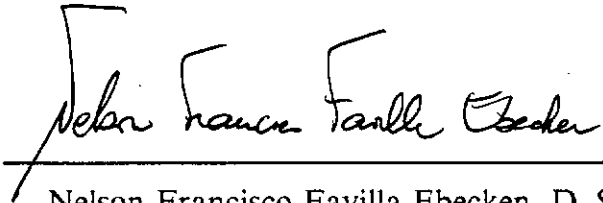


PRÉ E PÓS-PROCESSAMENTO GRÁFICO PARA ANÁLISE  
GLOBAL DE RISERS E LINHAS DE ANCORAGEM

Carlos Luiz Nunes dos Santos

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO  
DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CÍVIL.

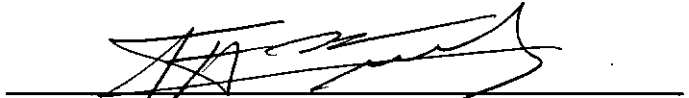
Aprovada por:



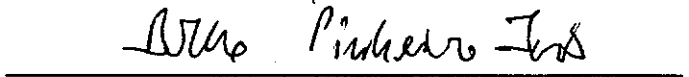
Nelson Francisco Favilla Ebecken, D. Sc.  
(Presidente)



Alvaro Maia da Costa, D. Sc.



Agustin Juan Ferrante, Ph. D.



Breno Pinheiro Jacob, D. Sc.

SANTOS, Carlos Luiz Nunes dos

Pré e pós-processamento gráfico para análise global de risers e linhas de ancoragem [ Rio de Janeiro ] 1991,

XIII, 168 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M. Sc., Engenharia Civil, 1991)

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Pré e pós-processamento gráfico de risers

I. COPPE/UFRJ

II. Título (série)

Aos meus pais, e a Bia.

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Nelson Francisco Favilla Ebecken pelo interesse e orientação para finalização deste trabalho.

À PETROBRÁS pelos recursos utilizados e interesse neste trabalho.

Ao Professor Ronaldo Marinho Persiano pela confiança e apoio nas minhas decisões.

Aos colegas de mestrado, em especial, ao amigo João Dihl Comba pela amizade, interesse e apoio.

Aos amigos do CENPES, pelo incentivo e solidariedade neste trabalho.

A todos aqueles que me ajudaram pacientemente na elaboração final do texto.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.).

PRÉ E PÓS-PROCESSAMENTO GRÁFICO PARA ANÁLISE  
GLOBAL DE RISERS E LINHAS DE ANCORAGEM

Carlos Luiz Nunes dos Santos

NOVEMBRO de 1991

Orientador: Nelson Francisco Favilla Ebecken

Programa : Engenharia Civil

O presente trabalho é o resultado da composição estruturada de conhecimentos de Engenharia "Offshore" e de Análise e Desenvolvimento de Sistemas Computacionais, objetivando um conjunto de ferramentas práticas e eficientes aplicadas a análise estrutural de componentes marítimos utilizados na exploração de petróleo no mar.

Os modelos matemáticos de engenharia utilizados no presente trabalho, foram aproveitados de estudos já realizados na PETROBRÁS. Assim, o trabalho constituiu-se em simplificar e tornar mais efetivo e eficaz o uso desses conhecimentos através de técnicas de pré e pós-processamento gráfico de estruturas marítimas, com ênfase para "risers" flexíveis e linhas de ancoragem, amplamente utilizados pela PETROBRÁS.

Como resultado, foram gerados dois sistemas computacionais complementares, que realizam o pré-processamento e pós-processamento do programa ANFLEX [ 2,3 ] para cálculo de "risers" flexíveis.

Abstract os Thesis presented to COPPE/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.).

PRE AND POST GRAPHIC PROCESSING FOR GLOBAL  
ANALYSIS OF RISERS AND LINES OF ANCORAGE

Carlos Luiz Nunes dos Santos

November, 1991

Thesis Supervisor: Nelson Francisco Favilla Ebecken

Department : Civil Engineering

This work is the result of the combination of Offshore Engineering and Computational Engineering knowledge aiming to produce a group of practical and efficient tools for the analysis of structural components used offshore by the petroleum industry.

The engineering mathematical models used in this work, have been taken from previous work performed at the PETROBRAS. Hence, the basic philosophy behind this thesis was to enhance the ability to analyse such knowledge, by means of graphical pre and post processing, applied to offshore structures, mainly flexible risers and mooring lines, which are extensively used by PETROBRAS.

As a result, two computational systems providing for the pre and post processing of the ANFLEX [ 2,3 ] program, for analysis flexible risers, were implemented.

# Table of Contents

List of Illustrations .....	x
List of Tables .....	xi
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
INTRODUÇÃO .....	1
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>12</b>
ESPECIFICAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO COMPUTACIONAL .....	12
II.1) HARDWARE .....	12
II.2) SOFTWARE .....	15
II.2.1) SISTEMA OPERACIONAL .....	15
II.2.2) TSO E ISPF .....	16
II.2.3) CLIST E DIALOG .....	17
II.2.4) FORTRAN E PACOTES GRÁFICOS .....	19
II.3) ORGANIZAÇÃO .....	20
II.4) PORTABILIDADE .....	22
II.5) DEPURAÇÃO, DOCUMENTAÇÃO E VERSÕES .....	23
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>25</b>
PRÉ-PROCESSAMENTO .....	25
III.1) ORGANIZAÇÃO .....	25
III.1.1) DIAGRAMAS DO SISTEMA .....	29

III.1.2) CLISTS DO SISTEMA .....	39
III.1.3) PROGRAMAS DO SISTEMA .....	42
III.1.3.1) PROGRAMAS DE CÁLCULO .....	44
III.1.3.2) PROGRAMAS AUXILIARES .....	45
III.1.3.3) PROGRAMAS GRÁFICOS .....	48
III.1.4) PAINÉIS DO SISTEMA .....	50
III.2) ESTRUTURA DE DADOS DO SISTEMA .....	54
III.2.1) VARIÁVEIS .....	54
III.2.2) TABELAS .....	55
III.2.2.1) DESCRIÇÃO DAS TABELAS .....	56
III.3) ARQUIVOS .....	58
III.4) INTERFACE USUÁRIO-SISTEMA .....	61
III.5) EXEMPLOS .....	63
III.6) DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO .....	83
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>87</b>
PÓS-PROCESSAMENTO .....	87
IV.1) ORGANIZAÇÃO .....	87
IV.1.1) DIAGRAMAS DO SISTEMA .....	89
IV.1.2) CLISTS DO SISTEMA .....	98
IV.1.3) PROGRAMAS DO SISTEMA .....	101
IV.1.3.1) PROGRAMAS DE CÁLCULO .....	103
IV.1.3.2) PROGRAMAS AUXILIARES .....	103
IV.1.3.3) PROGRAMAS GRÁFICOS .....	106
IV.1.4) PAINÉIS DO SISTEMA .....	108
IV.2) ESTRUTURA DE DADOS DO SISTEMA .....	110
IV.2.1) VARIÁVEIS .....	110
IV.2.2) TABELAS .....	111
IV.2.2.1) DESCRIÇÃO DAS TABELAS .....	111
IV.3) ARQUIVOS .....	113
IV.4) INTERFACE USUÁRIO-SISTEMA .....	116

IV.5) EXEMPLOS .....	117
IV.6) DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO .....	123
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>125</b>
CONCLUSÕES .....	125
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>127</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>144</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>162</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....</b>	<b>166</b>
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>167</b>

## List of Illustrations

Figure 1.	Linha de Ancoragem	6
Figure 2.	Linha de Fundeio	7
Figure 3.	Riser Flexível	8
Figure 4.	Risers Rígidos	9
Figure 5.	Descida Lay away	10
Figure 6.	Riser Misto	11
Figure 7.	Exemplo de Interrelacionameto dos Módulos	27
Figure 8.	Exemplo de Interrelacionameto dos Módulos	28
Figure 9.	Diagrama de Nível 0 - PREANF.	30
Figure 10.	Diagrama de Nível 1 - PREANF.	31
Figure 11.	Diagrama de Nível 1 - PREANF.	32
Figure 12.	Diagrama de Nível 1 - PREANF.	33
Figure 13.	Diagrama de Nível 1 - PREANF.	34
Figure 14.	Diagrama de Nível 1 - PREANF.	35
Figure 15.	Diagrama de Nível 2 - PREANF.	36
Figure 16.	Diagrama de Nível 2 - PREANF.	37
Figure 17.	Diagrama de Nível 2 - PREANF.	38
Figure 18.	Diagrama de Nível 2 - PREANF.	39
Figure 19.	Diagrama de Nível 1 - POSNL.	91
Figure 20.	Diagrama de Nível 1 - POSNL.	92
Figure 21.	Diagrama de Nível 1 - POSNL.	93
Figure 22.	Diagrama de Nível 1 - POSNL.	94

Figure 23. Diagrama de Nivel 1 - POSNL. ....	95
Figure 24. Diagrama de Nivel 1 - POSNL. ....	96
Figure 25. Diagrama de Nivel 1 - POSNL. ....	97
Figure 26. Diagrama de Nivel 1 - POSNL. ....	98

## List of Tables

Table 1.	Relação dos Programas Fortran por Classe - PREANF. . . . .	44
Table 2.	Relação dos Painéis com Respectiva Descrição - PREANF. . . . .	52
Table 3.	Relação dos Painéis de Auxílio - PREANF. . . . .	53
Table 4.	Conteúdo das Tabelas - PREANF. . . . .	57
Table 5.	Descrição dos Campos das Tabelas - PREANF. . . . .	58
Table 6.	Descrição dos Arquivos - PREANF. . . . .	59
Table 7.	Relacionamento entre Programas - PREANF. . . . .	60
Table 8.	Dados do riser do exemplo 1 - PREANF. . . . .	65
Table 9.	Tabela dados de movimento imposto do exemplo 1 - PREANF. . . . .	69
Table 10.	Tabela dados de corrente do exemplo 1 - PREANF. . . . .	69
Table 11.	Tabela de resultados do exemplo 1 - PREANF. . . . .	71
Table 12.	Dados do riser do exemplo 2 - PREANF. . . . .	75
Table 13.	Tabela dados de movimento imposto do exemplo 2 - PREANF. . . . .	77
Table 14.	Tabela dados de corrente do exemplo 2 - PREANF. . . . .	78
Table 15.	Tabela de resultados do exemplo 2 - PREANF. . . . .	81
Table 16.	Relação dos Programas Fortran por Classe - POSNL. . . . .	102
Table 17.	Relação dos Painéis com Respectiva Descrição - POSNL. . . . .	110
Table 18.	Conteúdo das Tabelas - POSNL. . . . .	112
Table 19.	Descrição dos Campos das Tabelas - POSNL. . . . .	112
Table 20.	Descrição dos Arquivos - POSNL. . . . .	114
Table 21.	Relacionamento entre Programas - POSNL. . . . .	115

Table 22. Resultados do exemplo 1 - POSNL. ....	118
Table 23. Resultados do exemplo 2 - POSNL. ....	121

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

Com o avanço do desenvolvimento tecnológico da PETROBRÁS, na área de exploração de petróleo no mar, tanto em águas rasas como em águas profundas, tem surgido uma série de novas necessidades específicas de apoio técnico a esta atividade.

Dentro deste contexto, surgiu o programa ANFLEX, que é um programa para análise tri-dimensional não-linear geométrica, estática e dinâmica de estruturas marítimas, baseado no método de elementos finitos.

Este programa objetiva o cálculo de deslocamentos e tensões em componentes como risers flexíveis, rígidos e cabos de ancoragem, permitindo que sejam analisados sistemas estruturais formados por quaisquer combinações destes componentes entre si ou com estruturas reticuladas. São levados em conta efeitos de onda, corrente, peso próprio, empuxo e movimentos impostos pelas embarcações, bem como cargas concentradas.

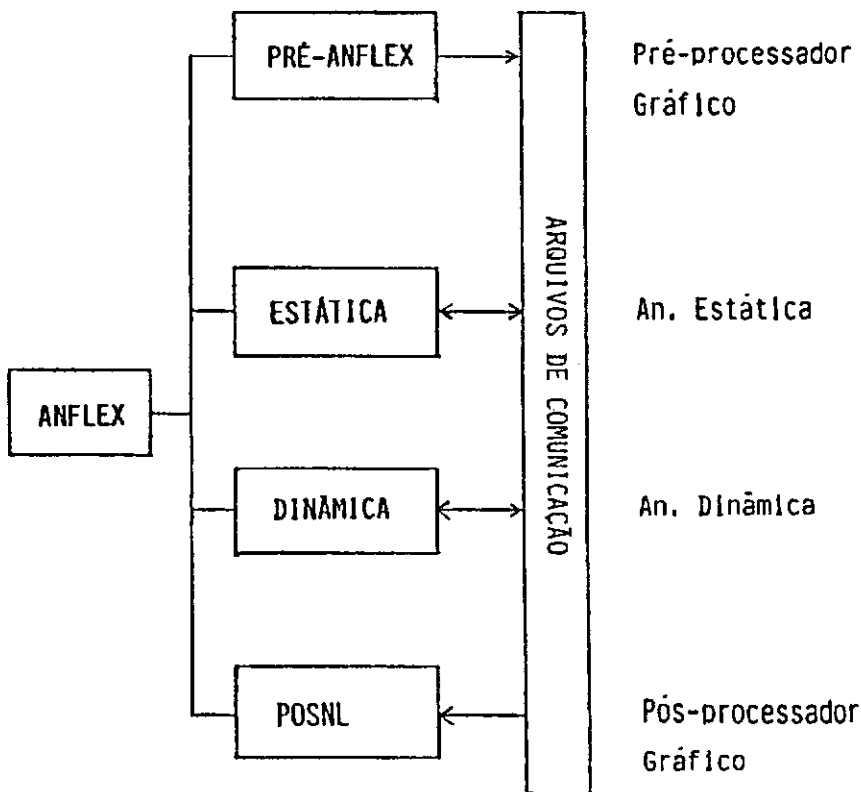
O desenvolvimento do programa ANFLEX, foi planejado de forma que origina-se um sistema estruturado, onde a geração de dados de entrada para o

programa fosse feita através de um pré-processador gráfico e os resultados gerados pudessem ser visualizados através de um pós-processador também gráfico.

Este sistema tornou-se viável de ser desenvolvido, em função da disponibilidade de um conjunto de ferramentas computacionais adequadas ao uso interativo do computador IBM 3090, no qual foi desenvolvido o programa ANFLEX.

A seguir tem-se um diagrama da organização dos componentes deste sistema.

### S I S T E M A A N F L E X



O pré-processador, PREANF, foi desenvolvido visando atender inicialmente, a necessidade de uma interface amena com o usuário do ANFLEX, bem como permitir

a geração automática de determinados tipos de dados necessários ao programa, cuja especificação direta, demandaria muito trabalho, tais como : coordenadas nodais e incidências de elementos, restrições de graus de liberdade, propriedades dos elementos, molas simulando restrição de fundo e outros. A geometria pode ser gerada em catenária e linha reta. No caso de geometria em catenária, emprega-se um programa de catenária inextensível.

O PREANF permite a entrada de dados interativa, através de telas formatadas, com apresentação de uma série de menus associados a telas adicionais, acionadas opcionalmente, com informações sobre os dados solicitados. Durante o processo de entrada de dados, é possível retroceder no menus, para correção de dados já especificados, sem perda dos demais. Permacendo preenchidas as telas que já foram informadas, mesmo após término da execução do sistema.

Este programa é composto de duas partes distintas. Inicialmente carrega os dados necessários ao cálculo da configuração inicial da linha, sendo admitidas geometrias de linha rígida ou em catenária. Em seguida, é apresentada graficamente a geometria da linha. Na segunda parte, fazem-se as gerações automáticas, bem como as transformações realizadas em alguns dados entrados nas telas, de acordo com o MANUAL de ENTRADA de DADOS do ANFLEX.

O PREANF restringe-se a geração de dados de uma linha isoladamente, podendo incluir uma parte rígida e outra flexível. No entanto a análise de uma linha em conjunto, pode ser executada no programa ANFLEX, especificando-se os dados de acordo com a entrada de dados do programa.

O Pós-processador, POSNL, objetiva a visualização dos resultados gerado pelo ANFLEX, dentre os quais, podemos citar :

- As séries temporais ( curvas de resposta );

- A geometria deformada;
- As envoltórias de deslocamento e esforços;

Além disto, permite-se ainda :

- A comparação visual de curvas de análises diferentes;
- A extensão de curvas de uma mesma análise em que se utiliza "SAVE-RESTART";
- O cálculo dos valores característicos, tais como : média e valores máximos e mínimos;
- A visualização de deformadas sucessivas;
- A combinação de grandezas para a obtenção de resultantes;
- A totalização da mesma grandeza obtida em várias análises;

O POSNL, assim como o pré-processador, também utiliza telas formatadas, em sua interface com o usuário. É composto de um menu principal, de onde se aciona todas as suas opções, já relacionadas anteriormente.

Além de atender ao programa ANFLEX, o POSNL, também é utilizado dentro da PETROBRÁS, por outros programas desta área específica, que geram resultados de mesma natureza. Dentre eles, podemos citar o programa DOCNAP, utilizado para análise de docagem de jaquetas e o programa ANLIDE, que faz a análise de jaquetas ou torres, com interação solo-estrutura, ambos desenvolvidos pelo setor de desenvolvimentos e métodos ( SEDEM ) da divisão projetos de exploração ( DIPREX ) do CENPES, em conjunto com a COPPE/UFRJ.

O sistema ANFLEX encontra-se em condições de analisar sistemas marítimos em águas rasas ou profundas, sendo a maior dificuldade encontrada na análise deste tipo de estrutura em águas profundas, devido ao maior número de elementos finitos a serem empregados, que acarreta um aumento significativo no consumo de CPU do computador.

Como exemplos de aplicação, podem ser citados:

- Ancoragem de corpos flutuantes - Figura 1
- Linhas de fundeio de bóias oceanográficas - Figura 2
- Risers flexíveis - Figura 3
- Risers rígidos (conectado ou desconectado) - Figura 4
- Descida lay-away de árvore de natal molhada ( instalação de cabeça de poço ) -  
Figura 5
- Risers mistos - Figura 6
- Tendões de plataformas TLP

As figuras a seguir ilustram algumas possibilidades de aplicações do sistema.

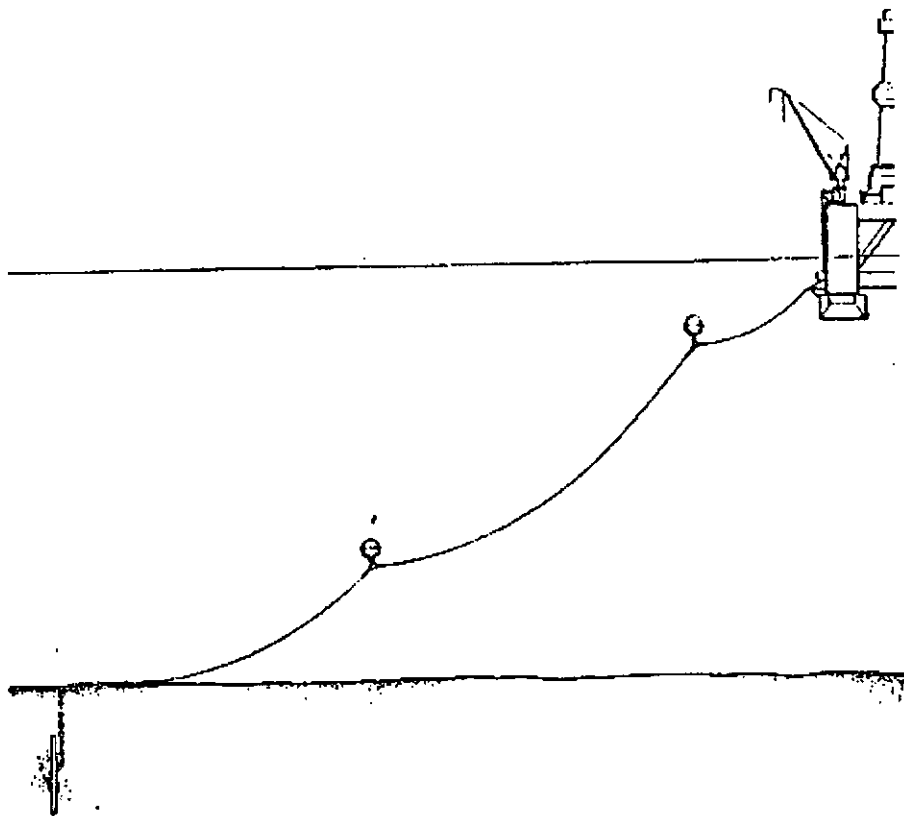


Figure 1. Linha de Ancoragem



Figure 2. Linha de Fundeio

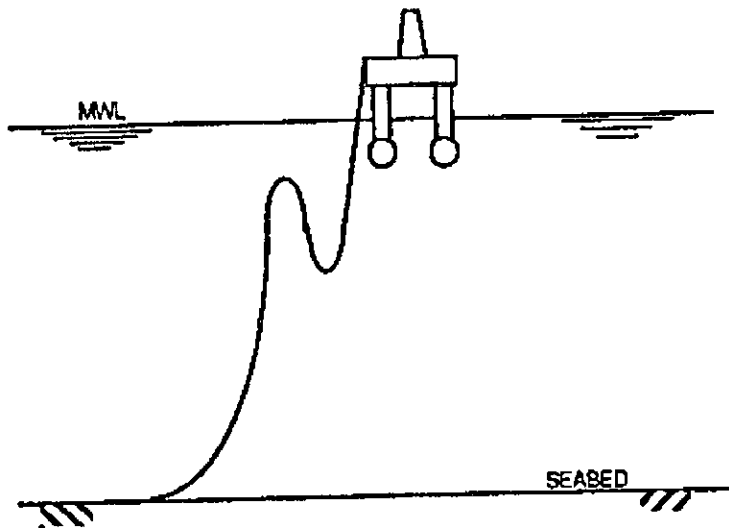


Figure 3. Riser Flexivel

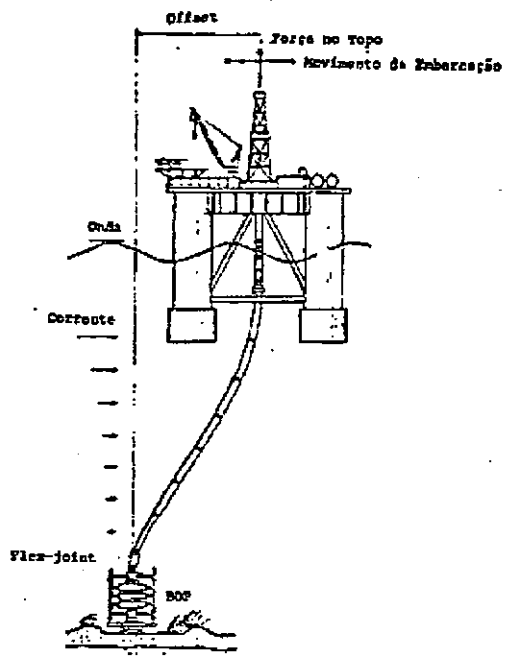


Figure 4. Risers Rígidos

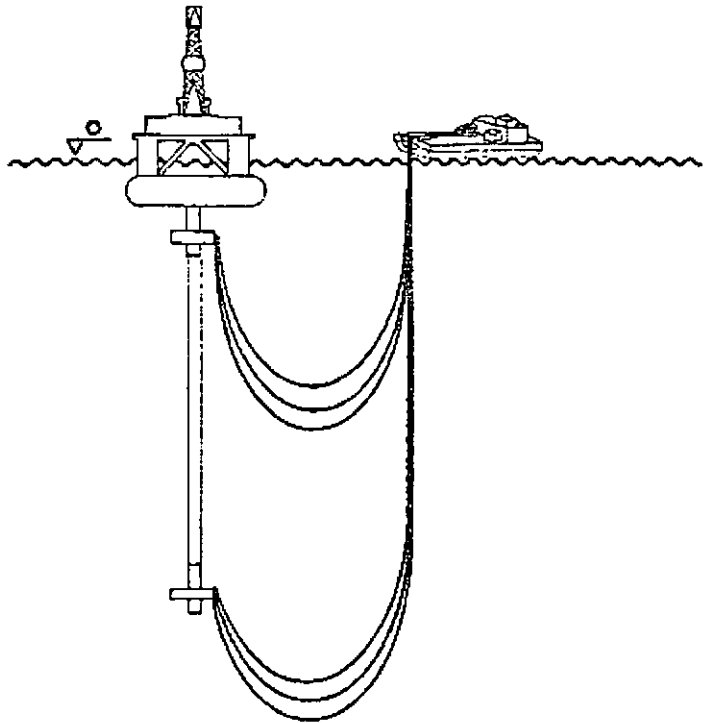


Figure 5. Descida Lay away

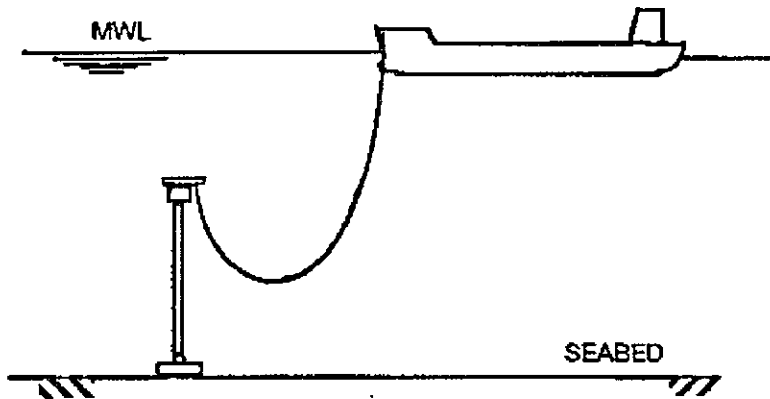


Figure 6. Riser Misto

## CAPÍTULO II

### ESPECIFICAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO COMPUTACIONAL

#### II.1) HARDWARE

Como todo sistema que é desenvolvido e implantado num computador, segue-se a natural adequação/adaptação as limitações do ambiente disponível, conforme ocorreu, inicialmente, com o POSNL e depois com o PREANF.

As primeiras implementações foram realizadas em um computador da IBM, modelo 3090 600VF, com capacidade vetorial ( seis processadores ), duas CPUs, pertencentes a um outro departamento da PETROBRÁS. Posteriormente o CENPES adquiriu seu próprio super-computador no qual foi finalizado o este trabalho.

A configuração disponível com a qual se terminou o trabalho, reduziu-se a computador também IBM, modelo 3090 150VF, hoje denominado 15E, com um processador vetorial e uma única CPU, de menor capacidade ( ciclo de máquina de 17,2 nanosegundos ).

Segundo [ 1 ], este equipamento possui um alto nível de desempenho devido a tecnologia empregada em seu design e arquitetura, sendo apropriado ao

processamento científico, por apresentarem grande capacidade de memória, rapidez nos cálculos de ponto flutuante, alto desempenho de seus canais, e um poderoso conjunto de novas instruções de máquina.

O VF ( VECTOR FACILITY ) realiza operações lógicas e aritméticas em vetores, com até 128 conjuntos de operandos, com uma única instrução de máquina. Pode ser utilizado através de programas vetorizados em fortran VS versão 2, assembler H ou das subrotinas da ESSL ( Engineering Scientific Subroutine Library ).

O modelo utilizado possui as seguintes características :

1 Processador integrado

1 VF ( Vector Facility )

Memória principal de 64 MegaBytes

16 Canais de I/O

Ciclo de máquina de 17,2 nanosegundos

Os dispositivos periféricos disponíveis utilizados :

Unidade de disco 3380, com taxa de transferência de dados de 3.000 MegaBytes por segundos.

Unidade de fita carretel IBM 3420 modelo 6, com taxa de transferência de dados de 780 KiloBytes por segundos.

Unidade de fita cartucho, IBM 3480, com taxa de transferência de dados de 3.000 MegaBytes por segundos.

Impressora central de alta velocidade, Tecnocop, com capacidade de impressão de 132 posições por minuto.

Impressora gráficas matricias remotas, Tecnocop.

Terminais de video IBM 3278-2 e 3278-3, Scopus tva 3278 e 3379, microcomputador PC-XT com placa de emulação.

Em função dos desenvolvimentos tecnológicos dos fabricantes, frequentemente ocorre atualização do hardware, que nem sempre afeta diretamente os desenvolvimentos já realizados, uma vez que só trazem melhorias para o ambiente computacional ( melhor performance, mais memória, ... ), sendo esta configuração suficiente para o desenvolvimento destes sistemas.

