



**PROGRAMAÇÃO DIGITAL PARA O CÁLCULO DAS
ATIVIDADES DOS PRODUTOS DE FISSÃO DE
MEIAS-VIDAS LONGAS**

MARIA JOSÉ C. NASTASI e C. CACERES

PUBLICAÇÃO IEA N.º
Dezembro — 1965

111

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

PROGRAMAÇÃO DIGITAL PARA O CÁLCULO DAS ATIVIDADES
DOS PRODUTOS DE FISSÃO DE MEIAS-VIDAS LONGAS

Maria José C. Nastasi e C. Cáceres

Divisão de Radioquímica e
Serviço de Cálculo Analógico e Digital
Instituto de Energia Atômica
São Paulo - Brasil

Publicação IEA nº 111

Dezembro - 1965

Comissão Nacional de Energia Nuclear

Presidente: Prof. Luiz Cintra do Prado

Universidade de São Paulo

Reitor: Prof. Luiz Antonio da Gama e Silva

Instituto de Energia Atômica

Diretor: Prof. Rômulo Ribeiro Pieroni

Conselho Técnico-Científico do IEA

Prof. Hélio Lourenço de Oliveira

Prof. Walter Borzani

} pela USP

Prof. Rui Ribeiro Franco

Prof. Theodoro H.I. de Arruda Souto

} pela CNEN

Divisões Didático-Científicas:

Div. de Física Nuclear: Prof. Marcello D.S. Santos

Div. de Engenharia Nuclear: Pedro Bento de Camargo

Div. de Ensino e Formação: Prof. Luiz Cintra do Prado
(Licenciado)

Div. de Radioquímica: Prof. Fausto Walter de Lima

Div. de Radiobiologia: Prof. Rômulo Ribeiro Pieroni

Div. de Metalurgia Nuclear: Prof. Tharcício D.S. Santos

Div. de Engenharia Química: Prof. Kazimierz J. Brill

Div. de Física de Reatores:

PROGRAMAÇÃO DIGITAL PARA O CÁLCULO DAS ATIVIDADES DOS PRODUTOS
DE FISSÃO DE MEIAS-VIDAS LONGAS ^x

Maria José C. Nastasi e C. Cáceres
Div. de Radioquímica e Serv. de Cálculo
Analógico e Digital, Instituto de Energia Atômica
São Paulo, Brasil

I. INTRODUÇÃO

No campo das ciências nucleares os computadores eletrônicos desempenham um papel de inestimável valia na determinação de grande número de parâmetros nucleares. Assim, por exemplo, o cálculo das atividades dos radioisótopos formados por reação com neutrons num reator nuclear, em função da massa do alvo bombardeado, do fluxo de neutrons fornecido pelo reator, do tempo de irradiação, das características nucleares do elemento químico que constitui o alvo e do radioisótopo a ser formado, pode ser feito por programação num computador com muitas vantagens, entre elas a segurança e a economia de tempo.

Dentro da química de produtos de fissão, a produção de alguns radioisótopos tem destacada importância. Inclui-se aí a produção de Cs-137, Sr-90, Sr-89, Ce-144, Ce-141, Y-91, Pm-147, Zr-95, Nb-95, Ru-103 e Ru-106, que são radioisótopos de meias-vidas longas, de importância em várias aplicações industriais, por exemplo, a gamagrafia, fontes de irradiação, etc, sendo também usados como radioisótopos traçadores nos campos da química, agricultura e medicina.

^x Trabalho apresentado no XV Congresso Brasileiro de Química Sessão de Radioquímica e Química Aplicada a Problemas Nucleares. Set. 19-25, 1965 - Rio de Janeiro, Brasil.

O Instituto de Energia Atômica (IEA), através de sua Divisão de Radioquímica vem se preocupando com a produção desses radioisótopos, por fissão do U-235 do urânio natural [1]. O tempo de irradiação necessário pode variar de 100 até 1000 ou mais horas.

No caso de reatores de pesquisas, como é o do IEA, a irradiação de amostras por tempos longos, como é requerido para a produção de radioisótopos de vidas longas, traz alguma dificuldade. Sendo o tempo total de irradiação muito longo e o reator operando em regime descontínuo, as irradiações que o alvo sofre são intercaladas de períodos em que há decaimento do radioisótopo formado. Por esta razão, nos cálculos das atividades finais para cada radioisótopo produzido devem ser considerados os decaimentos radioativos que ocorrem nos períodos existentes entre as várias irradiações. Numa tal situação, os cálculos sem o auxílio de um computador, seriam trabalhosos e extremamente morosos.

Este trabalho apresenta um programa em FORTRAN II para o computador IBM-1620 modelo 2, em operação no IEA, com o qual foram obtidos os valores das atividades finais dos radioisótopos de fissão de vidas-longas formados pela irradiação de urânio natural, com as devidas correções para os decaimentos ocorridos entre as muitas irradiações sucessivas. Foram calculadas as atividades para os seguintes radioisótopos: Cs-137 (30 anos), Sr-89 (50 dias), Sr-90 (28 anos), Ce-141 (32,5 dias), Ce-144 (284 dias) Y-91 (58 dias), Pm-147 (2,7 anos), Ru-103 (40 dias), Ru-106 (1 ano), Zr-95 (65 dias), Nb-95 (35 dias).

Os resultados obtidos dão informações sobre as atividades correspondentes a irradiações contínuas e não contínuas, e sobre a massa de U_3O_8 a ser irradiada a fim de ser obtida uma atividade desejada, permitindo ainda uma orientação sobre a blindagem de chumbo que deverá ser empregada na célula de processamento de tais radioisótopos.

II. SÍMBOLOS E VARIÁVEIS USADOS NAS FÓRMULAS E NO PROGRAMA

ϕ	FI	Fluxo de neutrons
σ	SIGMA	Secção de choque de fissão do U-235 para neutrons térmicos multiplicada por sua abundância isotópica.
N	UR	Número de átomos de urânio contido em 1,0 grama de U_3O_8 .
N_0	-	Número de Avogadro
m_u	-	Massa de urânio contida no U_3O_8
M_u	-	Pêso atômico do urânio
Y	YIELD	Rendimento de fissão de cada isótopo
$T_{1/2}$	EMEVE	Meia-vida do isótopo considerado
λ	AMBDA	Constante de desintegração de cada isótopo (hora $^{-1}$)
-	ALAMB	Constante de desintegração de cada isótopo (mês $^{-1}$)
t_{ir}	TIR	Tempo de irradiação (hora)
t_r	TR	Tempo de resfriamento (mês)
A_1	A(I)	Atividade obtida depois do tempo de irradiação t_{ir}
i	I	Índice que dá a variação da atividade para diferentes t_{ir}
A_r	AR	Atividade residual depois do tempo de resfriamento t_r
A_j	A(J)	Corresponde aos A_1 para os quais é feita a tabela
j	J	Índice que varia de 10 em 10

Nota 1.

III. MÉTODO DE CÁLCULO

Na determinação teórica das atividades dos radioisótopos Cs-137, Sr-89, Sr-90, Ce-144, Ce-141, Y-91, Pm-147, Zr-95, Ru-103

e Ru-106 formados no processo de fissão na irradiação do urânio natural segue-se um método de cálculo bastante simples. A atividade em milicurie de cada um desses isótopos que se forma na fissão é dada pela expressão:

$$A_1 = \frac{1}{3,7 \times 10^7} \phi \sigma N Y (1 - e^{-\lambda t_{ir}}) \text{ onde } N = N_0 \frac{m_u}{M_u} \quad (1)$$

Essa expressão é utilizável quando se trata de irradiação contínua. A atividade final depois do resfriamento é dada pela expressão:

$$A_r = A_j e^{-\lambda t_r} \quad (2)$$

Os cálculos referentes ao Nb-95 foram considerados separadamente por se tratar do par Zr-95-Nb-95. (Nota 2)

Devido ao fato de o regime de operação do reator do IEA não ser contínuo, sendo de 3 períodos de 8 horas por semana, a expressão que dá a atividade deve ser modificada. Êsses 3 períodos de 8 horas podem ser considerados como um período de 24 horas de irradiação contínua. Esta aproximação pode ser feita por tratar-se de isótopos cujas meias-vidas são suficientemente longas, para não haver alteração nas atividades, durante os intervalos existentes entre as irradiações feitas em uma mesma semana; porém como o tempo total de irradiação necessário para a produção dos isótopos considerados deve ser longo, devem ser levados em conta os tempos de espera que são de 110 horas, existentes entre dois ciclos de irradiação consecutivos de 24 horas cada.

A atividade residual depois de decorrido o tempo de espera é dada pela expressão:

$$A_2 = A_1 e^{-110\lambda} \quad (3)$$

onde A_1 é a atividade correspondente ao final de um ciclo de irradiação de 24 horas. (Nota 3)

Para um novo período de irradiação de 24 horas a atividade é dada por:

$$A_3 = A_2 + A_1 \quad (4)$$

os valores de A_1 são calculados pela expressão (1).

As sucessivas atividades foram determinadas para múltiplos de 10 horas até o valor desejado, no nosso caso até 210 horas, utilizando as expressões (3) e (4). Foram calculadas também as atividades correspondentes a 500 e a 1000 horas de irradiação. A atividade obtida depois do período de resfriamento foi calculada utilizando-se a expressão (2) com o tempo de resfriamento variando de mês em mês, a partir de 3 meses, até 12 meses. O cálculo foi feito para o tempo de resfriamento a partir de 3 meses para dar idéia da variação mensal das atividades. (Nota 4)

Para ser iniciado o processamento químico é observado, na realidade, um período de resfriamento de 8 meses no mínimo, para permitir o decaimento dos isótopos de meias-vidas curtas; assim, na mistura dos produtos de fissão formados, encontrar-se-ão apenas aqueles de meias-vidas longas.

Para fins de comparação dispõe-se também de uma tabela onde constam os valores obtidos para irradiação contínua de 100, 200, 500 e 1000 horas.

Comparando os valores das atividades obtidas na irradiação contínua para os diferentes isótopos constata-se que o tempo de espera entre as irradiações influi principalmente nas atividades dos isótopos de meias-vidas relativamente mais curtas.

IV. PROGRAMAÇÃO

O tempo necessário para os cálculos das expressões colocadas no tópico precedente, utilizando máquinas de calcular comuns é superior a um ano, considerando trabalho de 8 horas por dia. Assim sendo, foi preparado um programa em linguagem Fortran II para ser rodado no computador IBM 1620 modelo 2 do Serviço de Cálculo Analógico e Digital do IEA, que permite a obtenção dos valores desejados.

Considerando a complexidade do sistema de operação do reator, conforme anteriormente citado, tratou-se de fazer uma programação o mais geral possível que pode ser facilmente adaptada para qualquer tempo de irradiação. Porém, pela mesma razão, houve necessidade de repetir comandos alongando consequentemente o programa.

O programa pode ser utilizado para um número qualquer de isótopos. A atividade de resfriamento dada por (2) foi calculada usando um sub-programa FUNCTION com o nome de AR, entrando como argumento a atividade de irradiação, a constante de decaimento em mês^{-1} e o índice referente àquela atividade. Com isto facilmente pode-se modificar os dados de tempo de resfriamento precisando-se apenas compilar o sub-programa com os novos valores e não modificar toda a programação. (Nota 5).

Como dados de entrada foram fornecidos em primeiro lugar o valor do fluxo de neutrons, a seção de choque de fissão do U-235 multiplicada por sua abundância isotópica e o número de átomos de urânio contido em 1,0 g de U_3O_8 . Em seguida foram fornecidos os dados referentes a cada isótopo, a saber: o título de identificação, a meia-vida e o rendimento de fissão em fração decimal.

A atividade referente à irradiação contínua foi calculada para o tempo de irradiação variando de hora em hora, até 220 horas, embora tenham sido calculados todos os valores, somente fo

ram registrados os correspondentes a 100 e 200 horas de irradiação, e também foram determinadas as atividades para tempos de irradiação de 500 e 1000 horas.

Devido ao modo como são feitas as irradiações, interessam para todos os cálculos posteriores, todas as atividades dentro das primeiras 24 horas de irradiação. Foram determinadas as atividades residuais conforme a expressão (3) (tempo de espera = 110 horas), correspondentes aos tempos de irradiação múltiplos de 24 horas, e a estes valores foram adicionadas as atividades (calculadas conforme (1) para os tempos de irradiação que acrescentados àqueles múltiplos de 24 dão um valor para tempo de irradiação total múltiplo de 10, porque interessa obter tabelas que dão os valores das atividades para tempos de irradiação variando de 10 em 10 horas. Os valores das atividades para os tempos de irradiação múltiplos de 10 e 24 horas podem ser obtidos também em cartões perfurados bastando para isso ligar a chave 2; para os cálculos relativos ao nióbio é indispensável que sejam perfurados os cartões que dão aquelas atividades referentes ao zircônio (pai), pois são dados de entrada necessários. Os cálculos para todos os isótopos podem ser feitos sem necessidade de nova compilação do programa, bastando para isso ligar a chave 1, se esta estiver desligada, o computador para ao finalizar o cálculo correspondente a um isótopo. No caso do nióbio é obrigatório ligar a chave 3.

Como resultado dos cálculos, na saída, o computador forneceu as tabelas desejadas. O programa ocupou 15 786 posições de memória, com "palavras" para ponto flutuante igual a 10 dígitos e 4 dígitos para "palavras" de ponto fixo. O tempo de cálculo foi de 15 minutos para a obtenção de 270 valores para cada isótopo saindo pela máquina de escrever. A precisão do cálculo é de 8 casas decimais das quais apenas 4 foram impressas. Para os 11 isótopos considerados foram necessárias 2,5 horas de computador. Utilizando como saída uma impressora em linha com o computador a velocidade aumen-

ta extraordinariamente. Comparando aquêles tempo com o necessário para a execução do mesmo cálculo com máquina de calcular é óbvia a vantagem que oferece o computador.

O anexo 1 é o diagrama-bloco da programação principal e dos sub-programas usados. O anexo 2 fornece os comandos utilizados assim como os dados de entrada utilizados no programa. O anexo 3 dá as tabelas obtidas, e o anexo 4 é uma tabela de comparação das atividades obtidas para irradiações contínuas e não contínuas. O anexo 5 mostra em gráficos a variação das atividades com o tempo de resfriamento, para irradiações não contínuas de 100, 200, 500 e 1000 horas.

V. DADOS EXPERIMENTAIS

O U_3O_8 é irradiado sob a forma de pastilhas sinterizadas cujas massas são de aproximadamente 5 gramas cada pastilha, num fluxo de neutrons de cerca de 10^{13} neutrons/cm².seg.

