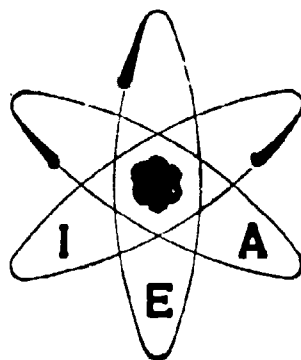




CÓDIGO "NUCLÍDEOS"

JOSÉ ANTONIO DIAS DIEGUES
e
MARIA ILSE VILLANUEVA BOBADILLA

PUBLICAÇÃO IEA N.º 377
Janeiro — 1975

INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA
Caixa Postal 11049 (Pinheiros)
CIDADE UNIVERSITÁRIA "ARMANDO DE SALLES OLIVEIRA"
SAO PAULO - BRASIL

CÓDIGO "NUCLÍDEOS"

José Antonio Dias Diegues* e Maria Ilse Villanueva Bobadilla

**Coordenadoria de Processamento de Dados
Instituto de Energia Atômica
São Paulo - Brasil**

**Publicação IEA Nº 377
Janeiro - 1975**

*** Coordenadoria de Engenharia Nuclear.**

Instituto de Energia Atômica

Conselho Superior

Eng^o Roberto N. Jafet - Presidente
Prof. Dr. Emilio Mattar - Vice-Presidente
Prof. Dr. José Augusto Martins
Prof. Dr. Milton Campos
Eng^o Helcio Modesto da Costa

Superintendente

Prof. Dr. Rômulo Ribeiro Pieroni

ÍNDICE

	Pág.
Resumo	1
1. Introdução	1
2. Código Nuclídeos	1
2.1 Tabela de Isótopos	2
2.2 Cadeia de desintegração de nuclídeos	4
2.3 Observações sobre o código	5
3. Instruções para o uso do código	6
4. Exemplos de aplicação	7
5. Tabelas	8
Apêndice A: Fluxograma do sistema	14
Apêndice B: Cartões de controle para listar a tabela completa de isótopos	18
Abstract	19
Referências Bibliográficas	19

CÓDIGO "NUCLÍDEOS"

José Antônio Dias Diegues e Maria Ilse Villanueva Bobadilla

RESUMO

O código NUCLÍDEOS, programa em FORTRAN IV, seleciona de 1 579 nuclídeos tabelados, aqueles que satisfaçam certas condições exigidas, ou, fornecendo-lhe o número atômico e o número de massa, relaciona as características de um isótopo

Possui ainda a faculdade de apresentar a cadeia de desintegração dos isótopos instáveis solicitados

1 - Introdução

Conhecem-se quase 1579 nuclídeos estáveis ou instáveis. Inúmeras tabelas e cartas de isótopos encontram-se na literatura especializada. Nelas, os isótopos são apresentados nas mais variadas formas, com informações mais diversas e nas mais diferentes classificações, a saber: - ordem crescente de meia vida, ordem alfabética, ordem crescente de número atômico, energias dos raios gama emitidos, propriedades físicas, informações gerais etc

Assim, porque existem muitas fontes de informação, individualmente incompletas, a pesquisa de uma simples questão sobre um ou mais isótopos pode tornar-se trabalhosa. Para sanar esse problema e facilitar o usuário estabeleceu-se o código NUCLÍDEOS. Nele são introduzidas todas as informações possíveis (conhecidas) de cada um dos isótopos conhecidos. O código não apresenta apenas as propriedades físicas de cada nuclídeo mas também propriedades nucleares, reações nucleares de produção, processo de produção, radiações emitidas, aplicações práticas, cadeias de desintegração, atividade etc

Elaborou-se o código NUCLÍDEOS de modo a atingir três metas fundamentais:

- a) - Seleção de isótopos que satisfaçam uma série de condições impostas pelo usuário
- b) - Apresentação das características de um isótopo, fornecendo o número de massa e o número atômico
- c) - Apresentação da cadeia de desintegração dos isótopos instáveis.

Nos itens a seguir apresenta-se, inicialmente, uma descrição do código; a seguir, a preparação dos cartões de entrada para a utilização do programa e, finalmente, alguns exemplos de aplicação

2 - Código NUCLÍDEOS

Este código é de uma grande versatilidade. A menor ou maior informação oferecida

depende das finalidades do usuário. O programa funciona conforme uma das três opções já apresentadas (JCASO = 1, JCASO = 2 e JCASO = 3, respectivamente). Nos dois primeiros casos, a saída do computador é uma tabela onde todas as informações de cada isótopo são apresentadas. O número de isótopos exibido nessa tabela dependerá das condições impostas pelo usuário, isto é, do tipo de condições que devem ser preenchidas e da quantidade de condições exigidas. A seleção dos núcleos deve ser feita pela satisfação de **todos, alguns ou nenhum** dos seguintes quesitos:

- 1) - Meia vida entre dois valores especificados.
- 2) - Se é emissor ALFA.
- 3) - Se é emissor BETA.
- 4) - A energia de emissão GAMA compreendida entre dois valores especificados.
- 5) - A dose de exposição menor do que um valor especificado.
- 6) - Se pode ser apresentado em solução aquosa.
- 7) - Se pode ser empregado na indústria.
- 8) - Se pode ser empregado na medicina.
- 9) - Se tem captura eletrônica.
- 10) - Atividade produzida por semana, num reator de fluxo 10^{12} neutrons/cm² seg maior que um determinado valor.
- 11) - Se pode ser fabricado no IEA.
- 12) - Se é estável ou instável.
- 13) - Se interessam todos os isótopos de um único elemento (especificado número atômico).
- 14) - Se interessa apenas um isótopo de um determinado elemento (especificado n^o atômico e número de massa JCASO = 2).