Cabe ainda registrar que foram utilizados outros equipamentos, mais esporadicamente, devido a pouca disponibilidade, a estação gráfica IBM 5080, que apesar de se denominar estação gráfica, nada mais é do que um terminal gráfico com maiores recursos. Possui periféricos com tablet, usado como dispositivo apontador ( pick device ), dials que utiliza-se como dispositivo avaliador ( valuator device ), lpfks que se utiliza como dispositivo de escolha ( choice device ), além do teclado de entrada, terminal de vídeo de alta resolução e hardcopy colorida. O outro equipamento utilizado foi um microcomputador PC-XT com placa de emulação ( spike ) e software ( extra ), que tornam o micro um terminal gráfico IBM, com vários recursos, dentre os quais, cinco sessões simultâneas, e ainda permite utilizar uma das sessões para impressão.

## II.2) SOFTWARE

### II.2.1) SISTEMA OPERACIONAL

Como os sistemas PREANF E POSNL tiveram como origem a mesma necessidade comum, isto é, o programa ANFLEX, adotou-se então, uma mesma linha de desenvolvimento, que se estruturou a partir dos recursos de software que se dispunha.

O sistema operacional no qual se realizou o desenvolvimento dos sistemas PREANF e POSNL, foi o MVS/ESA ( Multiple Virtual Storage / Extended Architecture ), versão 3.1.3, que visa o aproveitamento das vantagens e características de hardware dos sistemas 370, para um grande número de usuários concorrentes, integrando vários subsistemas.

As principais características do MVS/ESA são :

Multiprocessamento

Multiprogramação

Endereçamento de 24 e 31 bits, com capacidade máxima de memória virtual de até 2 GigaBytes. [ 1 ]

O MVS/ESA é o mais novo sistema operacional desenvolvido pela IBM para o modelo 3090, que se encontra disponível no mercado, até o momento.

## II.2.2) TSO E ISPF

Toda a implementação dos sistemas no ambiente IBM, foram realizadas numa sessão TSO ( Time Sharing Option ), utilizando o ISPF ( Interactive System Productivity Facility ).

O TSO é parte integrante do MVS/ESA e permite que vários usuários utilizando terminais de video, acessem simultaneamente o computador em "foreground" ou "background". Interativamente permite a edição de arquivos ( programas, clists, painéis, ... ), permite enviar jobs de compilação dos programas, e executar os sistemas, entre outras atividades. O TSO possui um conjunto de comandos para utilização interativa, muito usados de forma agrupada em arquivos, gerando os procedimentos que compõem os sistemas. Através dos comandos do TSO, consegue-se utilizar todos os recursos de hardware que estão disponíveis ao usuário. Entretanto para cada operação é necessária, as vezes uma sequência de comandos longos, tornando esta tarefa cansativa, sendo necessário, portanto, para agilizá-las a utilização do ISPF.

O ISPF é um programa produto composto de telas formatadas, com organização em forma de árvore, que explora as vantagens das características dos terminais de video e aumenta a produtividade dos usuários TSO. Permite a programação de funções nas pfs do teclado, facilita a programação em um ambiente de TSO, apresenta telas que facilitam a entrada de dados e comandos TSO, permite edição em tela inteira, na qual muitas linhas são modificados numa única interação, e ainda facilita a criação e uso de painéis, entre outras possibilidades. Com o ISPF, customizou-se inúmeras funções e comandos tanto do TSO, como de outros programas disponíveis dentro do ambiente que utilizamos, possuindo como característica principal a facilidade de uso. A versão utilizada foi a 2.3 .

## II.2.3) CLIST E DIALOG

Como já referenciado anteriormente, os comandos TSO ( call, alloc, ... ) podem ser agrupados em arquivos, gerando procedimentos automatizados. Estes procedimentos são as CLISTs.

CLIST é uma linguagem de programação de controle, que não precisa ser compilada, pois é interpretada. Como toda linguagem de programação, ela possui os seus próprios comandos, entretanto devido a sua natureza de controle, serve para gerenciar comandos de outros softwares ou mesmo outras clists, gerando desta forma os procedimentos.

Estes procedimentos podem ser armazenados em arquivos específicos, que são previamente identificados pelo sistema operacional, quando um usuário acessa o computador interativamente. Desta forma, obtém-se um recurso eficiente e prático de processar um conjunto de comandos em sequência, através de um único comando ( clist ).

Sua utilização deveu-se ao fato de ser a linguagem que melhor explora os recursos interativos de uma sessão TSO, uma vez que o sistema é interativo, e também por ser uma linguagem de fácil utilização. Permite agrupar separadamente um conjunto de funções que geram módulos independentes, facilitando a organização dos sistemas, bem como a manutenção e documentação.

O DIALOG é um programa produto da IBM, que utilizado juntamente com o TSO fornece recursos para programação de painéis ( telas formatadas ), criação de

tabelas, execução de programas, entre outros recursos. Enfim, permite criar uma aplicação com bastante facilidade de programação e com excelentes resultados e o próprio ISPF é um exemplo.

Os painéis são armazenados em arquivos específicos, assim como as clists. São formados de campos de informação e campos de dados. Este último, vão permitir realizar a entrada de dados dos programas ou sistemas. Estes painéis são compostos de campos alfanuméricos, denominados de variáveis. Estas, por sua vez podem ser consistidas no próprio painel, através de comandos do DIALOG, quanto a faixa de valores ( range ), para as numéricas, e no caso de caracteres pode-se restringir somente a alguns valores permitidos.

Pode-se associar um arquivo de mensagens aos painéis, de forma a mostrar no painel alguma informação adicional, caso ocorra algum erro ou inconsistência de dados ou mesmo para melhor esclarecer algum painel. Elas se dividem em níveis, sendo o primeiro nível, uma mensagem curta ( short message ), mostrada sempre seguida de um som ( alarme ), que serve para alertar quanto a sua presença. O segundo nível, ocorre, caso o usuário acione uma tecla associada ao painel, onde aparecerá um mensagem maior ( long message ). Existe ainda um terceiro nível, no qual é mostrado um painel de informações explicativos referente aquele painel, caso o usuário acione novamente a mesma tecla.

A associação de painéis e mensagens organizadas nas clists, permite encadear uma sequência de informações, que orienta o usuário quanto a utilização adequada do sistema, dirigindo-o até o seu término.

O DIALOG é o software responsável pela organização, versatilidade e apresentação visual dos sistemas desenvolvidos, sendo intensamente utilizado para gerar todas as facilidades disponíveis nos sistemas, e permitir a criação de uma boa interface com o usuário.

A Versão do DIALOG utilizada é a 2.3.

## II.2.4) FORTRAN E PACOTES GRÁFICOS

A linguagem de programação usada no desenvolvimento dos programas que compõem ambos os sistemas, foi Fortran. A implementação do fortran da IBM é o fortran VS ( padrão fortran 77 ) e a versão usada foi a 2.4.

O uso do fortran deveu-se ao ambiente científico no qual os sistemas estão inseridos e orientados, além do que, o "binding" dos pacotes gráficos disponíveis e que foram usados eram somente para fortran.

Os programas desenvolvidos em sua maioria são de pequeno e médio porte computacional, restringindo sua utilização para a verificação de painéis, visualização gráfica e funções auxiliares, observando que os mais complexos ficam para aqueles que realizam cálculos matemáticos.

É possível e foi feita, a relação entre o DIALOG e o FORTRAN. Assim em todos os programas, as interfaces de dados foram construídas usando-se este recurso. Os dados dos painéis chegam até os programas, através desta ligação, permitindo que a execução de algum cálculo específico ou um detalhamento visual dos programas, possa ser implementado, facilitando bastante a organização dos sistemas.

Os pacotes gráficos utilizados foram o GDDM/PGF ( Graphical Display Data Management / Programming Graphical Facility ), versão 2.1 e o GRAPHIGS, implementação do padrão PHIGS da IBM, versão 3.4.

O pacote GDDM/PGF, utilizado para implementar os programas de plotagem de curvas bi-dimensionais, é bi-dimensional, apesar de não seguir nenhum padrão bi-dimensional do tipo GKS. A IBM não continuou o desenvolvimento de novas versões e nem de correções recomendando que não se implementassem novas aplicações com este pacote.

O pacote graPHIGS, foi utilizado para implementar o programa de visualização e animação de deformadas tri-dimensional. Entretanto este pacote foi desenvolvido pela IBM basicamente para explorar todos os recursos disponíveis da estação gráfica 5080 ( dials, pick, tablet, lpfks,... ), porém o equipamento alvo disponível para o desenvolvimento dos sistemas e do qual os usuários ainda dispõem é um terminal gráfico 3278, com recursos restritos para o potencial disponível do software. O resultado desta última associação é um programa restrito, pois não se explorou o máximo de uma boa interface com o usuário, por falta de recursos e resultando num programa com duas interfaces diferentes implementadas.

### II.3) ORGANIZAÇÃO

Os sistemas PREANF e POSNL compõem-se de um conjunto encadeado de procedimentos ( clists ), onde cada procedimento possui uma função específica, podendo mostrar painéis ( dialog ), chamar programas de cálculo, programas gráficos ou programas auxiliares ( fortran ) ou até mesmo chamar outros procedimentos ( clists ). Todo o fluxo do processamento é dirigido nas clists, tendo em ambos os sistemas uma principal que controla a execução das demais.

Cada componente destes sistemas está separado em módulos, que são inseridos em arquivos distintos. Assim temos os arquivos de painéis, de programas

executáveis ( módulos de carga ), de tabelas, de mensagens e de clists. Estes arquivos são concatenados para as bibliotecas do DIALOG de forma que quando os sistemas se referenciem a um destes módulos, o sistema operacional do IBM saiba localizá-los e depois os acionar.

Toda a comunicação entre os módulos é realizada através dos seguintes meios:

- VARIÁVEIS, de dados ( painel ) ou de controle ( clist e programa ).
- ARQUIVOS, intermediários que são criados automaticamente no início do processamento e deletados ao final, muito usado entre programas fortran.
- TABELAS, criadas e mantidas pelo sistema, onde são armazenadas um conjunto interligado de variáveis, utilizadas para comunicação entre programas e clists.

Os sistemas sempre armazenam o conteúdo de todas as variáveis referenciadas durante uma execução, que tenha sido processado normalmente até o final, num arquivo de perfil ( profile ) exclusivo de cada usuário ( userid ). Assim, ao início de uma nova execução do sistema os painéis, por onde já se passou alguma vez, serão apresentados preenchidos com esses valores, exceto algumas variáveis que possuam valores defaults. Neste caso, sempre aparecerão os valores previamente definidos pelo sistema.

Os arquivos tem formatação padrão de 80 colunas, e podem ser editados. A cada execução do sistema, os que não existem serão criados, e os que já existirem serão re-utilizados, dentre os quais o arquivo de saída do PREANF, que não é deletado ao término da execução.

A tabela é um recurso do DIALOG, muito útil para armazenar e recuperar dados, de forma confiável e segura. Esta será mais detalhada nos capítulos III e IV.

Apesar de não ter sido feita uma análise prévia do desenvolvimento dos sistemas, já que foi realizado inicialmente uma prototipagem, que serviu de base para os demais desenvolvimentos, os sistemas encontram-se montados seguindo uma programação estruturada.

#### **II.4) PORTABILIDADE**

Tendo-se como escopo, o ambiente de produção, os sistemas já demonstraram o nível de portabilidade dentro da própria PETROBRÁS, sendo implantados em mais dois órgãos ( RPSE-Macaé e EDISE-RJ ) além do Cenpes, sem maiores problemas. Vale ressaltar sobre este dado, que a rede de computadores desta empresa segue sempre um padrão similar, pois igual dificilmente virá a ser.

Dentro do ambiente IBM, a portabilidade restringe-se unicamente a existência dos softwares com os quais foram desenvolvidos os sistemas, tendo ainda que considerar versões e releases, com as quais nem sempre se compatibilizam. Neste caso, basta levar os fontes dos programas para recompilar com as novas bibliotecas existentes no ambiente, aonde estão sendo instalados os sistemas. Esta solução foi adotada na implantação dos sistemas em Macaé, para o programa feito com o GRAPHIGS. Os demais módulos ( clists, painéis , mensagens e tabelas ) não sofrem estas limitações de versões, que são somente restritas aos programas fortran.

Usando com parâmetro outros ambientes que não são IBM, a portabilidade anula-se, tornando inviável, senão impossível, a sua instalação. Esta limitação não foi levada em consideração, devido aos recursos disponíveis pelos usuários ( sempre o

mesmo ) e a origem na qual surgiram as necessidades para implementação dos mesmos. Caso não tivéssemos usados tantos recursos não portáveis a outro ambiente, não poderíamos executar os mesmos sistemas com tamanha facilidade para o usuário IBM.

No manual de sistema de ambos os sistemas, existe um capítulo exclusivo de como se proceder para executar a suas respectivas instalações.

## II.5) DEPURAÇÃO, DOCUMENTAÇÃO E VERSÕES

Em qualquer sistema que se desenvolve desde a sua base, sempre existe a preocupação em se descobrir eventuais situações não previstas ou mesmo erros na sua implementação. Esta preocupação, porém, foi transformada em uma das implementações do sistema.

Os sistemas possuem no início de sua clist principal, um dispositivo chave que produz uma completa informação de onde se encontra o processamento dentro do sistema, caso esteja ligado, bastando para isto, mudar seu valor default, que é desligado, para se obter um dump completo de todo o sistema.

Dentro de cada clist do sistema é avaliado o valor deste dispositivo para gerar ou não tais informações de depuração, que são enviadas diretamente para a tela do terminal de vídeo. Como estas informações são muitas e bem detalhadas, criou-se a possibilidade de enviá-las para um arquivo exclusivo de depuração, para que não se tornasse inviável a depuração visual interativa.

As documentações existentes de cada sistema, destina-se ao usuário ( manual de usuário ) e ao desenvolvedor/mantenedor ( manual de sistema ). O manual do usuário, contém uma orientação básica de como utilizar o sistema : descrição dos

formatos dos arquivos de dados, descrição das opções, etc ... . Já no manual de sistema, encontra-se uma completa documentação de como o sistema está estruturado, possuindo a localização dos módulos, arquivos, guia para instalação, entre outras informações.

Foi desenvolvida uma versão em produção, já utilizada em inúmeros projetos da DIPREX ( divisão de projetos de exploração do CENPES ). Como as idéias e necessidades sempre surgem e, automaticamente já existindo o interesse de se incorporar estas novas idéias ao sistema, estes sistemas tenderão sempre a crescer. O seu limite será estabelecido pela restrição que o ambiente computacional nos impuser, e é claro que nunca deverá extrapolar a capacidade do programa ANFLEX, processador do qual estes sistemas estão acoplados.

## **CAPÍTULO III**

### **PRÉ-PROCESSAMENTO**

#### **III.1) ORGANIZAÇÃO**

Dado o carácter interativo desta aplicação, na qual busca-se minimizar o gasto computacional de sucessivas execuções do programa ANFLEX [ 2,3 ], foi utilizado toda a gama de recursos disponíveis para melhor gerar um sistema que possui uma boa interface com usuário, tornando eficiente sua utilização. Assim, ao desenvolvimento deste sistema, o PREANF, aliaram-se técnicas de programação estruturada com linguagens orientadas, produzindo um sistema modular, de fácil manutenção, bem documentado e de fácil utilização pelo usuário.

Os principais componentes integrantes do sistema são :

- CLISTs
- PAINÉIS DE DADOS
- TABELAS
- PROGRAMAS DE CÁLCULOS

- PROGRAMAS DE GRÁFICOS
- PROGRAMAS AUXILIARES
- PROGRAMAS DE VERIFICAÇÃO DE PAINÉIS
- ARQUIVOS
- VARIÁVEIS DE DADOS OU CONTROLE

As CLISTs são os condutores responsáveis pelo funcionamento e ativação dos módulos de todo o sistema.

O sistema está estruturado em inúmeros procedimentos ( clists ), que englobam a chamada de telas formatadas para entrada de dados, programas fortran e até mesmo outros procedimentos. Esta composição foi desenvolvida visando agrupar de forma isolada, atividades ou funções específicas que pudessem ser re-utilizadas em vários momentos distintos, como por exemplo :

- Painéis de visualização de tabelas do sistema.
- Clists que alocam arquivos e chamam programas gráficos.
- Programas fortran para carga das tabelas.
- Painéis de dados de entrada do sistema.

Para melhor demonstrar a interligação destes módulos, serão apresentados, a seguir, alguns gráficos de relacionamento utilizados.

Para acionar ou não um módulo dentro de uma clist, e assim encadear um conjunto de atividades, usam-se as variáveis de controle, que são carregadas conforme

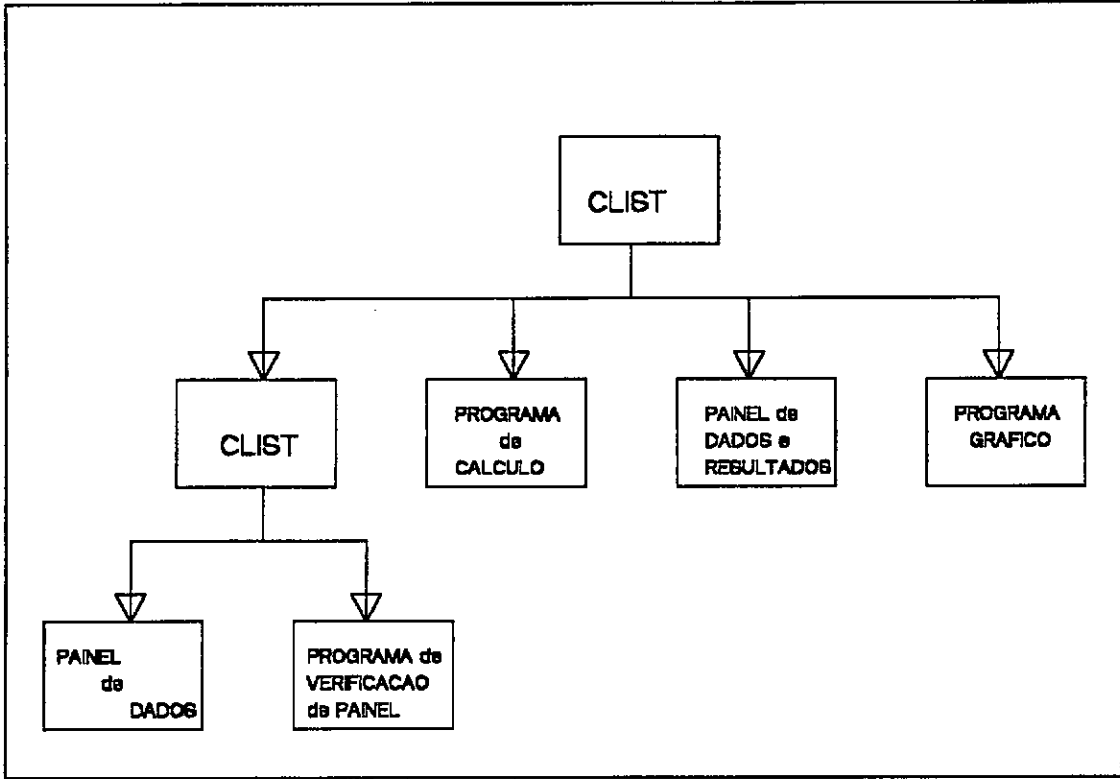


Figure 7. Exemplo de Interrelacionameto dos Módulos

informações capturadas nos painéis de dados, informadas pelo usuário. Desta forma o usuário, dentro das opções disponíveis, passeia pelas telas, aciona programas, e obtém resultados de forma completamente transparente.

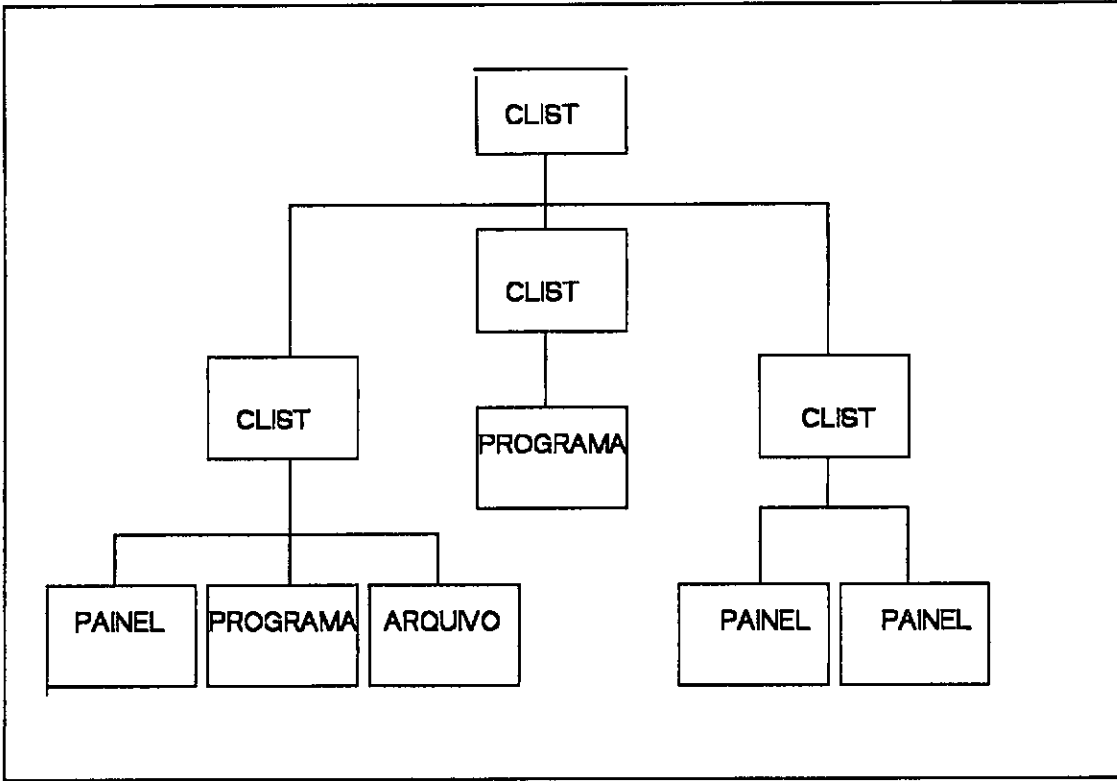
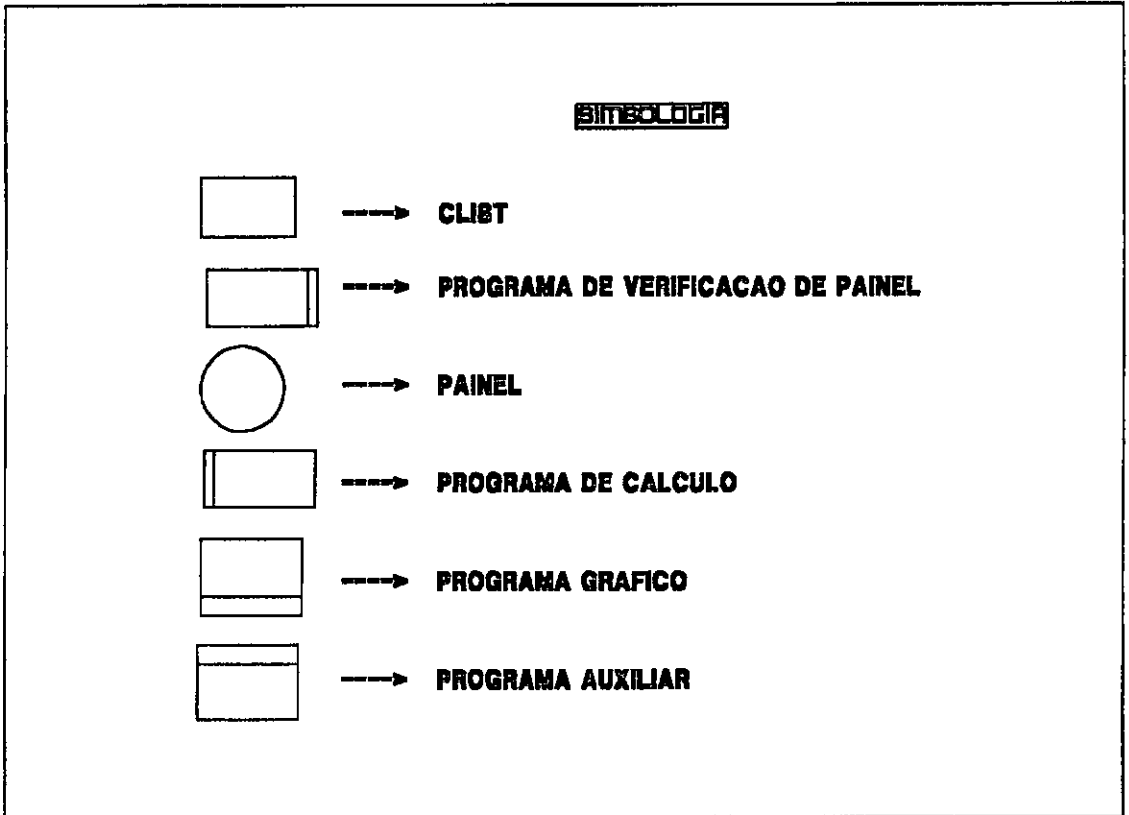


Figure 8. Exemplo de Interrelacionameto dos Módulos

Dentro do sistema existe uma hierarquia entre os módulos, que se torna evidente a medida que é feita um observação atenta nas chamadas das clists. Baseando-se nesta hierarquia, foi gerada uma estrutura interna de fácil identificação e controle de manutenção.

### III.1.1) DIAGRAMAS DO SISTEMA

Todo o fluxo de execução do sistema transcorre no ambiente TSO/CLIST, assim como é demonstrado nos diagramas que serão apresentados a seguir.



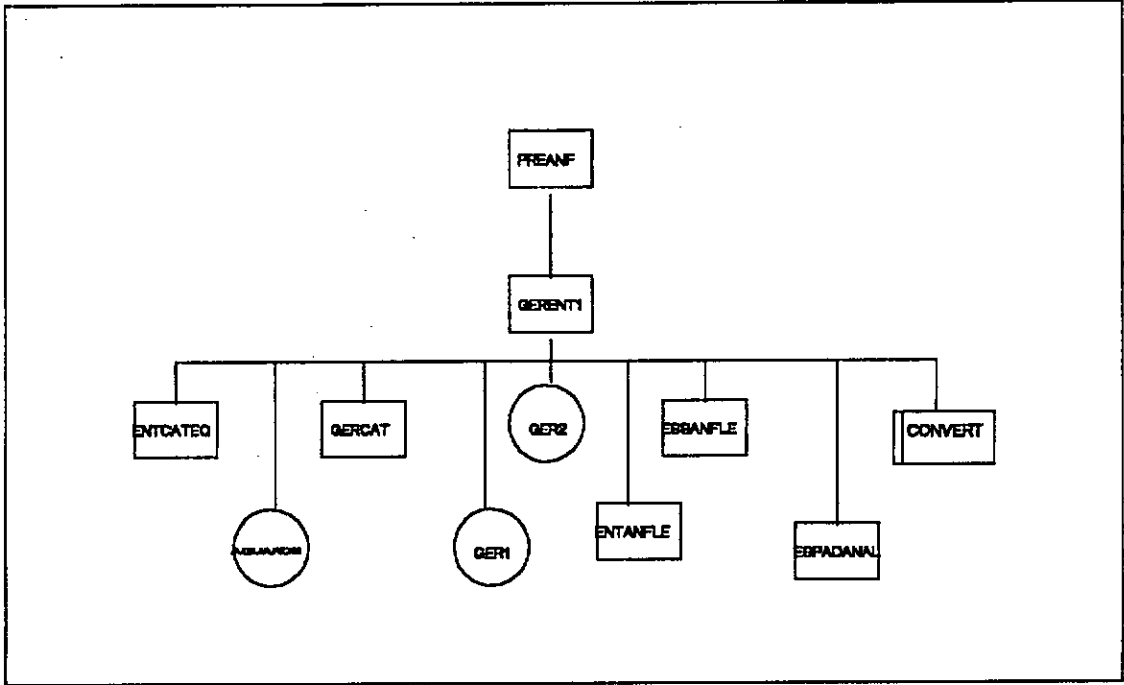


Figure 9. Diagrama de Nivel 0 - PREANF.

