivíduos tem sido relatado por vários autores (Lifschits & Henkin, 1971; Hetland & Brubakk, 1973). A ingestão de açúcares (Davies, **et al.**, 1968) e outros alimentos (Kasperek, **et al.**, 1973) tem sido mencionada como capaz de baixar níveis séricos de zinco. Mcbean & Halsted, (1969) não encontraram diferença entre os níveis de zinco em jejum e desjejum considerando tal variação não significativa em comparação ao seu erro normal de experiência que era de 10% (Halsted & Smith, 1970). As condições do presente estudo não permitiram que a coleta de sangue fosse feita em jejum, pois os operários foram selecionados ao acaso, sem aviso prévio. Todas as amostras foram colhidas pela manhã, entre o café e o almoço. Enquanto a determinação de zinco sérico é uma técnica simples ainda existem muitas possibilidades de erros metodológicos. Um estudo de possíveis causas de contaminação de zinco no plasma tem sido relatada (Reimold & Besch, 1978). Revendo os muitos

estudos de níveis de zinco no soro ou plasma em adultos (Vikblakh, 1951; Prasad, **et al.**, 1965; Helwig, **et al.**, 1966; Halsted & Smith, 1970; Sinha & Gabriela, 1970; Lindeman, **et al.**, 1971; Pekarek, **et al.**, 1972; Chooi, **et al.**, 1976; Bjorksten, **et al.**, 1978), somente cinco autores incluíram a evidência de que tinham conferido a recuperação ou reprodutibilidade de seus métodos, e somente um usou um padrão de referência para verificar a quantificação de zinco. Halsted, **et al.** (1974) lamentaram este fato e queriam uma padronização de métodos a fim de permitir uma melhor interpretação das diferenças óbvias encontradas entre os níveis de zinco relatadas por vários autores. Variações geográficas nos níveis de zinco no sangue tem sido mencionadas nos Estados Unidos da América (Kubota, **et al.**, 1968) e Finlândia (Bjorksten **et al.**, 1978). Poucos dos autores dos estudos publicados sobre nível de zinco no sangue definiram seu grupo de controle, além dos indivíduos serem "aparentemente saudáveis". O nível normal de zinco sérico em adultos, estabelecidos por Pekarek e companheiros, foi $15.64 \pm 2.6 \mu\text{mol/l}$, e estes definiram seu grupo de estudo como "saudáveis", eram soldados, não vegetarianos (Pekarek, **et al.**, 1972). Quase todos os autores definem o sexo do seu grupo de controle, mas nenhum se refere à ingestão normal de zinco ou ao tipo

de dieta normalmente consumida. Neste estudo, por causa da falta de voluntários, não foi possível um grupo controle de indivíduos, com uma renda mais alta, boa saúde e bem alimentados. Quase todos os estrangeiros que colaboraram, eram solteiros e jovens com hábitos irregulares de alimentação e alto consumo de álcool. Dentro da população estudada o nível mais alto de zinco sérico observou-se no grupo definido de mulheres entre 20-30 anos de idade, na fábrica A. Estas mulheres, predominante de famílias de alta renda, tinham uma média de zinco sérico (\pm D.P.) de 15.53 ± 2.68 $\mu\text{mol/l}$, não significativamente diferente da média normal assumida (\pm D.P.) de 16.00 ± 2.25 $\mu\text{mol/l}$.

Alguns autores não observaram qualquer diferença significativa nos níveis de zinco no plasma ou soro, por sexo ou grupo de idade (Davies *et al.*, 1968; Halsted & Smith, 1970; Sinha & Gabrieli, 1970), enquanto que outros tem observado que homens tem níveis de zinco maior do que as mulheres, e/ou que concentrações diminuem com a idade, (Lindemann, *et al.*, 1971). Nenhum destes autores sugeriram que estas diferenças tem relação com a dieta.

Recentemente uma revisão de métodos disponíveis para avaliar o estado nutricional por zinco (Solomons, 1979), concluiu que concentrações de zinco no plasma ou

soro sozinhas, provavelmente não refletem o nível total de zinco do corpo de um indivíduo. Nem tem sido publicado qualquer estudo epidemiológico investigando o valor da medição desta variável em relação a ingestão de zinco.