O apêndice-A apresenta o fluxograma do sistema.

2.1 - Tabela de Isótopos.

Os resultados, nos dois primeiros casos (JCASO = 1 e JCASO = 2), encontram-se numa tabela impressa pelo computador, e apresentando as características seguintes:

Coluna 1: Nome do elemento seguido do número de massa.

Coluna 2: Meia vida do isótopo: segundos (S), minutos (M), horas (H), dias (D), anos (A), conforme o caso.

Coluna 3: - Tipos de transformação nuclear:

- a) - Emissão de partículas α (A).
- b) - Emissão de partículas β^+ (B+).
- c) - Emissão de partículas β^- (B-).
- d) - Captura de electrons da camada k (CE).
- e) - Transição isomérica (IT).
- f) - Emissão de neutrons (N).
- g) - Fissão espontânea (F).

Nos itens a), b), c) e d) a tabela apresenta, além das energias de desintegração, a porcentagem de cada tipo de desintegração. Todas as energias são em MeV.

Coluna 4: - Energia dos raios Gama emitidos pelo núclídeo (MeV). Como os raios gama são emitidos em cascata, a porcentagem de desintegração numa determinada energia pode ser maior do que 100%.

Coluna 5: - Conversão interna. A transição interna entre dois estados de núclídeo ocorre quando a diferença de energia entre os dois estados não é emitida por um fóton (raio γ), mas dada para um electron orbital que é expulso do átomo. O valor apresentado na tabela é o **coeficiente de conversão interna**, que é a razão entre o número de transições com ejeção de electrons e o número de gamas emitidos no processo de desexcitação do núcleo.

Coluna 6: - "Specific Gamma-Ray Constant", para um núclídeo que tem emissão gama, é a dose de exposição desse núclídeo a uma distância unitária dividida pela atividade da fonte. A unidade é:

$$\left(\frac{\text{Roentgens}}{\text{mCi} \cdot \text{h}} \text{ a } 1 \text{ cm} \right)$$

Coluna 7: - Processo de produção do núclídeo. Os tipos de reações nucleares que podem ocorrer são:

- a) - Bombardeamento de neutrons
- 1) - Reação (N,G).
- 2) - Reação (N,P).
- 3) - Reação (N,A).
- 4) - Reação de fissão (N,F).

b) Bombardamento com partículas:

1) Reação (P 3P3N)

2) Reação (D,A)

3) Reação (A,4N)

Onde: A = Alfa; D = Deuteron; F = Fissão; G = Gama; N = Neutron;
P = Proton

Coluna 8: **Material alvo.** Nessa coluna encontra-se o material preferido para ser irradiado e produzir o nuclídeo considerado. Os compostos são representados pelas respectivas fórmulas químicas.

Coluna 9: **Atividade produzida.** Nessa coluna, os valores apresentados indicam a atividade do isótopo quando ele foi irradiado num reator em que o fluxo térmico de neutrons é de 10^{12} neutrons/cm² seg. As unidades são: mC/g de material alvo. As atividades podem ser diferentes, conforme a amostra seja irradiada: 1 HR (uma hora), 1 SEM (uma semana), 1 DI (um dia), 1 AN (um ano) e SAT (até saturação). Se o isótopo não for radioativo o valor da atividade é substituída pela palavra ESTÁVEL.

Coluna 10: **Considerações gerais.** Nessa coluna são apresentadas informações de caráter geral, por exemplo, campos de aplicação do isótopo, solubilidade, tipos da fonte de referência, porcentagem de abundância na natureza (se for estável), onde pode ser feito etc.

Coluna 11: **Número atômico do nuclídeo**

Coluna 12: **Símbolo do elemento.** O símbolo do elemento tem a forma geral seguinte: AX

Onde, A = número de massa.

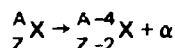
X = símbolo químico do elemento

2.2 - Cadeia de Desintegração dos Nuclídeos

Freqüentemente, existe a necessidade de se conhecer a cadeia de desintegração de um determinado nuclídeo. Os isótopos cujo núcleo contem mais ou menos neutrons do que os encontrados naturalmente nos isótopos estáveis são os chamados isótopos instáveis e eles tendem a mudar com o tempo até atingirem a configuração estável. É o chamado processo de desintegração que ocorre sempre com a emissão de uma partícula carregada (α, β) ou pela captura, pelo núcleo, de um electron orbital. Esse processo muda a carga elétrica no núcleo dando assim um novo núcleo que difere quimicamente do precursor. A cadeia de desintegração de um nuclídeo é, pois, o esquema dos novos elementos formados durante o decaimento. Dividem-se em três os processos de desintegração:

a - Desintegração alfa.

