

Apêndice I

Procedimentos para correção da linha base.

O método, apresentado a seguir, visa corrigir um acelerograma, para que ele tenha características compatíveis com as de um sismo real. A correção da linha base é feita de forma que as ordenadas do acelerograma, no tempo t , sejam somadas a uma função parabólica da seguinte forma:

$$\ddot{y}_c(t) = \ddot{y}_n(t) + a + 2bt + 3ct^2 \quad (\text{AI.1})$$

onde:

- $\ddot{y}_c(t)$, corresponde à aceleração corrigida;
- $\ddot{y}_n(t)$, corresponde à aceleração não corrigida;
- a , b e c , são constantes a serem determinadas.

As constantes a , b e c , são obtidas utilizando a seguinte expressão:

$$\delta F(t, V_0, a, b, c) = \delta \int_0^s \dot{y}_c^2 dt = 0 \quad (\text{AI.2})$$

A expressão (I. 2) estabelece a operação de minimização aplicada ao funcional $F(t, V_0, a, b, c)$. O valor s corresponde à duração do sismo e a função:

$$\dot{y}_c(t) = \dot{y}_n(t) + V_0 + at + bt^2 + ct^3 \quad (\text{AI.3})$$

à velocidade do sismo no instante t . As condições de contorno necessárias são as seguintes: $\dot{y}_c(0) = V_0 = 0$ e $\dot{y}_c(s) = 0$, além do deslocamento inicial também ser zero $y_c(0) = 0$.

Utilizando a equação de Euler do cálculo variacional, a minimização do funcional mostrado na expressão (AI.2), é a seguinte:

$$\frac{\delta F}{\delta V_0} = \frac{\delta \int_0^s \dot{y}_c^2 dt}{\delta V_0} = \int_0^s \dot{y}_c \frac{\delta \dot{y}_c}{\delta V_0} = 0 \quad (\text{I.4})$$

$$\frac{\delta F}{\delta a} = \int_0^s \dot{y}_c \frac{\delta \dot{y}_c}{\delta a} = 0 \quad (\text{I.4a})$$

$$\frac{\delta F}{\delta b} = \int_0^s \dot{y}_c \frac{\delta \dot{y}_c}{\delta b} = 0 \quad (\text{AI.4b})$$

$$\frac{\delta F}{\delta c} = \int_0^s \dot{y}_c \frac{\delta \dot{y}_c}{\delta c} = 0 \quad (\text{AI.4c})$$

$$V_0 + a \frac{s^2}{2} + b \frac{s^3}{3} + c \frac{s^4}{4} = - \int_0^s \dot{y}_c dt \quad (\text{AI.5a})$$

$$V_0 \frac{s^2}{2} + a \frac{s^3}{3} + b \frac{s^4}{4} + c \frac{s^5}{5} = - \int_0^s \dot{y}_c t dt \quad (\text{AI.5b})$$

$$V_0 \frac{s^3}{3} + a \frac{s^4}{4} + b \frac{s^5}{5} + c \frac{s^6}{6} = - \int_0^s \dot{y}_c t^2 dt \quad (\text{AI.5c})$$

$$V_0 \frac{s^4}{4} + a \frac{s^5}{5} + b \frac{s^6}{6} + c \frac{s^7}{7} = - \int_0^s \dot{y}_c t^3 dt \quad (\text{AI.5d})$$

e, utilizando a notação matricial, tem-se:

$$\underset{\sim}{A} \cdot \vec{x} = \vec{c} \quad (\text{AI.6})$$

onde $\underset{\sim}{A}$ é a matriz dos coeficientes, \vec{x} o vetor das incógnitas e \vec{c} o vetor das constantes ou termos independentes.

Relembrando que as condições de contorno necessárias são as seguintes:

$$\dot{y}_c(0) = V_0 = 0 \quad (\text{AI.7a})$$

$$\dot{y}_c(s) = 0 = \dot{y}_n(s) + as + bs^2 + cs^3 = 0 \quad (\text{I. 7b})$$

Da expressão (I. 7b), pode-se notar que o valor da constante a , é dependente dos valores de $\dot{y}_n(s)$, b e c , e tem o seguinte resultado:

$$a = -\frac{\dot{y}_n(s)}{s} - bs - cs^2 \quad (\text{AI.8})$$

As relações mostradas em (I .5) são obtidas levando em consideração o fato da variável a ser independente, sendo assim, é necessário adequar estas relações, utilizando uma transformação de forma a incorporar esta condição. Tal transformação é apresentada a seguir:

$$\frac{\delta F}{\delta V_0^I} = \frac{\delta F}{\delta V_0} + \frac{\delta F}{\delta a} \frac{\delta F}{\delta V_0} = \frac{\delta F}{\delta V_0} - \frac{1}{s} \frac{\delta F}{\delta a} \quad (\text{AI.9a})$$

$$\frac{\delta F}{\delta b^I} = \frac{\delta F}{\delta b} - \frac{1}{s} \frac{\delta F}{\delta a} \quad (\text{AI.9b})$$

$$\frac{\delta F}{\delta c^I} = \frac{\delta F}{\delta c} - \frac{1}{s^2} \frac{\delta F}{\delta a} \quad (\text{AI.9c})$$

Transformação, em forma matricial:

$$\begin{bmatrix} \frac{\delta F}{\delta V_0^I} \\ \frac{\delta F}{\delta a^I} \\ \frac{\delta F}{\delta b^I} \\ \frac{\delta F}{\delta c^I} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{s} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -s & 1 & 0 \\ 0 & -s^2 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\delta F}{\delta V_0} \\ \frac{\delta F}{\delta a} \\ \frac{\delta F}{\delta b} \\ \frac{\delta F}{\delta c} \end{bmatrix} \quad (\text{AI.10})$$

ou

$$\vec{\eta}^I = B \vec{\eta} \quad (\text{AI. 11})$$

De (I.6) tem-se:

$$\underset{\sim}{B} \underset{\sim}{A} \underset{\sim}{B}^T \underset{\sim}{\vec{X}} = \underset{\sim}{B} \left[\underset{\sim}{\vec{X}} + \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \underset{\sim}{\vec{X}} \right] \quad (\text{AI.12})$$

Esta expressão define duas equações, utilizadas para determinação dos valores de b e c . Sendo assim, o valor de a pode ser calculado depois que os valores de b e c forem determinados.

Da expressão (AI.12), temos:

$$\underset{\sim}{B} \cdot \underset{\sim}{A} \cdot \underset{\sim}{B}^T - \left(1 + \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \right) \cdot \underset{\sim}{B} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} \cdot s - 1 - \frac{\dot{y}_n(s)}{s} & \frac{1}{s} \cdot \left(1 + \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \right) & -\frac{1}{12} \cdot s^3 & -\frac{7}{60} \cdot s^4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{12} \cdot s^3 & s \cdot \left(1 + \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \right) & \frac{1}{30} \cdot s^5 - 1 - \frac{\dot{y}_n(s)}{s} & \frac{1}{20} \cdot s^6 \\ -\frac{7}{60} \cdot s^4 & s^2 \cdot \left(1 + \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \right) & \frac{1}{20} \cdot s^6 & \frac{8}{105} \cdot s^7 - 1 - \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \end{bmatrix} \quad (\text{AI.12a})$$

E o vetor $\underset{\sim}{\vec{X}}$ é:

$$\underset{\sim}{\vec{X}} = \begin{pmatrix} V_0 \\ a \\ b \\ c \end{pmatrix} \quad (\text{AI. 13})$$

Aplica-se (AI.7a) e (AI.8) em (AI.13), utilizam-se os resultados em (AI.12) e (AI.11), se obtém o sistema de equações a ser resolvido em b e c :

$$\begin{cases} b \cdot \left(-s^3 - s^2 \cdot \dot{y}_n(s) + \frac{s^6}{20} \right) + c \cdot \left[-s^4 - s^3 \cdot \dot{y}_n(s) + \left(\frac{8}{105} \cdot s^7 - 1 - \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \right) \right] = s \cdot \dot{y}_n(s) + \dot{y}_n^2(s) \\ b \cdot \left[-s^2 - s \cdot \dot{y}_n(s) + \left(\frac{s^5}{30} - 1 - \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \right) \right] + c \cdot \left(-s^3 - s^2 \cdot \dot{y}_n(s) + \frac{s^6}{20} \right) = \dot{y}_n(s) + \frac{\dot{y}_n^2(s)}{2} \end{cases} \quad (\text{AI. 14})$$

A solução do sistema (AI.14) fornece os valores de b e c , para serem utilizados depois em (AI.8), de forma a determinar o valor de a .

Em notação matricial:

$$\underset{\sim}{G} \cdot \underset{\sim}{x} = \underset{\sim}{v} \quad (\text{AI.15})$$

onde:

$$\tilde{G} = \begin{bmatrix} -s^3 - s^2 \cdot \dot{y}_n(s) + \frac{s^6}{20} & -s^4 - s^3 \cdot \dot{y}_n(s) + \left(\frac{8}{105} \cdot s^7 - 1 - \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \right) \\ -s^2 - s \cdot \dot{y}_n(s) + \left(\frac{s^5}{30} - 1 - \frac{\dot{y}_n(s)}{s} \right) & -s^3 - s^2 \cdot \dot{y}_n(s) + \frac{s^6}{20} \end{bmatrix} \quad (\text{AI.15a})$$

é a matriz dos fatores;

$$\vec{x} = \begin{pmatrix} b \\ c \end{pmatrix} \quad (\text{AI.15b})$$

o vetor de incógnitas do problema; e:

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} s \cdot \dot{y}_n(s) + \dot{y}_n^2(s) \\ \dot{y}_n(s) + \frac{\dot{y}_n^2(s)}{2} \end{pmatrix}. \quad (\text{AI.15c})$$

Apêndice II

Programa para geração de sismos artificiais - SISMOSINV

O programa SISMOSINV é um programa para geração de sismos artificiais, utilizando como dado de entrada principal, uma Função Densidade de Espectro de Potência. O método utilizado é o da superposição de oscilações.

AII.1

Dados de entrada

Os dados de entrada do programa são os seguintes:

NSIS = número do sismo, para controle;

T = Duração do sismo, em segundos;

FMIN = Limite inferior da faixa de frequências de interesse, em Hz;

FMAX = Limite superior da faixa de frequências de interesse, em Hz;

FDEP = 1 – Entrada de valores de frequência em arquivo de entrada e 2 – Usar FDEP definida pela USNRC;

ACN = Valor de aceleração máxima para normalização, em g.

NSF = Número de pares de frequência (Hz) X valor do FDEP, utilizados na geração dos sismos (Caso FDEP = 1)

Estes dados devem estar em um arquivo texto com o seguinte nome: *sismo.inp*.