Este estudo é o primeiro a mostrar um relacionamento significativo entre os níveis de zinco sérico e ingestão de zinco, em uma população aparentemente normal e vivendo livremente. Mostra-se também que, embora a ingestão de zinco do sexo masculino foi significativamente maior do que a do sexo feminino, níveis de zinco sérico não foram significativamente diferentes. Tanto a ingestão de zinco como de zinco sérico tinham uma tendência a diminuir com a idade. A ingestão de zinco correlacionou fracamente mais significativamente com zinco sérico em homens mas não nas mulheres. Ingestão de zinco em indivíduos com zinco sérico deficientes foram significativamente menor do que em indivíduos com zinco sérico dentro dos limites de normalidade. Nas mulheres a ingestão de zinco foi mais baixa do que dos homens em todos os níveis de zinco sérico, sugerindo que mulheres poderiam ter uma necessidade de zinco dietética mais baixa do que a do homem. Diferenças no metabolismo de zinco entre sexos foi notada previamente em animais (Miller, *et al.*, 1970) e em crianças (Walravens & Hambidge, 1976).

Desde que a principal necessidade de zinco parece estar associada com o metabolismo de ácidos nucléicos e síntese de proteínas, qualquer evidência dos efeitos da deficiência de zinco subclínico devem ser visíveis no tecido com as mais alta taxas de síntese de proteínas e multiplicações das células. Esses tecidos incluem, o sistema imune, a pele, o sistema gastrointestinal e o feto da mulher grávida.

Se o baixo nível de zinco no soro encontrado neste estudo, representa um estado de deficiência por zinco ainda tem que ser provado. Nenhum sinal claro de deficiência de zinco, semelhante a queda de cabelos ou paraqueratoses foram observados nos indivíduos estudados. Poderia ser argumentado que o baixo nível de zinco no soro são adaptações a baixa ingestão de zinco, facilitando o mais eficiente uso do zinco ingerido, aumentando a sua absorção. Necessita-se de estudos com suplementação de zinco para ver se os baixos níveis de zinco sérico encontrados nas populações de baixa renda de Manaus são prejudiciais, com atenção especial aos tecidos e órgãos que desempenham altas taxas de multiplicação de suas células.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa recebeu apoio financeiro do Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e da Secretaria de Cooperação Econômica e Técnica Internacional (SUBIN).

SUMMARY

The objective of this study was to verify if the low zinc intakes reported for the urban Amazon are associated with low serum zinc levels. A survey was carried out amongst the low salaried workers of four Manaus factories. Two of these factories provided meals and medical assistance. The mean and median dietary zinc intakes were 54.7% and 49.3% respectively of the American RDA. Zinc intakes were higher in those workers born in Manaus, that were better educated and that came from higher income families but these differences were only apparent in factories that didn't provide meals. Zinc intake decreased with age in both men and women, being higher in men than women in all age groups. These trends were observed in all factories. No significant difference was found between serum zinc levels for men and women. Whilst serum zinc values tended to decline with age in both sexes, there was no significant correlation with age in either sex. Mean serum zinc levels of low and medium family income workers were significantly lower than high family income workers. ($P < .001$ $P < .05$). 34% of all low family income, 26% of medium family income and 17% of high family income workers had deficient serum zinc levels ($< 11.5 \mu\text{mol/l}$).

Serum zinc concentrations were related to zinc intake in male ($r=0.26$ $p < .02$) but not female workers ($r=0.11$ $p < .1$). Zinc intakes of male and female workers with deficient serum zinc levels were significantly lower than those with normal serum zinc levels. Zinc intakes of male workers were higher than those of female workers at all serum zinc levels.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMITAGE, P.

- 1971 — **Statistical methods in medical research.** Oxford. Blackwell Scientific Publ., 804 p.

BEISEL, W.

- 1977 — Zinc metabolism in infection. IN: **Zinc metabolism: current aspects in health and disease,** Brewer, G.S. & Prasad, A.S. (Ed.). Allan Liss, New York. pp. 155-176.

BJORKSTEN, F.; AROMAA, A.; KNEKT, P.; MALINEN, L.

