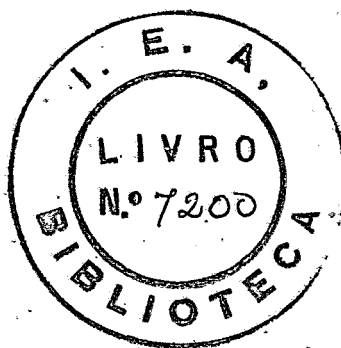


JOSÉ CARLOS BARBÉRIO

Orientador: *Maria Aparecida Pourchet-Campos*
Maria Aparecida

Teor de iôdo em vegetais alimentícios

(Análise por ativação com nêutrons)



Tese apresentada para Doutorado na
Faculdade de Farmácia e Bioquímica da
Universidade de São Paulo.

1966



A

Prof. Maria Aparecida Pourchet Campos
a quem devemos nossa formação científica.

A

meus pais

meu irmão Nicolino

Maria do Rosário

AGRADECIMENTOS

É de praxe apresentar agradecimentos mais ou menos amplos a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuem para a realização de um trabalho.

Este foge um pouco à tradição. Explica-se: embora toda uma equipe especializada pudesse ter cooperado conosco, ele nem sequer teria sido iniciado ...

não fôra:

contarmos com o Instituto de Energia Atômica de São Paulo, pelo seu Diretor, Dr. RÔMULO RIBEIRO PIERONI, que não só nos introduziu na maravilhosa seara dos radioisótopos, como também, no Instituto, nos vem estimulando e amparando no correr de vários anos, possibilitando-nos, inclusive, a realização desta tese, pois o emprêgo da análise por ativação com neutrons só é possível em reatores de pesquisa.

Ao Dr. RÔMULO RIBEIRO PIERONI, nosso profundo agradecimento.

.....

Queremos consignar também nossa gratidão a:

Maria Magda G. Orlandi, pelo inestimável auxílio na preparação das amostras;

Dirceu M. Vizeu, pela orientação na parte relativa às irradiações das amostras;

Myrian e Silvestre Paiano Sobrinho, por possibilitarem a utilização da aparelhagem de contagem e, ainda, da valiosa colaboração na parte relativa à estatística das contagens;

Alcídio Abrão, pelas sugestões referentes à parte analítica;

Anneliese F. Thom, pela valiosa colaboração na tradução de vários textos;

Drs. João B. Domingues e Júlio Kieffer, pelas oportunas sugestões

Fernanda I. Piacchi, pelo auxílio na parte bibliográfica;

Srta. Deize T. Nicolucci, pelo carinho que emprestou aos trabalhos datilográficos;

Prof. Astholpho S. Grotta, pelo auxílio na classificação botânica;

Bruno Fortuna, pela confecção dos clichês;

Ary Castro Delgado com a amizade presente.

Nosso melhor muito obrigado ao pessoal da cadeira de Bromatologia da Faculdade de Farmácia e Bioquímica; ao Instrutor Gilberto R. Biancalana; ao pessoal da Divisão de Radiobiologia do Instituto de Energia Atômica; aos colegas Atsuko K. Nakazone, Fanny Dombrowsky e Isa D. Hirata da mesma Divisão; às Divisões de Radioquímica, Operação de Reatores e Proteção Radiológica, todas do I.E.A., presentes através de seus elementos, em todos os momentos em que foram solicitadas.

.....

S U M Á R I O

	<u>Pág. nº</u>
JUSTIFICATIVA	1
1 - INTRODUÇÃO	3
2 - PLANO DO TRABALHO	16
3 - MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 - Material	17
3.2 - Métodos	19
3.2.1 - De preparo do material	19
3.2.2 - De determinação do iôdo	20
3.2.2.1 - Princípio do método	22
3.2.2.2 - Ensaio do método	22
3.2.2.3 - Técnica	26
a) Preparo das amostras para a irradiação	26
b) Características da irradiação ..	26
c) Separação química	28
d) Contagem do iôdo nas amostras ..	29
e) Cálculo da massa de iôdo	29
- RESULTADOS ANALÍTICOS	34
- COMENTÁRIOS	35
- CONCLUSÕES	49
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

JUSTIFICATIVA

A procura do desconhecido sempre excitou a mente dos pesquisadores. No processo histórico de evolução da ciência, a vontade humana se sobrepôs a tudo que era aparentemente intransponível ou imponderável. Sobre o alicerce da vontade do homem apoiou-se a ciência estruturando-se como a vemos hoje.

As ciências da nutrição apresentam exemplo particular, pois seu desenvolvimento é tão significativo quanto a própria evolução da humanidade. A História dos povos pode ser contada e entendida como sendo a procura, pelo homem, do alimento necessário à própria subsistência. A História das nações é a da disponibilidade de produtos alimentares, que fizeram sua riqueza ou sua decadência.

Milhares de anos separam as cinzas de esponjas marinhas que os chineses utilizavam no tratamento do bócio, dos modernos métodos terapêuticos que usam o iodo acompanhando-o no organismo. Nessa distância que o tempo cada vez mais alonga, vão centenas de investigações as quais relacionaram o iodo e o homem e, de permeio, os alimentos, encarecendo a necessidade de utilização daquele por este para atender às exigências fisiológicas.

Se, hoje em dia, está praticamente esclarecida a necessidade do iodo para o perfeito funcionamento da glândula tireóide e, em consequência, a necessidade de proteger as chamadas zonas bocígenas pela adição de iodo, em ritmo normal, à alimentação, não é bem amplo o conhecimento que temos dos valores reais do halogênio naturalmente presente nos alimentos.

Em recente estudo, após comentar os dados da literatura relativos a teor de iodo nas águas e a proteção contra o aparecimento de bócio, GANDRA ⁽⁴⁹⁾ afirma "que a situação não está clara", exigindo novas contribuições para melhor compreensão do problema.

Ao realizar o presente trabalho, outro não foi nosso pro

pósito, senão o de contribuir modestamente para algo tão importante, como seja quantificar o iôdo presente em diversos alimentos vegetais, de vez que podíamos contar com técnica de determinação adequada, tendo escolhido o método de análise por ativação, de extraordinária sensibilidade.

A análise por ativação, hoje largamente utilizada nos mais diversos setores das ciências, possibilita tanto a descoberta como a determinação de vários elementos minerais e, daí, o extraordinário interesse que vem despertando.

Chegamos a determinar concentrações da ordem de 1×10^{-7} g, ou seja, 0,1 micrograma de iôdo em cinzas de vegetais. Pelo valor citado podemos avaliar as dificuldades até hoje enfrentadas pelos que trataram de dosear o elemento usando os métodos clássicos de determinação analítico-química. Entretanto o nosso trabalho é limitado, pois êle se ocupa de alguns produtos alimentares vegetais, praticamente apenas os de consumo diário, normalmente presentes nos cardápios comuns e além disso, de ecologia definida, ou seja, provenientes todos do Estado de São Paulo, exceção de três deles produzidos fora do Estado.

Embora modestos, nossos ensaios visaram um duplo objetivo: informar, para fins dietéticos, os teores de iôdo em vários vegetais utilizados na alimentação e, secundariamente provar, também, em química dos alimentos, a excelência do método por nós usado. De fato, pela análise de ativação, concentrações ínfimas de elementos podem ser detectadas, o que garante a possibilidade de melhor conhecimento da existência, nos alimentos, dos chamados micronutrientes, quase sempre de importância essencial para os mecanismos químico-fisiológicos.

.....

1 - Introdução

É impossível pensar no iôdo sem, imediatamente, pensar na glândula tireóide, dadas as profundas relações funcionais desta com aquêle. Podemos mesmo afirmar que a importância biológica do iôdo é decorrência de seu papel na tireóide. Entretanto, longo caminho percorreu a humanidade até que os pontos referidos se tornassem verdade corriqueira.

Só no século XVII a glândula tireóide foi distinguida de outras glândulas da região do pescoço e, só no século XIX, em seu último lustro, caracterizou-se, definitivamente, nela, a presença do iôdo.

De fato, embora o próprio GALENO possa ser lembrado entre os estudiosos pioneiros da glândula tireóide, o homem que plantou o marco de seu conhecimento científico foi THOMAS WHARTON que, distinguindo-a em 1656, deu-lhe o nome, descrevendo-a, quando normal, em um de seus trabalhos (117).

A hipertrofia da glândula tireóide - o bôcio - foi moléstia conhecida desde longa antiguidade e os chineses, vários séculos antes da era cristã, usavam cinzas de esponjas marinhas como medicamento para esse mal. Também HIPÓCRATES, no ano 400 A.C. aconselhava o uso de plantas e animais marinhos para o tratamento do bôcio. Quando COURTOIS, em 1812, identificou o iôdo nas cinzas de algas marinhas, houve entusiasmo pelo uso do halogênio na terapêutica do bôcio, tendo COINDET introduzido os iodetos no arsenal terapêutico da moléstia (98).

Foi, contudo, só quando BAUMANN em 1895, demonstrou inequivelmente a presença do halogênio na glândula tireóide, que se tornou patente a necessidade daquêle, para o equilíbrio fisiológico desta (14) (15) (16).

Acompanhar, através da história, a evolução dos conhecimentos que, de perto, dizem respeito à interrelação iôdo-tireóide,

é avançar e retroceder no tempo, embora possamos hoje, ter visão panorâmica das tentativas e observar como nesse movimento de vai e vem houve sempre, um passo à frente, garantindo o progresso científico.

Os ensaios pioneiros tendentes a estabelecer o papel biológico do iôdo pertencem, sem dúvida, a CHATIN ⁽³⁰⁾ que, em 1850, procurava e caracterizava o halogênio em águas doces, em plantas e animais terrestres, como já o tinham feito COURTOIS e BALLARD com relação a organismos de água do mar ⁽⁹⁸⁾ ⁽¹⁰⁾. Dois anos mais tarde, o mesmo CHATIN ⁽³¹⁾ demonstrava a existência de iôdo no ar, no solo e nos produtos alimentares vegetais dos Alpes franceses e piemonteses. Seus estudos levaram-no a afirmar que havia relação entre a endemia de bócio - verificada em vales alpinos - e a escassa disponibilidade de iôdo nas águas e nos alimentos, estes auferindo sua riqueza em iôdo dos solos de cultivo. CHATIN definiu o bócio como uma moléstia determinada "por uma causa especial, a deficiência de iôdo" ⁽³¹⁾.

As observações e teorias de CHATIN não foram aceitas facilmente: na Academia Francêsa de Ciências ⁽³⁾, foram alvo de históricas polêmicas. GRANGE ⁽⁵⁶⁾, por exemplo, em 1852, opôs-se tenazmente às conclusões que estabeleciam relação entre consumo de iôdo e ocorrência de bócio e cretinismo.

Em 1877, BARRAL ⁽¹³⁾ realizava as primeiras investigações sobre a absorção do iôdo por animais. Administrando iodeto de potássio a uma cabra e, usando o leite da mesma para o fabrico de manteiga, conseguiu caracterizar o iôdo na manteiga. Em outra experiência, após administrar à cabra o halogênio, estudou sua transferência para o filhote, por meio do leite. Sacrificando o cabrito encontrou iôdo em seu tecido adiposo.

Antes de BARRAL, GUILLON ⁽⁵⁸⁾ referira a presença de iôdo em leite de vaca, porém sem tirar maiores ilações da afirmativa.

Ainda ao extinguir do século XIX, BOURCET ⁽²⁶⁾ estudava a absorção do iodo pelos vegetais, com vistas a descobrir como o iodo se introduzia, pela alimentação, na economia animal. Observou que plantas diversas, cultivadas num mesmo solo, absorviam o halogênio em proporção diferente, fato que o levou a afirmar a existência de um verdadeiro fenômeno de absorção seletiva, específica para cada planta.

É anterior ao século XX a descoberta da iodo-tireoglobulina por OSWALD ⁽⁹¹⁾. No limiar do século XX, o mesmo autor isolou da tireóide a diiodotirosina ⁽⁹¹⁾, assegurando desta maneira a importância do papel desempenhado pelo iodo na glândula tireóide.

Só esporadicamente, houve determinações quantitativas de iodo em produtos alimentícios, antes do século XX. Tais, as feitas por CHATIN ⁽³⁰⁾ relativas a vinhos, cidras, leite e ovos (*), as do mesmo CHATIN ⁽³²⁾ ⁽³³⁾ dizendo respeito a trufas, e as de GAUTIER ⁽⁵⁴⁾ realizadas sobre o cogumelo comum (Agaricus campestris, L.).

O 1900 se iniciou promissor para os conhecimentos atinentes ao assunto iodo-tireóide. De 1914 a 1919 KENDALL ⁽⁷¹⁾ ⁽⁷²⁾ separou e purificou, da tireóide, um composto ativo a que denominou tiroxina, o qual continha 65% de iodo, de estrutura mais tarde elucidada por HARINGTON ⁽⁶¹⁾ ⁽⁶²⁾ e HARINGTON e BARGER ⁽⁶³⁾ que, também, a sintetizaram.

Não havia mais dúvida sobre a importância do iodo para a fisiologia da tireóide. Daí para diante, polarizar-se-ia o interesse dos pesquisadores na procura dos meios adequados para que o organismo alcançasse a disponibilidade do iodo necessário a seu perfeito equilíbrio.

(*) Mostrou que ovos pesando 50 g continham, proporcionalmente, mais iodo que 1 litro de leite.

Ainda no ano de 1914 CAMERON ⁽²⁸⁾ fez um levantamento das técnicas comumente usadas para determinar o iôdo em material orgânico e trabalhando com peixes, conseguiu determinar o halogênio mesmo presente em proporção muito reduzida.

FORBES e BEEGLE ⁽⁴⁵⁾ estudaram mais de novecentos alimentos com vistas a conhecer-lhes o teor de iôdo; levaram em consideração as condições do solo de cultivo, clima, fertilização e localização geográfica. Segundo os autores referidos, grande número dos produtos ensaiados não apresentou iôdo. Assim, em somente 60 de 378 amostras de cereais examinadas, foi encontrado iôdo; de 131 amostras de vegetais cuja parte comestível era constituída de folhas e raízes, somente 39 o apresentaram. Os autores aludiram ao fato de ser o halogênio abundante em determinadas regiões e escasso em outras, informando não terem encontrado diferença apreciável nos teores apresentados por plantas provenientes de regiões bocienas e de não bocienas.

Em 1917 BOHN ⁽¹⁹⁾, considerava accidental o iôdo do vegetais acreditando, entretanto, que as necessidades de certos animais podiam ser supridas através das pequenas quantidades do elemento, encontradas em forragens e na água. Nas determinações que fez em numerosos alimentos provenientes do Estado de Kansas (Estados Unidos), não encontrou iôdo; foram exceção batatas e alface, que o apresentaram como "traço".

FELLENBERG ⁽³⁹⁾ ⁽⁴⁰⁾ estudou amplamente a ocorrência de iôdo na natureza. Determinou quantitativamente o elemento em cereais, legumes e frutas, indicando o agrião como vegetal rico. Confirmou, também, trabalhos anteriores de diversos autores, mostrando que as folhas eram mais ricas no halogênio que outras partes dos vegetais. Deu ênfase aos trabalhos de CHATIN, afirmando que o iôdo era encontrado, sempre, no meio ambiente - ar, água - e que, presente nos alimentos, desempenhava papel de grande importância no aparecimento de zonas bocienas e não bocienas. Verificou que,

de acôrdo com a zona de proveniência, os alimentos apresentavam variação no teor de iôdo. Referiu taxas de iôdo para diversos produtos alimentícios, entre os quais o trigo, o milho, o arroz, a tapioca, a cevada, o sagu, ervilhas, feijão branco, lentilhas e cogu-melo. Ainda, ⁽⁴¹⁾ estudando o papel do iôdo (adicionado sob a forma de iodeto de potássio à terra) como fertilizante, verificou que havia pequeno enriquecimento do solo em iôdo inorgânico, pois a maior parte do sal se combinava à matéria orgânica. O achado era importante, em vista de só o iôdo inorgânico ser assimilado pelas plantas. Assim, mesmo com a adubação específica, havia escasso enriquecimento em iôdo, das plantas tratadas. Como as fôlhas dos tubérculos absorviam maior proporção que as partes subterrâneas, o pesquisador pensou na possível liberação de iôdo do solo para o ar, o que justificaria a riqueza em iôdo, das fôlhas vegetais.

Mais tarde, MAURER e DUCRUE ⁽⁷⁷⁾, em intensivos estudos sôbre adubação com iôdo, concluíam que, embora o mecanismo de aproveitamento pelas diversas plantas fôsse diferente, qualquer cultura era melhorada com a adição do halogênio, pois o conteúdo de iôdo era aumentado em todos os casos, sem prejuízo aparente de outros componentes. O autor realizou suas observações com espinafre, alface, couve, nabo, couve-flor, cenoura, ervilha, etc.