O cálculo foi feito para 1,0 g de U_3O_8 , porém, como na expressão que dá a atividade de irradiação, a massa aparece como fator, para obter a atividade referente a qualquer outra massa de U_3O_8 bastará multiplicar os valores que se encontram na tabela, pela mesma.

Dispõe-se de pastilhas irradiadas durante 100 e 200 horas. O tempo efetivo para a irradiação de 100 horas foi de um mês, portanto, para a irradiação de 1000 horas o tempo necessário seria da ordem de 10 meses, evidenciando-se dêste modo a importância de se haver considerado os decaimentos que ocorrem nos intervalos das irradiações.

Nota 1 - Para o caso do nióbio as variáveis correspondentes à meia-vida e constante de desintegração são: EMEVE 2 , AMBDA 2, e ALAMB 2; e EMEVE 1, AMBDA 1 e ALAMB 1 correspondentes ao zircônio.

Nota 2 - Para o cálculo da atividade do Nb-95 deve ser considerado o fato de ser ele produzido pelo decaimento de um radioisótopo primário, o Zr-95, sendo a atividade do Nb-95 produzida, dada por:

$$A = \frac{1}{3,7 \times 10^7} \times \frac{P}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[\lambda_2 (1 - e^{-\lambda_1 t_{ir}}) - \lambda_1 (1 - e^{-\lambda_2 t_{ir}}) \right]$$

onde P se refere à taxa de produção do Zr-95 (pai) e os índices 1 e 2 se referem ao pai e filho respectivamente.

A atividade depois do resfriamento é dada por:

$$A_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} A_1^o (e^{-\lambda_1 t_r} - e^{-\lambda_2 t_r}) + A_2^o e^{-\lambda_2 t_r}$$

onde A_1^o e A_2^o são as atividades do pai e do filho respectivamente, no início do tempo de resfriamento.

Nota 3 - No caso do Nb-95 a expressão usada é:

$$A_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} A_1^o (e^{-110\lambda_1} - e^{-110\lambda_2}) + A_2^o e^{-110\lambda_2}$$

Nota 4 - Para o nióbio foram feitos os cálculos a partir do primeiro mês de resfriamento.

Nota 5 - A atividade de resfriamento do nióbio foi calculada usando um sub-programa FUNCTION com o nome de ARNB, entrando com o argumento a atividade de irradiação; as constantes de decaimento em mês⁻¹ referentes ao pai e ao filho e o índice referente àquela atividade.

.....

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Aplicação de Resinas Iônicas à Separação e Produção de Radioisótopos de Produtos de Fissão. A. Abrão, Maria José C. Nastasi e A. A. Laranja. (Em Publicação)
2. KATCOFF, *Nucleonics* 18, 11, 201 Nov. (1960)
3. Nuclear Data Sheets, National Research Council, Washington D.C. AECL - 1054
 - IBM Systems Reference Library - IBM 1620
 - FORTRAN II Specifications - Form C-26-5602-2 (1962)
 - IBM Reference Manual-1620 Data Processing System
 - IBM 1620 - Form A-26-4500-2

RESUMO

Este trabalho apresenta um programa em linguagem FORTRAN II para ser processado no Computador Digital IBM 1620 Modelo 2, para calcular as atividades dos produtos de fissão de meias-vidas longas formados na irradiação do urânio natural, para diversos tempos de irradiação e de resfriamento.

São obtidos os valores das atividades produzidas em irradiações contínuas e não contínuas.

RÉSUMÉ

Les auteurs présentent un programme en langage FORTRAN II à être exécuté avec une Machine IBM 1620 Modèle 2, pour calculer les activités des produits de fission à demi-vies longues, formés pendant l'irradiation de l'uranium naturel pour différents temps d'irradiation et de refroidissement.

Les valeurs des activités produites pour des irradiations continues et discontinues sont donnés.

SUMMARY

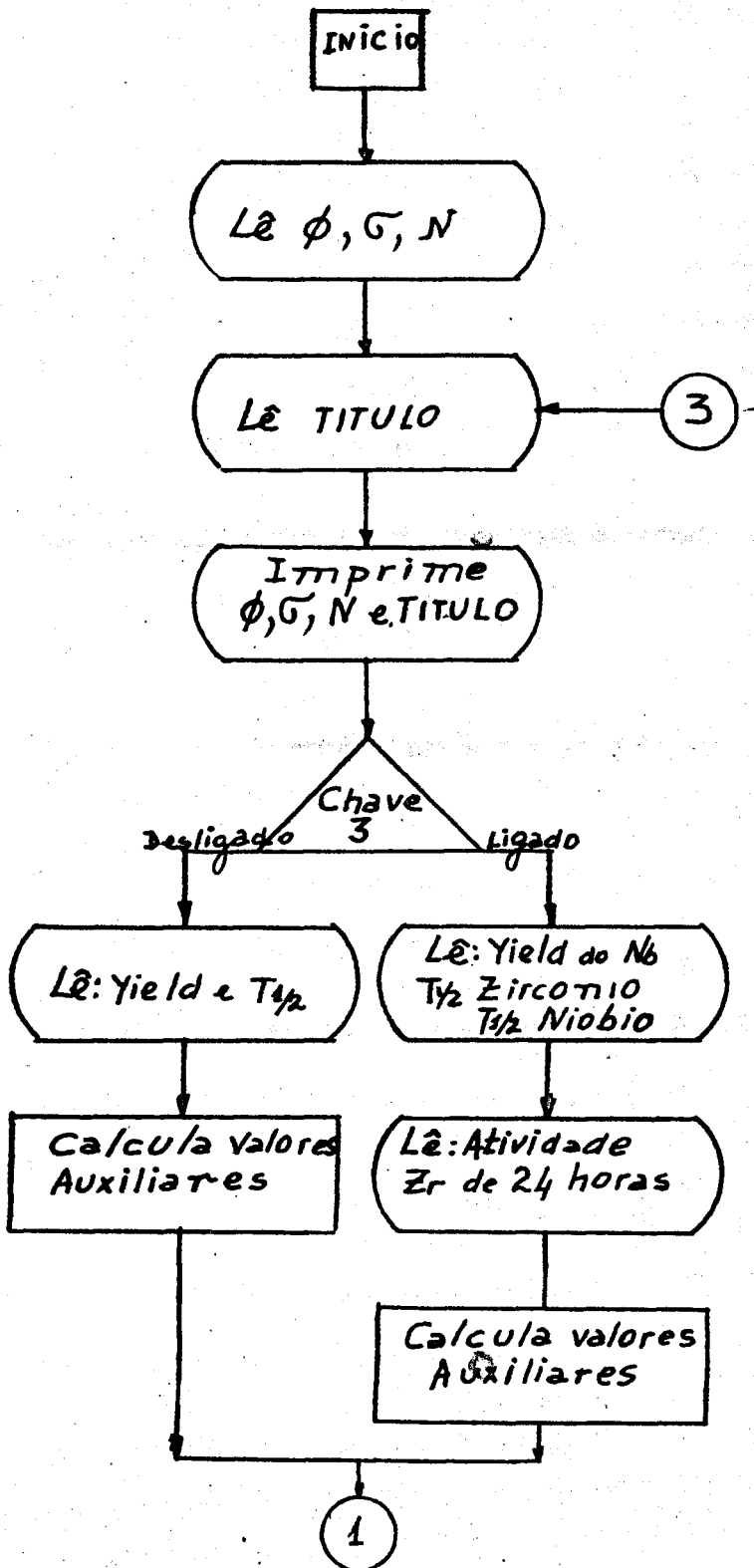
This paper presents a program in FORTRAN II to be run on

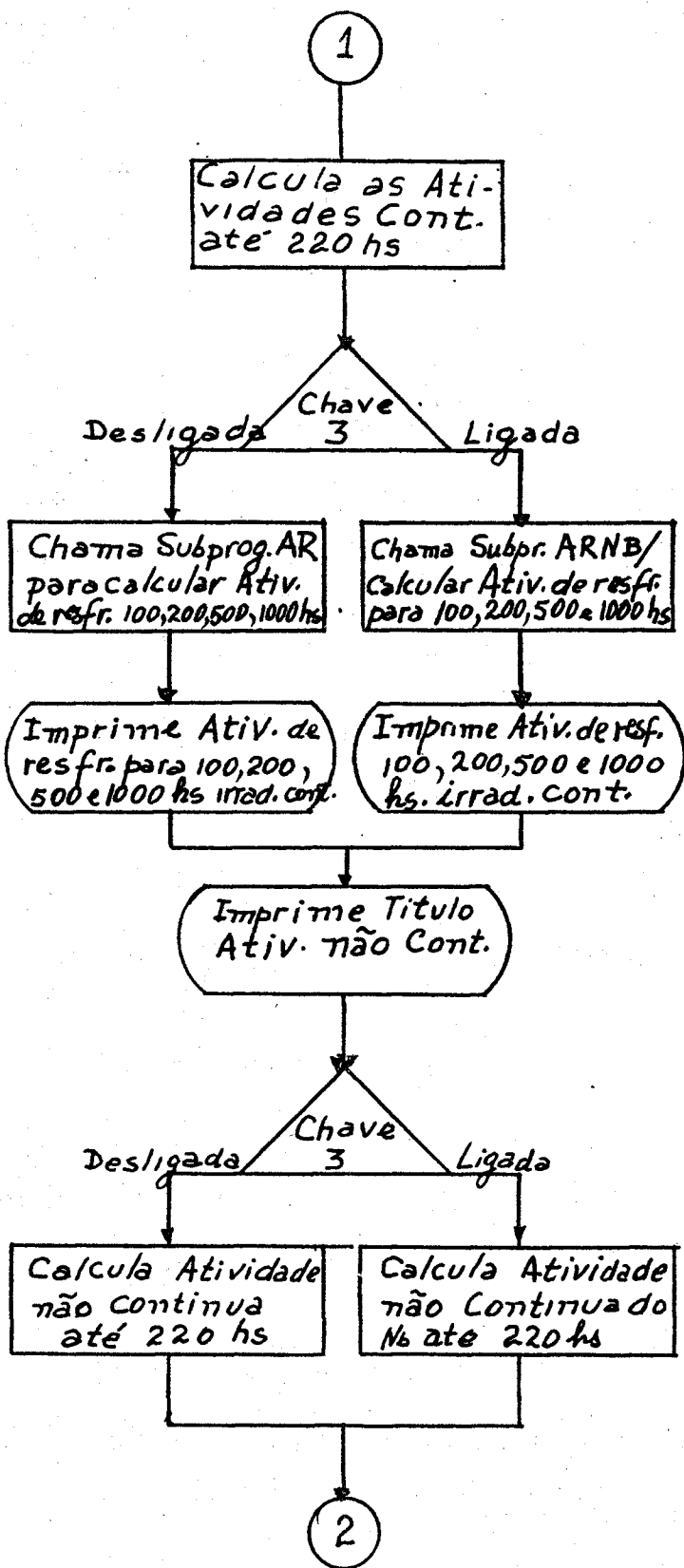
the Model 2 IBM 1620 Digital Computer, in order to calculate the activities of long-lived fission products formed in the irradiation of natural uranium, for several irradiation and cooling times.

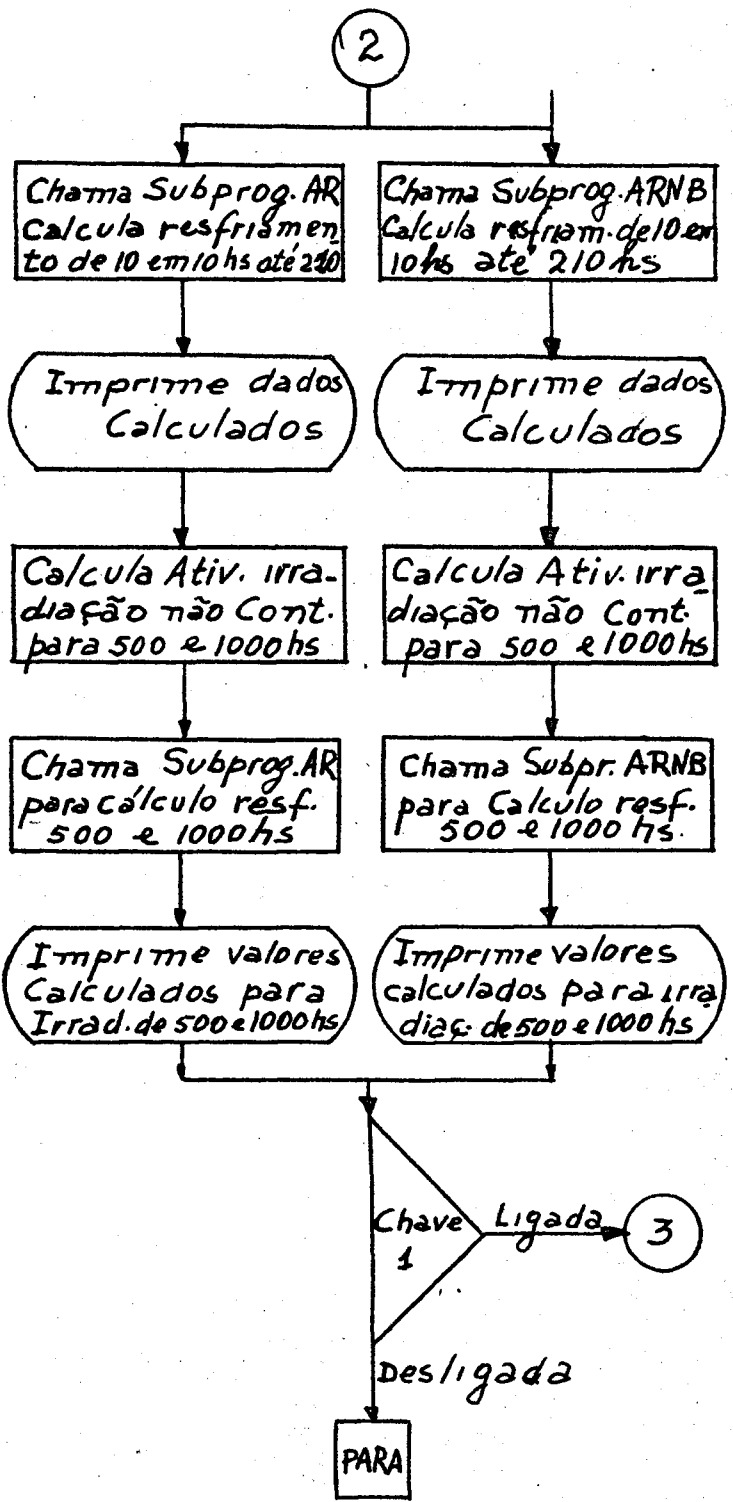
The values of activities formed in continuous and discontinuous irradiations are shown.

