

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia Mecânica

Projeto Mecânico

Análise Dinâmica de Veículos Fora-de-Estrada

Aluno: Silvio Guadío

Orientador: Prof. Dr. José Sotelo Jr.

1988

### **Sumário**

Este trabalho sugere uma metodologia para a obtenção de um critério para o dimensionamento de chassis de veículos fora de estrada.

Tal dimensionamento será feito através de uma análise dinâmica da estrutura do veículo.

Agradecimentos:

Aos Engenheiros: Luis Antonio Coutinho Silva e Paulo Afonso Rodi pelo apoio e auxílio na execução deste trabalho.

Aos Engenheiros: Francisco José Pelizzer Robbe e Luis Kenji Mori por permitirem a execução deste trabalho.

Aos demais colegas da Engesa que colaboraram direta ou indiretamente na execução deste trabalho.

Índice

1- Objetivos do Trabalho	. 1
1.1- Dimensionamento Atual	. 1
1.2 - Escopo Deste Trabalho	. 2
2 - Características do Veículo Utilizado	. 3
2.1 - Características Gerais	. 3
2.2 - Inércias e Centros de Gravidade da Massa Suspensa	. 3
2.3 - Características Geométricas do Chassi	. 3
3 - Levantamento do Perfil de Carga	. 5
3.1 - O Programa UKT	. 5
3.2 - O Levantamento das Forças na Suspensão	. 6
4 - A Análise por Elementos Finitos	. 13
4.1 - O Programa ADINA	. 13
4.2 - Modelamento Geométrico da Estrutura	. 13
4.3 - Análise de Frequências	. 14
4.4 - A Análise Dinâmica	. 15
5 - Análise dos Resultados	. 25
5.1 - Conclusões Finais	. 25

Análise Dinâmica de Veículos Fora-de-Estrada

**Apêndice A - Curvas da suspensão**

**Apêndice B - Listagem de Saída da Análise Dinâmica**

**Apêndice C - Listagem de Saída da Análise Estática**

## 1- Objetivos do Trabalho

A indústria automobilística atualmente vem se preocupando com o dimensionamento de seus componentes para garantir seu desempenho e não superdimensioná-los. Este trabalho visa estabelecer alguns critérios para o dimensionamento dinâmico de chassis de veículos fora-de-estrada.

### 1.1- Dimensionamento Atual

Atualmente, não existe nenhum critério universal de dimensionamento, seja para um carregamento estático ou dinâmico. Cada fábrica possui seu próprio procedimento de projeto, não existindo normas ou recomendações para esse dimensionamento.

Na *Engesa*, esse dimensionamento é feito utilizando-se os seguintes critérios:

#### **Para chassis flexíveis (longarinas de perfil aberto)**

- O chassis é fixado para fins de cálculo em três pontos da fixação da suspensão, ao quarto ponto de fixação é imposto um deslocamento aproximado de 300 mm.

- Aplica-se uma carga distribuída de 6g's verticais nas longarinas. Considera-se neste caso a carga para qualquer terreno (aproximadamente 60% da carga máxima).

#### **Para chassis rígidos (longarinas de perfil fechado)**

- O chassis também é fixado nos três pontos da suspensão, o quarto ponto é deixado livre.

- Aplica-se a mesma carga distribuída de 6g's verticais nas longarinas (também com carga de Q.T.).

Este critério simula uma situação crítica de torção do chassis, e não leva em conta a participação estrutural dos demais componentes do veículo como carroceria, caixa de transferência, motor, etc.

Além disso, esse critério só utiliza forças estáticas e não satisfaz plenamente as condições operacionais do veículo.

As forças atuantes no chassi são dinâmicas, e a maior solicitação causada por estas forças podem não ocorrer no instante de sua aplicação, mas instantes após. É importante a determinação deste instante e do valor desta carga, para que haja um perfeito dimensionamento dos chassis.

Heldt [1] recomenda que se dimensione as longarinas como vigas apoiadas com carregamento distribuído uniformemente. Para levar em conta a aplicação dinâmica das cargas, utiliza-se de um multiplicador para esta carga.

## 1.2 - Escopo Deste Trabalho

Este trabalho compreende os seguintes passos:

- **Simulação do comportamento de uma suspensão veicular em um tipo de terreno pré-determinado:** Esse terreno é íngreme, o que pode ser traduzido como uma excitação de grande amplitude e pequenos períodos.
- **Análise do comportamento dinâmico do chassi:** De posse desses resultados, analisaremos seu comportamento dinâmico, levantando os instantes e os valores de máxima excitação.
- **Dimensionamento do chassi:** Com esses dados, poderemos levantar uma relação entre a força dinâmica aplicada e uma força estática equivalente. Esta relação será utilizada para um pré-dimensionamento do chassi.

---

[1] Heldt, P. M. - The Automotive Chassis - Nyack, N.Y. - 1948

## 2 - Características do Veículo Utilizado

### 2.1 - Características Gerais

O veículo utilizado neste trabalho foi um jipe *Erigesa 4 - fase II*, com as seguintes características:

- **massa total** : 1925 kg
- **massa suspensa** : 1527 kg
- **massa não-suspensa dianteira** : 206 kg
- **massa não-suspensa traseira** : 192 kg
- **Bitola** : 1440 mm
- **Entre eixos** : 2158 mm

### 2.2 - Inércias e Centros de Gravidade da Massa Suspensa

Para o programa de cálculo de simulação da suspensão foi necessário efetuarmos uma estimativa da inércia total do veículo. Para tanto, dividimos a massa suspensa em suas principais componentes e avaliamos suas inércias, o resumo dessa avaliação se encontra listado na tabela 2.1.

### 2.3 - Características Geométricas do Chassi

Para a análise estrutural, necessitamos das seguintes propriedades geométricas dos perfis que compõe a estrutura do chassi: Área, momento de inércia de torção ( $I_t$ ), e momentos de inércias de flexão em relação aos eixos principais ( $I_x$  e  $I_y$ ). Essas propriedades, se encontram listadas na tabela 2.2.

Componente	Massa (kg)	Inercia Pitch (kg·mm <sup>2</sup> )	Inercia Roll (kg·mm <sup>2</sup> )
Carroceria	233.00	2.151e8	9.134e7
Motor + Transmis.	472.91	6.507e7	2.923e7
Chassi	116.00	1.195e8	9.383e6
Banco dianteiro	24.24	7.662e5	7.550e5
Encosto dianteiro	11.75	2.292e5	5.503e5
Tanque de comb.	100.00	1.166e6	7.937e6

Tabela 2.1

Componente	Area (m <sup>2</sup> )	I <sub>r</sub> (m <sup>4</sup> )	I <sub>s</sub> (m <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (m <sup>4</sup> )
Longarina	1.044e-3	1.519e-6	5.664e-7	1.973e-6
Travessa tubular	6.212e-4	4.958e-7	2.488e-7	2.488e-7
Travessa aberta	8.000e-4	3.959e-9	2.216e-7	6.914e-6
Para-choques	7.320e-4	2.142e-9	1.606e-7	2.367e-6

Tabela 2.2

### 3 - Levantamento do Perfil de Carga

Para o levantamento do perfil de carga atuante no chassi, utilizamos o programa VKT. Este programa necessita para sua utilização dos seguintes dados de entrada:

- Peso total da massa suspensa
- Inércias de Pitch e Roll da massa suspensa
- Peso e coordenadas das rodas do veículo
- Rate do pneu utilizado
- Diâmetro das rodas
- Curvas das molas e dos amortecedores
- Tipo de terreno utilizado
- Velocidade do percurso

Os dados referentes ao veículo encontram-se listados no capítulo anterior. As curvas da mola e do amortecedor encontram-se no Apêndice A. O terreno utilizado foi o *AP6 - course 12* com 301 pés de comprimento e 1,7 polegadas de rms. Este perfil de terreno foi levantado pela *WES (U.S. Waterways Experiment Station)* utilizando o procedimento descrito na referência [1] (fig. 3.1).

#### 3.1 - O Programa VKT

O programa utilizado (VKT), possui as seguintes características:

- O modelo utilizado é tridimensional, sendo considerados movimentos de Bounce, Pitch e Roll.

### Análise Dinâmica de Veículos Fora-de-Estrada

- O carregamento é dado por excitação dos suportes (rodas) sendo possível aplicar um tipo diferente de terreno para cada lado do veículo.
- A estrutura do veículo é subdividida em massas não suspensas (eixos) e uma massa suspensa (chassi e carroceria) tratada como corpo rígido.
- A suspensão é representada por molas e amortecedores discretos.
- Pneus são modelados segundo critério de densidade de mola e sua interação com o perfil do solo é considerada.
- As equações do movimento são montadas automaticamente segundo o método de Elementos Componentes por coeficientes de influência previamente definidos para cada tipo de suspensão especificada.
- A resposta dinâmica é obtida na forma de forças e movimento nos elementos de suspensão.
- A posição de equilíbrio estático é determinada pela solução do sistema de equações não linear  $K \times X = P$ .
- A integração no tempo é feita por método explícito de Runge-Kutta segundo otimização feita por S. Gill para economia de registros em computador.
- A resposta em aceleração para cada ponto de interesse é processada por filtro analógico que responde segundo função de transferência de Pradko-Lee para determinação do nível de solicitação a que um corpo humano fica submetido. Com isto podemos determinar qual a potência dissipada em cada tripulante.

### 3.2 - O Levantamento das Forças na Suspensão

Para tal levantamento, utilizamos o programa VKT com diferentes intervalos de integração e com velocidades diferentes. Estes testes foram necessários para que determinássemos:

- Qual o intervalo ideal de integração, ou seja, o intervalo com o qual a resposta não tivesse uma variação significativa.

- Qual a velocidade que causasse a máxima força nos elementos do chassis.

Após vários testes, concluímos que o intervalo ideal seria de 0,001 segundos. E que a velocidade seria a máxima velocidade que um ser humano suportaria com conforto. Essa velocidade foi determinada por estudos anteriores e seguiu como padrão de conforto a máxima potência dissipada em um ser humano (6 W) [2]. A velocidade escolhida foi de 32,186 Km/h (20 mph).

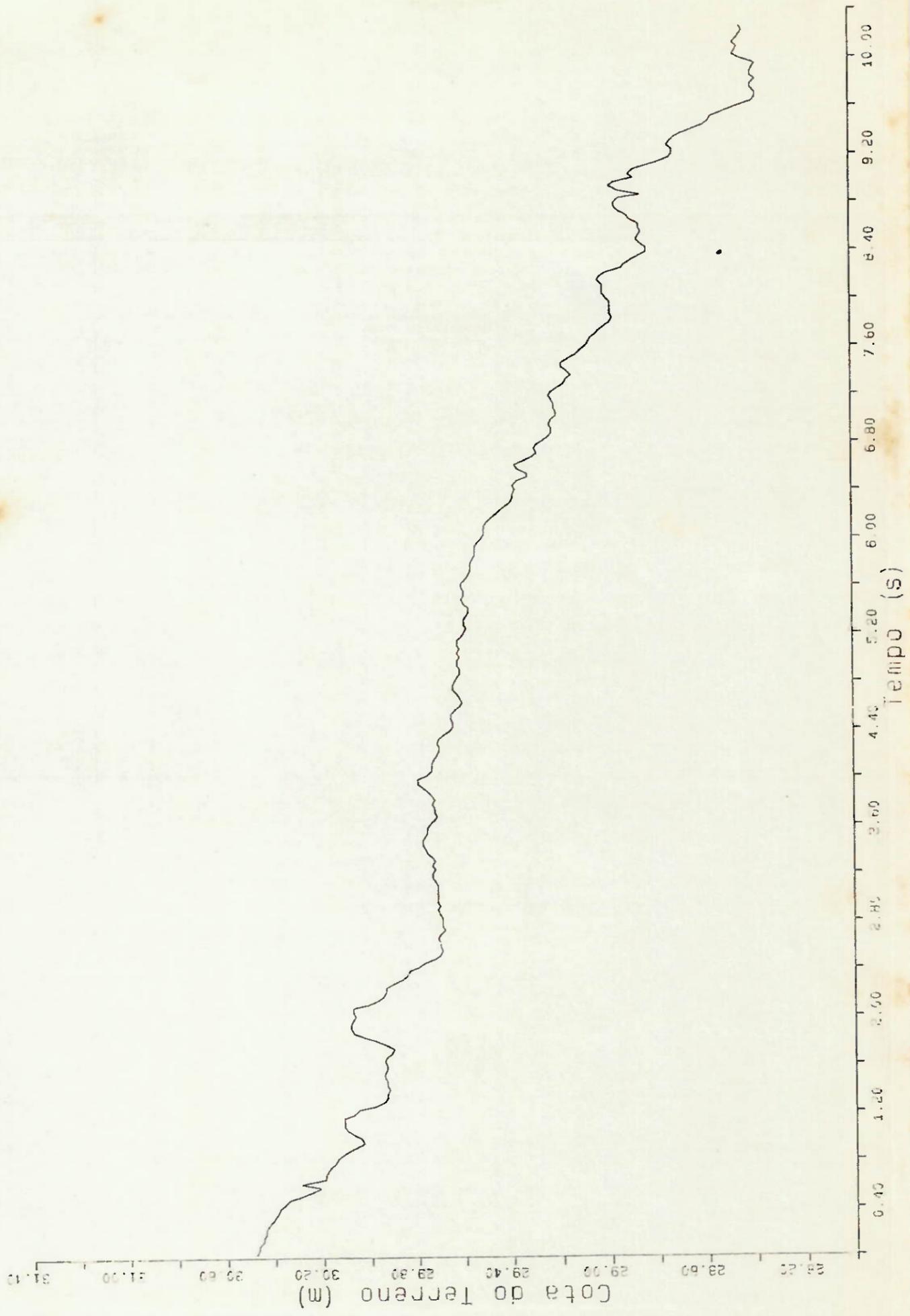
Foram efetuados teste com velocidades inferiores à escolhida, mas a resposta a estas solicitações foi menor que a velocidade adotada.