AII. 2. Processamento

AII. 2. 1 Rotina principal (Sismos)

```

! -----!
! Programa Para Geração de Sismos Artificiais, a partir de uma      !
! Função Densidade de Espectro de Potência, através do método      !
! de superposição de oscilações.                                     !
! -----!

PROGRAM Sismos

INTEGER :: COUNT, NSIS, FDEP, NSF, TF, I, J, NB, N, NP, DD, BB, CC
REAL :: T, FMIN, FMAX, ACN, TA, TB, TD, DELTAT
REAL :: DELTAF, F(100000), SF(100000), PI, WMIN, DELTAW
REAL :: SW(100000), AO, AMPF(100000), AMP(1000000), W(100000)
REAL :: XF, X(100000), XXF(100000), IO, AA, AAI, TBB, TAA
REAL :: IT(100000), AFI(100000), VO, VELXXF(10000)
REAL :: MG(2,2), DetMG, MGI(2,2), V(2), FA, FB, FC
REAL :: AFII(100000), VFII(100000), DEO, XFII(100000)
COMPLEX :: A(100000), XN(100000), IM, IMA, TDFXN
REAL :: B(100000), C(100000), FD(100000), SWF(100000), WN(100000)
REAL :: AI, SWNF, SWNS(100000), INTSWNS, ABAFII(100000), ACELMAX
REAL :: AACN, NAFII(100000), A1, A2, A3, JB
REAL, DIMENSION(100000) :: R
REAL, DIMENSION(100000) :: ALPHA
INTEGER, DIMENSION(1) :: Seed
REAL :: TDFA(100000), TDFB(100000), TDFC(100000), TDFFD(100000)
REAL :: TDFWN(100000), TDFSWF(100000), TDFAMPF(1000000)
REAL :: TDFSWNF, TDFSWNS(1000000), INTTDFSWNS
!Parâmetros de entrada (arquivo texto):

!NSIS = Número do sismo.
!T = Duração do sismo.
!FMIN e FMAX, definem o intervalo de frequências de interesse.
!FMIN = Frequência Mínima (Hz).
!FMAX = Frequência Máxima (Hz).
!FDEP = Definição da FDEP utilizada. (Manual=1; USNRC = 2)
!NSF = Número de pares F x S(F) utilizados na geração dos sismos
!DELTAF = Largura da faixa de frequência utilizada (Hz).
!ACN = Valor de aceleração, parâmetro para normalização, em g.
!TF = 1, realiza cálculo da TRF e da TDF. TF<>1, não realiza o cálculo da TRF e da
TDF.

!Parâmetros de entrada (calculados pelo programa):
!TETA = Ângulo de fase, gerado randômicamente.
!DELTAT = Comprimento do intervalo de tempo para cada amostra.
!XXF(J) = Aceleração - não corrigida - no tempo J*DELTAT
!VELXXF(J) = Velocidade - não corrigida - no tempo J*DELTAT

! Abre o arquivo de entrada
OPEN (UNIT=1, FILE='sismo.inp', STATUS='old')

! Abre os arquivos de saída
OPEN (UNIT=2, FILE='sismo-fdepf.out', STATUS='REPLACE')
OPEN (UNIT=3, FILE='sismo-fdepw.out', STATUS='REPLACE')
OPEN (UNIT=4, FILE='sismo-acel.out', STATUS='REPLACE')
OPEN (UNIT=5, FILE='sismo-norm.out', STATUS='REPLACE')
OPEN (UNIT=6, FILE='sismo-fdeptraf.out', STATUS='REPLACE')
OPEN (UNIT=7, FILE='sismo-linbase.out', STATUS='REPLACE')
OPEN (UNIT=8, FILE='sismo-integra.out', STATUS='REPLACE')

```

```

      OPEN (UNIT=9, FILE='sismo-SAP.out', STATUS='REPLACE')

! Leitura dos dados do arquivo de entrada:
      READ(1,*) NSIS
      READ(1,*) T
      READ(1,*) FMIN
      READ(1,*) FMAX
      READ(1,*) FDEP
      READ(1,*) ACN
      READ(1,*) TF

!Cálculo da duração das fases inicial, intensa e final do sismo:

      TA=T/10
      TB=0.76666666666*T
      TD=TB-TA

!Definição do DeltaT - FMAX<50Hz (de acordo com Clough, pág. 599):

      DELTAT=0.01

!Cálculo de DeltaF:

      DELTAF=1/TD

      NSF=1+(FMAX-FMIN)/DELTAF

      DO I=1,NSF
        F(I)=FMIN+(I-1)*DELTAF
      END DO

! Escolher entrada manual (FDEP=1, MANUAL)
! ou automática (FDEP=2, USNRC):

      IF (FDEP .EQ. 1) THEN

        DO I=1,NSF
          READ(1,*) SF(I)
        END DO

      ELSE IF (FDEP .EQ. 2) THEN

        DO I=1,NSF

          IF (F(I) .GT. 100) THEN
!
!           F(I) > 100 - Função não definida
!           WRITE(2,2)
!           FORMAT('O valor da frequencia não pode ser maior que
100Hz')
!           GOTO 500
          ELSE IF (F(I) .GT. 16) THEN
!
!           F(I) > 16 E SF(I) <= 100
!           SF(I) = 0.0466*(16/F(I))**8
          ELSE IF (F(I) .GT. 9) THEN
!
!           F(I) > 9 E SF(I) <= 16
!           SF(I) = 0.2626*(9/F(I))**3
          ELSE IF (F(I) .GT. 2.5) THEN
!
!           F(I) > 2.5 E SF(I) <= 9
!           SF(I) = 2.632*(2.5/F(I))**1.8
          ELSE IF (F(I) .GT. 0) THEN
!
!           F(I) > 0 E SF(I) <= 2.5
!           SF(I) = 2.632*(F(I)/2.5)**0.2
          ELSE
!
!           F(I) <= 0.0 - Função não definida
!           WRITE(2,5)
!           FORMAT('O valor da frequencia não pode ser menor que
0Hz')

```



```

                                GOTO 500
                        END IF

                END DO

ELSE IF (FDEP .EQ. 3) THEN
        DO I=1,NSF
                SF(I)=2
        END DO

ELSE
        WRITE(2,8)
8      FORMAT('É preciso escolher a FDEP!')
        GOTO 500
END IF

!Cálculo de Pi:

PI = 3.141592654

!Cálculo de DeltaW:

WMIN=2*PI*FMIN
DELTAW=2*PI*DELTAF

!Transformação de S(f) para S(w):
! S(f)Df=S(w)Dw

DO I=1,NSF
        SW(I)=SF(I)/(2*PI)
END DO

!Integral do espectro de potência E[x**2]:

AO=0

DO J=1,NSF
        AMPF(J)=AO+((SW(J)+SW(J+1))/2)*DELTAW
        AO=AMPF(J)
END DO

!Cálculo das amplitudes do harmônicos:

DO I=1,NSF
        AMP(I)=SQRT(SW(I)*DELTAW*2)
END DO

!Cálculo das frequências correspondentes a cada harmônico i:

DO I=1,NSF
        W(I)=WMIN+(I-1)*DELTAW
END DO

!Definição do ângulos de fase randômicos:
!QUE - Parâmetro de entrada para geração da semente

Call SYSTEM_CLOCK (Count)
Seed = Count
CALL RANDOM_SEED( PUT = Seed )
CALL RANDOM_NUMBER(R)

DO I=1,NSF
        ALPHA=2*PI*R

```

```

END DO

!Cálculo e superposição das oscilações (aceleração):

DO j=1,T/DELTAT+2
  XF=0
  DO I=1,NSF
    X(I)=AMP(I)*SIN(W(I)*(J-1)*DELTAT+ALPHA(I))
    XF=XF+X(I)
  END DO
  XXF(J)=XF
END DO

!Cálculo da média dos quadrados antes da função intensidade:

EX=0
DO j=1,T/DELTAT+2
  EX=EX+(XXF(J))**2
END DO

EX2A=EX/(T/DELTAT+1)

!Determinação e aplicação da função intensidade:

IO = 1

!Definição da função intensidade e aplicação dela na aceleração:
!
!TA = Duração da fase inicial do sismo
!TB = Duração da fase dominante do sismo + TA
!De acordo com o manual do AGA: "The intensity function I(t) (...)
!consists of a parabolic rise, a constant central portion where I(t)=1
!and an exponentially decaying tail. (pág. 4)
!Foi utilizada uma redução de 95% para determinação do fator AA

AA=0.05
AAI=(LOG(AA))/(T-TB)
TBB=TB/DELTAT
TAA=TA/DELTAT

DO J=1,T/DELTAT+2
  IF (J .GT. T/DELTAT+2) THEN
    !
  ELSE IF (J .GT. TBB) THEN
    ! Fase final do sismo J > TB e j <= T/DELTAT
    IT(J)=IO*EXP(AAI*(J*DELTAT-TB))
    AFI(J)=XXF(J)*IT(J)
  ELSE IF (J .GT. TAA) THEN
    ! Fase dominante do sismo J > TA e j <= TB
    IT(J)=IO
    AFI(J)=XXF(J)*IT(J)
  ELSE
    ! Fase inicial do sismo J <= TA e J > 0
    IT(J)=IO*(J*DELTAT/TA)**2
    AFI(J)=XXF(J)*IT(J)
  END IF
END DO

!Cálculo da velocidade (integração):

VO=0

DO J=1,T/DELTAT+1
  VELXXF(J)=VO+(AFI(J)+AFI(J+1))*DELTAT/2
  VO=VELXXF(J)
END DO

```

```

!Correção da linha de base:
!Baseado no apêndice II da tese do Galo Ramiro
!
!ȳc = ȳu + a + 2bt + 3ct2
!
!Determinação das constantes a, b e c:

!Matriz MG (definida utilizando o mathcad):

MG(1,1)=-T**3-VELXXF(T/DELTAT+1)*T**2+(T**6)/20
MG(1,2)=-T**4-VELXXF(T/DELTAT+1)*T**3+8*T**7/105-1-VELXXF(T/DELTAT+1)/T
MG(2,2)=MG(1,1)
MG(2,1)=-T**2-T*VELXXF(T/DELTAT+1)+((T**5)/30-1-VELXXF(T/DELTAT+1)/T)

!Determinante da matriz MG:

DetMG=MG(2,2)*MG(1,1)-MG(1,2)*MG(2,1)

!Inversa da Matriz MG:

MGI(1,1)=MG(2,2)/DetMG
MGI(1,2)=-MG(1,2)/DetMG
MGI(2,1)=-MG(2,1)/DetMG
MGI(2,2)=MG(1,1)/DetMG

!Vetor V (definido utilizando o mathcad):

V(1)=T*VELXXF(T/DELTAT+1)+VELXXF(T/DELTAT+1)**2
V(2)=VELXXF(T/DELTAT+1)+((VELXXF(T/DELTAT+1))**2)/2

!Valor dos fatores a, b e c:

FB=MGI(1,1)*V(1)+MGI(1,2)*V(2)
FC=MGI(2,1)*V(1)+MGI(2,2)*V(2)
FA=-VELXXF(T/DELTAT+1)/T-FB*T-FC*T**2

!Correção da linha de base:

DO J=1,T/DELTAT+2
    AFII(J)=AFI(J)+FA+2*FB*(J*DELTAT-DELTAT)+3*FC*(J*DELTAT-DELTAT)**2
END DO

!Cálculo da velocidade:

VO=0

DO J=1,T/DELTAT+1
    VFII(J)=VO+(AFII(J)+AFII(J+1))*DELTAT/2
    VO=VFII(J)
END DO

!Cálculo do deslocamento:

DEO=0

DO J=1,T/DELTAT
    XFII(J)=DEO+(VFII(J)+VFII(J+1))*DELTAT/2
    DEO=XFII(J)
END DO

!Cálculo da média dos quadrados da fase intensa do sismo:

EX=0

