

DA INCONSISTÊNCIA DA RELAÇÃO ENTRE GRAU DE DUREZA E TEOR DE IÔDO EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO ^o

FRANCISCO ANTÔNIO CARDOSO *

YARO RIBEIRO GANDRA **

GERMÍNIO NAZÁRIO ***

É o bocio endêmico um dos problemas de deficiência alimentar que muito tem preocupado as autoridades sanitárias.

Este interesse é plenamente justificável tendo em vista além da deformação devida ao aumento da glândula tireóide, ainda, o problema do cretinismo, o da surdo-mudez e o da debilidade mental, com todas as suas consequências, relacionados à deficiência iódica.

A evolução do bocio simples para o bocio nodular tóxico é também um outro ponto a considerar, não só pela gravidade do distúrbio em si, como também pela sua significação econômica e social, quer por motivar o afastamento do paciente de suas atividades comuns, quer pela necessidade do tratamento cirúrgico, que geralmente se impõe nesses casos.

Embora a etiologia do bocio endêmico não esteja totalmente elucidada é indiscutível que zonas cujas águas e solo são pobres em iôdo constituem aquelas em que o mal é mais disseminado. É óbvio pois o interesse que tem a dosagem do iôdo no solo, nas águas e nos alimentos em geral. O conhecimento dessa taxa poderá informar sobre os limites das zonas bocígenas, além de fornecer elementos científicos importantes para o esclarecimento dos fatores etiológicos responsáveis pela incidência e intensidade da endemia bovígena. O levantamento da riqueza iódica de uma região ainda nos proporcionará dados básicos para campanhas de fornecimento supletivo de iôdo à população carente.

Em trabalho anterior³, tivemos a oportunidade de proceder à determinação do teor de iôdo em águas de abastecimento público dos municípios do Estado de São Paulo, em muitos dos quais a endemia bovígena tem sido revelada por alguns pesquisadores. Utilizamos, para isso, a reação entre o cério IV e arsenitos quando catalizada por iodetos.

Entregue para publicação em 23-10-1957.

^o Trabalho da Cadeira de Higiene Alimentar (Prof. Francisco Antônio Cardoso) da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

* Professor catedrático.

** Livre docente e assistente da Cadeira.

*** Ex-assistente da Cadeira.

Vários autores têm sustentado que existe uma relação entre o grau de dureza das águas e o seu teor em iôdo. Este fato vem servindo de justificativa para se substituir a trabalhosa dosagem de iôdo por uma simples determinação da dureza. Com o resultado desta se estimava a riqueza de iôdo da mesma água.

Bado e Trelle¹, em 61 amostras de água, afirmam que "estabelecem ade- mais uma relação entre o conteúdo de iôdo e o quociente $\frac{O \ Na_2}{OCa + OMg}$. Quando este quociente é menor que 1 as águas carecem de iôdo."

Salas e Amato⁹, analisando 90 amostras de água, dizem que o teor de iôdo "diminui ao aumentar a dureza da água "e que" quando o quociente entre $\frac{Na + K}{Ca + Mg}$ é menor que 1, a concentração de iôdo é menor que 5 gamas por litro".

Murray e colaboradores⁸, em 1948, sugerem que a concentração de iôdo em águas moles, embora adequada para prevenir o bócio, pode não ser suficiente nas águas duras.

Góngora e colaboradores⁴, em 1949, procedendo a 504 determinações de dureza de águas de consumo público da Colômbia e tentando relacioná-las com o bócio endêmico, chegaram à "conclusão de que na Colômbia não existe relação bem clara entre o índice de "dureza" das águas de consumo e a percentagem de bócio". Prosseguindo dizem: "Com efeito, existe uma grande maioria de municípios com incidência de bócio simples que ultrapassa de 50%, com águas de consumo perfeitamente brandas. Mas, em troca, nos municípios com águas de consumo catalogadas como duras, ou muito duras, a incidência de bócio simples sempre é maior que 30%".

Marsano⁷, estudando a dureza e o conteúdo de iôdo das águas de algumas localidades da Argentina, não encontrou relação nítida entre as duas medidas. Exceptuando-se algumas águas, a grande maioria era constituída por águas duras ou muito duras.

Em razão dessa divergência de opiniões existente é que, quando nos propusemos a fazer o levantamento da taxa de iôdo em águas de 369 cidades do Estado de São Paulo³ resolvemos, aproveitando o mesmo material da amostra, dosar, concomitantemente, a dureza dessas águas. Visamos com isto perquirir a existência de alguma correlação, positiva ou negativa, entre a dureza das águas e sua riqueza de iôdo; se achada esta relação, iríamos saber se sua perfeição era de tal ordem que nos permitisse estimar o valor de iôdo, quando de posse da dureza.

Material e Técnica — Em 1953, colhemos 381 amostras de águas de abastecimento público de 369 cidades do Estado de São Paulo, sedes de unidades sanitárias do Departamento de Saúde. Achamos razoável assim proceder, por-

que conseguíramos dêste modo uma amostra homogeneousemente distribuída por todo o Estado, e, mais ainda, contariámos, na coleta da amostra, com a ajuda técnica da maioria das unidades sanitárias. Colhemos sempre amostra de águas que efetivamente fôssem consumidas pela maior parte da população. A coleta destas amostras e as análises foram realizadas no período de Janeiro a Dezembro de 1954.