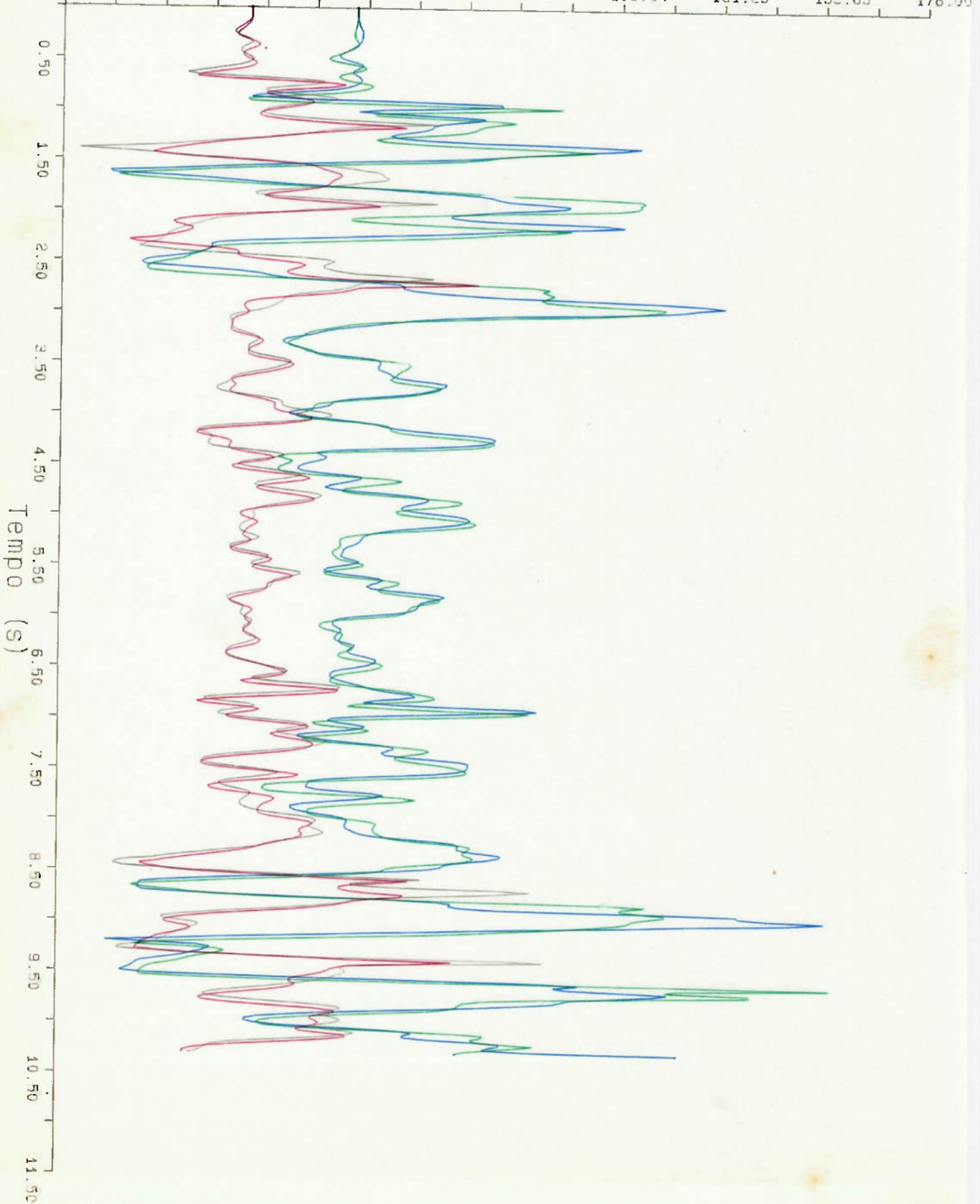
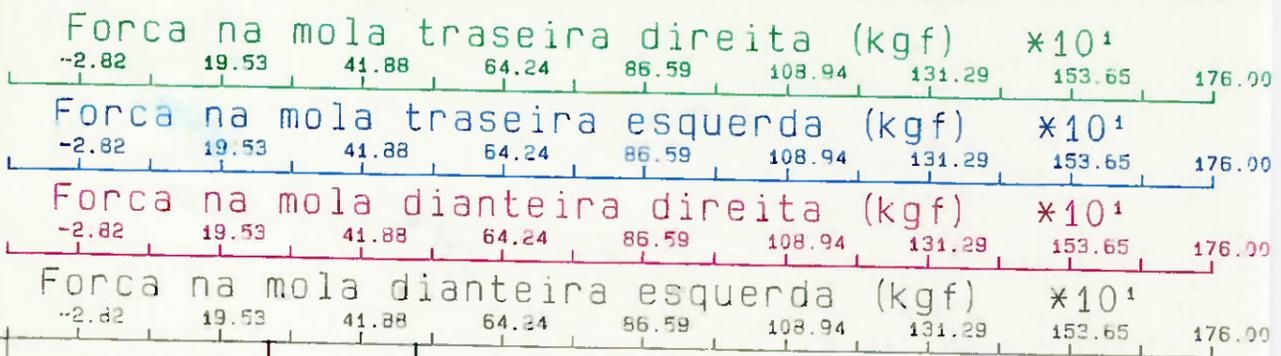
De posse desta considerações, pudemos levantar o perfil de carga. Tal perfil se traduz em oito forças (4 de mola e 4 de amortecedor) que foram aplicadas nos suportes dos mesmos. (figs. 3.2 e 3.3).

Após vários testes efetuados na fase posterior do trabalho (utilização do programa de análise estrutural), decidiu-se utilizar não mais as forças como entrada do programa, mas sim os deslocamentos dos pontos de fixação da suspensão. Esses deslocamentos causam o mesmo esforço na estrutura, mas o modelo de elementos finitos necessita destes dados, e não das forças para sua utilização.

Para o levantamento dos deslocamentos destes pontos, utilizamos um recurso do programa, que permite que se coloquem tripulantes com massa nula em pontos notáveis da estrutura, podendo assim levantar seu deslocamento. Estes deslocamentos se encontram na figura 3.4

Fig. 3.1 - Terreno x tempo (para v=20 m/min)





Força no amortecedor traseiro direito (kgf)

-32.00 -16.00 -0.00 16.00 32.00 48.00 64.00 80.00 96.00

Força no amortecedor traseiro esquerdo (kgf)

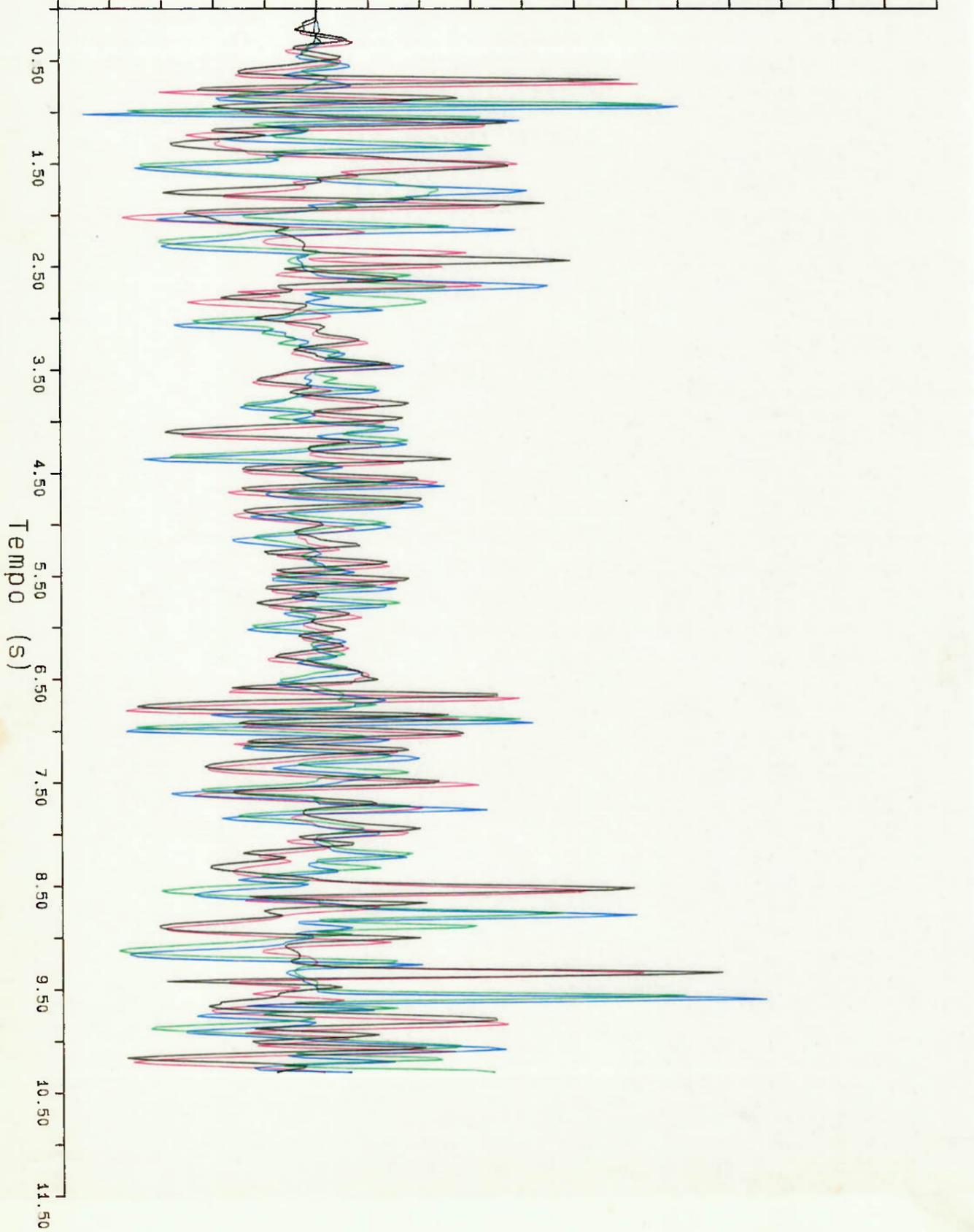
-32.00 -16.00 -0.00 16.00 32.00 48.00 64.00 80.00 96.00

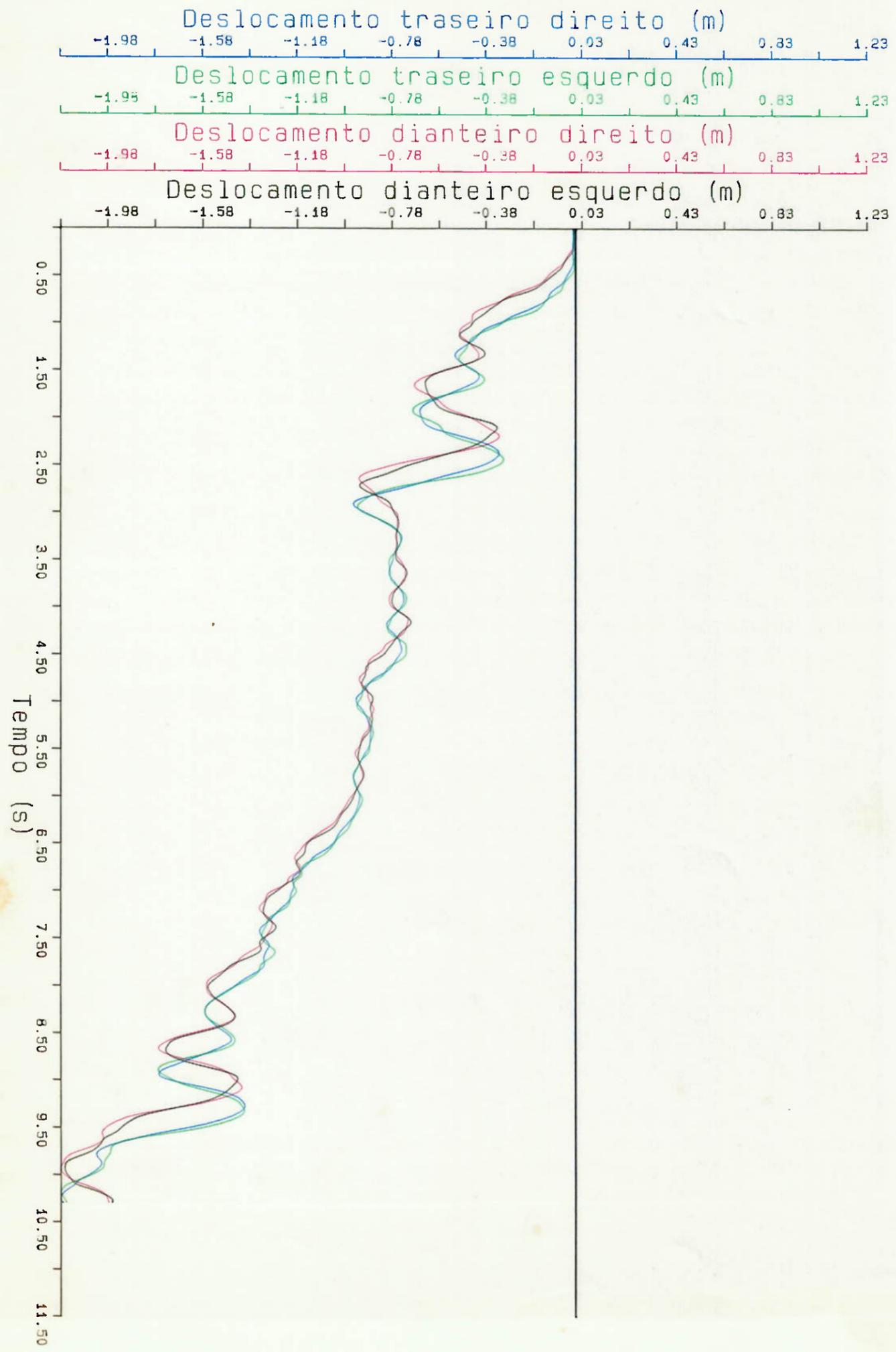
Força no amortecedor dianteiro direito (kgf)