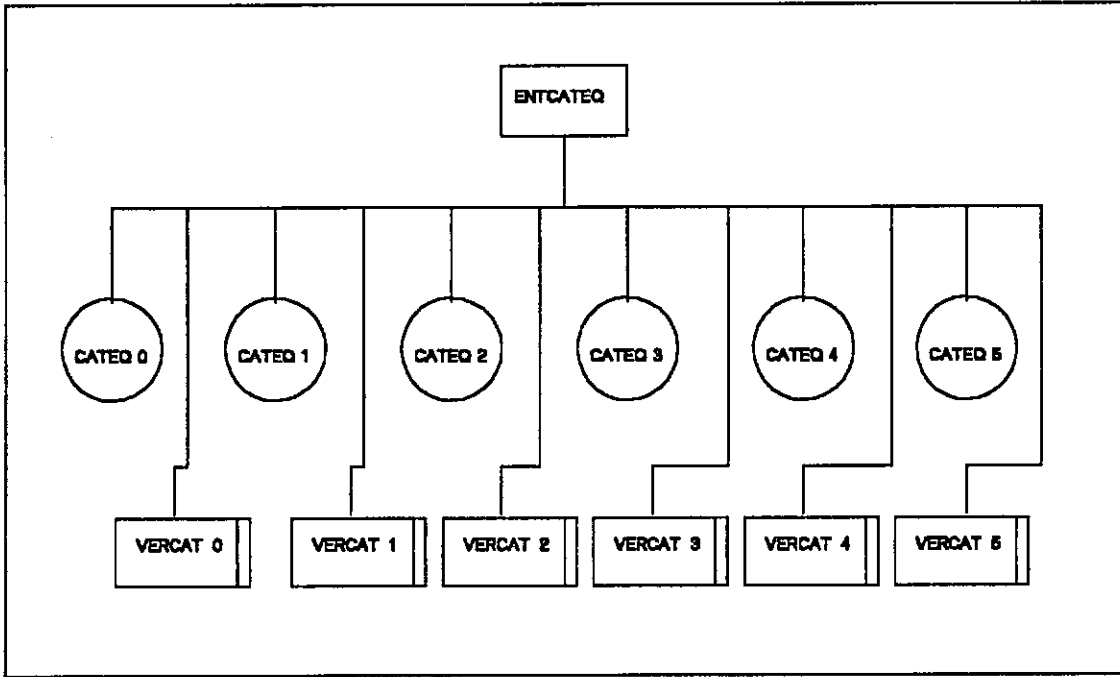


Figure 10. Diagrama de Nivel 1 - PREANF.

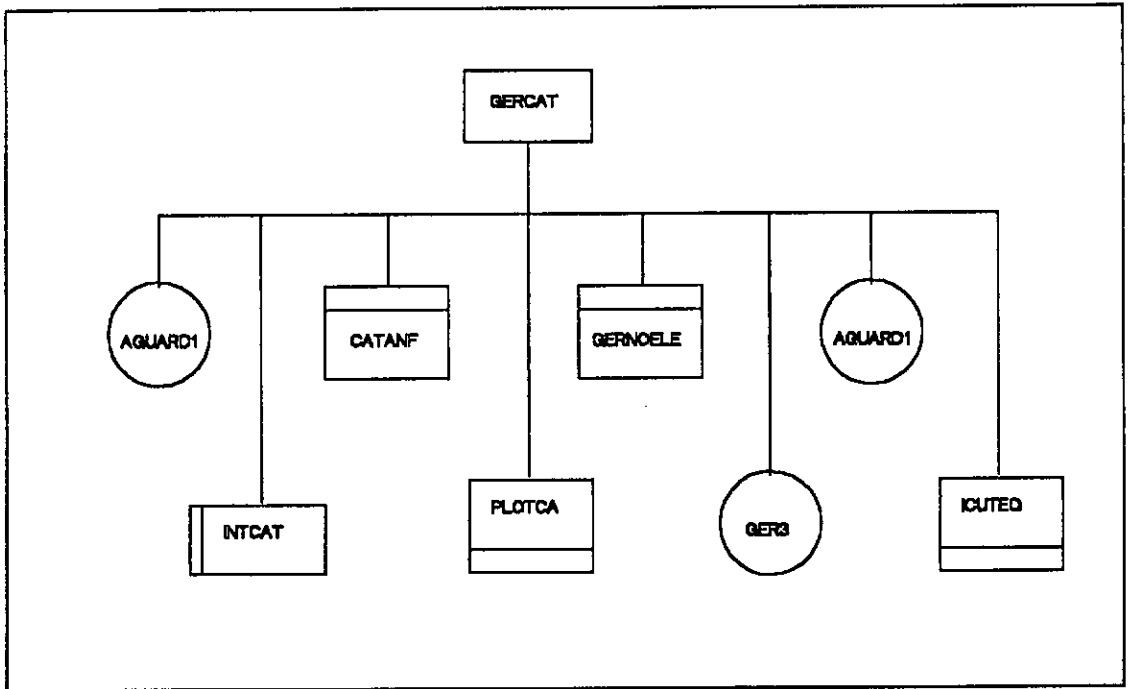


Figure 11. Diagrama de Nivel 1 - PREANF.

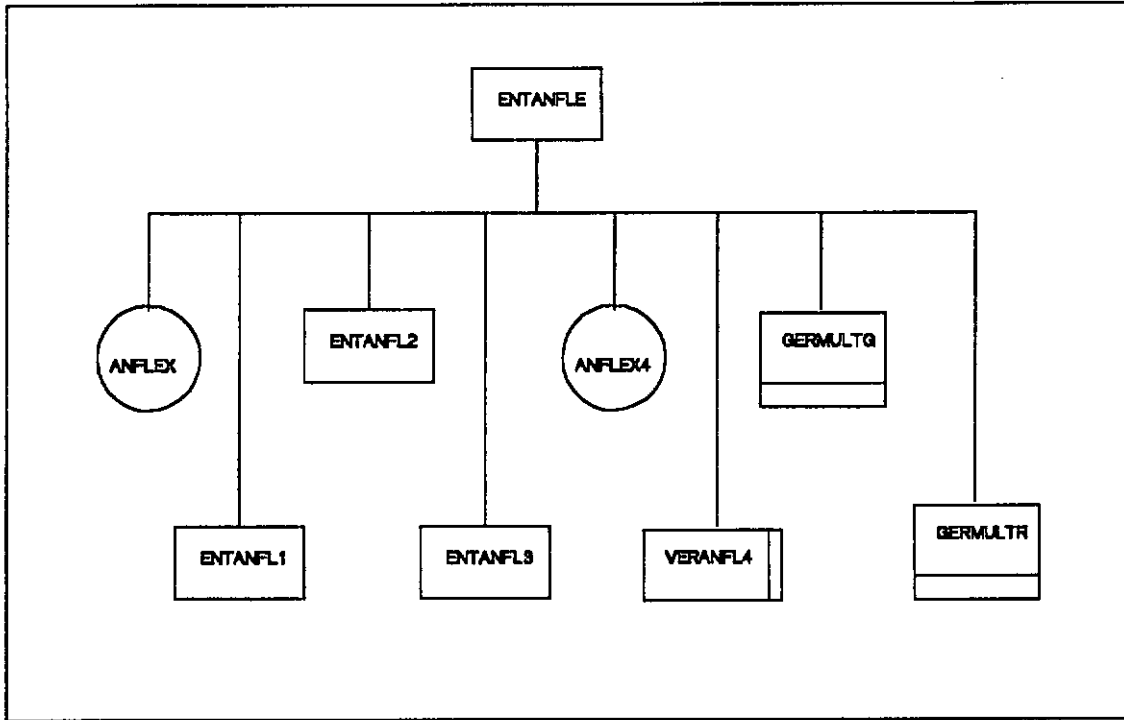


Figure 12. Diagrama de Nivel 1 - PREANF.

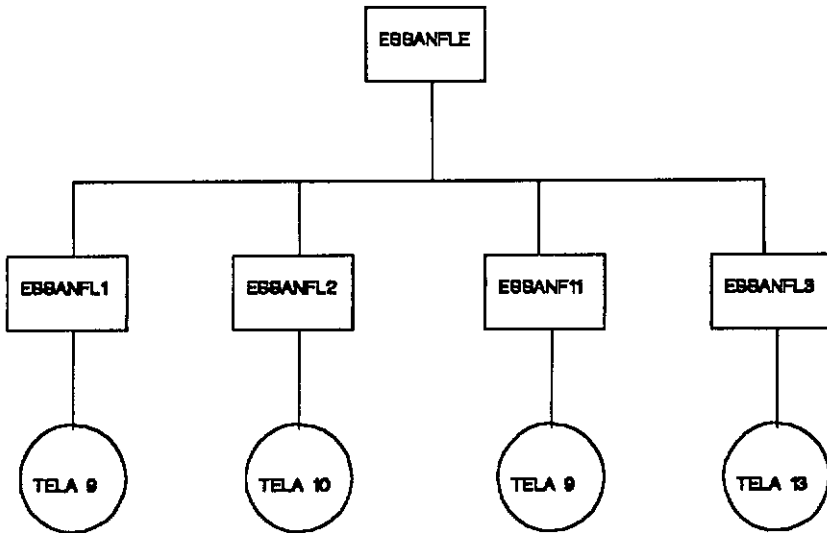


Figure 13. Diagrama de Nivel 1 - PREANF.

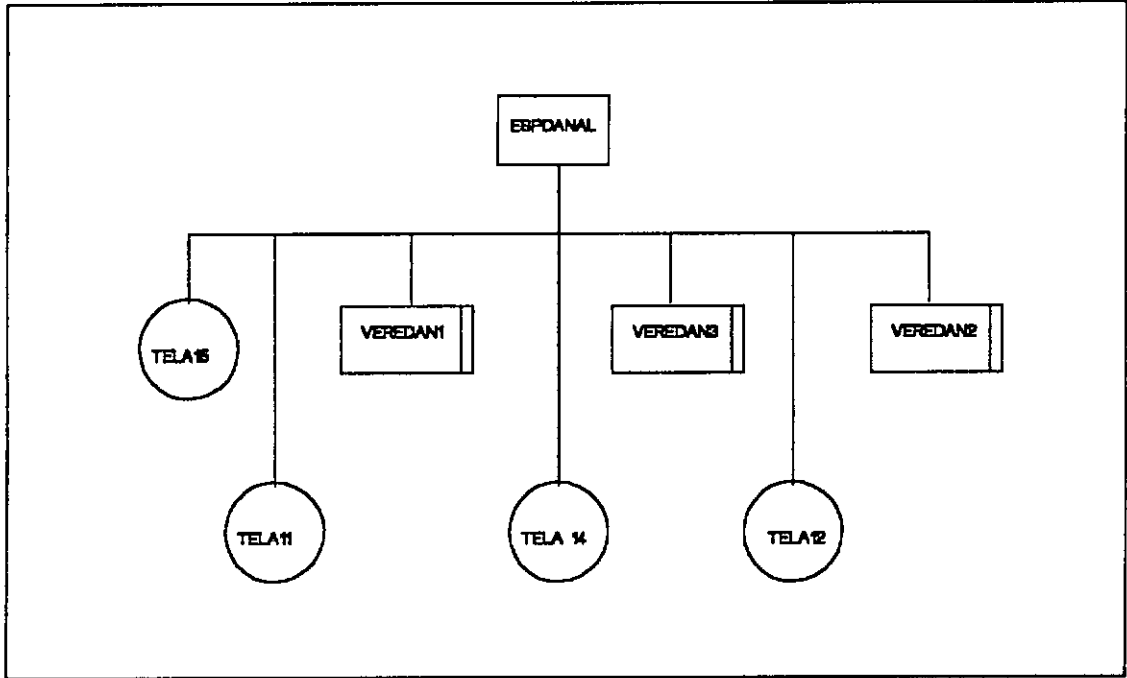


Figure 14. Diagrama de Nivel 1 - PREANF.

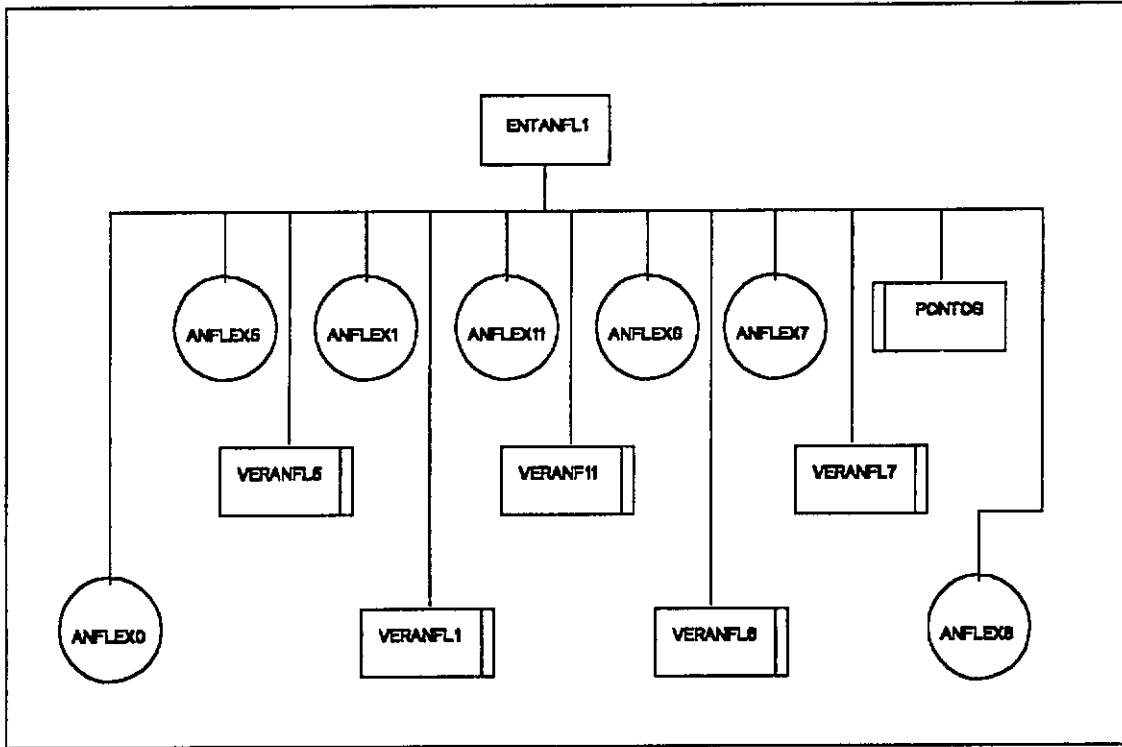


Figure 15. Diagrama de Nível 2 - PREANF.

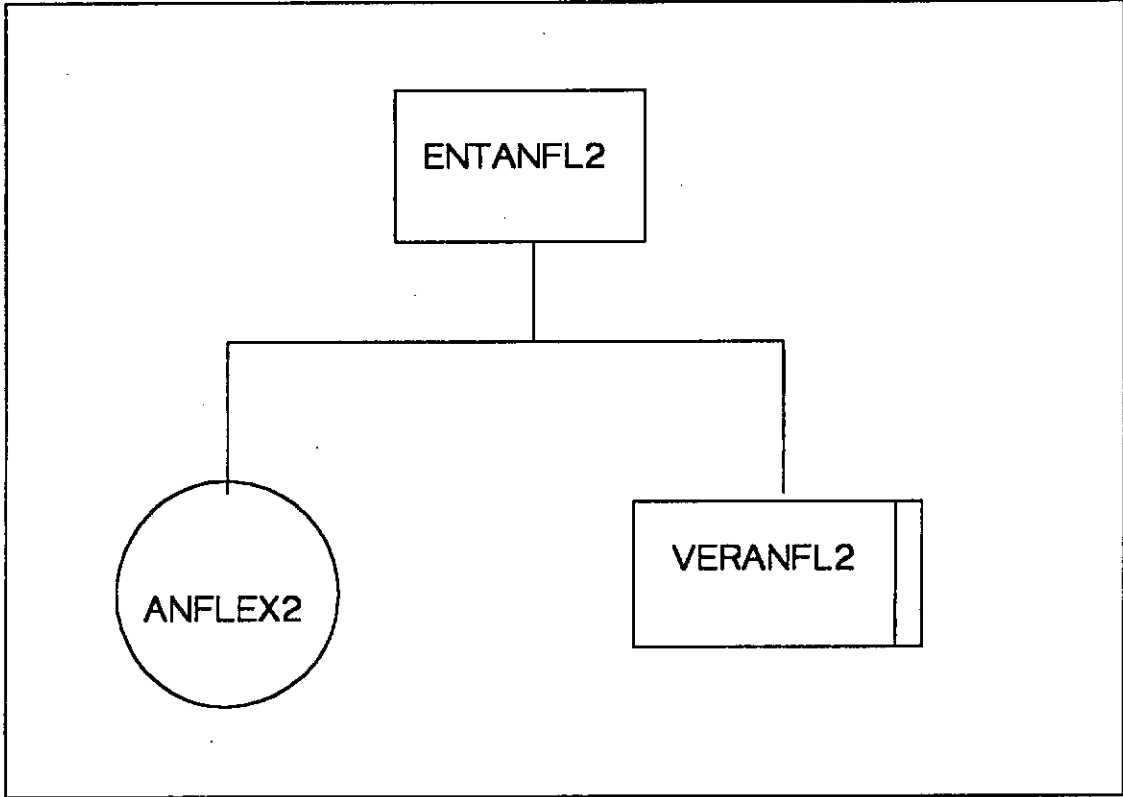


Figure 16. Diagrama de Nivel 2 - PREANF.

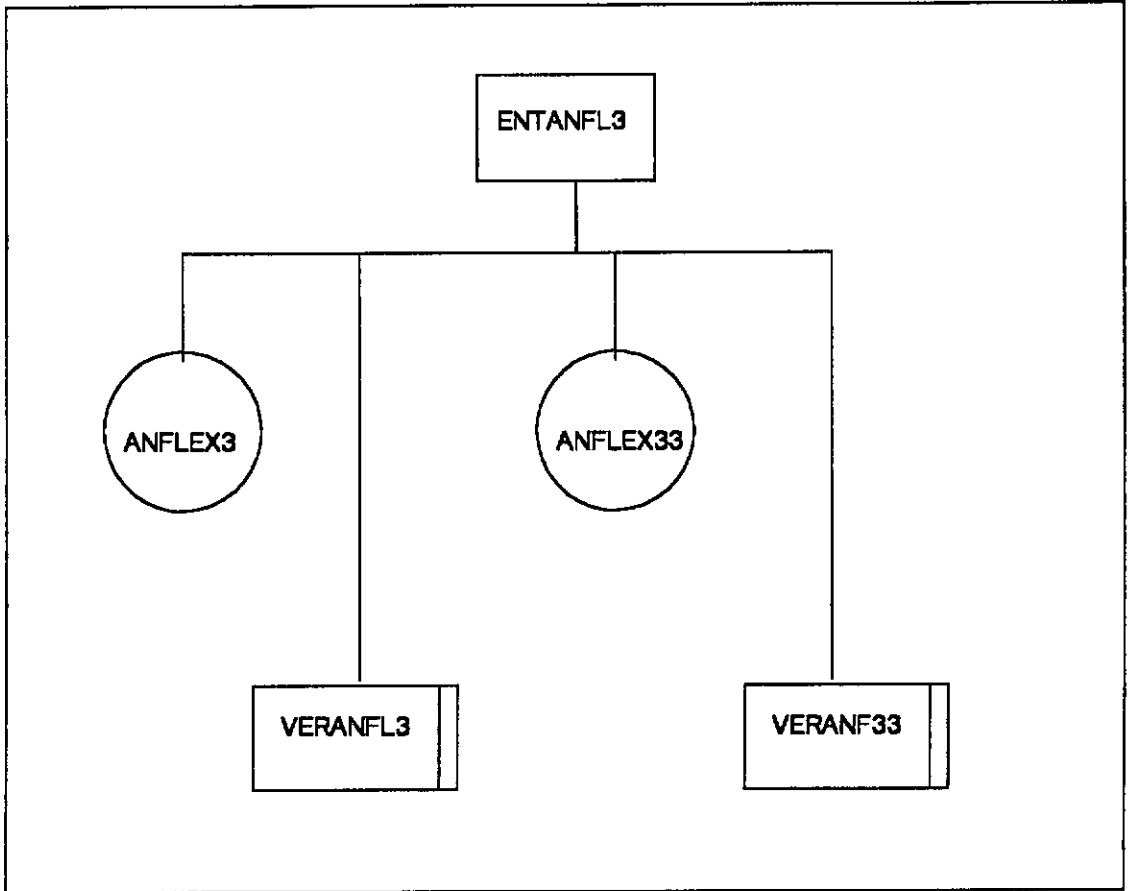


Figure 17. Diagrama de Nivel 2 - PREANF.

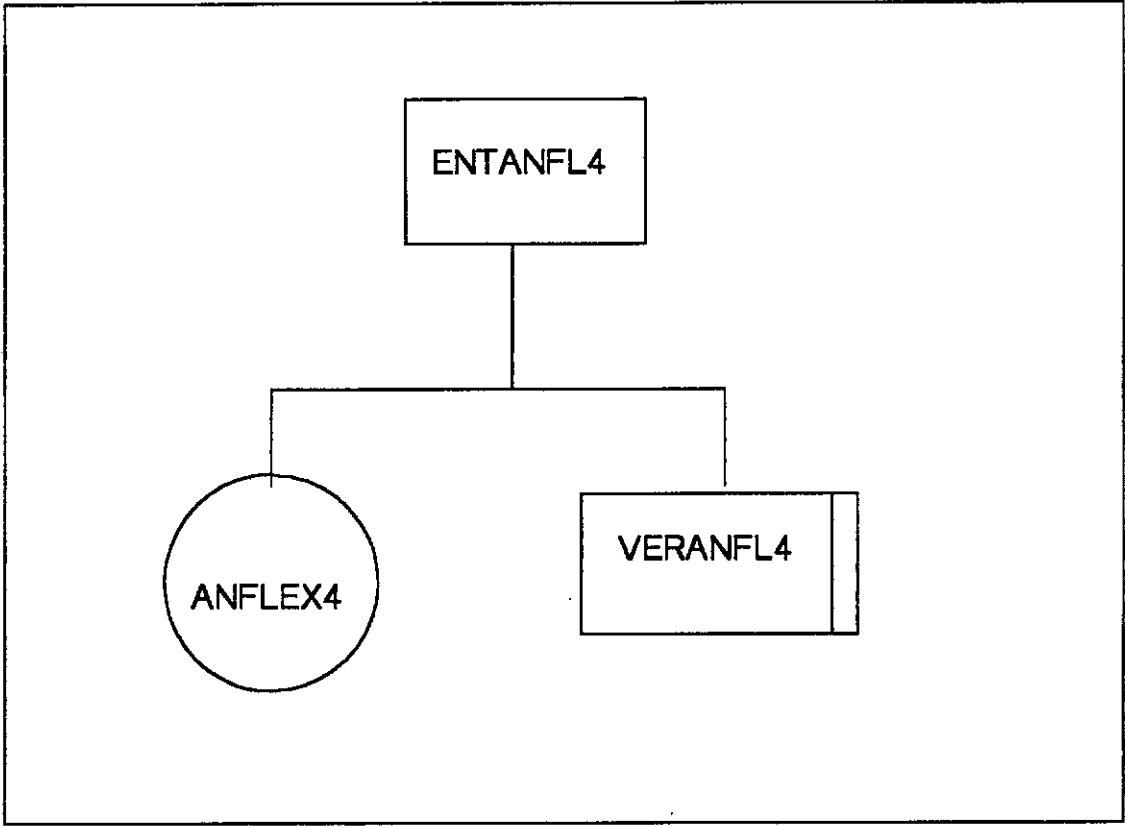


Figure 18. Diagrama de Nível 2 - PREANF.

### III.1.2) CLISTS DO SISTEMA

Seguiremos descrevendo de forma sucinta as funções desempenhadas por cada procedimento do PREANF :

GERENTI, controla a execução geral do sistema, isto é, chama as demais clists, painéis, programas, respondendo também pela inicialização do sistema, onde são carregadas as bibliotecas usadas pelo DIALOG. É a mais importante clist do sistema, colocando-a no nível mais alto na hierarquia do sistema ( nível 0 ).

ENTCATEQ, cuja principal função é armazenar dados, através de painéis de dados específicos, que serão passados para a execução do programa de cálculo da configuração inicial ( INTCAT ). Este procedimento é acionado somente no caso de se desejar fazer uma análise estática, nunca é utilizado para análise dinâmica, pois há neste caso, um desvio dentro deste procedimento. Está posicionado no nível 1 do sistema.

GERCAT, aloca os arquivos necessários a execução do programa INTCAT, bem como aos programas auxiliares, cujas execuções ocorrem logo a seguir. Este procedimento, possui, ainda, a possibilidade da visualização gráfica dos resultados gerados pelo programa INTCAT. E ele se encontra, também, no nível 1 do sistema.

ENTANFLE, aciona uma sequência de procedimentos hierarquicamente inferiores, controlando a sua execução. Neste procedimento ocorre uma grande interação com o usuário, dispondo de uma variedade de opções e dentro destas, várias outras. Assim este procedimento possui um complexo aninhamento de painéis, programas, clists, arranjados modularmente, ressaltado o laço no qual varios painéis e programas são acionados inúmeras vezes. Devido ao encadeamento necessário ao caminhamento pelos painéis deste complexo módulo do sistema, foram expandidos alguns sub-módulos e incorporados outros a este, prejudicando um pouco a legibilidade deste, que não pôde ficar bem estruturado. Assim, as opções de função tempo para onda e corrente e gráfico do movimento imposto versus altura de onda, se incorporaram a este módulo.

ENTANFL1, aciona uma das opções do procedimento Entanfle, o cálculo do movimento imposto no topo da linha. Constitui-se também num complexo arranjo de opções, organizado num laço ( loop ). Como foi utilizado um mesmo painel de dados que se repete até o preenchimento de todos os dados referentes a esta opção, gerou-se um gama de variáveis auxiliares para armazenamento destes dados, a cada iteração, explicando assim o tamanho deste módulo, que tem como opções, a função por pontos, leitura de arquivo externo, geração automática de função harmônica e movimento harmônico referido ao centro de gravidade do flutuante. Nesta última opção, aciona-se um programa de cálculo de cada nó. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

ENTANFL2, opção de onda do procedimento Entanfle, onde simplesmente captura-se ( fazendo-se as devidas consistências ), os dados de onda, caso existam. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

ENTANFL3, opção de corrente do procedimento Entanfle, onde são exibidos dois painéis de dados para captura e consistência dos dados de corrente, caso existam. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

ESSANFLE, que aciona os painéis de dados e controle para a especificação de dados de saída de dados do ANFLEX [ 2,3 ]. Gerencia a visualização de tabelas, que estão localizadas em procedimentos de níveis mais baixos. Este procedimento está no nível 1 do sistema.

ESSANFL1, aciona a visualização da tabela de nós gerados pelo programa de cálculo da configuração inicial, para que o usuário possa fazer a especificação seletiva destes. Como o painel, no qual é visto esta tabela, não comporta visualmente tabelas grandes, foi implementado neste procedimento a rolagem da tabela com a possibilidade de seleção de nós. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

ESSANFL2, aciona a visualização da tabela com os nós selecionados durante o procedimento Essanf11, capturando e consistindo simultaneamente também os deslocamentos destes nós. Neste caso, toda informação passada pelo usuário ( deslocamentos ) é armazenada na própria tabela associada ao respectivo nó. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

ESSANF11, aciona a visualização da tabela de elementos gerados pelo programa de cálculo da configuração inicial, para que o usuário possa fazer a especificação seletiva destes. Também foi implementado neste procedimento a possibilidade de seleção de elementos da tabela, fazendo rolagem ( scroll ) até o final desta. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

ESSANFL3, aciona a visualização da tabela com os elementos selecionados durante o procedimento Essanf11, lendo e consistindo simultaneamente também os esforços deste elementos. Também neste caso, toda informação passada pelo usuário ( esforços ) é armazenada na própria tabela associada ao respectivo elemento. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

ESPDANAL, tem por função a leitura de dados, e de controle para a especificação de dados de análise para o ANFLEX [ 2,3 ]. Este procedimento finaliza a entrada de dados interativa do PREANF, mostrando apenas painéis.

### **III.1.3) PROGRAMAS DO SISTEMA**

O PREANF possui um variado conjunto de programas fortran, que são os responsáveis pela execução de alguns cálculos científicos e de verificação nele inserido. Como todo o processamento é interativo, estes programas executam numa sessão, na qual pode-se vir a perceber uma sensível diferença de performance quando o hardware utilizado está muito sobrecarregado.

Podemos dividir os programas fortran que compõe o sistema em algumas classes, a saber :

- PROGRAMAS DE CÁLCULO
- PROGRAMAS DE VERIFICAÇÃO DE PAINÉIS
- PROGRAMAS DE GRÁFICOS
- PROGRAMAS AUXILIARES

Abaixo segue uma descrição dos programas do sistema, divididos em suas respectivas classes.

CLASSE DO PROGRAMA	NOME DO PROGRAMA
Verificação de painel	Vercat0
Verificação de painel	Vercat1
Verificação de painel	Vercat2
Verificação de painel	Vercat3
Verificação de painel	Vercat4
Verificação de painel	Vercat5
Verificação de painel	Veredan1
Verificação de painel	Veredan2
Verificação de painel	Veredan3
Verificação de painel	Veranf1
Verificação de painel	Veranf11
Verificação de painel	Veranf2
Verificação de painel	Veranf3

CLASSE DO PROGRAMA	NOME DO PROGRAMA
Verificação de painel	Veranf33
Verificação de painel	Veranf14
Verificação de painel	Veranf15
Verificação de painel	Veranf16
Verificação de painel	Veranf17
Cálculo	Intcat [ 4 ]
Cálculo	Convert [ 5 ]
Cálculo	Pontos [ 6 ]
Auxiliar	Gernoele
Auxiliar	Plotca [ 4 ]
Auxiliar	Catanf [ 4 ]
Gráfico	Icuteq
Gráfico	Germultg
Gráfico	Germultr

Table 1. Relação dos Programas Fortran por Classe - PREANF.