- 1978 — Serum zinc concentrations in Finns. **ACTA MED. SCAND.,** 204 : 67-74.

CHESTERS, J.K.

- 1978 — Biochemical functions of zinc in animals. **WLD. REV. NUTR. DIET.,** 32 : 135-164.

CHOOI, M.K.; TODD, J.K.; BOYD, N.D.

- 1976 — Influence of age and sex on plasma zinc levels in normal and diabetic individuals. **NUTR. METABOL.,** 20 : 135-142.

DAVIES, I.J.T.; MUSA, M.; DORMANDY, T.L.

- 1968 — Measurements of plasma zinc. Part I: in health and disease. **AM. J. CLIN. PATH.,** 21:359-365.

DOREA, J.G.; HORNER, M.R.; JOHNSON, N.E.

- 1981 — Use of programable calculators for nutritional evaluation of diet. A simplified method. **J. AM. DIET. ASSOC.**

FOLEY, B.; JOHNSON, S.A.; HACKLEY, B.; SMITH, J.C.; HALSTED, J.A.

- 1968 — Zinc content of human platelets. **PROC. SCO. EXP. BIOL. MED.** 128 : 265-269.

GARN, S.M.; LARKIN, F.A.; COLE, P.E.

- 1978 — The real problem with 1-day diet records. **AM. J. CLIN. NUTR.,** 31 : 1114-1116.

GERSOVITZ, M.; MADDEN, J.P.; WRIGHT, H.S.

- 1978 — Validity of the 24-hour dietary recall and 7-day record for group comparisons. **J. AM. DIET. ASSOC.,** 73 : 48-55.

GIROUX,

- 1975 — Determination of zinc distribution between albumin and macroglobulin in human serum. **BIOCHEM. MED.,** 12 : 258-266.

GREGER, J.L.; HIGGINS, M.M.; ABERNATHY, R.P.; KIRKSEY, A.; DE CORSO, M.B.; BALLIGAR, P.

- 1978 — Nutritional status of adolescent girls in regard to zinc copper and iron. **AM. J. CLIN. NUTR.,** 31 : 269-275.

GOLDEN, M.H.N. & GOLDEN, B.E.

- 1981 — Trace elements — Potential importance in human nutrition with particular reference to zinc & vanadium. **BRIT. MED. BULL.,** 137(1) : 31-36.

HALSTED, J.A.; HACKLEY, B.M.; SMITH, J.C.

- 1968 — Plasma zinc and copper in pregnancy and after oral contraceptives. **LANCET,** 2:278-279.

HALSTED, J.A.; SMITH, J.C.; IRWIN, M.I.

- 1974 — A conspectus of research on zinc requirements of man. **J. NUTR.,** 104 : 346-378.

HALSTED, J.A. & SMITH, J.C.

- 1970 — Plasma zinc in health and disease. **LANCET,** 1:322-324.

HELWIG, H.; HOFFER, E.M.; THELEN, W.E.; ALLOLER, A.E.; HOTELLING, D.R.; ROGERS, W.H.; LENCH, J.

- 1966 — Urinary and serum zinc levels in chronic alcoholism. **AM. J. CLIN. PATHOL.,** 45 : 156-159.

HETLAND, O. & BRUBAKK, E.

- 1973 — Diurnal variation in serum zinc concentration. **SCAND. J. CLIN. LAB. INVEST.,** 32:225-226