-32.00 -16.00 -0.00 16.00 32.00 48.00 64.00 80.00 96.00

Força no amortecedor dianteiro esquerdo (kgf)

-32.00 -16.00 -0.00 16.00 32.00 48.00 64.00 80.00 96.00





Análise Dinâmica de Veículos Fora-de-Estrada

---

1 Barton G. Schreiner, Charles E. Green - Test areas for high mobility/agility (HIMAG) chassis test report - Technical report G1-90-7 WES (U. S. Army Waterways Experiment Station) - Vicksburg Mississippi

2 Newell R. Murphy, Jr. - Further development in ride quality assessment - U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station - Vicksburg - Mississippi

## 4 - A Análise por Elementos Finitos

### 4.1 - O Programa ADINA

O programa utilizado para a análise estrutural do chassi, foi o programa *ADINA* - Automatic Dynamic Incremental Nonlinear Analysis [1]. Este programa possibilita a análise da estrutura com cargas estáticas ou dinâmicas. Para a análise dinâmica de estruturas, o programa possui vários algoritmos de cálculo implantados, alguns dos quais foram utilizados na obtenção dos resultados. Para esta análise, seguimos os seguintes passos:

1- Modelamento geométrico da estrutura

2- Levantamento das frequências naturais da estrutura e seus respectivos modos de vibração

3- Análise das tensões atuantes na estrutura com a aplicação dinâmica das cargas (análise dinâmica propriamente dita)

4- Análise das tensões atuantes na estrutura com a aplicação estática das cargas (análise estática)

Tais passos serão detalhados posteriormente.

### 4.2 - Modelamento Geométrico da Estrutura

## Análise Dinâmica de Veículos Fora-de-Estrada

Para o modelamento geométrico da estrutura, utilizamos os recursos existentes na *ENGESA* para o desenho e a posterior discretização da estrutura. Para tal modelamento, deve-se seguir os seguintes passos:

**1- Desenho da estrutura básica para o modelo.** Este desenho possibilita a obtenção das coordenadas dos nós do modelo que serão utilizadas. Para uma maior precisão de resultados, tomamos como base a linha média dos perfis do chassi. (Fig 4.1)

**2- Geração da malha de elementos finitos.** De posse do desenho da estrutura básica, podemos discretizar o modelo e gerar um banco de dados contendo informações que relacionam elementos gráficos contidos em um arquivo a informações necessárias para a análise, tais como: coordenadas de nós, propriedades geométricas de elementos, etc...

Inicialmente efetuamos uma divisão de elementos de forma a simplificar a análise utilizando para isto poucos elementos. Esta discretização mostrou ser inadequada, pois ocasionou erros nos cálculos da matriz de massa da estrutura. Decidiu-se então por uma maior discretização da estrutura. Tal discretização procurou deixar todos os elementos com o mesmo tamanho, obtendo assim uma melhor representação da estrutura. (fig. 4.2) Com isto o número de elementos dobrou com relação a situação anterior, mas os erros ocasionados deixaram de ocorrer.

**3- Geração do arquivo de dados do ADINA.** De posse da malha de elementos finitos podemos gerar um arquivo de dados para o processamento no programa ADINA. Na fase anterior, possuíamos apenas um Banco de Dados que armazenava todos os dados necessários para a geração de tal arquivo, nessa fase podemos transcrever tais dados de forma a serem lidos pelo programa ADINA.

### 4.3 - Análise de Frequências

Para esta análise, inicialmente concentramos a massa da carroceria, motor-cosixo de cambio e tanque em seus centros de gravidade e interligamos estes pontos ao chassi através de barras rígidas (com pro-

#### Análise Dinâmica de Veículos Fora-de-Estrada

propriedades geométricas dez vezes superiores a maior propriedade do chassis). A utilização destas barras permitia que a inércia dos componentes da carroceria se transmitisse ao chassis.

Tal procedimento mostrou-se inadequado, pois tornava a estrutura muito rígida, criando modos de vibração inexistentes. Decidiu-se então por dividir a massa de forma a obtermos o mesmo resultado quanto a inércia da estrutura, mas tal divisão mostrou-se impossível devido à geometria do chassis. O modelo final foi feito simplesmente com a divisão da massa em partes iguais pelos suportes, desprezando-se os efeitos da inércia dos componentes (carroceria, motor + caixa de cambio e tanque).

Com esse modelo, obtivemos os seguintes modos de vibração (Fig. 43 a 47).

#### 4.4 - A Análise Dinâmica

A análise dinâmica de uma estrutura, nada mais é que a resolução do seguinte sistema de equações:

$$\mathbf{K} \mathbf{x} + \mathbf{M} \ddot{\mathbf{x}} + \mathbf{C} \dot{\mathbf{x}} = \mathbf{F}(t)$$

Onde:

**K** : Matriz de rigidez da estrutura

**M** : Matriz de massa da estrutura

**C** : Amortecimento da estrutura

**x** : Vetor dos deslocamentos nodais

$\dot{\mathbf{x}}$  : Vetor das velocidades nodais

$\ddot{\mathbf{x}}$  : Vetor das acelerações nodais

**F(t)** : Esforços nodais na estrutura

A resolução deste sistema de equações é feita numericamente, existindo para isto varios algoritmos de calculo. Tais algoritmos são

#### Análise Dinâmica de Veículos Fora-de-Estrada

escolhidos de acordo com o modelo e o tipo de carregamento aplicado a estrutura.

O programa *ADINA* possui vários destes algoritmos implantados, para esta análise utilizamos o método de Newmark [2] para a solução do sistema de equações acima.

Também na análise dinâmica, o intervalo de integração é importante, por isso foram efetuados vários testes com diferentes intervalos até obtermos a convergência nos resultados.

O maior intervalo de integração que pode ser utilizado é o tempo de propagação de uma onda de flexão no menor elemento da estrutura. No nosso caso, este tempo fica em torno de 0,005 s. A determinação deste tempo foi feita utilizando-se a menor frequência natural da estrutura. Após efetuarmos vários processamentos com intervalos de integração diferentes, utilizamos 0,002 s. como sendo o intervalo ideal.

O carregamento da estrutura foi dado através do deslocamento imposto aos nós correspondentes aos apoios de mola e amortecedor, segundo os resultados descritos anteriormente no capítulo 3.

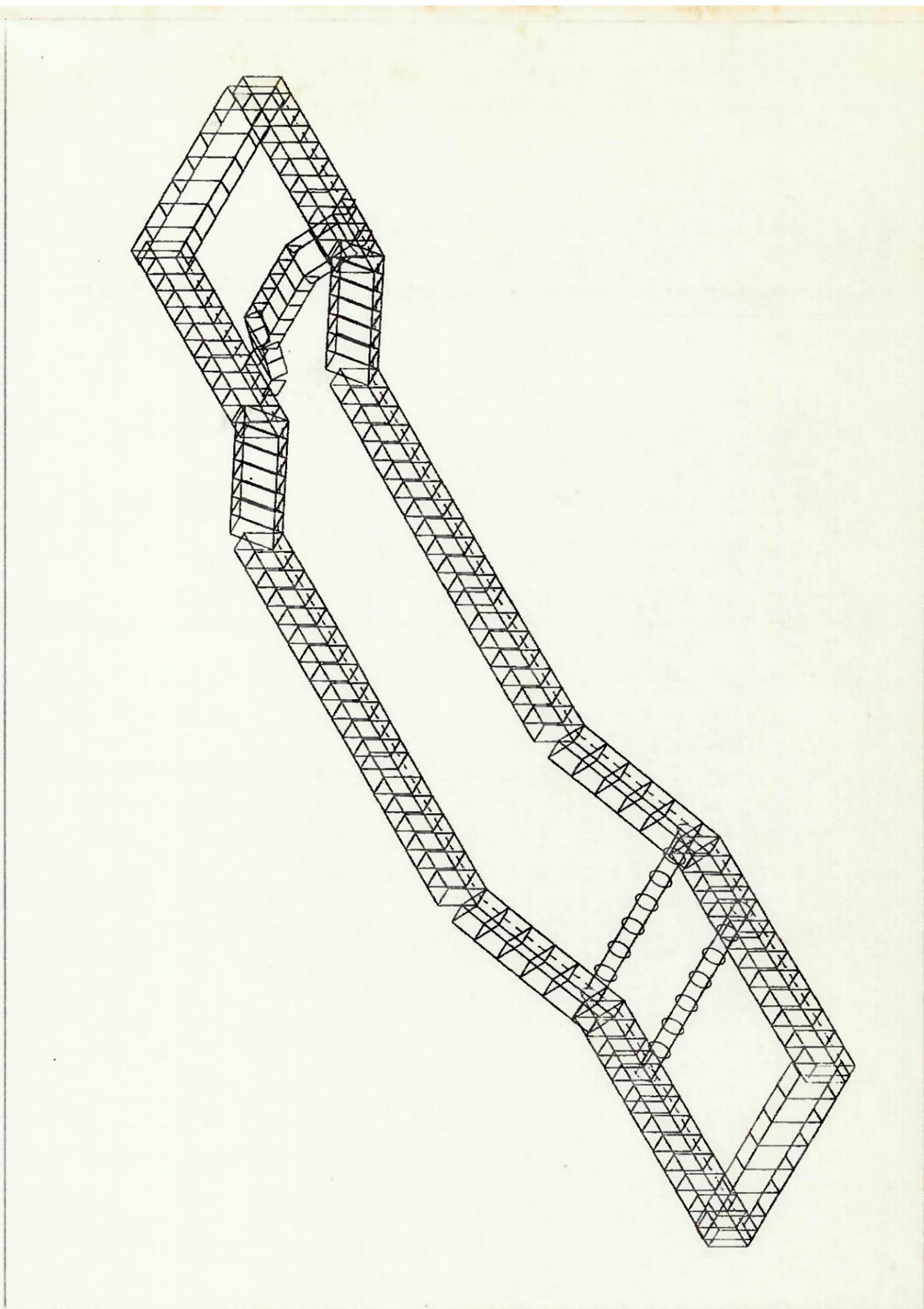


Fig 4.1 - Estrutura Basica (discretizada)