A N E X O 1

DIAGRAMAS BLOCOS

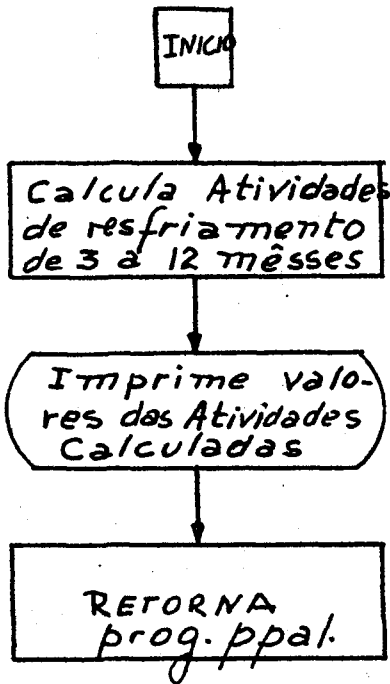




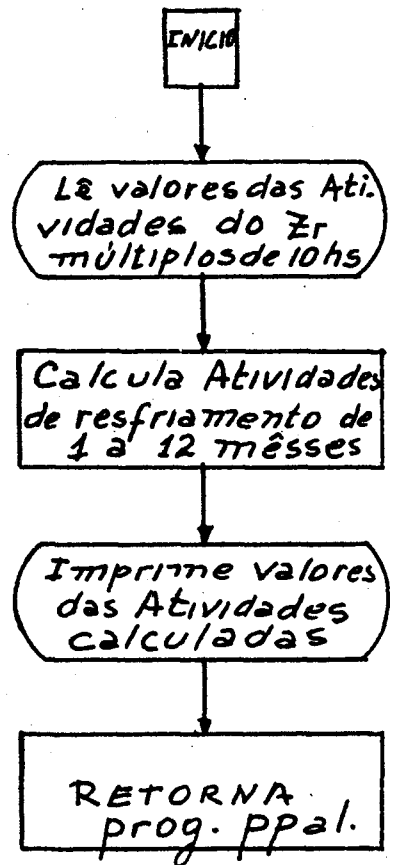


PROGRAMA PRINCIPAL

SUBPROGRAMAS



FUNCTION AR



FUNCTION ARNB

A N E X O 2

PROGRAMA, SUBPROGRAMA E DADOS DE ENTRADA

C CALCULO DAS ATIVIDADES DOS PRODUTOS DE FISSAO
 C DE MEIA VIDA LONGA
 C PARA SAIDA EM CARTOES PERFURADOS DOS VALORES
 C DAS ATIVIDADES MULTIPLOS DE 10 E 24 HORAS LIGAR
 C A CHAVE 2 (ON)
 C PARA O CASO DO NIOBIO LIGAR A CHAVE 3 (ON)
 C PARA CALCULAR AS ATIVIDADES DE OUTROS ISOTOPOS
 C LIGAR A CHAVE 1 (ON)
 C DIMENSION TIR(220),A(220),AG(220),AE(24),TITULO

(18)

```

  READ 10,FI,SIGMA,UR
10  FORMAT(3E10.4)
   1  READ712,(TITULO(I),I=1,18)
712  FORMAT(18A4)
     PRINT712,(TITULO(I),I=1,18)
     PRINT714
714  FORMAT(/,33X,19HIRRADIACAO CONTINUA/)
     IF(SENSE SWITCH 3) 3,4
   3  READ 716,YIELD,EMEVE1,EMEVE2
716  FORMAT(3E10.4)
     DIMENSION AZR(50)
     READ 717,(AZR(I),I=1,42)
717  FORMAT(E14.8)
     AMBDA1=0.693/EMEVE1
     AMBDA2=0.693/EMEVE2
     ALAMB1=AMBDA1*720.
     ALAMB2=AMBDA2*720.
     FC=AMBDA2/(AMBDA2-AMBDA1)*(EXPF(-AMBDA1*110.)-
     EXPF(-AMBDA2*110.))
     AK2=EXPF(-AMBDA2*110.)
     GO TO 5
   4  READ716,YIELD,EMEVE
     AMBDA=0.693/EMEVE
     ALAMB=AMBDA*720.
     AK2=EXPF(-AMBDA*110.)
   5  CONST=FI*SIGMA*UR*1./(3.7E+7)
     INIC=10
     NFIN=20
     NCONT=10
     NC=1
     DO 50 I=1,220
     TIR(I)=1
     IF(SENSE SWITCH 3) 6,11
   6  A(I)=CONST*YIELD*(1./(AMBDA2-AMBDA1)*(AMBDA2*(1
     .-EXPF(-AMBDA1*TIR(
     11)))-AMBDA1*(1.-EXPF(-AMBDA2*TIR(I))))))

```

```

GO TO 12
11 A(I)=CONST*YIELD*(1.-EXPF(-AMBDA*TIR(I)))
12 AG(I)=A(I)
50 CONTINUE
   I=100
22 PRINT 340,TIR(I),AG(I)
   IF(SENSE SWITCH 2) 124,25
124 PUNCH 381,AG(I),NC
   NC=NC+1
25 IF(SENSE SWITCH 3) 34,37
34 DEC=ARNB(AG,ALAMB1,ALAMB2,I)
   GO TO 41
37 DEC=AR(AG,ALAMB,I)
41 IF(I-200)23,24,24
23 I=I+100
   GOTO22
24 DO 60 NN=500,1000,500
   TI=NN
   IF(SENSE SWITCH3) 38,39
38 AC=CONST*YIELD*(1./(AMBDA2-AMBDA1)*(AMBDA2*(1.-
   EXPF(-AMBDA1*TI))
   1-AMBDA1*(1.-EXPF(-AMBDA2*TI))))
   GO TO 40
39 AC=CONST*YIELD*(1.-EXPF(-AMBDA*TI))
40 PRINT340,TI,AC
   AG(220)=AC
   IF(SENSE SWITCH 2) 26,27
26 PUNCH 381,AG(220),NC
   NC=NC+1
27 IF(SENSE SWITCH 3) 42,43
42 DEC=ARNB(AG,ALAMB1,ALAMB2,220)
   GO TO 60
43 DEC=AR(AG,ALAMB,220)
60 CONTINUE
   PRINT 360
   AA24=A(24)
   IF(SENSE SWITCH 2) 8,9
8 PUNCH 380,A(24)
9 J=0
   GO TO 21
5555 DO 1120 J=1,9
   JJ=J
   IF(SENSE SWITCH 3) 44,45
44 AE(J)=FC*AZR(J)+AA24*AK2
   GO TO 46
45 AE(J)=AA24*AK2
46 DO 20 K=2,24,2
20 AG(K)=AE(J)+A(K)

```

```

AA24=AG(24)
IF(SENSE SWITCH 2) 88,21
88 PUNCH 380,AG(24)
21 DO 120 I=INIC,NFIN,10
PRINT 340,NCONT,AG(I)
NCONT=NCONT+10
IF(SENSE SWITCH 2) 28,29
28 PUNCH 381,AG(I),NC
NC=NC+1
29 IF(SENSE SWITCH 3) 47,48
47 DEC=ARNB(AG,ALAMB1,ALAMB2,I)
GO TO 120
48 DEC=AR(AG,ALAMB,I)
120 CONTINUE
IF(J)112,555,112
555 INIC=6
NFIN=16
GO TO 5555
112 IF(JJ-2)13,14,15
15 IF(JJ-4)16,17,18
18 IF(JJ-6)19,13,220
220 IF(JJ-8)14,99,99
13 INIC=2
NFIN=22
GO TO 1120
14 INIC=8
NFIN=18
GO TO 1120
16 INIC=4
NFIN=24
GO TO 1120
17 INIC=10
NFIN=20
GO TO 1120
19 INIC=6
NFIN=16
1120 CONTINUE
99 NF=12
130 DO 70 J=1,NF
JC=J
IF(SENSE SWITCH 3) 49,51
49 M=JJ+J
AE(J)=FC*AZR(M)+AA24*AK2
GO TO 52
51 AE(J)=AA24*AK2
52 DO 80 K=2,24,2
80 AG(K)=AE(J)+A(K)
AA24=AG(24)

```

```

    IF(SENSE SWITCH 2) 7,70
7  PUNCH 380,AG(24)
70 CONTINUE
    IF(JC-12)31,31,32
31 AG(220)=AG(20)
    NCONT=500
    PRINT 340,NCONT,AG(220)
    IF(SENSE SWITCH 2) 30,35
30 PUNCH 381,AG(220),NC
    NC=NC+1
    GO TO 35
32 AG(220)=AG(16)
    NCONT=1000
    PRINT 340,NCONT,AG(220)
    IF(SENSE SWITCH 2) 36,35
36 PUNCH 381,AG(220),NC
    NC=NC+1
35 IF(SENSE SWITCH 3) 53,54
53 DEC=ARNB(AG,ALAMB1,ALAMB2,220)
    GO TO 55
54 DEC=AR(AG,ALAMB,220)
55 IF(NF-21)33,98,98
33 NF=21
    JJ=20
    GO TO 130
98 PAUSE
    IF(SENSE SWITCH 1)1,2
340 FORMAT(/6X,6HT IRR=14/6X,6HATIV.=F8.4//6X,2HT
R,9X,2HAR)
360 FORMAT(/33X,23HIRRADIACAO NAO CONTINUA/)
380 FORMAT(E14.8)
381 FORMAT(E14.8,63X,13)
2  STOP
    END

```

I5616 CORES USED
 39999 NEXT COMMON
 END OF COMPILATION
 EXECUTION

```
##FOR 5
```

```

FUNCTION AR (AG,ALAMB,I)
DIMENSION AG(220)
DO-160 K=3,12
TR=K
AR=AG(I)*EXPF(-ALAMB*TR)
160 PRINT 350,TR,AR
350 FORMAT(4X,I4,5X,F8.4)
RETURN
END
```

```

00576 CORES USED
39999 NEXT COMMON
END OF COMPILATION
```

```
##FOR 5
```

```

FUNCTION ARNB(AG,ALAMB1,ALAMB2,I)
DIMENSION AG(220)
READ 381,ATZR
381 FORMAT(E14.8)
DO-160 K=1,12
TR=K
ARNB=(ALAMB2/(ALAMB2-ALAMB1)*ATZR)*(EXPF(-ALAMB1*TR)-EXPF(-ALAMB2
1*TR))+AG(I)*EXPF(-ALAMB2*TR)
160 TYPE 350,TR,ARNB
350 FORMAT(4X,I4,5X,F8.4)
RETURN
END
```

```

00890 CORES USED
39999 NEXT COMMON
END OF COMPILATION
```

DADOS UTILIZADOS PARA OS CÁLCULOS

Fluxo de Nêutrons: 1×10^{13} nêutrons/cm². seg.

Secção de Choque de Fissão do Urânio: $4,2 \times 10^{-24}$ cm²

Número de Átomos de Urânio: $2,14 \times 10^{21}$

Isótopo	Meia-vida	Rendimento de fissão %
Sr ⁸⁹	50 dias	4,8
Sr ⁹⁰	28 anos	5,8
Y ⁹¹	58 dias	5,8
Zr ⁹⁵	65 dias	6,4
Nb ⁹⁵	35 dias	6,4
Ru ¹⁰³	40 dias	2,9
Ru ¹⁰⁶	1 ano	0,38
Cs ¹³⁷	30 anos	6,0
Ce ¹⁴¹	32,5 dias	5,2
Ce ¹⁴⁴	284 dias	5,6
Pm ¹⁴⁷	2,7 anos	2,6

A N E X O 3

TABELAS DAS ATIVIDADES OBTIDAS

CERIO 141 MV=32.5 DIAS YIELD=5.2 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
ATIV.= 11.9946