ORR e colaboradores ⁽⁹⁰⁾ também se interessaram pela fertilização com iodeto de potássio, conseguindo experimentalmente aumento de iôdo em vegetais: grão de bico, aveia, rabanete e trigo.

Numerosas investigações foram realizadas nos Estados Unidos, com vistas a estabelecer eventual correlação entre o aparecimento do bócio e a riqueza dos alimentos em iôdo. Também os pesquisadores procuraram relacionar riqueza do solo em iôdo e a taxa do halogênio nos diversos vegetais.

Já em 1924, McCLENDON e HATHAWAY ⁽⁸⁴⁾ estudavam a possível relação entre conteúdo de iôdo nos alimentos e na água de bebida e a prevalência de bócio, concluindo que, nos Estados Unidos, o

bócio era causado pela pobreza de iôdo no meio ambiente. Confrontaram as taxas do halogênio encontradas nos alimentos das regiões de Minnesota e Oregon - bocígenas - com as das regiões da Nova Inglaterra e California - não bocígenas; puderam mostrar que os teores de iôdo dos alimentos de regiões não bocígenas chegavam a apresentar-se até 100% superiores aos de outras regiões.

McCLENDON ⁽⁸⁵⁾ comparou os valores de iôdo de diversos alimentos dos Estados da Carolina do Sul e da California, tais como, batatas, ervilhas, batata doce, aspargo, beterraba, cenoura, espinafre e tomate.

O mesmo McCLENDON com colaboradores ⁽⁸³⁾, estudando o metabolismo do iôdo, insistiam na importância do conhecimento dos teores aproximados do halogênio nos vários produtos integrantes da dieta lembrando, porém, que muitas vezes o iôdo presente pode não ser totalmente absorvido pelo organismo.

REMLINGTON ⁽¹⁰²⁾ e WESTON e REMINGTON ⁽¹²¹⁾, supunham que o iôdo desempenhava papel metabólico nas plantas, motivo pelo qual devia ali estar presente, também, sob forma orgânica. Sendo o Estado de Carolina do Sul, nos Estados Unidos, praticamente livre de bócio, apresentava-se como campo ideal para estudos sobre distribuição do iôdo, já que os alimentos ali produzidos tinham-se revelado ricos no elemento. Levando em conta trabalhos de McCLENDON e colaboradores ⁽⁸³⁾ e REMINGTON ⁽¹⁰²⁾ que haviam constatado nos alimentos de zonas não bocígenas, maior riqueza em iôdo, REMINGTON e colaboradores ⁽¹⁰¹⁾ determinaram o teor de iôdo em batatas de várias regiões dos Estados Unidos. Encontraram grandes variações das taxas, mesmo em culturas de áreas análogas.

Em 1930 REMINGTON ⁽¹⁰²⁾ estudando vegetais da Carolina do Sul encontrava teores elevados de iôdo. Os valores mais altos referiam-se a espinafre e alface. Por outro lado, verificava, com surpresa, que as batatas desse Estado, mesmo sendo cultivadas a 200 milhas da costa marítima, apresentavam teor de iôdo bem maior

que o de batatas cultivadas em zona próxima da costa (50 milhas). Julgou o fato explicável pela natureza granítica do solo, de acôrdo com anterior ponto de vista de FELLEBERG (39).

ADOLPH e PROCHASKA (5), estudaram a distribuição do iôdo em diversos vegetais do Estado de Nebraska, também nos Estados Unidos, região que, embora bem distante da costa, não era considerada bocígena. Confrontaram os resultados obtidos nesse Estado, com aqueles referentes a outras regiões bocígenas e não bocígenas. Segundo eles, a cocção de amostras de espinafre não ocasionou perdas expressivas do conteúdo de iôdo. MILLERMEISTER (88) encontrara, quando da cocção de 100 gramas de espinafre, uma perda da ordem de 7,9%. (*)

FREAR (48), por sua vez, estudou a distribuição do iôdo em batatas cultivadas em diferentes solos de 135 localidades do Estado da Pennsylvania. Segundo ele, as diferenças de teores, encontradas, deveriam ser função do solo, já que os valores mais altos foram encontrados em solos de regiões marinhas. Dado que tivessem sido descritos vários casos de bócio em algumas zonas cujas batatas mostravam considerável teor de iôdo, FREAR concluiu não ser possível demonstrar qualquer correlação significativa entre conteúdo de iôdo em batatas e incidência de bócio.

HOLLEY e colaboradores (69), tendo em vista que no Estado de Georgia a incidência de bócio era muito pequena, estudaram o teor de iôdo em diversos vegetais ali cultivados, concluindo não haver correlação entre o tipo de solo e o conteúdo de iôdo nos vegetais examinados.

McCLENDON e HOLDRIDGE (86), se ocuparam da presença de iôdo no repólho, estudando o conteúdo em amostras vindas de diversas cidades do Estado de Minnesota, da mesma maneira que tinham

(*) Originalmente 100 g do vegetal apresentavam 44 microgramas de iôdo e ao final da cocção, 40,5 microgramas.

feito relativamente a batatas, em 1934. Procuraram estabelecer relações entre a taxa de iôdo em repólho e batatas de um lado e, a presença de bócio, de outro. Usaram recrutas como amostra. As médias obtidas foram de molde a fazer admitir a existência de uma correlação inversa entre as quantidades de iôdo dos dois alimentos e o número de bócios apresentados pelos recrutados de cada cidade.

BROWN e DIETZ ⁽²⁷⁾, estudaram o conteúdo de iôdo em alfaces cultivadas em diferentes partes do Estado de Ohio e acharam que os valores do elemento para uma mesma espécie vegetal podiam variar muito. Em muitos casos o teor de iôdo encontrado, ultrapassou aquêlo obtido no Estado da Califórnia, bem próximo da orla marítima. Afirmaram que o uso de fertilizantes podia aumentar grandemente os teores do halogênio na planta.

DIETZ ⁽³⁶⁾ se ocupou do mesmo problema, mas verificou que uma aplicação de 20 quilos de iodeto de potássio por acre de terra, ocasionava severa destruição das fôlhas do tomateiro. Confirmou, entretanto, trabalhos anteriores segundo os quais a fertilização por meio de iodeto de potássio, dependendo da quantidade adicionada, contribuía para o aumento do teor de iôdo nos vegetais.

Os estudos relativos à influência da adubação sobre o teor de iôdo dos vegetais despertaram grande interesse.

SCHEURLEN ⁽¹⁰⁸⁾, estudando o bócio e medidas para o seu contrôle, considerava que, embora o iôdo não fosse essencial a tôdas as plantas (algumas delas necessitavam para desenvolver-se e outras não), era interessante o papel desempenhado pela adubação no enriquecimento dos vegetais pelo halogênio. Citava como exemplo a cenoura que, cultivada em solo pobre de iôdo, apresentava 9 microgramas de halogênio por quilo de produto, passando a 48 microgramas quando aquêlo era convenientemente adubado. Por esse motivo, julgava que a adubação com iôdo nas zonas de bócio

endêmico seria recurso altamente interessante.

SCHARRER e SCHWAIBOLD ⁽¹⁰⁵⁾ retomaram os trabalhos sobre adubação e enriquecimento de iôdo nos vegetais. Cultivando várias plantas em campo aberto e em vasos, verificaram um significativo aumento do teor do halogênio, proporcional à quantidade de iôdo adicionada como fertilizante ao mesmo peso de terra. Beterrabas mostraram taxa de iôdo mais alta nas folhas que nas raízes o que concordava com as afirmações de FELLEBERG ⁽⁴¹⁾, STOKLASA ⁽¹¹⁶⁾ e de HERCUS e ROBERTS ⁽⁶⁷⁾, dentre outros.

STOKLASA ⁽¹¹⁶⁾, verificou o papel dos órgãos clorofilados na absorção do iôdo. Os seus estudos se fizeram principalmente em relação a plantas de beterrabas e batatas.

HERCUS e colaboradores ⁽⁶⁶⁾, após estudos da distribuição do iôdo na água, alimentos, fertilizantes e no próprio solo, consideraram, tomando em conta grupos de escolares e recrutas da Nova Zelândia, que a incidência do bócio era inversamente proporcional à quantidade de iôdo no solo, e propuzeram o uso de fertilizantes contendo iôdo, como medida para aumentar o teor deste nos vegetais.

HERCUS e ROBERTS ⁽⁶⁷⁾, mostraram que as partes vegetais folhudas eram cerca de quatro vezes mais ricas em iôdo do que as de raízes. Por outro lado, verificaram que após a cocção do espinafre (folhas), as perdas podiam ser significativas, da ordem de 60% aproximadamente, mas que o aproveitamento da água de cocção minimizava estas perdas. Já a mesma cocção, levada a termo com cenoura (tubérculos) não ocasionou perdas significativas.

Voltando às pesquisas realizadas nos Estados Unidos relativamente a valor de iôdo nos diversos produtos vegetais, queremos lembrar o trabalho de FRAPS e FUDGE ⁽⁴⁶⁾. Estes pesquisadores, em atenção principalmente ao fato de que grande quantidade da produção de alimentos vegetais do Estado do Texas era exportada para outros pontos do país, determinaram os teores de iôdo em

diversos vegetais e também na água de várias localidades do Estado. Puderam, assim, verificar que as plantas aí cultivadas, possuíam alto teor de iôdo. Confirmaram também uma série de trabalhos anteriores que afirmavam haver maior riqueza em iôdo nas folhas que nas raízes ou frutos. Verificaram também que o teor de iôdo nos vegetais era dependente do solo, motivo pelo qual havia grandes variações, mesmo considerada uma única espécie vegetal. O trabalho incluía determinações em beterraba (fôlha e raiz), brócoli, couve, repôlho, cenoura, beringela, escarola, pimentão, batata, espinafre, abóbora, tomate, nabo (fôlha e raiz), etc. Os mesmos autores ⁽⁴⁷⁾ em 1940 voltaram a se ocupar dos valores de iôdo nos vegetais do Estado do Texas, salientando, então, que certos vegetais de fôlha, como beterraba e nabo continham, nas folhas, cerca de 75% mais iôdo que nas raízes. Depois de estabelecer dados comparativos com outros Estados, principalmente com relação aos teores de iôdo no repôlho, os autores informavam que os vegetais do Estado do Texas podiam suprir às necessidades individuais de iôdo, evitando o desenvolvimento do bócio. O valor mais alto de iôdo foi encontrado no brócoli, seguido pelo repôlho, beterraba (fôlha) e nabo (fôlha); os teores mais baixos, foram encontrados em beringela e cenoura.

HARVEY e TOTH ⁽⁶⁴⁾ estudaram o teor de iôdo de vários solos e plantas de New Jersey, informando que não foi observada nenhuma relação entre o conteúdo de iôdo dos solos e de plantas cultivadas nesses solos. Dos vegetais estudados, o valor mais alto foi encontrado em cenouras, sendo da ordem de 5,16 microgramas por quilo de produto.

Ao mesmo tempo que nos Estados Unidos, foi encarado o problema da correlação em diferentes países: iôdo nos solos, nas plantas e o aparecimento de bócio.

Em 1931, ROMAN ⁽¹⁰³⁾ fez um levantamento do teor de iôdo nos alimentos, consultando a literatura até então publicada.

MAYRHOFER e WASITZKY ⁽⁷⁸⁾ contribuíram para o conhecimento dos teores de iôdo em diversos vegetais, principalmente, espinafre, nabo e batata descascada e com casca. Mais tarde ⁽⁷⁹⁾, estudaram a distribuição de iôdo e flúor nos alimentos vegetais, concluindo que, com exceção do espinafre, pepino, arroz e solanáceas em geral, todos os outros vegetais estudados continham mais flúor que iôdo, sendo o espinafre o vegetal mais rico em iôdo.

BOOTELLO ⁽²⁰⁾, depois de estagiar com FELLEBERG na Suíça, determinou o iôdo em vários vegetais da Espanha, por exemplo cenoura, batata, trigo, espinafre, repôlho e milho. Em 1935 ⁽²¹⁾, utilizando um grande número de alimentos da Espanha, informou que todos os alimentos apresentavam iôdo, em maior ou menor quantidade, destacando-se como ricos, a cenoura, alface, batata, trigo, milho, repôlho, espinafre, tomate, frutas, leite e ovos.

FERREIRA e MANO ⁽⁴²⁾ ⁽⁴³⁾, estudaram a distribuição do iôdo em alimentos portugueses, verificando que os maiores teores estavam presentes nos alimentos de origem animal. Estes trabalhos compreenderam a determinação do halogênio em cento e trinta produtos de origem animal e vegetal, distribuídos em grupos, de acordo com as características de composição centesimal.

VILKKI ⁽¹²⁰⁾ estudou a distribuição do iôdo em produtos de duas áreas da Finlândia que apresentavam distinta incidência de bócio. Depois de determinar o halogênio em vários alimentos animais e vegetais, verificou que, nas áreas de baixa incidência de bócio a ingestão de iôdo garantida pelos alimentos era significativamente maior que àquela a que eram submetidos os habitantes de áreas onde aparecia incidência moderada.

Segundo SCHULPINOV ⁽¹¹⁰⁾ o teor de iôdo de batatas cultivadas em zonas não bocígenas é trinta vezes maior que aquele de região de alta endemicidade da moléstia.

KATSURA e NAKAMICHI ⁽⁷⁰⁾ determinaram os teores de iôdo

em cinquenta e três alimentos japoneses, verificando que certos alimentos animais eram sensivelmente mais ricos em iodo.

MAZZOCCO ⁽⁸⁰⁾, parece ter sido o primeiro, na América Latina, a estudar a distribuição do iodo em vários alimentos de zona considerada bocígena (Salta, Argentina), fato este salientado por HOUSSAY ⁽⁸⁰⁾ na discussão do trabalho. O autor pôde verificar baixos valores para iodo, em amostras de terra, água e alimentos dessa região; lembrou ademais, que a alimentação preponderante dos habitantes de Salta era constituída de milho e carne, produtos normalmente pobres em iodo. Em complementação ao trabalho anteriormente realizado ⁽⁸¹⁾ afirmou que a dose ingerida pelos habitantes de Salta (zona bocígena), na Argentina, estava bem abaixo dos valores considerados normais (Buenos Aires), lembrando que uma das hipóteses poderia ser o baixo suprimento de iodo fornecido pelos vegetais dessa região. Bem mais tarde, em colaboração ⁽⁸²⁾ estudou a composição química e o valor nutritivo de vários alimentos sul americanos, justificando a prática da terapêutica iodada em zonas bocígenas, por meio de alimentos ricos em iodo. O trabalho incluía os valores de iodo de alimentos procedentes de Buenos Aires - região não bocígena - e de Salta - região bocígena. Os autores verificaram que os teores de iodo da zona de Buenos Aires eram significativamente superiores àqueles de Salta.

Embora BAETA VIANNA ⁽⁹⁾, já em 1935 se ocupasse do problema do bócio entre nós, no Estado de Minas Gerais, determinando o iodo em alguns alimentos de zonas consideradas bocígenas, PECHNIK e colaboradores ⁽⁹³⁾ ⁽⁹⁴⁾ ⁽⁹⁵⁾ ⁽⁹⁶⁾, podem ser considerados no Brasil os pioneiros da investigação da presença de iodo em alimentos habitualmente consumidos. Apresentaram taxas de iodo para diversos alimentos animais e vegetais, destacadamente cereais, legumes, hortaliças, raízes, tubérculos, leguminosas e frutas. Verificaram haver maior quantidade do halogênio nas folhas de certos vegetais como nabo, beterraba e mandioca, do que nas raízes

dos mesmos. Constataram também, que perdas significativas ocorriam nas folhas quando submetidas à cocção, em contraposição aos tubérculos, cujas perdas foram consideradas mínimas.

Pareceria que todo esse acervo de investigação exaurira as possibilidades de desconhecido no tocante a iôdo, alimentos e bócio. Todavia, ainda em 1953, GROSS e PITT-RIVERS ⁽⁵⁷⁾, voltaram a oferecer provas da inequívoca importância do iôdo para a glândula tireóide, usando técnicas de átomos marcados (¹³¹I).

Mais tarde um pouco, em 1955, ASTWOOD ⁽⁸⁾ encarando problemas relativos ao iôdo destacou seus mais importantes aspectos, tais como, as necessidades humanas de iôdo, seu conteúdo nos alimentos, a necessidade do consumo de sal iodado, o metabolismo do elemento no organismo, os compostos antitireoidianos e os efeitos da sua deficiência ou excesso para o organismo, concluindo, como outros autores antes dele, que a principal causa do bócio simples é a deficiência de iôdo no meio ambiente.