Em 1955, publicamos os resultados da determinação do teor de iôdo na amostra em questão³. Depois de analisar os métodos de dosagem existentes, resolvemos adaptar à dosagem de iôdo na água, a reação cuja cinética fôra estudada por Lein e Schwartz⁶, ou seja, aquela que ocorre entre o cério IV e os arsenitos, quando catalizada por iodetos. Este método, adaptado à dosagem de iôdo na água, além de ter sensibilidade capaz de determinar $0,01\mu\text{g}$ de iodeto, requer pequeno volume de água e é de fácil execução.

Detalhes referentes à coleta das amostras, à preparação dos reagentes e à técnica de dosagem podem ser encontrados em nosso trabalho referido³.

A dureza total das águas foi medida pelo processo introduzido por Schwanzenbach¹⁰, em que íons de cálcio e magnésio são titulados diretamente por solução de sal di-sódico do ácido etilenodiamina-tetracético, que forma quelatos com aqueles íons. A mudança de côr do Negro de Eriocromo T, indica quando aqueles íons se tornam totalmente complexados. A técnica utilizada foi a de Betz e Noll², aplicada por Houlihan⁵, à determinação da dureza total da água.

A fim de estudarmos uma possível correlação entre a dureza das águas e o teor de iôdo, a série de valores obtida foi ordenada segundo o grau de dureza.

TABELA I — Resultados da determinação da dureza e da concentração de iôdo das águas dos abastecimentos públicos de 381 localidades do Estado de São Paulo (vide mapas I e II).

CIDADE	Dureza p p m	Iôdo $\mu\text{g/litro}$
Indaiatuba	0,8	0,14
Conchal	0,8	0,18
Mandurí	1,2	0,22
Pôrto Ferreira	1,6	0,45
Pedreira	2,0	0,55
Buritama	2,4	0,73
Guariba	2,4	0,08
Colina	2,4	1,41
Itararé	2,4	0,09
Campos do Jordão	2,4	0,15

CIDADE	Dureza p p m	Iôdo $\mu\text{g/litro}$
Itirapina	2,6	0,44
Cardoso	3,2	0,08
Batatais	3,2	0,88
Nuporanga	3,2	0,33
Novo Horizonte	3,2	0,95
Mogi Guaçú	3,2	0,26
Assis	3,2	0,38
Boituva	3,2	0,28
Altinópolis	4,0	0,25
São José da Bela Vista	4,0	0,12
Potirendaba	4,0	5,05
Araraquara — Vila Xavier (fonte)	4,0	0,23
Angatuba	4,0	0,09
Guareí	4,0	0,82
Ribeirão Branco	4,0	0,87
Araçoiaba da Serra	4,0	10,60
Piedade	4,0	1,12
São Simão	4,0	0,13
Atibáia	4,0	0,75
Sorocaba	4,4	7,24
Sarapuí	4,4	0,18
Boa Esperança do Sul	4,8	0,62
Rubiácea	4,8	0,60
Rio das Pedras	4,8	0,87
Ibiuna	4,8	0,58
Planalto	5,6	0,16
Cerquilho	5,6	0,14
Pedregulho	5,6	0,72
Brotas	5,6	0,08
Serra Azul	5,6	0,13
Caconde	5,6	2,16
Itajobi	5,6	0,79
Arthur Nogueira	5,6	0,80
Itatinga	5,6	0,24
Monteiro Lobato	5,6	1,51
Jardinópolis	6,0	0,63
Piracaia	6,0	2,17
Guarací	6,4	1,96
Dois Córregos	6,4	2,55
Ribeirão Bonito	6,4	0,17
Cajurú	6,4	0,36
Santa Cruz das Palmeiras	6,4	0,21

CIDADE	Dureza p p m	Iôdo $\mu\text{g/litro}$
Bilac	6,4	0,46
Regente Feijó	6,4	0,56
Apiaí	6,4	0,62
Pindamonhangaba	6,4	0,21
Lavrinhas	6,4	0,40
Sales de Oliveira	7,2	0,83
Itápolis	7,2	0,86
Casa Branca	7,2	0,38
Santa Rita do Passa Quatro	7,2	1,23
Itaí	7,2	0,22
Burí	7,2	0,37
Salesópolis	7,2	2,37
Salto	7,2	1,35
Torrinha	8,0	0,67
Tabapuã	8,0	1,06
Macatuba	8,0	0,42
Rinópolis	8,0	1,41
Paranapanema	8,0	0,89
São Paulo — Vila Deodoro	8,0	0,45
Valentim Gentil	8,0	0,16
Amparo	8,4	0,65
Silveiras	8,4	0,63
Brodosqui	8,8	0,48
Dourado	8,8	0,70
Cafelândia	8,8	0,93
Mineiros do Tietê	8,8	0,47
Paulicéia	8,8	5,05
Pres. Epitácio	8,8	1,23
Itaporanga	8,8	0,12
Itapecerica da Serra	8,8	0,80
Santana do Parnaíba	8,8	0,61
Cubatão	8,8	0,45
Itariri	8,8	1,28
Mogi das Cruzes	8,8	0,15
Guararema	8,8	3,31
Aparecida do Norte	8,8	1,63
Lorena	8,8	0,24
Queluz	8,8	0,53
São Carlos	9,2	0,76
Timburi	9,2	0,34
Mairiporã	9,2	1,85
Jaborandí	9,6	0,05