TR	.AR
3	1.7601
4	.9283
5	.4896
6	.2582
7	.1362
8	.0718
9	.0379
10	.0199
11	.0105
12	.0055

T IRR= 200
ATIV.= 22.9695

TR	.AR
3	3.3706
4	1.7778
5	.9377
6	.4946
7	.2608
8	.1376
9	.0725
10	.0382
11	.0201
12	.0106

T IRR= 500
ATIV.= 50.6067

TR	.AR
3	7.4261
4	3.9169
5	2.0660
6	1.0897
7	.5747
8	.3031
9	.1599
10	.0843
11	.0444
12	.0234

T IRR=1000
ATIV.= 83.0616

TR	.AR
3	12.1886
4	6.4289
5	3.3909
6	1.7885
7	.9434
8	.4976
9	.2624
10	.1384
11	.0730
12	.0385

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= 1.2479

TR	AR
3	.1831
4	.0965
5	.0509
6	.0268
7	.0141
8	.0074
9	.0039
10	.0020
11	.0010
12	.0005

T IRR= 40
 ATIV.= 4.6909

TR	AR
3	.6883
4	.3630
5	.1915
6	.1010
7	.0532
8	.0281
9	.0148
10	.0078
11	.0041
12	.0021

T IRR= 20
 ATIV.= 2.4849

TR	AR
3	.3646
4	.1923
5	.1014
6	.0535
7	.0282
8	.0148
9	.0078
10	.0041
11	.0021
12	.0011

T IRR= 50
 ATIV.= 5.3981

TR	AR
3	.7921
4	.4178
5	.2203
6	.1162
7	.0613
8	.0323
9	.0170
10	.0089
11	.0047
12	.0025

T IRR= 30
 ATIV.= 3.4496

TR	AR
3	.5062
4	.2670
5	.1408
6	.0742
7	.0391
8	.0206
9	.0109
10	.0057
11	.0030
12	.0015

T IRR= 60
 ATIV.= 6.6439

TR	AR
3	.9749
4	.5142
5	.2712
6	.1430
7	.0754
8	.0398
9	.0209
10	.0110
11	.0058
12	.0030

T IRR= 70
 ATIV.= 7.8786

TR	.AR
3	1.1561
4	.6098
5	.3216
6	.1696
7	.0894
8	.0471
9	.0248
10	.0131
11	.0069
12	.0036

T IRR= 80
 ATIV.= 8.3671

TR	.AR
3	1.2278
4	.6476
5	.3415
6	.1801
7	.0950
8	.0501
9	.0264
10	.0139
11	.0073
12	.0038

T IRR= 90
 ATIV.= 9.6062

TR	.AR
3	1.4096
4	.7435
5	.3921
6	.2068
7	.1091
8	.0575
9	.0303
10	.0160
11	.0084
12	.0044

T IRR= 100
 ATIV.= 9.8818

TR	.AR
3	1.4500
4	.7648
5	.4034
6	.2127
7	.1122
8	.0591
9	.0312
10	.0164
11	.0086
12	.0045

T IRR= 110
 ATIV.= 11.1254

TR	.AR
3	1.6325
4	.8611
5	.4541
6	.2395
7	.1263
8	.0666
9	.0351
10	.0185
11	.0097
12	.0051

T IRR= 120
 ATIV.= 12.3580

TR	.AR
3	1.8134
4	.9565
5	.5045
6	.2661
7	.1403
8	.0740
9	.0390
10	.0205
11	.0108
12	.0057

T IRR= 130
 ATIV.= 12.4553

TR	.AR
3	1.8277
4	.9640
5	.5084
6	.2682
7	.1414
8	.0746
9	.0393
10	.0207
11	.0109
12	.0057

T IRR= 160
 ATIV.= 14.8548

TR	.AR
3	2.1798
4	1.1497
5	.6064
6	.3198
7	.1687
8	.0889
9	.0469
10	.0247
11	.0130
12	.0068

T IRR= 140
 ATIV.= 13.6923

TR	.AR
3	2.0092
4	1.0597
5	.5589
6	.2948
7	.1555
8	.0820
9	.0432
10	.0228
11	.0120
12	.0063

T IRR= 170
 ATIV.= 14.6157

TR	.AR
3	2.1447
4	1.1312
5	.5966
6	.3147
7	.1660
8	.0875
9	.0461
10	.0243
11	.0128
12	.0067

T IRR= 150
 ATIV.= 13.6135

TR	.AR
3	1.9976
4	1.0536
5	.5557
6	.2931
7	.1546
8	.0815
9	.0430
10	.0226
11	.0119
12	.0063

T IRR= 180
 ATIV.= 15.8614

TR	.AR
3	2.3275
4	1.2276
5	.6475
6	.3415
7	.1801
8	.0950
9	.0501
10	.0264
11	.0139
12	.0073

T IRR= 190
 ATIV.= 17.0962

TR	AR
3	2.5087
4	1.3232
5	.6979
6	.3681
7	.1941
8	.1024
9	.0540
10	.0284
11	.0150
12	.0079

T IRR= 500
 ATIV.= 27.3723

TR	AR
3	4.0166
4	2.1186
5	1.1174
6	.5894
7	.3108
8	.1639
9	.0864
10	.0456
11	.0240
12	.0126

T IRR= 200
 ATIV.= 16.7264

TR	AR
3	2.4544
4	1.2946
5	.6828
6	.3601
7	.1899
8	.1002
9	.0528
10	.0278
11	.0147
12	.0077

T IRR=1000
 ATIV.= 30.4576

TR	AR
3	4.4694
4	2.3574
5	1.2434
6	.6558
7	.3459
8	.1824
9	.0962
10	.0507
11	.0267
12	.0141

T IRR= 210
 ATIV.= 17.9656

TR	AR
3	2.6363
4	1.3905
5	.7334
6	.3868
7	.2040
8	.1076
9	.0567
10	.0299
11	.0157
12	.0083

NIOBIO 95 MV=35 DIAS YIELD=6.4 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
 ATIV.= .2735

TR	AR
1	2.7034
2	3.3463
3	3.1938
4	2.7411
5	2.2235
6	1.7433
7	1.3370
8	1.0102
9	.7553
10	.5605
11	.4136
12	.3040

T IRR= 500
 ATIV.= 5.7929

TR	AR
1	14.8986
2	16.7231
3	15.4044
4	12.9870
5	10.4254
6	8.1200
7	6.2001
8	4.6701
9	3.4840
10	2.5812
11	1.9028
12	1.3974

T IRR= 200
 ATIV.= 1.0491

TR	AR
1	5.5732
2	6.7039
3	6.3354
4	5.4109
5	4.3768
6	3.4255
7	2.6241
8	1.9810
9	1.4802
10	1.0980
11	.8101
12	.5953

T IRR=1000
 ATIV.= 18.9552

TR	AR
1	31.5355
2	32.7136
3	29.1751
4	24.1793
5	19.2116
6	14.8642
7	11.2986
8	8.4836
9	6.3147
10	4.6708
11	3.4390
12	2.5234

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= .0028

TR	AR
1	.2619
2	.3337
3	.3215
4	.2773
5	.2255
6	.1771
7	.1360
8	.1028
9	.0769
10	.0571
11	.0421
12	.0309

T IRR= 40
 ATIV.= .1618

TR	AR
1	1.0986
2	1.3396
3	1.2719
4	1.0889
5	.8820
6	.6908
7	.5295
8	.3999
9	.2989
10	.2217
11	.1636
12	.1202

T IRR= 20
 ATIV.= .0113

TR	AR
1	.5258
2	.6676
3	.6427
4	.5538
5	.4503
6	.3536
7	.2714
8	.2052
9	.1535
10	.1139
11	.0841
12	.0618

T IRR= 50
 ATIV.= .4290

TR	AR
1	1.4472
2	1.6781
3	1.5649
4	1.3276
5	1.0697
6	.8352
7	.6387
8	.4816
9	.3596
10	.2665
11	.1966
12	.1444

T IRR= 30
 ATIV.= .1556

TR	AR
1	.8355
2	1.0057
3	.9506
4	.8120
5	.6568
6	.5141
7	.3938
8	.2973
9	.2221
10	.1648
11	.1215
12	.0893

T IRR= 60
 ATIV.= .4329

TR	AR
1	1.7095
2	2.0118
3	1.8864
4	1.6048
5	1.2951
6	1.0122
7	.7746
8	.5844
9	.4364
10	.3236
11	.2387
12	.1754

T IRR= 70
 ATIV.= .4425

TR	AR
1	1.9738
2	2.3459
3	2.2074
4	1.8812
5	1.5198
6	1.1885
7	.9100
8	.6867
9	.5130
10	.3804
11	.2806
12	.2062

T IRR= 80
 ATIV.= .8079

TR	AR
1	2.3507
2	2.6811
3	2.4849
4	2.1015
5	1.6901
6	1.3180
7	1.0071
8	.7590
9	.5665
10	.4198
11	.3095
12	.2273

T IRR= 90
 ATIV.= .8152

TR	AR
1	2.6142
2	3.0150
3	2.8061
4	2.3782
5	1.9151
6	1.4946
7	1.1427
8	.8615
9	.6431
10	.4767
11	.3515
12	.2582

T IRR= 100
 ATIV.= 1.2717

TR	AR
1	3.0150
2	3.3444
3	3.0664
4	2.5790
5	2.0673
6	1.6087
7	1.2276
8	.9242
9	.6893
10	.5106
11	.3763
12	.2763

T IRR= 110
 ATIV.= 1.2768

TR	AR
1	3.2777
2	3.6782
3	3.3878
4	2.8560
5	2.2926
6	1.7856
7	1.3634
8	1.0269
9	.7661
10	.5676
11	.4184
12	.3073

T IRR= 120
 ATIV.= 1.2875

TR	AR
1	3.5424
2	4.0123
3	3.7087
4	3.1323
5	2.5171
6	1.9619
7	1.4987
8	1.1292
9	.8426
10	.6243
11	.4603
12	.3381

T IRR= 130
 ATIV.= 1.8138

TR	.AR
1	3.9583
2	4.3329
3	3.9519
4	3.3146
5	2.6526
6	2.0620
7	1.5723
8	1.1832
9	.8821
10	.6532
11	.4813
12	.3534

T IRR= 140
 ATIV.= 1.8223

TR	.AR
1	4.2222
2	4.6669
3	4.2730
4	3.5912
5	2.8775
6	2.2385
7	1.7078
8	1.2856
9	.9587
10	.7101
11	.5233
12	.3843

T IRR= 150
 ATIV.= 2.4144

TR	.AR
1	4.6506
2	4.9771
3	4.4977
4	3.7541
5	2.9957
6	2.3242
7	1.7701
8	1.3308
9	.9915
10	.7339
11	.5406
12	.3968

T IRR= 160
 ATIV.= 2.4206

TR	.AR
1	4.9137
2	5.3109
3	4.8190
4	4.0310
5	3.2208
6	2.5010
7	1.9057
8	1.4334
9	1.0683
10	.7909
11	.5827
12	.4277

T IRR= 170
 ATIV.= 3.0678

TR	.AR
1	5.3496
2	5.6087
3	5.0249
4	4.1748
5	3.3220
6	2.5728
7	1.9569
8	1.4700
9	1.0946
10	.8098
11	.5963
12	.4376

T IRR= 180
 ATIV.= 3.0718

TR	.AR
1	5.6120
2	5.9425
3	5.3464
4	4.4519
5	3.5474
6	2.7498
7	2.0928
8	1.5728
9	1.1714
10	.8669
11	.6385
12	.4686

T IRR= 190
 ATIV.= 3.0814

TR	.AR
1	5.8763
2	6.2765
3	5.6674
4	4.7284
5	3.7721
6	2.9262
7	2.2282
8	1.6752
9	1.2480
10	.9237
11	.6804
12	.4994

T IRR= 500
 ATIV.= 13.1804

TR	.AR
1	15.5550
2	14.6001
3	12.4272
4	10.0322
5	7.8419
6	6.0022
7	4.5286
8	3.3825
9	2.5082
10	1.8501
11	1.3594
12	.9960

T IRR= 200
 ATIV.= 3.7664

TR	.AR
1	6.3129
2	6.5601
3	5.8549
4	4.8543
5	3.8579
6	2.9854
7	2.2695
8	1.7042
9	1.2685
10	.9383
11	.6909
12	.5069

T IRR=1000
 ATIV.= 25.2279

TR	.AR
1	25.1068
2	21.9800
3	18.0314
4	14.2374
5	10.9705
6	8.3155
7	6.2314
8	4.6317
9	3.4224
10	2.5179
11	1.8465
12	1.3509

T IRR= 210
 ATIV.= 3.7737

TR	.AR
1	6.5765
2	6.8940
3	6.1761
4	5.1310
5	4.0828
6	3.1620
7	2.4051
8	1.8067
9	1.3452
10	.9953
11	.7329
12	.5378

ESTRONCIO 89 MV=50 DIAS YIELD=4.8 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
ATIV.= 6.5521 \

TR	.AR
3	1.8821
4	1.2418
5	.8193
6	.5406
7	.3567
8	.2353
9	.1552
10	.1024
11	.0676
12	.0446

T IRR= 500
ATIV.= 29.2846

TR	.AR
3	8.4120
4	5.5503
5	3.6621
6	2.4163
7	1.5943
8	1.0519
9	.6941
10	.4579
11	.3021
12	.1993

T IRR= 200
ATIV.= 12.7366

TR	AR
3	3.6586
4	2.4139
5	1.5927
6	1.0509
7	.6934
8	.4575
9	.3018
10	.1991
11	.1314
12	.0867

T IRR=1000
ATIV.= 51.2246

TR	AR
3	14.7143
4	9.7086
5	6.4059
6	4.2266
7	2.7888
8	1.8401
9	1.2141
10	.8010
11	.5285
12	.3487

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= .6723

TR	AR
3	.1931
4	.1274
5	.0840
6	.0554
7	.0366
8	.0241
9	.0159
10	.0105
11	.0069
12	.0045

T IRR= 40
 ATIV.= 2.5822

TR	AR
3	.7417
4	.4894
5	.3229
6	.2130
7	.1405
8	.0927
9	.0612
10	.0403
11	.0266
12	.0175

T IRR= 20
 ATIV.= 1.3408

TR	AR
3	.3851
4	.2541
5	.1676
6	.1106
7	.0730
8	.0481
9	.0317
10	.0209
11	.0138
12	.0091

T IRR= 50
 ATIV.= 3.0585

TR	AR
3	.8785
4	.5796
5	.3824
6	.2523
7	.1665
8	.1098
9	.0724
10	.0478
11	.0315
12	.0208

T IRR= 30
 ATIV.= 1.9121

TR	AR
3	.5492
4	.3624
5	.2391
6	.1577
7	.1041
8	.0686
9	.0453
10	.0299
11	.0197
12	.0130

T IRR= 60
 ATIV.= 3.7300

TR	AR
3	1.0714
4	.7069
5	.4664
6	.3077
7	.2030
8	.1339
9	.0884
10	.0583
11	.0384
12	.0253

T IRR= 70
 ATIV.= 4.3978

TR	AR
3	1.2632
4	.8335
5	.5499
6	.3628
7	.2394
8	.1579
9	.1042
10	.0687
11	.0453
12	.0299

T IRR= 80
 ATIV.= 4.7902

TR	AR
3	1.3760
4	.9079
5	.5990
6	.3952
7	.2607
8	.1720
9	.1135
10	.0749
11	.0494
12	.0326

T IRR= 90
 ATIV.= 5.4595

TR	AR
3	1.5682
4	1.0347
5	.6827
6	.4504
7	.2972
8	.1961
9	.1294
10	.0853
11	.0563
12	.0371

T IRR= 100
 ATIV.= 5.7680

TR	AR
3	1.6568
4	1.0932
5	.7213
6	.4759
7	.3140
8	.2071
9	.1367
10	.0902
11	.0595
12	.0392

T IRR= 110
 ATIV.= 6.4388

TR	AR
3	1.8495
4	1.2203
5	.8052
6	.5312
7	.3505
8	.2312
9	.1526
10	.1006
11	.0664
12	.0438

T IRR= 120
 ATIV.= 7.1057

TR	AR
3	2.0411
4	1.3467
5	.8886
6	.5863
7	.3868
8	.2552
9	.1684
10	.1111
11	.0733
12	.0483

T IRR= 130
 ATIV.= 7.3408

TR	AR
3	2.1086
4	1.3913
5	.9180
6	.6057
7	.3996
8	.2636
9	.1739
10	.1148
11	.0757
12	.0499

T IRR= 160
 ATIV.= 8.8402

TR	AR
3	2.5393
4	1.6754
5	1.1055
6	.7294
7	.4812
8	.3175
9	.2095
10	.1382
11	.0912
12	.0601

T IRR= 140
 ATIV.= 8.0093

TR	AR
3	2.3006
4	1.5180
5	1.0016
6	.6608
7	.4360
8	.2877
9	.1898
10	.1252
11	.0826
12	.0545

T IRR= 170
 ATIV.= 8.9313

TR	AR
3	2.5655
4	1.6927
5	1.1169
6	.7369
7	.4862
8	.3208
9	.2116
10	.1396
11	.0921
12	.0608

T IRR= 150
 ATIV.= 8.1701

TR	AR
3	2.3468
4	1.5485
5	1.0217
6	.6741
7	.4448
8	.2934
9	.1936
10	.1277
11	.0843
12	.0556

T IRR= 180
 ATIV.= 9.6029

TR	AR
3	2.7584
4	1.8200
5	1.2008
6	.7923
7	.5228
8	.3449
9	.2276
10	.1501
11	.0990
12	.0653

T IRR= 190
 ATIV.= 10.2706

TR	AR
3	2.9502
4	1.9466
5	1.2843
6	.8474
7	.5591
8	.3689
9	.2434
10	.1606
11	.1059
12	.0699

T IRR= 500
 ATIV.= 18.9675

TR	AR
3	5.4484
4	3.5949
5	2.3719
6	1.5650
7	1.0326
8	.6813
9	.4495
10	.2966
11	.1957
12	.1291

T IRR= 200
 ATIV.= 10.3015

TR	AR
3	2.9591
4	1.9524
5	1.2882
6	.8500
7	.5608
8	.3700
9	.2441
10	.1611
11	.1062
12	.0701

T IRR=1000
 ATIV.= 23.7671

TR	AR
3	6.8271
4	4.5046
5	2.9722
6	1.9610
7	1.2939
8	.8537
9	.5633
10	.3716
11	.2452
12	.1618

T IRR= 210
 ATIV.= 10.9708

TR	AR
3	3.1513
4	2.0793
5	1.3719
6	.9052
7	.5972
8	.3940
9	.2600
10	.1715
11	.1132
12	.0746

RUTENIO 103 MV=40 DIAS YIELD=2.9 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
 ATIV.= 4.9130