### III.1.3.1) PROGRAMAS DE CÁLCULO

Os programas de cálculo realizam todo processamento matemático, específico na área de engenharia offshore. Todos estes programas foram desenvolvidos dentro da PETROBRÁS durante vários projetos, fazendo parte do seu acervo tecnológico, e tiveram que ser adaptados para serem incorporados ao PREANF.

O programa INTCAT, calcula a configuração inicial de um riser flexível ou linha de ancoragem, em forma de catenária. É uma versão desenvolvida no setor de projetos navais do CENPES (DIPREX/SEPRON), e implementado por ARRUDA [ 4 ], a partir do programa CATCON para microcomputadores da tipo PC.

O programa CONVERT, consiste inicialmente os dados informados nos painéis do sistema, quanto a valores e quanto a possíveis inconsistências não aceitas pelo programa ANFLEX [ 2,3 ], gerando logo após, uma massa de dados formatados em um arquivo, para a execução em batch deste último programa.

O programa PONTOS, realiza o transporte de pontos de uma plataforma para um outro ponto fora dela. É acionado na opção de cálculo do movimento imposto no centro de gravidade no flutuante. Desenvolvido por LEVY [ 6 ].

### III.1.3.2) PROGRAMAS AUXILIARES

Os programas auxiliares como o próprio nome indica, realizam tarefas auxiliares intermediárias, indispensáveis ao sistema, servindo de interface entre programas de cálculo e programas gráficos ou clists.

O programa CATANF, transforma o formato do arquivo temporário "xxxx.saida.catcon", ou o arquivo cujo nome vem do painel na variável "arqex", associado a unidade lógica ft10f001, e escreve no arquivo temporário "xxxx.saida.catanf", que está associado a unidade lógica ft40f001.

A possibilidade de ler um arquivo cujo nome vem na variável acima citada, advem da possibilidade do usuário executar o programa CATCON em micro, aproveitando-se os resultados obtidos. O arquivo de entrada é lido em formato livre e será gravado formatado. O conteúdo do arquivo de entrada é :

- Nome da análise.
- Número total de elementos (subdivisão de um tramo).
- Coordenada y do riser ( na mesma linha do item acima).
- x , y , curvatura e tensão nos pontos.

O conteúdo do arquivo de saída é :

- x , y , z e curvatura dos pontos

O objetivo desta reformatação é intermediar os programas INTCAT e GERNOELE.

O programa PLOTCA, transforma o formato do arquivo temporário "xxxx.saída.catcon" ou o arquivo cujo nome vem do painel na variável "arqex", associado a unidade lógica ft10f001, e escreve no arquivo temporário "xxxx.plot.catcon", que está associado a unidade lógica ft35f001.

A possibilidade de ler um arquivo cujo nome vem na variável acima citada, advém da possibilidade do usuário executar o programa CATCON em micro, aproveitando-se os resultados obtidos. O arquivo de entrada é lido em formato livre e será gravado formatado. O conteúdo do arquivo de entrada é o mesmo do CATANF, e o conteúdo do arquivo de saída é :

- palavra chave : "ANFLEX"
- título do gráfico : "CONFIGURAÇÃO FORNECIDA PELO CATCON"
- rótulo do eixo x : "METROS"

- rótulo do eixo y : "METROS"
- nome da curva : "config"
- x , y , z e curvatura dos pontos

O objetivo desta reformatação é intermediar os programas INTCAT e ICUTEQ.

O programa GERNOELE gera as tabela de nós e elementos, segundo a lei de formação. Os índices da tabela de nós são obtidos multiplicando-se, num laço de 1 até o número de segmentos por tramo, a variável do laço por 1000, e adicionado-se 1.

Ex.: 2 tramos de 3 segmentos:

ÍNDICES GERADOS: 1001,1002,1003,2001,2002,2003,3001 .

O último nó é gerado multiplicando-se 1000 pelo número de tramos mais um. Durante a geração dos nós é feita a leitura do arquivo "xxxx.saida.catanf", para armazenamento destas informações na tabela. A lei de formação para os elementos é basicamente a mesma, mudando-se o fator de multiplicação 1000 por 100, além do fato da não diferença na geração do último elemento.

Ex.: 2 tramos de 3 segmentos .

ÍNDICES GERADOS: 101,102,103,201,202,203

### III.1.3.3) PROGRAMAS GRÁFICOS

Os programas gráficos são também programas fortran que utilizam chamadas de rotinas do pacote gráfico GDDM/PGF, para permitir a visualização dos resultados dos programas de cálculo.

O programa ICUTEQ lê do arquivo "xxxx.plot.catcon", além das coordenadas, o título do gráfico, os rótulos dos eixos, e o nome da curva. Foi implementada a possibilidade de se imprimir o gráfico gerado através do acionamento de uma tecla. Para tal foi acionado um dispositivo secundário, a impressora, cujo endereço é passado da tela para o programa através do DIALOG. O resultado final é que a forma do riser gerado pelo programa INTCAT será mostrado.

O programa GERMULTG gera a partir dos dados dos painéis, os gráficos de ALTURA DA ONDA versus TEMPO, e DESLOCAMENTO versus PERÍODO DA ONDA. Para tal são utilizadas as seguintes fórmulas:

- $F(x,t) = A * \cos(K * X_0 - W * t)$
- $X_0 = XG * \cos(O) - OFFSET$  , onde :
- F -----> altura da onda.
- A -----> amplitude da onda =  $H / 2$ .
- H -----> altura de onda, fornecida pelo usuário.
- K -----> número da onda.
- $X_0$  -----> coordenada X no referencial da onda.

- W -----> frequência da onda =  $2\pi/T$ .
- T -----> período da onda, fornecida pelo usuário.
- t -----> valor do topo ,  $0 \leq t \leq 2T$ .
- XG -----> coordenada X global do nó considerado.
- OFFSET --> offset da onda, fornecido pelo usuário.
- O -----> ângulo de ataque da onda, fornecida pelo usuário.
- A -----> amplitude da onda =  $H / 2$ .
- H -----> altura de onda, fornecida pelo usuário.
- K -----> número da onda.
- X0 -----> coordenada X no referencial da onda.
- W -----> frequência da onda =  $2\pi/T$ .

Para cálculo do X0 é necessário buscar na tabela de nós, TABENO, o valor da coordenada X do nó global. Foi feito então a abertura na tabela, a procura do nó, e a busca do valor da coordenada X, utilizando-se comandos DIALOG. A partir da obtenção da coordenada X do nó, são calculados as coordenadas ( X e Y ) dos gráficos que serão apresentados. O cálculo do valor de X0 é obtido pela rotina BWAVKA [ 7 ]. A característica deste programa é que ele mostra dois gráficos completos, ou seja, dois gráficos onde cada gráfico tem o seu título, os seus rótulos dos eixos, os seus nomes de curvas, possuindo o mesmo tamanho, embora em escalas diferentes no eixo Y. O eixo X porém tem os mesmos valores.

O programa GERMULTR gera de forma análoga ao programa GERMULTG, os gráficos de ALTURA DA ONDA versus TEMPO, e ROTAÇÕES versus TEMPO.

### III.1.4) PAINÉIS DO SISTEMA

O uso de telas formatadas que servem de entrada de dados de programas, trouxe um nova relação mais amigável entre sistema e usuário. A customização do sistema ao ambiente no qual está inserido o usuário é de importância fundamental para o sucesso de um sistema.

Como os painéis constituem-se basicamente de campos alfanuméricos ( variáveis ) e informações, procurou-se agrupar os dados de mesma natureza em um mesmo painel, arranjando-os de forma que a apresentação visual, fosse a mais agradável possível.

Para cada campo está associado uma variável alfanumérica correspondente, que será armazenada num arquivo chamado "profile". Cada usuário tem o seu arquivo exclusivo, que é automaticamente acessado pelo sistema quando este é executado, não só para ler ( carregar as variáveis ), como também para escrever ( recuperar as variáveis ). Este é um recurso oferecido pelo DIALOG, ficando transparente para quem desenvolve e para quem usa, como é realizado a organização das variáveis no arquivo.

Para ler e gravar os valores das variáveis, utilizam-se os comandos VGET e VPUT do DIALOG. Todo painel recupera os valores das variáveis antes de serem exibidos, assim como os armazena após a sua exibição. Cada painel tem um conjunto de testes de consistências : formato, valor, sintaxe etc... .

Associado a cada painel, existe um ou vários painéis de auxílio ( help ), na qual se tentou esclarecer, resumidamente, o significado de cada campo, bem como seus valores aceitos como válidos. A seguir, a relação de painéis de dados e resultados seguidos de uma resumida descrição.

PAINEL	DESCRIÇÃO
AGUARDE	Exibe mensagem para o usuário aguardar o término do processamento do INTCAT
AGUARD1	Exibe mensagem para o usuário aguardar o término do processamento do ICUTEQ
ANFLEX	Especificação de carregamento
ANFLEX0	Mostra opções disponíveis do Movimento Imposto
ANFLEX1	Movimento Imposto - Função por Pontos - Leitura de Arquivo Externo
ANFLEX11	Movimento Imposto - Movimento Harmônico
ANFLEX2	Especificação de Onda
ANFLEX3	Especificação de Corrente - Perfil de velocidades
ANFLEX33	Especificação de Corrente - continuação do Perfil de Velocidades
ANFLEX4	Especificação de Função Tempo para Onda e Corrente
ANFLEX5	Especificação de Função Tempo para Aplicação de Movimento
ANFLEX6	Movimento Imposto - Movimento Harmônico no CG do Flutuante
ANFLEX7	Movimento Imposto - Movimento Harmônico no CG do Flutuante
ANFLEX8	Movimento Imposto - Movimento Harmônico no CG do Flutuante
CATEQ0	Tela inicial onde se informa o Código da Análise
CATEQ01	Tela onde se informa o Código da Impressora
CATEQ1	Tela onde se informa o Tipo de Análise
CATEQ2	Tela onde se informa as Propriedades dos Tramos

CATEQ3	Tela onde se informa os Dados de Bóias
CATEQ4	Configuração Inicial da Linha
CATEQ5	Número de Segmentos por Tramo
GER1	Opções de prosseguimento após INTCAT
GER2	Informa onde salvar os resultados do INTCAT
GER3	Dados de Equilíbrio da Linha ( resultados do INTCAT )
TELA10	Curvas de Resposta - Lista de Deslocamentos
TELA11	Especificação de Dados de Análise
TELA12	Especif. de Dados de Anál. - Dados p/ Geração de Parâmetros de Amortec.
TELA13	Curvas de Resposta - Lista de Esforços
TELA14	Especificação de Dados de Análise ( continuação )
TELA15	Especificação de Curvas de Envoltórias
TELA9	Especificação Seletiva para Impressão de Resultados de Nós e Elementos

Table 2. Relação dos Painéis com Respectiva Descrição - PREANF.

Abaixo a relação dos painéis de help's associados aos painéis de dados :

PAINEL DE DADOS	PAINEL DE HELP
ANFLEX	HLPANF
ANFLEX0	HLPANF0
ANFLEX1	HLPANF1
ANFLEX11	HLPANF11
ANFLEX2	HLPANF2

ANFLEX3	HLPANF3
ANFLEX33	HLPANF33
ANFLEX4	HLPANF4
ANFLEX5	HLPANF5
ANFLEX6	HLPANF6
ANFLEX7	HLPANF7
CATEQ0	HLPTEQ0
CATEQ01	HLPTE01
CATEQ1	HLPTEQ1
CATEQ2	HLPTEQ2
CATEQ3	HLPTEQ3
CATEQ4	HLPTEQ4
CATEQ5	HLPTEQ5
GER1	HLPGER1
CATEQ2	HLPTEQ2
CATEQ3	HLPTEQ3
CATEQ4	HLPTEQ4
CATEQ5	HLPTEQ5
GER1	HLPGER1
GER2	HLPGER2
TELA10	HLPTEL10
TELA11	HLPTEL11

TELA12	HLPTTEL12
TELA13	HLPTTEL13
TELA14	HLPTTEL14
TELA15	HLPTTEL15
TELA9	HLPTTEL9

Table 3. Relação dos Painéis de Auxílio - PREANF.

## III.2) ESTRUTURA DE DADOS DO SISTEMA

### III.2.1) VARIÁVEIS

Como já foi mencionado item 1.4 do capítulo III ( painéis do sistema ), todas as informações lidas pelo sistema, que podem ser dados ou controle de fluxo, são passadas através dos painéis, e ficam devidamente armazenadas nas variáveis do sistema, que por sua vez ficam salvas em um arquivo específico do mesmo.

Este arquivo é integralmente gerenciado e utilizado pelo DIALOG, garantindo assim a integridade dos dados tratados, pois todo acesso que é feito a este banco de dados é realizado através de comandos do próprio software.

As variáveis do profile são todas alfanuméricas, ou seja, ou são do tipo character ou são do tipo inteiro, não existindo variáveis do tipo real. Assim, apesar de se informar nos painéis valores reais e inteiros ou até mesmo caracteres, internamente ao sistema, todas são tratadas como character pelo DIALOG. Esta forma de tratar os dados tornou necessário fazer uma inevitável conversão de formatos, que é sempre

realizada quando se consiste ou mesmo quando se deseja utilizar o valor de uma variável. Também como já foi mencionado no item 1.3 do capítulo III ( programas do sistema ), todas as classes de programas do sistema fazem esta conversão de formatos, principalmente os programas de verificação de painel.

A técnica adotada para converter dados alfanuméricos para o formato real ( grande maioria ), consiste em se usar a leitura interna ( internal read ) do fortran. Porém, para acusar algum erro de leitura ( inconsistência de formato ), utilizou-se uma rotina padrão do fortran ( errset ) que intercepta a execução do programa, para erros de leitura previamente definidos, e desvia para uma sub-rotina dando devido tratamento ao problema.

O formato geral das variáveis convertidas no programas, para as reais é f10.0, salvo algumas exceções. Devido a restrição do DIALOG, as variáveis inteiras devem ser do tipo integer\*4, não possuindo nenhuma restrição para as do tipo caracter.

### **III.2.2) TABELAS**

O DIALOG assemelha-se em muitos aspectos, a um gerenciador de banco de dados, apesar de não o ser, e oferece a possibilidade de manipulação ( armazenamento e recuperação ) de dados. Dentre alguns de seus recursos estão as tabelas, que permitem definir de forma estruturada, um conjunto de dados, com vários modos de acesso ( com chave, sequencial, ... ).

Uma tabela é criada e manipulada somente através de comandos do DIALOG ( tbcreate, tbadd, tbvget, tbd displ, ... ), que convenientemente organizados, fornecem um meio seguro e eficiente de armazenar e recuperar dados.

Este recurso foi amplamente utilizado para a manipulação de resultados dos programas de cálculo ( coordenadas x, y, z, curvatura, tensão, ... ), bem como para a especificação seletiva de nós e elementos para impressão de dados de análise nas clists.

As tabelas são constituídas de campos pré-definidos, sendo visualizadas através de painéis com características próprias para o tratamento deste tipo de aplicação. Todas as tabelas do sistema foram criadas ( `tbcreate` ) e manipuladas ( `tbdispl`, `tbclose`, `tbopen` , ... ) nos programas e clists do sistema.

Como não poderia deixar de ser, no DIALOG, as tabelas também ficam armazenadas em arquivos que são concatenadas ao sistema quando da sua execução. Este arquivo, bem como as tabelas, é criada automaticamente pelo sistema em função dos dados passados pelo usuário através dos painéis.

O sistema possui quatro tabelas ( `tabeno`, `tabele`, `tabforc` e `tabdesl` ), que correspondem a quatro arquivos diferentes ( membros de um mesmo arquivo particionado ). Estes arquivos, por sua vez, podem ser editados, porém não é recomendável, pois estes possuem uma formatação própria que não precisa ser conhecida, devido a transparência com a qual eles são usados.

### **III.2.2.1) DESCRIÇÃO DAS TABELAS**

A tabela TABENO é criada no programa auxiliar gernoele, sendo composta de índices gerados pelo programa e pelas informações lidas no arquivo de saída do programa catanf. Os índices referidos são os nós do riser flexível e as demais informações são as coordenadas x, y, z, curvatura, tensão, de cada nó, calculadas no programa intcat.

A tabela TABELE tem a mesma origem e característica da tabela tabeno, entretanto ao invés de tratar nós , ela trata de elementos.

Quando estas duas tabelas são mostradas ao usuário no painel TELA9, é possível visualizar o campo com os índices ( dos nós e elementos ) de cada tabela, e os demais campos, apesar de existirem não são mostrados, propositalmente. A partir da seleção destes índices, são criadas as outras duas tabelas:

A tabela TABFORC, é gerada na clist essanfl1, com os índices dos nós selecionados anteriormente. É composta de diversos campos, sendo que de forma inversa ao modo com o qual se exibe a tabela tabeno. Os campos desta tabela são preenchidos pelo usuário no momento da sua exibição, que é feita através do painel TELA10. Neste painel é realizado uma sequência de consistências dos esforços informados para os nós.

A tabela TABDESL, também gerada na clist essanfl1, possui as mesmas características da tabela tabforc, observando-se que, nesta tabela são tratados os elementos, que podem ser vistos no painel TELA13, e não os nós.

A seguir, segue uma descrição de cada tabela com os seus respectivos campos.

TABELA	CAMPOS DA TABELA
TABENO	INDICE CX CY CZ CW
TABELE	INDICE
TABFORC	IND FX FY FZ MX MY MZ AX SISTG TRACR
TABDESL	IND TX TY TZ RX RY RZ OPTOD

Table 4. Conteúdo das Tabelas - PREANF.

CAMPOS DA TABELA	TAMANHO DOS CAMPOS	VALORES PERMITIDOS
CX CY CZ CW	A10	ALFANUMÉRICOS
INDICE IND	A4	ALFANUMÉRICOS
FX FY FZ MX MY MZ AX	A2	I, F ou IF
SISTG	A2	L,G ou LG
TX TY TZ RX RY RZ SISTG OPTOD TRACR	A1	S ou N

Table 5. Descrição dos Campos das Tabelas - PREANF.

### III.3) ARQUIVOS

O sistema gerencia todas as operações com arquivos, cabendo ao usuário conhecer apenas o formato do(s) arquivo(s) de entrada, caso haja esta necessidade adicional. Assim a criação, leitura, gravação, deleção ou catalogação fica completamente transparente ao usuário, devendo este apenas estar ciente do arquivo de dados gerados ao final do processamento, que contém a entrada de dados para o ANFLEX.

Dentro do sistema, encontram-se algumas classes de arquivos, que se distinguem segundo a sua utilização. Temos os arquivos de interface entre programas fortran, arquivos de bibliotecas ( painéis, tabelas, etc ... ) e arquivo de profile.

Os arquivos de interface entre programas são os mais utilizados. Devido ao arranjo feito com os programas que compõem o sistema, foi necessário utilizar este meio auxiliar de armazenamento de informações. Apesar de causar uma queda de

performance geral do sistema, não foi possível ser contorná-lo devido ao fato dos programas terem sido desenvolvidos por pessoas, em épocas diferentes, e depois posteriormente acoplados. Estes arquivos são temporários, sendo deletados ao final do processamento.

A seguir, segue uma relação de arquivos de interface usados no sistema.

UNID.	NOME DO ARQUIVO	LOCAL DE ALOCAÇÃO	CONTEÚDO
--	XXXX.TABELA	GERENT1	TABELAS DO SISTEMA
05 (*)	XXXX.ENTRADA.CATCON	GERCAT	DADOS DE ENTRADA DO CATCON.
06	XXXX.SAIDA.YYYY	GERCAT	RESULTADOS DO PROGRAMA CONVERT.
10 (*)	XXXX.SAIDA.CATCON	GERCAT	RESULTADOS DO PROGRAMA INTCAT.
11 (*)	XXXX.ENTRADA.CATCON.BACKUP	GERCAT	BACKUP DO ARQUIVO DE ENTRADA DO CATCON
13 (*)	XXXX.DEBUG	GERENT1	IMPRESSÕES INTERMEDIÁRIAS P/ DEPURAÇÃO DE ERROS.
35 (*)	XXXX.PLOT.CATCON	GERCAT	ARQUIVO DE DADOS (X,Y,Z E TENSÃO) QUE SERÃO PLOTADOS.
40 (*)	XXXX.SAIDA.CATANF	GERCAT	ARQUIVO DE DADOS (X,Y,Z E TENSÃO) QUE SERÃO GUARDADOS NA TABELA.
55 (*)	XXXX.IMPRESS.TELA	GERCAT	CÓPIA DA TELA DE RESULTADOS DO PROGRAMA, QUE SERÁ IMPRESSO.

Table 6. Descrição dos Arquivos - PREANF.

Onde:

XXXX -- userid

YYYY -- código da análise

(\*) -- Este arquivo será deletado ao final do processamento.

A seguir segue o interlacionamento dos programas através dos arquivos do sistema.

UNIDADE LÓGICA	QUEM GRAVA (WRITE)	QUEM LÊ (READ)
--	GERNOELE	CONVERT
05	INTCAT	INTCAT (CATCO3)
06	CONVERT	ANFLEX
10	INTCAT	CATANF , PLOTCA
11	INTCAT	--
13	TODOS	--
35	PLOTCA	ICUTEQ
40	CATANF	GERNOELE
55	INTCAT (WRITELA)	--

Table 7. Relacionamento entre Programas - PREANF.

Os arquivos de bibliotecas do sistema, são aqueles que possuem os módulos do sistema e que ficam devidamente separados. Assim sendo, cada painel, cada tabela, entre outros módulos está inserido num único arquivo, segundo uma relação biunívoca.

A ligação entre os arquivos desta classe e o sistema operacional é realizada através de comandos do DIALOG ( ispexec libdef ), onde se associa os nomes dos arquivos a nomes lógicos do DIALOG, específico para cada tipo de componente. As tabelas então são associadas ao ISPTABL e ISPTLIB, as mensagens ao ISPMLIB, os painéis ao ISPPLIB e os módulos de carga dos programas ao ISPLLIB, lembrando

que estas associações são realizadas logo no início do processamento do sistema na clist Gerent1.

O arquivo de profile é um verdadeiro banco de dados, no qual estão organizadas as variáveis utilizadas no sistema, e apesar de possuir um volume razoável de informações, este arquivo não é grande e seu acesso não é lento.

Este arquivo poderia ter sido suprimido do sistema, caso tivéssemos adotado outra técnica de armazenamento dos dados. Usando-se a Function pool ou a Shared pool em vez da Profile pool, também disponíveis como alternativas de armazenamento, não se atenderia a um requisito fundamental, que é o armazenamento dos valores das variáveis de uma execução para outra. Como o "overhead" para o sistema é imperceptível para o usuário final, preferiu-se adotá-lo em função do benefício gerado.

#### **III.4) INTERFACE USUÁRIO-SISTEMA**

Elaborada dentro das novas técnicas de programação ( user friendly ), a interface do PREANF é constituída de uma conexão de painéis e mensagens que realizam toda a conversação do sistema.

Como o dialog não utiliza dispositivos apontadores ( mouse ) como recurso de entrada de informações, houve a necessidade de adotar uma forma menos eficiente, mais convencional para ambiente IBM, que é o uso do teclado alfanumérico. Desta forma todas as opções dadas ao longo da execução do sistema, são acionadas via teclas.

Em todo painel do sistema é dado a opção de prosseguir ou retornar, possibilitando corrigir qualquer informação já dada, bem como alterar o fluxo de processamento já feito. Estas opções sempre aparecem nos painéis na posição inferior

destes, exceto nos painéis que mostram tabelas, onde estas opções aparecem no canto superior do painel, devido ao rolamento da tabela.

O dialog fornece juntamente com os painéis, uma técnica de interação com o usuário amplamente utilizada. Consiste na visualização de um painel, que acionado por uma tecla ( pfl ), obtem-se um painel de auxílio, assim customizando todos os painéis do sistema que facilita a sua utilização.

Além deste recurso, o dialog também fornece um conjunto de comandos para a associação de mensagens, previamente criadas, aos painéis, a qualquer momento. Particularmente, foi utilizado para realizar a consistência de dados dos sistema, gerando um completo conjunto de informações associadas a cada possível erro no preenchimento de cada campo.

A confecção dos painéis foi elaborada conforme a terminologia específica deste tipo de aplicação a que se propõe o sistema, ambiente no qual se insere o usuário, com isso foi possível diminuir as possíveis dúvidas de interpretação das informações, buscando aproximar o usuário do sistema. Ainda sobre os painéis, cabe destacar que foi apresentada uma primeira versão onde foi feita uma severa avaliação, servindo de base para as futuras versões.

O usuário dispõe em alguns pontos estratégicos do sistema, a opção de finalizar o processamento, sem precisar retornar a todos os painéis já vistos, nem prosseguir até o final. Caso ocorra algum término anormal do sistema, por qualquer motivo, todas as informações fornecidas ficam perdidas, pois não serão atualizadas no arquivo de profile. Esta limitação é do próprio dialog, e não foi possível contorná-la.

Por fim é importante registrar, que qualquer manutenção nesta interface que porventura venha a ocorrer, é de fácil execução.

## III.5) EXEMPLOS

### III.5.1) RISER FLEXÍVEL

Foi selecionado como exemplo um riser flexível em configuração lazy-wave, em que foram utilizadas uma série de facilidades do sistema. Foram executadas uma análise estática e uma análise dinâmica encadeadas, ou seja, uma análise dinâmica a partir da configuração e estado de deformação finais da análise estática.

O esquema de análise dita "estática-dinâmica" se constitui no tipo de estratégia mais usual para análise de linhas. Aquelas cargas de caráter estático, que não apresentam variação ao longo do tempo, são aplicadas na parte 1 da análise, numa análise estática em que as cargas são introduzidas incrementalmente. Exemplos típicos deste tipo de carregamento são : "offset" estático, corrente, peso próprio e empuxo.

Ao final da análise estática todos os dados e resultados são salvos num arquivo permanente. A partir da configuração de equilíbrio estático se inicia a parte 2 da análise, que se constitui numa análise dinâmica. Para esta análise não é necessária a especificação dos dados relativos a características da estrutura. Apenas os dados relativos a carregamento e de análise serão fornecidos. Como cargas atuantes, usualmente serão especificadas as mesmas cargas da parte estática mais as cargas cíclicas tais como movimentos de embarcações e onda determinística. Da parte anteriormente especificada para carregamento estático, apenas o "offset" não precisa ser fornecido pois já estará incorporado à deformada da linha.

#### A) Dados do Problema

- Dados Globais

---

*Profundidade* 243. m

*Projeção Vertical* 256. m

*Projeção Horizontal* 193. m

*Peso Específico da Água* 10.055 KN/m\*\*2

- Dados do Riser

---

O riser foi dividido em 4 tramos de propriedades diferentes. Isto foi feito para possibilitar a consideração de flutuadores apenas num comprimento de 60. metros no meio do riser. A parte acima do nível d'água também foi considerada como um tramo em separado embora não fosse necessário.

Os dados fornecidos são descritos a seguir, e seus valores constam da tabela abaixo, com unidades em KN e metros.

Dados	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
ps	1.1036	1.1036	1.1036	1.6334
pm	0.57384	0.57384	0.57384	1.6334
l	130.	60.	210.	13.

Dados	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
HD	0.259	0.598	0.259	0.001
de	0.259	0.259	0.259	0.259
di	0.203	0.203	0.203	0.203
EA	100000.	100000.	100000.	100000.
EI	0.884E01	0.884E01	0.884E01	0.884E01
densf	0.0	0.0	0.0	0.0
ef	0.0	2.29437	0.0	0.0
psf	0.0	1.1192	0.0	0.0
CM	1.8	1.8	1.8	1.8
CD	1.81	1.46	1.81	1.81
num. seg.	13	10	21	2
tipo elem.	2	2	2	2

Table 8. Dados do riser do exemplo 1 - PREANF.

Onde :

<i>ps</i>	Peso seco do riser. Não inclui peso de fluido interno, nem peso do flutuador
<i>pm</i>	Peso molhado. Não inclui fluido interno e nem flutuadores
<i>l</i>	Comprimento do tramo
<i>HD</i>	Diâmetro hidrodinâmico
<i>de</i>	Diâmetro externo
<i>di</i>	Diâmetro interno
<i>EA</i>	Módulo de rigidez axial ( $E * AX$ )
<i>EI</i>	Módulo de rigidez à flexão ( $E * I$ )
<i>densf</i>	Peso específico do fluido interno
<i>ef</i>	empuxo, por metro, dos flutuadores
<i>psf</i>	peso, por metro, dos flutuadores
<i>CM</i>	Coefficiente de inércia
<i>CD</i>	Coefficiente de arraste
<i>num.seg</i>	Número de elementos por tramo

Os elementos foram considerados como tubos fechados, e as duas extremidades foram consideradas rotuladas.