Em 1959 BOWEN ⁽²²⁾ introduziu pela primeira vez a técnica de análise por ativação na determinação de iôdo, bromo e cloro em sementes de tomate, com a finalidade de estudar as relações entre os três halogênios.

.....

Hoje como ontem, é importante a verificação não só da presença como da quantidade de iôdo nos alimentos, por causa das relações íntimas com os problemas da incidência e prevalência de bócio. Se diferentes fatores podem intervir na produção ou agravamento dessa moléstia, é, talvez, principalmente o baixo suprimento de iôdo ao organismo, o responsável pelas endemias de bócio ⁽⁵⁰⁾.

Entretanto, aparecem fatos contraditórios: em certas zonas não bocígenas os alimentos e as águas são tidos como pobres em iôdo; em outras, onde o ambiente é aparentemente mais rico no halo

gênio considerado essencial, aparece a moléstia ...

Por outro lado, recentes estudos sobre o metabolismo do iôdo usando iôdo radioativo, mostram que, em numerosos pontos do mundo, a taxa de iôdo no organismo é muito pequena ⁽⁸⁾.

Será lícito admitir que todos os casos anômalos existentes decorram do uso de alimentos ricos em substâncias bocígenas como, por exemplo, o de leite de vaca em cuja forragem entraram crucíferas ⁽¹¹⁹⁾?

Serão exatos os dados quantitativos de que dispomos relativamente a iôdo nos alimentos e que levam especialistas a divergir largamente ^(*) sobre qual a taxa do halogênio necessária ao equilíbrio orgânico?

Tais fatos sugerem que ainda se faça pesquisa sobre o teor do halogênio nos alimentos integrantes das dietas comuns, pois só essa pesquisa será capaz de trazer dados exatos, elementos novos, para a compreensão de velhos problemas que desafiam os sanitaristas e clínicos desde há muito tempo.

Este é o nosso propósito.

2 - Plano do trabalho

Com base em todos os fatos referidos, decidimos determinar o teor de iôdo em alimentos vegetais usando o método de análise por ativação com nêutrons.

Os resultados a serem obtidos, comparados com aqueles relatados na literatura, permitiriam avaliar, eventualmente, uma das causas de erro na interpretação do aparecimento ou não do bó-

(*) A Escola Americana recomenda a ingestão diária de 300 mcg de iôdo, enquanto a Européia admite como aceitável a de 100 mcg diários (51).

cio: as falhas analíticas relativas à taxa de iôdo nos alimentos.

3 - Material e métodos

3.1 - Material

Constituiu material, para a realização dêste trabalho, a parte comestível de vegetais adquiridos nos mercados e feiras livres de São Paulo (S.P.), os quais, na maioria, segundo as informações de seus vendedores, procediam da zona conhecida como "cinturão verde" da própria capital.

Examinamos os seguintes vegetais:

- Abobrinha - Cucurbita pepo, L. (fruto, desprovido da casca).
- Acelga - Beta vulgaris, L. var. cycla, L. (fôlha)
- Agrião - Nasturtium officinale, R. Br. (caule e fôlha).
- Alcachôfra- Cynara scolymus, L. (parte comestível do talo).
- Alface "paulista" - Lactuca sativa, L. var. capitata (fôlha).
- Alface "romana" - Lactuca sativa, L. var. longifolia (fôlha).
- Alho - Allium sativum, L. (bulbo, desprovido da casca).
- Almeirão - Hieracium commersonii, Monnier (fôlha).
- Arroz - Oryza sativa, L. (grãos descorticados). (*)
- Asparago - Asparagus officinalis, L. (brôto).
- Batata - Solanum tuberosum, L. (desprovida da casca).
- Batata doce "amarela" - Ipomoea batatas, Lam. var. xantorhiza
(desprovida da casca).
- Bata doce "roxa" - Ipomoea batatas, Lam. var. porphiorhiza
(desprovida da casca).
- Beringela - Solanum melongena, L. (fruto, deprovido de semente).
- Beterraba - Beta vulgaris, L. (desprovida da casca).

(*) Os vegetais assim assinalados foram provenientes de Estados que não o de São Paulo.

- Brócoli - Brassica oleracea, L. var. Botrytis asparagoides (talo e sumidade florida).
- Cará - Dioscorea alata, L. (desprovido da casca).
- Cebola - Allium cepa, L. (bulbo, desprovido da casca).
- Cenoura - Daucus carota, L. (desprovida da película).
- Chuchu - Sechium edule, Swartz (desprovido da casca).
- Cogumelo - Agaricus campestris, L.
- Couve - Brassica oleracea, L. var. acephala D.C. (fôlha).
- Couve-flor - Brassica oleracea, L. var. Botrytis cauliflora (sumidades floridas).
- Ervilha - Pisum sativum, L. (grãos).
- Ervilha "torta" - Pisum sativum, L. var. macrocarpum Serv. (grãos com bainha).
- Escarola - Cichorium endivia, L. (fôlha).
- Espinafre - Spinacia oleracea, L. (fôlha)
- Feijões - Phaseolus vulgaris, L. (grãos).
- Grão de bico - Cicer arietinum, L. (grãos). (*)
- Lentilha - Lens esculenta, Moench (grãos). (*)
- Mandioquinha - Arracacia xanthorrhiza, Bancr. (desprovida da casca).
- Mandioca - Manihot utilissima Pohl (desprovida da casca).
- Milho "verde" doce - Zea mays, L. var. saccharata Sturt. (grãos)
- Nabo "comprido" - Brassica oleracea, L. var. Napo-brassica (desprovido da casca).
- Nabo "redondo" - Brassica napus, L. (desprovido da casca).
- Palmito - Euterpe edulis, Mart. (parte interna, tenra).
- Pepino - Cucumis sativus, L. (fruto, desprovido da casca).
- Pimentão "verde" e "vermelho" - Capsicum anuum, L. (fruto desprovido das sementes).
- Quiabo - Hibiscus esculentus, L. (fruto, inteiro).
- Rabanete - Raphanus sativus, L. (com casca e sem casca).
- Repôlho "branco" - Brassica oleracea, L. var. botrytis, sub var. albida, Duch. (fôlha).

- Repolho "roxo" - Brassica oleracea, L. var. botrytis, sub var. cymosa, Duch. (fôlha).
- Serralha - Sonchus laevis, L. (fôlha).
- Soja - Glycine max., M. (grãos).
- Tomate - Solanum lycopersicum, L. (fruto inteiro).
- Vagem - Phaseolus vulgaris, L. (grãos com bainha).

3.2 - Métodos

3.2.1 - De preparo do material

Chegadas ao laboratório, as amostras eram limpas e separada a parte comestível. Esta, depois de devidamente homogeneizada, era pesada e, a seguir, dessecada em estufa a 105° C até peso constante. Tomavam-se alíquotas, rigorosamente pesadas e, em cadinhos de porcelana, previamente tarados, eram juntados 5 ml de uma solução a 10% de carbonato de potássio anidro. A adição visava evitar possível perda de iodo por volatilização. Os cadinhos eram levados à estufa, a 105° C e, posteriormente à mufla regulada a 550° C, para a obtenção de cinzas. As cinzas de vários cadinhos, reunidas, constituíam o material de trabalho.

Para calcular a proporção de carbonato de potássio anidro misturado à massa de cinza do vegetal, calcinamos 0,500 g do mesmo, à temperatura de 550° C, a fim de verificar as perdas eventuais. Trabalhamos com duas amostras de sal de procedência diferente constatando que as perdas eram, respectivamente, de 0,0135 g e 0,005 g. Nestas condições foi possível descontar corretamente, da massa de "cinza" do vegetal, a massa de carbonato presente.

Por outro lado, para verificar possível impureza de iodo no sal, procedemos a análise do mesmo pelo processo "por ativação". De três sais de procedências diferentes, apenas um se revelou isento de iodo, motivo pelo qual foi o mesmo utilizado para

a realização de todo o trabalho.

3.2.2 - De determinação do iôdo

Usamos o método por ativação com nêutrons, trabalhando com o espectrômetro gama "TMC", constituído de um cristal NaI(Tl) de poço, cujas dimensões foram 1 3/4 x 2 polegadas e um analisador multicanal (256 canais), acoplado a uma máquina impressora de dados. (fig. 1)

HEVESY e LEVI ⁽¹⁾, criaram este método em 1936, baseados em trabalhos de CURIE e JOLIOT e, de FERMI, para determinar disprósio em ítrio, na proporção de 0,1%. Entretanto, somente após a segunda guerra mundial com o advento dos reatores nucleares, este tipo de análise evoluiu e, modernamente, vem sendo aplicado a numerosos campos científicos. ⁽⁴⁾ (12) (17) (18) (23) (24) (25) (29) (34) (37) (44) (60) (74) (97) (112) (113) (114) (115) (118)

Escapa aos limites deste trabalho revisão sobre toda a literatura que trata do assunto. Queremos, entretanto, assinalar que, em nosso meio, praticamente só o Instituto de Energia Atômica de São Paulo tem realizado pesquisas nesse setor. Desde 1960, a análise por ativação vem despertando interesse e vários são entre nós os trabalhos já publicados. ⁽⁷⁵⁾ (76) (111) (2) (55) (1)

Este motivo, nos induziu à presente investigação que diz respeito a um setor onde a análise por ativação raramente foi aplicada: o da química dos alimentos.

A principal vantagem da análise por ativação é, sem dúvida, sua extraordinária sensibilidade. Dependendo das condições, esta pode ser da ordem de 0,000028, 0,000036, 0,000070 e 0,000082 micrograma, respectivamente para o índio, manganês, ouro e iôdo ⁽¹²²⁾.

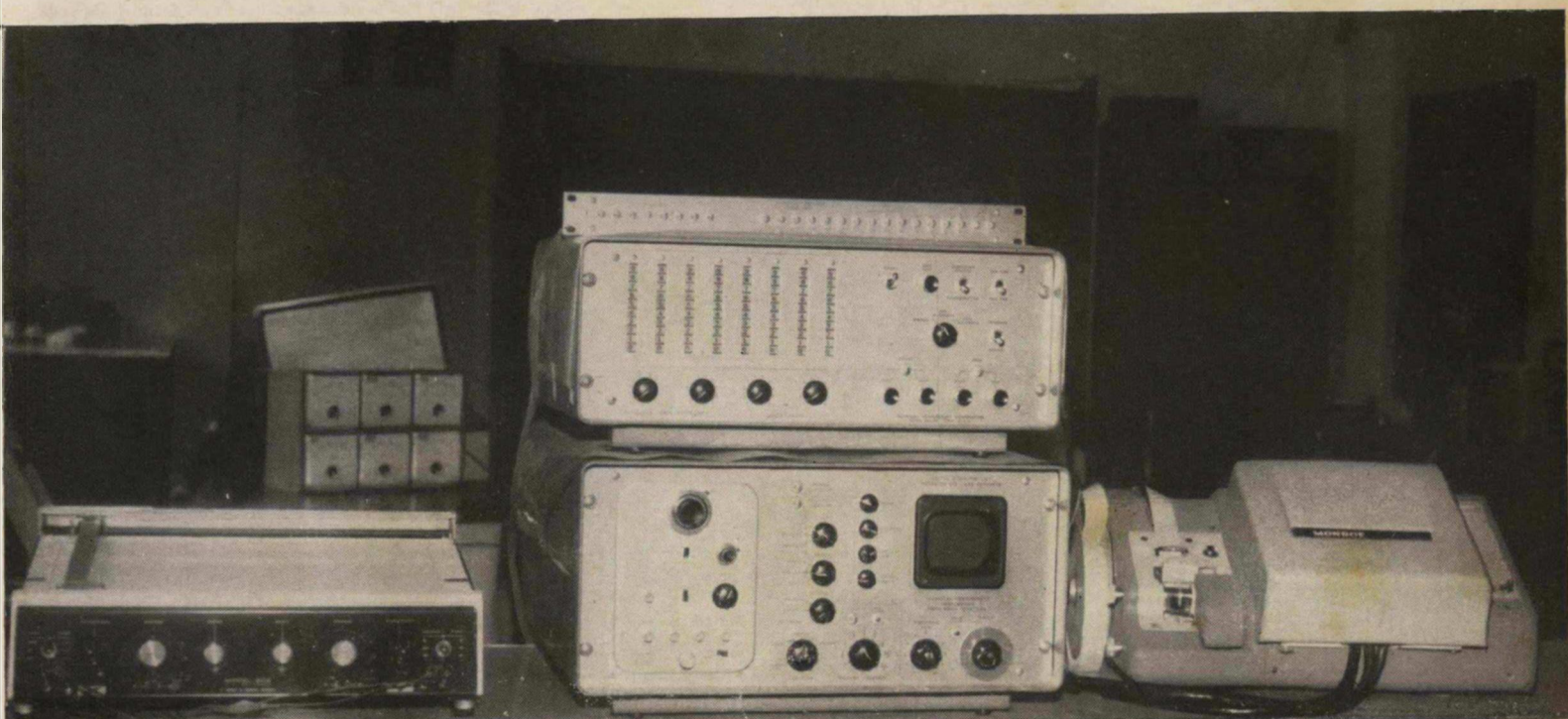
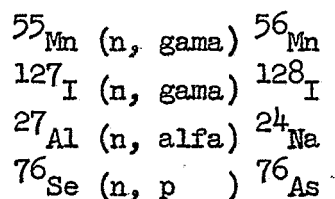


Fig. 1—Espectrômetro gama e Analisador multicanal (256 canais)

3.2.2.1 - Princípio do método

Baseia-se no seguinte: quando um material é bombardeado ou irradiado por partículas aceleradas (alfa, dêuterons, prótons, nêutrons) e também, por radiação eletromagnética (ex: fótons) as partículas bombardeantes agem sobre alguns dos átomos presentes no material; estes podem, então, ser convertidos, ou em isótopos diferentes do mesmo elemento ou em isótopos de diferentes elementos, dependendo da natureza da reação havida.

Exemplos:



O bombardeio com nêutrons é o tipo mais comumente usado e de maior aplicação no campo de análise por ativação.

A radioatividade induzida por esse processo dá a medida da massa do elemento presente na amostra, porque a intensidade da radiação emitida após o bombardeio é diretamente proporcional à massa desse elemento.

3.2.2.2 - Ensaio do método

Para testar as condições de sensibilidade, justeza e reprodutibilidade do método, irradiamos e analisamos padrões constituídos de iodeto de amônio, em várias concentrações.

Como a atividade induzida é proporcional à massa irradiada deveríamos, teoricamente, encontrar contagens que guardassem entre si, a mesma relação que as massas dos padrões irradiados.

Os gráficos 1 e 2 esclarecem ter o processo dados os resultados esperados.