A desintegração alfa ocorre, em geral, em núcleos pesados. Quando ocorre este tipo de decaimento há uma variação tanto no número de massa do elemento como no número atômico:

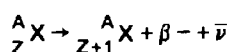


onde, A = número de massa

Z = número atômico

b - Desintegração beta menos

Este tipo de desintegração apresenta a seguinte reação nuclear:

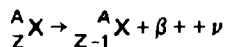


onde, β^- = negatron

$\bar{\nu}$ = antineutrino

c - Desintegração beta mais ou captura de electron

O processo de desintegração captura de electron compete com o processo de desintegração beta mais desde que a energia permita. A equação nuclear que representa esse processo é:



onde, β^+ = positron

ν = neutrino

O código NUCLÍDEOS apresentará a cadeia de desintegração de um isótopo qualquer, desde que sejam fornecidos: JCASO = 3, o número atômico e o número de massa do elemento.

Evidentemente, neste caso a tabela de saída é completamente diferente da apresentada nos dois casos anteriores. Na cadeia de desintegração são apresentados, além do número atômico, número da massa e símbolo de cada elemento da cadeia, a meia vida e o tipo de decaimento. No item final são apresentados alguns exemplos.

2.3 - Observações sobre o código NUCLÍDEOS

- a) - O código abrange uma grande variedade de usuários devido às inúmeras informações sobre cada isótopo e às variadas formas como pode ser usado. É útil aos engenheiros nucleares, aos físicos nucleares, às pessoas que trabalham na produção ou aplicação de radioisótopos, aos médicos e outros profissionais.
- b) - O programa NUCLÍDEOS é bem versátil e dinâmico. Dados novos, correções, novos tipos de informações ou perguntas, novos isótopos etc. podem, facilmente,

ser incorporadas ao sistema de dados do código.

- c) - Na tabela de propriedades há valores ou informações não preenchidos, isto ocorre por que tais valores ou não foram encontrados ou não foram medidos. Mas, uma vez obtidos podem ser acrescentados.
- d) - Até o momento, foram incluídos no código 1579 isótopos, na ordem crescente do número atômico (do Hidrogênio até o Lawrêncio).
- e) - As instruções para o uso do código e para a preparação dos cartões-pergunta encontram-se no item seguinte.
- f) - Quando o sistema com terminais estiver instalado, a chamada do programa deverá ser direta.
- g) - O programa foi feito em FORTRAN-IV.
- h) - O módulo executável está gravado na IEA.USERLIB com o nome de ISÓTOPOS.

3 - Instruções para o uso do código NUCLÍDEOS

O código deve ser aplicado uma vez para cada caso; por isso, antes deve ser preparado um cartão (igual a 1, 2 ou 3) conforme o tipo de utilização desejado. No cartão seguinte devem constar o número atômico e o número de massa do elemento pesquisado, se os casos desejados forem o 2 ou o 3. Se o caso considerado for o 1, então, em lugar do último cartão deve ser perfurado um outro contendo todas as informações desejadas. Assim, qualquer que seja o caso, apenas dois cartões devem ser perfurados pelo usuário. A Tabela-1 apresenta os formatos e as posições dos dados no cartão de entrada.

Na preparação dos cartões de entrada do usuário deve ser observado o código seguinte:

1. Se a informação desejada for afirmativa.
2. Se a informação desejada for negativa.
3. Se essa informação não interessa ao usuário na seleção.

Para o programa a ser executado devem ser codificados os seguintes cartões de controle:

```
// EXEC PGM = ISÓTOPOS, REGION = 320K

// FT05F001 DD DDNAME = SYSIN

// GO.FT06F001 DD SYSOUT = (J,,1000), DCB = BLKSIZE = 133

// FT08F001 DD DSN = CP ADIN.EN.NUCLÍDEO,UNIT = 3330,VOL =SER=ID0005,
// DISP = (OLD, KEEP)
```

// SYSIN DD *

cartões de dados

1º cartão: JCASO = 1, 2 ou 3 na coluna 1.

2º cartão: as condições desejadas pelo usuário dependendo de JCASO.

4. Exemplos de Aplicação

Apresentam-se neste item alguns exemplos de aplicação deste código.

Na tabela-2 estão codificados exemplos de cartões de controle e de dados correspondentes à utilização dos três casos descritos nesta publicação:

4.1-1º Exemplo

Objetivo: - Selecionar os isótopos que:

- a) Tenham meia vida entre 1 segundo e 30 dias.
- b) Sejam emissores β -
- c) Sejam usados em medicina

Resultado: Tabela-3

4.2-2º Exemplo

Objetivo: - Apresentar as propriedades do Cobalto 60.