- HESS, F.M.; KING, J.C.; MARGEN, S.
1977 — Zinc excretion in young women on low zinc intakes and oral contraceptive agents. **J. NUTR.**, 107:1610-16-162C.
- HUNT, I.F.; OSTERGARD, N.J.; SCHROADS, J.
1978 — Dietary intake of low income pregnant women of mexican descent. **FED. PROC.**, 37:890.
- KASPEREK, SCHICHA, SILLER, FEINEN-DEGENN, L.E.
1973 — Serum zinc in abhangingkeit von der tageszeit und nahrungsgaufnaame. **STRHLENTHERAPIE**, 145 : 229-233.
- KIRCHGESSNER, M.; ROTH, H.P.; WEIGAND, E.
1975 — Biochemical changes in zinc deficiency. IN: Trace Elements in human Health and Disease. Prasad, A.S. (Ed.). Academic Press, London. Vol. I: pp. 189-225.
- KUBOTA, J.; LAZAR, V.A.; LOSEE, F.
1968 — Copper, zinc, cadmium and lead in human blood from 10 locations in the United States. **ARCH. ENVIRONM. HLTH.**, 16 : 788-793.
- LIFSCHITZ, A.D. & HENKIN, R.I.
1971 — Circadian variation in copper and zinc in man. **J. APPL PHYSIOL.**, 31 : 88-92.
- LINDEMAN, R.D.; CLARKE, M.L.; COLMORE, J.P.
1971 — Influence of age and sex on plasma and red cell zinc concentration. **J. GERONTOL.**, 26: 358-363.
- McBEAN, L. & HALSTED, J.A.
1969 — Fasting versus postprandial plasma zinc levels. **J. CLIN. PATH.**, 22 : 623.
- MILLER, E.R.; LIPTRAP, D.O.; ULLREY, D.E.
1970 — Sex influence on the zinc requirement of the swine. IN: **Trace Element Metabolism in Animals**. Mills, C.F. (Ed.) Livingstone, Edingburgh. pp. 377-379.
- MILNE, D.B.; SCHNAKENBERG, D.D.; JOHNSON, H.L.
1978 — Dietary intakes of copper, zinc and manganese by military personnel. **FED. PROC.**, 37 : 894.
- OELSHLEEGEL, F.J. & BREWER, G.J.
1977 — Absorption of pharmacological doses of zinc. IN: **Zinc Metabolism: current aspects in Health and Disease**. Brewer, G.J. & Prasad, A.S. (Ed.) Allan Liss, N. York. pp. 299-311.
- PEKAREK, R.S.; BEISEL, W.R.; BARTELLONI, P.J.; BOSTIAN, K.A.
1972 — Determination of serum zinc concentration in normal adult subjects by atomic absorption spectrophotometry. **AM. J. CLIN. PATH.**, 57 : 506-510.
- PERKIN ELMER
1976 — **Analytical methods for atomic absorption spectroscopy Norwalk**. Conn. The Perkin Elmer Corp.
- PRASAD, A.S.
1966 — **Zinc Metabolism**. Illinois, Thomas. Springfield, 465 p.
- PRASAD, A.S.; OBERLEAS, D.; HALSTED, J.A.
1965 — Determination of zinc in biological fluids, by AAS in normal and cirrhotic subjects. **J. LAB. CLIN. MED.**, 66 : 508-516.
- PRASAD, A.S.; RABBANI, P.; BOWER-SOX, E.; FOX, M.R.S.
1978 — Experimental zinc deficiency in humans. **ANN. INT. MED.**, 89 : 483-490.

REIMOLD, E.W. & BESCH, D.J.

1978 — Detection and eliminations of contaminations interfering with the determination of zinc in plasma. **CLIN. CHEM.**, 24 : 675-680.

SHRIMPTON, R.

1980 — **Studies on zinc nutrition in the Amazon Valley.** Ph.D. Thesis University of London. 326 p.

SINHA, S.N. & GABRIELI, E.R.

1970 — Serum copper and zinc levels in various pathological conditions. **AM. J. CLIN. PATH.**, 54: 570-577.

SOLOMONS, N.W.

1979 — On the assessment of zinc and copper nutriture in man. **AM. CLIN. NUTR.**, 32:856-871.

SOLOMONS, N.W. & SHRIMPTON, R.

1983 — Zinc. IN: **Tropical and Geographical Medicine.** Warren & Mahmoud (Eds.). McGraw-Hill. New York.

VIKBLADH, I.

1951 — Studies on zinc in blood II. **SCAND. J. CLIN. LAB. INVEST.**, 3 Suppl. 2 : 1-74.

WALRAVENS, P.A. & HAMBIDGE, K.M.

1976 — Growth of infants fed a zinc supplemented formula. **AM. J. CLIN. NUTR.**, 29 : 1114-1121.

WORLD HEALTH ORGANIZATION

1973 — Trace elements in human nutrition. **TECH. REPT. SERIES**, 532 : 1-65.

(Aceito para publicação em 13/01/83)