CIDADE	Dureza p p m	Iôdo $\mu\text{g/litro}$
Tabatinga	9,6	0,16
Lindóia	9,6	0,81
Jundiaí	9,6	0,74
Ubirajara	9,6	0,94
Jambeiro	9,6	1,88
Natividade da Serra	9,6	2,47
Cachoeira Paulista	9,6	0,23
Bananal	9,6	3,40
Guaira	10,0	0,19
Descalvado	10,0	4,10
Pinhal	10,4	0,56
Cordeirópolis	10,4	6,00
Echaporã	10,4	3,75
Cerqueira César	10,4	0,47
Bofete	10,4	0,35
São Vicente	10,4	1,05
Paraibuna	10,4	0,71
Caraguatatuba	10,4	2,83
Cruzeiro	10,4	0,18
Ubatuba	10,4	8,64
Bocaina	10,8	0,93
Jarinú	10,8	0,89
São Luiz do Paraitinga	10,8	1,87
Macaubal	11,2	4,45
Socorro	11,2	0,56
Franco Rocha	11,2	0,51
Martinópolis	11,2	0,58
Rancharia	11,2	0,33
Itapetininga	11,2	0,45
Joanópolis	11,2	0,09
Santa Isabel	11,2	4,29
Tatuí	11,2	1,03
Igarapava	11,2	0,72
São Joaquim da Barra	11,6	0,19
São Manoel	12,0	0,62
Terra Roxa	12,0	0,15
Pitangueiras	12,0	1,87
Limeira	12,0	1,20
Serra Negra	12,0	0,28
Cananéia	12,0	1,60
Taubaté	12,0	1,11
Ilha Bela	12,0	3,60

CIDADE	Dureza p p m	Iôdo $\mu\text{g/litro}$
Guaratinguetá	12,0	0,22
Piquete	12,0	0,12
São José do Barreiro	12,0	0,16
Leme	12,4	0,27
Lençóis Paulista	12,4	0,77
São Paulo — Mooca	12,8	0,53
São Sebastião da Gramá	12,8	2,55
Avanhandava	12,8	0,30
Capivarí	12,8	1,37
Monte Alegre do Sul	12,8	0,75
Cândido Mota	12,8	0,60
Itaberá	12,8	0,41
Nazaré Paulista	12,8	0,18
Pilar do Sul	12,8	0,84
Iguape	12,8	1,89
Redenção da Serra	12,8	1,19
Cosmorama	13,2	0,53
Jaboticabal	13,6	0,79
Guararapes	13,6	1,63
Itanhaém	13,6	0,75
Pedro de Toledo	13,6	2,12
Rifaina	13,6	0,64
Capão Bonito	14,4	0,66
Areias	14,4	1,03
Serrana	15,0	0,00
Nerculândia	15,2	0,90
Santa Branca	15,2	1,18
São Paulo — Penha	15,2	0,47
Itapuí	15,2	6,40
General Salgado	16,0	8,45
Franea	16,0	0,19
Miguelópolis	16,0	0,34
Pederneiras	16,0	3,78
Oriente	16,0	2,25
São Caetano do Sul	16,0	3,17
Iporanga	16,0	1,33
São Paulo — Vila Mariana	16,0	3,65
Álvares Florence	16,1	0,48
Poá	16,6	1,39
Guarantã	16,8	0,25
Itatiba	16,8	1,71

CIDADE	Dureza p p m	Iôdo μg/litro
São Pedro	16,8	1,63
Chavantes	16,8	1,23
São Bento do Sapucaí	16,8	0,39
Guarujá	17,2	3,02
Viradouro	17,6	0,58
Taquaritinga	17,6	0,91
Coroados	17,6	7,20
Avaí	17,6	0,25
Parapuã	17,6	0,20
Mogi Mirim	17,6	1,07
Santa Cruz do Rio Pardo	17,6	0,29
Laranjal Paulista	17,6	2,49
Itirapuã	18,0	0,88
Corumbataí	18,0	1,43
São Paulo — Consolação	18,4	2,09
Américo de Campos	18,4	0,65
Orlândia	18,4	3,20
Cravinhos	18,4	1,31
Fernando Prestes	18,4	0,24
Ituverava	18,8	1,32
Elias Fausto	18,8	0,15
Santos	18,8	0,20
São Paulo — Sto. Amaro	19,2	2,20
Americana	19,2	2,95
Vinhedo	19,2	1,59
São João da Boa Vista	19,2	1,57
Cotia	19,2	5,04
São Paulo — Avenida	20,0	4,27
São Paulo Vila América	20,0	1,60
Ibirá	20,0	1,98
Bastos	20,0	3,35
Campinas	20,0	1,38
Araras	20,0	3,32
Ipauçú	20,0	0,73
Araraquara (représsia artificial)	20,0	0,39
Taquarituba	20,0	1,18
Itú	20,0	0,56
Jacareí	20,0	0,77
São Sebastião	20,0	4,65
Anhembi	20,4	2,75
Pôrto Feliz	20,4	1,47