Nº atômico = 27

Nº de massa = 60

Resultado: Tabela-4

4.3-3º Exemplo

Objetivo: Estabelecer a cadeia dedesintegração do Urânio 235

Nº atômico = 92

Nº de massa = 235

Resultado: Tabela-5

4.4-4º Exemplo

Objetivo: Selecionar os isótopos estáveis que tenham meia vida entre 1 minuto e 1 hora

Resultado: Tabela-6

TABELA-1

Tabela de INPUT para o usuário

Nº do cartão	Coluna	Formato	Nome da Variável	Significado	Observações
1	1	I1	JCASO	Seleciona o tipo de caso considerado	=1 Seleção de isótopos =2 Propriedade de 1 isótopo =3 Cadeia de núclídeos
2A	1-3 4-6	I3 I3	NA1 MA1	Número Atômico Número de Massa	Não utilizado se JCASO = 1
2B	1-11 12-22 23-28 29-34 35-39 40-43 44-45 46-47 48-49 50-51 52-53 54-55 56-57 58-59 60-61 62-64	E11 6 E11 6 F6 4 F6 4 F5 2 F4 1 F2 0 F2 0 F2 0 F2 0 F2 0 F2 0 F2 0 F2 0 F2 0 F2 0 I3	V1 V2 GAMA11 GAMA21 SEMAN1 DEXP1 ALFA1 BETAP1 BETAN1 CE1 SOLAG1 FAZIE1 UIND1 UMED1 ESTAD1 NA1	Limite inferior da meia vida (seg) Limite superior da meia vida (seg) Limite inferior da energia gama (Mev) Limite superior da energia gama (Mev) Mínima atividade produzida/semana (mC/g) Máxima dose permissível (Roentgens/mC.h.) Emissão α Emissão β^+ Emissão β^+ Captura de elétron Solubilidade em água Fabricável no IEA Uso na indústria Uso em medicina Estado (estável ou instável) Número atômico	a) Só quando JCASO = 1 b) Deixar em branco se determinada informação não deve ser levada em conta c) Deve ser obedecido o código -1.(informação afirm.) -2.(informação negat.), nos campos compreendidos entre a coluna 44 a 60

TABELA - 2
NUCLIDEOS

```

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63
EXEMPLO 1 - ISÓTOPOS COM MEIA VIDA ENTRE 1 SEG E 30 DIAS
QUE SEJAM EMISSORES  $\beta^-$  E USADOS EM MEDICINA.

// EXEC PGM=ISOTOPOS,REGION=320K
//FT05F001 DD DDNAME=SYSIN
//FT06F001 DD SYSOUT=(J,1000),BLKSIZE=133
//FT08F001 DD DSN=CP.ADM.EN.NUCLIDEO,UNIT=3330,VOL=SER=100005,
// DISP=(OLD,KEEP)
//SYSIN DD
1
1.0E0 2.592E6 1. 1.

//
EXEMPLO 2 - PROPRIEDADES DO COBALTO 60.

// EXEC PGM=ISOTOPOS,REGION=320K
//FT05F001 DD DDNAME=SYSIN
//FT06F001 DD SYSOUT=(J,1000),BLKSIZE=133
//FT08F001 DD DSN=CP.ADM.EN.NUCLIDEO,UNIT=3330,VOL=SER=100005,
// DISP=(OLD,KEEP)
//SYSIN DD
2
27 60
1.
//
EXEMPLO 3 - CADEIA DE DESINTEGRAÇÃO

// EXEC PGM=ISOTOPOS,REGION=320K
//FT05F001 DD DDNAME=SYSIN
//FT06F001 DD SYSOUT=(J,1000),BLKSIZE=133
//FT08F001 DD DSN=CP.ADM.EN.NUCLIDEO,UNIT=3330,VOL=SER=100005,
// DISP=(OLD,KEEP)
//SYSIN DD
3
9.23E
1.
//
EXEMPLO 4 - ISÓTOPOS ESTÁVEIS COM MEIA
VIDA ENTRE 1 MIN E 1 HORA

// EXEC PGM=ISOTOPOS,REGION=320K
//FT05F001 DD DDNAME=SYSIN
//FT06F001 DD SYSOUT=(J,1000),BLKSIZE=133
//FT08F001 DD DSN=CP.ADM.EN.NUCLIDEO,UNIT=3330,VOL=SER=100005,
// DISP=(OLD,KEEP)
//SYSIN DD
1
6.0E1 3.60E3 1.

//