```

```

DO J=TA/DELTAT+1,TB/DELTAT+1
    EX=EX+(XXF(J))**2
END DO

EX2F=EX/(TD/DELTAT)

IF (TF .EQ. 1) THEN

!Transformada de Fourier da Função, para obtenção
!do FDEP correspondente à aceleração na fase intensa do sismo:

!Transformada Rápida de Fourier - TRF:
!Definição dos valores de N e NB para obter a TRF:

    NP=TD/DELTAT-1

        IF (NP .GT. 131072) THEN
!
!                    NP > 131072 (2**17) - Número de pontos excede o máximo
permitido
            WRITE(2,3)
3            FORMAT('Número de pontos excede o máximo permitido (2**17)')
            GOTO 500
        ELSE IF (NP .GT. 65536) THEN
!
!                    NP > 65536 (2**16) E NB <= 131072 (2**17)
            N=17
            NB=131072
        ELSE IF (NP .GT. 32768) THEN
!
!                    NP > 32678 (2**15) E NB <= 65536 (2**16)
            N=16
            NB=65536
        ELSE IF (NP .GT. 16384) THEN
!
!                    NP > 16384 (2**14) E NB <= 32678 (2**15)
            N=15
            NB=32768
        ELSE IF (NP .GT. 8192) THEN
!
!                    NP > 8192 (2**13) E NB <= 16384 (2**14)
            N=14
            NB=16384
        ELSE IF (NP .GT. 4096) THEN
!
!                    NP > 4096 (2**12) E NB <= 8192 (2**13)
            N=13
            NB=8192
        ELSE IF (NP .GT. 2048) THEN
!
!                    NP > 2048 (2**11) E NB <= 4096 (2**12)
            N=12
            NB=4096
        ELSE IF (NP .GT. 1024) THEN
!
!                    NP > 1024 (2**10) E NB <= 2048 (2**11)
            N=11
            NB=2048
        ELSE IF (NP .GT. 512) THEN
!
!                    NP > 512 (2**9) E NB <= 1024 (2**10)
            N=10
            NB=1024
        ELSE IF (NP .GT. 256) THEN
!
!                    NP > 256 (2**8) E NB <= 512 (2**9)
            N=9
            NB=512
        ELSE IF (NP .GT. 128) THEN
!
!                    NP > 128 (2**7) E NB <= 256 (2**8)
            N=8
            NB=256
        ELSE IF (NP .GT. 64) THEN
!
!                    NP > 64 (2**6) E NB <= 128 (2**7)
            N=7
            NB=128
        ELSE IF (NP .GT. 32) THEN
!
!                    NP > 32 (2**5) E NB <= 64 (2**6)

```

```

        N=6
        NB=64
    ELSE
        NP <= 32 - Número insuficiente de pontos
        WRITE(2,6)
        6      FORMAT('Número insuficiente de pontos => mín.: 32')
        GOTO 500
    END IF

    DO J=1,NB
        A(J)=0
    END DO

    DO J=1,NP
        A(J)=AFII(TA/DELTAT+1+J)
!      A(J)=XXF(J)
    END DO

    CALL TRF (A,N,NB)

    DO J=1,NB
        B(J)=IMAG(A(J))
        C(J)=REAL(A(J))
        FD(J)=SQRT(B(J)**2+C(J)**2)
    END DO

!FEDP Depois da transformada de Fourier:

    DO J=1,NB
        WN(J)=2*PI*(J-1)/(DELTAT*NB)
    END DO

    DO J=1,NB
        SWF(J)=2*(FD(J)**2)/(WN(2)-WN(1))
    END DO

!Integral do espectro de potência:

    AI=0

    DO J=1,NB/4
        AMPF(J)=AI+((SWF(J)+SWF(J+1))/2)*(WN(2)-WN(1))
        AI=AMPF(J)
    END DO

!Suavização da FDEP, de acordo com USNRC:
!"At any frequency f, the average PSD is computed over a frequency band width of
! +-20 percent, centered on frequency f (e.g., 4Hz to 6Hz band width for f = 5Hz)."

    DO J=1,NB
        DD=0.8*J
        BB=1.2*J
        CC=BB-DD+1

        IF (DD .LT. 1) THEN
            DD=1
            CC=1
        END IF

        IF (BB .GT. NB) THEN
            BB=NB
            CC=BB-DD
        END IF

        SWNF=0
    END DO

```

```

      DO I=DD,BB
        SWNF=SWF(I)/CC+SWNF
        SWNS(J)=SWNF
      END DO

END DO

!Integral do espectro de potência suavizado:

INTSWNS=0

DO J=1,NB/4
  AMPF(J)=INTSWNS+((SWNS(J)+SWNS(J+1))/2)*(WN(2)-WN(1))
  INTSWNS=AMPF(J)
END DO

!Transformada Discreta de Fourier - TDF:

NP=TD/DELTAT

DO J=1,NP
  TDFA(J)=AFII(TA/DELTAT+1+J)
END DO

DO I=1,NP
  TDFXN=0
  DO J=1,NP
    IM=-1
    IMA=SQRT(IM)
    ! XN(I)=TDFXN+(TDFA(J)*CEXP(-IMA*((2*PI*(I-1)*(J-1))/NP)))/NP
    XN(I)=TDFXN+(TDFA(J)*(COS((2*PI*(I-1)*(J-1))/NP)+CEXP(-IMA)*SIN((2*PI*(I-1)*(J-1))/NP)))/NP
    TDFXN=XN(I)
  END DO
END DO

DO J=1,NP
  TDFB(J)=IMAG(XN(J))
  TDFC(J)=REAL(XN(J))
  TDFFD(J)=SQRT(TDFB(J)**2+TDFC(J)**2)
END DO

!FEDP Depois da transformada de Fourier:

DO J=1,NP
  TDFWN(J)=2*PI*(J-1)/(DELTAT*NP)
END DO

DO J=1,NP
  TDFSFW(J)=2*(TDFFD(J-1)**2)/(TDFWN(2)-TDFWN(1))
END DO

!Integral do espectro de potência:

TDFAI=0

DO J=1,NP/4
  AMPF(J)=TDFAI+((TDFSFW(J)+TDFSFW(J+1))/2)*(TDFWN(2)-TDFWN(1))
  TDFAI=AMPF(J)
END DO

!Suavização da FDEP, de acordo com USNRC:

```

!"At any frequency f, the average PSD is computed over a frequency band width of
! +-20 percent, centered on frequency f (e.g., 4Hz to 6Hz band width for f = 5Hz)."

```

DO J=1,NP

    DD=0.8*J
    BB=1.2*J
    CC=BB-DD+1

    IF (DD .LT. 1) THEN
        DD=1
        CC=1
    END IF

    IF (BB .GT. NP) THEN
        BB=NP
        CC=BB-DD
    END IF

    TDFSWNF=0

    DO I=DD,BB
        TDFSWNF=TDFSWF(I)/CC+TDFSWNF
        TDFSWSN(J)=TDFSWNF
    END DO

END DO

!Integral do espectro de potência suavizado:

INTTDFSWSN=0

DO J=1,NP/4
    TDFAMPF(J)=INTTDFSWSN+((TDFSWSN(J)+TDFSWSN(J+1))/2)*(TDFWN(2)-TDFWN(1))
    INTTDFSWSN=TDFAMPF(J)
END DO

END IF

!Acelerograma normalizado:

!Acelerações em valores absolutos:
DO J=1,T/DELTAT+1
    ABAFII(J)=ABS(AFII(J))
END DO

!Valor máximo:

JB=0

DO J=1,T/DELTAT+1
    IF (ABAFII(J) .GT. JB) THEN
        JB=ABAFII(J)
        ACELMAX=ABAFII(J)
    ELSE
        END IF
END DO

!Acelerograma normalizado, em relação a ACN:

AACN = ACN*9.81

DO J=1,T/DELTAT+1
    NAFII(J)=(AFII(J)/ACELMAX)*AACN
END DO

!Grava os dados no arquivo de saída:

WRITE(2,10)

```

```

10      FORMAT('Número de pares F x S(F) utilizados na geração dos sismos:')
WRITE(2,*) NSF, AO, AI, AI/AO, INTSWNS, INTSWNS/AO
WRITE(2,*) TDFAI, INTTDFSWNS

WRITE(2,15)
15      FORMAT('Pares F x S(F) utilizados na geração dos sismos:')
WRITE(2,16)
16      FORMAT(' I      F(I)      SF(I)')

DO I=1,NSF
      WRITE(2,*) i,F(i),SF(i)
END DO

WRITE(3,20)
20      FORMAT('Pares W x S(W) utilizados na geração dos sismos:')
WRITE(3,21)
21      FORMAT(' I  W(I)  SW(I)  AMP(I) ALPHA(I)')

DO I=1,NSF
      WRITE(3,*) i,W(i),SW(i),AMP(i), ALPHA(I)
END DO

WRITE(7,22)
22      FORMAT('Matriz MG')
WRITE(7,*) MG(1,1), MG(1,2), MG(2,1), MG(2,2)

WRITE(7,23)
23      FORMAT('Matriz MGI')
WRITE(7,*) MGI(1,1), MGI(1,2), MGI(2,1), MGI(2,2)

WRITE(7,24)
24      FORMAT('Velocidade não corrigida no tempo T:')
WRITE(7,*) VELXXF(T/DELTAT+1)

WRITE(7,25)
25      FORMAT('Fatores a, b e c:')
WRITE(7,*) FA, FB, FC

WRITE(7,26)
26      FORMAT('Vetor V:')
WRITE(7,*) V(1), V(2)

WRITE(4,30)
30      FORMAT('Valores da aceleração, antes e depois da correção da linha de
base:')
WRITE(4,35)
35      FORMAT('J  XXF(J)  IT(J)  AFI(J)  AFII(J)')

      DO j=1,T/DELTAT+1
      WRITE(4,*) J, XXF(J), IT(J), AFI(J), AFII(J)
END DO

WRITE(5,50)
50      FORMAT('Aceleração não normalizada e normalizada')

WRITE(5,60)
60      FORMAT('Amax:')
WRITE(5,*) ACELMAX, AAI

DO j=1,T/DELTAT+1
      WRITE(5,*) J, AFII(J), NAFII(J)
END DO

WRITE(8,70)
70      Format('      J  ACELACAO  VELOCIDADE  DESLOCAMENTO:')

DO j=1,T/DELTAT+1
      WRITE(8,*) J, AFII(J), VFII(J), XFII(J)