CIDADE	Dureza p p m	Iôdo $\mu\text{g/litro}$
Miracatu	20,8	4,71
São José dos Campos	20,8	0,42
Nhandeara	20,8	3,33
Tupã	21,2	3,50
São Paulo — Água Branca	21,6	18,10
Pongaí	21,6	0,75
Garça	21,6	1,89
Bragança Paulista	21,6	0,88
Palmital	21,6	0,69
São Miguel Arcanjo	21,6	0,35
Pontal	22,4	0,65
Santa Barbara do Oeste	22,4	1,20
Santo André	22,4	1,39
Campos Novos Paulista	22,4	0,95
Botucatu	22,4	0,54
São Roque	22,4	3,55
São Paulo — Araçá	23,2	17,00
Santa Rosa do Viterbo	23,2	0,92
Tremembé	23,2	7,25
Jacupiranga	23,6	5,94
São Paulo — Santana	24,0	1,10
Sertãozinho	24,0	0,62
Itapuã	24,0	0,05
Olímpia	24,0	2,20
Bariri	24,0	6,75
Mocóea	24,0	1,29
Júlio Mesquita	24,0	0,26
Itapira	24,0	1,52
Álvares Machado	24,0	0,16
São Bernardo do Campo	24,0	1,72
Cunha	24,4	2,77
São Paulo — Freguesia do Ó	24,8	16,16
Urupês	24,8	0,91
Pirassununga	25,6	1,95
São José do Rio Pardo	25,6	0,93
Lins	25,6	10,70
Agudos	25,6	0,46
Santa Bárbara do Rio Pardo	25,6	0,81
Tambaú	26,0	2,83
Juquiá	26,0	1,22
Suzano	26,0	1,05

CIDADE	Dureza ppm	Iôdo μg/litro
Analândia	26,4	0,77
Taiuva	26,4	0,39
Santa Adélia	26,4	1,25
Barra Bonita	26,4	0,56
Irapuã	26,4	1,05
Patrocínio Paulista	27,2	0,82
Santo Antônio da Alegria	27,2	0,74
Ibirarema	27,6	0,57
Águaí	28,0	0,96
Piracicaba	28,0	0,35
Ourinhos	28,0	1,75
Cosmópolis	29,6	0,89
Barretos	30,0	0,89
Guará	30,4	2,45
Jaú	30,4	1,43
Guarulhos	30,4	0,71
Ribeirão Preto	30,8	0,69
Rincão	31,2	1,14
Glicério	31,2	1,44
Pirajú	32,0	0,21
Ariranha	32,0	1,63
Vargem Grande do Sul	32,8	3,59
Indiana	33,6	5,80
Monte Azul Paulista	33,6	1,11
Borborema	33,6	0,80
Caçapava	34,4	1,67
Santa Gertrudes	35,2	0,72
Águas de São Pedro	35,2	3,68
Eldorado Paulista	36,0	1,91
Paulo de Faria	36,0	0,49
Rio Claro	36,8	2,40
Cabrália Paulista	36,8	0,36
Gracianópolis	36,8	0,09
Fernandópolis	37,6	0,44
Biriguí	37,6	0,90
Óleo	38,4	19,40
Nova Aliança	38,4	2,52
Porangaba	39,2	0,10
Morro Agudo	40,0	1,86
Penápolis	40,0	0,76
Neves Paulista	40,4	2,98