TR	AR
3	1.0331
4	.6143
5	.3653
6	.2172
7	.1292
8	.0768
9	.0456
10	.0271
11	.0161
12	.0096

T IRR= 500
 ATIV.= 21.3736

TR	AR
3	4.4947
4	2.6728
5	1.5894
6	.9452
7	.5620
8	.3342
9	.1987
10	.1182
11	.0702
12	.0418

T IRR= 200
 ATIV.= 9.4838

TR	AR
3	1.9944
4	1.1860
5	.7052
6	.4194
7	.2494
8	.1483
9	.0881
10	.0524
11	.0311
12	.0185

T IRR=1000
 ATIV.= 36.2715

TR	AR
3	7.6276
4	4.5359
5	2.6973
6	1.6040
7	.9538
8	.5672
9	.3373
10	.2005
11	.1192
12	.0709

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= .5074

TR	AR
3	.1067
4	.0634
5	.0377
6	.0224
7	.0133
8	.0079
9	.0047
10	.0028
11	.0016
12	.0009

T IRR= 40
 ATIV.= 1.9292

TR	AR
3	.4057
4	.2412
5	.1434
6	.0853
7	.0507
8	.0301
9	.0179
10	.0106
11	.0063
12	.0037

T IRR= 20
 ATIV.= 1.0111

TR	AR
3	.2126
4	.1264
5	.0751
6	.0447
7	.0265
8	.0158
9	.0094
10	.0055
11	.0033
12	.0019

T IRR= 50
 ATIV.= 2.2547

TR	AR
3	.4741
4	.2819
5	.1676
6	.0997
7	.0592
8	.0352
9	.0209
10	.0124
11	.0074
12	.0044

T IRR= 30
 ATIV.= 1.4240

TR	AR
3	.2994
4	.1780
5	.1059
6	.0629
7	.0374
8	.0222
9	.0132
10	.0078
11	.0046
12	.0027

T IRR= 60
 ATIV.= 2.7613

TR	AR
3	.5807
4	.3453
5	.2053
6	.1221
7	.0726
8	.0431
9	.0256
10	.0152
11	.0090
12	.0054

T IRR= 70
 ATIV.= 3.2644

TR	.AR
3	.6864
4	.4082
5	.2427
6	.1443
7	.0858
8	.0510
9	.0303
10	.0180
11	.0107
12	.0063

T IRR= 80
 ATIV.= 3.5139

TR	.AR
3	.7389
4	.4394
5	.2613
6	.1554
7	.0924
8	.0549
9	.0326
10	.0194
11	.0115
12	.0068

T IRR= 90
 ATIV.= 4.0184

TR	.AR
3	.8450
4	.5025
5	.2988
6	.1777
7	.1056
8	.0628
9	.0373
10	.0222
11	.0132
12	.0078

T IRR= 100
 ATIV.= 4.1931

TR	.AR
3	.8817
4	.5243
5	.3118
6	.1854
7	.1102
8	.0655
9	.0389
10	.0231
11	.0137
12	.0082

T IRR= 110
 ATIV.= 4.6990

TR	.AR
3	.9881
4	.5876
5	.3494
6	.2078
7	.1235
8	.0734
9	.0437
10	.0259
11	.0154
12	.0091

T IRR= 120
 ATIV.= 5.2013

TR	.AR
3	1.0938
4	.6504
5	.3868
6	.2300
7	.1367
8	.0813
9	.0483
10	.0287
11	.0171
12	.0101

T IRR= 130
 ATIV.= 5.3117

TR	.AR
3	1.1170
4	.6642
5	.3950
6	.2349
7	.1396
8	.0830
9	.0493
10	.0293
11	.0174
12	.0103

T IRR= 160
 ATIV.= 6.3668

TR	.AR
3	1.3389
4	.7962
5	.4734
6	.2815
7	.1674
8	.0995
9	.0592
10	.0352
11	.0209
12	.0124

T IRR= 140
 ATIV.= 5.8155

TR	.AR
3	1.2229
4	.7272
5	.4324
6	.2571
7	.1529
8	.0909
9	.0540
10	.0321
11	.0191
12	.0113

T IRR= 170
 ATIV.= 6.3535

TR	.AR
3	1.3361
4	.7945
5	.4724
6	.2809
7	.1670
8	.0993
9	.0590
10	.0351
11	.0208
12	.0124

T IRR= 150
 ATIV.= 5.8616

TR	.AR
3	1.2326
4	.7330
5	.4359
6	.2592
7	.1541
8	.0916
9	.0545
10	.0324
11	.0192
12	.0114

T IRR= 180
 ATIV.= 6.8602

TR	.AR
3	1.4426
4	.8579
5	.5101
6	.3033
7	.1804
8	.1072
9	.0637
10	.0379
11	.0225
12	.0134

T IRR= 190
 ATIV.= 7.3632

TR	.AR
3	1.5484
4	.9208
5	.5475
6	.3256
7	.1936
8	.1151
9	.0684
10	.0407
11	.0242
12	.0144

T IRR= 500
 ATIV.= 12.6770

TR	.AR
3	2.6659
4	1.5853
5	.9427
6	.5606
7	.3333
8	.1982
9	.1178
10	.0701
11	.0416
12	.0247

T IRR= 200
 ATIV.= 7.2999

TR	.AR
3	1.5351
4	.9128
5	.5428
6	.3228
7	.1919
8	.1141
9	.0678
10	.0403
11	.0240
12	.0142

T IRR=1000
 ATIV.= 14.9061

TR	.AR
3	3.1346
4	1.8640
5	1.1085
6	.6592
7	.3920
8	.2331
9	.1386
10	.0824
11	.0490
12	.0291

T IRR= 210
 ATIV.= 7.8044

TR	.AR
3	1.6412
4	.9759
5	.5803
6	.3451
7	.2052
8	.1220
9	.0725
10	.0431
11	.0256
12	.0152

ITR10 91 MV=58 DIAS YIELD=5.8 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
ATIV.= 6.8521

TR	.AR
3	2.3378
4	1.6335
5	1.1414
6	.7976
7	.5573
8	.3894
9	.2721
10	.1901
11	.1328
12	.0928

T IRR= 500
ATIV.= 31.0906

TR	.AR
3	10.6075
4	7.4121
5	5.1792
6	3.6190
7	2.5288
8	1.7670
9	1.2347
10	.8627
11	.6028
12	.4212

T IRR= 200
ATIV.= 13.3714

TR	.AR
3	4.5620
4	3.1878
5	2.2275
6	1.5564
7	1.0876
8	.7599
9	.5310
10	.3710
11	.2592
12	.1811

T IRR=1000
ATIV.= 55.3301

TR	.AR
3	18.8775
4	13.1908
5	9.2172
6	6.4406
7	4.5004
8	3.1447
9	2.1974
10	1.5354
11	1.0729
12	.7497

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= .7006

TR	.AR
3	.2390
4	.1670
5	.1167
6	.0815
7	.0569
8	.0398
9	.0278
10	.0194
11	.0135
12	.0094

T IRR= 40
 ATIV.= 2.7058

TR	.AR
3	.9231
4	.6450
5	.4507
6	.3149
7	.2200
8	.1537
9	.1074
10	.0750
11	.0524
12	.0366

T IRR= 20
 ATIV.= 1.3978

TR	.AR
3	.4769
4	.3332
5	.2328
6	.1627
7	.1136
8	.0794
9	.0555
10	.0387
11	.0271
12	.0189

T IRR= 50
 ATIV.= 3.2287

TR	.AR
3	1.1015
4	.7697
5	.5378
6	.3758
7	.2626
8	.1835
9	.1282
10	.0896
11	.0626
12	.0437

T IRR= 30
 ATIV.= 2.0072

TR	.AR
3	.6848
4	.4785
5	.3343
6	.2336
7	.1632
8	.1140
9	.0797
10	.0557
11	.0389
12	.0271

T IRR= 60
 ATIV.= 3.9287

TR	.AR
3	1.3404
4	.9366
5	.6544
6	.4573
7	.3195
8	.2232
9	.1560
10	.1090
11	.0761
12	.0532

T IRR= 70
 ATIV.= 4.6252

TR	.AR
3	1.5780
4	1.1026
5	.7705
6	.5383
7	.3762
8	.2628
9	.1836
10	.1283
11	.0896
12	.0626

T IRR= 80
 ATIV.= 5.0710

TR	.AR
3	1.7301
4	1.2089
5	.8447
6	.5902
7	.4124
8	.2882
9	.2013
10	.1407
11	.0983
12	.0687

T IRR= 90
 ATIV.= 5.7689

TR	.AR
3	1.9682
4	1.3753
5	.9610
6	.6715
7	.4692
8	.3278
9	.2291
10	.1600
11	.1118
12	.0781

T IRR= 100
 ATIV.= 6.1370

TR	.AR
3	2.0938
4	1.4630
5	1.0223
6	.7143
7	.4991
8	.3488
9	.2437
10	.1703
11	.1190
12	.0831

T IRR= 110
 ATIV.= 6.8363

TR	.AR
3	2.3324
4	1.6297
5	1.1388
6	.7957
7	.5560
8	.3885
9	.2715
10	.1897
11	.1325
12	.0926

T IRR= 120
 ATIV.= 7.5321

TR	.AR
3	2.5698
4	1.7956
5	1.2547
6	.8767
7	.6126
8	.4280
9	.2991
10	.2090
11	.1460
12	.1020

T IRR= 130
 ATIV.= 7.8313

TR	.AR
3	2.6719
4	1.8670
5	1.3046
6	.9116
7	.6369
8	.4451
9	.3110
10	.2173
11	.1518
12	.1061

T IRR= 160
 ATIV.= 9.4565

TR	.AR
3	3.2263
4	2.2544
5	1.5753
6	1.1007
7	.7691
8	.5374
9	.3755
10	.2624
11	.1833
12	.1281

T IRR= 140
 ATIV.= 8.5285

TR	.AR
3	2.9097
4	2.0332
5	1.4207
6	.9927
7	.6937
8	.4847
9	.3387
10	.2366
11	.1653
12	.1155

T IRR= 170
 ATIV.= 9.6197

TR	.AR
3	3.2820
4	2.2933
5	1.6025
6	1.1197
7	.7824
8	.5467
9	.3820
10	.2669
11	.1865
12	.1303

T IRR= 150
 ATIV.= 8.7580

TR	.AR
3	2.9880
4	2.0879
5	1.4589
6	1.0194
7	.7123
8	.4977
9	.3478
10	.2430
11	.1698
12	.1186

T IRR= 180
 ATIV.= 10.3197

TR	.AR
3	3.5208
4	2.4602
5	1.7191
6	1.2012
7	.8393
8	.5865
9	.4098
10	.2863
11	.2001
12	.1398

T IRR= 190
 ATIV.= 11.0162

TR	.AR
3	3.7585
4	2.6263
5	1.8351
6	1.2823
7	.8960
8	.6261
9	.4375
10	.3057
11	.2136
12	.1492

T IRR= 200
 ATIV.= 11.1214

TR	.AR
3	3.7944
4	2.6513
5	1.8526
6	1.2945
7	.9046
8	.6320
9	.4416
10	.3086
11	.2156
12	.1506

T IRR= 210
 ATIV.= 11.8193

TR	.AR
3	4.0325
4	2.8177
5	1.9689
6	1.3758
7	.9613
8	.6717
9	.4694
10	.3279
11	.2291
12	.1601

T IRR= 500
 ATIV.= 21.2111

TR	.AR
3	7.2368
4	5.0568
5	3.5334
6	2.4690
7	1.7252
8	1.2055
9	.8423
10	.5886
11	.4113
12	.2874

T IRR=1000
 ATIV.= 27.7368

TR	.AR
3	9.4632
4	6.6125
5	4.6205
6	3.2286
7	2.2560
8	1.5764
9	1.1015
10	.7697
11	.5378
12	.3758

CERIO 144 MV=284 DIAS YIELD=5.6 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
 ATIV.= 1.3780