```



```

!                               WRITE(8,*)  C(J)
END DO

IF (TF .EQ. 1) THEN

    WRITE(6,80)
    80      Format('TRF:')
    WRITE(6,85)
    85      Format('J  A(J) C(J) B(J)')

    DO J=1,NB
        WRITE(6,*) A(J), C(J), B(J)
    END DO

    WRITE(6,90)
    90      Format('FEDP DEPOIS DO TRF:')
    WRITE(6,95)
    95      Format('Frequência-WN(J)  Potência-SWF(J)  Potência-SWF(J)  Amplitude de
Fourier-FD(J)  ')

    DO J=1,NB
        WRITE(6,*) WN(J), SWF(J), SWNS(J), FD(J)
    END DO

    WRITE(6,96)
    96      Format('TDF:')
    WRITE(6,97)
    97      Format('J  XN(J) TDFC(J) TDFB(J)')

    DO J=1,NP
        WRITE(6,*) XN(J), TDFC(J), TDFB(J)
    END DO

    WRITE(6,98)
    98      Format('FEDP DEPOIS DA TDF:')
    WRITE(6,99)
    99      Format('Frequência-TDFWN(J)  Potência-TDFSWF(J)  Potência-TDFSWF(J)
Amplitude de Fourier-TDFFD(J)  ')
    DO J=1,NP
        WRITE(6,*) TDFWN(J), TDFSWF(J), TDFSWNS(J), TDFFD(J)
    END DO

END IF

!Formatação para o arquivo de entrada do SAP:
DO J=1,T/DELTAT+1,3
    A1=J*DELTAT-DELTAT
    A2=(J+1)*DELTAT-DELTAT
    A3=(J+2)*DELTAT-DELTAT
    WRITE(9,100) A1, NAFII(J), A2, NAFII(J+1), A3, NAFII(J+2)
100      FORMAT (F9.5,F9.5,F9.5,F9.5,F9.5,F9.5)
    END DO
    WRITE(9,110)
110 Format('.'.

    ! Fecha o arquivo de entrada.
500      CLOSE (UNIT=1)

    ! Fecha os arquivos de saída.
    CLOSE (UNIT=2)
    CLOSE (UNIT=3)
    CLOSE (UNIT=4)
    CLOSE (UNIT=5)

```

```

CLOSE (UNIT=6)
CLOSE (UNIT=7)
CLOSE (UNIT=8)
CLOSE (UNIT=9)

END PROGRAM Sismos

```

AlI. 2. 2 **Subrotina TRF**

```

SUBROUTINE TRF (A,N,NB)
PARAMETER (NMAX=3000)
COMPLEX A(NMAX),U,W,T
C
C  DIVIDE TODOS OS ELEMENTOS POR NB
C
      DO 1 J=1,NB
        A(J)=A(J)/NB
1 CONTINUE
C
C  REORDENA A SEQUÊNCIA
C
      NDB2=NB/2
      NBM1=NB-1
      J=1
      DO 4 L=1,NBM1
        IF (L .GE. J) GOTO 2
        T=A(J)
        A(J)=A(L)
        A(L)=T
2       K=NDB2
3       IF (K .GE. J) GOTO 4
        J=J-K
        K=K/2
        GOTO 3
4       J=J+K
C
C  CALCULA A TRF
C
      PI=3.1415926553589793
      DO 6 M=1,N
        U=(1.0,0.0)
        ME=2**M
        K=ME/2
        W=CMPLX(COS(PI/K),-SIN(PI/K))
        DO 6 J=1,K
          DO 5 L=J,NB,ME
            LPK=L+K
            T=A(LPK)*U
            A(LPK)=A(L)-T
            A(L)=A(L)+T
5          CONTINUE
          U=U*W
6        CONTINUE
C
      RETURN
END SUBROUTINE TRF

```

AII. 3.

Arquivos de saída.

São oito arquivos de saída diferentes, e o conteúdo de cada um deles está nos itens a seguir.

AII. 3. 1.

Arquivo *sismo-fdepf.out*

Este arquivo fornece o número de pares de Frequência (em Hz) e valor correspondente de FDEP, os valores dos pares, utilizados no programa, bem como os valores das integrais do FDEP original e o obtido após a TRF do acelerograma. Também é mostrada a comparação entre tais valores. Para exemplo, ver item AII. 4. 2. 1..

AII. 3. 2.

Arquivo *sismo-fdepw.out*

Este arquivo fornece os valores dos pares de Frequência (em rad/s) e o valor correspondente da FDEP. Também fornece os valores das amplitudes dos harmônicos (de acordo com item) e os ângulos de fase randômicos (item) utilizados na construção do acelerograma. Para exemplo, ver item AII. 4. 2. 2..

AII. 3. 3.

Arquivo *sismo-linbase.out*

Este arquivo fornece os seguintes valores:

- a) Matriz MG – ver apêndice I
- b) Inversa da matriz MG
- c) Velocidade final antes do acelerograma ter sido corrigido, no tempo T.
- d) Fatores a, b e c, de acordo com o Apêndice I.
- e) Vetor \vec{V} , de acordo com A. I.

Para exemplo, ver item AII. 4. 2. 3..

AII. 3. 4.**Arquivo *sismo-acel.out***

Este arquivo apresenta os valores da aceleração, antes e depois da correção da linha de base. Também fornece os valores da função $I(t)$. Para exemplo, ver item AII. 4. 2. 4..

AII. 3. 5.**Arquivo *sismo-norm.out***

Apresenta o valor da aceleração máxima do sismo, antes da sua normalização e todos os valores antes e após normalização. Para exemplo, ver item AII. 4. 2. 5..

AII. 3. 6.**Arquivo *sismo-integra.out***

Apresenta os valores do acelerograma já corrigido e normalizado, bem como os valores obtidos com sua integração sucessiva: velocidade e deslocamento. Para exemplo, ver item AII. 4. 2. 6..

AII. 3. 7.**Arquivo *sismo-fdeptrf.out***

Apresenta as amplitudes de Fourier - tanto os coeficientes do número imaginário quanto o seu módulo - obtidas utilizando a Transformada Rápida de Fourier (com a subrotina TRF) e a Transformada Discreta de Fourier (TDF). São mostradas as FDEP's geradas por ambos os métodos tanto as não-suavizadas quanto as suavizadas. Para exemplo, ver item AII. 4. 2. 7..

AII. 3. 8.

Arquivo *sismo-SAP.out*

Formatação dos dados de forma a compatibilizar com o formato necessário para arquivo de entrada do SAP2000. Para exemplo, ver item AII. 4. 2. 8..

AII. 4.

Exemplo de utilização do programa

A seguir, exemplo de utilização do programa, tendo como dados de entrada a FDEP prescrita pela NRC /AII.1/, duração de 15 segundos, faixa de frequência de interesse entre 0,1 e 25Hz, normalização para 1,0g e cálculo das transformadas de Fourier (TRF e TDF).

AII. 4. 1.

Arquivo de entrada (*sismo.inp*)

1
15
0.1
25
2
0.4

AII. 4. 2.

Arquivos de saída

AII. 4. 2. 1.

Arquivo *sismo-fdepf.out*.

Número de pares F x S(F) utilizados na geração dos sismos:

249	1.838745	1.803303	9.807246E-01	1.833812
9.973171E-01				
1.726323	1.751190			

Pares F x S(F) utilizados na geração dos sismos:

I	F(I)	SF(I)
---	------	-------

1	1.000000E-01	2.201030E-01
2	2.000000E-01	2.528320E-01
3	3.000000E-01	2.741891E-01
4	4.000000E-01	2.904277E-01
5	5.000000E-01	3.036827E-01
6	6.000000E-01	3.149606E-01
7	7.000000E-01	3.248221E-01
8	8.000000E-01	3.336138E-01
9	9.000000E-01	3.415659E-01

.....

.....

.....

241	24.100000	2.800447E-04
242	24.200000	2.709198E-04
243	24.300000	2.621280E-04
244	24.400000	2.536560E-04
245	24.500000	2.454907E-04
246	24.600000	2.376199E-04
247	24.700000	2.300319E-04
248	24.800000	2.227154E-04
249	24.900000	2.156597E-04AII.

Obs.: Os valores apresentados depois do número de pontos utilizados, corresponde ao valor da integral da FDEP de entrada, da FDEP depois da TRF, da relação entre estas FDEP's, da FDEP depois da TDF e da relação entre a FDEP de entrada e a FDEP calculada pela TDF, a integral da FDEP (utilizando TRF) suavizada e a integral da FDEP (utilizando TDF) suavizada, respectivamente.

II. 4. 2. 2.

Arquivo *sismo-fdepw.out*.

Pares W x S(W) utilizados na geração dos sismos:

I	W(I)	SW(I)	AMP(I)	ALPHA(I)	
1		6.283185E-01	3.503048E-02	2.098109E-01	2.524813
2		1.256637	4.023946E-02	2.248697E-01	3.059335E-01
3		1.884956	4.363856E-02	2.341748E-01	2.231980
4		2.513274	4.622300E-02	2.410094E-01	2.119286
5		3.141593	4.833260E-02	2.464478E-01	3.501954
6		3.769911	5.012754E-02	2.509823E-01	1.646159E-02

.....

.....

```

.....
.....
.....
.....
244      153.309700      4.037061E-05      7.122584E-03      2.644103
245      153.938000      3.907106E-05      7.007007E-03      3.120214
246      154.566400      3.781838E-05      6.893764E-03      1.597358
247      155.194700      3.661071E-05      6.782800E-03      5.072659
248      155.823000      3.544625E-05      6.674060E-03      2.725599E-01
249      156.451300      3.432331E-05      6.567492E-03      6.029750

```

All. 4. 2. 3. Arquivo *sismo-linbase.out*.

```

Matriz MG
  566199.800000      1.296788E+07      25089.410000      566199.800000
Matriz MGI
 -1.185907E-04      2.716126E-03      5.254983E-06      -1.185907E-04
Velocidade não corrigida no tempo T:
 -1.932223E-01
Fatores a, b e c:
  1.362900E-02      -1.348252E-04      5.666074E-06
Vetor V:
 -2.861000      -1.745549E-01

```

All. 4. 2. 4. Arquivo *sismo-acel.out*.

```

Valores da aceleração, antes e depois da correção da linha de base:
J  XXF(J)  IT(J)  AFI(J)  AFII(J)
      1      1.649109      4.444444E-05      7.329375E-05      1.370229E-02
      2      1.466236      1.777778E-04      2.606642E-04      1.388697E-02
      3      1.496003      4.000000E-04      5.984012E-04      1.422201E-02
      4      1.516196      7.111111E-04      1.078184E-03      1.469911E-02
      5      1.284966      1.111111E-03      1.427740E-03      1.504598E-02
      6      7.681254E-01      1.600000E-03      1.229001E-03      1.484456E-02
.....
.....
.....
1498      -1.852941      5.086331E-02      -9.424673E-02      -8.084508E-02
1499      -1.751107      5.042982E-02      -8.830801E-02      -7.490397E-02

```

1500	-1.754102	5.000002E-02	-8.770514E-02	-7.429870E-02
1501	-1.738180	4.957388E-02	-8.616831E-02	-7.275947E-02

All. 4. 2. 5. **Arquivo *sismo-norm.out*.**

Aceleração não normalizada e normalizada

Amax:

4.235101	-8.559235E-01
1	1.370229E-02 3.173938E-02
2	1.388697E-02 3.216715E-02
3	1.422201E-02 3.294324E-02
4	1.469911E-02 3.404836E-02
5	1.504598E-02 3.485183E-02
6	1.484456E-02 3.438528E-02
7	1.365960E-02 3.164049E-02
8	1.117294E-02 2.588051E-02
9	8.083471E-03 1.872419E-02
10	6.820580E-03 1.579889E-02
11	9.567969E-03 2.216282E-02
12	1.490165E-02 3.451752E-02

.....
.....
.....