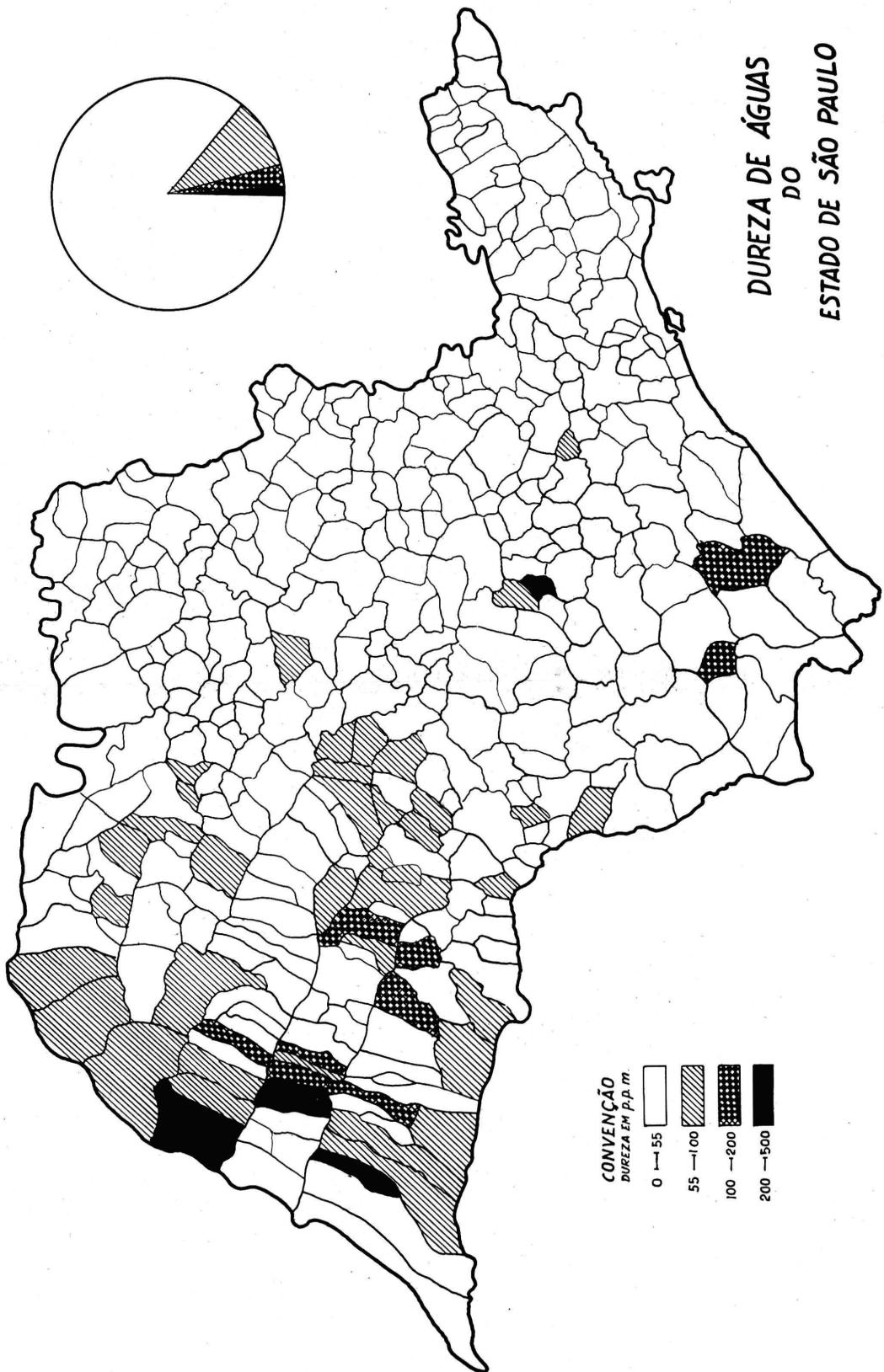
CIDADE	Dureza ppm	Iôdo $\mu\text{g/litro}$
Tapiratiba	40,4	2,65
São Pedro do Turvo	40,4	0,85
Cajobi	41,6	0,64
São José do Rio Preto	42,4	1,37
Bebedouro	42,4	1,00
Águas do Prata	43,2	0,85
Nova Granada	44,0	0,65
Monte Mór	44,0	4,75
Paraguaçú Paulista	44,0	0,66
Itapéva	44,0	0,38
Catanduva	45,6	2,59
Junqueirópolis	45,6	0,67
Oswaldo Cruz	46,0	2,03
Tietê	46,0	1,11
Palestina	47,2	1,18
Avaré	47,2	0,34
Ibitinga	48,8	1,71
Promissão	48,8	3,48
Pres. Wenceslau	48,8	4,85
Monte Aprazível	49,6	1,63
Pirangi	49,6	1,80
Alfredo Marcondes	49,6	0,70
Monte Alto	50,4	0,44
Lavínia	50,4	6,40
Ribeira	51,2	0,33
Bento de Abreu	52,0	0,61
Dracena	52,0	1,66
Oscar Bressane	52,0	4,75
Gália	52,8	1,18
Barueri	53,6	0,05
Pindorama	54,4	0,30
Tanabi	56,0	0,90
Matão	57,2	1,60
Mirandópolis	59,6	0,19
Fartura	60,0	4,55
Getulina	60,0	1,39
Mirassol	61,6	1,62
Reginópolis	62,0	1,14
Piratininga	64,0	2,32
Pereira Barreto	64,0	4,85
Votuporanga	65,6	1,50

CIDADE	Dureza ppm	Iodo- μg/litro
Araçatuba	66,4	0,57
Marília	66,4	6,80
Adamantina	66,4	0,82
Quintana	67,2	1,11
Cabreúva	68,0	4,40
Cedral	68,0	0,25
Uchôa	68,4	1,21
Bernardino de Campos	69,6	1,05
Guaraçáf	72,0	0,32
Salto Grande	72,0	1,02
Vera Cruz	72,8	1,70
Pres. Alves	72,8	0,46
Arealva	74,4	0,55
Pres. Bernardes	79,2	1,78
Estréla do Oeste	80,4	0,02
Maracaí	81,6	0,70
Jales	83,2	0,35
Duartina	84,0	0,37
Conechas	85,6	0,76
Pirajuí	86,4	0,80
Iacanga	91,2	1,81
Álvaro de Carvalho	91,2	0,32
Iepê	91,6	1,62
Santo Anastácio	93,2	21,15
Pirapózinho	93,6	0,97
Bauru	96,0	4,42
José Bonifácio	97,6	2,64
Pompéia	100,8	4,80
Pres. Prudente	101,6	4,70
Valparaíso	108,0	0,77
Lutécia	116,0	9,04
Quatá	129,6	1,51
Lucélia	148,0	3,55
Guapiára	152,0	1,02
Registro	165,6	2,10
Flórida Paulista	185,6	4,81
Pereiras	216,8	6,89
Andradina	244,0	1,88
Pacaembu	259,2	1,63
Piquerobi	288,0	1,60