TR	.AR
3	1.1063
4	1.0282
5	.9556
6	.8881
7	.8254
8	.7672
9	.7130
10	.6627
11	.6159
12	.5724

T IRR= 200
 ATIV.= 2.7421

TR	.AR
3	2.2014
4	2.0460
5	1.9016
6	1.7673
7	1.6426
8	1.5266
9	1.4189
10	1.3187
11	1.2256
12	1.1391

T IRR= 500
 ATIV.= 6.7521

TR	.AR
3	5.4207
4	5.0381
5	4.6825
6	4.3519
7	4.0447
8	3.7592
9	3.4938
10	3.2472
11	3.0180
12	2.8050

T IRR=1000
 ATIV.= 13.1695

TR	.AR
3	10.5728
4	9.8265
5	9.1329
6	8.4882
7	7.8890
8	7.3321
9	6.8146
10	6.3335
11	5.8864
12	5.4709

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10.
 ATIV.= .1384

TR	AR
3	.1111
4	.1033
5	.0960
6	.0892
7	.0829
8	.0770
9	.0716
10	.0665
11	.0618
12	.0575

T IRR= 40
 ATIV.= .5497

TR	AR
3	.4413
4	.4102
5	.3812
6	.3543
7	.3293
8	.3060
9	.2844
10	.2643
11	.2457
12	.2283

T IRR= 20
 ATIV.= .2767

TR	AR
3	.2221
4	.2064
5	.1919
6	.1783
7	.1657
8	.1540
9	.1431
10	.1330
11	.1236
12	.1149

T IRR= 50
 ATIV.= .6806

TR	AR
3	.5464
4	.5079
5	.4720
6	.4387
7	.4077
8	.3789
9	.3522
10	.3273
11	.3042
12	.2827

T IRR= 30
 ATIV.= .4113

TR	AR
3	.3302
4	.3069
5	.2853
6	.2651
7	.2464
8	.2290
9	.2128
10	.1978
11	.1838
12	.1709

T IRR= 60
 ATIV.= .8190

TR	AR
3	.6575
4	.6111
5	.5680
6	.5279
7	.4906
8	.4560
9	.4238
10	.3939
11	.3661
12	.3402

T IRR= 70
 ATIV.= .9573

TR	.AR
3	.7685
4	.7143
5	.6639
6	.6170
7	.5734
8	.5330
9	.4953
10	.4604
11	.4279
12	.3977

T IRR= 80
 ATIV.= 1.0847

TR	.AR
3	.8709
4	.8094
5	.7522
6	.6991
7	.6498
8	.6039
9	.5613
10	.5217
11	.4848
12	.4506

T IRR= 90
 ATIV.= 1.2231

TR	.AR
3	.9819
4	.9126
5	.8482
6	.7883
7	.7326
8	.6809
9	.6329
10	.5882
11	.5467
12	.5081

T IRR= 100
 ATIV.= 1.3469

TR	.AR
3	1.0813
4	1.0050
5	.9340
6	.8681
7	.8068
8	.7499
9	.6969
10	.6477
11	.6020
12	.5595

T IRR= 110
 ATIV.= 1.4852

TR	.AR
3	1.1924
4	1.1082
5	1.0300
6	.9573
7	.8897
8	.8269
9	.7685
10	.7143
11	.6638
12	.6170

T IRR= 120
 ATIV.= 1.6235

TR	.AR
3	1.3034
4	1.2114
5	1.1258
6	1.0464
7	.9725
8	.9039
9	.8400
10	.7807
11	.7256
12	.6744

T IRR= 130
ATIV.= 1.7439

TR	.AR
3	1.4000
4	1.3012
5	1.2093
6	1.1240
7	1.0446
8	.9709
9	.9023
10	.8386
11	.7794
12	.7244

T IRR= 140
ATIV.= 1.8821

TR	.AR
3	1.5110
4	1.4044
5	1.3052
6	1.2131
7	1.1275
8	1.0479
9	.9739
10	.9051
11	.8412
12	.7819

T IRR= 150
ATIV.= 1.9990

TR	.AR
3	1.6048
4	1.4915
5	1.3862
6	1.2884
7	1.1974
8	1.1129
9	1.0343
10	.9613
11	.8935
12	.8304

T IRR= 160
ATIV.= 2.1373

TR	.AR
3	1.7159
4	1.5948
5	1.4822
6	1.3776
7	1.2803
8	1.1899
9	1.1059
10	1.0279
11	.9553
12	.8879

T IRR= 170
ATIV.= 2.2506

TR	.AR
3	1.8068
4	1.6793
5	1.5607
6	1.4506
7	1.3482
8	1.2530
9	1.1646
10	1.0823
11	1.0059
12	.9349

T IRR= 180
ATIV.= 2.3890

TR	.AR
3	1.9179
4	1.7826
5	1.6567
6	1.5398
7	1.4311
8	1.3301
9	1.2362
10	1.1489
11	1.0678
12	.9924

T IRR= 190
 ATIV.= 2.5273

TR	AR
3	2.0289
4	1.8857
5	1.7526
6	1.6289
7	1.5139
8	1.4070
9	1.3077
10	1.2154
11	1.1296
12	1.0499

T IRR= 500
 ATIV.= 6.1934

TR	AR
3	4.9722
4	4.6213
5	4.2950
6	3.9919
7	3.7101
8	3.4482
9	3.2048
10	2.9785
11	2.7683
12	2.5729

T IRR= 200
 ATIV.= 2.6372

TR	AR
3	2.1172
4	1.9678
5	1.8289
6	1.6998
7	1.5798
8	1.4683
9	1.3646
10	1.2683
11	1.1788
12	1.0956

T IRR=1000
 ATIV.= 11.0788

TR	AR
3	8.8944
4	8.2666
5	7.6830
6	7.1407
7	6.6366
8	6.1682
9	5.7328
10	5.3281
11	4.9520
12	4.6024

T IRR= 210
 ATIV.= 2.7756

TR	AR
3	2.2283
4	2.0710
5	1.9248
6	1.7889
7	1.6627
8	1.5453
9	1.4362
10	1.3348
11	1.2406
12	1.1530

ZIRCONIO 95 MV=65 DIAS YIELD=6.4 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
ATIV.= 6.7646

TR	.AR
3	2.5913
4	1.8819
5	1.3668
6	.9926
7	.7209
8	.5235
9	.3802
10	.2761
11	.2005
12	.1456

T IRR= 500
ATIV.= 31.0090

TR	.AR
3	11.8786
4	8.6269
5	6.2654
6	4.5503
7	3.3047
8	2.4001
9	1.7431
10	1.2659
11	.9194
12	.6677

T IRR= 200
ATIV.= 13.2354

TR	.AR
3	5.0700
4	3.6822
5	2.6742
6	1.9422
7	1.4105
8	1.0244
9	.7439
10	.5403
11	.3924
12	.2850

T IRR=1000
ATIV.= 55.8418

TR	.AR
3	21.3913
4	15.5356
5	11.2829
6	8.1943
7	5.9512
8	4.3221
9	3.1390
10	2.2797
11	1.6556
12	1.2024

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= .6900

TR	.AR
3	.2643
4	.1919
5	.1394
6	.1012
7	.0735
8	.0534
9	.0387
10	.0281
11	.0204
12	.0148

T IRR= 40
 ATIV.= 2.6749

TR	.AR
3	1.0246
4	.7441
5	.5404
6	.3925
7	.2850
8	.2070
9	.1503
10	.1092
11	.0793
12	.0576

T IRR= 20
 ATIV.= 1.3770

TR	.AR
3	.5275
4	.3831
5	.2782
6	.2020
7	.1467
8	.1065
9	.0774
10	.0562
11	.0408
12	.0296

T IRR= 50
 ATIV.= 3.2079

TR	AR
3	1.2288
4	.8924
5	.6481
6	.4707
7	.3418
8	.2482
9	.1803
10	.1309
11	.0951
12	.0690

T IRR= 30
 ATIV.= 1.9867

TR	.AR
3	.7610
4	.5527
5	.4014
6	.2915
7	.2117
8	.1537
9	.1116
10	.0811
11	.0589
12	.0427

T IRR= 60
 ATIV.= 3.8973

TR	.AR
3	1.4929
4	1.0842
5	.7874
6	.5719
7	.4153
8	.3016
9	.2190
10	.1591
11	.1155
12	.0839

T IRR= 70
 ATIV.= 4.5837

TR	.AR
3	1.7558
4	1.2752
5	.9261
6	.6726
7	.4885
8	.3547
9	.2576
10	.1871
11	.1359
12	.0987

T IRR= 100
 ATIV.= 6.1298

TR	.AR
3	2.3481
4	1.7053
5	1.2385
6	.8995
7	.6532
8	.4744
9	.3445
10	.2502
11	.1817
12	.1319

T IRR= 80
 ATIV.= 5.0478

TR	.AR
3	1.9336
4	1.4043
5	1.0199
6	.7407
7	.5379
8	.3907
9	.2837
10	.2060
11	.1496
12	.1086

T IRR= 110
 ATIV.= 6.8187

TR	.AR
3	2.6120
4	1.8970
5	1.3777
6	1.0005
7	.7266
8	.5277
9	.3832
10	.2783
11	.2021
12	.1468

T IRR= 90
 ATIV.= 5.7354

TR	.AR
3	2.1970
4	1.5956
5	1.1588
6	.8416
7	.6112
8	.4439
9	.3224
10	.2341
11	.1700
12	.1235

T IRR= 120
 ATIV.= 7.5045

TR	.AR
3	2.8747
4	2.0878
5	1.5163
6	1.1012
7	.7997
8	.5808
9	.4218
10	.3063
11	.2225
12	.1615

T IRR= 130
 ATIV.= 7.8367

TR	.AR
3	3.0020
4	2.1802
5	1.5834
6	1.1499
7	.8351
8	.6065
9	.4405
10	.3199
11	.2323
12	.1687

T IRR= 160
 ATIV.= 9.4807

TR	.AR
3	3.6317
4	2.6376
5	1.9156
6	1.3912
7	1.0103
8	.7338
9	.5329
10	.3870
11	.2811
12	.2041

T IRR= 140
 ATIV.= 8.5237

TR	.AR
3	3.2651
4	2.3713
5	1.7222
6	1.2507
7	.9083
8	.6597
9	.4791
10	.3479
11	.2527
12	.1835

T IRR= 170
 ATIV.= 9.6891

TR	.AR
3	3.7116
4	2.6955
5	1.9577
6	1.4218
7	1.0326
8	.7499
9	.5446
10	.3955
11	.2872
12	.2086

T IRR= 150
 ATIV.= 8.7925

TR	.AR
3	3.3681
4	2.4461
5	1.7765
6	1.2902
7	.9370
8	.6805
9	.4942
10	.3589
11	.2606
12	.1893

T IRR= 180
 ATIV.= 10.3785

TR	.AR
3	3.9757
4	2.8874
5	2.0970
6	1.5229
7	1.1060
8	.8033
9	.5834
10	.4237
11	.3077
12	.2234

T IRR= 190
 ATIV.= 11.0649

TR	AR
3	4.2386
4	3.0783
5	2.2357
6	1.6237
7	1.1792
8	.8564
9	.6219
10	.4517
11	.3280
12	.2382

T IRR= 500
 ATIV.= 21.9390

TR	AR
3	8.4041
4	6.1036
5	4.4328
6	3.2193
7	2.3381
8	1.6980
9	1.2332
10	.8956
11	.6504
12	.4724

T IRR= 200
 ATIV.= 11.2199

TR	AR
3	4.2980
4	3.1214
5	2.2670
6	1.6464
7	1.1957
8	.8684
9	.6307
10	.4580
11	.3326
12	.2416

T IRR=1000
 ATIV.= 29.6252

TR	AR
3	11.3485
4	8.2419
5	5.9858
6	4.3472
7	3.1572
8	2.2929
9	1.6653
10	1.2094
11	.8783
12	.6379

T IRR= 210
 ATIV.= 11.9076

TR	AR
3	4.5614
4	3.3127
5	2.4059
6	1.7473
7	1.2690
8	.9216
9	.6693
10	.4861
11	.3530
12	.2564

RUTENIO 106 MV=1 ANO YIELD=.38 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
ATIV.= .0727

TR	.AR
3	.0613
4	.0579
5	.0547
6	.0517
7	.0488
8	.0461
9	.0436
10	.0411
11	.0389
12	.0367

T IRR= 500
ATIV.= .3582

TR	.AR
3	.3020
4	.2853
5	.2695
6	.2546
7	.2405
8	.2272
9	.2146
10	.2027
11	.1915
12	.1809

T IRR= 200
ATIV.= .1450

TR	.AR
3	.1222
4	.1154
5	.1090
6	.1030
7	.0973
8	.0919
9	.0868
10	.0820
11	.0775
12	.0732

T IRR=1000
ATIV.= .7026

TR	.AR
3	.5923
4	.5595
5	.5286
6	.4993
7	.4717
8	.4456
9	.4209
10	.3976
11	.3756
12	.3548

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= .0073

TR	.AR
3	.0061
4	.0058
5	.0054
6	.0051
7	.0049
8	.0046
9	.0043
10	.0041
11	.0039
12	.0036

T IRR= 40
 ATIV.= .0290

TR	.AR
3	.0244
4	.0231
5	.0218
6	.0206
7	.0195
8	.0184
9	.0174
10	.0164
11	.0155
12	.0146

T IRR= 20
 ATIV.= .0146

TR	.AR
3	.0123
4	.0116
5	.0109
6	.0103
7	.0098
8	.0092
9	.0087
10	.0082
11	.0078
12	.0073

T IRR= 50
 ATIV.= .0360

TR	.AR
3	.0303
4	.0287
5	.0271
6	.0256
7	.0242
8	.0228
9	.0216
10	.0204
11	.0192
12	.0182

T IRR= 30
 ATIV.= .0217

TR	.AR
3	.0183
4	.0173
5	.0163
6	.0154
7	.0146
8	.0137
9	.0130
10	.0123
11	.0116
12	.0109

T IRR= 60
 ATIV.= .0433

TR	.AR
3	.0365
4	.0345
5	.0326
6	.0308
7	.0291
8	.0274
9	.0259
10	.0245
11	.0231
12	.0218

T IRR= 70
 ATIV.= .0506

TR	.AR
3	.0427
4	.0403
5	.0381
6	.0360
7	.0340
8	.0321
9	.0303
10	.0286
11	.0270
12	.0255

T IRR= 80
 ATIV.= .0575

TR	.AR
3	.0484
4	.0457
5	.0432
6	.0408
7	.0386
8	.0364
9	.0344
10	.0325
11	.0307
12	.0290

T IRR= 90
 ATIV.= .0648

TR	.AR
3	.0546
4	.0516
5	.0487
6	.0460
7	.0435
8	.0411
9	.0388
10	.0366
11	.0346
12	.0327

T IRR= 100
 ATIV.= .0715

TR	.AR
3	.0602
4	.0569
5	.0537
6	.0508
7	.0480
8	.0453
9	.0428
10	.0404
11	.0382
12	.0361

T IRR= 110
 ATIV.= .0788

TR	.AR
3	.0664
4	.0627
5	.0592
6	.0560
7	.0529
8	.0499
9	.0472
10	.0446
11	.0421
12	.0398

T IRR= 120
 ATIV.= .0861

TR	.AR
3	.0725
4	.0685
5	.0647
6	.0611
7	.0578
8	.0546
9	.0515
10	.0487
11	.0460
12	.0434

T IRR= 130
 ATIV.= .0926

TR	AR
3	.0781
4	.0737
5	.0697
6	.0658
7	.0622
8	.0587
9	.0555
10	.0524
11	.0495
12	.0468

T IRR= 140
 ATIV.= .0999

TR	AR
3	.0842
4	.0796
5	.0752
6	.0710
7	.0671
8	.0634
9	.0598
10	.0565
11	.0534
12	.0504

T IRR= 150
 ATIV.= .1063

TR	AR
3	.0896
4	.0847
5	.0800
6	.0756
7	.0714
8	.0674
9	.0637
10	.0602
11	.0568
12	.0537

T IRR= 160
 ATIV.= .1136

TR	AR
3	.0958
4	.0905
5	.0855
6	.0807
7	.0763
8	.0720
9	.0681
10	.0643
11	.0607
12	.0574

T IRR= 170
 ATIV.= .1199

TR	AR
3	.1011
4	.0955
5	.0902
6	.0852
7	.0805
8	.0760
9	.0718
10	.0678
11	.0641
12	.0605

T IRR= 180
 ATIV.= .1272

TR	AR
3	.1072
4	.1013
5	.0957
6	.0904
7	.0854
8	.0807
9	.0762
10	.0720
11	.0680
12	.0642

T IRR= 190
 ATIV.= .1345

TR	AR
3	.1134
4	.1071
5	.1012
6	.0956
7	.0903
8	.0853
9	.0806
10	.0761
11	.0719
12	.0679

T IRR= 200
 ATIV.= .1406

TR	AR
3	.1185
4	.1120
5	.1058
6	.0999
7	.0944
8	.0892
9	.0842
10	.0796
11	.0752
12	.0710

T IRR= 210
 ATIV.= .1479

TR	AR
3	.1247
4	.1178
5	.1113
6	.1051
7	.0993
8	.0938
9	.0886
10	.0837
11	.0791
12	.0747

T IRR= 500
 ATIV.= .3348

TR	AR
3	.2823
4	.2666
5	.2519
6	.2379
7	.2248
8	.2123
9	.2006
10	.1895
11	.1790
12	.1691

T IRR=1000
 ATIV.= .6133

TR	AR
3	.5170
4	.4884
5	.4614
6	.4359
7	.4117
8	.3890
9	.3674
10	.3471
11	.3279
12	.3098

CESIO 137 MV=30 ANOS YIELD=6.0 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100