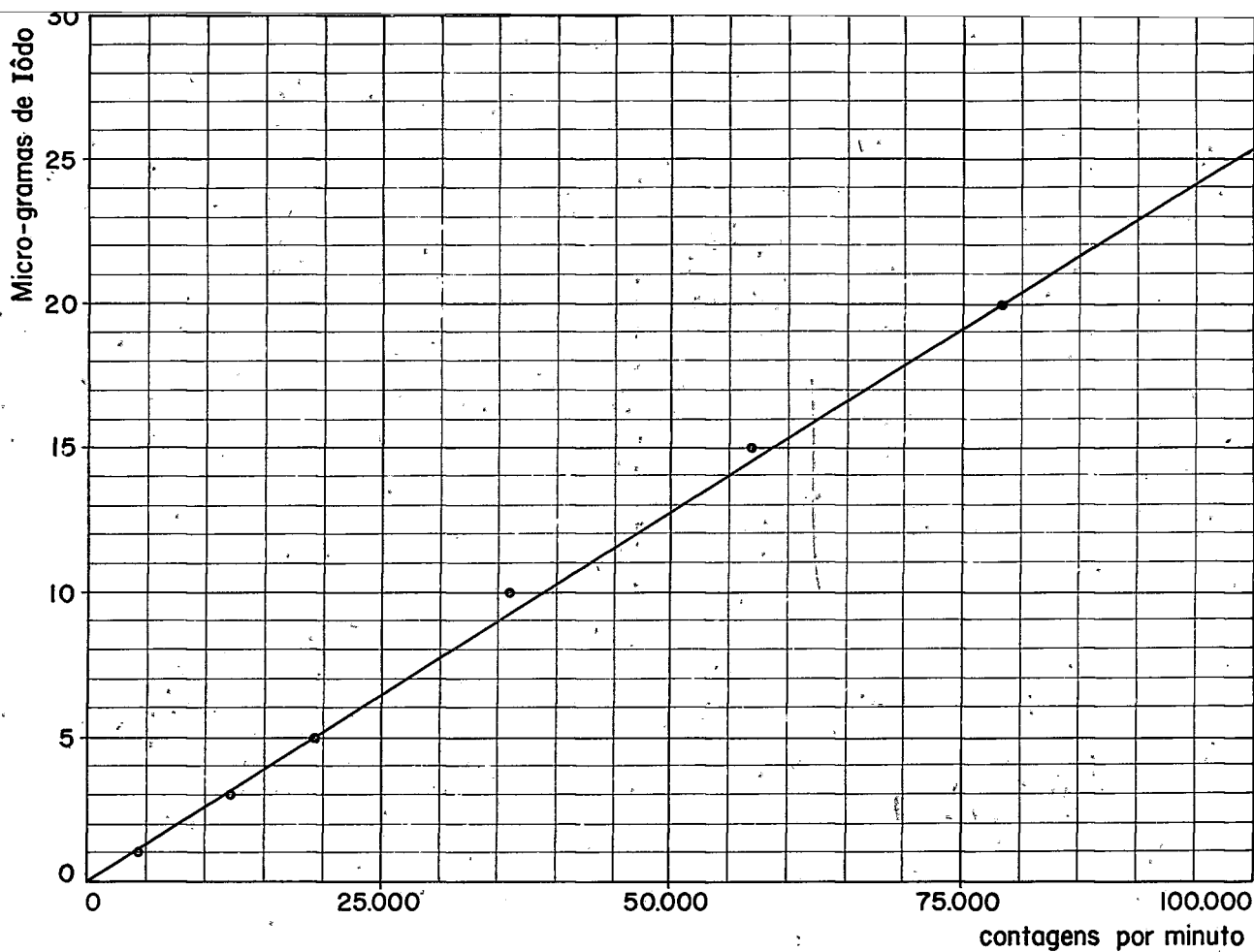


Gráfico 1 — Curva de calibração para ^{128}I — (sem medida de rendimento)
Fluxo = $5,5 \times 10^{12}$ n/cm²/seg. (20 minutos) — Irradiação de NH_4I

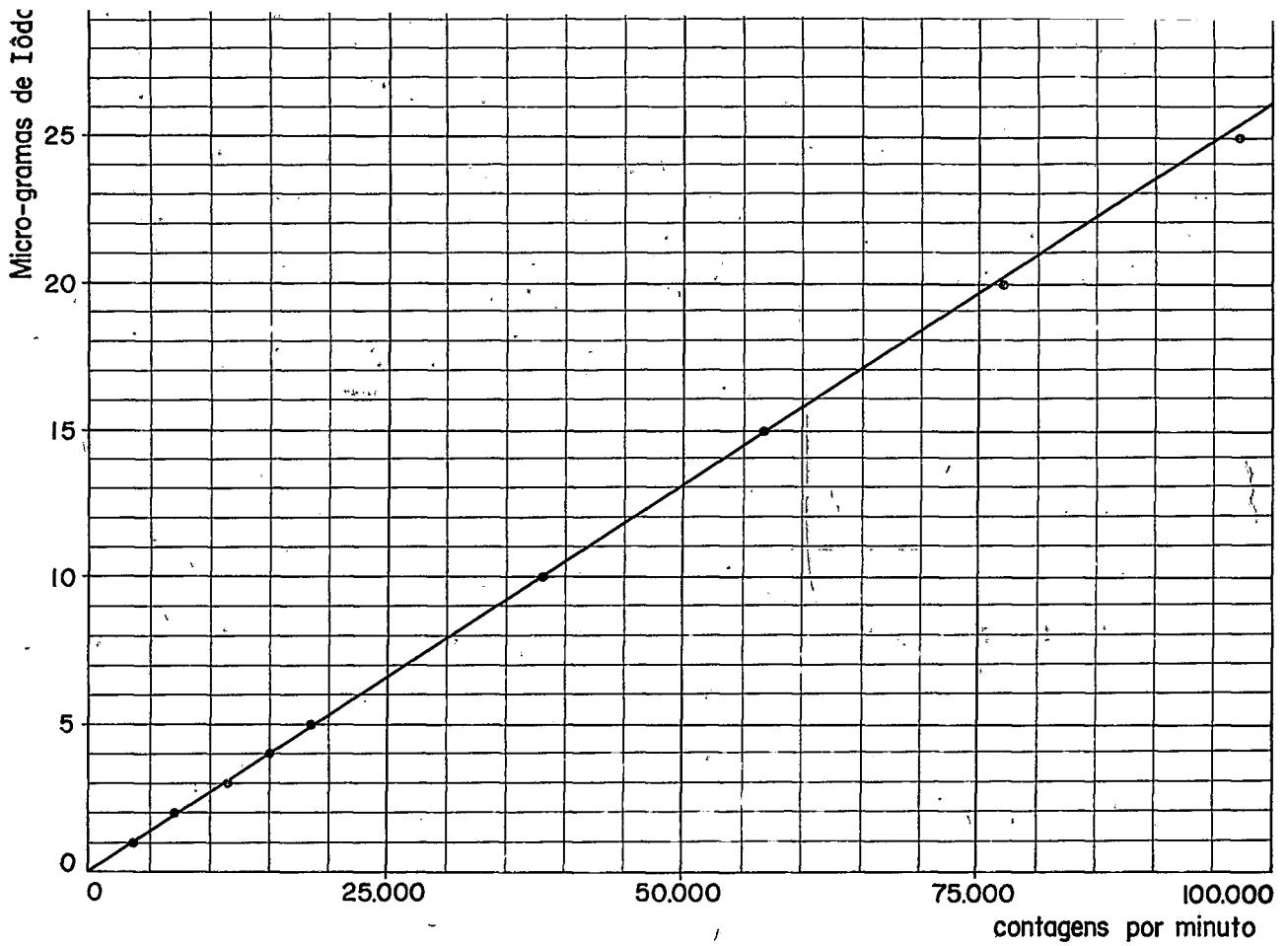


Gráfico 2 — Curva de calibração para ^{128}I — (com medida de rendimento ^{131}I).
Fluxo = $5,5 \times 10^{12}$ n/cm²/seg. (20 minutos) — Irradiação de NH_4I

3.2.2.3 - Técnica

a) Preparo das amostras para a irradiação.

Pesávamos rigorosamente alíquotas de cinzas, e colocávamos em saquinhos de polietileno (fig. 2b). O padrão era iodeto de amônio, com a concentração de 0,002% de iodo; Tomávamos 0,5 ml que continha 10 microgramas de iodo; êste volume era colocado em tubos de polietileno cujas extremidades eram fechadas a quente (fig. 2a).

Amostra e padrão eram, então, encerradas em coelho (*) de nylon, provido em uma de suas extremidades de um amortecedor (isopor) (fig. 2c).

Como o coelho é transportado com grande velocidade, através de um sistema pneumático ao local de irradiação (terminal do conduto pneumático), o amortecedor se faz necessário para evitar possível ruptura do conjunto.

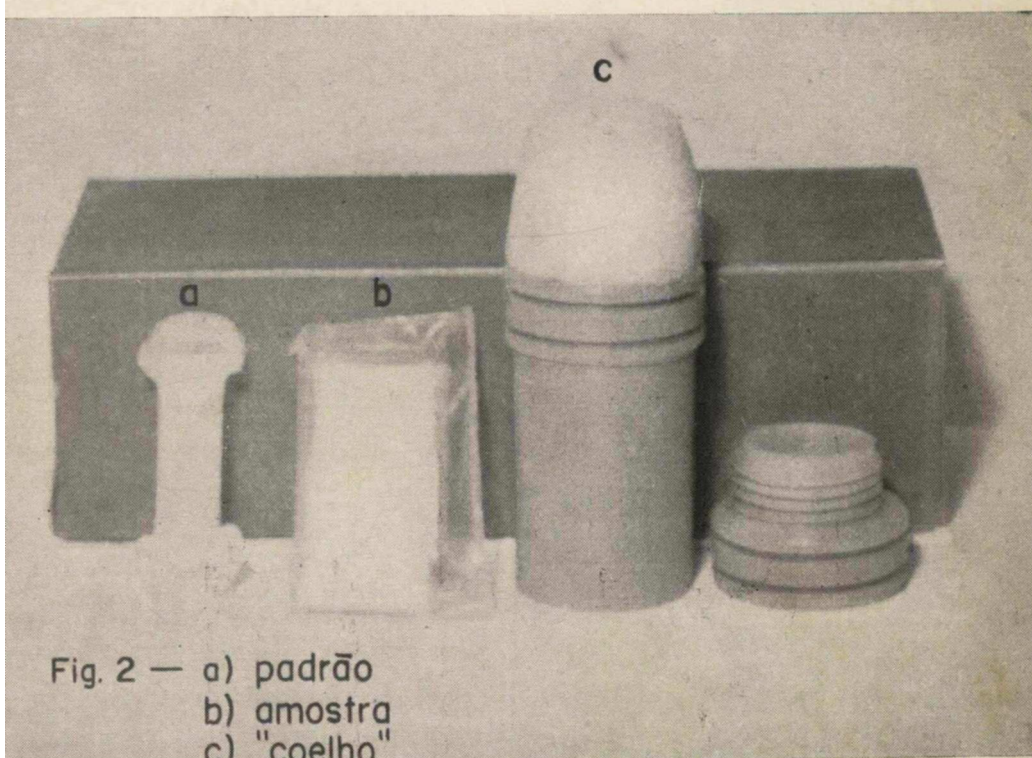
b) Características da irradiação.

Tendo em vista a reação que ocorre no caso particular do iodo - ou seja, $^{127}\text{I}(n, \text{gama})^{128}\text{I}$, cujo isótopo possui meia-vida igual a 25 minutos - o esquema utilizado para a irradiação deve permitir uma rápida retirada do material. Nestas condições, um fluxo de $5,5 \times 10^{12}$ n/cm²/s durante 20 minutos foi o mais indicado, tendo em vista:

- 1º) o fato de ser o coelho de nylon.

O coelho de nylon apresenta a vantagem de permitir manipulação, pelo operador, sem exposição excessiva dêste, logo após a chegada na estação; todavia, se o fluxo ou o tempo forem

(*) Cápsula que transporta amostras para fora e para dentro do núcleo do reator, permitindo o estudo dos efeitos da radiação sobre vários materiais (35).



INSTITUTO DE QUÍMICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

maiores que os escolhidos, o coelho não suportará a exposição.

2º) com 20 minutos de irradiação já se obtém 43% da atividade saturada, considerada como satisfatória para o tipo de análise do trabalho.

3º) os contaminantes de meia-vida intermediária terão atividade escassa com este tempo de irradiação.

Tendo em conta os fatores expostos, o sistema de detecção empregado e o tempo utilizado para a separação química, a sensibilidade do método foi, para o nosso caso, de 0,1 micrograma.

c) Separação química

Após 20 minutos de irradiação, o coelho era enviado de retorno para a necessária separação química do padrão e da amostra. O material era, então, transferido quantitativamente para bequer e a dissolução se processou com ácido nítrico a 10%, tendo-se juntado, concomitantemente, solução carregadora de iodeto de potássio e solução de iodeto de sódio- ^{131}I (cujo número de contagens era conhecido) para a medida do rendimento do processo. Depois de dissolvido, o material era transferido para ampolas de separação contendo tetracloreto de carbono e, finalmente, adicionado de nitrito de sódio a 2%, até liberação do iodo. Os extratos do solvente eram recebidos numa segunda ampola e, a esta, adicionou-se hidróxido de sódio a 20%; após agitação, desprezava-se a fase solvente. Esta segunda etapa se fazia necessária dado o grande número de contaminantes que ainda permanecia após a primeira extração. Juntava-se, novamente, ácido nítrico e nitrito de sódio para liberar o iodo e, finalmente, tetracloreto de carbono para a extração. Os extratos eram recebidos em provetas graduadas, completando-se o volume para 30 ml, com tetracloreto de carbono. Alíquotas de 3ml eram então, retiradas para contagem em espectrômetro de cintilação. O extrato, apresentava ^{127}I , ^{128}I e

^{131}I . O primeiro era utilizado para arrastar os outros dois, dada a insignificância de suas massas; o segundo iria informar sobre o iodo contido nas amostras; o terceiro, adicionado no início da separação química, informaria sobre o rendimento do método, já que, por ter meia-vida (8 dias) bem distinta da do iodo-128 (25 minutos), podia ser contado depois do decaimento completo deste.

Embora a literatura especializada ⁽³⁴⁾ admita, como unicamente possível a reação $^{127}\text{I}(n,\gamma)^{128}\text{I}$, para a formação de ^{128}I , quisemos fazer e fizemos concomitantemente a análise dos espectros, por comparação com o padrão de NH_4I (fig. 3,4,5 (*)) e a determinação da meia-vida do elemento, usando como referência o próprio padrão de NH_4I (graf. 3 e 4).

As figuras e gráficos seguintes mostram nossos resultados, confirmando os dados da literatura.

d) Contagem do iodo nas amostras.

As amostras foram contadas durante 3 minutos cada uma (amostra e padrão).

Depois do decaimento completo da atividade devida ao ^{128}I , as amostras cujas atividades, agora, eram exclusivamente devidas ao ^{131}I , foram recontadas. Assim, dispondo de um padrão exclusivamente de ^{131}I , foi possível determinar o rendimento químico. As contagens utilizadas para o cálculo foram, por meio deste artifício, corrigidas para um rendimento químico igual a 100%.

e) Cálculo da massa de iodo.

Num primeiro tempo foi necessário corrigir as contagens, calculando o rendimento químico obtido para padrão e amostra:

(*) As figuras representam detalhe do aparelho apresentado na figura 1.

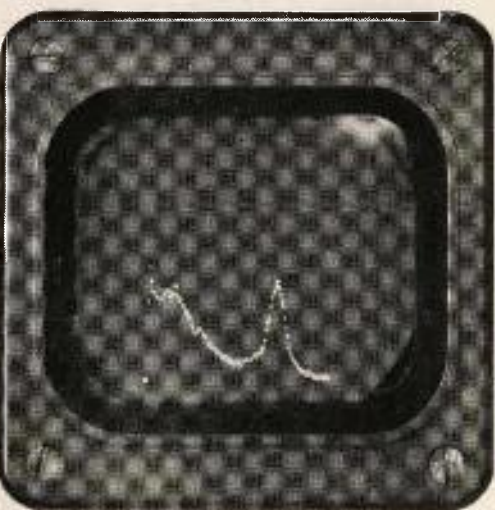


Fig. 3 — Espectro do padrão

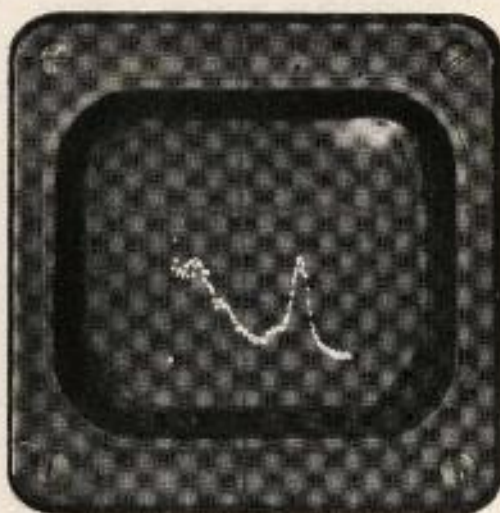


Fig. 4 — Espectro da amostra

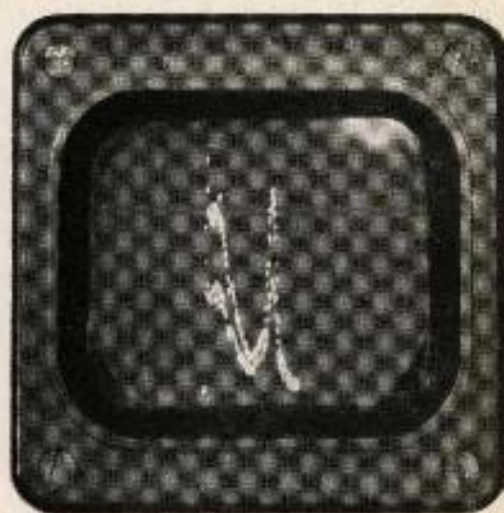


Fig. 5 — Espectros do padrão e amostra superpostos

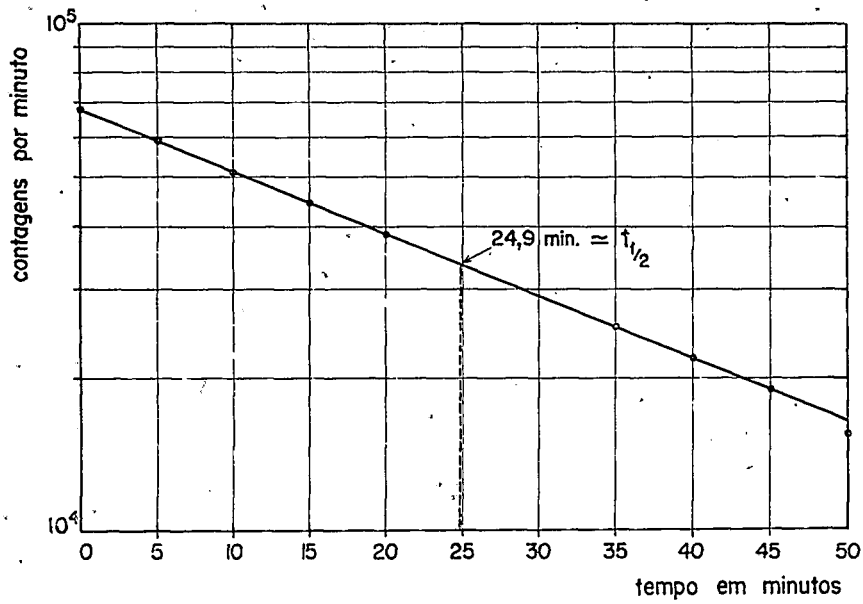


Gráfico 3 — Determinação da meia-vida do padrão (NH_4I)