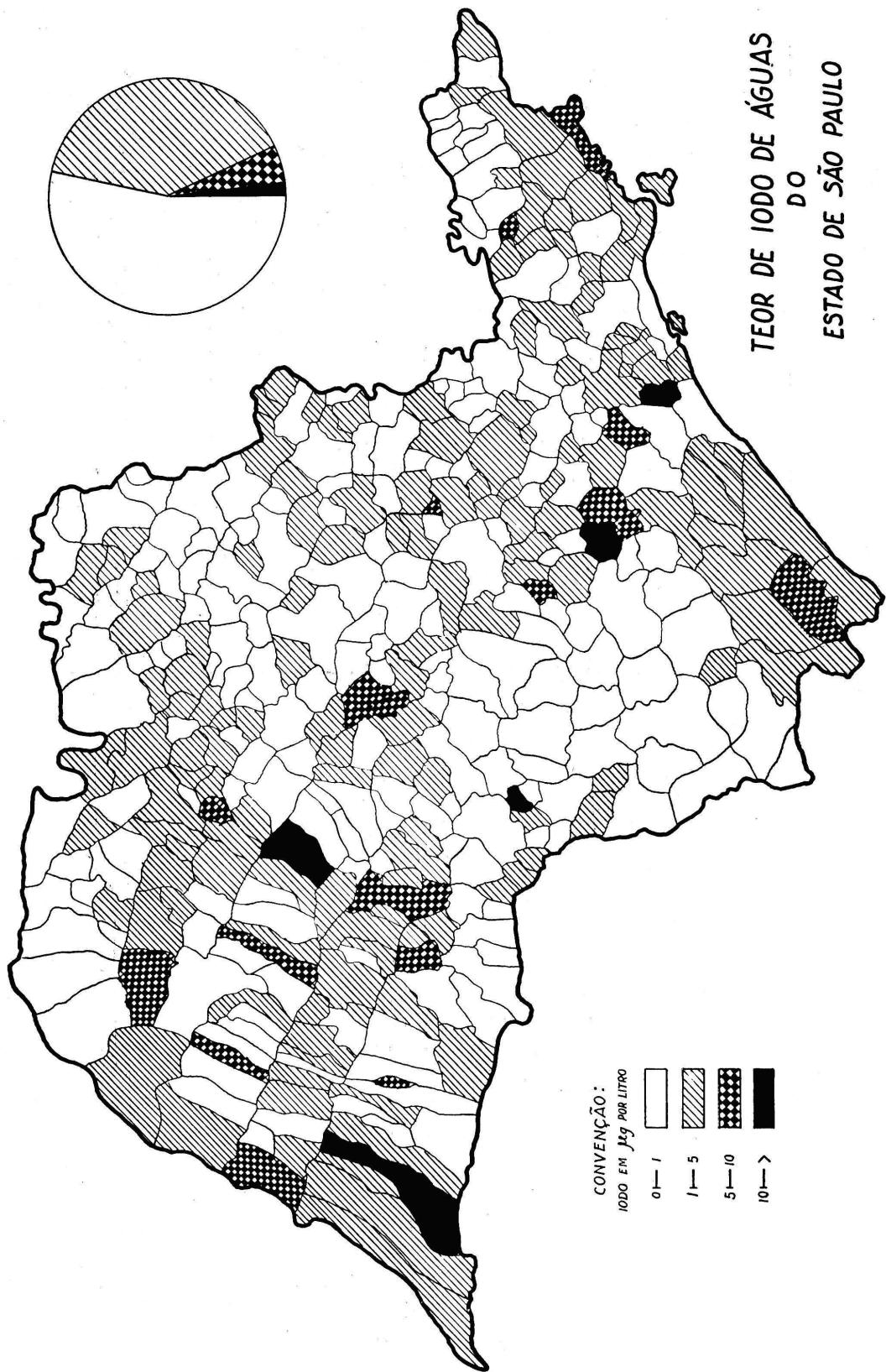
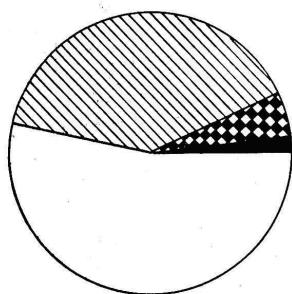
DUREZA DE ÁGUAS
DO
ESTADO DE SÃO PAULO

CONVENÇÃO
DUREZA EM p.p.m.

0 → 55	[white]
55 → 100	[diagonal lines]
100 → 200	[dotted]
200 → 500	[black]



TEOR DE IODO DE ÁGUAS
DO
ESTADO DE SÃO PAULO



CONVENÇÃO:
1000 EM μg POR LITRO

0—1	White
1—5	Diagonal hatching
5—10	Dotted pattern
10+>	Black

Os resultados da dosagem do iôdo apresentam as seguintes características:

QUADRO I

Grupos	Iôdo em μg por litro	Freqüência	Percentagem sobre o total de casos	Percentagens acumuladas
I	0—1	206	54,07	54,07
II	1—5	151	39,63	93,70
III	5—10	17	4,46	98,16
IV	10 e +	7	1,84	100,00
Total		381	100,00	

Média = 1,73 μg por litro

Desvio padrão = 2,526

Êrro padrão da média = 0,129

Os resultados da determinação da dureza assim se distribuem:

QUADRO II

Grupos	Dureza em p.p.m	Freqüência	Percentagem sobre o total de casos	Percentagens acumuladas
I	0—55	322	84,52	84,52
II	55—100	46	12,07	96,59
III	100—200	9	2,36	98,95
IV	200—500	4	1,05	100,00
Total		381	100,00	

Média = 29,111 expressa em ppm

Desvio padrão = 45,579

Erro padrão da média = 2,337

Os valores que constituem a tabela I, foram divididos em quatro grupos: I, II, III e IV, cujas características se acham no quadro III.