ATIV.= .0384

TR	.AR
3	.0382
4	.0381
5	.0380
6	.0380
7	.0379
8	.0378
9	.0378
10	.0377
11	.0376
12	.0375

T IRR= 200

ATIV.= .0769

TR	.AR
3	.0764
4	.0763
5	.0761
6	.0760
7	.0758
8	.0757
9	.0756
10	.0754
11	.0753
12	.0751

T IRR= 500

ATIV.= .1921

TR	.AR
3	.1910
4	.1907
5	.1903
6	.1900
7	.1896
8	.1892
9	.1889
10	.1885
11	.1882
12	.1878

T IRR=1000

ATIV.= .3840

TR	.AR
3	.3819
4	.3811
5	.3804
6	.3797
7	.3790
8	.3783
9	.3775
10	.3768
11	.3761
12	.3754

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= .0038

TR	.AR
3	.0038
4	.0038
5	.0038
6	.0038
7	.0038
8	.0037
9	.0037
10	.0037
11	.0037
12	.0037

T IRR= 40
 ATIV.= .0153

TR	.AR
3	.0153
4	.0152
5	.0152
6	.0152
7	.0151
8	.0151
9	.0151
10	.0151
11	.0150
12	.0150

T IRR= 20
 ATIV.= .0076

TR	.AR
3	.0076
4	.0076
5	.0076
6	.0076
7	.0075
8	.0075
9	.0075
10	.0075
11	.0075
12	.0075

T IRR= 50
 ATIV.= .0192

TR	.AR
3	.0191
4	.0190
5	.0190
6	.0190
7	.0189
8	.0189
9	.0189
10	.0188
11	.0188
12	.0188

T IRR= 30
 ATIV.= .0115

TR	.AR
3	.0114
4	.0114
5	.0114
6	.0114
7	.0114
8	.0113
9	.0113
10	.0113
11	.0113
12	.0112

T IRR= 60
 ATIV.= .0230

TR	.AR
3	.0229
4	.0229
5	.0228
6	.0228
7	.0227
8	.0227
9	.0227
10	.0226
11	.0226
12	.0225

T IRR= 70
 ATIV.= .0269

TR	.AR
3	.0267
4	.0267
5	.0266
6	.0266
7	.0265
8	.0265
9	.0264
10	.0264
11	.0263
12	.0263

T IRR= 100
 ATIV.= .0384

TR	.AR
3	.0382
4	.0381
5	.0381
6	.0380
7	.0379
8	.0378
9	.0378
10	.0377
11	.0376
12	.0376

T IRR= 80
 ATIV.= .0307

TR	.AR
3	.0306
4	.0305
5	.0304
6	.0304
7	.0303
8	.0303
9	.0302
10	.0302
11	.0301
12	.0300

T IRR= 110
 ATIV.= .0423

TR	.AR
3	.0420
4	.0419
5	.0419
6	.0418
7	.0417
8	.0416
9	.0415
10	.0415
11	.0414
12	.0413

T IRR= 90
 ATIV.= .0346

TR	.AR
3	.0344
4	.0343
5	.0343
6	.0342
7	.0341
8	.0341
9	.0340
10	.0339
11	.0339
12	.0338

T IRR= 120
 ATIV.= .0461

TR	.AR
3	.0459
4	.0458
5	.0457
6	.0456
7	.0455
8	.0454
9	.0453
10	.0453
11	.0452
12	.0451

T IRR= 130
 ATIV.= .0500

TR	AR
3	.0497
4	.0496
5	.0495
6	.0494
7	.0493
8	.0492
9	.0491
10	.0490
11	.0489
12	.0488

T IRR= 160
 ATIV.= .0615

TR	AR
3	.0611
4	.0610
5	.0609
6	.0608
7	.0607
8	.0606
9	.0604
10	.0603
11	.0602
12	.0601

T IRR= 140
 ATIV.= .0538

TR	AR
3	.0535
4	.0534
5	.0533
6	.0532
7	.0531
8	.0530
9	.0529
10	.0528
11	.0527
12	.0526

T IRR= 170
 ATIV.= .0653

TR	AR
3	.0650
4	.0648
5	.0647
6	.0646
7	.0645
8	.0643
9	.0642
10	.0641
11	.0640
12	.0639

T IRR= 150
 ATIV.= .0576

TR	AR
3	.0573
4	.0572
5	.0571
6	.0570
7	.0569
8	.0568
9	.0567
10	.0566
11	.0565
12	.0563

T IRR= 180
 ATIV.= .0692

TR	AR
3	.0688
4	.0687
5	.0685
6	.0684
7	.0683
8	.0681
9	.0680
10	.0679
11	.0677
12	.0676

T IRR= 190
 ATIV.= .0730

TR	.AR
3	.0726
4	.0725
5	.0723
6	.0722
7	.0720
8	.0719
9	.0718
10	.0716
11	.0715
12	.0714

T IRR= 500
 ATIV.= .1919

TR	.AR
3	.1908
4	.1904
5	.1900
6	.1897
7	.1893
8	.1890
9	.1886
10	.1883
11	.1879
12	.1875

T IRR= 200
 ATIV.= .0768

TR	.AR
3	.0764
4	.0763
5	.0761
6	.0760
7	.0758
8	.0757
9	.0755
10	.0754
11	.0753
12	.0751

T IRR=1000
 ATIV.= .3826

TR	.AR
3	.3804
4	.3797
5	.3790
6	.3783
7	.3776
8	.3768
9	.3761
10	.3754
11	.3747
12	.3740

T IRR= 210
 ATIV.= .0807

TR	.AR
3	.0802
4	.0801
5	.0799
6	.0798
7	.0796
8	.0795
9	.0793
10	.0792
11	.0790
12	.0789

ESTRONCIO 90 MV=28 ANOS YIELD=5.8 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
ATIV.= .0398