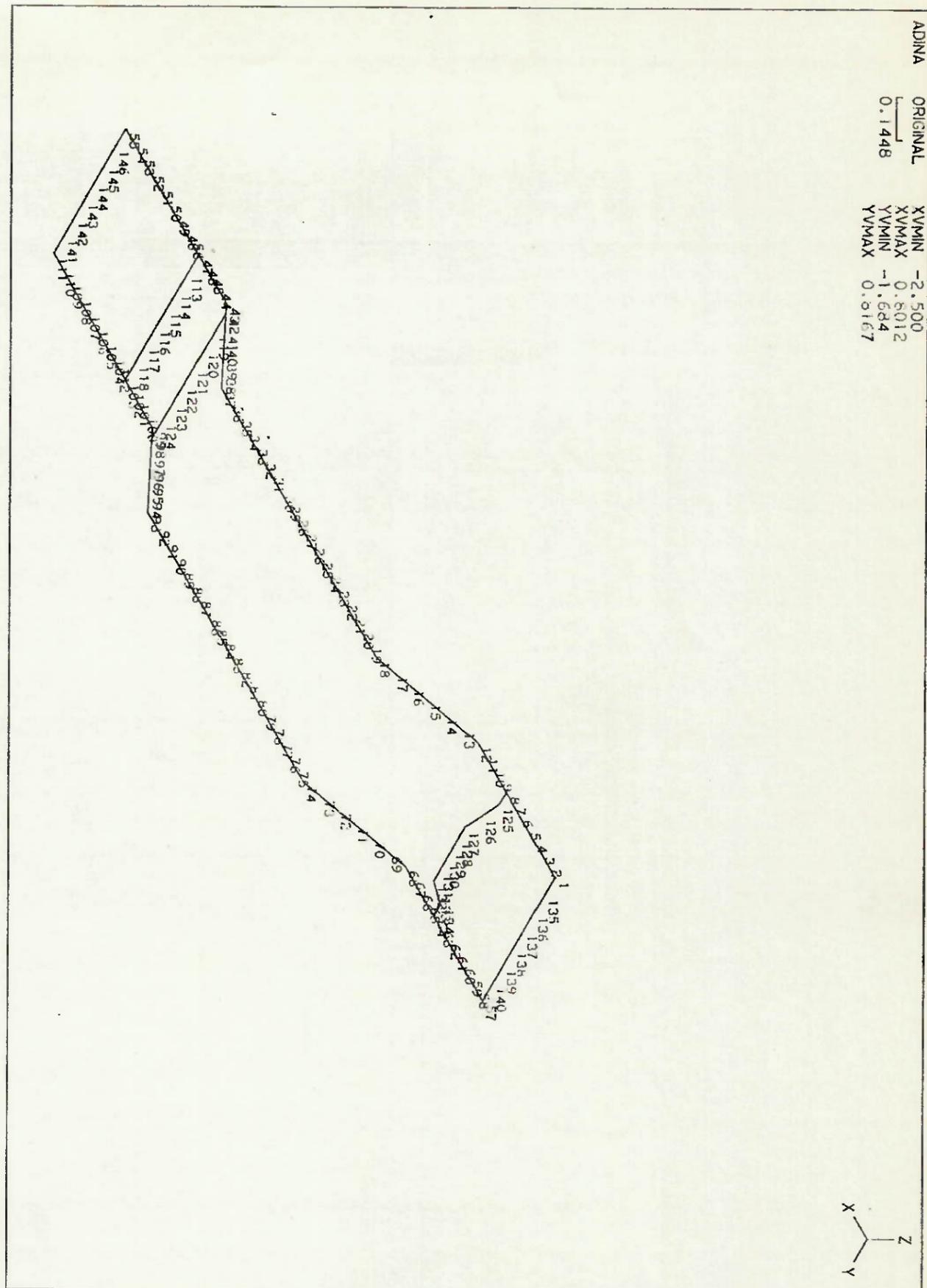


Fig. 4.2 - Discretizacao da Estrutura (nos)