Após execução do cálculo de configuração inicial no PREANF, foram obtidos os seguintes resultados :

### CONFIGURACAO INICIAL

CONVERGENCIA ALCANCADA EM 21 ITERACOES

### DADOS DE EQUILIBRIO DA LINHA

PROJECAO HORIZONTAL (M) : 192.9912

PROJECAO VERTICAL (M) : 256.0000

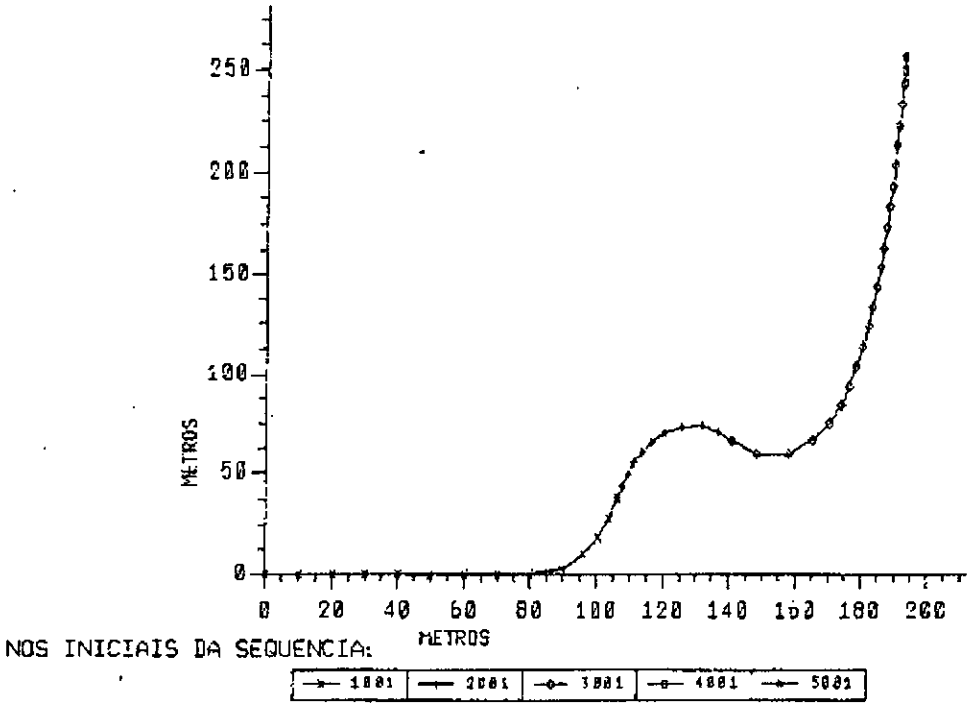
RAIO DE CURVATURA MINIMO (M): 13.0363

"TOUCH-DOWN POINT" (M) : 82.3530

	ANCORA	CONEXAO
FORCA HORIZONTAL	6.2876	6.2876
FORCA VERTICAL	0.0000	133.0027
FORCA TOTAL	6.2876	133.1513
ANGULO	0.0000	87.2934

Abaixo tem-se a configuração inicial calculada, com a identificação dos momes gerados para os nós iniciais de cada tramo.

PRE-ANFLEX CONFIGURACAO INICIAL



- Dados de Carregamento

---

Movimento Imposto:

Estática : 24.3m na direção x

Dinâmica : harmônico com periodo 11.1 segs

Direção	Amplitude	Fase
X	4.08	53.16
Z	3.07	323.17

Table 9. Tabela dados de movimento imposto do exemplo 1 - PREANF.

Corrente :

Cota Z	Velocidade	Ângulo
0.0	0.25	0.0
123.	0.25	0.0
243.	2.50	0.0

Table 10. Tabela dados de corrente do exemplo 1 - PREANF.

Onda :

Altura : 14.17 m

Período : 11.1 segs

Offset : 217.3 m

- Saída de Resultados

---

Deslocamentos :

Impressão de todos os nós em listagem

Curvas nó 5001, direções X e Z

Esforços :

Impressão de todos os elementos em listagem

Curvas elementos 402 FX1

315 FX1, MY1

303 FX1, MY1

210 FX1, MY1

206 FX2, MY2

201 FX2, MY2

101 FX2

Deformadas :

Geração a cada 12 incrementos de carga.

B) Análise Estática

Na parte estática foram consideradas as cargas de "offset" estático, corrente, peso próprio e empuxo.

O arquivo de dados formatado gerado pelo PREANF desta parte do exemplo está no Apêndice A.

- Principais Resultados

A tabela abaixo contém um resumo dos resultados obtidos em termos de tração efetiva e momento fletor para alguns pontos selecionados ao longo da linha.

Elemento/nó	Tração	Momento
402(topo)	140.66	-----
315 (i)	86.21	-0.06
303 (i)	23.366	-0.21
210 (i)	18.14	0.258
206 (f)	24.07	-0.17
201 (f)	38.34	0.046
101 (f)	18.90	-----

Table 11. Tabela de resultados do exemplo 1 - PREANF.

As letras i e f na tabela, indicam respectivamente início e final do elemento.

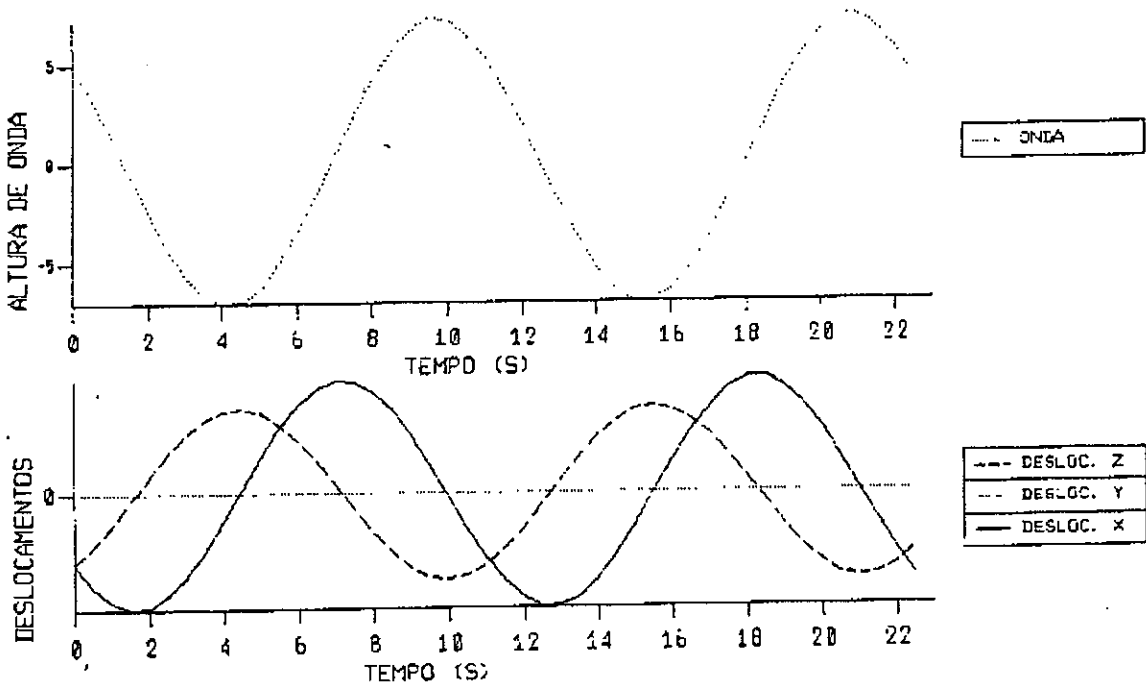
### C) Análise Dinâmica

Na parte dinâmica foram consideradas as cargas de corrente, peso próprio, empuxo, onda e movimento harmônico. O "offset" estático fica automaticamente incorporado na medida em que esta análise será um reinício da parte estática.

O arquivo de dados formatado gerado pelo PREANF desta parte do exemplo está no Apêndice B.

Na fase de entrada de dados pelo PREANF, as fases relativas entre altura de onda e os movimentos prescritos no topo do riser (nó 5001), foram visualizadas, tendo-se obtido a impressão da figura abaixo :

# MOVIMENTO IMPOSTO #,NOH : 5001- PTO DE CON. C/ PLATAFORMA



### III.5.2) RISER RÍGIDO

Foi selecionado como exemplo um riser rígido de completação, retirado do relatório API BULL 2J, de 1977. A estratégia de análise empregada foi a mesma do exemplo 1. Foram executadas uma análise estática e uma dinâmica.

#### A) Dados do Problema

##### - Dados Globais

---

<i>Profundidade</i>	914.4 m
<i>Comprimento do riser</i>	920.496 m
<i>Tração no topo</i>	1289.9843 KN
<i>Peso Específico da Água</i>	10.055 KN/m**2

##### - Dados do Riser

---

O riser foi dividido em 2 tramos de propriedades diferentes. Isto foi feito para possibilitar a especificação de 150 elementos no total, uma vez que o PREANF admite um máximo de 99 elementos por tramo.

Os dados fornecidos são descritos a seguir, e seus valores constam da tabela abaixo, com unidades em KN e metros.

Dados	Tramo 1	Tramo 2
ps	2.5163	2.5163
pm	1.0181	1.0181
l	552.2976	368.1984
HD	0.6604	0.6604
de	0.4064	0.4064
di	0.37465	0.37465
EA	4028573.3	4028573.3
EI	0.76927E05	0.76927E05
densf	14.106	14.106
ef	1.467	1.467
psf	0.2291	0.2291
CM	1.5	1.5
CD	0.70	0.70
num. seg.	90	60

Dados	Tramo 1	Tramo 2
tipo elem.	2	2

Table 12. Dados do riser do exemplo 2 - PREANF.

Os elementos foram considerados como tubos fechados, e as duas extremidades foram consideradas rotuladas.

Após execução do cálculo de configuração inicial no PREANF, foram obtidos os seguintes resultados :

### CONFIGURACAO INICIAL

### CALCULO PELO PROCEDIMENTO VETCOR

### DADOS DE EQUILIBRIO DA LINHA

PROJECAO HORIZONTAL (M) : 0.0000

PROJECAO VERTICAL (M) : 920.4960

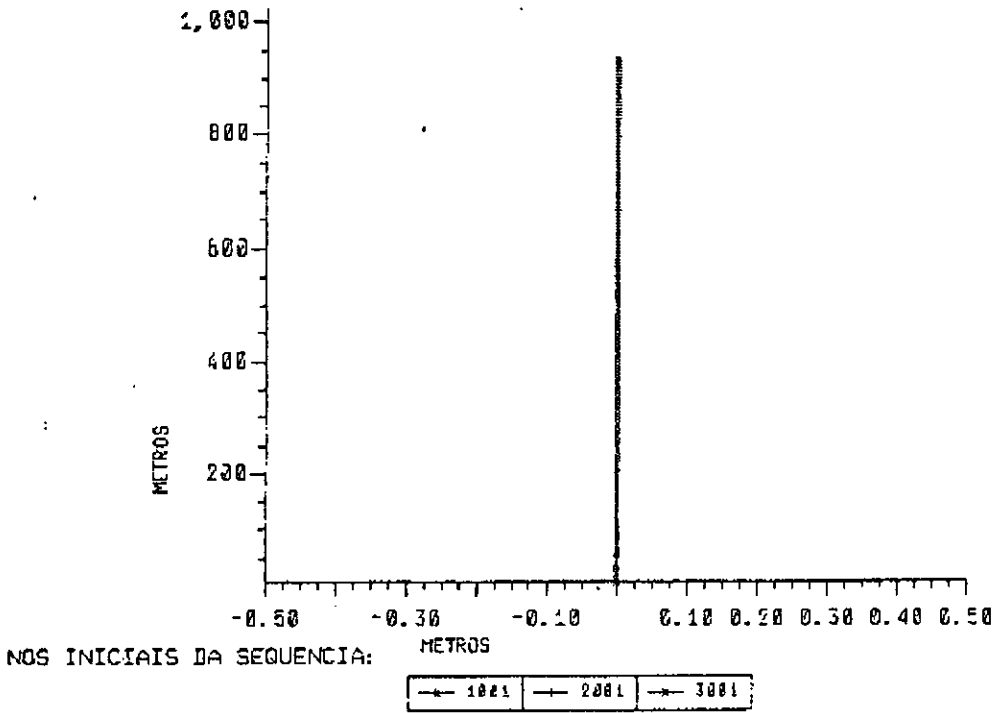
RAIO DE CURVATURA MINIMO (M): 99999.0000

"TOUCH-DOWN POINT" (M) : 0.0000

	ANCORA	CONEXAO
FORCA HORIZONTAL	0.0000	0.0000
FORCA VERTICAL	60.8891	1289.9843
FORCA TOTAL	60.8891	1289.9843
ANGULO	90.0000	90.0000

Abaixo tem-se a configuração inicial calculada, com a identificação dos nomes gerados para os nós iniciais de cada tramo.

PRE-ANFLEX CONFIGURAÇÃO INICIAL



- Dados de Carregamento

Movimento Imposto:

Estática : 27.432m na direção x

Dinâmica : harmônico com período 9.0 segs

Direção	Amplitude	Fase
X	0.6096	15.0

Table 13. Tabela dados de movimento imposto do exemplo 2 - PREANF.

Corrente :

Cota Z	Velocidade	Ângulo
0.0	0.0	0.0
9.144	0.00	0.0
914.4	0.2574	0.0
1000.	0.2574	0.0

Table 14. Tabela dados de corrente do exemplo 2 - PREANF.

Onda :

Altura : 6.096 m

Período : 9.0 segs

Offset : 27.432 m

- Saída de Resultados

---

Deslocamentos :

Impressão de todos os nós em listagem

Curvas nós 1001 e 3001, direção ry.

Esforços :

Impressão de todos os elementos em listagem

Curvas elementos

259 MY1

258 MY1

257 MY1

256 MY1

255 MY1

254 MY1

253 MY1, MY2

108 MY1, MY2

107 MY1

106	MY1
105	MY1
104	MY1
103	MY1
102	MY1, MY2

Deformadas :

Geração a cada 1 incremento de carga

## B) Análise Estática

Na parte estática foram consideradas as cargas de "offset" estático, corrente, peso próprio e empuxo.

O arquivo de dados formatado gerado pelo PREANF deste parte do exemplo está no Apêndice C.

### - Principais Resultados

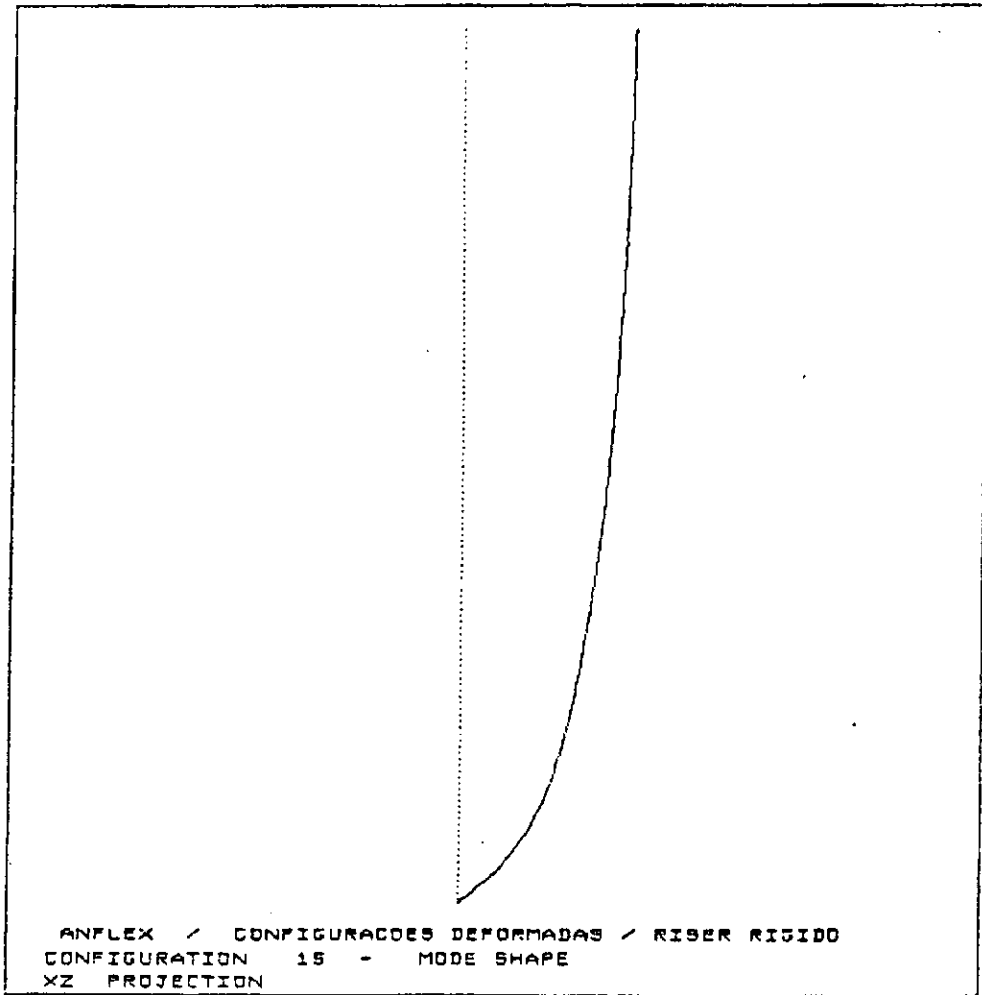
A tabela abaixo contém um resumo dos resultados obtidos em termos de momento fletor para alguns pontos selecionados ao longo do riser.

Elemento/Nó	Momento
257 (i)	1.866
256 (i)	1.2801
106 (f)	105.5
105 (f)	97.4

Table 15. Tabela de resultados do exemplo 2 - PREANF.

As letras i e f na tabela, indicam respectivamente início e final do elemento.

Na figura abaixo, tem-se a configuração final da análise :



### C) Análise Dinâmica

Na parte dinâmica foram consideradas as cargas de corrente, peso próprio, empuxo, onda e movimento harmônico. O "offset" estático fica automaticamente incorporado na medida em que esta análise será um reinício da parte estática.

O arquivo de dados formatado gerado pelo PREANF deste parte do exemplo está no Apêndice D.

## III.6) DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO

### III.6.1) GERAÇÃO DE GEOMETRIA INICIAL

Nesta primeira parte da execução do sistema, informa-se entre outros dados

:

- Código da análise
- Tipo da análise
- Execução somente desta primeira parte
- Característica geométrica global
- Número de tramos e suas propriedades ( peso seco, peso molhado, coeficiente de morison, peso no ar , etc ... )
- Bóias
- Dados globais da configuração inicial da linha
- Catenária, ou linha vertical ou linha horizontal
- Condição dos tubos
- Número de segmentos por tramo
- etc ...

Como resultado desta primeira parte, obtem-se :

- Informação numérica dos dados de equilíbrio da linha
- Visualização gráfica da configuração

Ao final desta parte pode-se :

- Enviar os resultados para impressão
- Salvar os resultados em arquivos
- Reinicializar o PREANF
- Prosseguir
- Finalizar

### **III.6.2) GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS ESPECÍFICOS**

Nesta segunda parte da execução do sistema, informa-se entre outros dados

:

- Especificação de carregamento :
  - Movimento Imposto :
  - Função por pontos/dados da tela
  - Função por pontos/leitura de arquivo externo

- Movimento Harmônico
  
- Movimento Harmônico referido ao CG do flutuante
  
- Onda
  
- Corrente
  
- Função tempo para onda e corrente
  
- Visualização gráfica de Movimento Imposto X Altura de Onda
  
- Especificação seletiva para impressão de resultados em nós:
  - Lista de nós
  
  - Graus de liberdade para cada nó ( rotação e translação )
  
- Especificação seletiva para impressão de resultados em elementos:
  - Lista de elementos
  
  - Lista de esforços para cada elemento
  
- Curvas de envoltórias:
  - Deslocamentos
  
  - Esforços
  
- Especificação de dados de análise:
  - Tempo total da análise



## **CAPÍTULO IV**

### **PÓS-PROCESSAMENTO**

#### **IV.1) ORGANIZAÇÃO**

Utilizando o mesmo ferramental ( hardware e software ) disponível no desenvolvimento do PREANF, e a mesma filosofia de interface com o usuário, desenvolveu-se o pós-processador do programa ANFLEX [ 2,3 ], o POSNL.

A organização deste sistema é semelhante a organização do sistema anterior, isto é, também é estruturado em módulos. Nota-se a ausência de programas de verificação de painel, pois neste sistema a entrada de dados restringe-se apenas a algumas informações básicas, tais como: nome de arquivo, código da impressora etc ... .

Os principais componentes integrantes do sistema são :

- CLISTs
- PAINÉIS DE DADOS
- TABELAS

- PROGRAMAS DE CÁLCULOS
- PROGRAMAS GRÁFICOS
- PROGRAMAS AUXILIARES
- ARQUIVOS
- VARIÁVEIS DE DADOS OU CONTROLE

Também aqui, as CLISTs são os condutores responsáveis pelo funcionamento e ativação dos módulos de todo o sistema.

O sistema também está estruturado em inúmeros procedimentos ( clists ), que englobam a chamada de telas formatadas para entrada de dados, programas fortran e até mesmo outros procedimentos. Esta composição também foi desenvolvida visando agrupar de forma isolada, atividades ou funções específicas que pudessem ser re-utilizados em vários momentos distintos, como por exemplo :

- Painéis de visualização de tabelas do sistema.
- Clists que alocam arquivos e chamam programas gráficos.
- Programas fortran para carga das tabelas.
- Painéis de dados de entrada do sistema.

Para acionar ou não um módulo dentro de uma clist, e assim encadear um conjunto de atividades, utilizam-se as variáveis de controle, que são carregadas conforme informações capturadas nos painéis de dados, informadas pelo usuário,

possibilitando ao mesmo, dentro das opções disponíveis, passear pelas telas, aciona programas, obtendo resultados, de forma completamente transparente.

Dentro do sistema existe uma hierarquia entre os módulos, que se torna evidente quando se observa atentamente as chamadas das clist. Baseando-se nesta hierarquia, gerou-se uma estrutura interna de fácil identificação e controle de manutenção.

Nota-se além de pouca entrada de dados, uma maior quantidade de programas gráficos e programas auxiliares, tendo apenas um programa de cálculo, devido a natureza deste tipo de aplicação.

#### **IV.1.1) DIAGRAMAS DO SISTEMA**

Todo o fluxo de execução do sistema transcorre no ambiente TSO/CLIST, assim como se segue.

**SIMBOLOGIA**



**CLIST**



**PROGRAMA DE VERIFICACAO DE PAINEL**



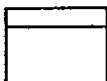
**PAINEL**



**PROGRAMA DE CALCULO**



**PROGRAMA GRAFICO**



**PROGRAMA AUXILIAR**

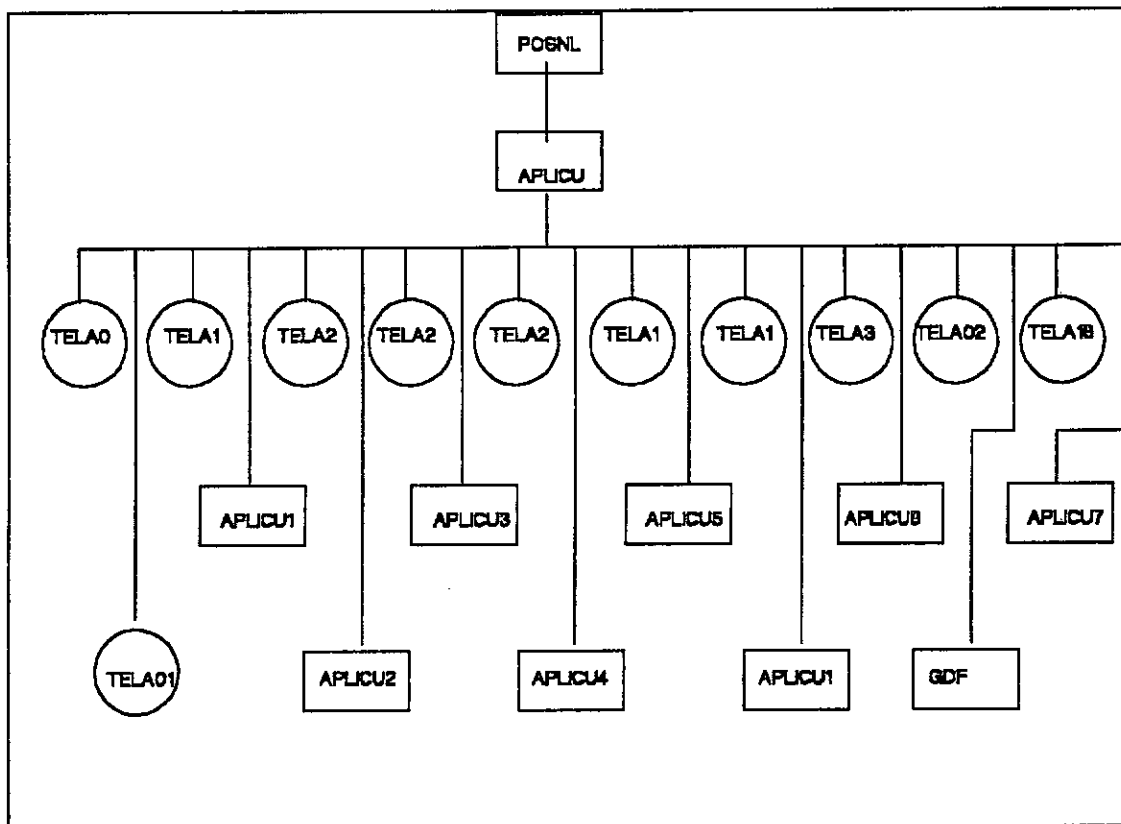


Figure 19. Diagrama de Nivel 1 - POSNL.

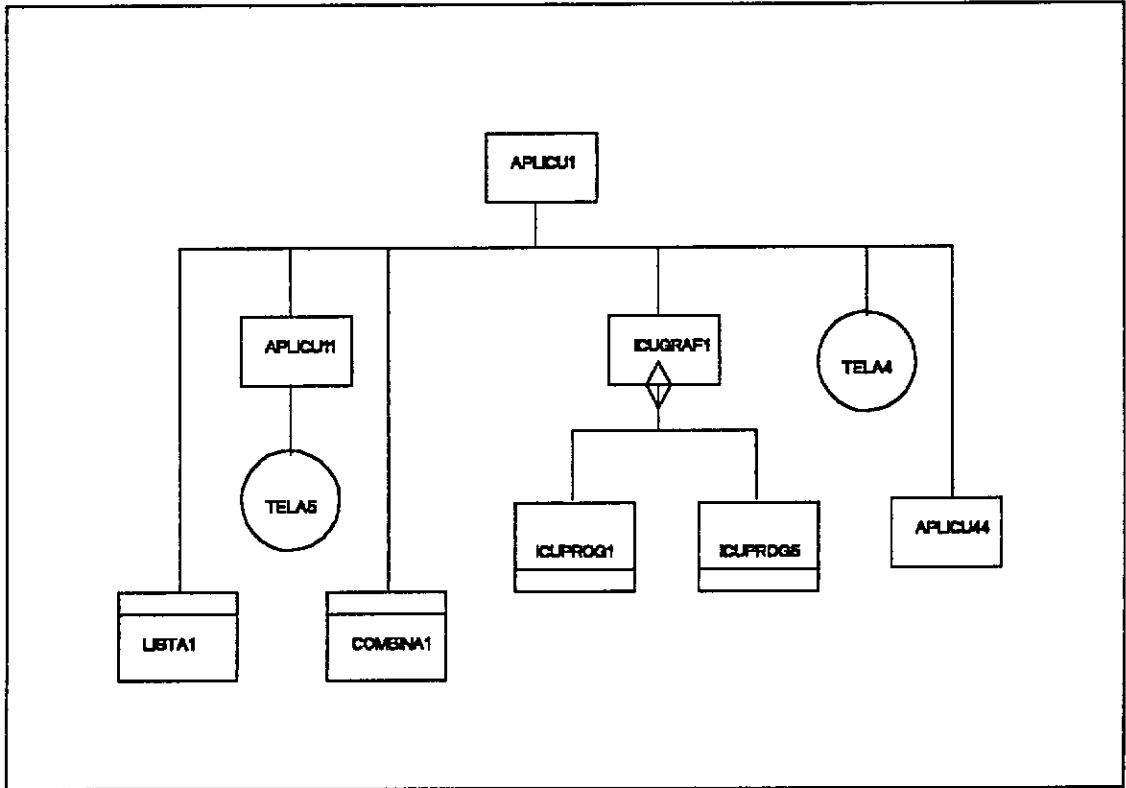


Figure 20. Diagrama de Nivel 1 - POSNL.