1495	-3.624635E-02	-8.395943E-02
1496	-7.144932E-02	-1.655020E-01
1497	-8.470001E-02	-1.961953E-01
1498	-8.084508E-02	-1.872659E-01
1499	-7.490397E-02	-1.735042E-01
1500	-7.429870E-02	-1.721022E-01
1501	-7.275947E-02	-1.685368E-01

All. 4. 2. 6. **Arquivo *sismo-integra.out*.**

J	ACELERACAO	VELOCIDADE	DESLOCAMENTO:
1	1.370229E-02	1.379463E-04	2.082187E-06
2	1.388697E-02	2.784912E-04	5.590127E-06
3	1.422201E-02	4.230968E-04	1.056472E-05
4	1.469911E-02	5.718222E-04	1.703021E-05
5	1.504598E-02	7.212748E-04	2.495556E-05
6	1.484456E-02	8.637956E-04	3.421433E-05

.....
.....
.....

1491	1.502568E-02	5.002050E-03	-2.657028
1492	1.945660E-02	5.218579E-03	-2.656975

1493	2.384922E-02	5.357298E-03	-2.656922
1494	3.894474E-03	5.195539E-03	-2.656873
1495	-3.624635E-02	4.657060E-03	-2.656830
1496	-7.144932E-02	3.876314E-03	-2.656796
1497	-8.470001E-02	3.048588E-03	-2.656769
1498	-8.084508E-02	2.269843E-03	-2.656750
1499	-7.490397E-02	1.523830E-03	-2.656739
1500	-7.429870E-02	7.885389E-04	-2.656734
1501	-7.275947E-02	1.343991E-04	0.000000E+00

All. 4. 2. 6. Arquivo *sismo-fdeptrf.out*.

TRF:

J A(J) C(J) B(J)

(1.092469E-02,0.000000E+00)	1.092469E-02	0.000000E+00
(-4.122078E-02,9.611118E-02)	-4.122078E-02	9.611118E-02
(7.390829E-02,7.059859E-02)	7.390829E-02	7.059859E-02
(-9.978706E-02,-7.488689E-02)	-9.978706E-02	-7.488689E-02
(9.915422E-04,-1.071562E-01)	9.915422E-04	-1.071562E-01
(8.000136E-02,9.245780E-02)	8.000136E-02	9.245780E-02
(-3.880572E-02,-1.087528E-01)	-3.880572E-02	-1.087528E-01
(-8.153059E-02,1.133614E-01)	-8.153059E-02	1.133614E-01

.....

(5.779487E-02,-8.491036E-02)	5.779487E-02	-8.491036E-02
(-1.116494E-01,-1.242434E-01)	-1.116494E-01	-1.242434E-01
(5.779479E-02,8.491030E-02)	5.779479E-02	8.491030E-02
(-8.153051E-02,-1.133613E-01)	-8.153051E-02	-1.133613E-01
(-3.880570E-02,1.087526E-01)	-3.880570E-02	1.087526E-01
(8.000128E-02,-9.245773E-02)	8.000128E-02	-9.245773E-02
(9.915503E-04,1.071561E-01)	9.915503E-04	1.071561E-01
(-9.978697E-02,7.488677E-02)	-9.978697E-02	7.488677E-02
(7.390821E-02,-7.059850E-02)	7.390821E-02	-7.059850E-02
(-4.122074E-02,-9.611109E-02)	-4.122074E-02	-9.611109E-02

FEDP DEPOIS DO TRF:

Frequência-WN(J)	Potência-SWF(J)	Potência-SWF(J)	Amplitude de Fourier-FD(J)
0.000000E+00	3.890167E-04	3.890167E-04	1.092469E-02
6.135923E-01	3.564749E-02	1.801825E-02	1.045778E-01
1.227185	3.405061E-02	3.484905E-02	1.022086E-01
1.840777	5.073566E-02	4.239313E-02	1.247618E-01
2.454369	3.743018E-02	4.563030E-02	1.071608E-01
3.067962	4.872507E-02	4.508747E-02	1.222647E-01
3.681554	4.345898E-02	4.829200E-02	1.154688E-01
4.295146	6.355374E-02	4.753137E-02	1.396354E-01
4.908739	3.438770E-02	5.808675E-02	1.027133E-01
5.522331	9.094656E-02	5.633823E-02	1.670391E-01

6.135923	3.528287E-02	5.369556E-02	1.040416E-01
6.749516	5.752030E-02	5.152477E-02	1.328420E-01
7.363108	4.048215E-02	4.695072E-02	1.114440E-01
7.976700	5.052905E-02	5.365339E-02	1.245075E-01
8.590293	6.943383E-03	6.087778E-02	4.615413E-02
9.203885	1.311626E-01	6.237034E-02	2.005996E-01

.....			
.....			
.....			
622.796200	9.094638E-02	1.384431E-02	1.670389E-01
623.409900	3.438764E-02	1.390930E-02	1.027132E-01
624.023400	6.355365E-02	1.397506E-02	1.396353E-01
624.637000	4.345889E-02	1.404103E-02	1.154687E-01
625.250600	4.872498E-02	1.410787E-02	1.222646E-01
625.864200	3.743010E-02	1.410787E-02	1.071607E-01
626.477800	5.073553E-02	1.417534E-02	1.247616E-01
627.091400	3.405053E-02	1.424318E-02	1.022085E-01
627.705000	3.564741E-02	1.431217E-02	1.045777E-01

TDF:

J XN(J) TDFC(J) TDFB(J)

(1.272280E-02,0.000000E+00)	1.272280E-02	0.000000E+00
(-8.766139E-02,8.339014E-02)	-8.766139E-02	8.339014E-02
(5.478335E-02,5.590997E-02)	5.478335E-02	5.590997E-02
(-8.669371E-02,-3.527080E-02)	-8.669371E-02	-3.527080E-02
(1.728514E-02,-9.459750E-02)	1.728514E-02	-9.459750E-02
(8.846512E-02,3.957848E-02)	8.846512E-02	3.957848E-02
(-1.123006E-02,-8.867594E-02)	-1.123006E-02	-8.867594E-02
(-8.742353E-02,1.059830E-01)	-8.742353E-02	1.059830E-01

.....		
.....		
.....		
(1.392935E-01,-3.958918E-02)	1.392935E-01	-3.958918E-02
(-1.041828E-01,9.459914E-02)	-1.041828E-01	9.459914E-02
(-1.319942E-01,3.528237E-02)	-1.319942E-01	3.528237E-02
(1.265767E-01,-5.591385E-02)	1.265767E-01	-5.591385E-02
(1.941922E-02,-8.339002E-02)	1.941922E-02	-8.339002E-02

FEDP DEPOIS DA TDF:

Frequência-TDFWN(J)	Potência-TDFSWF(J)	Potência-TDFSWF(J)	Amplitude de Fourier-TDFFD(J)
0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	1.272280E-02
6.283185E-01	5.152474E-04	2.576237E-04	1.209894E-01
1.256637	4.659558E-02	2.355541E-02	7.827605E-02
1.884956	1.950329E-02	3.304944E-02	9.359396E-02
2.513274	2.788340E-02	2.560743E-02	9.616373E-02
3.141593	2.943559E-02	2.667991E-02	9.691509E-02
3.769911	2.989736E-02	2.816196E-02	8.938421E-02
4.398230	2.543148E-02	3.621157E-02	1.373873E-01
5.026548	6.008184E-02	4.222934E-02	1.296519E-01

5.654867	5.350668E-02	5.522083E-02	1.315690E-01
6.283185	5.510072E-02	5.207025E-02	1.604863E-01
6.911504	8.198342E-02	5.933016E-02	1.068149E-01
7.539823	3.631735E-02	6.113911E-02	1.472214E-01
8.168141	6.899095E-02	6.290146E-02	1.492818E-01
8.796460	7.093558E-02	5.694555E-02	1.418858E-01

.....

.....

.....

624.548600	4.329419E-02	1.365820E-02	1.533425E-01
625.176900	7.484711E-02	1.365820E-02	1.448102E-01
625.805300	6.674957E-02	1.371786E-02	1.407233E-01
626.433600	6.303509E-02	1.377779E-02	1.366284E-01
627.062000	5.941994E-02	1.383848E-02	1.383764E-01
627.690200	6.095006E-02	1.389925E-02	8.562127E-02

AII. 4. 2. 7. **Arquivo *sismo-SAP.out*.**

.00000	.03174	.01000	.03217	.02000	.03294
.03000	.03405	.04000	.03485	.05000	.03439
.06000	.03164	.07000	.02588	.08000	.01872
.09000	.01580	.10000	.02216	.11000	.03452
.12000	.04312	.13000	.04449	.14000	.04594
.15000	.05216	.16000	.05501	.17000	.04584
.18000	.03141	.19000	.02462	.20000	.02299
.21000	.01114	.22000	-.01496	.23000	-.03976
.24000	-.04593	.25000	-.02981	.26000	-.00008
.27000	.02733	.28000	.03792	.29000	.03844
.30000	.06134	.31000	.12714	.32000	.20863
.33000	.26168	.34000	.28635	.35000	.31869

.....

.....

14.85000	.08945	14.86000	.19148	14.87000	.22178
14.88000	.16709	14.89000	.08053	14.90000	.03480
14.91000	.04507	14.92000	.05524	14.93000	.00902
14.94000	-.08396	14.95000	-.16550	14.96000	-.19620
14.97000	-.18727	14.98000	-.17350	14.99000	-.17210
15.00000	-.16854	15.01000	.00000	15.02000	.00000

AII. 5.**Testes realizados para verificação do programa.****AII. 5. 1. Correção da linha de base**

Foi utilizado um acelerograma prescrito internamente no programa, de forma que tanto a aceleração inicial quanto a final fossem diferentes de zero. O algoritmo acrescentado foi o seguinte:

!Teste da correção da linha de base:

DO J=1,T/DELTAT+2

IF (J.GT. T/DELTAT+2) THEN

ELSE IF (J.GT. 1000) THEN

XXF(J)=0.2

ELSE IF (J.GT. 500) THEN

XXF(J)=-0.8

ELSE

XXF(J)=0.2

END IF

END DO

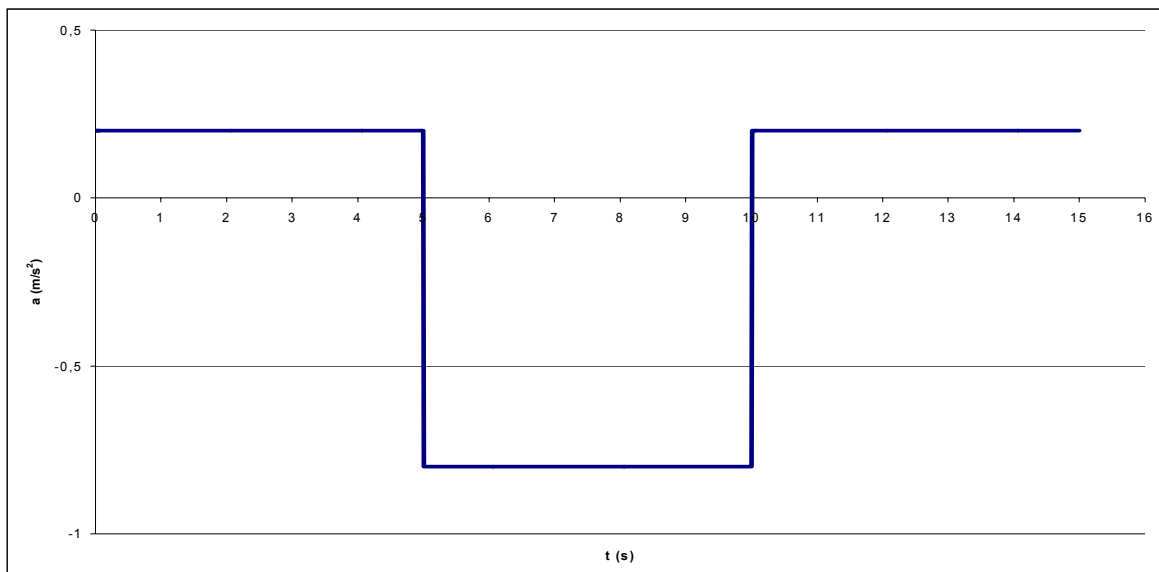


Figura 39 – Aceleração de entrada.