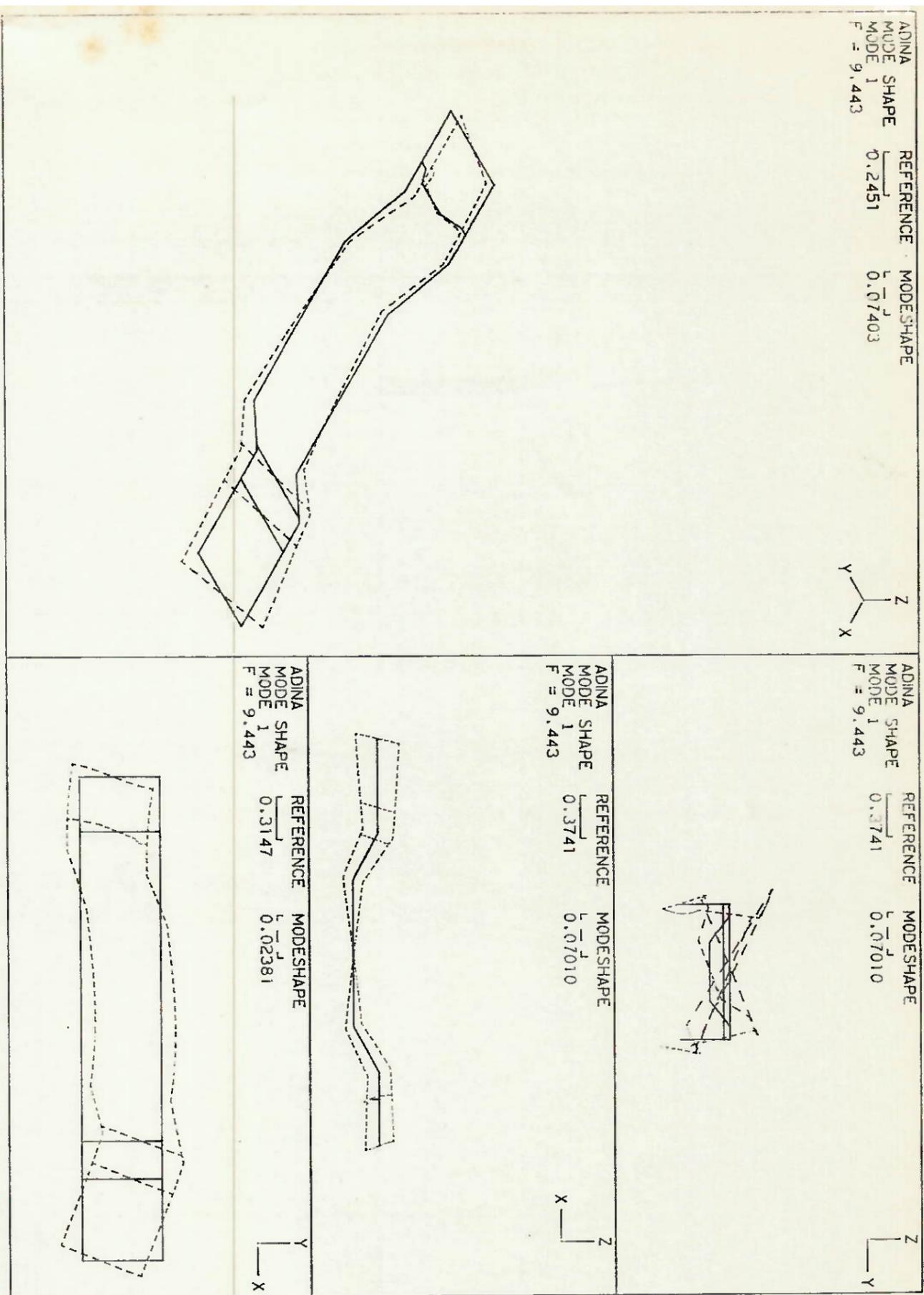


FIG. 4.3 - PRIMEIRO MODO DE VIBRACAO

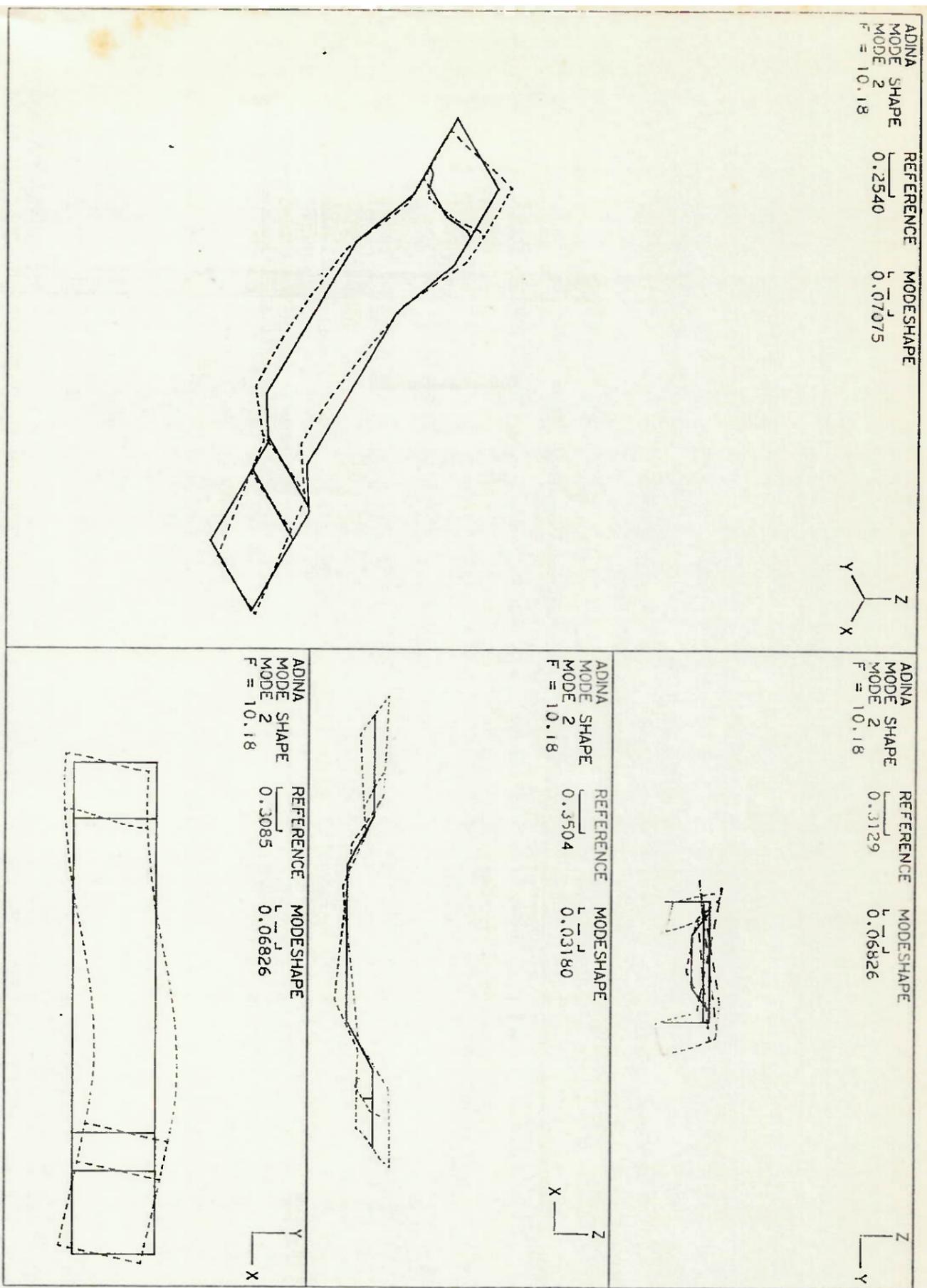


FIG. 4.4 - SEGUNDO MODO DE VIBRACAO

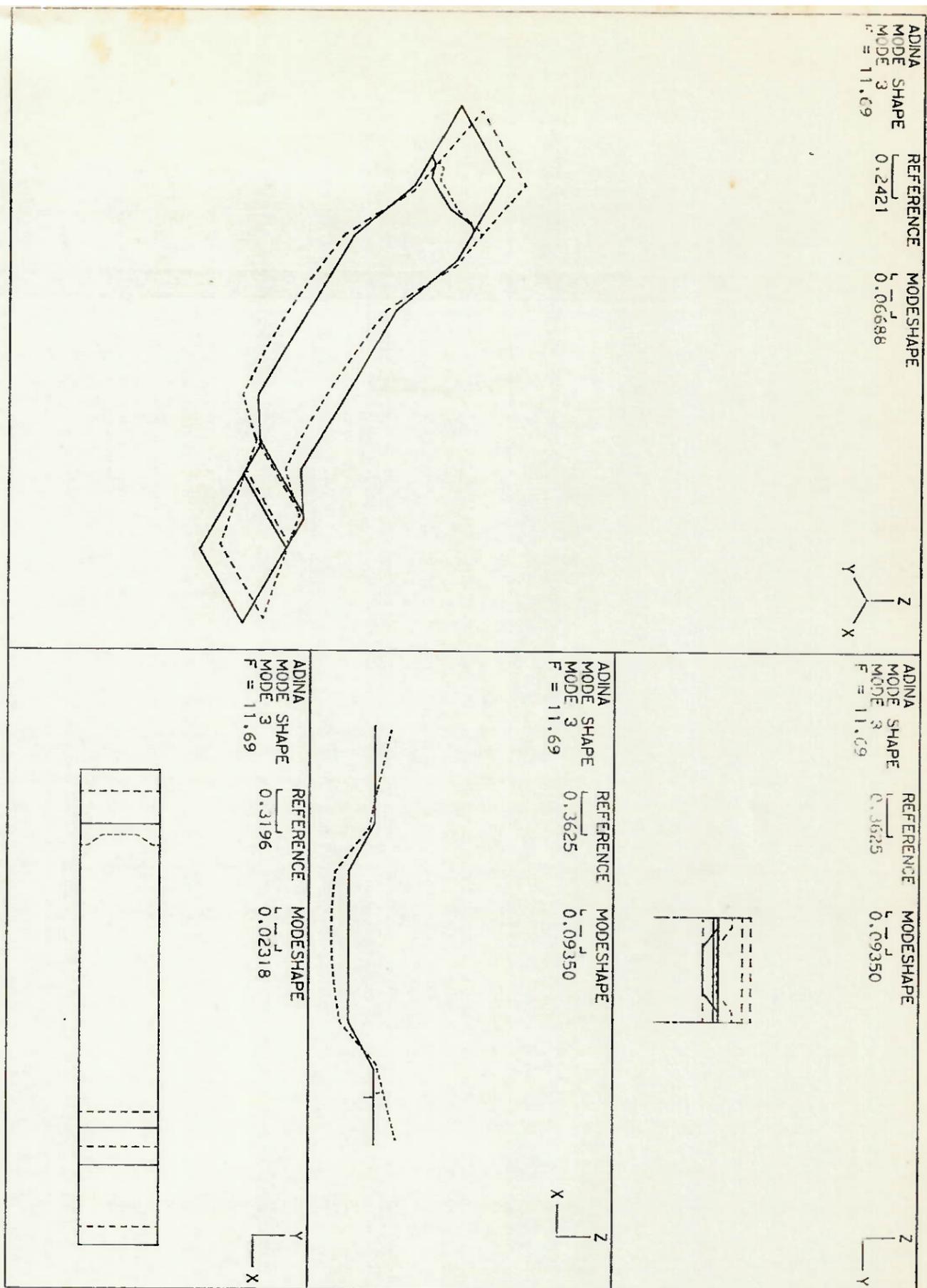


FIG. 4.5 - TERCEIRO MODO DE VIBRACAO

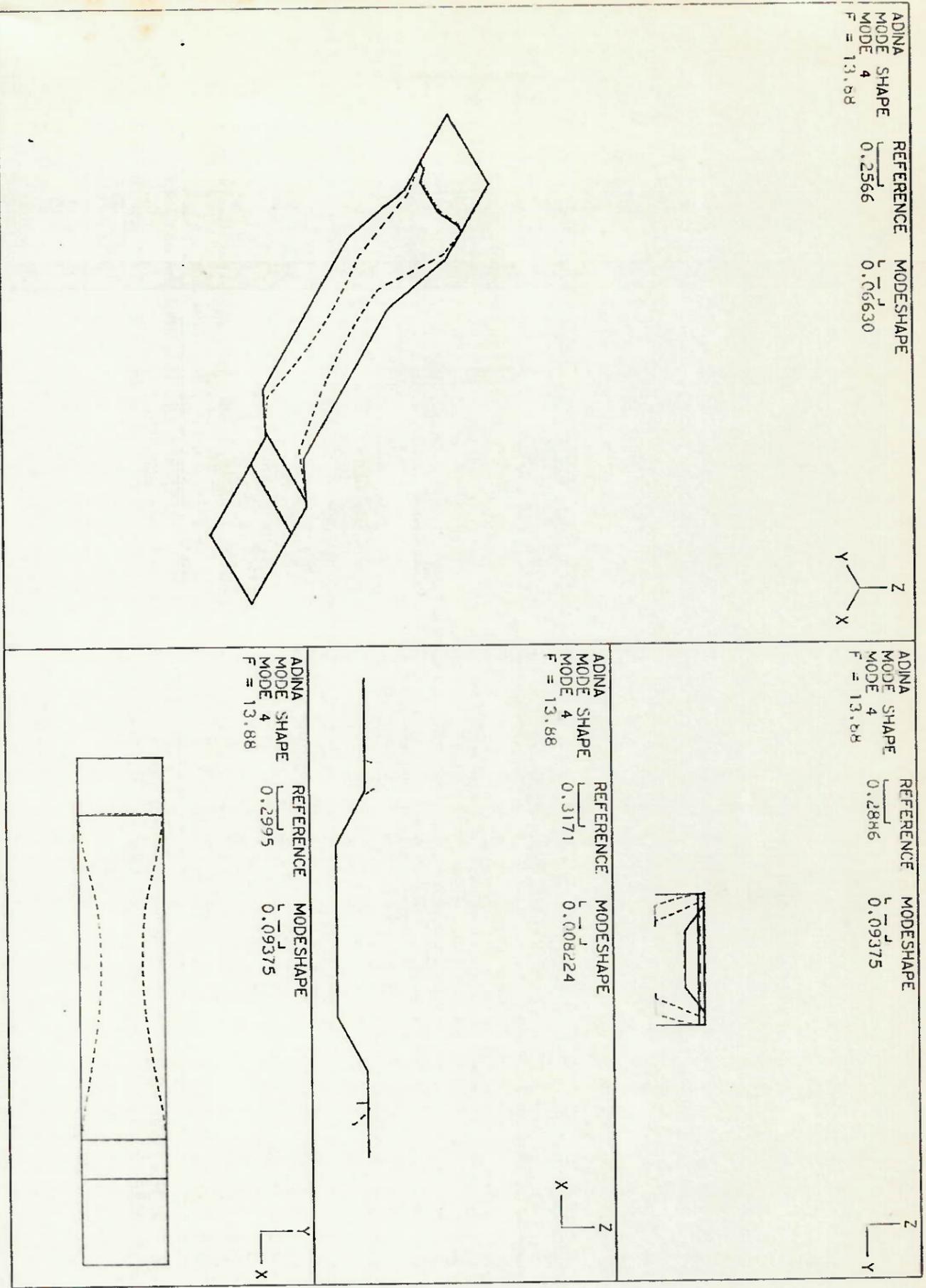


FIG. 4.6 - QUARTO MODO DE VIBRACAO

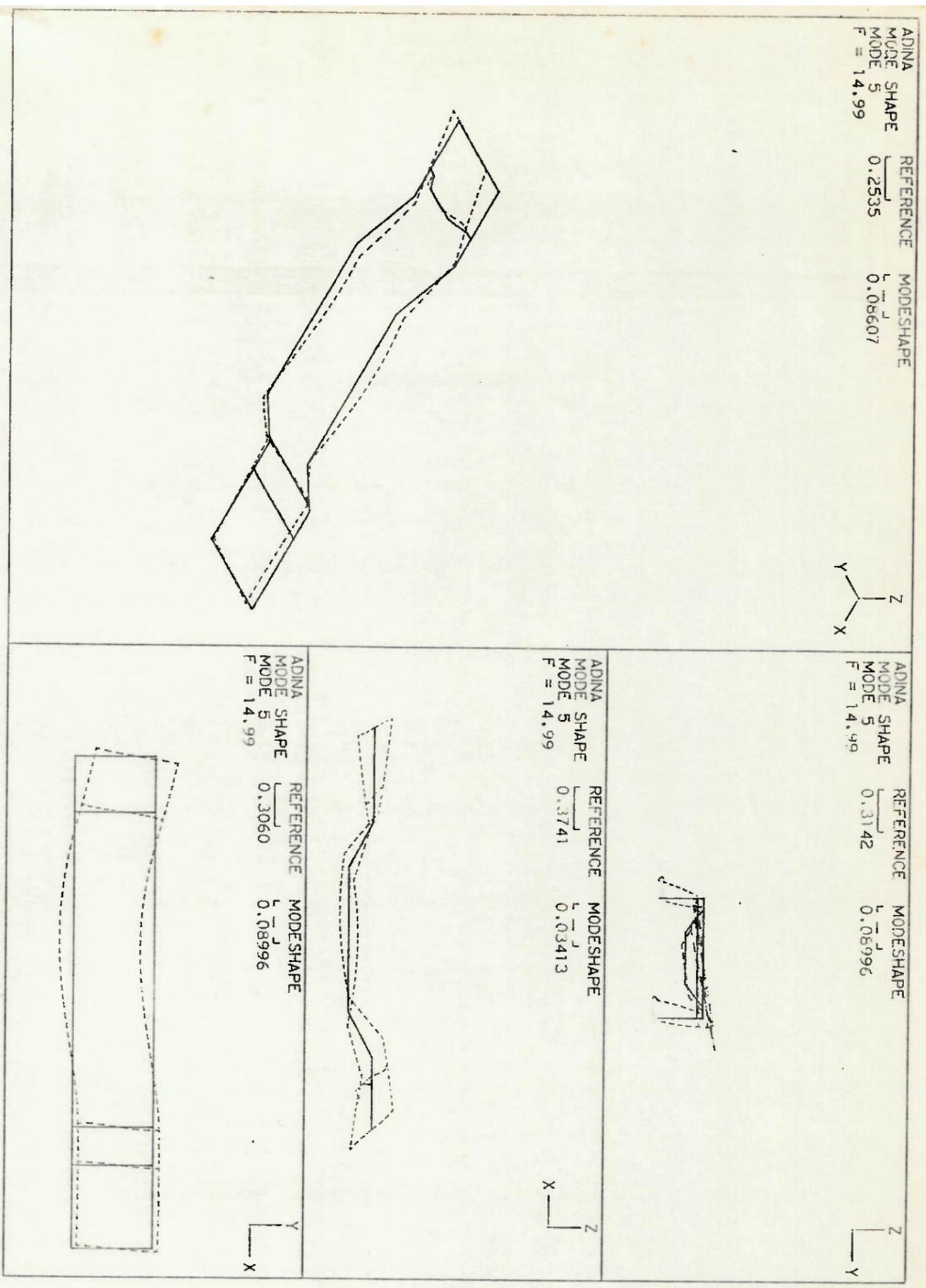


FIG. 4.7 - QUINTO MODO DE VIBRACAO

1 ADINA - Automatic Dynamic Incremental Nonlinear Analysis - User's Manual

2 Bathe, Klaus-Jurgen - Finite Elements Procedures in Engineering Analysis

## 5 - Análise dos Resultados

Com a análise dinâmica obtivemos os valores de força para todos os instantes de cálculo. De posse deste resultados, utilizamos um programa que pós-processa os resultados obtidos pelo *ADINA* (*ADINA-PL0T* [1]). Tal programa possibilitou o cálculo da tensão atuante pelo critério de Von Mises, permite ainda que se encontre qual os valores máximos de tensão durante todo o intervalo de tempo calculado e que se elaborem gráficos dos deslocamentos, velocidades e acelerações nodais, da variação da tensão em função do tempo, etc...

No apêndice B, encontram-se listadas as 200 maiores tensões encontradas na estrutura. Esta listagem mostra ainda o local e o instante de tempo de ocorrência destas tensões.

Notamos que os valores encontrados são muito altos (em torno de  $8,08E+08$  N/m<sup>2</sup>), e que a maior tensão ocorre no nó em que o deslocamento é aplicado (ponto de fixação da mola e do amortecedor). A variação da tensão neste ponto se encontra na figura 5.1. A região de maior tensão se encontra detalhada na figura 5.2.

Para obtermos uma comparação, fizemos uma análise da estrutura utilizando o critério estático. Os resultados desta análise se encontram listados no apêndice C. A maior tensão encontrada na análise estática esta em torno de  $1,62E+07$  N/m<sup>2</sup>.

Comparando os dois critérios, podemos notar que :

- A tensão para a análise estática é menor que para a análise dinâmica para os valores de tensão considerados (200 maiores valores de tensão dinâmica).
- A maior tensão estática e dinâmica ocorrem na mesma região, a região da fixação da mola e do amortecedor.

### 5.1 - Conclusões Finais

Devido à natureza diferente dos carregamentos, não é possível obtermos um fator numérico que relacione diretamente uma tensão es-

tática a uma dinâmica, pois os carregamentos são aplicados diferentemente, o que dificulta essa relação.

Notamos que o carregamento dinâmico é um carregamento que leva em conta a flexão e a torção atuantes no chassi, enquanto o carregamento estático leva em conta somente a torção no mesmo. O carregamento de flexo-torção é o que ocorre mais frequentemente no chassi, mas os valores mais críticos de tensão são encontrados na torção do mesmo.

Os valores obtidos na análise dinâmica são extremamente elevados (aproximadamente 3 vezes maiores que a tensão de escoamento do material), esse fato pode ser decorrência de um intervalo de integração muito grande. Encontramos muita dificuldade em diminuirmos este intervalo de integração, pois o tempo de processamento e a memória necessários para cada teste crescem rapidamente, chegando ao limite de utilização do computador. Com os intervalos de tempo testados, a resposta não convergiu para um valor, adotamos o intervalo de 0.002 s como intervalo ideal para possibilitar a continuação da análise.

Salientamos ainda que este trabalho pretende somente sugerir uma metodologia para o dimensionamento dinâmico de um chassi, existem outros métodos de solução como por exemplo Superposição Modal e métodos de integração diferentes (por exemplo Wilson-Theta) que podem possibilitar uma solução mais rápida e eficiente. Além disto para a continuação do trabalho utilizando o método de Newmark, necessitamos de uma maior capacidade de processamento, o que não é possível no momento.