```

TABELA - 3
1º EXEMPLO DE APLICAÇÃO

ISÓTOPO	M. VIDA		TIPO DECAIM MEV	ENG. GAMA MEV	IC	SGRC	PROC. PROD.	M. ALVO	ATIVIDADE NUM. FLUXO 10 E 12 H/8 POR CM ²	MAT. PROCESSADO	N. ATM.	SIMB.
SÓDIO - 24	15	M	B - 1.190 - 100%	1.37 - 100% 2.75 - 100%		18.4	23NA (N.G.)	NA2CO3	24H - 280 MC/G SAT - 390 MC/G	USO NA MEDICINA CLORIDRATO SÓDIO FABRICA-SE NO IEA	11	24NA
FÓSFORO - 32	14.3	D	B - 1.21 - 100%				31P (N.G.) 32S (N.P.)		185M - 28 MC/G 455M - 87 MC/G SAT - 100 MC/G	USO EM MEDICINA USO EM INDÚSTRIA SOLUÇÃO EM HCL PONTE DE RETA FABRICA-SE NO IEA	16	32P
POTÁSSIO - 42	12.4	M	B - 2.0 - 18% 3.6 - 82%	0.32 FRCO 1.52 - 18%		1.4	41K (N.G.)	K2CO3	DIA - 27 MC/G SAT - 37 MC/G	USO EM MEDICINA FABRICA-SE NO IEA	19	42K
CÁLCIO - 47	4.7	D	B - 0.89 - 82% 2.00 - 18%	0.50 - 8.7% 0.81 - 8.7% 1.31 - 76%		9.7	46CA (N.G.)	CACO3		USO EM MEDICINA FABRICA-SE NO IEA USO EM MEDICINA CLOR. TO DE CÁLCIO	20	47CA
COBRE - 64	12.84	M	B - 0.57 - 38% B - 0.88 - 18% CE 43%	0.81 DEB - 1.34 - 0.8%		1.2	63CU (N.G.) 64NI (D.2N) 64NI (P.N.)	CUO CUSO4	8HR - 270 MC/G SAT - 780 MC/G	USO EM MEDICINA SOLUÇÃO EM HCL FABRICA-SE NO IEA	29	64CU
ARSENICO - 74	18	D	R - 0.72 - 14.5% 1.38 - 17.7% B - 0.91 - 28.1% 1.51 - 3.6% CE 38.1%	0.64 - 15% 0.51 DEB - 0.60 - 60%		4.4	71GA (A.N.) 74GE (D.2N)			SOLUÇÃO AQUOSA USO EM MEDICINA	33	74AS
BROMO - 82M	6.1	M	17								36	M82BR
BROMO - 82	35.4	H	B - 0.44 - 100%	0.55 - 65% 0.82 - 42% 0.83 - 23% 1.32 - 28% 1.48 - 17% 1.08 - 8.5%		14.6	81BR (N.G.)	NH4BR	24HR - 160 MC/G 1SE - 310 MC/G SAT - 330 MC/G	SOLUÇÃO AQUOSA USO EM MEDICINA FABRICA-SE NO IEA	36	82BR
RUBÍDIO - 86	18.7	D	B - 0.88 - 8.5% 1.77 - 91.5%			0.5	85RB (N.G.)	RBCl	1SE - 25 MC/G 4SE - 71 MC/G SAT - 130 MC/G	SOLUÇÃO AQUOSA USO EM MEDICINA FABRICA-SE NO IEA	37	86RB
ITRÍO - 90M	3.19	M	17								36	M90Y
ITRÍO - 90	84.2	H	B - 2.27 - 100%				89Y (N.G.)	Y2O3	24HR - 52 MC/G 1SE - 180 MC/G SAT - 230 MC/G	SOLUÇÃO IN HCL USO EM MEDICINA USO EM INDÚSTRIA FABRICA-SE NO IEA	36	90Y
MOLIBDÊNIO - 99	66.7	M	B - 0.45 - 14% 0.87 - 1% 1.23 - 85%	0.04 - 1.6% 0.34 - 10% 0.95 - FCO	4%		98MO (N.G.)	MOO3	1SE - 18 MC/G SAT - 20 MC/G	SOLUÇÃO AQUOSA USO EM MEDICINA FABRICA-SE NO IEA	42	99MO
TELÚRIO - 132	78	H	B - 0.22 - 100%	0.053 0.23		2.2	U (N.F.)			USO EM MEDICINA SOLUÇÃO AQUOSA	62	132TE
ÍODO 131	8.04	D	B - 0.25 - 2.8% 0.33 - 9.3% 0.61 - 87% 0.81 - 0.9%	0.08 - 2.2% 0.26 - 6.3% 0.36 - 79% 0.54 - 9.3% 0.72 - 2.8%	4.5% 0.4% 1.5%	2.2	130TE (N.G.) U (N.F.)		SOLUÇÃO AQUOSA USO EM MEDICINA FABRICA-SE NO IEA	53	131I	
XENÔNIO - 133M	2.3	D	17 100%	0.23 - 13%	86%		132XE (N.G.)	XE	1SE - 3.81 MC/G SAT - 0.97 MC/G	0.7% DO 131I DECAI P/ M131XE (MEIA VIDA 12 DIAS)	54	M133XE
XENÔNIO - 133	5.3	D	B - 0.34 - 99% 0.27 - 1%	0.081 - 35% 0.16 - 1%	54%		U (N.F.)		1SE - 0.33 MC/G 4SE - 0.94 MC/G SAT - 0.99 MC/G	AMPOLAS DE GÁS USO EM MEDICINA	54	133XE
OURO - 198	2.70	D	B - 0.29 - 1.2% 0.96 - 98.8% 1.37 - POUCO	0.412 - 96% 0.68 - 1% 1.09 -	4%	2.3	197AU (N.G.)	AU	1SE - 6.2 C/G SAT - 8.0 C/G	SOLUÇÃO EM 3N HCL SOLUÇÃO AQUOSA USO EM INDÚSTRIA USO EM MEDICINA FABRICA-SE NO IEA	79	198AU

TABELA - 4
2º EXEMPLO DE APLICAÇÃO

ISÓTOPO	M. VIDA	TIPO DECAIM. MEV	EN GAMA MEV	IC	SGRC	PROC. PROD.	M. ALVO	ATIVIDADE NUM FLUXO 10 E 12 N/S POR CM2 1SEM-23 MC/G 4SEM-87 MC/G 1ANO-1.05C/G	MAT. PROCESSADO	N. ATM	SIMB
COBALTO - 60	5 28 A	β - 0.31 - 100% 1.48 - 0.01%	1.17 - 100% 1.33 - 100%		13.2	59CO (N.G)	CO CO203		USO EM MEDICINA USO EM INDÚSTRIA FONTE DE REFERENCIA SOLUÇÃO AQUOSA FABRICA-SE NO IEA	27	60CO