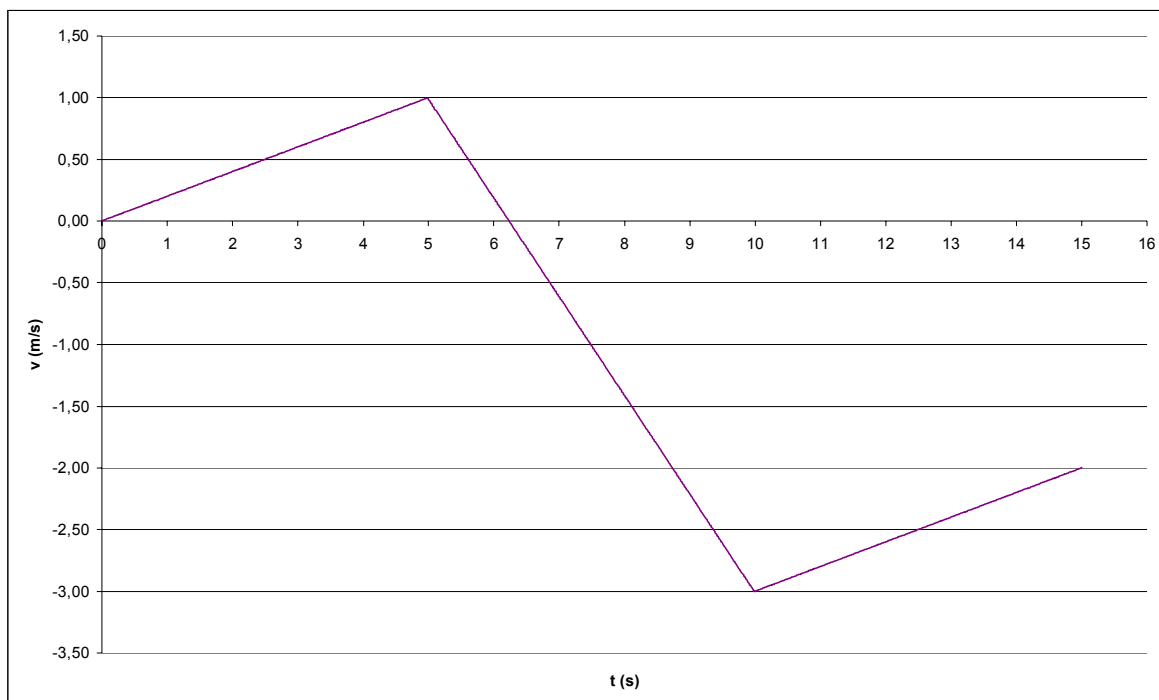


Figura 40. – Velocidade correspondente à aceleração de entrada.

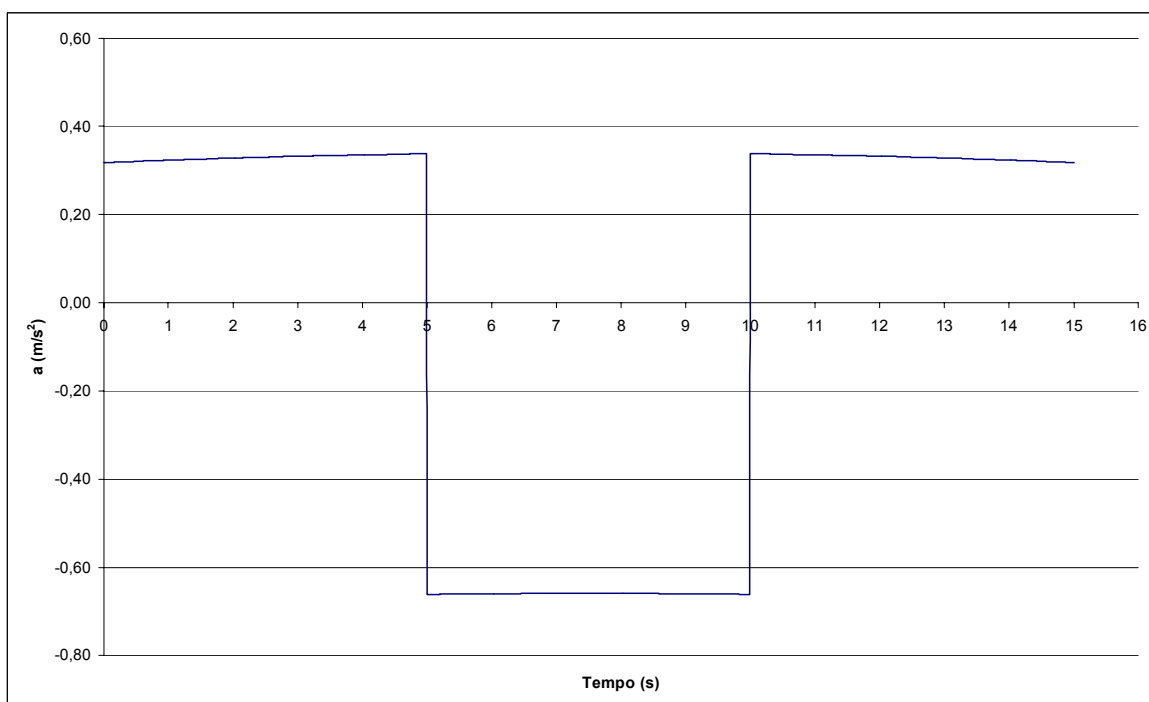


Figura 41 – Aceleração com a linha base corrigida.

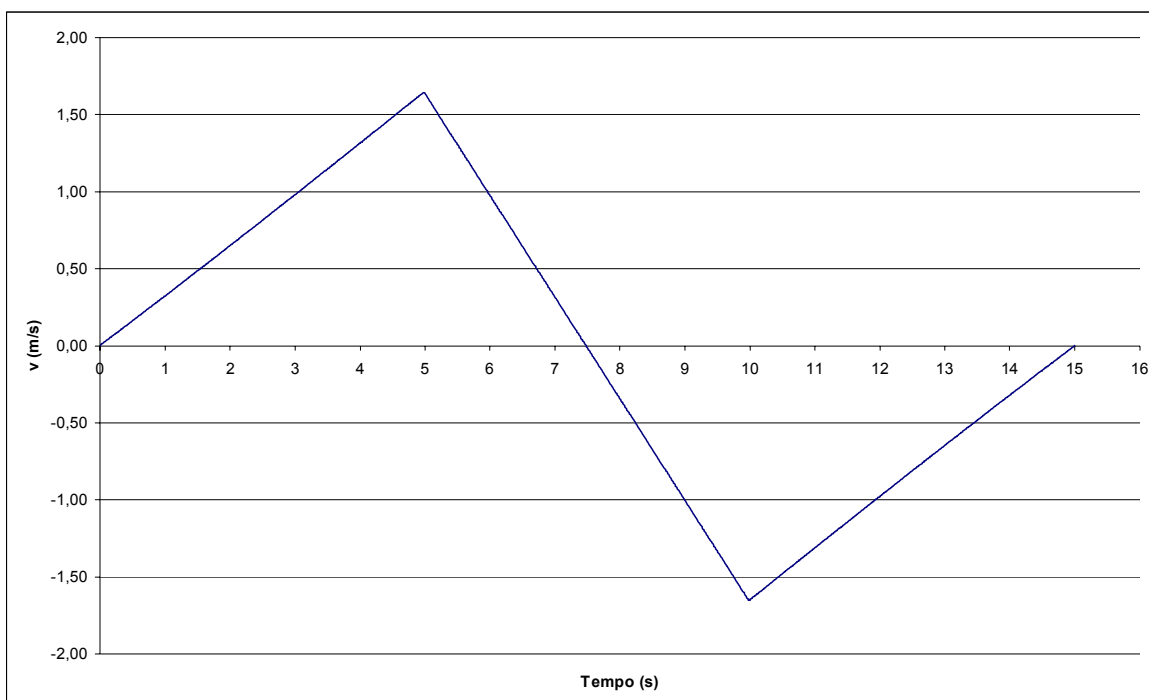


Figura 42 – Velocidade correspondente à aceleração com a linha base corrigida.

Como pode ser observada nas Figuras 38, 39, 40 e 41, a aceleração é corrigida de forma a resultar em um acelerograma cuja velocidade final é igual a zero, conforme esperado.

AII. 5. 2.

Relação entre FDEP original e FDEP gerada utilizando TRF e TDF.

A seguir é apresentado um exemplo de FDEP originado depois de aplicado a TRF e TDF em dois acelerogramas um com duração de 10 e o outro de 15 segundos, ambos obtidos a partir de uma FDEP ruído branco na faixa de frequências de 3,14rad/s a 147,65rad/s, com valor constante de $0,318\text{m}^2/\text{s}^3$ ao longo desta faixa.

AII. 5. 2. 1.

FDEP obtido a partir de acelerograma com duração de 10 segundos.

O resultado pode ser visualizado nas Figuras 43 e 44.