TR	.AR
3	.0396
4	.0395
5	.0394
6	.0393
7	.0392
8	.0392
9	.0391
10	.0390
11	.0389
12	.0388

T IRR= 500
ATIV.= .1990

TR	.AR
3	.1978
4	.1974
5	.1970
6	.1966
7	.1962
8	.1958
9	.1954
10	.1950
11	.1946
12	.1942

T IRR= 200
ATIV.= .0796

TR	.AR
3	.0791
4	.0790
5	.0788
6	.0787
7	.0785
8	.0783
9	.0782
10	.0780
11	.0779
12	.0777

T IRR=1000
ATIV.= .3978

TR	AR
3	.3954
4	.3946
5	.3938
6	.3930
7	.3922
8	.3914
9	.3906
10	.3898
11	.3890
12	.3882

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= .0039

TR	AR
3	.0039
4	.0039
5	.0039
6	.0039
7	.0039
8	.0039
9	.0039
10	.0039
11	.0039
12	.0038

T IRR= 40
 ATIV.= .0159

TR	AR
3	.0158
4	.0158
5	.0157
6	.0157
7	.0157
8	.0156
9	.0156
10	.0156
11	.0155
12	.0155

T IRR= 20
 ATIV.= .0079

TR	AR
3	.0079
4	.0079
5	.0078
6	.0078
7	.0078
8	.0078
9	.0078
10	.0078
11	.0077
12	.0077

T IRR= 50
 ATIV.= .0199

TR	AR
3	.0198
4	.0197
5	.0197
6	.0196
7	.0196
8	.0196
9	.0195
10	.0195
11	.0194
12	.0194

T IRR= 30
 ATIV.= .0119

TR	AR
3	.0118
4	.0118
5	.0118
6	.0118
7	.0117
8	.0117
9	.0117
10	.0117
11	.0116
12	.0116

T IRR= 60
 ATIV.= .0239

TR	AR
3	.0237
4	.0237
5	.0236
6	.0236
7	.0235
8	.0235
9	.0234
10	.0234
11	.0233
12	.0233

T IRR= 70
 ATIV.= .0278

TR	AR
3	.0277
4	.0276
5	.0276
6	.0275
7	.0275
8	.0274
9	.0273
10	.0273
11	.0272
12	.0272

T IRR= 100
 ATIV.= .0398

TR	AR
3	.0395
4	.0395
5	.0394
6	.0393
7	.0392
8	.0391
9	.0391
10	.0390
11	.0389
12	.0388

T IRR= 80
 ATIV.= .0318

TR	AR
3	.0316
4	.0316
5	.0315
6	.0314
7	.0314
8	.0313
9	.0312
10	.0312
11	.0311
12	.0311

T IRR= 110
 ATIV.= .0438

TR	AR
3	.0435
4	.0434
5	.0433
6	.0432
7	.0432
8	.0431
9	.0430
10	.0429
11	.0428
12	.0427

T IRR= 90
 ATIV.= .0358

TR	AR
3	.0356
4	.0355
5	.0354
6	.0354
7	.0353
8	.0352
9	.0352
10	.0351
11	.0350
12	.0349

T IRR= 120
 ATIV.= .0477

TR	AR
3	.0475
4	.0474
5	.0473
6	.0472
7	.0471
8	.0470
9	.0469
10	.0468
11	.0467
12	.0466

T IRR= 130
 ATIV.= .0517

TR	AR
3	.0514
4	.0513
5	.0512
6	.0511
7	.0510
8	.0509
9	.0508
10	.0507
11	.0506
12	.0505

T IRR= 140
 ATIV.= .0557

TR	AR
3	.0554
4	.0553
5	.0551
6	.0550
7	.0549
8	.0548
9	.0547
10	.0546
11	.0545
12	.0544

T IRR= 150
 ATIV.= .0597

TR	AR
3	.0593
4	.0592
5	.0591
6	.0590
7	.0588
8	.0587
9	.0586
10	.0585
11	.0584
12	.0582

T IRR= 160
 ATIV.= .0637

TR	AR
3	.0633
4	.0631
5	.0630
6	.0629
7	.0628
8	.0626
9	.0625
10	.0624
11	.0623
12	.0621

T IRR= 170
 ATIV.= .0676

TR	AR
3	.0672
4	.0671
5	.0669
6	.0668
7	.0667
8	.0665
9	.0664
10	.0663
11	.0661
12	.0660

T IRR= 180
 ATIV.= .0716

TR	AR
3	.0712
4	.0710
5	.0709
6	.0707
7	.0706
8	.0705
9	.0703
10	.0702
11	.0700
12	.0699

T IRR= 190
 ATIV.= .0756

TR	.AR
3	.0751
4	.0750
5	.0748
6	.0747
7	.0745
8	.0744
9	.0742
10	.0741
11	.0739
12	.0738

T IRR= 500
 ATIV.= .1986

TR	.AR
3	.1974
4	.1970
5	.1966
6	.1962
7	.1958
8	.1954
9	.1950
10	.1946
11	.1942
12	.1938

T IRR= 200
 ATIV.= .0796

TR	.AR
3	.0791
4	.0789
5	.0788
6	.0786
7	.0784
8	.0783
9	.0781
10	.0780
11	.0778
12	.0776

T IRR=1000
 ATIV.= .3960

TR	.AR
3	.3936
4	.3928
5	.3920
6	.3912
7	.3904
8	.3896
9	.3888
10	.3880
11	.3872
12	.3864

T. IRR= 210
 ATIV.= .0836

TR	.AR
3	.0830
4	.0829
5	.0827
6	.0825
7	.0824
8	.0822
9	.0820
10	.0819
11	.0817
12	.0815

PROMECIO 147 MV=2.7 ANOS YIELD=2.6 PC

IRRADIACAO CONTINUA

T IRR= 100
 ATIV.= .1849

TR	AR
3	.1735
4	.1699
5	.1664
6	.1629
7	.1595
8	.1562
9	.1529
10	.1497
11	.1466
12	.1435

T IRR= 500
 ATIV.= .9191

TR	AR
3	.8627
4	.8448
5	.8271
6	.8099
7	.7930
8	.7764
9	.7602
10	.7444
11	.7289
12	.7137

T IRR= 200
 ATIV.= .3692

TR	AR
3	.3466
4	.3394
5	.3323
6	.3253
7	.3186
8	.3119
9	.3054
10	.2990
11	.2928
12	.2867

T IRR=1000
 ATIV.= 1.8248

TR	AR
3	1.7130
4	1.6773
5	1.6423
6	1.6080
7	1.5745
8	1.5416
9	1.5095
10	1.4780
11	1.4472
12	1.4170

IRRADIACAO NAO CONTINUA

T IRR= 10
 ATIV.= .0185

TR	.AR
3	.0173
4	.0170
5	.0166
6	.0163
7	.0159
8	.0156
9	.0153
10	.0149
11	.0146
12	.0143

T IRR= 40
 ATIV.= .0739

TR	.AR
3	.0693
4	.0679
5	.0665
6	.0651
7	.0637
8	.0624
9	.0611
10	.0598
11	.0586
12	.0573

T IRR= 20
 ATIV.= .0370

TR	.AR
3	.0347
4	.0340
5	.0333
6	.0326
7	.0319
8	.0312
9	.0306
10	.0299
11	.0293
12	.0287

T IRR= 50
 ATIV.= .0921

TR	.AR
3	.0864
4	.0846
5	.0829
6	.0811
7	.0795
8	.0778
9	.0762
10	.0746
11	.0730
12	.0715

T IRR= 30
 ATIV.= .0554

TR	.AR
3	.0520
4	.0509
5	.0498
6	.0488
7	.0478
8	.0468
9	.0458
10	.0448
11	.0439
12	.0430

T IRR= 60
 ATIV.= .1106

TR	.AR
3	.1038
4	.1017
5	.0995
6	.0975
7	.0954
8	.0934
9	.0915
10	.0896
11	.0877
12	.0859

T IRR= 70
 ATIV.= .1291

TR	.AR
3	.1212
4	.1187
5	.1162
6	.1138
7	.1114
8	.1091
9	.1068
10	.1046
11	.1024
12	.1002

T IRR= 100
 ATIV.= .1837

TR	.AR
3	.1724
4	.1688
5	.1653
6	.1618
7	.1585
8	.1552
9	.1519
10	.1487
11	.1456
12	.1426

T IRR= 80
 ATIV.= .1472

TR	.AR
3	.1382
4	.1353
5	.1325
6	.1297
7	.1270
8	.1243
9	.1218
10	.1192
11	.1167
12	.1143

T IRR= 110
 ATIV.= .2022

TR	.AR
3	.1898
4	.1858
5	.1819
6	.1782
7	.1744
8	.1708
9	.1672
10	.1637
11	.1603
12	.1570

T IRR= 90
 ATIV.= .1657

TR	.AR
3	.1556
4	.1523
5	.1491
6	.1460
7	.1430
8	.1400
9	.1371
10	.1342
11	.1314
12	.1287

T IRR= 120
 ATIV.= .2207

TR	.AR
3	.2072
4	.2028
5	.1986
6	.1945
7	.1904
8	.1864
9	.1825
10	.1787
11	.1750
12	.1713

T IRR= 130
 ATIV.= .2385

TR	AR
3	.2239
4	.2192
5	.2146
6	.2102
7	.2058
8	.2015
9	.1973
10	.1932
11	.1891
12	.1852

T IRR= 140
 ATIV.= .2570

TR	AR
3	.2412
4	.2362
5	.2313
6	.2265
7	.2217
8	.2171
9	.2126
10	.2081
11	.2038
12	.1995

T IRR= 150
 ATIV.= .2747

TR	AR
3	.2578
4	.2525
5	.2472
6	.2420
7	.2370
8	.2320
9	.2272
10	.2225
11	.2178
12	.2133

T IRR= 160
 ATIV.= .2932

TR	AR
3	.2752
4	.2695
5	.2638
6	.2583
7	.2530
8	.2477
9	.2425
10	.2374
11	.2325
12	.2276

T IRR= 170
 ATIV.= .3107

TR	AR
3	.2917
4	.2856
5	.2796
6	.2738
7	.2681
8	.2625
9	.2570
10	.2516
11	.2464
12	.2412

T IRR= 180
 ATIV.= .3292

TR	AR
3	.3090
4	.3026
5	.2963
6	.2901
7	.2840
8	.2781
9	.2723
10	.2666
11	.2611
12	.2556

T IRR= 190
 ATIV.= .3477

TR	.AR
3	.3264
4	.3196
5	.3129
6	.3064
7	.3000
8	.2938
9	.2876
10	.2816
11	.2757
12	.2700

T IRR= 500
 ATIV.= .8962

TR	.AR
3	.8413
4	.8237
5	.8065
6	.7897
7	.7732
8	.7571
9	.7413
10	.7259
11	.7107
12	.6959

T IRR= 200
 ATIV.= .3651

TR	.AR
3	.3427
4	.3356
5	.3286
6	.3217
7	.3150
8	.3084
9	.3020
10	.2957
11	.2895
12	.2835

T IRR=1000
 ATIV.= 1.7334

TR	.AR
3	1.6271
4	1.5932
5	1.5600
6	1.5274
7	1.4956
8	1.4644
9	1.4338
10	1.4039
11	1.3746
12	1.3459

T IRR= 210
 ATIV.= .3836

TR	.AR
3	.3601
4	.3526
5	.3452
6	.3380
7	.3310
8	.3241
9	.3173
10	.3107
11	.3042
12	.2979

A N E X O 4

TABELAS DE COMPARAÇÃO DAS ATIVIDADES OBTIDAS PARA
IRRADIAÇÕES CONTÍNUAS E NÃO CONTÍNUAS

Irradiação Isótopo	100 horas		$\frac{A - A^1}{A^1} \%$	200 horas		$\frac{A - A^1}{A^1} \%$
	contínuas A	nao con- tínuas A ¹		contínuas A	nao con- tínuas A ¹	
Ce-141	.0055	.0045	22.2	.0106	.0077	37.6
Nb-95	.3040	.2763	10.0	.5953	.5069	17.4
Ru-103	.0096	.0082	17.0	.0185	.0142	32.8
Sr-89	.0446	.0392	13.7	.0867	.0701	23.5
Y-91	.0928	.0831	10.4	.1811	.1506	20.2
Zr-95	.1456	.1319	10.3	.2850	.2416	17.9
Ce-144	.5724	.5595	2.3	1.1391	1.0956	3.9
Ru-106	.0367	.0361	2.2	.0732	.0710	3.1
Pm-147	.1435	.1426	0.6	.2867	.2835	1.1
Sr-90	.0388	.0388	0.0	.0777	.0776	0.1
Cs-137	.0375	.0376	0.0	.0751	.0751	0.0

TEMPO DE RESFRIAMENTO = 12 MESES

Irradiação Isótopo	500 horas		$\frac{A - A^1}{A^1} \%$	1000 horas		$\frac{A - A^1}{A^1} \%$
	contínuas A	não con- tínuas A ¹		contínuas A	não con- tínuas A ¹	
Ce-141	.0234	.0126	85.5	.0385	.0141	172.8
Nb-95	1.3974	.9960	40.3	2.5234	1.3509	86.8
Ru-103	.0418	.0247	69.2	.0709	.0291	143.7
Sr-89	.1993	.1291	54.3	.3487	.1618	115.5
Y-91	.4212	.2874	46.5	.7497	.3758	99.5
Zr-95	.6677	.4724	41.3	1.2024	.6379	89.4
Ce-144	2.8050	2.5729	9.0	5.4709	4.6024	18.8
Ru-106	.1809	.1691	6.9	.3548	.3098	14.5
Pm-147	.7137	.6959	2.5	1.4170	1.3459	5.3
Sr-90	.1942	.1938	0.2	.3882	.3864	0.5
Cs-137	.1878	.1875	0.1	.3754	.3740	0.4

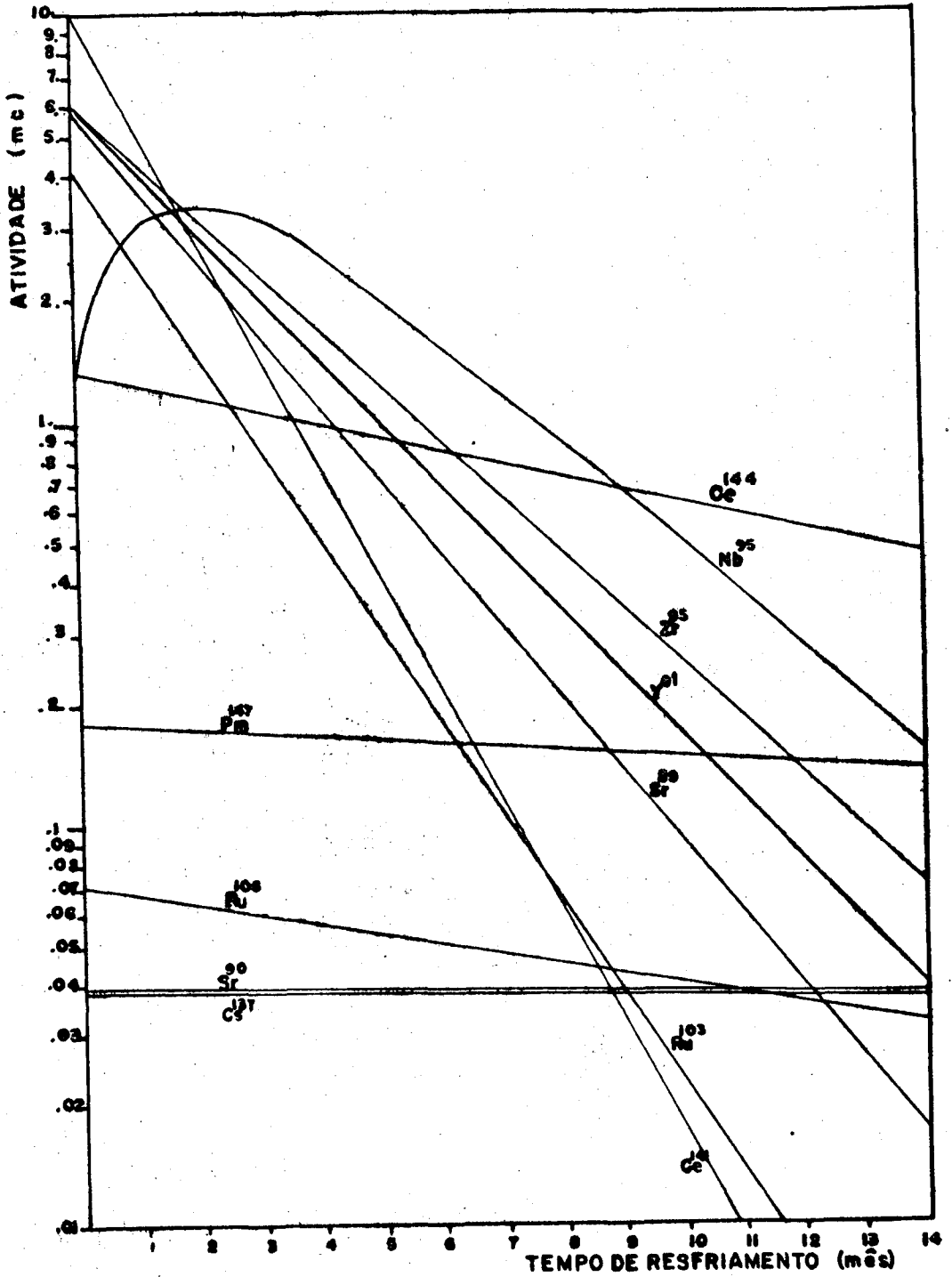
TEMPO DE RESFRIAMENTO = 12 MESES

A N E X O 5

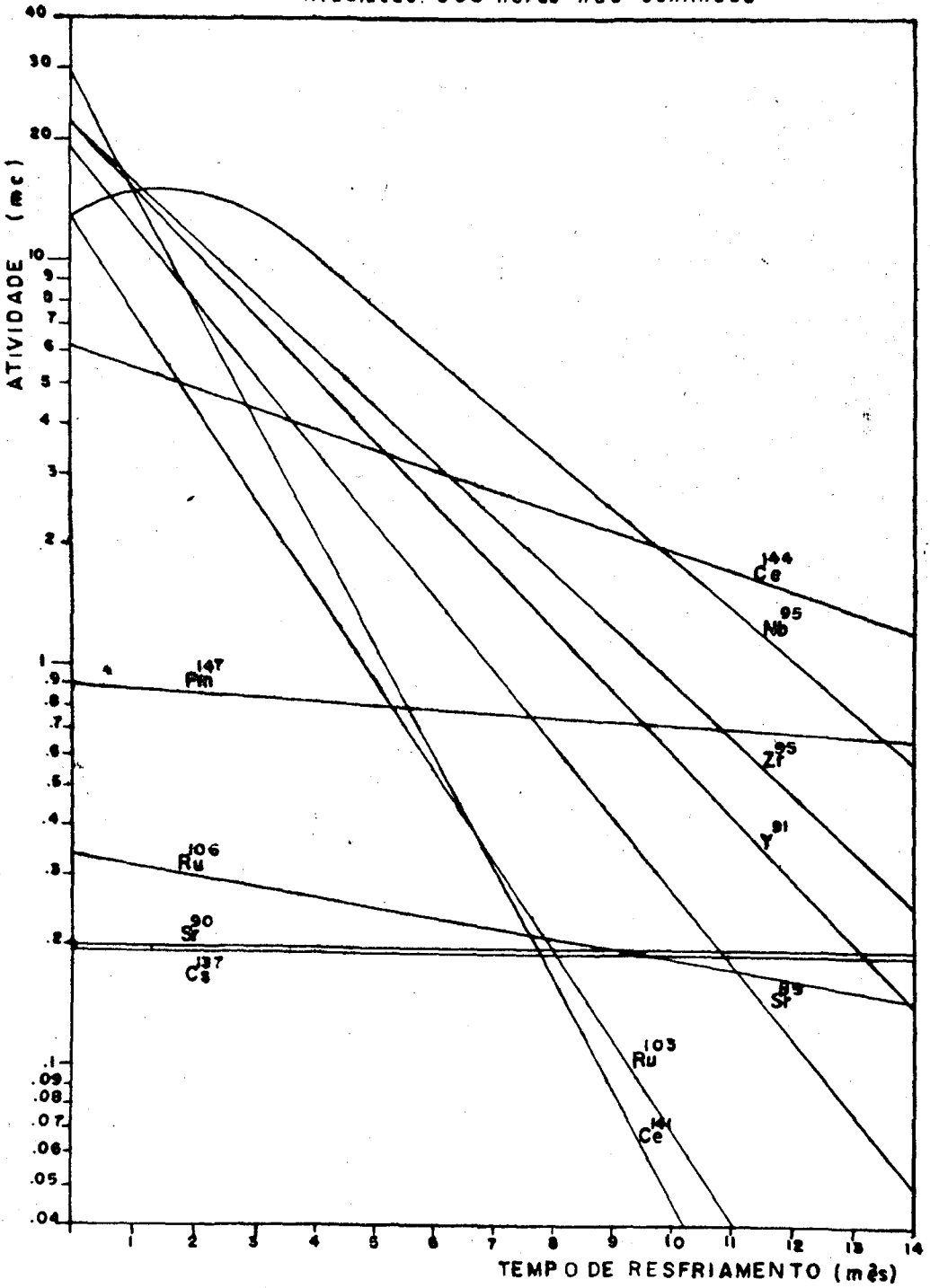
CURVAS DE VARIAÇÃO DAS ATIVIDADES

COM O TEMPO DE RESFRIAMENTO

Irradiação: 100 horas não contínuas



Irradiação: 500 horas não contínuas



Irradiação: 1000 horas não contínuas