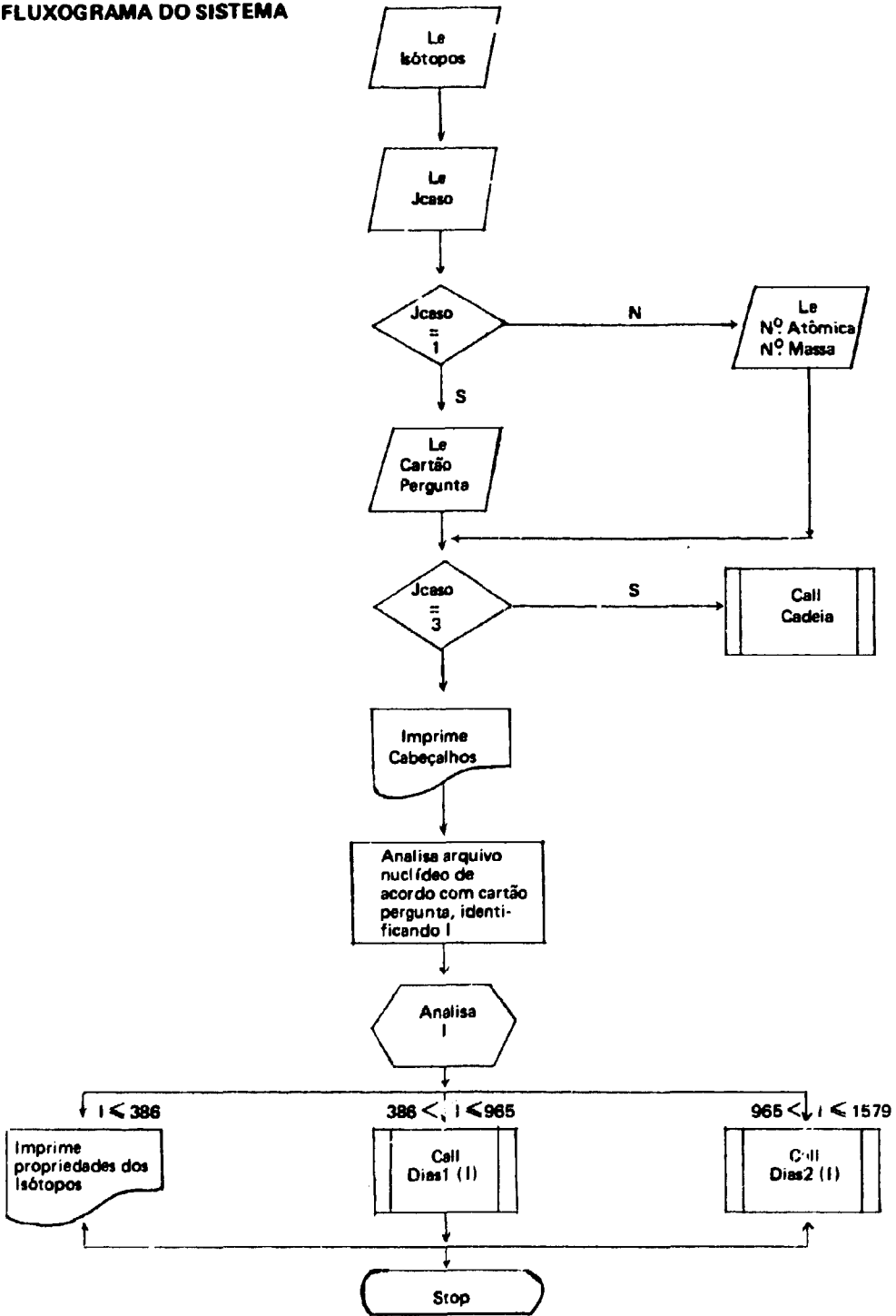
TABELA - 5
3º EXEMPLO DE APLICAÇÃO
CADEIA DE DESINTEGRAÇÃO

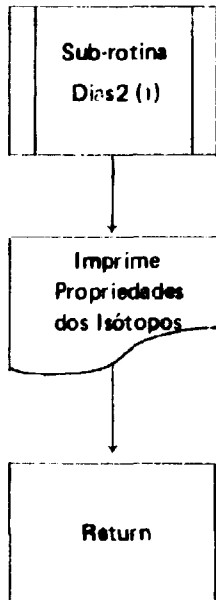
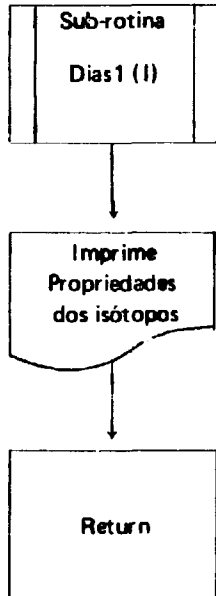
N. MASSA	SÍMBOLO	N. ATÔMICO	OBSERVAÇÕES	(** = TEM CADEIA VARIANTE)
235	U	92	(7.1E8 A, ALFA, FISSÃO EXPONTÂNEA)	
231	TH	90	(25.6 H, BETA MENOS)	
231	PA	91	(3.4E4 A, ALFA)	
227	AC	83	(22 A, 1(ALFA, 99(BETA MENOS)	(**)
223	FR	87	(21.8 M, 5(ALFA, 95(BETA MENOS)	(**)
219	AT	85	(0.9 M, 95(ALFA, 5(BETA MENOS)	(**)
215	BI	83	(7.4 M, BETA MENOS)	
215	PO	84	(1.8E-3 S, 95(ALFA, 5(BETA MENOS)	(**)
211	PB	82	(36.1 M, BETA MENOS)	
211	BI	83	(2.15 M, 95(ALFA, 5(BETA MENOS)	(**)
207	TL	81	(4.8 M, BETA MENOS)	
207	PB	82	(ESTAVEL)	
CADEIA VARIANTE				
227	AC	89	(22 A, 1(ALFA, 99(BETA MENOS)	(**)
227	TH	90	(18.72 D, ALFA)	
223	RA	88	(12 D, ALFA)	
219	RN	86	(3.96 S, ALFA)	
215	PO	84	(1.8E-3 S, 95(ALFA, 5(BETA MENOS)	(**)
211	PB	82	(36.1 M, BETA MENOS)	
211	BI	83	(2.15 M, 95(ALFA, 5(BETA MENOS)	(**)
207	TL	81	(4.8 M, BETA MENOS)	
207	PB	82	(ESTAVEL)	
CADEIA VARIANTE				
215	PO	84	(1.8E-3 S, 95(ALFA, 5(BETA MENOS)	(**)
215	AT	85	(1.0E-4 S, ALFA)	
211	BI	83	(2.15 M, 95(ALFA, 5(BETA MENOS)	(**)
207	TL	81	(4.8 M, BETA MENOS)	
207	PB	82	(ESTAVEL)	
CADEIA VARIANTE				
211	BI	83	(2.15 M, 95(ALFA, 5(BETA MENOS)	(**)
211	PO	84	(0.52 S, ALFA)	
207	PB	82	(ESTAVEL)	