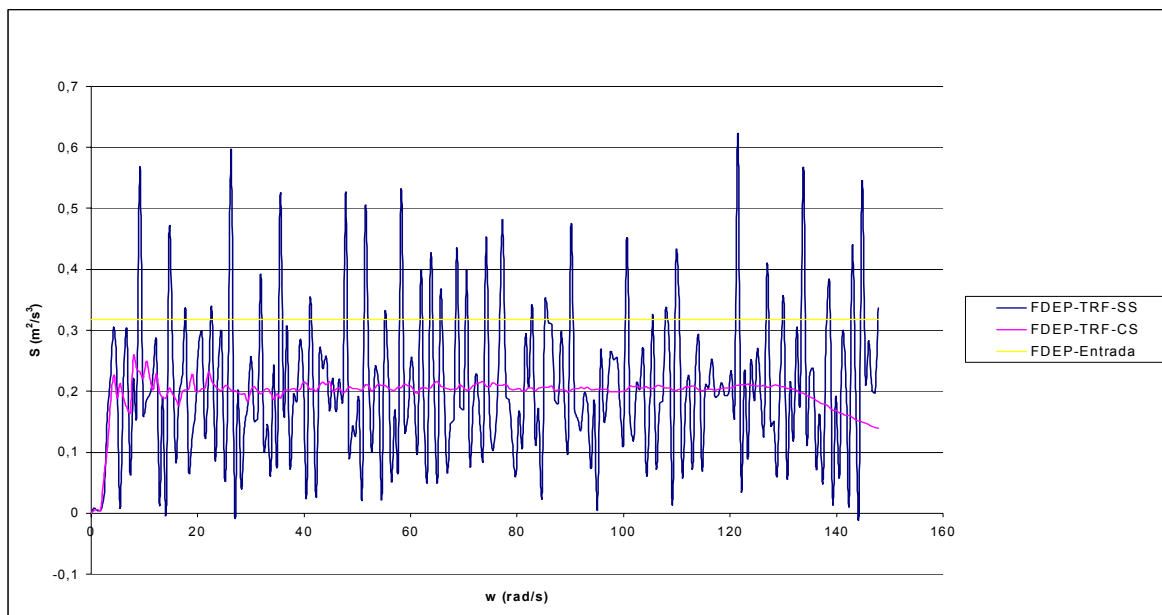


Figura 43 – FDEP ruído branco de entrada, e de saída utilizando TRF.

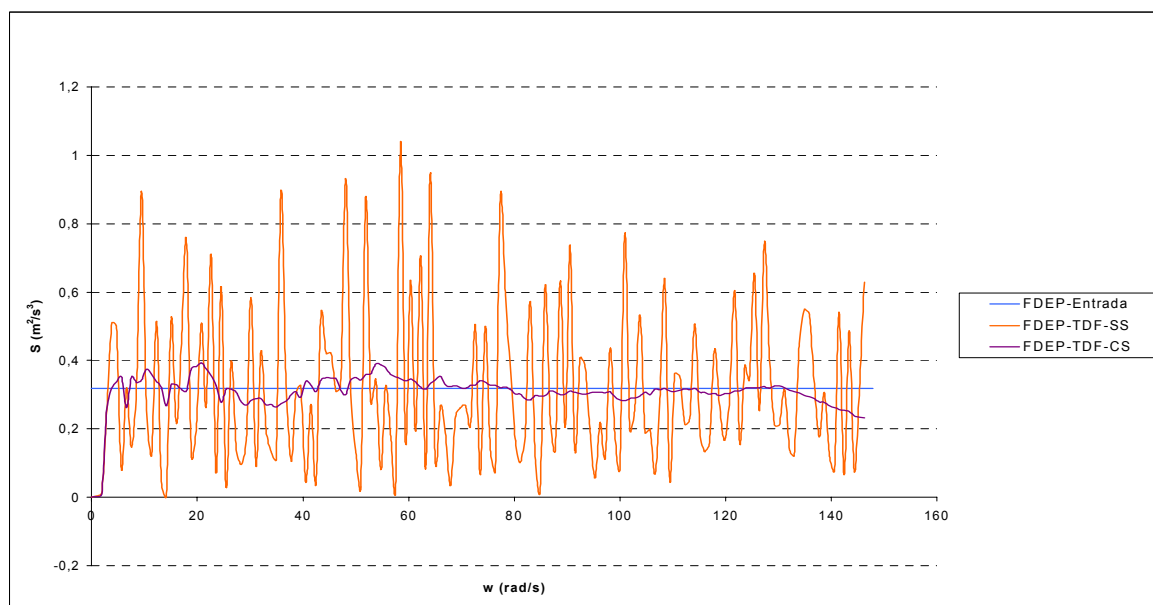


Figura 44 – FDEP ruído branco de entrada, e de saída utilizando TDF.

Como pode ser observado, o resultado da FDEP utilizando a TRF fica com resultado bastante diferente do valor do ruído branco. Já quando se utiliza a TDF, o resultado fica bem mais próximo do esperado.

II. 5. 2. 2.

FDEP obtido a partir de acelerograma com duração de 15 segundos.

O resultado pode ser visualizado nas Figuras 45 e 46.

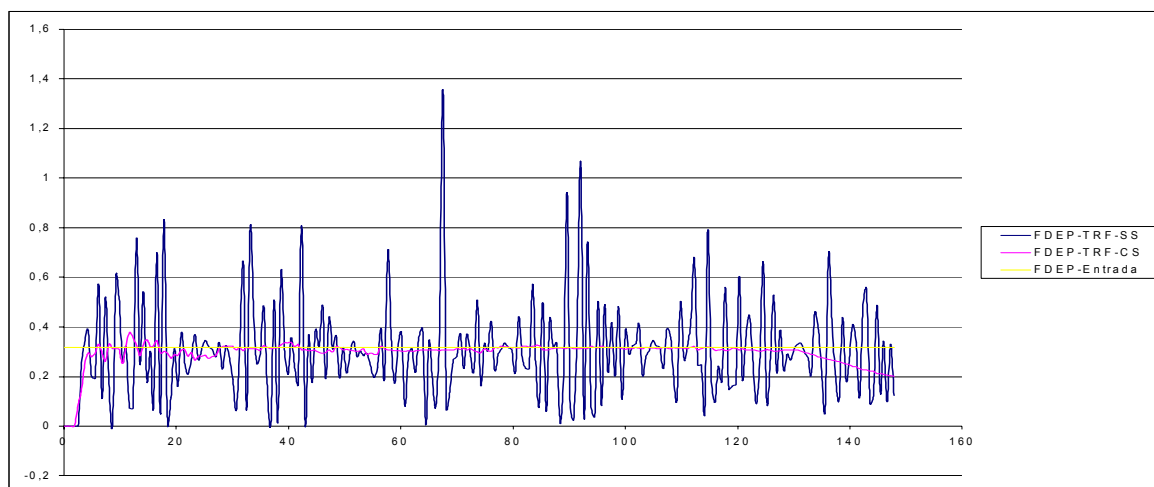


Figura 45 – FDEP ruído branco de entrada, e de saída utilizando TRF (CS - Com Suavização e SS – Sem Suavização).

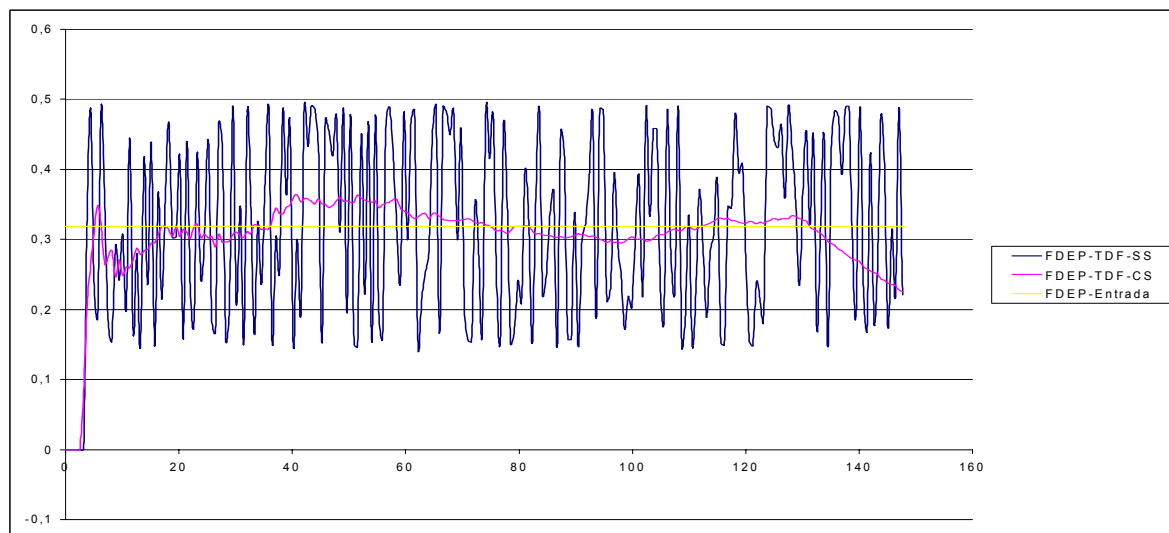


Figura 46 – FDEP ruído branco de entrada, e de saída utilizando TDF (CS - Com Suavização e SS – Sem Suavização).

Como pode ser observado, o resultado da FDEP utilizando a TRF fica com resultado bastante próximo do esperado. E quando se utiliza a TDF, o resultado também fica bem próximo do esperado.

AII. 5. 2. 3. Limitações da TRF

A diferença que ocorre entre os valores dos itens AII.5.2.1. e AII.5.2.2. se justifica pelo fato que a TRF necessita de um número de pontos que seja uma potência de 2 (2^n). Quando o sismo dura 15 segundos, são utilizados 1024 pontos, sendo que, como a fase intensa dura aproximadamente 10 segundos, são utilizados em torno de 1000 pontos para o cálculo da TRF. Os valores entre 1000 e 1024 são preenchidos com valores nulos.

No caso do sismo de 10 segundos de duração, sua fase intensa tem duração em torno de 6,5 segundos (650 pontos) e utiliza 1024 pontos para calcular a TRF. Como os valores entre 650 e 1024 são preenchidos com valores nulos a TRF fica comprometida no que concerne à sua precisão, já que ela não representa somente a fase intensa, mas também os pontos nulos da série temporal.

Tendo em vista esta limitação é que foi implementado também o algoritmo da TDF para efetuar a comparação entre a FDEP de entrada e a gerada a partir do sismo sintético.

AII. 6. Referências Bibliográficas

AII.1. USNRC (United States Nuclear Regulatory Commission), Standard Review Plan: Office of Reactor Regulation, NUREG-0800, formally NUREG-75/087, [S. 1], 1989.

Apêndice III. Programa PROB.

AIII. 1. Dados de Entrada.

Os dados de entrada são escritos no arquivo *prob.inp*. Neste arquivo devem constar os seguintes dados, em seqüência:

- AMORTECIMENTO = Amortecimento do ER;
- FREQUENCIA = frequência para qual a distribuição está sendo calculada;
- NVALOR = Número de valores do vetor das PSV's;
- VALORMIN = Valor mínimo de PSV;
- VALORMAX = Valor máximo de PSV;
- V(I) = Vetor de PSV.