QUADRO III

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Amplitude da distribuição dos valores da dureza (ppm)	0,8—9,2	9,6—17,6	18,0—33,6	34,4—288,0
Amplitude da distribuição dos valores de iôdo ($\mu\text{g/l}$)	0,05—10,6	0,00—8,46	0,05—18,10	0,09—21,15
N.º de observações	96	94	96	95
Média dos valores de iôdo ($\mu\text{g/l}$). .	0,999	1,491	2,243	2,206
$\hat{\sigma}_I$ Desvio padrão	2,11	1,69	3,61	4,21
$\frac{\hat{\sigma}_I}{\sqrt{N}}$ Érro padrão da média ..	0,215	0,174	0,368	0,432

Para cada grupo foi determinada a média dos valores de iôdo \bar{I} , o desvio padrão $\hat{\sigma}_I$ e o erro padrão da média $\frac{\hat{\sigma}_I}{\sqrt{N}}$. Testes de significância das diferenças foram feitos(*).

Quando se observam os valores dos grupos I, II, III e IV, sucessivamente, verifica-se um aumento progressivo nas médias referentes ao iôdo, aumento este que, entretanto, não se mantém no grupo IV. Na hipótese de não haver correlação entre dureza e iôdo, essas quatro médias não deveriam diferir significativamente entre si. Feito o teste da diferença de médias, para as médias I_I, I_{II}, I_{III} , e I_{IV} , verificou-se, para alguns pares, uma diferença significante, o que nos levaria, nestes casos, a rejeitar a hipótese de não-correlação; todavia, o estabelecimento de uma previsão dos valores de iôdo pelos correspondentes de dureza, para aqueles casos em que a hipótese de não-correlação seria rejeitada, torna-se desprovido de qualquer significado, devido à grande transvariação existente, não só entre êsses grupos, como para todos êles.

(*) Agradecemos à Docente-livre Dra. Elza S. Berquó, do Departamento de Estatística da Faculdade (Professor catedrático: Dr. Pedro Egydio de Oliveira Carvalho), o auxílio que nos prestou na análise estatística dos dados.

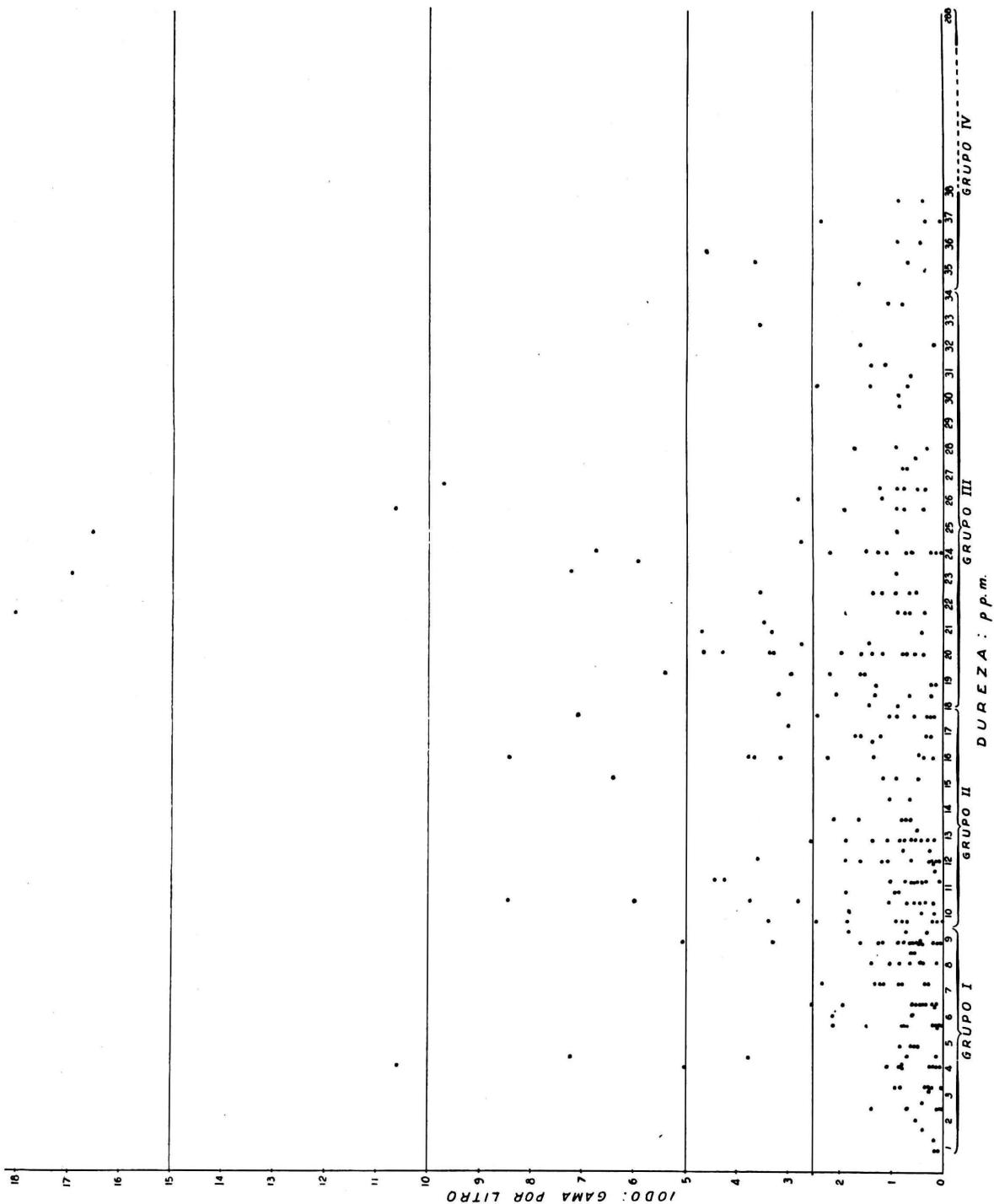


GRÁFICO I - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS DE 1000 E DUREZA DE 381 LOCALIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Se no grupo I encontramos taxas de iôdo que variaram desde 0,05 até 10,60 $\mu\text{g/litro}$, no grupo III, embora de média superior, a variação dos resultados de iôdo (0,05 a 18,10 $\mu\text{g/litro}$) ocupou zona cujos limites abrangeram, inclusive, os do grupo I. Por outro lado, as amplitudes extremas do grupo II estão contidas dentro dos limites do grupo I.