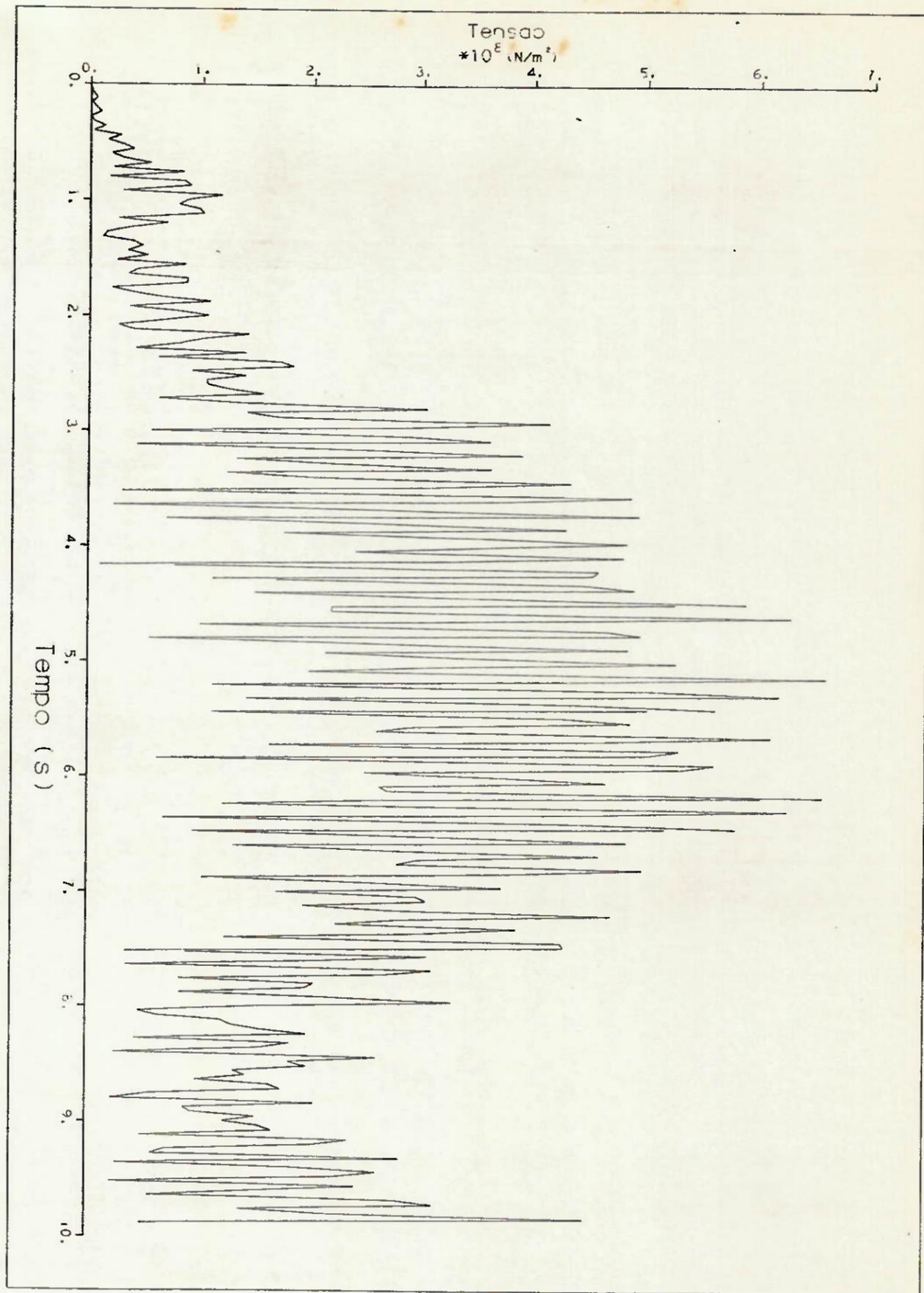


Fig. 5.1 - Variacao da tensao com o tempo

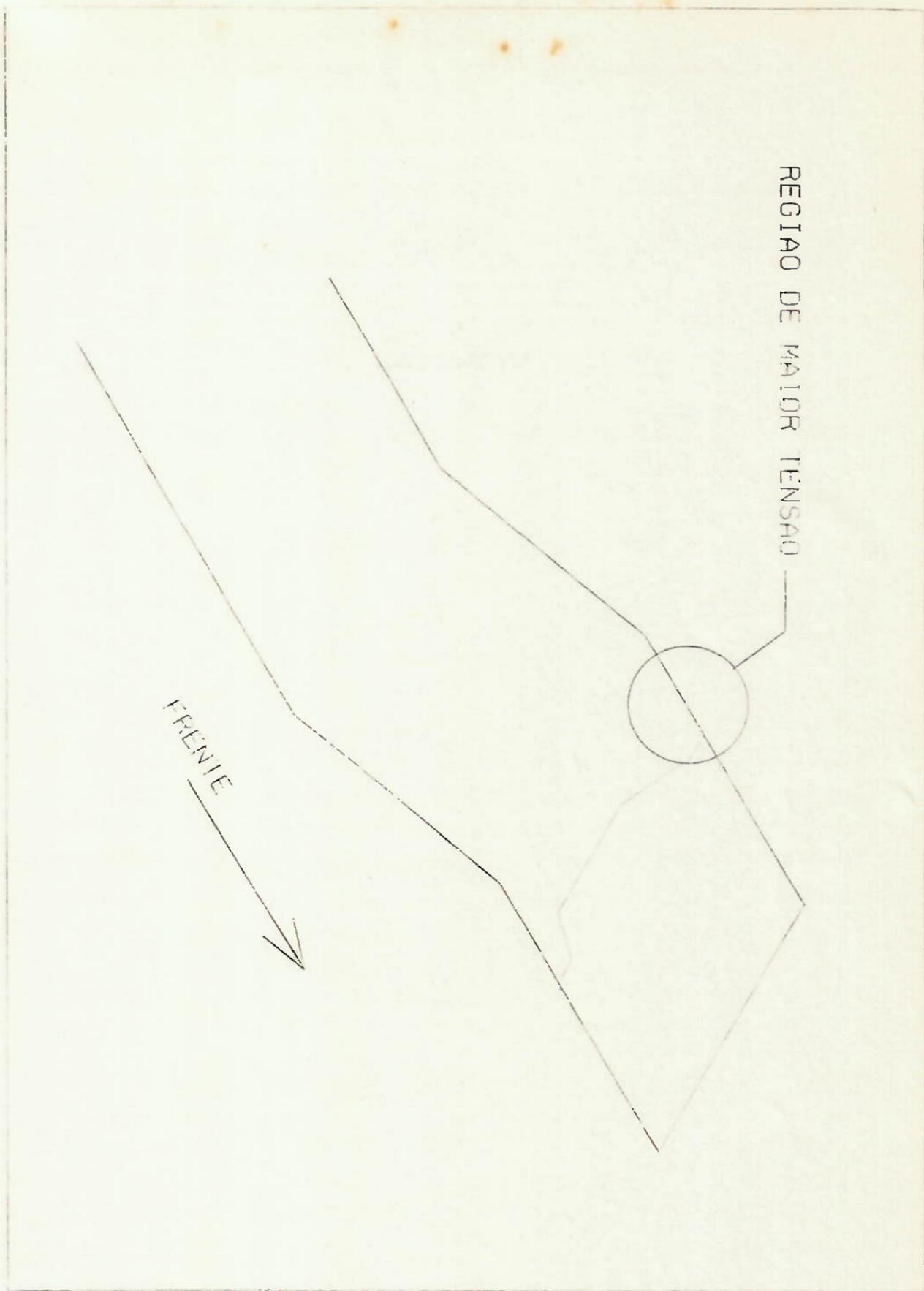


FIG. 5.2 - DETALHE DA REGIAO DE MAIOR TENSÃO

---

1 ADINA- PLOT : User's manual

Apêndice A - Curvas da Suspensão

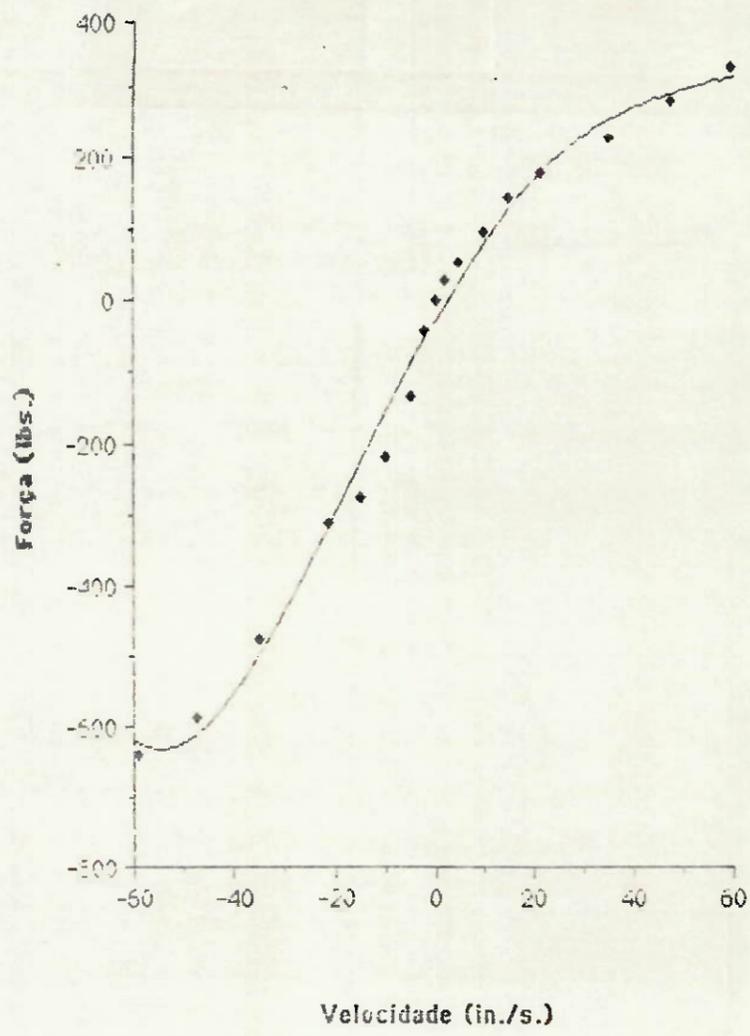


Fig A.1 - Curva do amortecedor dianteiro

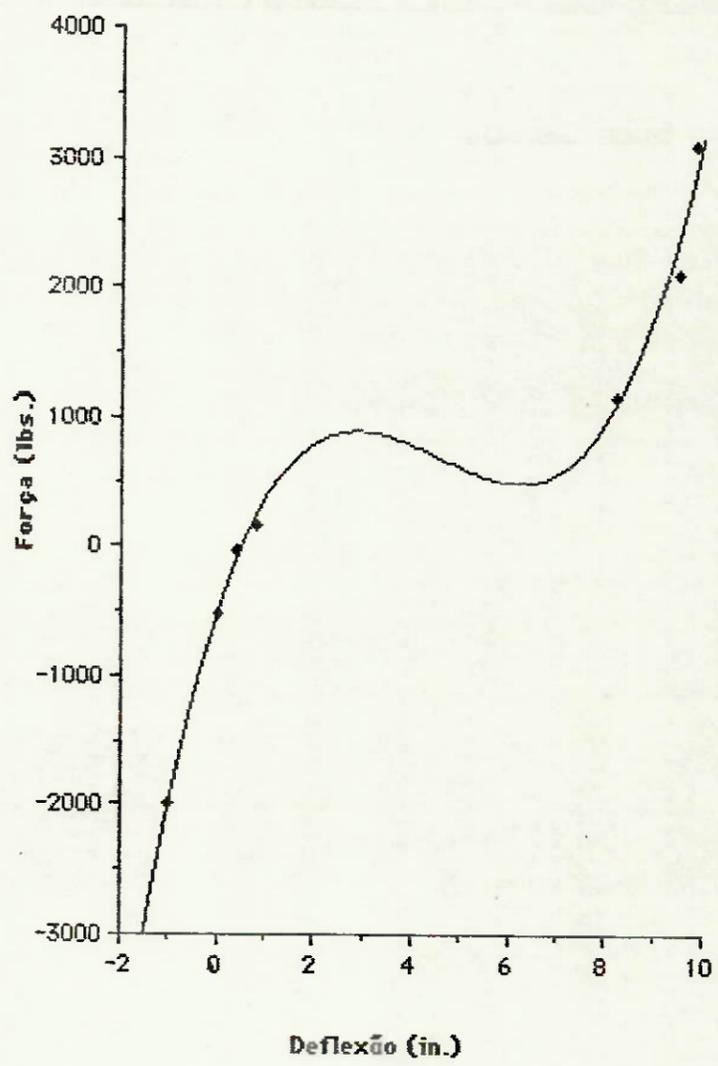


Fig A.2 - Curva da mola dianteira

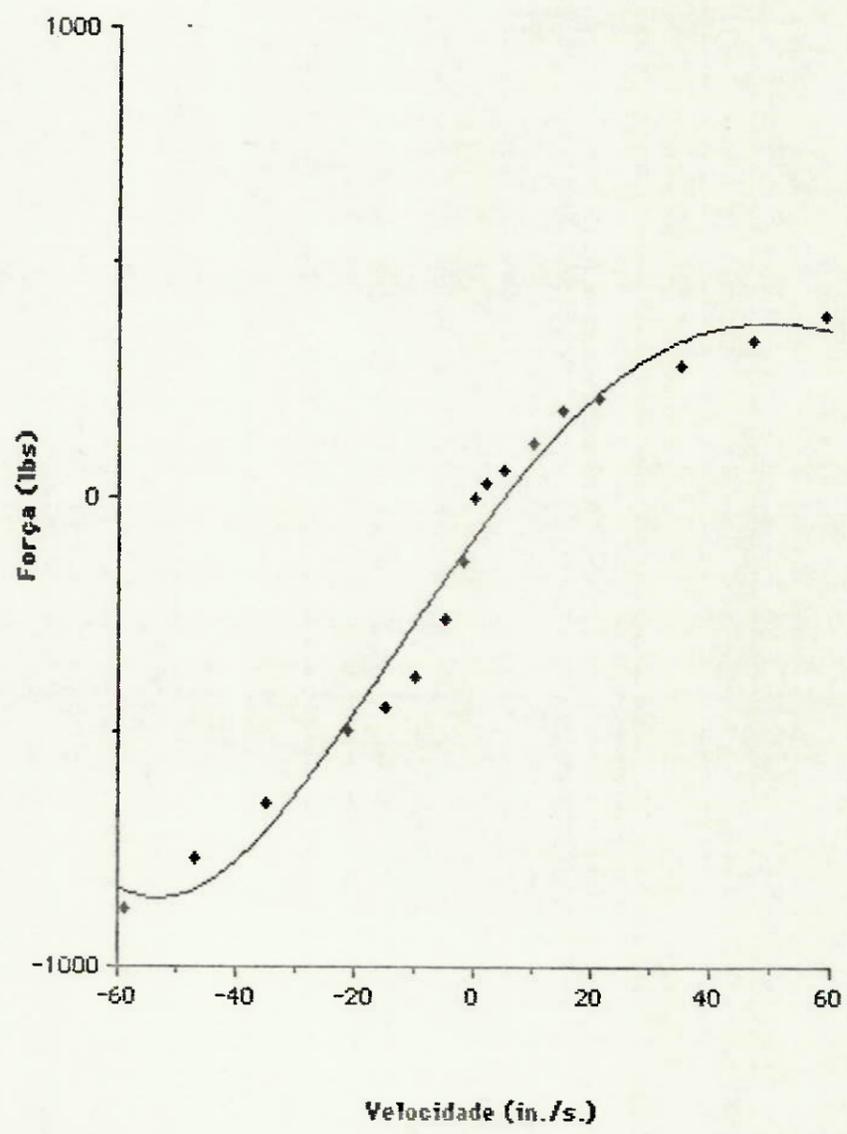


Fig A.3 - Curva do amortecedor traseiro

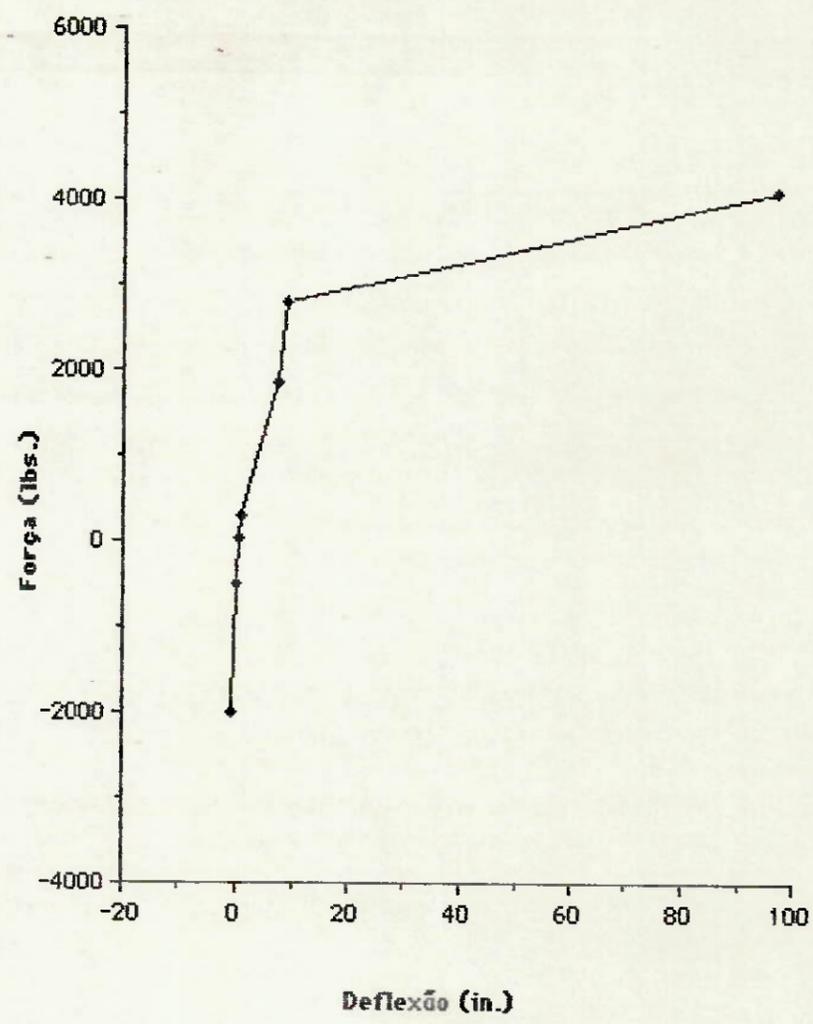


Fig A.4 - Curva da mola traseira

APENDICE B - Listagem de saída da análise dinâmica

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 17 DECEMBER 1988

ADINA, LOADSTEP:

DATABASE CREATE MAPSIZE=800

DATABASE OPEN FILEUNIT = 1 RECL = 512

READING OF ADINA PORTHOLE FILE STARTS. HEADING,

Analise dinamica do jipe fase II com deslocamento  
prescrito - Newmark

LOADED: NODAL AND ELEMENT INPUT DATA

LOADED: INITIAL CONDITIONS AT TIME 0.00000E+00

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

EQUIVALENCIA DAS VARIÁVEIS DO ADINA-PLOT

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS FR FORCE-R

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS FS FORCE-S

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS FT FORCE-T

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS MR MOMENT-R

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS MS MOMENT-S

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS MT MOMENT-T

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANTES UTILIZADAS

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

LONGARINA

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WR1 4.0068E-05

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WS1 2.2136E-05

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WT1 3.2884E-05

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT AR1 1.044E-01

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

TRAVESSAS

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WR2 997.3E-9

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WS2 9847.11E-9

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WT2 12253.47E-9

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT AR2 .08

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

PARA CHOQUES

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WR3 732E-9

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WS3 4131.83E-9

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WT3 31565.28E-9

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT AR3 .0732

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

DEFINICAO DO CALCULO DA TENSAO POR VONMISSES

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

RESULTANT TENS1 'SQRT((MS/WS1+MT/WT1+FR/AR1)<sup>2</sup>+3(MR/WR1)<sup>2</sup>)'

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

DEFINICAO DAS ZONAS

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

EGZONE LONGARINA

ADINA, LOADSTEP:

1

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

BUSCA DOS VALORES MAXIMOS DE TENSÃO PARA A ZONA DEFINIDA

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

ZMAX LONGARINA NUMBER=200 TENS1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 17 DECEMBER 1988: Analise  
dinamica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

SCANNING FOR ABSOLUTE MAXIMUM OVER ZONE LONGARINA

VARIABLE TENS1

8.08485E+08, TIME 8.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

7.88661E+08, TIME 8.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

7.65676E+08, TIME 7.08000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

7.49305E+08, TIME 8.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

7.29129E+08, TIME 7.08000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

7.17906E+08, TIME 8.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

6.75850E+08, TIME 7.32000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

6.71263E+08, TIME 8.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

6.67861E+08, TIME 7.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

6.61326E+08, TIME 7.20000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

6.60730E+08, TIME 5.12000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

6.58680E+08, TIME 5.12000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

6.57750E+08, TIME 6.16000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

6.57518E+08, TIME 8.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

6.52281E+08, TIME 6.16000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

6.51220E+08, TIME 6.56000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

6.48486E+08, TIME 7.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

6.46249E+08, TIME 7.32000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

6.44159E+08, TIME 7.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

6.42132E+08, TIME 8.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
12, POINT 1

6.40695E+08, TIME 6.56000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

6.39990E+08, TIME 8.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 2

6.38951E+08, TIME 7.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

6.38434E+08, TIME 8.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 2

6.36391E+08, TIME 7.20000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

6.32506E+08, TIME 6.28000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 17 DECEMBER 1988: Analise  
dinamica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

SCANNING FOR ABSOLUTE MAXIMUM OVER ZONE LONGARINA

VARIABLE TENS1

6.30457E+08, TIME 3.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

6.30309E+08, TIME 4.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

6.28472E+08, TIME 8.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 2

6.27226E+08, TIME 6.28000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

6.23530E+08, TIME 7.08000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 1

6.20074E+08, TIME 4.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

6.19609E+08, TIME 5.28000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

6.18777E+08, TIME 3.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

6.17228E+08, TIME 7.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
12, POINT 1

6.16979E+08, TIME 7.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 2

6.15770E+08, TIME 5.28000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

6.13811E+08, TIME 5.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

6.12268E+08, TIME 5.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

6.10317E+08, TIME 3.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

6.05234E+08, TIME 6.44000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

6.03620E+08, TIME 5.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.99636E+08, TIME 5.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.92676E+08, TIME 7.08000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 2

5.92467E+08, TIME 8.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 1

5.91173E+08, TIME 3.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

5.90618E+08, TIME 6.28000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

5.90295E+08, TIME 4.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