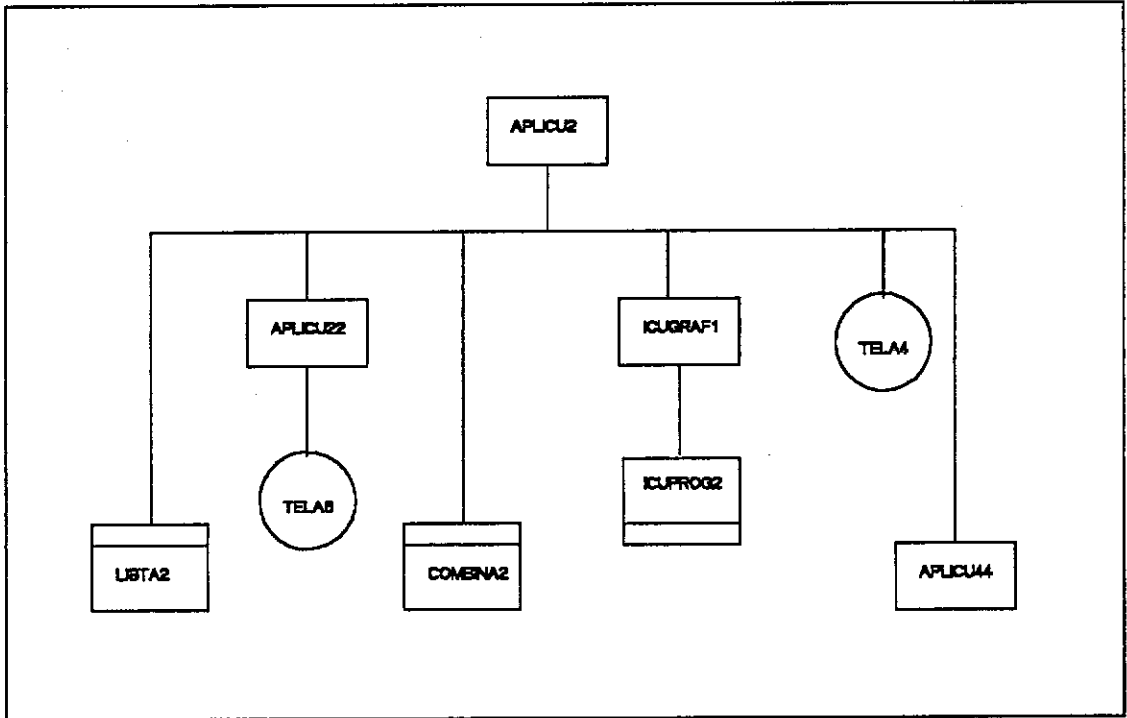


Figure 21. Diagrama de Nivel 1 - POSNL.

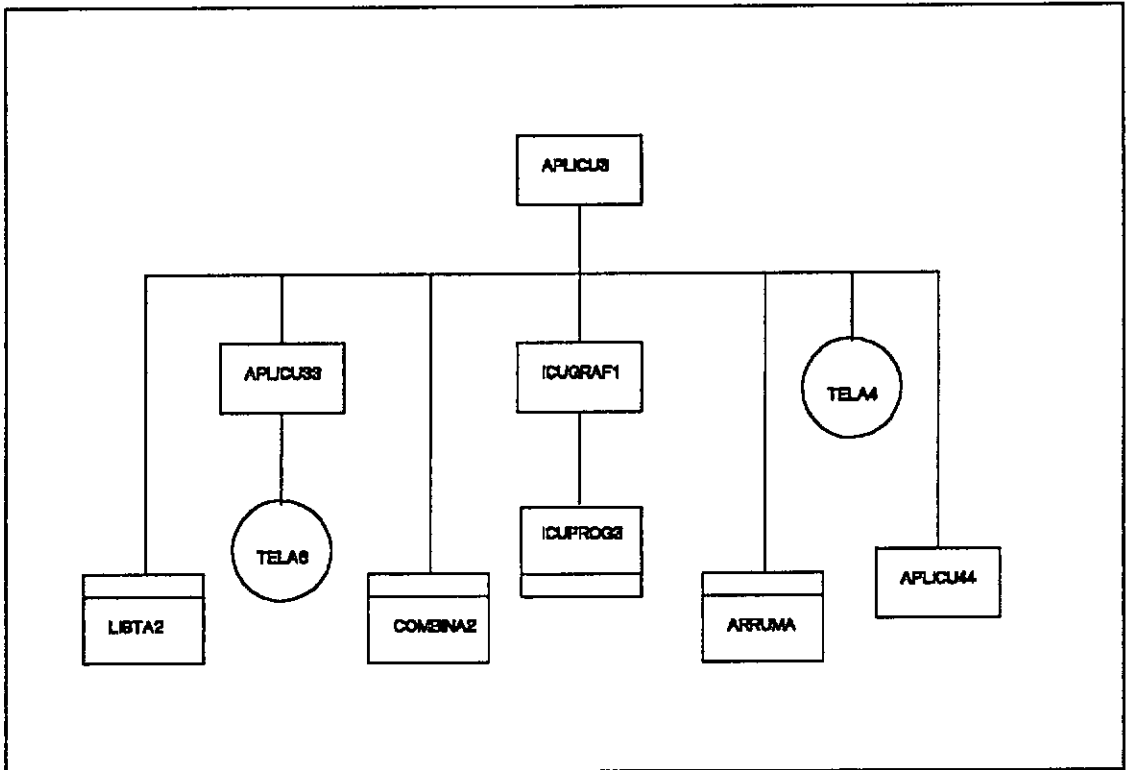


Figure 22. Diagrama de Nivel 1 - POSNL.

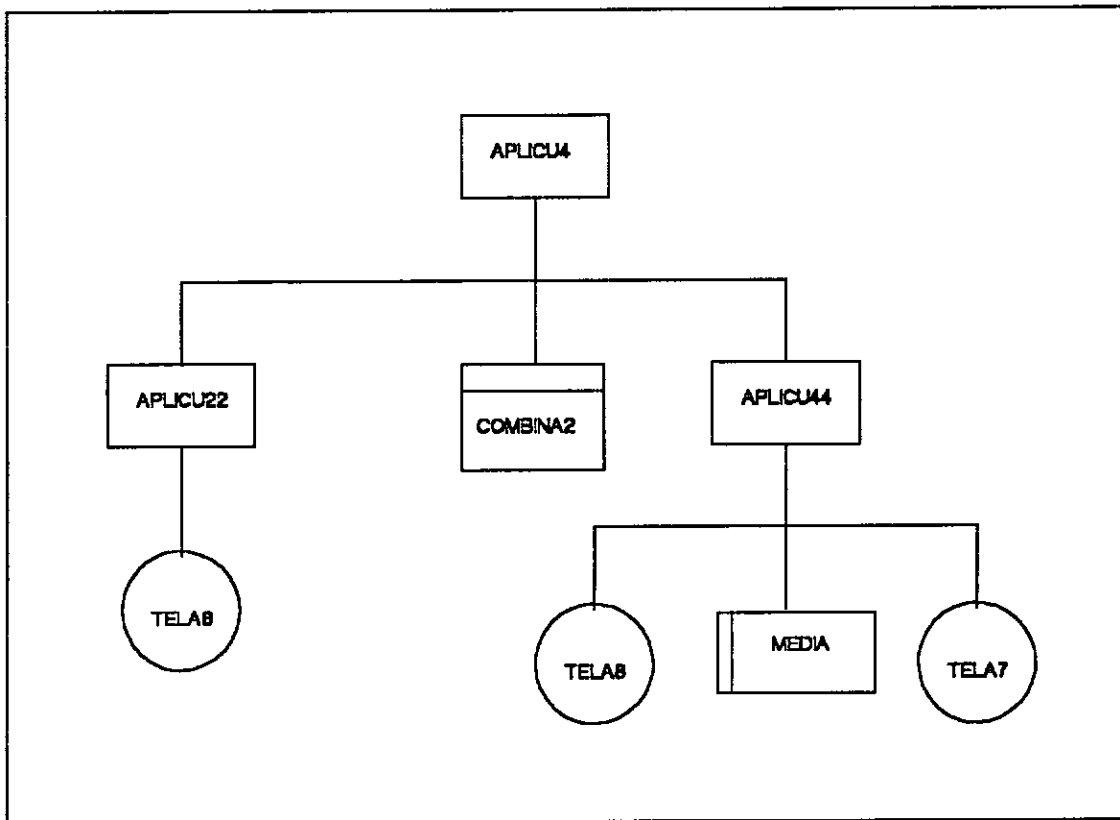


Figure 23. Diagrama de Nível 1 - POSNL.

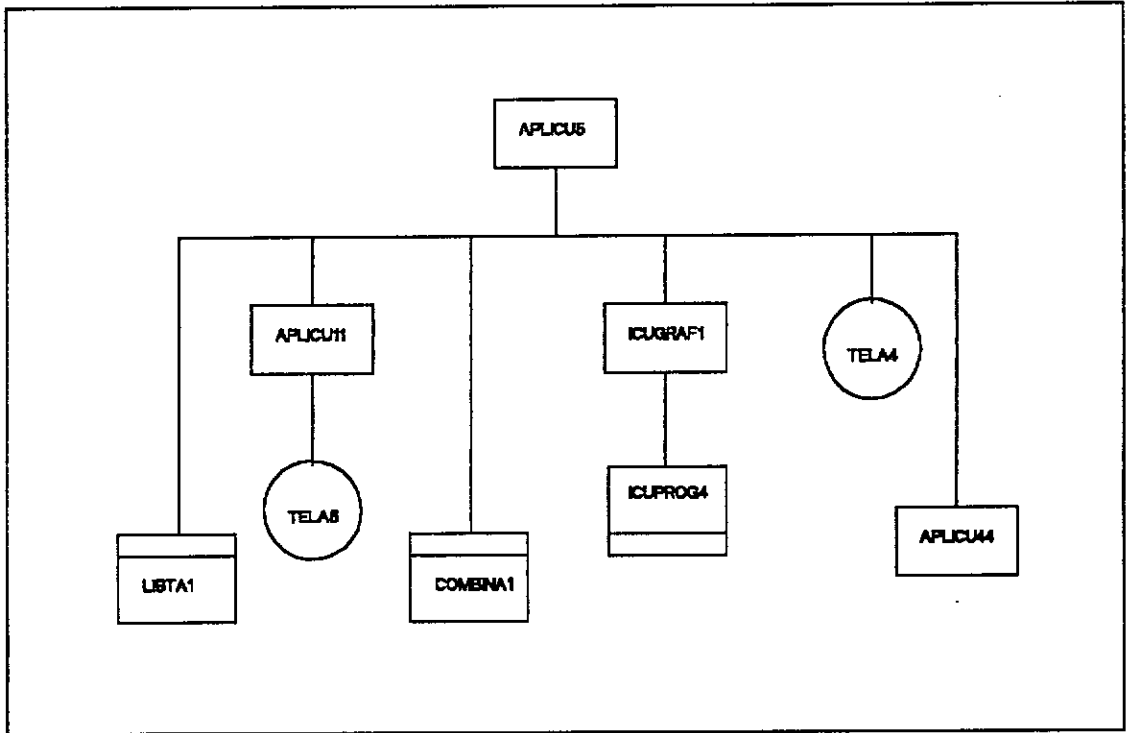


Figure 24. Diagrama de Nivel 1 - POSNL.

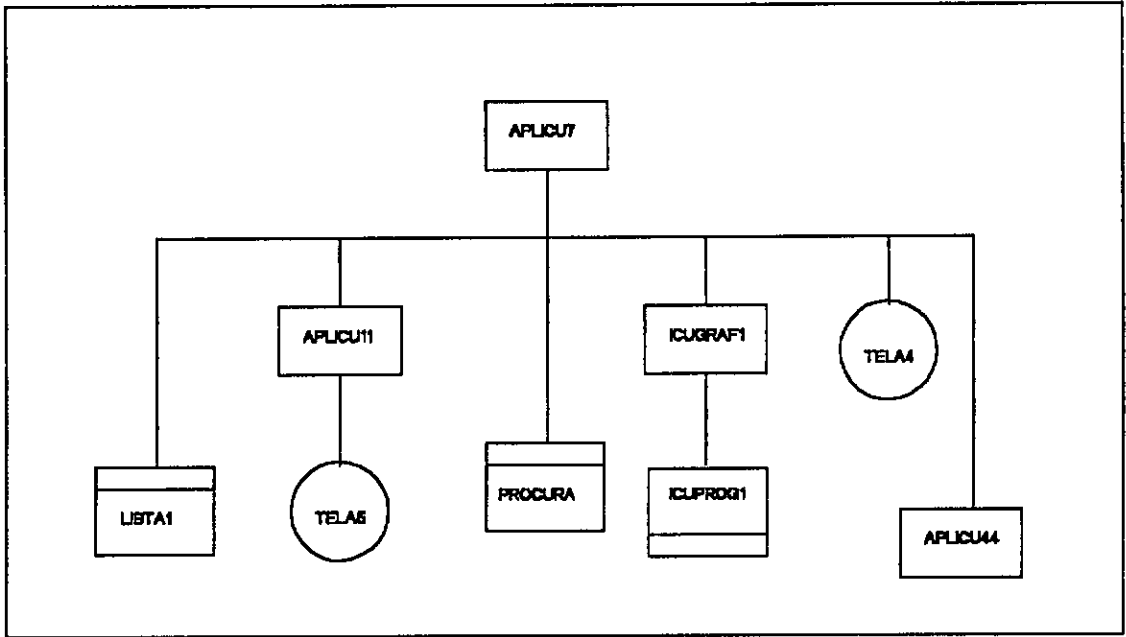


Figure 25. Diagrama de Nível 1 - POSNL.

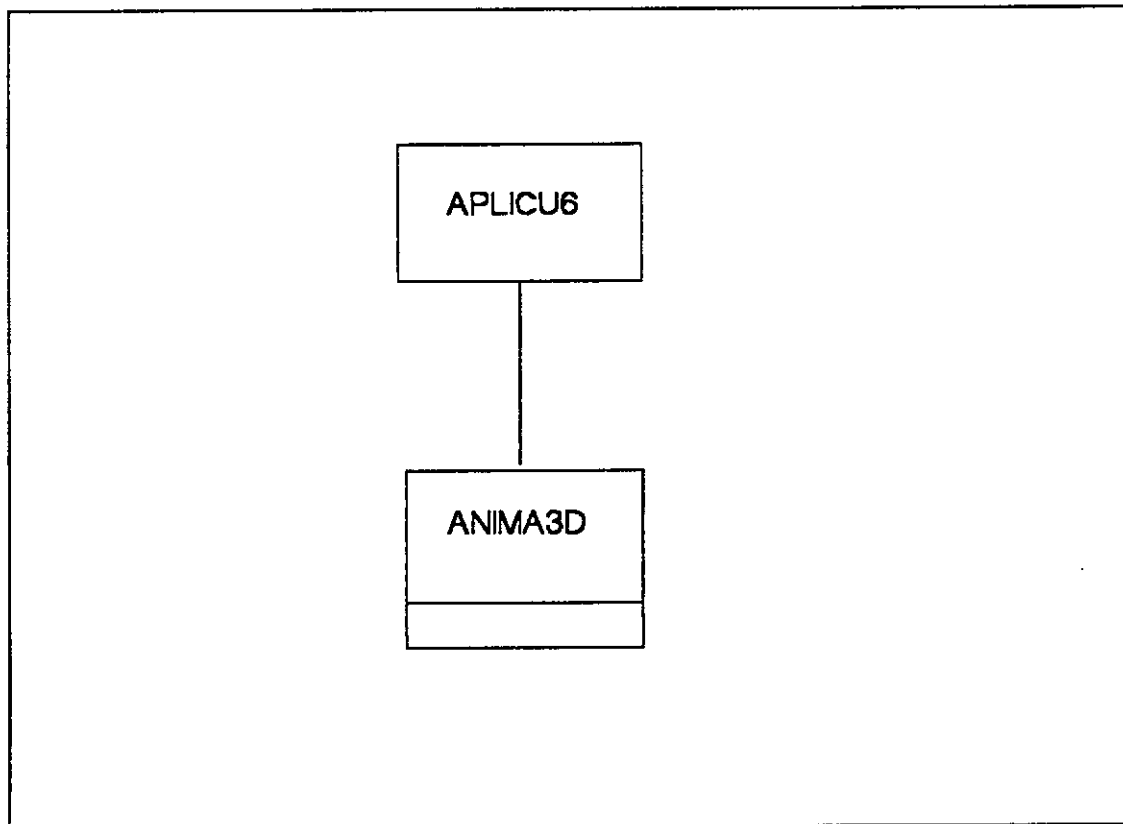


Figure 26. Diagrama de Nível 1 - POSNL.

#### IV.1.2) CLISTS DO SISTEMA

Seguiremos descrevendo de forma sucinta as funções desempenhadas por cada procedimento do PREANF :

APLICU, controla a execução geral do sistema, isto é, chama as demais clists, painéis, programas, respondendo também pela inicialização do sistema, onde são carregadas as bibliotecas usadas pelo DIALOG. É a mais importante clist do sistema, colocando-a no nível mais alto na hierarquia do sistema ( nível 0 ).

APLICU1, cuja função principal é a seleção e visualização de um ou mais gráficos de um mesmo arquivo. Inicialmente, lê o arquivo de curvas informado, cria e carrega a tabela de títulos de curvas, que será mostrada para seleção. Depois, combina os gráficos selecionados para em seguida mostrá-los. Ao final é dado a possibilidade de executar o cálculo dos valores característicos dos gráficos visualizados, bem como enviar os resultados para impressão. Como este procedimento é re-utilizado no sistema, são feitos alguns desvios dentro dele, para evitar a duplicidade de código.

APLICU11, re-utilizado inúmeras vezes no sistema, tem por função a visualização da tabela de títulos dos gráficos contidos nos arquivos informados, permitindo a sua seleção. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

APLICU2, realiza a seleção de gráficos de um ou mais arquivos diferentes, e possui a mesma função do procedimento APLICU1, diferindo na quantidade de arquivos manipulados, que podem ser até três arquivos. Ao final é dado a possibilidade de se executar o cálculo dos valores característicos dos gráficos visualizados, bem como enviar os resultados para impressão. Este procedimento está no nível 1 do sistema.

APLICU22, também re-utilizado, este procedimento executa função análoga ao procedimento APLICU11, porém para até três tabelas diferentes, associadas aos arquivos informados na clist APLICU2. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

APLICU3, tem por função, a extensão de curvas geradas, que trata segmentos de curvas contidas em arquivos diferentes, gerando um único gráfico contínuo. Ao final, é dada a possibilidade de executar o cálculo dos valores característicos dos gráficos visualizados, bem como enviar os resultados para impressão. Este procedimento está no nível 1 do sistema.

APLICU33, tem função análoga ao procedimento APLICU11, isto é, para a extensão de curvas. Neste caso, houve a necessidade de arrumar os dados dos arquivos para dar continuidade a re-utilização dos outros procedimentos do sistema. Ao final, é dada a possibilidade de executar o cálculo dos valores característicos dos gráficos visualizados, bem como enviar os resultados para impressão. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

APLICU4, cuja função é o cálculo dos valores característicos dos gráficos. Aciona vários módulos re-utilizados, tendo parte de seu procedimento utilizado em vários procedimentos do sistema. Este procedimento está no nível 1 do sistema.

APLICU44, aciona um programa que faz o cálculo dos valores característicos. Este procedimento é a parte do procedimento APLICU44 que é re-utilizado inúmeras vezes. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

APLICU5, cuja função é exibir os gráficos das resultantes calculadas pelo ANFLEX [ 2,3 ], re-utiliza vários procedimentos, inclusive o de cálculo de valores característicos. Este procedimento está no nível 1 do sistema.

APLICU6, aciona a visualização ou animação das deformadas geradas, e permite o uso da estação 5080, no qual é informado o seu respectivo endereço para através do DIALOG, passar para o programa gráfico. Este procedimento está no nível 1 do sistema.

APLICU7, cuja função é a totalização dos gráficos, aciona inúmeras vezes um programa de verificação e totalização dos gráficos informados. Ao final, é dada a possibilidade de executar o cálculo dos valores característicos dos gráficos visualizados, bem como enviar os resultados para impressão. Este procedimento está no nível 1 do sistema.

ICUGRAF1, procedimento padrão, cuja função é acionar o programa de visualização que lhe é passado. Este procedimento está no nível 2 do sistema.

GDF, procedimento externo desenvolvido pelo grupo de apoio a usuário do departamento de exploração da PETROBRÁS (DISEP/SEAP), cuja utilização no POSNL é a visualização de gráficos das deformadas previamente salvas em arquivo gráfico padrão GDDM ( ADMGDF ). Este procedimento está no nível 1 do sistema.

### **IV.1.3) PROGRAMAS DO SISTEMA**

O PREANF possui um variado conjunto de programas fortran, sendo estes os grandes responsáveis pela visualização dos resultados obtidos pelo processamento do ANFLEX [ 2,3 ]. Como estes programas necessitam de maiores recursos do hardware, principalmente a CPU, observa-se uma maior demora em sua execução, comparado aos demais programas.

Foi estabelecido um formato padrão para a maioria dos programas deste sistema, exceção feita ao programa gráfico ANIMA3D. Com base neste padrão, foram criadas uma série de facilidades de implementação no sistema, uma delas a re-utilização de módulos, e facilitando ao usuário, que precisa apenas de um único formato para utilizar quase todas as opções do sistema.

Podemos dividir os programas fortran que compõe o sistema em algumas classes, a saber :

- PROGRAMAS DE CÁLCULO
- PROGRAMAS DE GRÁFICOS
- PROGRAMAS AUXILIARES

Segue uma descrição dos programas do sistema, divididos em suas respectivas classes.

CLASSE DO PROGRAMA	NOME DO PROGRAMA
Cálculo	Média [ 5 ]
Auxiliar	Lista1
Auxiliar	Lista2
Auxiliar	Combina1
Auxiliar	Combina2
Auxiliar	Arruma
Auxiliar	Procura
Gráfico	Icuprog1
Gráfico	Icuprog2
Gráfico	Icuprog3
Gráfico	Icuprog4
Gráfico	Icuprog5
Gráfico	Anima3d

Table 16. Relação dos Programas Fortran por Classe - POSNL.

### **IV.1.3.1) PROGRAMAS DE CÁLCULO**

Como o principal objetivo do pós-processador é a visualização dos resultados gerados, muito pouco resta a ser calculado neste sistema. Por isso existe apenas um único programa de cálculo, o programa MEDIA, diferindo do pré-processador, aonde existem vários.

O programa MEDIA, calcula os valores característicos dos gráficos visualizados. Para o cálculo, este programa utiliza o arquivo de dados destes gráficos e os intervalos de tempo para cada gráfico, obtendo os valores máximos e mínimos, a média e a amplitude de cada grandeza. Desenvolvido por MENEZES [ 5 ], para atender a uma necessidade específica do sistema.

Os dados dos gráficos são passados para este programa através do DIALOG, e após a sua execução, os resultados são mostrados num painel de resultados do sistema. Estes podem ser enviados para a impressora simplesmente respondendo a uma pergunta no próprio painel de resultados.

### **IV.1.3.2) PROGRAMAS AUXILIARES**

Os programas auxiliares como o próprio nome indica, realizam tarefas auxiliares intermediárias, indispensáveis ao sistema, servindo inclusive, para tornar re-utilizável vários módulos do sistema.

O programa LISTA1, realiza a leitura do arquivo de gráficos, informado pelo usuário, para a criação da tabela de títulos, que será posteriormente mostrada para permitir a seleção do gráfico desejado. Esta tabela é criada sempre com a opção de atualização ( replace ), ou seja, mesmo que ela já exista, é atualizada.

A montagem da tabela baseia-se na palavra-chave, que é informada pelo usuário no painel do sistema, identificando no arquivo, cada início de um novo gráfico. Caso esta palavra-chave informada seja diferente da encontrada no arquivo, é gerada uma mensagem de erro que será mostrada ainda no mesmo painel de seleção. Existem, ainda, outras mensagens de erro que indicam problemas de formato de leitura do arquivo de dados, sendo exibidas da mesma forma.

Dentro deste programa é carregado um conjunto de informações contidas dentro do arquivo de dados lido, que servirão para identificar os gráficos visualizados. Usa-se o DIALOG para fazer esta transferência de dados. Este programa lê um único arquivo de dados, e o seu formato encontra-se no Manual do Usuário do sistema.

O programa LISTA2 é uma extrapolação do programa LISTA1. Possuindo a mesma função, este programa lê até três arquivos diferentes para a montagem das respectivas tabelas. Para cada arquivo lido é montada uma única tabela, sempre de forma análoga, sendo também carregados as informações da análise contida em cada arquivo para os painéis. São feitas as mesmas consistências que no programa LISTA1.

O programa COMBINA1, realiza o "merge" dos gráficos, até três no máximo, selecionados no painel que mostra todos os gráficos contidos no arquivo de dados, armazenando-os na sequência de seleção num arquivo temporário, para futura visualização. Este programa lê apenas um único arquivo de dados, criando assim uma interface entre a clist e o programa gráfico. Utiliza, também os índices associados aos títulos do gráficos selecionados, para a localização destes na leitura de seus respectivos dados.

O programa COMBINA2, analogamente também realiza o "merge" dos gráficos selecionados, diferindo na forma de seleção. Seleciona apenas um único gráfico por arquivo, podendo informar até três arquivos diferentes.

O programa ARRUMA, é utilizado para unificar os segmentos gráficos selecionados na opção de extensão de curvas do POSNL. Assim, é montado no arquivo um único gráfico contínuo, formado de vários outros gráficos informados, possibilitando desta forma ser tratado normalmente pelos demais módulos do sistema, especialmente o módulo que calcula os valores característicos dos gráficos.

O programa PROCURA lê os dados do gráfico selecionado no painel, inicialmente no primeiro arquivo informado e os armazena num arquivo temporário. Caso existam mais de um arquivo informado, dentro do limite de vinte arquivos, será procurado o gráfico pelos arquivos, tendo suas ordenadas somadas as respectivas ordenadas salvas no arquivo temporário. O resultado gerado será a totalização dos gráficos.

Para evitar inconsistências, foi feita uma verificação por amostragem nos dados dos gráficos, quando da leitura pelos arquivos. São testadas as abscissas, que por definição devem ser idênticas em todos os arquivos, para o mesmo gráfico. Caso ocorra algum erro durante a leitura de dados, ou caso o título informado não seja encontrado em algum dos arquivos, será passado para o painel, uma informação que identifica o tipo de erro e aciona a respectiva mensagem de erro, que será mostrada no painel.

Na totalização do gráfico, leva-se ainda em consideração, o fator de multiplicação informado para cada arquivo, que também é passado para o programa via DIALOG. Este fator é aplicado em cada ordenada do gráfico antes da totalização.

### IV.1.3.3) PROGRAMAS GRÁFICOS

Os programas gráficos são também programas fortran que utilizam chamadas de rotinas dos pacotes gráficos GDDM/PGF e graPHIGS, para permitir a visualização dos resultados do programa ANFLEX [ 2,3 ].

O programa ICUPROG1 plota os gráficos selecionados no painel de seleção dos títulos, limitados a, no máximo, três gráficos por arquivo informado. Utiliza também a palavra-chave para identificar os gráficos dentro do arquivo, sendo que estes tem de possuir o mesmo número de pontos, limitados a 3.000 pontos. Esta limite é ocasionado pela restrição do próprio pacote gráfico utilizado neste programa, o GDDM/PGF.

Foi desenvolvida uma pequena interface gráfica que possibilita a impressão dos resultados visualizados em qualquer impressora disponível no sistema POSNL. A identificação da impressora é passada para o programa através do DIALOG.

São feitas algumas consistências de formato nos dados lidos no arquivo informado, que identificam o tipo de erro, para que o sistema acione a respectiva mensagem de erro no painel.

O programa ICUPROG2 também plota os gráficos selecionados no painel de seleção dos títulos, limitados a, no máximo, três gráficos por arquivo informado. Possui a mesma limitação do número de pontos por gráfico, devido a mesma razão. Entretanto, cada gráfico pode ter um número de pontos variáveis, sendo que neste caso é feita uma escala com os valores máximos e mínimos selecionados em todos os gráficos.

Também foi desenvolvida uma interface gráfica, que possibilita a impressão dos resultados visualizados em qualquer impressora disponível no sistema POSNL.

A identificação da impressora também é passada para o programa através do DIALOG.

São feitas as mesmas consistências de formato nos dados lidos no arquivo informado, que identificam o tipo de erro, para que o sistema acione a respectiva mensagem de erro no painel.

O programa ICUPROG3, analogamente aos dois anteriores, plota os gráficos obtidos pela extensão de curvas. Seguindo o mesmo formato de entrada de dados, as mesmas regras e consistências.

Foi também desenvolvida uma interface gráfica, que possibilita a impressão dos resultados visualizados em qualquer impressora disponível no sistema POSNL. A identificação da impressora também é passada para o programa através do DIALOG.