AIII. 2. Rotina *Prob*.

```
! -----!  
! Programa Para Cálculo de Probabilidades !  
! -----!  
!  
!  
  
PROGRAM Prob  
  
INTEGER :: NVALOR, BANDA  
REAL :: V(10000), A(10000), P(10000), PB(10000), PB50, PB84, PSV(10000)  
REAL :: AMORTECIMENTO, FREQUENCIA  
  
!Parâmetros de entrada:  
!  
!NVALOR, Número de elementos do vetor de entrada  
!V(I) = Valor correspondente à posição I do vetor de entrada
```

```

! Abre o arquivo de entrada
      OPEN (UNIT=1, FILE='prob.inp', STATUS='old')

! Abre o arquivo de saída
      OPEN (UNIT=2, FILE='prob.out', STATUS='old')

! Leitura dos dados do arquivo de entrada:
      READ(1,*) AMORTECIMENTO
      READ(1,*) FREQUENCIA
      READ(1,*) NVALOR
      READ(1,*) VALORMIN
      READ(1,*) VALORMAX

      DO I=1,NVALOR
          READ(1,*) V(I)
      END DO

!DeltaV = 1mm/s

      DIF=0.001

      BANDA=(VALORMAX-VALORMIN)/DIF+1

      DO J=1,BANDA
          A(J)=0
      END DO

      DO I=1,NVALOR
          J=0
          DO
              J=J+1
              AA=VALORMIN+J*DIF
              IF (V(I) .LE. AA) THEN
                  A(J)=A(J)+1
              END IF
              IF (V(I) .LE. AA) EXIT
          END DO
      END DO

!Probabilidades:

      DO J=1,BANDA
          P(J)=A(J)/NVALOR
      END DO

```

!Probabilidade acumulada:

```
DO J=1,BANDA
    PBJ=0
    PBJI=0
    DO I=1,J
        PBJ=PBJI+P(I)
        PBJI=PBJ
    END DO
    PB(J)=PBJ
END DO
```

!Valor dos intervalos de PSV:

```
DO J=1,BANDA
    PSV(J)=VALORMIN+J*DIF
END DO
```

!Cálculo do valor da PSV para probabilidade menor que 50 % :

```
J=0

DO
    J=J+1
    IF (PB(J) .GE. 0.5) THEN
        PB50=PSV(J)
    END IF
    IF (PB(J) .GE. 0.5) EXIT
END DO
```

!Cálculo do valor da PSV para probabilidade menor que 84 % :

```
J=0

DO
    J=J+1
    IF (PB(J) .GE. 0.84) THEN
        PB84=PSV(J)
    END IF
    IF (PB(J) .GE. 0.84) EXIT
END DO
```

!Grava os dados no arquivo de saída:

```
WRITE(2,1)
```

```

1      FORMAT('-----DADOS DE ENTRADA-----')

WRITE(2,2)

2      FORMAT('Amortecimento:')
WRITE(2,*) AMORTECIMENTO

WRITE(2,3)

3      FORMAT('Frequência:')
WRITE(2,*) FREQUENCIA

WRITE(2,5)

5      FORMAT('Número de pontos:')
WRITE(2,*) NVALOR

WRITE(2,6)

6      FORMAT('-----')

WRITE(2,10)

10     FORMAT('Valores mínimo e máximo:')
WRITE(2,*) VALORMIN, VALORMAX

WRITE(2,11)

11     FORMAT('-----')

WRITE(2,12)

12     FORMAT('Valores de PSV:')
      DO I=1,NVALOR
          WRITE(2,*) V(I)
      END DO

WRITE(2,*)

WRITE(2,13)

13     FORMAT('-----')

WRITE(2,15)

15     FORMAT('-----DADOS DE SAÍDA-----')

WRITE(2,14)

14     FORMAT('-----')

WRITE(2,*)

WRITE(2,16)

16     FORMAT('Largura:')
      WRITE(2,*) DIF

```

```

WRITE(2,17)
17 FORMAT('-----')

WRITE(2,20)
20      FORMAT('PSV / A / P / PB:')
      DO I=1,BANDA
WRITE(2,*) PSV(I), A(I), P(I), PB(I)
      END DO

WRITE(2,25)
25 FORMAT('-----')

WRITE(2,30)
30      FORMAT('Valor da PSV para probabilidade menor que 50 % :')
      WRITE(2,*) PB50

WRITE(2,35)
35 FORMAT('-----')

WRITE(2,40)
40      FORMAT('Valor da PSV para probabilidade menor que 84 % :')
      WRITE(2,*) PB84

WRITE(2,45)
45 FORMAT('-----')

      ! Fecha o arquivo de entrada.
500      CLOSE (UNIT=1)

      ! Fecha o arquivo de saída.
      CLOSE (UNIT=2)

END PROGRAM Prob

```

AIII. 3. Dados de Saída

Entre os dados de saída, mostrados em um arquivo chamado *prob.out*, estão os seguintes:

- Largura = Largura do intervalo;
- PSV(I) = Pseudo velocidade I;

- $A(I)$ = número de vezes que o valor de PSV ocorre em um determinado intervalo;
- $P(I)$ = Probabilidade;
- $PB(I)$ = Probabilidade acumulada;
- Valor da PSV para probabilidade menor que 50 % ;
- Valor da PSV para probabilidade menor que 84 % ;

AIII. 4. Exemplo de utilização do programa PROB

A seguir é apresentado um exemplo de utilização do programa PROB.

AIII. 4. 1 Dados de Entrada

0.02
 0.05
 50
 0.052
 0.251
 0.181
 0.073
 0.085
 0.109
 0.104
 0.110
 0.092
 0.169
 0.092
 0.055
 0.090
 0.060
 0.099
 0.129
 0.063
 0.052
 0.193
 0.126
 0.064
 0.067
 0.158
 0.062
 0.136
 0.101
 0.098
 0.229
 0.075
 0.096
 0.155
 0.120
 0.112
 0.156
 0.071
 0.079
 0.061
 0.152
 0.174
 0.133

0.153
 0.159
 0.113
 0.106
 0.088
 0.206
 0.251
 0.125
 0.141
 0.101
 0.082
 0.116

AIII. 4. 2. Dados de Saída

```

-----DADOS DE ENTRADA-----
Amortecimento:
  2.000000E-02
Frequência:
  5.000000E-02
Número de pontos:
  50
-----
Valores mínimo e máximo:
  5.200000E-02    2.510000E-01
-----
Valores de PSV:
  1.810000E-01
  7.300000E-02
  8.500000E-02
  1.090000E-01
  1.040000E-01
  1.100000E-01
  .....
  .....
  .....
  2.510000E-01
  1.250000E-01
  1.410000E-01
  1.010000E-01
  8.200000E-02
  1.160000E-01
-----
-----DADOS DE SAÍDA-----
-----
Largura:
  1.000000E-03
-----
PSV / A / P / PB:
  5.300000E-02    1.000000    2.000000E-02    2.000000E-02
  5.400000E-02    0.000000E+00    0.000000E+00    2.000000E-02
  5.500000E-02    1.000000    2.000000E-02    4.000000E-02
  5.600000E-02    0.000000E+00    0.000000E+00    4.000000E-02
  5.700000E-02    0.000000E+00    0.000000E+00    4.000000E-02
  5.800000E-02    0.000000E+00    0.000000E+00    4.000000E-02
  5.900000E-02    0.000000E+00    0.000000E+00    4.000000E-02
  6.000000E-02    1.000000    2.000000E-02    6.000000E-02
  6.100000E-02    1.000000    2.000000E-02    8.000000E-02
  6.200000E-02    1.000000    2.000000E-02    9.999999E-02
  6.300000E-02    1.000000    2.000000E-02    1.200000E-01
  6.400000E-02    1.000000    2.000000E-02    1.400000E-01
  6.500001E-02    0.000000E+00    0.000000E+00    1.400000E-01
  6.600000E-02    0.000000E+00    0.000000E+00    1.400000E-01
  6.700000E-02    1.000000    2.000000E-02    1.600000E-01
  6.800000E-02    0.000000E+00    0.000000E+00    1.600000E-01

```


6.900000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	1.600000E-01
7.000000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	1.600000E-01
7.100000E-02	1.000000	2.000000E-02	1.800000E-01
7.200000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	1.800000E-01
7.300000E-02	1.000000	2.000000E-02	2.000000E-01
7.400000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.000000E-01
7.500000E-02	1.000000	2.000000E-02	2.200000E-01
7.600001E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.200000E-01
7.700000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.200000E-01
7.800000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.200000E-01
7.900000E-02	1.000000	2.000000E-02	2.400000E-01
8.000001E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.400000E-01
8.100000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.400000E-01
8.200000E-02	1.000000	2.000000E-02	2.600000E-01
8.300000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.600000E-01
8.400001E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.600000E-01
8.500000E-02	1.000000	2.000000E-02	2.800000E-01
8.600000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.800000E-01
8.700000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	2.800000E-01
8.800000E-02	1.000000	2.000000E-02	3.000000E-01
8.900000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	3.000000E-01
9.000000E-02	1.000000	2.000000E-02	3.200000E-01
9.100001E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	3.200000E-01
9.200000E-02	2.000000	4.000000E-02	3.600000E-01
9.300000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	3.600000E-01
9.400000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	3.600000E-01
9.500001E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	3.600000E-01
9.600000E-02	1.000000	2.000000E-02	3.800000E-01
9.700000E-02	0.000000E+00	0.000000E+00	3.800000E-01
9.800000E-02	1.000000	2.000000E-02	4.000000E-01
9.900001E-02	1.000000	2.000000E-02	4.200000E-01
1.000000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	4.200000E-01
1.010000E-01	2.000000	4.000000E-02	4.600000E-01
1.020000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	4.600000E-01
1.030000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	4.600000E-01
1.040000E-01	1.000000	2.000000E-02	4.800000E-01
1.050000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	4.800000E-01
1.060000E-01	1.000000	2.000000E-02	5.000000E-01
1.070000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	5.000000E-01
1.080000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	5.000000E-01
1.090000E-01	1.000000	2.000000E-02	5.200000E-01
1.100000E-01	1.000000	2.000000E-02	5.400000E-01
1.110000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	5.400000E-01
1.120000E-01	1.000000	2.000000E-02	5.599999E-01
1.130000E-01	1.000000	2.000000E-02	5.799999E-01
1.140000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	5.799999E-01
1.150000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	5.799999E-01
1.160000E-01	1.000000	2.000000E-02	5.999999E-01
1.170000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	5.999999E-01
1.180000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	5.999999E-01
1.190000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	5.999999E-01
1.200000E-01	1.000000	2.000000E-02	6.199999E-01
1.210000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.199999E-01
1.220000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.199999E-01
1.230000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.199999E-01
1.240000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.199999E-01
1.250000E-01	1.000000	2.000000E-02	6.399999E-01
1.260000E-01	1.000000	2.000000E-02	6.599998E-01
1.270000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.599998E-01
1.280000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.599998E-01
1.290000E-01	1.000000	2.000000E-02	6.799998E-01
1.300000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.799998E-01
1.310000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.799998E-01
1.320000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.799998E-01
1.330000E-01	1.000000	2.000000E-02	6.999998E-01
1.340000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.999998E-01
1.350000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	6.999998E-01
1.360000E-01	1.000000	2.000000E-02	7.199998E-01
1.370000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	7.199998E-01
1.380000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	7.199998E-01
1.390000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	7.199998E-01

2.110000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.120000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.130000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.140000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.150000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.160000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.170000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.180000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.190000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.200000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.210000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.220000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.230000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.240000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.250000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.260000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.270000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.280000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.599996E-01
2.290000E-01	1.000000	2.000000E-02	9.799995E-01
2.300000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.310000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.320000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.330000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.340000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.350000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.360000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.370000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.380000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.390000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.400000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.410000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.420000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.430000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.440000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.450000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.460000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.470000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.480000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.490000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.500000E-01	0.000000E+00	0.000000E+00	9.799995E-01
2.510000E-01	1.000000	2.000000E-02	9.999995E-01

 Valor da PSV para probabilidade menor que 50 % :
 1.060000E-01

 Valor da PSV para probabilidade menor que 84 % :
 1.590000E-01