5.89777E+08, TIME 5.28000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.88822E+08, TIME 5.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

5.87912E+08, TIME 8.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

5.86925E+08, TIME 7.32000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 1 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 17 DECEMBER 1988: Analise  
dinamica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

SCANNING FOR ABSOLUTE MAXIMUM OVER ZONE LONGARINA

VARIABLE TENS1

5.85800E+08, TIME 8.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 1

5.83201E+08, TIME 2.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

5.81958E+08, TIME 5.28000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

5.81504E+08, TIME 6.16000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.81047E+08, TIME 6.44000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

5.76811E+08, TIME 5.12000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

5.76238E+08, TIME 8.68000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
30, POINT 1

5.75417E+08, TIME 6.28000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.75341E+08, TIME 8.68000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
29, POINT 2

5.75307E+08, TIME 2.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

5.74801E+08, TIME 4.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

5.74090E+08, TIME 8.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
64, POINT 2

5.71171E+08, TIME 5.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

5.71129E+08, TIME 8.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 9,  
POINT 2

5.69720E+08, TIME 8.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

5.68269E+08, TIME 5.12000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.67967E+08, TIME 6.16000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

5.66055E+08, TIME 7.84000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

5.64624E+08, TIME 7.96000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

5.64258E+08, TIME 4.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.63705E+08, TIME 5.40000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

5.62490E+08, TIME 5.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

5.61508E+08, TIME 7.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 2

5.59930E+08, TIME 5.40000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

5.59706E+08, TIME 7.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

5.59031E+08, TIME 5.24000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 17 DECEMBER 1988; Analise  
dinamica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

SCANNING FOR ABSOLUTE MAXIMUM OVER ZONE LONGARINA

VARIABLE TENS1

5.57963E+08, TIME 7.84000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

5.57402E+08, TIME 4.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

5.57216E+08, TIME 8.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 1

5.56607E+08, TIME 7.96000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

5.56275E+08, TIME 8.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

5.54131E+08, TIME 8.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 2

5.51444E+08, TIME 8.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

5.50739E+08, TIME 7.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
12, POINT 1

5.50178E+08, TIME 4.40000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

5.49887E+08, TIME 5.76000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

5.49650E+08, TIME 8.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

5.49148E+08, TIME 7.96000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
84, POINT 2

5.46780E+08, TIME 7.96000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
85, POINT 1

5.46670E+08, TIME 5.80000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

5.46557E+08, TIME 5.24000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.46442E+08, TIME 8.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

5.43282E+08, TIME 6.04000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.41891E+08, TIME 8.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 2

5.41580E+08, TIME 7.32000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 2

5.38633E+08, TIME 5.40000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

5.38279E+08, TIME 5.12000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.37497E+08, TIME 8.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

5.37217E+08, TIME 5.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.36990E+08, TIME 4.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

5.35424E+08, TIME 6.04000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

5.35070E+08, TIME 3.24000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 17 DECEMBER 1988: Analise  
dinamica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

SCANNING FOR ABSOLUTE MAXIMUM OVER ZONE LONGARINA

VARIABLE TENSI

5.34314E+08, TIME 5.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

5.33837E+08, TIME 5.92000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

5.33038E+08, TIME 3.24000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

5.32933E+08, TIME 8.68000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
28, POINT 2

5.32320E+08, TIME 7.96000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 2

5.32236E+08, TIME 7.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

5.31761E+08, TIME 5.92000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

5.31359E+08, TIME 5.76000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

5.31164E+08, TIME 5.40000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.29762E+08, TIME 4.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.28539E+08, TIME 5.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

5.28537E+08, TIME 8.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
68, POINT 1

5.27861E+08, TIME 8.68000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
29, POINT 1

5.27597E+08, TIME 4.40000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

5.27406E+08, TIME 6.56000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.26649E+08, TIME 7.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 1

5.25866E+08, TIME 5.80000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.25446E+08, TIME 6.44000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.24617E+08, TIME 7.96000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
83, POINT 2

5.24596E+08, TIME 8.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
29, POINT 2

5.22025E+08, TIME 8.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 1

5.21659E+08, TIME 5.80000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

5.20794E+08, TIME 5.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

5.20181E+08, TIME 8.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
12, POINT 2

5.19782E+08, TIME 7.96000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
84, POINT 1

5.19781E+08, TIME 8.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
30, POINT 1 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 17 DECEMBER 1988: Analise  
dinamica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

SCANNING FOR ABSOLUTE MAXIMUM OVER ZONE LONGARINA

VARIABLE TENS1

5.19701E+08, TIME 5.12000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

5.18786E+08, TIME 8.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
12, POINT 1