O programa ICUPROG4, analogamente aos anteriores, plota o gráfico da resultante dos gráficos selecionados, até no máximo três. A ordenada deste gráfico é obtido pela raiz quadrada da soma dos quadrados das ordenadas dos gráficos, utilizando-se as mesmas abscissas.

O programa ICUPROG5, analogamente aos anteriores, plota o gráfico das envoltórias geradas. Segue as mesmas ponderações e possibilidades dos programas anteriores.

O programa ANIMA3D lê um arquivo de dados que segue o formato do Programa SISPLOT (amplamente utilizado como pós-processador de análises geradas pelos projetos desenvolvidos no CENPES/DIPREX), para estruturas de barras.

Seguindo o padrão de programas para elementos finitos, o ANIMA3D permite visualizar qualquer estrutura de barras tri-dimensional, inclusive com as deformadas, caso existam. Permite ainda que o usuário de forma interativa, escolha se deseja visualizar com animação das estruturas com as deformadas.

Em virtude de se ter utilizado o padrão PHIGS da IBM, o graPHIGS, pode-se utilizar os dispositivos de entrada da estação IBM 5080. Optou-se pelos dispositivos do tipo "evaluator" (DIALS) e "pick" (MOUSE) como interface neste ambiente. Entretanto, deixamos também a possibilidade de utilizar um terminal gráfico 3278-3 ou equivalente, e neste caso, outra interface se fez necessária implementar, utilizando o dispositivo do tipo "choice" (PF's).

Em virtude do graPHIGS não possuir nesta versão utilizada, uma rotina específica para suavizar uma curva, assim como no GDDM (CHFINE), foi utilizado um artifício para contornar o problema, pois os gráficos ficam como foram desenhados, ou seja, segmentos de retas. Este artifício consiste na utilização de uma janela superdimensionada em vez da normal, obtendo como resultado, gráficos reduzidos. Após este processo foi aplicada uma matriz de escala em cima da matriz de visualização, obtendo, assim, o efeito de suavização dos gráficos.

#### **IV.1.4) PAINÉIS DO SISTEMA**

Também neste sistema fez-se uso de telas formatadas para servir de entrada de dados de programas, trazendo uma relação mais amigável entre sistema e usuário. A customização do sistema ao ambiente no qual está inserido o usuário é de importância fundamental para o sucesso de um sistema.

Como os painéis constituem-se basicamente de campos alfanuméricos ( variáveis ) e informações, procurou-se agrupar os dados de mesma natureza em

um mesmo painel, arranjando-os de forma que a apresentação visual, fosse a mais agradável possível.

A cada campo está associado uma variável alfanumérica correspondente, que será armazenada num arquivo chamado "profile". Cada usuário tem o seu arquivo exclusivo, que é automaticamente acessado pelo sistema quando este é executado, não só para ler ( carregar as variáveis ), como para escrever ( recuperar as variáveis ). Este é um recurso oferecido pelo DIALOG, ficando transparente para quem desenvolve e para quem usa, como é realizado a organização das variáveis no arquivo.

Para ler e gravar os valores das variáveis, utilizam-se os comandos VGET e VPUT do DIALOG. Todo painel recupera os valores das variáveis antes de serem exibidos, assim como os armazena após a sua exibição. Cada painel tem um conjunto de testes de consistências : formato, valor, sintaxe etc... .

Como os painéis possuem poucos dados de entrada, que são de fácil compreensão, não se associou nenhum painel auxiliar de instruções neste sistema. A seguir a relação de painéis de dados e resultados seguidos de uma resumida descrição.

PAINEL	DESCRIÇÃO
TELA0	Menu principal do sistema.
TELA01	Seleção do código da impressora gráfica.
TELA02	Informação de como visualizar um deformada salva em arquivo.
TELA1	Seleção ou combinação de gráficos de mesmo arquivo.
TELA16	Especificação da opção de totalização.

PAINEL	DESCRIÇÃO
TELA2	Seleção ou combinação de gráficos de arquivos diferentes.
TELA3	Informa-se o arquivo de deformadas e endereço da estação 5080.
TELA4	Seleção de cálculo de valores característicos.
TELA5	Seleção de gráficos contidos no mesmo arquivo.
TELA6	Seleção de gráfico contidos em arquivos diferentes.
TELA7	Resultados calculados pelo programa de cálculo de valores característicos.
TELA8	Dados dos gráficos para o cálculo de valores característicos.

Table 17. Relação dos Painéis com Respectiva Descrição - POSNL.

## IV.2) ESTRUTURA DE DADOS DO SISTEMA

### IV.2.1) VARIÁVEIS

As variáveis deste sistema se comportam identicamente como as variáveis do PREANF, seguindo as mesmas regras descritas no item 3.1 do capítulo III.

Como a maioria delas são dados para a execução dos programas, tais como: nome de arquivo de curvas, endereço da estação 5080 etc ... , não foi preciso fazer conversões de formato, de caracter para real, bem como não foi necessário verificar o formato das variáveis, ocorrendo por isso a inexistência de programas de verificação de painel neste sistema.

As consistências são feitas no próprio painel, ou na clist, quando necessário, e são em sua maioria, testes de existência de arquivos.

## **IV.2.2) TABELAS**

As tabelas do POSNL, também seguem a mesma filosofia das tabelas do PREANF, sendo inclusive mais simples, devido ao menor volume de dados a serem manipulados.

As tabelas aqui, foram utilizadas para armazenar os títulos dos gráficos selecionados pelo usuário, previamente lidos nos arquivos de dados do sistema e mostrados nos painéis específicos de exibição de tabelas.

Estas tabelas são armazenadas no mesmo arquivo de tabelas do PREANF.

O sistema possui três tabelas ( tablis, tablis1 e tablis2 ), que correspondem a três arquivos diferentes ( membros de um mesmo arquivo particionado ). Estes arquivos podem ser editados, porém não é aconselhável, porque este possui uma formatação própria que não precisa ser conhecida, devido a transparência com a qual ele é usado.

### **IV.2.2.1) DESCRIÇÃO DAS TABELAS**

A tabela TABLIS é criada no programa auxiliar LISTA1 e/ou LISTA2, sendo composta dos títulos dos gráficos e índices, que indicam a posição relativa do título dentro do arquivo. Sempre que ocorre a informação de um novo arquivo, é criada uma nova tabela com o mesmo nome.

As tabelas TABLIS1 e TABLIS2, tem a mesma origem e função da tabela TABLIS, sendo que as duas primeiras, armazenam os títulos dos gráficos lidos de outros arquivos.

Quando estas duas tabelas são mostradas ao usuário no painel TELA5 ou TELA6, é visto somente o campo com os títulos dos gráficos de cada tabela, e os restantes, propositalmente, não são mostrados.

O uso de tabelas neste sistema é bem simplificado em relação ao PREANF, devido ao tipo de necessidade existente.

A seguir segue uma descrição de cada tabela com os seus respectivos campos.

TABELA	CAMPOS DA TABELA
TABLIS	TIT INDEX
TABLIS1	TIT INDEX
TABLIS2	TIT INDEX

Table 18. Conteúdo das Tabelas - POSNL.

CAMPOS DA TABELA	TAMANHO DOS CAMPOS	VALORES PERMITIDOS
TIT	A40	ALFANUMÉRICOS
INDEX	----	INTEGER*4

Table 19. Descrição dos Campos das Tabelas - POSNL.

### IV.3) ARQUIVOS

Este sistema também gerencia todas as operações com arquivos, cabendo ao usuário fornecer o arquivo de entrada com os dados dos gráficos. Assim a criação, leitura, gravação, deleção ou catalogação fica completamente transparente ao usuário, devendo este apenas estar ciente do formato do arquivo de entrada de dados, que é exigido em quase todas as opções de visualização.

Dentro do sistema, encontram-se algumas classes de arquivos, que se distinguem segundo a sua utilização. Existem os arquivos de interface entre programas fortran, arquivos de bibliotecas ( painéis, tabelas, etc ... ), arquivo de profile e os arquivos de dados do usuário.

Os arquivos de interface entre programas são os mais utilizados, devido ao arranjo feito com os programas que compõem o sistema, foi necessário usar este meio auxiliar de armazenamento de informações, que apesar de causar uma queda de performance geral do sistema, facilitou a modularização das funções do sistema com todas as vantagens implícitas a esta filosofia.

A seguir segue uma relação de arquivos de interface usados no sistema.

UNID.	NOME DO ARQUIVO	LOCAL DE ALOCAÇÃO	CONTEÚDO
--	XXXX.TABELA	APLICU	TABELAS DO SISTEMA
01	ARQLIST1	APLICU1, APLICU2, APLICU3, APLICU4	DADOS DE ENTRADA DO POSNL.
02	ARQLIST2	APLICU2, APLICU3, APLICU4	DADOS DE ENTRADA DO POSNL.
03	ARQLIST3	APLICU2, APLICU3, APLICU4	DADOS DE ENTRADA DO POSNL.
05	TECLADO	APLICU2, APLICU3	---
06 (*)	XXXX.RELAT	APLICU1, APLICU2, APLICU3	IMPRESSÃO PARA DEPURAÇÃO.
08 (*)	XXXX.LUIZ.TEMP	APLICU1, APLICU2, APLICU3, APLICU4	DADOS A SEREM PLOTADOS.
09	ARQ1	APLICU3, APLICU4	ARQUIVO DE SAÍDA DAS CURVAS.
09 (*)	XXXX.MEDIAS	APLICU44	ARQUIVO DE SAÍDA DOS VALORES CARACTERÍSTICOS.

Table 20. Descrição dos Arquivos - POSNL.

Onde: XXXX ---- userid

ARQLIST1,

ARQLIST2,

ARQLIST3,

ARQ1 --- informados pelo usuário.

(\*) -- Este arquivo será deletado ao final do processamento.

A seguir segue o interligamento dos programas através dos arquivos do sistema.

UNIDADE LÓGICA	QUEM GRAVA (WRITE)	QUEM LÊ (READ)
01	---	COMBINA1, LISTA1, COMBINA2, LISTA2 MÉDIA
02	---	COMBINA2, LISTA2
03	---	COMBINA2, LISTA2
08	COMBINA1, COMBINA2	ARRUMA, ICUPROG1, ICUPROG2, ICUPROG3, ICUPROG4, ICUPROG5, MÉDIA
09	MÉDIA, ARRUMA	---

Table 21. Relacionamento entre Programas - POSNL.

Os arquivos de bibliotecas do sistema, são aqueles que possuem os módulos do sistema e que ficam devidamente separados. Assim cada painel, cada tabela, entre outros módulos, está inserido num único arquivo, segundo uma relação biunívoca.

A ligação entre os arquivos desta classe e o sistema operacional é realizada através de comandos do DIALOG (ispexec libdef), onde se associa os nomes dos arquivos a nomes lógicos do dialog, específico para cada tipo de componente. Desta forma, as tabelas são associadas ao ISPTABL e ISPTLIB, as mensagens ao ISPMLIB, os painéis ao ISPPLIB e os módulos de carga dos programas ao ISPLLIB. Estas associações são realizadas logo no início do processamento do sistema na clist APLICU.

O arquivo de profile é um verdadeiro banco de dados, no qual estão organizadas as variáveis utilizadas no sistema. Este arquivo poderia ter sido suprimido do sistema, caso tivéssemos adotado outra técnica de armazenamento dos dados. Utilizando a Function pool ou a Shared pool em vez da Profile pool, também disponível como alternativas de armazenamento, não se atenderia a um requisito fundamental, que é o armazenamento dos valores das variáveis de uma execução para outra. Como o "overhead" para o sistema é imperceptível para o usuário final, preferiu-se adotá-lo em função do benefício gerado.

O arquivo de usuários devem seguir o formato descrito no MANUAL de ENTRADA de DADOS do POSNL, sendo utilizados como compartilhados, durante a execução do sistema.

#### **IV.4) INTERFACE USUÁRIO-SISTEMA**

Também elaborada dentro das novas técnicas de programação ( user friendly ), a interface do POSNL é constituída de uma conexão de painéis e mensagens que realizam toda a conversação do sistema.

Como o dialog não utiliza dispositivos apontadores ( mouse ) como recurso de entrada de informações, adotou-se uma forma menos eficiente, mais convencional para ambiente IBM, que é o uso do teclado alfanumérico. Assim todas as opções dadas ao longo da execução do sistema, são acionadas via teclas.

Em todo painel do sistema é dada a opção de prosseguir ou retornar, possibilitando corrigir qualquer informação já dada, bem como alterar o fluxo de processamento já feito. Estas opções sempre aparecem nos painéis na posição inferior dos mesmos, exceto naqueles que mostram tabelas, onde as opções aparecem no canto superior do painel, devido ao rolamento da tabela.

O dialog fornece um conjunto de comandos para a associação de mensagens, previamente criadas, aos painéis, a qualquer momento. Particularmente, foi utilizado para realizar a consistência de dados do sistema, gerando um completo conjunto de informações associadas a cada possível erro no preenchimento de cada campo.

A confecção dos painéis foi elaborada conforme a terminologia específica do tipo de aplicação a que se propõe o sistema, ambiente no qual se insere o usuário, diminuindo-se com isso, possíveis dúvidas de interpretação das informações e buscando aproximar o usuário do sistema. Ainda sobre os painéis, cabe destacar que foi apresentada uma primeira versão onde foi feita uma severa avaliação, servindo de base para as futuras versões.

O usuário caminha no sistema descendo níveis, por entre painéis, e que só é permitido sair retornando ao nível 0 do sistema.

Dentro dos programas gráficos existe uma pequena interface desenvolvida para melhor orientação do usuário, quando da visualização dos gráficos.

Por fim, é importante registrar que qualquer manutenção nesta interface, que porventura venha a ocorrer, é de fácil execução.

## **IV.5) EXEMPLOS**

### **IV.5.1) RISER FLEXÍVEL**

Os principais resultados em termos de valores característicos (máximos e mínimos), para os mesmos pontos apresentados na parte estática, encontram-se resumidos na tabela abaixo, e que correspondem ao primeiro exemplo discutido no Capítulo III. Estes valores característicos foram calculados pelo POSNL, a partir das séries temporais geradas para cada uma das variáveis.

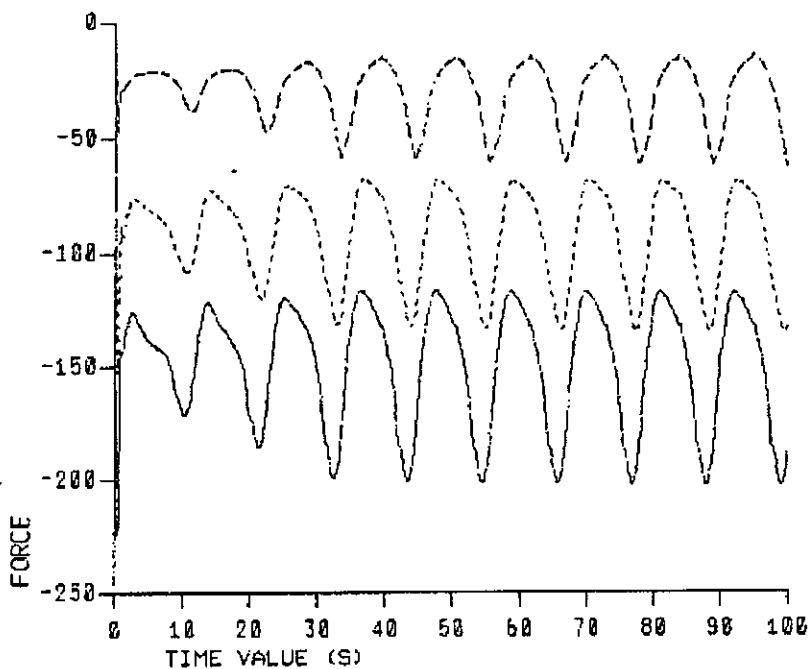
Elemento/Nó	Tração	Momento
402(topo)	203. 118.	-----
315 (i)	136. 70.	-0.09 -0.04
303 (i)	63. 15.	-0.22 -0.15
210 (i)	56.6 10.2	0.36 0.22
206 (f)	57.2 15.4	-0.22 -0.06
201 (f)	75.2 29.8	0.08 0.002
101 (f)	57.8 6.2	-----

Table 22. Resultados do exemplo 1 - POSNL.

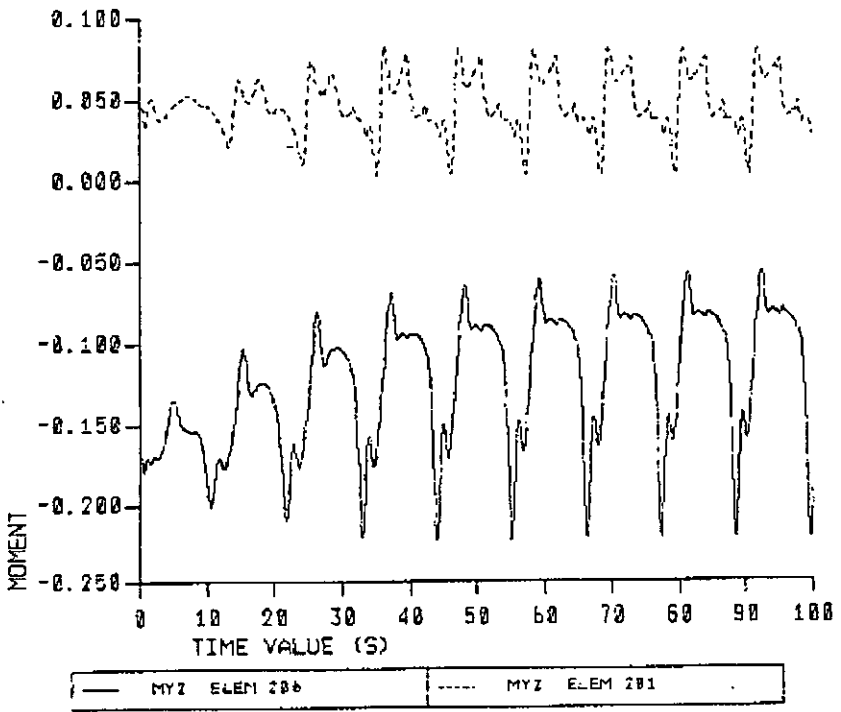
Os gráficos com as séries temporais de algumas das variáveis apresentadas na tabela são apresentados a seguir, a título de ilustração.

RISER LAZY-WAVE / ESTÁTICA-DINÂMICA

EFARP



— FX1 ELEM 482	..... FX1 ELEM 315	--- FX1 ELEM 383
----------------	--------------------	------------------



#### IV.5.2) RISER RÍGIDO

Os principais resultados em termos de valores característicos (máximos e mínimos), para alguns pontos em que ocorrem os valores extremos, encontram-se resumidos na tabela abaixo, e que correspondem ao segundo exemplo discutido no Capítulo III. Estes valores característicos foram calculados pelo POSNL, a partir das séries temporais geradas para cada uma das variáveis.

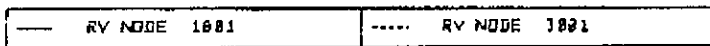
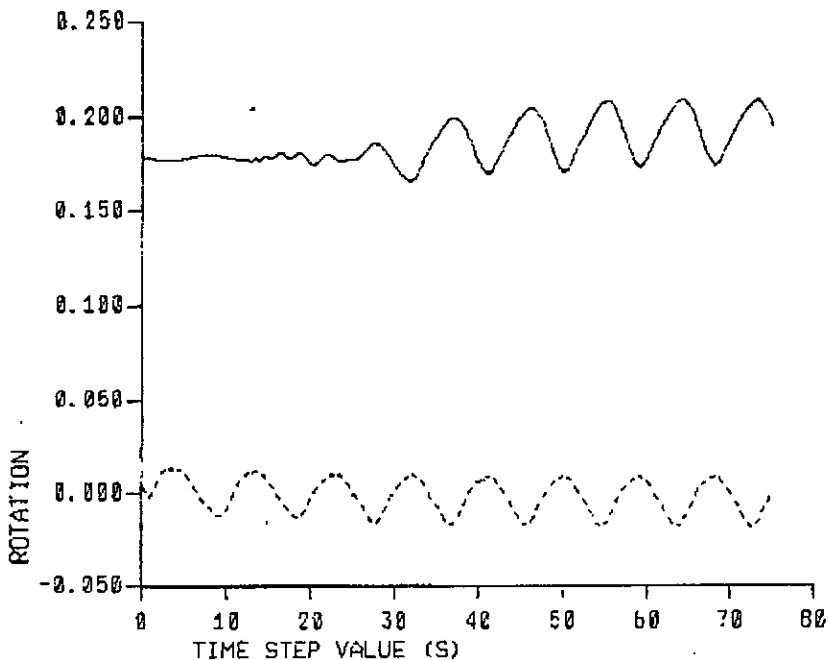
Elemento/Nó	Momento
257 (i)	50.9 27.5
256 (i)	44.1 29.7
108 (i)	155. 74.3
106 (i)	163. 64.

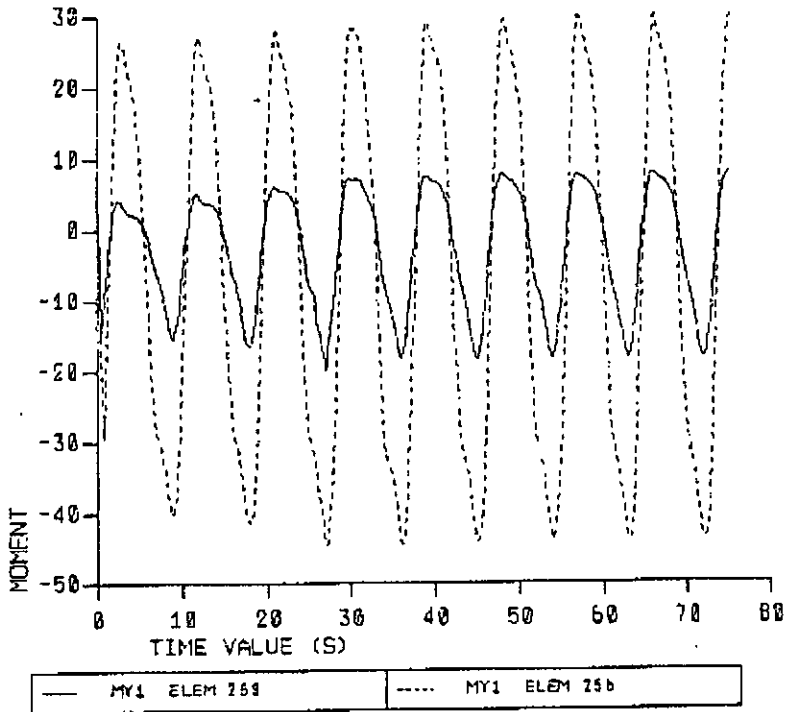
Table 23. Resultados do exemplo 2 - POSNL.

Os gráficos com as séries temporais de algumas das variáveis apresentadas na tabela são apresentados a seguir, a título de ilustração.

RISER API BUL 2J - 3000 FT / ESTATICA-DINAMICA

B2J05





#### IV.6) DINÂMICA DE UTILIZAÇÃO

O POSNL oferece um menu de opções, descritas como a seguir :

- Seleção de impressora
- Seleção ou combinação de gráficos de mesmo arquivo
- Seleção ou combinação de gráficos de arquivos diferentes

- Extensão de curvas de análises geradas
- Cálculo dos valores característicos
- Gráfico de resultantes de mesmo arquivo
- Gráfico de curvas de resposta
- Visualização ou animação de deformadas
- Impressão de deformadas salvas em arquivo
- Totalização

## CAPÍTULO V

### CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho, procurou-se mostrar a implementação de duas ferramentas computacionais, sua organização, suas potencialidades e restrições.

Cada fase do desenvolvimento deste trabalho foi exaustivamente discutida, e por diversas vezes reformulada, até mesmo após a sua implementação, sempre buscando uma adequação mais precisa ao problema que visava-se solucionar.

A intensa participação do usuário durante o desenvolvimento dos sistemas, ocasionou um melhor entrosamento entre o sistema e o usuário, eliminando uma das fases no desenvolvimento dos sistemas, ou seja, a fase das modificações e sugestões do usuário, que ocorre ao final do completo desenvolvimento do sistema. Além disso, permitiu com que os objetivos que propunham os sistemas fossem alcançados em sua maioria.

Devido ao desconhecimento da implementação do padrão PHIGS pela IBM que só se tornou disponível após o desenvolvimento de várias fases dos sistemas, principalmente o POSNL, tem-se um conjunto de programas gráficos de recursos restritos, utilizando um software descontinuado pela própria IBM. Convém ressaltar que é um razoável esforço realizar a migração dos desenvolvimento de GDDM para o

graPHIGS, em virtude principalmente do volume de programas e, é claro, das diferenças entre os pacotes.

A clist não é uma linguagem estruturada, portanto foi requerido um maior esforço para seguir este tipo de metodologia de programação, destacando o aparecimento de uma nova linguagem de controle, o Rexx, que também se tornou disponível após os desenvolvimentos estarem bastante adiantados.

A medida que o tempo passa, surgem novos softwares para os novos hardwares, e hoje, com os recursos disponíveis, não se teria grandes ganhos para o usuário fazendo-se a atualização dos softwares já mencionados anteriormente. Entretanto, com a vinda de novos recursos ( hardware ) como a estação gráfica IBM 6090 e a workstation IBM Risc 6000, o esforço se traduziria em substanciais melhorias na interface com o usuário e para o sistema.

Como os sistemas estão intimamente ligados ao programa ANFLEX, os novos desenvolvimentos aparecerão em virtude das novas necessidades deste programa, que não está fechado para novos desenvolvimentos.