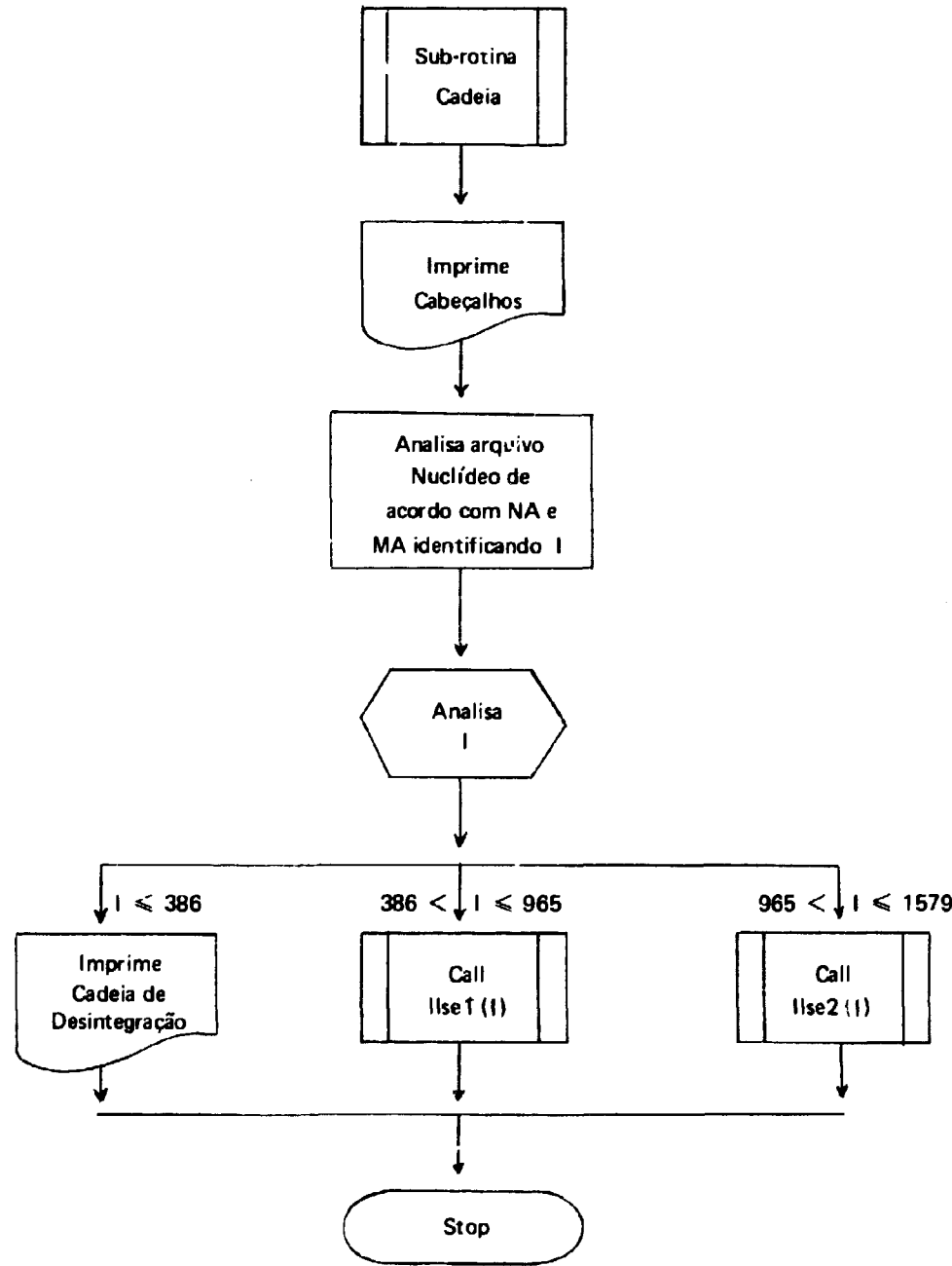
TABELA - 8
4º EXEMPLO DE APLICAÇÃO

ISOTOPO	M. VIDA	TIPO DECAIM. MEV	EN GAMA MEV	IC	SGRC	PRÓC. PROD.	M. ALVO	ATIVIDADE NUM FLUXO 10 E 12 N/S POR CM2	MAT. PROCESSADO	N. ATM	SIMB
CÁDMIO - 111A	49 M	IT 100%									
CÁDMIO - 111								ESTÁVEL	12.75% ABUNDÂNCIA	48	M111CD
BÁRIO - 137M	2.55 M	IT 100%								48	111CD
BÁRIO - 137								ESTÁVEL	11.32% ABUNDÂNCIA	56	M137BA
OSMIO - 190M	10 M	IT								56	137BA
OSMIO - 190								ESTÁVEL	28.4% ABUNDÂNCIA	76	M190OS
MERCÚRIO - 199M	43 M	IT								76	190OS
MERCÚRIO - 199								ESTÁVEL	16.84% ABUNDÂNCIA	80	M199HG
										80	199HG

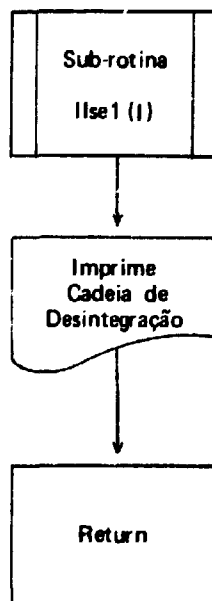
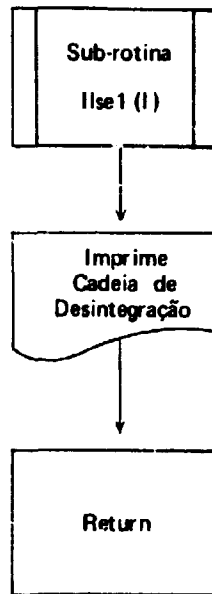
APÊNDICE A:
FLUXOGRAMA DO SISTEMA







Observação
NA = nº Atômica
MA = nº de Massa



APÊNDICE B:

Para obter-se a tabela completa impressa não deve impor qualquer restrição seletiva para isso deve-se codificar JCASO = 1 no primeiro cartão de dados do programa e deixar o segundo em branco.

CARTÕES DE CONTROLE P/ OBTEN A TABELA COMPLETA DE ISÓTOPOS

```
//      EXEC  PGM = ISÓTOPOS, REGION = 320K
// FT05F001 DD DDNAME = SYSIN
// FT06F001 DD SYSOUT = (J,,1000), BLKSIZE = 133
// FT08F001 DD DSN = CP. ADIN. EN. NUCLÍDEO, UNIT = 3330, VOL = SER = 100005,
//          DISP = (OLD, KEEP)
// SYSIN    DD  *
1

/*
//
```

ABSTRACT