Esta transvariação pode ser bem visualizada se observarmos o gráfico I.

Para uma mesma dureza, por exemplo, 8,8 p.p.m (vide tabela I), os resultados de iôdo variaram de 0,12 a 5,05 $\mu\text{g/litro}$; em 10 amostras com dureza de 10,4 p.p.m, os resultados de iôdo variaram de 0,18, a 8,46 $\mu\text{g/litro}$, e ainda em 6 amostras que apresentaram, por exemplo, dureza igual a 21,6, os resultados de iôdo foram, respectivamente, de 0,35-0,69-0,75-0,88-1,89 e 18,10 $\mu\text{g/litro}$.

Exemplos dêstes tipos são vários e nos sugerem que, em amostras como a nossa, pode-se encontrar média de concentração de iôdo mais elevada para zonas de durezas altas, mas também nos indicam que, para uma determinada dureza, o resultado de iôdo que podemos esperar é tão variável que nos parece de nenhum valor qualquer estimativa de sua concentração pelo grau de dureza das águas.

SUMÁRIO E CONCLUSÕES

Alguns autores têm relacionado o conteúdo de iôdo das águas com o grau de dureza das mesmas. Com base nesses trabalhos, outros pesquisadores indicam a simples determinação da dureza como dado suficiente para estimar a riqueza iódica das águas.

Ao fazermos o levantamento das taxas de iôdo das águas de 381 localidades do Estado de São Paulo, resolvemos, aproveitando o mesmo material da amostra, dosar, concomitantemente, a dureza dessas águas, para pesquisar a existência ou não da possível correlação entre êsses dois dados.

Dividindo em grupos os resultados da dureza das águas, depois de dispostos em ordem crescente e determinando a média dos valores de iôdo das amostras correspondentes de cada grupo, conquanto se possa encontrar média de concentrações de iôdo mais elevada para zonas de durezas altas, a análise dos dados nos mostrou que, devido à grande transvariação existente entre êsses grupos, torna-se desprovida de valor qualquer estimativa da concentração de iôdo pelo grau de dureza das águas.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

A number of authors have reported a relationship between iodine content and the degree of hardness of water. Based on these findings, other investigators have claimed that relative iodine content can be estimated by simply measuring the hardness.

In our study of iodine content of waters from 381 localities in the State of São Paulo, we also measured at the same time the hardness of the samples to determine whether or not there was a correlation between the two factors.

The data were divided into groups on the basis of increasing hardness, and the mean of iodine content of each group calculated. Although a higher mean of iodine may be found in areas of high degree of hardness, the analysis of the data showed that owing to the great transvariation presented in those groups, it would be of no value to estimate the concentration of iodine by the degree of hardness of waters.

REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bado, A. A. & Trelle, R. A.: Yodo en las aguas de la Republica Argentina. An. Asoc. Quim. Arg., **17**:209, 1929, cit. in Marsano 7.
2. Betz, J. D. & Noll, C. A.: Further studies with the direct colorimetric hardness titration. J. Amer. Water Works Assoc., **42**:749-754, 1950.
3. Cardoso, F. A.; Gandra, Y. R. & Nazário, G.: Determinação do teor de iôdo em águas de abastecimento público de todos os municípios do Estado de São Paulo. Arq. Fac. Hig. Saúde Publ., **9**:13-28, 1955.
4. Góngora y Lopes, J.; Young, N. & Borda, A. I.: Bocio simples y sal yodada en Colombia. Rev. Hig. (Bogotá) **24**:291-330, 1950.
5. Houliham, J. E.: Total hardness of water by the versenate method. Direct titration with ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) Analyst, **77**:158, 1952.
6. Lein, A. & Schwartz, N.: Ceric sulfate-arsenious acid reaction in microdetermination of iodine. Analyst. Chem., **23**:1507-1510, 1951.
7. Marsano, Maria Luiza A. P.: Determinacion de yodo en el agua de Mendoza. Mendoza, Universidad de Cuyo, 1952. 42p. (Boletin tecnico, n. 1).
8. Murray, M. M.; Ryle, J. A.; Simpson, B. W. & Wilson, D. C.: Thyroid enlargement and other changes related to the mineral content of water. Med. Res. Council Memor. **18**:3-39, 1948.
9. Salas, S. M. de & Amato, F. D.: Contribucion al estudio de la endemia bocosa en el pais. Rev. Adm. Nac. Agua, **10**:101, 1946, cit. in Marsano 7.
10. Schwarzenbach, G.; Biedermann W. & Bangerter, F.: Complexone VI. Neue einfache Titriermethoden zur Bestimmung der Wasserhärte. Helv. Chim. Acta **29**:811-818, 1946.