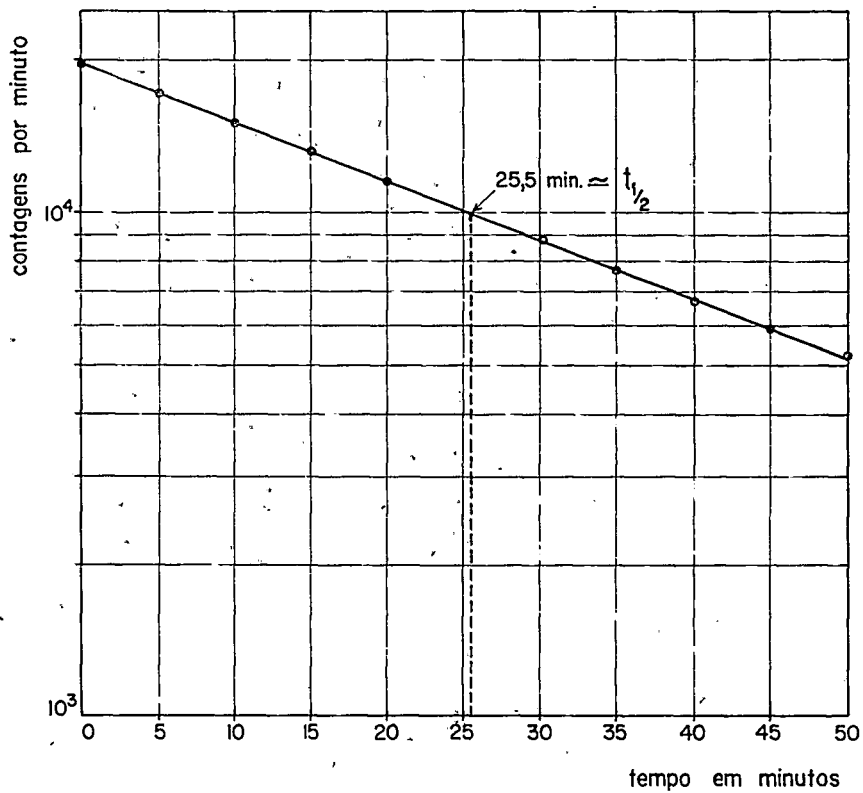


Gráfico 4 — Determinação da meia-vida da amostra (batata)

1º - Cálculo do rendimento químico

Usando, para a contagem obtida, do padrão de ^{131}I , um valor igual a 100, tínhamos:

$$a) \frac{\text{contagem Padrão } \text{NH}_4\text{I} \times 100}{\text{contagem Padrão } ^{131}\text{I}} = \text{RPNH}_4\text{I} (*)$$

$$b) \frac{\text{contagem Amostra} \times 100}{\text{contagem Padrão } ^{131}\text{I}} = \text{RPA} (**)$$

2º - Correção das contagens devidas ao ^{128}I

$$a) \frac{\text{contagem Padrão } \text{NH}_4\text{I} \times 100}{\text{RPNH}_4\text{I}} = \text{contagem corrigida para o Padrão}$$

$$b) \frac{\text{contagem da Amostra} \times 100}{\text{RPA}} = \text{contagem corrigida para a Amostra}$$

Num segundo tempo, de posse das contagens, se estabelece uma relação entre Padrão e Amostra. Esta deverá levar em conta a diferença do tempo de decaimento, já que ambos (Padrão e Amostra) não podem ser contados simultaneamente. O fator de correção é encontrado na curva de decaimento do ^{128}I (gráfico 5).

(*) RPNH_4I = rendimento percentual relativo ao Padrão de NH_4I .

(**) RPA = rendimento percentual relativo à Amostra.

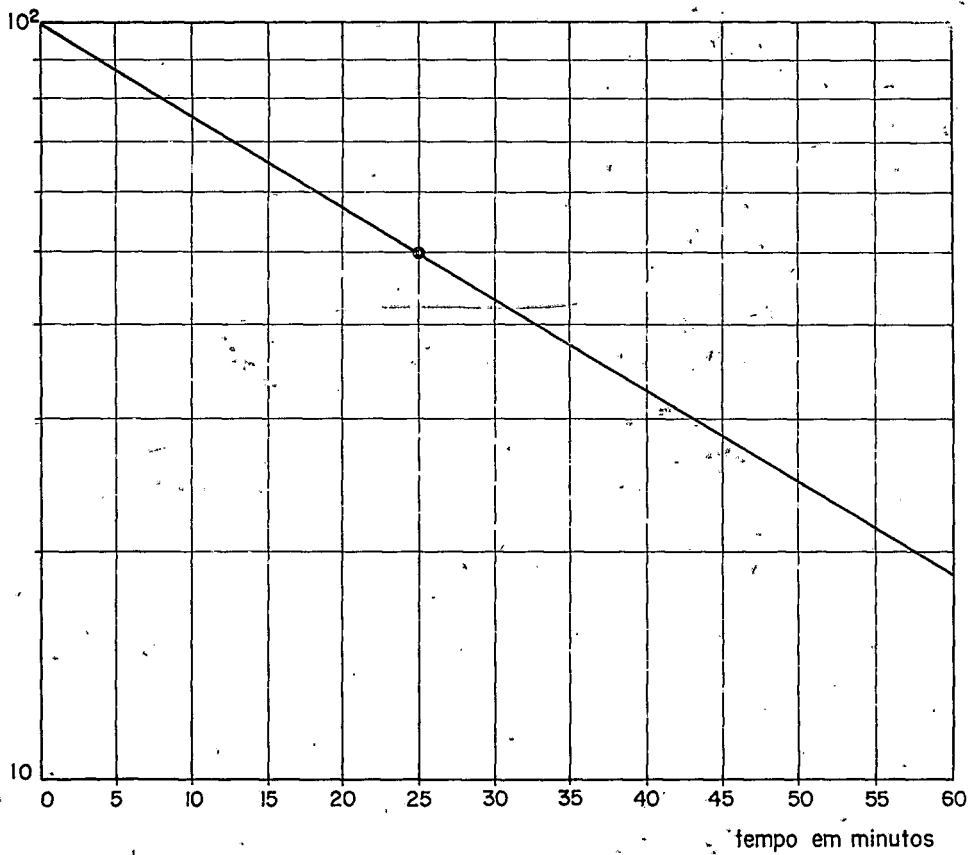


Gráfico 5 — Decaimento do ^{128}I — ($t_{1/2} = 25$ minutos)

INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATÔMICAS

4 - Resultados analíticos

Encontram-se tabelados a seguir os valores de iôdo encontrados nos vegetais ensaiados por nós. A "Tabela 1" mostra:

- a) a proporção de cinza existente em 100 g do produto fresco, parte comestível.
- b) o teor de iôdo existente em 100 g de produto fresco, parte comestível.
- c) o teor de iôdo existente em 100 g de cinza.

TABELA 1

Alimento (parte comestível)	Cinzas g/100 g	Iôdo mcg/100 g de produto fresco	Erro médio quadrá tico da média	Iôdo mg/100 g de cinza
Abobrinha	0,57	16,92	1,30	2,96
Acelga	0,98	8,46	0,36	0,83
Agrião	1,28	30,70	0,96	2,39
Alcachôfra	1,18	58,75	1,80	4,97
Alface "comum"	0,63	8,11	0,42	1,28
Alface "romãna"	0,38	7,59	0,40	1,99
Alho	1,37	16,00	0,44	1,16
Almeirão	1,52	18,95	0,63	1,24
Arroz	0,05	4,64	0,35	9,28
Aspargo	0,71	10,08	0,13	1,41
Batata	0,90	16,05	0,65	1,77
Batata doce "amarela"	0,87	38,85	1,00	4,45
Batata doce "roxa"	0,60	31,89	0,31	5,40
Beringela	0,35	14,56	0,54	4,16
Beterraba	1,03	29,42	2,51	2,85
Brócoli	1,32	17,67	0,56	1,33
Cará	1,00	36,14	1,62	3,61
Cebola	0,37	5,77	0,44	1,55
Gençura	0,78	26,60	1,73	3,40
Chuchu	0,31	8,00	0,41	2,58
Cogumelo	0,89	10,36	0,58	1,16
Couve	1,90	16,49	1,08	0,86
Ervilha "comum"	0,88	7,07	0,73	0,79
Ervilha "torta"	0,44	6,09	0,50	1,38
Escarola	0,78	15,42	0,62	1,97

cont. TABELA 1

Alimento (parte comestível)	Cinzas g/100 g	Iôdo mcg/100 g de produto fresco	Erro médio quadrá tico da média	Iôdo mg/100 g de cinza
Espinafre	1,34	11,71	0,50	0,87
Feijão "mulatinho"	3,23	27,13	0,94	0,84
Feijão "rosinha"	3,16	15,81	0,82	0,49
Feijão "branco"	3,19	9,26	0,30	0,28
Feijão "manteiga"	3,17	19,67	0,73	0,61
Feijão "bico de ouro"	2,96	38,55	2,36	1,30
Feijão "rajado"	2,65	25,25	2,56	0,95
Grão de bico	2,10	11,73	0,37	0,55
Lentilha	1,93	8,98	0,10	0,46
Mandioca	0,36	13,86	0,85	3,85
Mandioquinha	1,04	12,63	0,39	1,21
Milho "verde"	0,53	18,83	0,19	3,55
Nabo "comprido"	0,51	23,53	0,91	4,61
Nabo "redondo"	0,53	26,38	0,55	4,97
Palmito	1,23	12,84	0,50	1,04
Pepino	0,26	6,67	0,31	2,56
Pimentão "verde"	0,36	7,12	0,45	1,97
Pimentão "vermelho"	0,42	9,49	0,45	2,25
Quiabo	0,68	11,72	0,49	1,72
Rabanete "sem casca"	0,48	10,81	0,84	2,10
Rabanete "com casca"	1,69	14,66	0,59	0,86
Repólho "branco"	0,60	19,60	0,84	3,26
Repólho "roxo"	0,65	15,33	0,55	2,35
Serralha	1,28	15,75	0,90	1,22
Soja "paraná tardia"	4,16	87,01	3,00	2,09
Soja "yelnando"	4,19	44,84	0,67	1,07
Soja "araçatuba"	5,04	37,44	0,78	0,74
Soja "otootan"	4,32	33,97	0,75	0,78
Soja "biloxi"	4,29	32,37	1,34	0,75
Tomate	0,47	20,92	0,68	4,40
Vagem	0,44	7,79	0,12	1,77

5 - Comentários

Difícilmente poderíamos comparar nossos resultados com os da literatura, visto que a expressão daquêles não é padronizada. Enquanto alguns autores referem ao produto fresco as taxas representadas, outros o fazem ao produto seco. Usamos um artifício para possibilitar a comparação: tomamos o valor médio de "umidade"

por nós encontrado para cada vegetal em causa e, por êle, calculamos a quantidade de iôdo "em produto sêco" e "em produto fresco", segundo o caso. A "Tabela 2", a seguir apresentada, mostra os resultados assim obtidos, conservando-se marcado com asterisco o modo de expressão usado pelo respectivo autor. Nessa tabela os autores são apresentados pela ordem cronológica dos trabalhos publicados.

TABELA 2

ALIMENTOS	Região **		Iôdo em mcg por 100 gramas	
	B	NB SI	Produto fresco	Produto sêco
<u>ABOBRINHA</u>				
USA: Carolina do Sul (1929) REMINGTON (100)	x		5,22	101,00 *
USA: Carolina do Sul (1930) REMINGTON (102)	x		3,23	62,50 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	16,92 *	327,30 *
<u>ACELGA</u>				
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)	x		2,40 *	40,74
USA: Texas (1939) FRAPS e FUDGE (46)		x	12,25	208,00 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	8,46 *	143,63 *
<u>AGRIÃO</u>				
Suiça: Berna (1923) FELLEBERG (39)		x	44,80 *	509,10
Suiça: Freiburg (1923) FELLEBERG (39)		x	19,00 *	215,90
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCGO (80)	x		7,50 *	85,22
Argentina: Salta (1929) MAZZOCGO (80)	x		6,00 *	68,18
Brasil (1961) PECHNIK e GUIMARÃES (95)		x	16,00 *	181,81
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	30,70 *	348,80 *
<u>ALCACHÓFRA</u>				
Suiça: Berna (1923) FELLEBERG (39)	x		1,20 *	6,00
USA: Carolina do Sul (1930) REMINGTON (102)		x	3,64	18,20 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	58,75 *	293,70 *
<u>ALFACE</u>				
França (1899) BOURGET (26)		x	9,60 *	226,40 *

** B = Bocígena
 NB = Não Bocígena
 SI = Sem indicação

cont. TABELA 2.

ALIMENTOS	Região **			Iôdo em mcg por 100 gramas	
	B	NB	SI	Produto fresco	Produto-seco
USA: Ohio (1916) FORBES e BEEGLE (45)			x	52,15	1.230,00 *
Suíça: Berna (1923) FELLEBERG (39)	x			0,60 *	14,15
Suíça: La Chaux de Fonds (1923) FELLEBERG (39)			x	1,80 *	42,45
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)	x			1,20 *	28,30
Idem, idem			x	2,40 *	56,50
Alemanha (1928) MAURER e DUCRUE (77)			x	1,30 *	30,66
USA: Nebraska (1929) ADOLPH e PROCHASKA (5)			x	0,30	7,10 *
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)			x	3,80 *	89,62
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)			x	3,00 *	70,75
USA: Carolina do Sul (1930) REMINGTON (102)			x	3,86	91,20 *
USA (1939) McCLENDON (87)			x	61,80 *	1.457,50 *
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)			x	2,50 *	58,96 *
Brasil (1961) PECHNIK e GUIMARÃES (95)			x	2,50 *	58,96 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>					
"comun"			x	8,11 *	191,27 *
"romana"			x	7,59 *	255,55 *
<u>ALHO</u>					
França: (1899) BOURGET (26)			x	94,00 *	285,36
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)			x	2,10 *	6,37
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)			x	1,80 *	5,46
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>			x	16,00 *	48,57 *
<u>ALMEIRÃO</u>					
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)			x	2,00 *	20,76 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>			x	18,95 *	196,78 *
<u>ARROZ</u>					
Índia (1924) FELLEBERG (40)			x	1,00 *	21,15
Itália (1924) FELLEBERG (40)			x	3,20 *	3,68
China: Hopei (1930) ADOLPH e CHEN (6)			x	0,17 *	0,20 *
Idem, idem			x	1,21 *	1,40 *
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)			x	3,60 *	4,14
Brasil: M. Gerais (1958) PECHNIK e col. (93)			x	4,00 *	4,60
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>			x	4,64 *	5,34 *
<u>ASPARGO</u>					
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)			x	1,70 *	19,76