The NUCLÍDEOS code written in FORTRAN IV, selects from a table of 1 579 nuclides those which have some desired properties.

Also, being given the atomic number and atomic mass number the program gives the characteristics of an isotope. It can as well provide the desintegration chain of unstable isotopes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BULLOCK, R. J. & LARGE, N. R. *A list of radioactive isotopes in ascending order of half-life*. Harwell, Berks., Atomic Energy Research Establishment, June 1958. 45p. (AERE-M2058).
2. ESTADOS UNIDOS. Atomic Energy Commission, Division of Isotopes Development, Washington, D. C. *Chart of the nuclides*. Washington, Government Printing Office, 1970.
3. ESTADOS UNIDOS. Department of Health, Education and Welfare, Bureau of Radiological Health. *Radiological Health Handbook*. Rev. ed. Rockville, Maryland, Public Health Service, 1970.
4. INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA, São Paulo. *Radioisótopos artificiais preparados com o reator IEA R-1*. São Paulo, s.d. 91p. (IEA-2).
5. PIERONI, R. R. *Metodología y aplicaciones clínicas de los radioisotopos*. São Paulo, Instituto de Energia Atômica, jul. 1959. 300p. (IEA-35).
6. THE RADIOCHEMICAL CENTRE, Amersham. *The radiochemical manual*. 2.ed. Amersham, Bucks., 1966. 327p.
7. STROMINGER, D. et alii. Table of isotopes. *Rev. mod. Phys.*, Minneapolis, 30:585-904, 1958.