5.17169E+08, TIME 8.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 2

5.17082E+08, TIME 5.92000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.17013E+08, TIME 4.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.16858E+08, TIME 7.96000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
12, POINT 1

5.16342E+08, TIME 5.40000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.14831E+08, TIME 6.68000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

5.14786E+08, TIME 8.40000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 2

5.14751E+08, TIME 6.44000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

5.14258E+08, TIME 4.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
91, POINT 2

5.13517E+08, TIME 4.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
64, POINT 1

5.13222E+08, TIME 8.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 1

5.12908E+08, TIME 8.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 1

5.12790E+08, TIME 7.28000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

5.12234E+08, TIME 8.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 1

5.10123E+08, TIME 4.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

5.09539E+08, TIME 8.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
11, POINT 2

5.09456E+08, TIME 5.24000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

5.09412E+08, TIME 4.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
92, POINT 1

5.07854E+08, TIME 7.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

5.07753E+08, TIME 5.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

5.07379E+08, TIME 4.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

5.06476E+08, TIME 4.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

5.06372E+08, TIME 5.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.06148E+08, TIME 4.60000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 2 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 17 DECEMBER 1988: Analise  
dinamica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

SCANNING FOR ABSOLUTE MAXIMUM OVER ZONE LONGARINA

VARIABLE TENS1

5.05904E+08, TIME 7.88000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
10, POINT 1

5.04467E+08, TIME 5.40000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

5.04093E+08, TIME 5.80000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

5.02767E+08, TIME 5.76000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2

5.02447E+08, TIME 6.56000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

5.02133E+08, TIME 5.12000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
64, POINT 1

5.02016E+08, TIME 7.08000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
68, POINT 1

4.99777E+08, TIME 5.52000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

4.99602E+08, TIME 8.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 1

4.99541E+08, TIME 6.56000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 2

4.98978E+08, TIME 6.80000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

4.98969E+08, TIME 8.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
64, POINT 2

4.98676E+08, TIME 7.84000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
66, POINT 2

4.98270E+08, TIME 3.56000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

4.97733E+08, TIME 5.76000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

4.97022E+08, TIME 6.04000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

4.96791E+08, TIME 4.76000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

4.96717E+08, TIME 8.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
28, POINT 2

4.96693E+08, TIME 7.84000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 1

4.96352E+08, TIME 7.92000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

4.96109E+08, TIME 7.08000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 2

4.95783E+08, TIME 8.64000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
13, POINT 1

4.95471E+08, TIME 4.48000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 8,  
POINT 1

4.94833E+08, TIME 3.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

4.94203E+08, TIME 4.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

4.93828E+08, TIME 5.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
61, POINT 2 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 17 DECEMBER 1988: Analise  
dinamica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

SCANNING FOR ABSOLUTE MAXIMUM OVER ZONE LONGARINA

VARIABLE TENS1

4.93357E+08, TIME 7.24000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
29, POINT 2

4.93176E+08, TIME 5.08000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
91, POINT 2

4.93171E+08, TIME 4.08000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT 7,  
POINT 2

4.92960E+08, TIME 6.56000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

4.92952E+08, TIME 3.72000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
63, POINT 1

4.91164E+08, TIME 6.04000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

4.91157E+08, TIME 4.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 2

4.91126E+08, TIME 5.00000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
62, POINT 1

4.91040E+08, TIME 8.08000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
65, POINT 2

4.90869E+08, TIME 3.36000E+00, ELEMENT GROUP 1, ELEMENT  
67, POINT 1

APENDICE C - Listagem de saída da análise estática

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 20 DECEMBER 1988

ADINA, LOADSTEP:

DATABASE CREATE

DATABASE OPEN FILEUNIT = 1 RECL = 512

READING OF ADINA PORTHOLE FILE STARTS. HEADING,

Análise Estática do jipe fase II

LOADED: NODAL AND ELEMENT INPUT DATA

LOADED: INITIAL CONDITIONS AT TIME 0.00000E+00

ADINA LOAD STEPS ON DATABASE FOR TIMES 0.00000E+00 TO  
1.00000E+00

ADINA NODAL RESULTS ON DATABASE FOR TIMES 0.00000E+00 TO  
1.00000E+00

ADINA ELEMENT RESULTS ON DATABASE FOR TIMES 1.00000E+00 TO  
1.00000E+00

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

EQUIVALENCIA DAS VARIAVEIS DO ADINA-PLOT

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS FR FORCE-R

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS FS FORCE-S

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS FT FORCE-T

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS MR MOMENT-R

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS MS MOMENT-S

ADINA, LOADSTEP:

ALIAS MT MOMENT-T

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANTES UTILIZADAS

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

LONGARINA

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WR1 4.0068E-05

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WS1 2.2136E-05

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT WT1 3.2884E-05

ADINA, LOADSTEP:

CONSTANT AR1 1.044E-01

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

RESULTANT TENS1 'SQRT((MS/WS1+MT/WT1+FR/AR1)2+3(MR/WR1)2)'

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

DEFINICAO DAS ZONAS

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

EGZONE LONGARINA

ADINA, LOADSTEP:

1

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

ZLIST LONGARINA VARIABLES=TENS1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 20 DECEMBER 1988: Analise  
Estatica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

LISTING FOR ZONE LONGARINA

ELEMENT GROUP 1

TIME ELEMENT POINT TENS1

1.00000E+00

1 1 6.59723E+06

1 2 6.67173E+06

2 1 6.67173E+06

2 2 6.86800E+06

3 1 6.86800E+06

3 2 7.17606E+06

4 1 7.17606E+06

4 2 7.58238E+06

5 1 7.58238E+06

5 2 8.07199E+06

6 1 8.07199E+06

6 2 8.66712E+06

7 1 8.66712E+06

7 2 9.19679E+06

8 1 1.32068E+07

8 2 1.41195E+07

9 1 1.41195E+07

9 2 1.50947E+07

10 1 1.50947E+07

10 2 1.62336E+07

11 1 1.62336E+07

11 2 1.58427E+07

12 1 1.13394E+07

12 2 1.10520E+07

13 1 1.10513E+07

13 2 1.08002E+07

14 1 1.08008E+07

14 2 1.05884E+07

15 1 1.05887E+07

15 2 1.04173E+07

16 1 1.04159E+07

16 2 1.02929E+07

17 1 1.02946E+07

17 2 1.02062E+07 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 20 DECEMBER 1988: Analise  
Estatica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

LISTING FOR ZONE LONGARINA

ELEMENT GROUP 1

TIME ELEMENT POINT TENS1

18 1 1.33711E+07

18 2 1.30391E+07

19 1 1.30391E+07

19 2 1.27360E+07

20 1 1.27360E+07

20 2 1.24636E+07

21 1 1.24636E+07

21 2 1.22245E+07

22 1 1.22245E+07

22 2 1.20205E+07

23 1 1.20205E+07

23 2 1.18533E+07

24 1 1.18533E+07

24 2 1.17246E+07

25 1 1.17246E+07

25 2 1.16354E+07

26 1 1.16354E+07

26 2 1.15869E+07

27 1 1.15869E+07

27 2 1.15795E+07

28 1 1.15795E+07

28 2 1.16133E+07

29 1 1.16133E+07

29 2 1.16602E+07

30 1 1.16602E+07

30 2 1.18029E+07

31 1 1.18029E+07

31 2 1.19565E+07

32 1 1.19565E+07

32 2 1.21476E+07

33 1 1.21476E+07

33 2 1.23743E+07

34 1 1.23743E+07

34 2 1.26352E+07 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 20 DECEMBER 1988: Analise  
Estatica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

LISTING FOR ZONE LONGARINA

ELEMENT GROUP 1

TIME ELEMENT POINT TENS1

35 1 1.26352E+07

35 2 1.29275E+07

36 1 1.29275E+07

36 2 1.32494E+07

37 1 1.01879E+07

37 2 1.02551E+07

38 1 1.02499E+07

38 2 1.03617E+07

39 1 1.03673E+07

39 2 1.05236E+07

40 1 1.05233E+07

40 2 1.07215E+07

41 1 1.07187E+07

41 2 1.10246E+07

42 1 8.26438E+06

42 2 8.83139E+06

43 1 1.21335E+07

43 2 1.32131E+07

44 1 1.32131E+07

44 2 1.22210E+07

45 1 1.22210E+07

45 2 1.16132E+07

46 1 1.16132E+07

46 2 1.09894E+07

47 1 7.93476E+06

47 2 7.28426E+06

48 1 7.28426E+06

48 2 6.94124E+06

49 1 6.94124E+06

49 2 6.39729E+06

50 1 6.39729E+06

50 2 5.89743E+06

51 1 5.89743E+06

51 2 5.45274E+06 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 20 DECEMBER 1988: Analise  
Estatica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

LISTING FOR ZONE LONGARINA

ELEMENT GROUP 1

TIME ELEMENT POINT TENS1

52 1 5.45274E+06

52 2 5.06175E+06

53 1 5.06175E+06

53 2 4.75264E+06

54 1 4.75264E+06

54 2 4.60230E+06

55 1 4.60230E+06

55 2 4.53074E+06

56 1 6.59716E+06

56 2 6.64932E+06

57 1 6.64932E+06

57 2 6.82446E+06

58 1 6.82446E+06

58 2 7.11352E+06

59 1 7.11352E+06

59 2 7.50340E+06

60 1 7.50340E+06

60 2 7.97923E+06

61 1 7.97923E+06

61 2 8.56236E+06

62 1 8.56236E+06

62 2 9.08404E+06

63 1 1.32065E+07

63 2 1.41191E+07

64 1 1.41191E+07

64 2 1.50943E+07

65 1 1.50943E+07

65 2 1.62331E+07

66 1 1.62331E+07

66 2 1.58422E+07

67 1 1.94672E+07

67 2 1.88843E+07

68 1 1.88848E+07

68 2 1.83092E+07 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 20 DECEMBER 1988: Analise  
Estatica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

LISTING FOR ZONE LONGARINA

ELEMENT GROUP 1

TIME ELEMENT POINT TENS1

69 1 1.83087E+07

69 2 1.77410E+07

70 1 1.77408E+07

70 2 1.71819E+07

71 1 1.71829E+07

71 2 1.66591E+07

72 1 1.66579E+07

72 2 1.60937E+07

73 1 1.33707E+07

73 2 1.30388E+07

74 1 1.30388E+07

74 2 1.27358E+07

75 1 1.27358E+07

75 2 1.24633E+07

76 1 1.24633E+07

76 2 1.22243E+07

77 1 1.22243E+07

77 2 1.20203E+07

78 1 1.20203E+07

78 2 1.18532E+07

79 1 1.18532E+07

79 2 1.17245E+07

80 1 1.17245E+07

80 2 1.16353E+07

81 1 1.16353E+07

81 2 1.15869E+07

82 1 1.15869E+07

82 2 1.15795E+07

83 1 1.15795E+07

83 2 1.16134E+07

84 1 1.16134E+07

84 2 1.16603E+07

85 1 1.16603E+07

85 2 1.18030E+07 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 20 DECEMBER 1988: Analise  
Estatica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

LISTING FOR ZONE LONGARINA

ELEMENT GROUP 1

TIME ELEMENT POINT TENS1

86 1 1.18030E+07

86 2 1.19567E+07

87 1 1.19567E+07

87 2 1.21478E+07

88 1 1.21478E+07

88 2 1.23745E+07

89 1 1.23745E+07

89 2 1.26355E+07

90 1 1.26355E+07

90 2 1.29278E+07

91 1 1.29278E+07

91 2 1.32497E+07

92 1 1.59034E+07

92 2 1.64382E+07

93 1 1.64419E+07

93 2 1.69871E+07

94 1 1.69833E+07

94 2 1.75391E+07

95 1 1.75393E+07

95 2 1.81042E+07

96 1 1.81061E+07

96 2 1.88302E+07

97 1 1.35416E+07

97 2 1.43695E+07

98 1 1.16310E+07

98 2 1.26834E+07

99 1 1.26834E+07

99 2 1.17159E+07

100 1 1.17159E+07

100 2 1.11272E+07

101 1 1.11272E+07

101 2 1.05274E+07

102 1 7.82387E+06

102 2 7.17863E+06 1

ADINA-PLOT VERSION 2.0, 20 DECEMBER 1988: Analise  
Estatica do

FINITE ELEMENT PROGRAM ADINA : RESPONSE TYPE LOADSTEP

LISTING FOR ZONE LONGARINA

ELEMENT GROUP 1

TIME ELEMENT POINT TENS1

103 1 7.17863E+06

103 2 6.83913E+06

104 1 6.83913E+06

104 2 6.30233E+06

105 1 6.30233E+06

105 2 5.81159E+06

106 1 5.81159E+06

106 2 5.37849E+06

107 1 5.37849E+06

107 2 5.00276E+06

108 1 5.00276E+06

108 2 4.71343E+06

109 1 4.71343E+06

109 2 4.58035E+06

110 1 4.58035E+06

110 2 4.53066E+06

ADINA, LOADSTEP:

ADINA, LOADSTEP:

END

BLANK COMMON WORDS ALLOCATED 1200000 USED 35921

DATABASE CLOSED LOGICAL DISK RECORDS 47 AVERAGE LENGTH 552

DA RECORDS USED 88 DA WRITES 90 READS 0 DA FIX RECL 512