cont. TABELA 2

ALIMENTOS	Região **		Iodo em mcg por 100 gramas	
	B	NB SI	Produto fresco	Produto seco
USA: California (1929) McCLENDON e REMINGTON (85)		x	0,10	1,20 *
USA: Carolina do Sul (1929) REMINGTON (100)	x		3,01	35,00 *
USA: Carolina do Sul (1930) REMINGTON (102)	x		2,45	28,50 *
USA: Ohio (1938) DIETZ (36)		x	10,83	126,00 *
USA: Carolina do Sul (1938) DIETZ (36)		x	32,50	378,00 *
<u>Brasil: (1966) BARBÉRIO</u>		x	10,08 *	117,04 *
<u>BATATA</u>				
Suíça: La Chaux de Fonds (1923) FELLEBERG (39)	x		1,80 *	8,45
Suíça: Signau (1923) FELLEBERG (39)	x		1,10 *	5,16
Chécoslováquia: Praga (1926) STOKLASA (116)		x	2,17	10,20 *
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)		x	2,20 *	10,32
Alemanha (1927) SCHARER e SCHWABOLD (105)		x	5,00 *	23,47
USA: Carolina do Sul (1929) McCLENDON e REMINGTON (85)		x	7,45	35,00 *
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)		x	3,20 *	15,02
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x		1,60 *	7,51
USA: Carolina do Sul (1929) REMINGTON (100)		x	11,01	51,70 *
USA: Maine (1929) REMINGTON e col. (101)		x	20,00 *	93,90
USA: Carolina do Sul (1929) REMINGTON e col. (101)			22,00 *	103,28
USA: Oklahoma (1935) HELLER e col. (65)		x	4,47	21,00 *
USA: Texas (1939) FRAPS e FUDGE (46)		x	8,52	40,00 *
Brasil: Campinas S.P. (1958) PECHNIK e col. (93)		x	0,30 *	1,40
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)		x	5,00 *	23,47
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	16,05 *	73,39 *
<u>BATATA DOCE</u>				
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)		x	0,30 *	0,78
USA: Carolina do Sul (1928) MITCHELL e col. (89)		x	10,80 *	28,42
USA: Oklahoma (1935) HELLER e col. (65) (87)		x	3,44	8,70 *
USA: Carolina do Norte (1939) McCLENDON		x	1,95	4,90 *
Brasil (1963) PECHNIK e GUIMARÃES (96)		x	1,30 *	3,42
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>				
"amarela"		x	38,85 *	102,20 *
"roxa"		x	31,89 *	80,50 *
<u>BERINGELA</u>				
França (1899) BOURCET (26)		x	1,00 *	18,18
USA: Carolina do Sul (1929) REMINGTON (100)	x		1,85	33,80 *
USA: Florida (1931) RUPRECHT e CONNER (104)		x	0,80	14,70 *
USA: Texas (1939) FRAPS e FUDGE (46)		x	0,61	11,20 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	14,56 *	264,72 *

cont. TABELA 2

ALIMENTOS	Região **		Iôdo em mcg por 100 gramas	
	B	NB SI	Produto fresco	Produto sêco
<u>BETERRABA</u>				
				(26)
França (1899) BOURCET	x		14,00 *	127,27
USA: 8 Estados (1916) FORBES e BEEGLE (45)	x		-	traços
N. Zelândia (1925) HERCUS e col. (66)	x		4,55	41,40 *
Idem, idem	x		2,20	20,00 *
USA: Califórnia (1929) McCLENDON e REMINGTON (85)	x		0,08	0,80 *
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)	x		3,80 *	34,54
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x		2,80 *	25,45
USA: Flórida (1931) RUPRECHT e CONNER (104)	x		2,42	22,00 *
USA: Oklahoma (1935) HELLER e col. (65)	x		2,69	24,50 *
Brasil: Guanabara (1961) PECHNIK e GUIMARÃES (95)	x		3,00 *	27,27
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		29,42 *	267,52 *
<u>BRÓCOLI</u>				
USA: Carolina do Sul (1928) MITCHELL e col. (89)	x		6,80 *	45,63
USA: Texas (1939) FRAPS e FUDGE (46)	x		22,05	148,00 *
USA: Flórida (1939) McCLENDON (87)	x		1,74	11,70 *
USA: Carolina do Sul (1939) McCLENDON (87)	x		2,27	15,30 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		17,67 *	118,59 *
<u>CARÁ</u>				
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)	x		0,60 *	2,44
China: Shantung (1930) ADOLPH e CHEN (6)	x		5,16	21,00 *
Brasil: Guanabara (1963) PECHNIK e GUIMARÃES (96)	x		1,40 *	5,69
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		36,14 *	209,87 *
<u>CEBOLA</u>				
				(26)
França (1899) BOURCET	x		28,00 *	261,92
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)	x		3,00 *	28,06
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x		1,90 *	17,77
USA: Carolina do Sul (1930) REMINGTON (102)	x		2,37	22,20 *
USA: Flórida (1931) RUPRECHT e CONNER (104)	x		2,23	20,90 *
Áustria: Burgenland (1932) MAYRHOFER e col. (79)	x		1,80 *	11,00 *
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)	x		4,80 *	44,90
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		5,77 *	53,97 *

INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

cont. T A B E L A 2

ALIMENTOS	Região **		Iôdo em mcg por 100 gramas	
	B	NB SI	Produto fresco	Produto sêco
<u>CENOURA</u>				
França (1899) BOURCET (26)		x	traços	-
USA: Ohio (1916) FORBES e BEEGLE (45)		x	8,32	92,50 *
USA: Califórnia (1924) McCLENDON e col. (83)		x	1,53	17,00 *
USA: Oregon (1924) McCLENDON e col. (83)		x	0,01	0,20
Alemanha: Württemberg (1926) SCHEURLEN (108)		x	0,90 *	10,25
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)		x	1,90 *	21,64
USA: Nebraska (1929) ADOLPH e PROCHASKA (5)		x	1,98	22,00 *
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)		x	2,70 *	30,75
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)		x	1,80 *	20,50
Espanha (1934) BOOTELLO (20)		x	10,40 *	118,50
USA: Oklahoma (1935) HELLER e col. (65)		x	3,66	40,70 *
Brasil: Teresópolis (1958) PECHNIK e col. (93)		x	1,20 *	13,66
Brasil: M. Gerais (1958) PECHNIK e col. (93)		x	1,50 *	17,08
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)		x	5,10 *	58,08
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	26,60 *	302,96 *
<u>CHUCHU</u>				
Brasil (1963) PECHNIK e GUIMARÃES (96)		x	0,80 *	13,44
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	8,00 *	134,58 *
<u>COGUMELO</u>				
França (1899) BOURCET (26)		x	23,00 *	270,00 *
Idem, idem		x	13,00 *	127,07
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	10,36 *	101,27 *
<u>COUVE</u>				
USA: Carolina do Sul (1930) REMINGTON (102)		x	6,83	27,80 *
USA: Flórida (1931) RUPRECHT e CONNER (104)		x	6,15	25,00 *
Brasil (1961) PECHNIK e GUIMARÃES (95)		x	5,50 *	48,67
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	16,49 *	145,94 *
<u>COUVE-FLOR</u>				
Alemanha (1928) MAURER e col. (77)		x	3,30 *	43,02
N. Zelândia: Otago (1931) HERCUS e col. (68)		x	0,40 *	5,21
Brasil (1961) PECHNIK e GUIMARÃES (95)		x	11,50 *	149,93
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	7,14 *	93,08 *

cont. TABELA 2

ALIMENTOS	Região **		Iodo em mcg por 100 gramas	
	B	SI	Produto fresco	Produto seco
<u>ERVILHA</u>				
França (1899) BOURCET (26)	x		8,40 *	31,00
Alemanha: Munich (1927) SCHARRER e STROBEL (106)	x		2,98	11,00 *
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)	x		5,30 *	19,55
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x		3,00 *	11,07
USA: Flórida (1931) RUPRECHT e CONNER (104)	x		3,79	14,00 *
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)	x		4,00 *	14,76
Brasil (1963) PECHNIK e GUIMARÃES (96)	x		1,40 *	5,16
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		7,07 *	26,08 *
<u>ERVILHA "torta"</u>				
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		6,09 *	55,87 *
<u>ESCAROLA</u>				
USA: Ohio (1916) FORBES e BEEGLE (45)	x		18,33	354,00 *
USA: Texas (1939) FRAPS e FUDGE (46)	x		2,90	56,00 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		15,42 *	298,06 *
<u>ESPINAFRE</u>				
França (1899) BOURCET (26)	x		2,10 *	38,74
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)	x		4,80 *	88,56
Alemanha: Munich (1927) SCHARRER e STROBEL (106)	x		14,09	260,00 *
USA: Nebraska (1929) ADOLPH e PROCHASKA (5)	x		0,60	11,20 *
Áustria: Viena (1929) MAYRHOFER e WASITZKY (78)	x		53,60 *	988,92
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)	x		4,50 *	83,02
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x		3,40 *	62,73
USA: Carolina do Sul (1930) REMINGTON (102)	x		3,75	69,20 *
USA: Oklahoma (1935) HELLER e col. (65)	x		2,61	48,30 *
USA: Texas (1939) FRAPS e FUDGE (46)	x		4,06	75,00 *
Brasil: Niterói, R.J. (1958) PECHNIK e col. (93)	x		9,00 *	166,04
Brasil (1961) PECHNIK e GUIMARÃES (95)	x		10,50 *	193,72
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)	x		2,30 *	42,43
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		11,71 *	216,05 *
<u>FEIJÃO</u>				
Suíça: Signau (1923) FELLEBERG (39)	x		2,50 *	3,01

cont. TABELA "2

ALIMENTOS	Região **		Iôdo em mcg por 100 gramas	
	B	NB SI	Produto fresco	Produto sêco
USA: Texas (1939) FRAPS e FUDGE (46)	x		79,26	95,50 *
Brasil: Itú, R.G.Sul(1958) PECHNIK e col. (93)				
"preto" (93)	x		4,50 *	5,42
Brasil: M.Gerais (1958) PECHNIK e col. (93)				
"preto"	x		9,00 *	10,84
Brasil: Campinas, S.P. (1958) PECHNIK e col. (93)				
"branco"	x		3,40 *	4,09
Brasil: Vassouras, M.Gerais (1958) PECHNIK e col. (93)				
"branco"	x		3,00 *	3,61
Brasil: Campinas, S.Paulo (1958) PECHNIK e col. (93)				
"mulatinho"	x		4,00 *	4,90
Brasil: Estado de S.Paulo(1958) PECHNIK e col. (93)				
"mulatinho"	x		3,00 *	3,68
<u>Brasil: S.Paulo (1966) BARBÉRIO</u>				
"mulatinho"	x		27,13 *	33,28 *
"rosinha"	x		15,81 *	19,02 *
"branco"	x		9,26 *	11,20 *
"manteiga"	x		19,67 *	23,08 *
"bico de ouro"	x		38,55 *	45,94 *
"rajado"	x		25,25 *	21,05 *
<u>GRÃO DE BICO</u>				
Índia: Malabar (1934) PATNAIK (92)	x		2,30 *	2,62
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)	x		7,00 *	7,98
<u>Brasil: (1966) BARBÉRIO</u>	x		11,73 *	13,37 *
<u>LENTILHA</u>				
Áustria: Viena (1932) MAYRHOFER e col. (79)	x		2,80 *	3,22
<u>Brasil (1966) BARBÉRIO</u>	x		8,98 *	10,34 *
<u>MANDIOCA</u>				
Brasil: R.G.Sul (1958) PECHNIK e col. (93)				
"farinha de mandioca"	x		2,70 *	6,10
Brasil: Sta.Catarina(1958)PECHNIK e col.(93)				
"farinha de mandioca"	x		2,60 *	5,87

cont. TABELA 2

ALIMENTOS	Região **		Iôdo em mg por 100 gramas	
	B	NB SI	Produto fresco	Produto seco
(93)				
Brasil (1958) e PECHNIK e col. "aipim"	x		0,50 *	1,13
<u>Brasil: S.Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		13,86 *	31,32 *
<u>MANDIOQUINHA</u>				
<u>Brasil: S.Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		12,63 *	49,92 *
<u>MILHO</u>				
Itália (1924) FELLEBERG (40)	x		1,20 *	3,14
USA: Maine (1924) McCLENDON e HATHAWAY (84)	x		1,98	5,20 *
USA (1924) McCLENDON e col. (83)	x		8,38	21,82 *
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCGO (80)	x		1,50 *	3,93
Argentina: Salta (1929) MAZZOCGO (80)	x		0,90 *	2,36
USA (1935) ALMQUIST e GIVENS (7)	x		48,00 *	125,00
Brasil: Campinas, S.Paulo (1958) PECHNIK e col. (93)				
"fubá de milho amarelo"	x		5,00 *	13,12
<u>Brasil: S.Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		18,83 *	49,44 *
<u>NABO</u>				
França (1899) BOUCET (26)	x		16,00 *	299,62
N. Zelândia (1927) HERCUS e col. (67)	x		1,60 *	29,96
USA: Carolina do Sul (1929) REMINGTON e col. (101)	x		1,34	22,30 *
USA: Kentucky (1935) KENTUCKY Ag. Exp. Stat (73)	x		6,87	114,00 *
USA: Texas (1939) FRAPS e col. (46)	x		3,97	66,00 *
Japão (1932) SHIRAHAMA e col. (109)	x		6,90 *	76,20 *
<u>Brasil: S.Paulo (1966) BARBÉRIO</u>				
"comprido"	x		23,53 *	350,67 *
"redondo"	x		26,38 *	490,44 *
<u>PALMITO</u>				
<u>Brasil: S.Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		12,84 *	162,53 *
<u>PEPINO</u>				
França (1899) BOURCET (26)	x		1,20 *	37,38
USA: Illinois (1916) FORBES e col. (45)	x		10,68	333,00 *
USA: Ohio (1916) FORBES e col. (45)	x		12,80	399,00 *

cont. TABELA 2

ALIMENTOS	Região **			Tôdo em mcg por 100 gramas	
	B	NB	SI	Produto fresco	Produto sêco
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x			2,40 *	74,76
USA: Carolina do Sul (1929) REMINGTON (100)		x		1,67	52,30 *
Áustria: Viena (1932) MAYRHOFER e col. (79)			x	5,80 *	94,00 *
Brasil (1963) PECHNIK e col. (96)			x	1,20 *	37,38 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>			x	6,67 *	207,00 *
<u>PIMENTÃO</u>					
Hungria: Budapest (1924) ZAHORANSKY (123)			x	3,00 *	41,95
USA: Carolina do Sul (1930) REMINGTON (102)		x		1,07	15,00 *
USA: Georgia (1935) HOLLEY e col. (69)			x	0,15	2,20 *
Brasil (1963) PECHNIK e col. (96)			x	1,00 *	13,98
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>					
"verde"			x	7,12 *	99,58 *
"vermelho"			x	9,49 *	127,23 *
<u>QUIABO</u>					
USA: Carolina do Sul (1929) McCLENDON e REMINGTON (85)			x	3,96	41,20 *
USA: Oklahoma (1935) HELLER e col. (65)			x	8,07	83,90 *
USA: Texas (1939) FRAPS e FUDGE (46)			x	2,40	25,00 *
Brasil (1963) PECHNIK e GUIMARÃES (96)			x	1,90 *	19,75
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>			x	11,72 *	121,82 *
<u>RABANETE</u>					
França (1899) BOURCET (26)			x	18,00 *	429,59
USA: Carolina do Sul (1928) MITCHELL e col. (89)			x	1,40 *	33,41
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)			x	2,30 *	54,89
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x			7,80 *	186,15
USA: Oklahoma (1935) HELLER e col. (65)			x	4,16	99,40 *
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>					
"sem casca"			x	10,81 *	258,11 *
"com casca"			x	14,66	209,49 *
<u>REPÓLHO</u>					
Suíça: La Chaux de Fonds (1923) FELLEBERG (39)			x	2,00 *	30,77
Hungria: Budapest (1924) ZAHORANSKY (123)			x	0,20 *	3,17
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)			x	1,70 *	26,15

cont. TABELA 2

ALIMENTOS	Região **		Iôdo em mcg por 100 gramas	
	B	NB SI	Produto fresco	Produto sêco
USA: Nebraska (1929) ADOLPH e PROCHASKA (5)	x		0,40	6,20 *
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)	x		3,80 *	58,46
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x		2,80 *	43,07
USA: Carolina do Sul (1929) REMINGTON (100)	x		3,27	50,40 *
Hungria: Pécs (1932) SCHEFFER (107)	x		24,70 *	380,00
Alemanha: Westphalia, Munster (1935)				
BALKS (11) "roxo"	x		1,13	18,00 *
Espanha (1935) BOOTELLO (21)		x	1,60 *	24,61
USA (1939) McCLENDON (87)		x	28,60 *	440,00
USA: Flórida (1939) McCLENDON (87)	x		14,60 *	224,60
Brasil (1961) PECHNIK e GUIMARÃES (95)		x	4,50 *	69,23
<u>Brasil: S.Paulo (1966) BARBÉRIO</u>				
"branco"		x	19,60 *	301,63
"roxo"		x	15,33 *	243,33 *
<u>SERRALHA</u>				
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)	x		3,20 *	33,61
Brasil (1963) PECHNIK e GUIMARÃES (96)	x		7,20 *	75,63
<u>Brasil: S.Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		15,75 *	165,43 *
<u>SOJA</u>				
Japão (1932) SHIRAHAMA e SHIMIZU (109)	x		47,00 *	53,60 *
Rússia: Uzbek (1944) DRAGOMIROVA (38)	x		9,86	11,00 *
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)	x		4,70 *	5,23 *
<u>Brasil: S.Paulo (1966) BARBÉRIO</u>				
"Paraná tardia"	x		87,01 *	97,39 *
"Yelnando"	x		44,84 *	49,94 *
"Araçatuba"	x		37,44 *	38,22 *
"Otootan"	x		33,97 *	37,86 *
"Biláxi"	x		32,37 *	36,11 *
<u>TOMATE</u>				
(26)				
França (1899) BOURCET	x		7,00 *	127,50
N. Zelândia (1927) HERCUS e ROBERTS (67)	x		0,80 *	14,57
USA: Nebraska (1929) ADOLPH e PROCHASKA (5)	x		0,71	13,00 *
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)	x		3,50 *	63,75
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x		2,30 *	41,89
Espanha (1935) BOOTELLO (21)	x		2,60 *	47,35
USA: Texas (1939) FRAPS e FUDGE (46) (93)	x		1,89 *	34,50
Brasil: Teresópolis (1958) PECHNIK e col.	x		1,00 *	18,21
Portugal (1961) FERREIRA e MANO (42)	x		2,80 *	51,00

cont. TABELA 2

ALIMENTOS	Região **		Iôdo em mcg por 100 gramas	
	B	SI	Produto fresco	Produto sêco
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>	x		20,92 *	381,10 *
<u>VAGEM</u>				
França (1899) BOURCET (26)		x	32,00 *	498,44
Argentina: Buenos Aires (1929) MAZZOCCO (80)		x	4,00 *	62,30
Argentina: Salta (1929) MAZZOCCO (80)	x		3,10 *	48,28
Índia: Coonor (1934) PATNAIK (92)		x	1,40 *	21,80
Espanha (1935) BOOTELLO (21)		x	8,00 *	124,61
Brasil: Niterói, R. Janeiro (1958)				
PECHNIK e col. (93)		x	0,80 *	12,46
<u>Brasil: S. Paulo (1966) BARBÉRIO</u>		x	7,79 *	121,34 *

O exame da "Tabela 2" indica que, via de regra, o produto proveniente da zona bocígena é mais pobre em iôdo que aquele de região não bocígena. Todavia, nossos resultados, também como regra, são superiores aos anteriormente relatados por outros pesquisadores, quer sejam tomados como referência produtos de zona bocígena quer de zona não bocígena.

Esta sistemática superioridade sugere que o método por nós usado tem maior sensibilidade que os demais empregados em tôdas as determinações referidas na literatura. As exceções esporadicamente observadas não invalidam a suposição.

Embora nem sempre haja nos trabalhos referentes a produtos brasileiros, indicação da zona de proveniência, a diferença, para mais, apresentada por nossos resultados é nítida, como se observa na "Tabela 3".

TABELA 3 (*)

<u>Alimento</u>	<u>PECHNIK</u>	<u>BARBÉRIO</u>
Agrião	16,00	30,70
Alface	2,50	8,11 (comum)
		7,59 (romana)
Arroz	4,00	4,64
Batata	0,30	16,05
Batata doce	1,30	38,85 (amarela)
		31,89 (roxa)
Beterraba	3,00	29,42
Cará	1,40	36,14
Cenoura	1,50	26,60
Chuchu	0,80	8,00
Couve	5,50	16,49
Couve-flor	11,50	7,14
Ervilha	1,40	7,07
Espinafre	10,50	11,71
Feijão "branco"	3,40	9,26
	3,00	
Feijão "mulatinho"	4,00	27,13
	3,00	
Pepino	1,20	6,67
Pimentão	1,00	7,12 (verde)
		9,49 (vermelho)
Quiabo	1,90	11,72
Repólho	4,50	19,60 (branco)
		15,33 (roxo)
Serralha	7,20	15,75
Tomate	1,00	20,92
Vagem	0,80	7,79

INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Comporta-se como exceção apenas a couve-flor. Resultado comparável observa-se no caso do arroz. Vale ressaltar que, curiosamente, o teor de iodo no espinafre, igualmente comparável àquêle por nós obtido foi considerado "fora da média" por PECHNIK e colaboradores (93).

(*) Iodo expresso em mg % de produto fresco, parte comestível.

Cabe salientar que pela primeira vez aparecem referidos na literatura, teores de iôdo em ervilha "torta", mandioquinha e palmito, por nós determinados.

.....

Ao analisar os resultados de sua investigação sobre o bócio endêmico no Estado de São Paulo, GANDRA ⁽⁵²⁾ tomou como ponto de partida os valores médios de iôdo apresentados por PECHNIK e colaboradores ⁽⁹³⁾ e PECHNIK e GUIMARÃES ⁽⁹⁵⁾ ⁽⁹⁶⁾, concluindo, com base nos mesmos, que a quantidade de iôdo fornecida, diariamente, na dieta, inclusive água e sal ^(*) é da ordem de 102 mcg, baixa nos termos das recomendações dos especialistas americanos que sugerem o consumo de 300 mcg/dia, como dose adequada ao não aparecimento de bócio endêmico ⁽⁵¹⁾.

Por outro lado, a ocorrência média de bócio na capital de S. Paulo é da ordem de 6,58%, percentagem, sem dúvida baixa, se se admite o consumo de iôdo como quantitativamente deficiente. Os resultados por nós encontrados, entretanto, permitem seja avaliado em cerca de 230 mcg diários o iôdo ingerido com os alimentos. Essa taxa, mesmo somada àquela presente no sal e na água, porém ainda não garante a cobertura das necessidades diárias, ficando aquém de 300 mcg diários. Tais resultados, entretanto, a nosso ver, são capazes de explicar, em parte, o aparecimento do bócio em apenas aproximadamente 7% da população, não excluídos os fatores biogênicos extrínsecos ao indivíduo, lembrados por GANDRA ⁽⁵³⁾.

Os nossos dados, que acreditamos exatos, podem representar o primeiro degrau para a "melhor compreensão do problema" do bócio endêmico entre nós, permitindo se torne mais "clara" a situação com que se defronta hoje o sanitarista brasileiro.

(*) GANDRA dá como consumo médio per capita de escolar o de 12,5 g. Inquérito levado a efeito por POURCHET-CAMPOS e colaboradores ⁽⁹⁹⁾ fala em favor de ser o consumo médio de sal entre crianças (escolares), da ordem de 6-10 g/24 horas.

6 - Conclusões

Dos ensaios por nós realizados no presente trabalho, é lícito concluir:

1) Os teores de iodo até hoje relatados na literatura para vegetais comestíveis, são muito inferiores àqueles por nós encontrados nos produtos análogos que, também, ensaiamos.

2) Dentre os vegetais alimentícios merecem destaque pela riqueza em iodo, a soja, (variedade de cultivo "Paraná-tardia") e a alcachofra com cerca de 87 e 58 mcg do halogênio, respectivamente, por 100 g de produto fresco, parte comestível.

3) Podem ser considerados medianamente ricos em iodo, o agrião, a beterraba, a batata doce (amarela e roxa), o cará, a cenoura, o feijão (variedades de cultivo "mulatinho", "rajado" e "bico de ouro"), o nabo (redondo e comprido), a soja e o tomate, cujos teores em halogênio variam de 20 a 45 mcg por 100 gramas de produto fresco, parte comestível.

4) São pobres em iodo os seguintes vegetais: acelga, alface, arroz, chuchu, couve-flor, ervilha, lentilha, pepino, pimentão (verde e vermelho) e vagem, com menos de 10 mcg por 100 gramas de produto fresco, parte comestível.

7 - Referências Bibliográficas *

- 1 - ABRÃO, A. - Simultaneous determination of gold and uranium in ores by radioactivation analysis. São Paulo, Instituto de Energia Atômica, 1959, 12 p. (Publicação I.E.A., nº 7).
- 2 - ABRÃO, A. - Análise por ativação: Determinação simultânea de ouro e urânio. Selecta Chim., São Paulo, 12, 75-98, 1960.
- 3 - ACADEMIE des SCIENCES de PARIS - Rapport sur les travaux de M. Châtin, relatifs à la recherche de l'iode, et sur différents notes ou mémoires présentés sur le même sujet. C.R. Acad.Sci., Paris, 35: 505-517, 1852.
- 4 - ANDERS, O.U. - Use of very-short-lived isotopes in activation analysis. Analyt.Chem., Easton, 33, 1706-9, 1961.
- 5 - ADOLPH, W.H. & PROCHASKA, F.J. - An iodine survey of Nebraska. J.Amer.med.Assoc., Chicago, 92, 2158-60, 1929.
- 6 - ADOLPH, W.H. & SHEN-CHAO CH'EN - Iodine in nutrition in North China. Chinese J.Physiol., London, 4, 437-47, 1930. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951, London, 1952, p.160.
- 7 - ALMQUIST, H.J. & GIVENS, J.W. - Effects of common feed ingredients on the iodine content of hen's eggs. Poult.Sci., Ithaca, 14, 182-190, 1935. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951, London, 1952, p.167.
- 8 - ASTWOOD, E.B. - Iodine in nutrition. Borden's Rev.Nutr.Res., New York, 16 (4): 53-68, 1955.
- 9 - BAETA VIANNA, J. - Bócio endêmico em Minas Gerais. Bras.méd., Rio de Janeiro, (nº 48): 1067-76, 1935.
- 10 - BALARD, A.J. - Note pour servir à l'histoire naturelle de l'iode. Ann.Chim.Phys., 28,

* De acordo com "Norma brasileira de referências bibliográficas", PNB/66 de 1963, As abreviaturas dos títulos de periódicos foram feitas de acordo com o "WORLD MEDICAL PERIODICALS", Geneve, 1961; e WORLD LIST of SCIENTIFIC PERIODICALS, 4th.ed.London, 1963/65.

- 178-81,1825. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951, London,1952, p.149.
- 11 - BALKS, R. - Untersuchungen zur Iodfrage in Westfalen. (Investigations on the iodine problem in Westphalia): Landwirtsch.Jahrb., Berlin, 81,939-1002,1935. Apud-CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951, London,1952,p.167.
- 12 - BARÓ, G.B.; GOMEZ, H; RUDELLI, M. & DEIBE, J. - Análisis por activación de arsénico en cabellos y ungas de origen humano. Buenos Aires, Comisión Nacional de Energía Atómica, 1964,8p.(Informe nº 107).
- 13 - BARRAL, B. - Methode pour reconnaître l'iode dans l'huile de foie de morue et expériences sur l'absorption de l'iodure de potassium par les matières grasses animales. C.R.Acad.Sci., Paris, 84, 308-309,1877.
- 14 - BAUMANN, E. - Ueber das normale Vorkommen des Jods im Thierkorper (I Mittheilung) Hoppe-Seiler's Z.physiol.Chem., Strassburg, 21: 319-30,1895/96.
- 15 - BAUMANN, E. :- Ueber das normale Vorkommen des Jods im Thierkorper (II Mittheilung) Hoppe-Seiler's Z.physiol.Chem., Strassburg, 21: 481-493,1895/96.
- 16 - BAUMANN, E. - Ueber das normale Vorkommen des Jods im Thierkorper (III Mittheilung) Hoppe-Seiler's Z.physiol.Chem., Strassburg, 22: 1-17,1896/97.
- 17 - BELLION, B.; CHINAGLIA, N.; GIUFFOLOTTI, L.; FASOLO, G.B. & MALVANO, R. - Possibilità e limiti dell'analisi per attivazione nella indagine biológica. (Nota preliminare) - Minerva nucl., Torino, 6 (6),167-73,1962.
- 18 - BLACKBURN, R. - Determination of fluorine in organic compounds by fast neutron activation analysis. Analyt.chem., Easton, 36 (3), 669-71,1964.
- 19 - BOHN, R.M. - The iodine content of food materials. J.biol.Chem., Baltimore, 28,375-81, 1917.
- 20 - BOOTELLO, A. - Nuestros primeros resultados en la determinación del yodo en los alimentos y aguas de España. Arch.Med.Cir., Madrid, 37,506-507, 1934.
- 21 - BOOTELLO, A. - Determinación del yodo en productos biológicos. Rev.Sanid.Hig.públ., Madrid, 10, 385-389, 1935.

- 22 - BOWEN, H.J.M. - The determination of Cl, Br and I in biological material by activation analysis. Biochem.J., London, 73, 381-384, 1959.
- 23 - BOWEN, H.J.M. - The determination of copper and zinc in biological material by activation analysis. Int.J.appl.Radiat. Isotopes, New York, 4, 214-19, 1959.
- 24 - BOWEN, H.J.M. - The determination of tungsten in biological material by activation analysis. Biochem. J., London, 77, 79-82, 1960.
- 25 - BOWEN, H.J.M. - The determination of chromium in biological material by radioactivation. Analyst, Cambridge, 89, 658-61, 1964.
- 26 - BOURCET, P. - Sur l'absorption de l'iode par les vegetaux. C.R.Acad.Sci., Paris, 129, 768-770, 1899.
- 27 - BROWN, H.D. & DIETZ, C. - Iodine content of lettuce. Bull,Ohio agric.Exp.Stn., Wooster, (n° 592): 65-66, 1938.
- 28 - CAMERON, A.T. -- Contributions to the biochemistry of iodine. J.Biol.Chem., Baltimore, 18, 335-380, 1914.
- 29 - CASTRO, G.E. & SCHMITT, R.A. - Direct elemental analysis of citrus crops, by instrumental neutron activation. A rapid method for total bromide, chloride, manganese, sodium, and potassium residues. J.agric. Food Chem., Easton, 10 (3): 236-39, 1962.
- 30 - CHATIN, G.A. - Recherches sur l'iode des eaux douces; de la presence de ce corps dans les plants et les animaux terrestres. C.R.Acad.Sci., Paris, 31: 280-283, 1850.
- 31 - CHATIN, G.A. - Recherches de l'iode dans l'air, les eaux, le sol et les produits alimentaires des Alpes de la France et du Piemont. C.R.Acad.Sci., Paris, 34, 51-54, 1852.
- 32 - CHATIN, G.A. - Contribution à l'etude chimique de la truffe. C.R.Acad.Sci., Paris, 110, 376-382, 435-440, 1890.
- 33 - CHATIN, G.A. - Contribution nouvelle à l'histoire chimique de la truffe. C.R.Acad.Sci., Paris, 114, 46-53, 1892.

- 34 - COMAR, D.; LePOEC, C.; JOLY, M. & KELLERSHOHN, C. - Radioactivation analysis. Application to the determination of iodine, mercury, copper, manganese and zinc in biological materials. Bull.Soc.chim.France., Paris, (nº 1): 56-71, Jan. 1962.
- 35 - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - Pequeno dicionário de termos atômicos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, 1958, p.6.
- 36 - DIETZ, C. - Iodine content of some Ohio vegetables. Food Res., Champaign, 3, 359-365, 1938.
- 37 - DIMITRIADOU, A.; TURNER, P.C.R. & FRASER, T.R. - Activation analysis of paper chromatograms for iodine. Nature, London, 197, 446-49, 1963.
- 38 - DRAGOMIROVA, M.A. (Iodine content of foods products from various regions of the Soviet Union). Trudi Biogeokhim.Lab.Akad.Nauk SSSR, 7; 19-25, 1944. Apud-CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951. London, 1952, p.172.
- 39 - FELLEBERG, T. von - Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. Biochem.Z., Berlin, 139, 371-451, 1923.
- 40 - FELLEBERG, T. von - Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. Biochem.Z., Berlin, 152, 128-131, 1924.
- 41 - FELLEBERG, T. von - Joddüngung und Jodfütterung. Biochem.Z., Berlin, 160, 210-224, 1925.
- 42 - FERREIRA, F.A.G. & MANO, M.L. - O iôdo dos produtos alimentares portugueses. O Médico, Porto, (nº 496): 1-15, 1961.
- 43 - FERREIRA, F.A.G. & MANO, M.L. - Estudos sobre o iôdo: distribuição nos alimentos portugueses; cálculo das necessidades humanas. Bol.Serv. Saúde públ., Lisboa, 8, (2): 3-61, 1961.
- 44 - FLEGENHEIMER, J. - Activation analysis of the Dutch 50 c.stamp of 1867. Radiochim.Acta, Franckfurt, 3, (1/2), 61-62, 1964.
- 45 - FORBES, E.B. & BEEGLE, F.M. - The iodine content of foods. J.med.Res., Boston, 34, 445-58, 1916.
- 46 - FRAPS, G.S. & FUDGE, J.F. - Iodine in city waters and vegetables in Texas. Food Res., Champaign, 4, 355-362, 1939.

- 47 - FRAPS, G.S. & FUDGE, J.F. - Iodine in drinking waters, vegetables, cottonseed meal, and roughages. Bull. Texas agric. Exp. Sta., College Station, (nº 595): 1-25, 1940.
- 48 - FREAR, D.E.H. - A study of the iodine content of Pennsylvania potatoes. J. agric. Res., Washington, 48, 171-182, 1934.
- 49 - GANDRA, Y - Contribuição ao estudo do bócio endêmico no Estado de S. Paulo. São Paulo, 1964, p.172. (Tese - Faculdade Higiene e Saúde Pública, USP).
- 50 - IDEM - Ibidem, p.10.
- 51 - IDEM - Ibidem, p.180-181.
- 52 - IDEM - Ibidem, p.180.
- 53 - IDEM - Ibidem, p.181.
- 54 - GAUTIER, A. - Présence de l'iode en proportions notables dans tous les végétaux à chlorophylle de la classe des algues et dans les sulfuraires. C.R. Acad. Sci., Paris, 129, 189-194, 1899.
- 55 - GIAMBASTIANI, R.; SILVA FILHO, J.G. & LIMA, F.W. - Determination of chlorine and copper in high purity water by radioactivation analysis. São Paulo, Instituto de Energia Atômica, 1965, 13 p. (Publicação I.E.A., nº 97).
- 56 - GRANGE - Observations sur la présence de l'iode et du brome dans les aliments et les sécrétions. C.R. Acad. Sci., Paris, 34, 332, - 334, 1852.
- 57 - GROSS, J. & PITT-RIVERS, R. - The identification of 3:5:3' - L'triiodothyronina in human plasma. Lancet, London, 1, 439-41, 1952.
- 58 - GUILLON, - (Iodine content of milk) J. Chim. Méd., 6, 766, 1830. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951. London, 1952, p.149.
- 59 - GUINN, V.P. & POTTER, J.C. - Determination of total bromine residues in agricultural crops by instrumental neutron activation analysis. J. agric. Food Chem., Easton, 10, (3): 232-36, 1962.
- 60 - HAMAGUCHI, H.; KURODA, R. & HOSOHARA, K. - Neutron activation analysis of Hg, Cu and As in marine organisms. J. atom. Energy Soc. Japan, Tokyo, 2, 317-20, 1960. Apud Nucl. Sci. Abstr., Oak Ridge, 14 (19): 18757, 1960.

- 61 - HARRINGTON, C.R. - Chemistry of thyroxine - I. Isolation of thyroxine from the thyroid gland. Biochem. J., London, 20, 293-99, 1926.
- 62 - HARRINGTON, C.R. - Chemistry of thyroxine - II. Constitution and synthesis of des-iodo-thyroxine. Biochem. J., London, 20, 300-13, 1926.
- 63 - HARRINGTON, C.R. & BARGER, G. - Chemistry of thyroxine - III. Constitution and synthesis of thyroxine. Biochem. J., London, 21, 169-183, 1927.
- 64 - HARVEY, P.N. & TOTH, S.J. - Iodine content of some soils and plants of New Jersey. Soil Sci., New Brunswick, 71: 175-179, 1951.
- 65 - HELLER, V.G.; JONES, M. & PURSELL, L. - Iodine content of Oklahoma vegetables. Bull. Oklahoma agric. Exp. Stn., Stillwater (n° 229): 1-8, 1935. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951. London, 1952, p.168.
- 66 - HERCUS, C.E., BENSON, N.W. & CARTER, L.C. - Endemic goitre in New Zealand and its relation to the soil iodine. J. Hyg., Cambridge, 24, 321-402, 1925.
- 67 - HERCUS, C.E. & ROBERTS, K.C. - The iodine content of foods, manures and animal products in relation to the prophylaxis of endemic goitre in New Zealand. J. Hyg., Cambridge, 26, 49-83, 1927.
- 68 - HERCUS, C.E.; AITKEN, H.A.A.; THOMSON, H.M.S. & COX, G.H. - Further observations on the occurrence of iodine in relation to endemic goitre in New Zealand and on iodine metabolism. J. Hyg., Cambridge, 31, 493-522, 1931.
- 69 - HOLLEY, PICKETT, K.T.A. & BROWN, W.L. - The iodine content of some Georgia vegetables and water as a factor in its variation. Bull. Georgia agric. Exp. Stn. Athens, (n° 190): 1-11, 1935.
- 70 - KATSURA, E. & NAKAMICHI, R. - Iodine content of Japanese foods. Eiyô to Shokuryô, Tokyo, 12, 342-4, 1960. Apud Chem. Abstr., 55, 1833 h, 1961.
- 71 - KENDALL, E.C. - The determination of Iodine in connection with studies in thyroid activity. J. Biol. Chem., Baltimore, 19: 251, 1914.
- 72 - KENDALL, E.C. - Isolation of the iodine compound which occurs in the thyroid. J. Biol. Chem., Baltimore, 39: 125, 1919.

- 73 - KENTUCKY AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION - Iodine in vegetables. Kentucky agric. Exp. Sta., Annual report, part.1, 1935, p.19. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods, Annotated bibliography: 1825-1951, London, 1952, p.169.
- 74 - KRUGER, P. & GRUVERMANN, I.J. - Neutron activation analysis of homogenized chicken. Inter. J. appl. Radiat. Isotopes, London, 13, 106-10, 1962.
- 75 - LIMA, F.W.; ABRÃO, A.; PAGANO, G. & TOGNOLI, L. - Análises por ativação levadas a efeito com o reator de piscina do Instituto de Energia Atômica. São Paulo, Instituto de Energia Atômica, 1960, p.41-60 (Publicação I.E.A., nº 39).
- 76 - LIMA, F.W.; SHIBATA, H. & ATALLA, L.T. - Activation analysis applied to forensic investigation; some observation on the problem of individualization of human hair. São Paulo, Instituto de Energia Atômica, 1964, 18 p. (Publicação I.E.A., nº 72).
- 77 - MAURER, E.W. & DUCRUE, H. - Ueber den Einfluss der Joddungung auf Wachstum und Zusammensetzung der Nahrungspflanzen. Munch. med. Wsch., München, 75, 1246-1247, 1928.
- 78 - MAYRHOFER, A. & WASITZKY, A. - Biochemische studien uber das Vorkommen kleiner Mengen von Jod und Fluor in organismus. 1. Biochem. Z., Berlin, 204, 62-77, 1929.
- 79 - MAYRHOFER, A.; SCHNEIDER, C. & WASITZKY, A. - Biochemische studien uber das Vorkommen kleiner Mengen von Jod und Fluor in organismus. 2. Biochem. Z., Berlin, 251, 70-86, 1932.
- 80 - MAZZOCCO, P. - El yodo en los alimentos de Salta. Rev. Soc. argent. Biol., Buenos Aires, 5, 463-471, 1929.
- 81 - MAZZOCCO, P. - Teneur en iode de l'air, du sol, de l'eau et des aliments dans une region à goitre endémique. C.R. Soc. Biol., Paris, 102, 867-868, 1929.
- 82 - MAZZOCCO, P. & RIETTI, C.T. - Composicion química y valor nutritivo de algunos alimentos sudamericanos. Bol. Soc. quim. Perú, Lima, 7, 61-72, 1941.
- 83 - McCLENDON, J.F., HATHAWAY, J.C. & NETZ LESTER - Iodine metabolism. 3. Proc. Soc. exp. Biol., New York, 21, 347, 1924.
- 84 - McCLENDON, J.F. & HATHAWAY, J.C. - Inverse relation between iodine in food and drink and

- goiter, simple and exophthalmic. J. Amer. med. Ass., Chicago, 82, 1668-1672, 1924.
- 85 - McCLENDON, J.F. & REMINGTON, R.E. - The determination of traces of iodine. 2. Iodine in vegetables. J. Amer. chem. Soc., Easton, 51, 394-399, 1929.
- 86 - McCLENDON, J.F. & HOLDRIDGE, C.E. - Iodine in cabbage. Biochem. J., London, 29, 272-274, 1935.
- 87 - McCLENDON, J.F. - Iodine and the incidence of goiter: The University of Minnesota Press., 126 p., 1939. Apud, CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography, 1825-1951. London, 1952, p.171.
- 88 - MIERMEISTER, A. - Ueber den Verlust des Spinats and Jod und anderen Mineralstoffen bei der üblichen kuchenmassigen Zubereitung. Z. Untersuch. Lebensmitt., Berlin, 57, 235-239, 1929.
- 89 - MITCHELL, J.H.; WARNER, J.D. & MORROW, K.S. - The mineral content of feeds, soils and waters of South Carolina. S. Carolina agric. Exp. Sta., Bull., (nº 252) 32 p, 1928. Apud, CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography, 1825-1951. London, 1952, p.158.
- 90 - ORR, J.B., KELLY, F.C. & STUART, G.L. - The effect of iodine manuring on the iodine content of plants. J. Agric. Sci., Cambridge, 18, 159-61, 1928. Apud Chem. Abstr., Easton, 22: 1208, 1928.
- 91 - OSWALD, A. - Beitr. chem. Physiol. Path., Braunschweig, 2, 545, 1902. Apud MARINE, D. - The pathogenesis and prevention of simple or endemic goiter. J. Amer. med. Ass., Chicago, 104, 2334-2341, 1935.
- 92 - PATNAIK, M. - Iodine content of Indian food-stuffs. Indian J. med. Res., Boston, 22 249-62, 1934. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU. Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951. London, 1952, p. 167.
- 93 - PECHNIK, E.; GUIMARÃES, L.R. & BORGES, P. - Iôdo em alimentos consumidos no Distrito Federal. Arg. bras. Nutr., Rio de Janeiro, 14 (2): 9-37, 1958.
- 94 - PECHNIK, E. & GUIMARÃES, L.R. - Teor de iôdo em alimentos habitualmente consumidos no Brasil. Arg. bras. Nutr., Rio de Janeiro, 16 (2): 11-18, 1960.

- 95 - PECHNIK, E. & GUIMARÃES, L.R. - Teor de iôdo em alimentos habitualmente consumidos no Brasil. Arg. bras. Nutr., Rio de Janeiro, 17 (2): 11-16, 1961.
- 96 - PECHNIK E. & GUIMARÃES, L.R. - Teor de iôdo em alimentos consumidos no Brasil. Arg. bras. Nutr., Rio de Janeiro, 19 (1): 11-16, 1963.
- 97 - PIJCK, J. & KIM, J.I. - La determination de traces d'elements dans schinseng radix par radioactivation. Jour. Pharm. Belgique, Bruxelles, 19, (nº 1/2): 3-18, 1964.
- 98 - PITT-RIVERS, R. & TATA, J.R. - The thyroid hormones. London, Pergamon Press, 1959, p.XI.
- 99 - POURCHET-CAMPOS, M.A.; GUIMARÃES, P.Jr. & BARBÉRIO, J.C. - Sal de cosinha, veículo para a administração do flúor. Rev. Fac. Farm. Bioquím. S. Paulo, 1 (2): 125-134, 1963.
- 100 - REMINGTON, R.E. - Vegetable food and the goiter problem. J.S. Carolina med. Ass., 25, 445-449, 1929. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU. Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951. London, 1952, p.160.
- 101 - REMINGTON, R.E.; CULP, F.B. & KOLNITZ von, H. - The potato as an index of iodine distribution. J. Amer. chem. Soc., Washington, 51, 2942-47, 1929.
- 102 - REMINGTON, R.E. - The iodine content of some South Carolina products. J. chem. Educ., Easton, 7: 2396-98, 1930.
- 103 - ROMAN, W. - Jodgehalt vegetabilischer Nahrungsmittel. Tabul. biol. Periodi, Gravenhage, 1, 226-231, 1931.
- 104 - RUPRECHT, R.W. & CONNER, W.H. - Preliminary report of iodine content of Florida vegetables. Mimeographed Report, 1931, 3p. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951. London, 1952, p.163.
- 105 - SCHARRER, K. & SCHWAIBOLD, J. - Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. 10. Mitteilung. Untersuchung einiger Kulturpflanzen auf ihren natürlichen Jodgehalt und dessen Steigerung durch Joddüngung. Biochem. Z., Berlin, 185, 405-413, 1927.
- 106 - SCHARRER, K. & STROEBEL, A. Kie jodanrei - cherung der Pflanzen durch Iodzufuhr. (The iodine enriching of plants by the application of iodine). Angew. Bot.,

- Berlin, 9, 187-99, 1927. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951. London, 1952, p.156.
- 107 - SCHEFFER, L. - Jodgehalt der Nahrung und Kropfhänfigkeit. (Iodine content of food and incidence of goitre). Biochem. Z., Berlin, 247, 418-23, 1932. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU. Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951, London, 1952, p.164.
- 108 - SCHEURLEN, Von. - Goitre and its control in Württemberg Z.Hyg.Infekt.-Kr, Berlin, 105, 45-66, 1926.
- 109 - SHIRAHAMA, K. & SHIMIZU, G. - (The iodine content of important agricultural products in Japan) J.Agric.Chem.Soc.Japan., Tokyo, 8, 527-31, 1932. In Japanese:English summary in Bull.agric.chem.Soc. Japan, Tokyo, 8, 4-5, 1932. Apud-CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951. London, 1952, p.164.
- 110 - SHULPINOV, S.S. - The content of iodine in the soil and food products of the Mari Autonomous. Sbornik Nauch. Rabot Kazan, Gozudarst Med. Inst., 1, 5-8, 1957. Apud Chem. Abstr., Easton, 52: 6655a, 1958.
- 111 - SILVA FILHO, J.G.; ABRÃO, A. & LIMA, F.W. - Activation analysis of gold in ores samples. São Paulo, Instituto de Energia Atômica, 1965, 20 p. (Publicação I.E.A., nº 98).
- 112 - SJOSTRAND, B. - Simultaneous determination of mercury and arsenic in biological and organic materials by activation. Analyt. Chem., Easton, 36, 814-19, 1964.
- 113 - SMITH, H. - Estimation of Mn in biological material by neutron activation analysis. Analyt.Chem., Easton, 34, 190 - 1, 1961.
- 114 - SPENCER, B.R.; MITCHELL, G.T. & KING, E.R. - Neutron activation analysis of blood. Am.J. Roentgenol., Springfield, 79, 1053-62, 1958.
- 115 - STEIN, J. M. & BENSON, A.A. - Neutron activation chromatographic analysis in biochemistry. Trans. Am. Nucl. Soc., New York, 6, 399-400, 1963.
- 116 - STOKLASA, J. - Die physiologische Funktion des Jods beim Bau-und Betriebsstoffwechsel in der chlorophyllhaltigen und chlorophyllosen Zelle. Biochem. Z., Berlin, 176, 38-61, 1926.

- 117 - TROTTER, R.W. - Historical introduction. In PITT-RIVERS, R. & TROTTER, R.W. (eds) - The thyroid gland. London, Butterworths, 1964, v.1, p. 1-8.
- 118 - TSUJI, H.; KUSAKA, Y. & NAMIKAWA, Y. Radioactivation analysis of bromine and iodine in organic compounds using a low level neutron source. Bull.chem.Soc.Japan, Tokyo, 35, 2045-47, 1962.
- 119 - UNDERWOOD, E.J. - Trace elements in human and animal nutrition 2a.ed., New York, Academic Press, 1962, p. 219-20.
- 120 - VIILKKI, P. - Iodine in the Finnish diet and its relation to goiter incidence. Ann.Acad.Sci.Fennical Ser. A.II, Helsinki, 71: 1-60, 1956, Apud Chem.Abstr., Easton, 51: 37641, 1957.
- 121 - WESTON, W. & REMINGTON, R.E. - The South Carolina Food Research Commission. Preliminary report on its organization and activities. J. Amer.med.Assoc., Chicago, 92, 2161-62, 1929.
- 122 - YULE, H.P. - Experimental reactor thermal-neutron activation analysis sensitivities. Analyt. Chem., Easton, 37, (1): 129-132, 1965.
- 123 - ZÁHORANSKY, E. - A növényi és állati eredetű élelmiszerek jódtartalma. (The iodine content of foods of plant and animal origin) Népegészségügy, Budapest, (n^o 20/-21): 452-66, 1924. Apud CHILEAN IODINE EDUCATIONAL BUREAU - Iodine content of foods. Annotated bibliography: 1825-1951. London, 1952, p. 154.