# APÊNDICE A

§-EXEMPLO ANFLEX N. 1

§-ANALISES COMPARATIVAS

§-ULTIMO TRAMO C/ PESO SECO SEMPRE / COMP. FLEXRISER

§-PARTE 1 - ESTATICA

§

§-DADOS GLOBAIS

§

§

§-IDANA-TITULO-ITIP-IDUMP-MDUMP

§

EFARP RISER LAZY-WAVE / ESTATICA-DINAMICA

9

§

§-GRA-WDE-WVI-SWL-SEAB

§

9.810000	10.055246	0.000000000	243.000000000	0.000000000
----------	-----------	-------------	---------------	-------------

§

§-NNOS-NTIPEL-IESC-NMASS-ICURV

§

47 1 1 0 1

§

\$-DADOS DE NOS

\$

\$

\$-JTID-COORD-INC

\$

5001	192.991104	0.000000000E+00	255.992569	0 1 0 1 1 1
4002	192.671249	0.000000000E+00	249.500443	0 1 0 1 0 1
4001	192.322433	0.000000000E+00	243.009995	0 1 0 1 0 1
3021	191.745880	0.000000000E+00	233.026627	0 1 0 1 0 1
3020	191.137375	0.000000000E+00	223.045151	0 1 0 1 0 1
3019	190.493134	0.000000000E+00	213.065918	0 1 0 1 0 1
3018	189.808731	0.000000000E+00	203.089386	0 1 0 1 0 1
3017	189.078842	0.000000000E+00	193.116058	0 1 0 1 0 1
3016	188.296997	0.000000000E+00	183.146683	0 1 0 1 0 1
3015	187.455246	0.000000000E+00	173.182190	0 1 0 1 0 1
3014	186.543716	0.000000000E+00	163.223846	0 1 0 1 0 1
3013	185.549835	0.000000000E+00	153.273407	0 1 0 1 0 1
3012	184.457321	0.000000000E+00	143.333313	0 1 0 1 0 1
3011	183.244568	0.000000000E+00	133.407196	0 1 0 1 0 1
3010	181.882126	0.000000000E+00	123.500565	0 1 0 1 0 1
3009	180.328247	0.000000000E+00	113.622223	0 1 0 1 0 1
3008	178.521301	0.000000000E+00	103.787201	0 1 0 1 0 1
3007	176.364929	0.000000000E+00	94.0232239	0 1 0 1 0 1
3006	173.697296	0.000000000E+00	84.3874359	0 1 0 1 0 1
3005	170.219894	0.000000000E+00	75.0169678	0 1 0 1 0 1
3004	165.321640	0.000000000E+00	66.3218536	0 1 0 1 0 1
3003	157.819992	0.000000000E+00	59.8804016	0 1 0 1 0 1
3002	148.139679	0.000000000E+00	60.0687256	0 1 0 1 0 1
3001	140.783127	0.000000000E+00	66.6881866	0 1 0 1 0 1

2010	136.736938	0.000000000E+00	71.0953522	0 1 0 1 0 1
2009	131.453751	0.000000000E+00	73.8319244	0 1 0 1 0 1
2008	125.538513	0.000000000E+00	73.5733185	0 1 0 1 0 1
2007	120.445862	0.000000000E+00	70.4833221	0 1 0 1 0 1
2006	116.574265	0.000000000E+00	65.9183807	0 1 0 1 0 1
2005	113.605759	0.000000000E+00	60.7098694	0 1 0 1 0 1
2004	111.240402	0.000000000E+00	55.1979675	0 1 0 1 0 1
2003	109.288101	0.000000000E+00	49.5254517	0 1 0 1 0 1
2002	107.631393	0.000000000E+00	43.7592010	0 1 0 1 0 1
2001	106.194946	0.000000000E+00	37.9336243	0 1 0 1 0 1
1013	103.696762	0.000000000E+00	28.2521057	0 1 0 1 0 1
1012	100.495850	0.000000000E+00	18.7820892	0 1 0 1 0 1
1011	96.0993347	0.000000000E+00	9.81492901	0 1 0 1 0 1
1010	89.4854889	0.000000000E+00	2.40461636	0 1 0 1 0 1
1009	80.0000000	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0 1 0 1 0 1
1008	70.0000000	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0 1 0 1 0 1
1007	60.0000000	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0 1 0 1 0 1
1006	50.0000000	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0 1 0 1 0 1
1005	40.0000000	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0 1 0 1 0 1
1004	30.0000000	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0 1 0 1 0 1
1003	20.0000000	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0 1 0 1 0 1
1002	10.0000000	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0 1 0 1 0 1
1001	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	1 1 1 1 1 1

\$

\$-CURVATURAS INICIAIS - CURV

\$

0.5793E-03 0.6839E-03 0.2879E-03 0.3198E-03 0.3573E-03 0.4018E-03 0.4551E-03  
0.5198E-03 0.5993E-03 0.6984E-03 0.8243E-03 0.9873E-03 0.1204E-02 0.1500E-02  
0.1919E-02 0.2539E-02 0.3512E-02 0.5157E-02 0.8243E-02 0.1493E-01 0.3239E-01

0.7671E-01 0.7435E-01 -.3263E-01 -.5742E-01 -.9035E-01 -.8615E-01 -.5254E-01  
-.2999E-01 -.1834E-01 -.1210E-01 -.8504E-02 -.6272E-02 0.4584E-02 0.7127E-02  
0.1239E-01 0.2539E-01 0.6137E-01 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00  
0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00

\$

\$-DADOS DE ELEMENTOS

\$

\$

\$-ITPEL

\$

2

\$

\$-NELG2-NGPF2-NGPH2-NGPG2-NGPR2-NGLI2-IARTIF2-IMASROT

\$

46 4 4 4 4 0 1 1

\$

\$-PROPRIEDADES

\$

\$

\$-ELID-INCAUX-IGPF-IGPH-IGPG-IGPR

\$

402	5001	4002	4	4	4	4
401	4002	4001	4	4	4	4
321	4001	3021	3	3	3	3
320	3021	3020	3	3	3	3
319	3020	3019	3	3	3	3
318	3019	3018	3	3	3	3
317	3018	3017	3	3	3	3
316	3017	3016	3	3	3	3

315	3016	3015	3	3	3	3
314	3015	3014	3	3	3	3
313	3014	3013	3	3	3	3
312	3013	3012	3	3	3	3
311	3012	3011	3	3	3	3
310	3011	3010	3	3	3	3
309	3010	3009	3	3	3	3
308	3009	3008	3	3	3	3
307	3008	3007	3	3	3	3
306	3007	3006	3	3	3	3
305	3006	3005	3	3	3	3
304	3005	3004	3	3	3	3
303	3004	3003	3	3	3	3
302	3003	3002	3	3	3	3
301	3002	3001	3	3	3	3
210	3001	2010	2	2	2	2
209	2010	2009	2	2	2	2
208	2009	2008	2	2	2	2
207	2008	2007	2	2	2	2
206	2007	2006	2	2	2	2
205	2006	2005	2	2	2	2
204	2005	2004	2	2	2	2
203	2004	2003	2	2	2	2
202	2003	2002	2	2	2	2
201	2002	2001	2	2	2	2
113	2001	1013	1	1	1	1
112	1013	1012	1	1	1	1
111	1012	1011	1	1	1	1
110	1011	1010	1	1	1	1

109	1010	1009	1	1	1	1
108	1009	1008	1	1	1	1
107	1008	1007	1	1	1	1
106	1007	1006	1	1	1	1
105	1006	1005	1	1	1	1
104	1005	1004	1	1	1	1
103	1004	1003	1	1	1	1
102	1003	1002	1	1	1	1
101	1002	1001	1	1	1	1

\$

\$-IGPF2-----PROPF2

\$

1	0.492130E+07	54.3115	0.000000E+00	0.000000E+00
2	0.492130E+07	54.3115	0.000000E+00	0.000000E+00
3	0.492130E+07	54.3115	0.000000E+00	0.000000E+00
4	0.492130E+07	80.3846	0.000000E+00	0.000000E+00

\$

\$-IGPH2-PROPH2

\$

1	1.80000	1.81000	0.259000	0.526849E-01
2	1.80000	1.46000	0.598000	0.526849E-01
3	1.80000	1.81000	0.259000	0.526849E-01
4	1.80000	1.81000	0.100000E-02	0.000000E+00

\$

\$-IGPG-ISEC

\$

\$

\$-IGPG-PROPG2

\$

1 1

0.203198E-01 0.179627E-05 0.179627E-05 0.000000E+00

2 1

0.203198E-01 0.179627E-05 0.179627E-05 0.000000E+00

3 1

0.203198E-01 0.179627E-05 0.179627E-05 0.000000E+00

4 1

0.203198E-01 0.179627E-05 0.179627E-05 0.000000E+00

\$

\$-IGPR-PROPR2

\$

1 0.259000 0.203000 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

2 0.259000 0.203000 0.000000E+00 2.29437 1.11920

3 0.259000 0.203000 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

4 0.259000 0.203000 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

\$

\$-DADOS DE ESCALARES

\$

\$

\$-NMOLL-NBOIA-NMOLNL-NFFMN

\$

0 0 17 10

\$

\$-MOLAS NAO LINEARES

\$

\$

\$-IMOLNL-NOIDNLI-IDIR-IFUNC

\$

1 1002 3 1

2	1003	3	1
3	1004	3	1
4	1005	3	1
5	1006	3	1
6	1007	3	1
7	1008	3	1
8	1009	3	1
9	1010	3	2
10	1011	3	3
11	1012	3	4
12	1013	3	5
13	2001	3	6
14	2002	3	7
15	2003	3	8
16	2004	3	9
17	2005	3	10

\$

\$-NUMPP-FUNC

\$

3

-.100E+04 -.290E+06 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+00

4

-.100E+04 -.290E+06 -2.40 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+

4

-.101E+04 -.290E+06 -9.81 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+

4

-.102E+04 -.290E+06 -18.8 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+

4

-.103E+04 -.290E+06 -28.3 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+

4

-.104E+04 -.290E+06 -37.9 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+

4

-.104E+04 -.290E+06 -43.8 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+

4

-.105E+04 -.170E+06 -49.5 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+

4

-.106E+04 -.170E+06 -55.2 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+

4

-.106E+04 -.170E+06 -60.7 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.100E+04 0.000E+

\$

\$-DADOS DE CARREGAMENTO

\$

\$

\$-IMOV-IPIDISTL-ICONCL

\$

1 1 0

\$

\$-MOVIMENTO PRESCRITO

\$

\$

\$-NNOP-NGLP-NTIMFP

\$

1 2 2

\$

\$-NOID-IGL-IFUND-FATD

\$

5001 1 1 1.00000

5001 3 2 1.00000

\$

\$-NUMPPRES-FATMULPRES-DEFPRES

\$

4 1.00000 0.000000E+00

\$

\$-FUNC

\$

0.000E+00 0.000E+00 .2500 0.000E+00 6.000 24.30 12.00 24.30

\$

\$-NUMPPRES-FATMULPRES-DEFPRES

\$

2 1.00000 0.000000E+00

\$

\$-FUNC

\$

0.000E+00 0.000E+00 12.00 0.000E+00

\$

\$-CARGAS DISTRIBUIDAS

\$

\$

\$-IWAVE--ICURR--IDEAD---IWCF---IWDB-IFLUID

\$

0 1 1 1 0 1

\$

\$-DADOS DE CORRENTE

\$

\$

\$-FUNCAO DE ANGULOS DE ATAQUE

\$

3

0.000E+00 .0000E+00 123.0 .0000E+00 243.0 .0000E+00

\$

\$-PERFIL DE CORRENTE POLIGONAL

\$

3

0.000E+00 .2500 123.0 .2500 243.0 2.500

\$

\$-FUNCAO TEMPO PARA ONDA E CORRENTE

\$

\$

\$-NUMPP-FATMUL-DEF-FUNC

\$

3 1.00000 0

0.000E+00 .0000E+00 6.000 .0000E+00 12.00 1.000

\$

\$-DADOS DE IMPRESSAO

\$

\$

\$-NNOIMP-IPDESL-IPVEL-IPACEL

\$

47 1 0 0

\$

\$-NPELG2-IPRFX2-NPELG3-NPELG4-NPELG5-ICOL

\$

46 1 0 0 0 1

\$

\$-NO CORRESP AO TOPO DA COLUNA DE FLUIDO INTERNO

\$

5001

\$

\$-CURVAS DE RESPOSTA

\$

\$

\$-NCDESL-NCESF2-NCESF3-NCESF4-NCESF5

\$

2 13 0 0 0

\$

\$-NOID-IPLD

\$

5001 1

5001 3

\$

\$-NOMEL-IPLE

\$

402 11

402 1

315 5

315 1

303 5

303 1

210 5

210 1

206 11

206 7

201 11

201 7

101 7

\$

\$-ISISP

\$

0

\$

\$-DADOS DE ANALISE

\$

\$

\$-NR-TOTALT-STEP-NITER--TOL-ICRIT-AMASS-ARIG-STARTC

\$

1 12.0 0.250 30 0.1000E-02 0 .0000E+00 .0000E+00 .0000E

\$

\$-IPRST-IPLST-----TIMPR-IARST

\$

4 1 0.000000E+00 0

## APÊNDICE B

§

§-DINAMICA - MOV. IMPOSTO / ONDA / CORRENTE

§-ANALISES COMPARATIVAS / REFINAMENTO DA MALHA

§-CORRENTE POLIGONAL

§

§-DADOS GLOBAIS

§

§

§-IDANA-TITULO-ITIP-IDUMP-MDUMP

§

EFARP LAZY-WAVE COM PORTICOS / DINAMICA

98

0

§

§-IMOV-IPIDISTL-ICONCL

§

1 1 0

§

§-MOVIMENTO PRESCRITO

§

§

\$-NNOP-NGLP-NTIMFP

\$

1 2 2

\$

\$-NOID-IGL-IFUND-FATD

\$

5001 1 1 4.08000

5001 3 2 3.07000

\$

\$-NUMPPRES-FATMULPRES-DEFPRES

0 1.00000 0.000000E+00

\$-PERIOD-PHASE-RAMPA

11.1 53.16 33.3

\$

\$-NUMPPRES-FATMULPRES-DEFPRES

0 1.00000 0.000000E+00

\$-PERIOD-PHASE-RAMPA

11.1 323.17 33.3

\$

\$-CARGAS DISTRIBUIDAS

\$

\$-IWAVE--ICURR--IDEAD---IWCF---IWDB-IFLUID

\$

1 1 1 1 0 1

\$

\$-DADOS DE ONDA

\$

\$-PERIW-HEIGHW-OFFW-ANGW

11.1 14.17 217.3 0.00

\$

\$-DADOS DE CORRENTE

\$

\$-FUNCAO DE ANGULOS DE ATAQUE

\$

3

0.000E+00 .0000E+00 243.0 .0000E+00 280.0 .0000E+00

\$

\$-PERFIL DE CORRENTE POLIGONAL

\$

4

0.000E+00 .2500E+00 123.0 0.250 243.0 2.500 280. 2.5

\$

\$-FUNCAO TEMPO PARA ONDA E CORRENTE

\$

\$

\$-NUMPP-FATMUL-DEF-FUNC

\$

3 1.00000 0

0.000E+00 1.000E+00 6.000 1.000E+00 100.0 1.000

\$

\$-DADOS DE ANALISE

\$

\$

\$-NR-TOTALT-STEP-NITER--TOL-ICRIT-AMASS-ARIG-STARTC

\$

1 99.9 0.0500 30 0.1000E-02 1 0.0 0.03046 12.0

\$

\$-IPRST-IPLST-----TIMPR-IARST

\$

20 2 0.000000E+00 0

## APÊNDICE C

\$-EXEMPLO ANFLEX N. 2

\$-ANALISES COMPARATIVAS

\$-CASO 3000-20-1-D

\$-PARTE 1 - ANALISE ESTATICA

\$

\$-DADOS GLOBAIS

\$

\$

\$-IDANA-TITULO-ITIP-IDUMP-MDUMP

\$

B2J05 RISER API BUL 2J - 3000 FT / ESTATICA-DINAMICA

9

\$

\$-GRA-WDE-WVI-SWL-SEAB

\$

9.810000	10.055246	0.000000000	914.400000000	0.000000000
----------	-----------	-------------	---------------	-------------

\$

\$-NNOS-NTIPEL-IESC-NMASS-ICURV

\$

151 1 1 0 0

\$

S-DADOS DE NOS

\$

\$

S-JTID-COORD-INC

\$

3001	0.000000000E+00	0.000000000E+00	929.639893	0 1 0 1 0 1
2060	0.000000000E+00	0.000000000E+00	923.503418	0 1 0 1 0 1
2059	0.000000000E+00	0.000000000E+00	917.366699	0 1 0 1 0 1
2058	0.000000000E+00	0.000000000E+00	911.229980	0 1 0 1 0 1
2057	0.000000000E+00	0.000000000E+00	905.093506	0 1 0 1 0 1
2056	0.000000000E+00	0.000000000E+00	898.956787	0 1 0 1 0 1
2055	0.000000000E+00	0.000000000E+00	892.820068	0 1 0 1 0 1
2054	0.000000000E+00	0.000000000E+00	886.683594	0 1 0 1 0 1
2053	0.000000000E+00	0.000000000E+00	880.546875	0 1 0 1 0 1
2052	0.000000000E+00	0.000000000E+00	874.410156	0 1 0 1 0 1
2051	0.000000000E+00	0.000000000E+00	868.273682	0 1 0 1 0 1
2050	0.000000000E+00	0.000000000E+00	862.136963	0 1 0 1 0 1
2049	0.000000000E+00	0.000000000E+00	856.000244	0 1 0 1 0 1
2048	0.000000000E+00	0.000000000E+00	849.863770	0 1 0 1 0 1
2047	0.000000000E+00	0.000000000E+00	843.727051	0 1 0 1 0 1
2046	0.000000000E+00	0.000000000E+00	837.590332	0 1 0 1 0 1
2045	0.000000000E+00	0.000000000E+00	831.453857	0 1 0 1 0 1
2044	0.000000000E+00	0.000000000E+00	825.317139	0 1 0 1 0 1
2043	0.000000000E+00	0.000000000E+00	819.180420	0 1 0 1 0 1
2042	0.000000000E+00	0.000000000E+00	813.043945	0 1 0 1 0 1
2041	0.000000000E+00	0.000000000E+00	806.907227	0 1 0 1 0 1
2040	0.000000000E+00	0.000000000E+00	800.770508	0 1 0 1 0 1
2039	0.000000000E+00	0.000000000E+00	794.634033	0 1 0 1 0 1
2038	0.000000000E+00	0.000000000E+00	788.497314	0 1 0 1 0 1

2037	0.000000000E+00	0.000000000E+00	782.360596	0 1 0 1 0 1
2036	0.000000000E+00	0.000000000E+00	776.223877	0 1 0 1 0 1
2035	0.000000000E+00	0.000000000E+00	770.087402	0 1 0 1 0 1
2034	0.000000000E+00	0.000000000E+00	763.950684	0 1 0 1 0 1
2033	0.000000000E+00	0.000000000E+00	757.813965	0 1 0 1 0 1
2032	0.000000000E+00	0.000000000E+00	751.677490	0 1 0 1 0 1
2031	0.000000000E+00	0.000000000E+00	745.540771	0 1 0 1 0 1
2030	0.000000000E+00	0.000000000E+00	739.404053	0 1 0 1 0 1
2029	0.000000000E+00	0.000000000E+00	733.267578	0 1 0 1 0 1
2028	0.000000000E+00	0.000000000E+00	727.130859	0 1 0 1 0 1
2027	0.000000000E+00	0.000000000E+00	720.994141	0 1 0 1 0 1
2026	0.000000000E+00	0.000000000E+00	714.857666	0 1 0 1 0 1
2025	0.000000000E+00	0.000000000E+00	708.720947	0 1 0 1 0 1
2024	0.000000000E+00	0.000000000E+00	702.584229	0 1 0 1 0 1
2023	0.000000000E+00	0.000000000E+00	696.447754	0 1 0 1 0 1
2022	0.000000000E+00	0.000000000E+00	690.311035	0 1 0 1 0 1
2021	0.000000000E+00	0.000000000E+00	684.174316	0 1 0 1 0 1
2020	0.000000000E+00	0.000000000E+00	678.037842	0 1 0 1 0 1
2019	0.000000000E+00	0.000000000E+00	671.901123	0 1 0 1 0 1
2018	0.000000000E+00	0.000000000E+00	665.764404	0 1 0 1 0 1
2017	0.000000000E+00	0.000000000E+00	659.627930	0 1 0 1 0 1
2016	0.000000000E+00	0.000000000E+00	653.491211	0 1 0 1 0 1
2015	0.000000000E+00	0.000000000E+00	647.354492	0 1 0 1 0 1
2014	0.000000000E+00	0.000000000E+00	641.218018	0 1 0 1 0 1
2013	0.000000000E+00	0.000000000E+00	635.081299	0 1 0 1 0 1
2012	0.000000000E+00	0.000000000E+00	628.944580	0 1 0 1 0 1
2011	0.000000000E+00	0.000000000E+00	622.808105	0 1 0 1 0 1
2010	0.000000000E+00	0.000000000E+00	616.671387	0 1 0 1 0 1
2009	0.000000000E+00	0.000000000E+00	610.534668	0 1 0 1 0 1

2008	0.000000000E+00	0.000000000E+00	604.398193	0 1 0 1 0 1
2007	0.000000000E+00	0.000000000E+00	598.261475	0 1 0 1 0 1
2006	0.000000000E+00	0.000000000E+00	592.124756	0 1 0 1 0 1
2005	0.000000000E+00	0.000000000E+00	585.988037	0 1 0 1 0 1
2004	0.000000000E+00	0.000000000E+00	579.851562	0 1 0 1 0 1
2003	0.000000000E+00	0.000000000E+00	573.714844	0 1 0 1 0 1
2002	0.000000000E+00	0.000000000E+00	567.578125	0 1 0 1 0 1
2001	0.000000000E+00	0.000000000E+00	561.441650	0 1 0 1 0 1
1090	0.000000000E+00	0.000000000E+00	555.304932	0 1 0 1 0 1
1089	0.000000000E+00	0.000000000E+00	549.168213	0 1 0 1 0 1
1088	0.000000000E+00	0.000000000E+00	543.031738	0 1 0 1 0 1
1087	0.000000000E+00	0.000000000E+00	536.895020	0 1 0 1 0 1
1086	0.000000000E+00	0.000000000E+00	530.758301	0 1 0 1 0 1
1085	0.000000000E+00	0.000000000E+00	524.621826	0 1 0 1 0 1
1084	0.000000000E+00	0.000000000E+00	518.485107	0 1 0 1 0 1
1083	0.000000000E+00	0.000000000E+00	512.348389	0 1 0 1 0 1
1082	0.000000000E+00	0.000000000E+00	506.211914	0 1 0 1 0 1
1081	0.000000000E+00	0.000000000E+00	500.075195	0 1 0 1 0 1
1080	0.000000000E+00	0.000000000E+00	493.938477	0 1 0 1 0 1
1079	0.000000000E+00	0.000000000E+00	487.802002	0 1 0 1 0 1
1078	0.000000000E+00	0.000000000E+00	481.665283	0 1 0 1 0 1
1077	0.000000000E+00	0.000000000E+00	475.528564	0 1 0 1 0 1
1076	0.000000000E+00	0.000000000E+00	469.392090	0 1 0 1 0 1
1075	0.000000000E+00	0.000000000E+00	463.255371	0 1 0 1 0 1
1074	0.000000000E+00	0.000000000E+00	457.118652	0 1 0 1 0 1
1073	0.000000000E+00	0.000000000E+00	450.982178	0 1 0 1 0 1
1072	0.000000000E+00	0.000000000E+00	444.845459	0 1 0 1 0 1
1071	0.000000000E+00	0.000000000E+00	438.708740	0 1 0 1 0 1
1070	0.000000000E+00	0.000000000E+00	432.572266	0 1 0 1 0 1

1069	0.000000000E+00	0.000000000E+00	426.435547	0 1 0 1 0 1
1068	0.000000000E+00	0.000000000E+00	420.298828	0 1 0 1 0 1
1067	0.000000000E+00	0.000000000E+00	414.162354	0 1 0 1 0 1
1066	0.000000000E+00	0.000000000E+00	408.025635	0 1 0 1 0 1
1065	0.000000000E+00	0.000000000E+00	401.888916	0 1 0 1 0 1
1064	0.000000000E+00	0.000000000E+00	395.752197	0 1 0 1 0 1
1063	0.000000000E+00	0.000000000E+00	389.615723	0 1 0 1 0 1
1062	0.000000000E+00	0.000000000E+00	383.479004	0 1 0 1 0 1
1061	0.000000000E+00	0.000000000E+00	377.342285	0 1 0 1 0 1
1060	0.000000000E+00	0.000000000E+00	371.205811	0 1 0 1 0 1
1059	0.000000000E+00	0.000000000E+00	365.069092	0 1 0 1 0 1
1058	0.000000000E+00	0.000000000E+00	358.932373	0 1 0 1 0 1
1057	0.000000000E+00	0.000000000E+00	352.795898	0 1 0 1 0 1
1056	0.000000000E+00	0.000000000E+00	346.659180	0 1 0 1 0 1
1055	0.000000000E+00	0.000000000E+00	340.522461	0 1 0 1 0 1
1054	0.000000000E+00	0.000000000E+00	334.385986	0 1 0 1 0 1
1053	0.000000000E+00	0.000000000E+00	328.249268	0 1 0 1 0 1
1052	0.000000000E+00	0.000000000E+00	322.112549	0 1 0 1 0 1
1051	0.000000000E+00	0.000000000E+00	315.976074	0 1 0 1 0 1
1050	0.000000000E+00	0.000000000E+00	309.839355	0 1 0 1 0 1
1049	0.000000000E+00	0.000000000E+00	303.702637	0 1 0 1 0 1
1048	0.000000000E+00	0.000000000E+00	297.566162	0 1 0 1 0 1
1047	0.000000000E+00	0.000000000E+00	291.429443	0 1 0 1 0 1
1046	0.000000000E+00	0.000000000E+00	285.292725	0 1 0 1 0 1
1045	0.000000000E+00	0.000000000E+00	279.156250	0 1 0 1 0 1
1044	0.000000000E+00	0.000000000E+00	273.019531	0 1 0 1 0 1
1043	0.000000000E+00	0.000000000E+00	266.882812	0 1 0 1 0 1
1042	0.000000000E+00	0.000000000E+00	260.746338	0 1 0 1 0 1
1041	0.000000000E+00	0.000000000E+00	254.609604	0 1 0 1 0 1

1040	0.000000000E+00	0.000000000E+00	248.472961	0 1 0 1 0 1
1039	0.000000000E+00	0.000000000E+00	242.336319	0 1 0 1 0 1
1038	0.000000000E+00	0.000000000E+00	236.199677	0 1 0 1 0 1
1037	0.000000000E+00	0.000000000E+00	230.063034	0 1 0 1 0 1
1036	0.000000000E+00	0.000000000E+00	223.926392	0 1 0 1 0 1
1035	0.000000000E+00	0.000000000E+00	217.789764	0 1 0 1 0 1
1034	0.000000000E+00	0.000000000E+00	211.653122	0 1 0 1 0 1
1033	0.000000000E+00	0.000000000E+00	205.516479	0 1 0 1 0 1
1032	0.000000000E+00	0.000000000E+00	199.379837	0 1 0 1 0 1
1031	0.000000000E+00	0.000000000E+00	193.243195	0 1 0 1 0 1
1030	0.000000000E+00	0.000000000E+00	187.106552	0 1 0 1 0 1
1029	0.000000000E+00	0.000000000E+00	180.969925	0 1 0 1 0 1
1028	0.000000000E+00	0.000000000E+00	174.833282	0 1 0 1 0 1
1027	0.000000000E+00	0.000000000E+00	168.696640	0 1 0 1 0 1
1026	0.000000000E+00	0.000000000E+00	162.559998	0 1 0 1 0 1
1025	0.000000000E+00	0.000000000E+00	156.423355	0 1 0 1 0 1
1024	0.000000000E+00	0.000000000E+00	150.286713	0 1 0 1 0 1
1023	0.000000000E+00	0.000000000E+00	144.150085	0 1 0 1 0 1
1022	0.000000000E+00	0.000000000E+00	138.013443	0 1 0 1 0 1
1021	0.000000000E+00	0.000000000E+00	131.876801	0 1 0 1 0 1
1020	0.000000000E+00	0.000000000E+00	125.740158	0 1 0 1 0 1
1019	0.000000000E+00	0.000000000E+00	119.603516	0 1 0 1 0 1
1018	0.000000000E+00	0.000000000E+00	113.466873	0 1 0 1 0 1
1017	0.000000000E+00	0.000000000E+00	107.330246	0 1 0 1 0 1
1016	0.000000000E+00	0.000000000E+00	101.193604	0 1 0 1 0 1
1015	0.000000000E+00	0.000000000E+00	95.0569611	0 1 0 1 0 1
1014	0.000000000E+00	0.000000000E+00	88.9203186	0 1 0 1 0 1
1013	0.000000000E+00	0.000000000E+00	82.7836761	0 1 0 1 0 1
1012	0.000000000E+00	0.000000000E+00	76.6470337	0 1 0 1 0 1

1011	0.000000000E+00	0.000000000E+00	70.5104065	0 1 0 1 0 1
1010	0.000000000E+00	0.000000000E+00	64.3737640	0 1 0 1 0 1
1009	0.000000000E+00	0.000000000E+00	58.2371216	0 1 0 1 0 1
1008	0.000000000E+00	0.000000000E+00	52.1004791	0 1 0 1 0 1
1007	0.000000000E+00	0.000000000E+00	45.9638367	0 1 0 1 0 1
1006	0.000000000E+00	0.000000000E+00	39.8271942	0 1 0 1 0 1
1005	0.000000000E+00	0.000000000E+00	33.6905670	0 1 0 1 0 1
1004	0.000000000E+00	0.000000000E+00	27.5539246	0 1 0 1 0 1
1003	0.000000000E+00	0.000000000E+00	21.4172821	0 1 0 1 0 1
1002	0.000000000E+00	0.000000000E+00	15.2806396	0 1 0 1 0 1
1001	0.000000000E+00	0.000000000E+00	9.14400005	1 1 1 1 0 1

\$

\$-DADOS DE ELEMENTOS

\$

\$

\$-ITYPEL

\$

2

\$

\$-NELG2-NGPF2-NGPH2-NGPG2-NGPR2-NGLI2-IARTIF2-IMASROT

\$

150 2 2 2 2 0 0 1

\$

\$-PROPRIEDADES

\$

\$

\$-ELID-INCAUX-IGPF-IGPH-IGPG-IGPR

\$

260 3001 2060 2 2 2 2

259	2060	2059	2	2	2	2
258	2059	2058	2	2	2	2
257	2058	2057	2	2	2	2
256	2057	2056	2	2	2	2
255	2056	2055	2	2	2	2
254	2055	2054	2	2	2	2
253	2054	2053	2	2	2	2
252	2053	2052	2	2	2	2
251	2052	2051	2	2	2	2
250	2051	2050	2	2	2	2
249	2050	2049	2	2	2	2
248	2049	2048	2	2	2	2
247	2048	2047	2	2	2	2
246	2047	2046	2	2	2	2
245	2046	2045	2	2	2	2
244	2045	2044	2	2	2	2
243	2044	2043	2	2	2	2
242	2043	2042	2	2	2	2
241	2042	2041	2	2	2	2
240	2041	2040	2	2	2	2
239	2040	2039	2	2	2	2
238	2039	2038	2	2	2	2
237	2038	2037	2	2	2	2
236	2037	2036	2	2	2	2
235	2036	2035	2	2	2	2
234	2035	2034	2	2	2	2
233	2034	2033	2	2	2	2
232	2033	2032	2	2	2	2
231	2032	2031	2	2	2	2

230	2031	2030	2	2	2	2
229	2030	2029	2	2	2	2
228	2029	2028	2	2	2	2
227	2028	2027	2	2	2	2
226	2027	2026	2	2	2	2
225	2026	2025	2	2	2	2
224	2025	2024	2	2	2	2
223	2024	2023	2	2	2	2
222	2023	2022	2	2	2	2
221	2022	2021	2	2	2	2
220	2021	2020	2	2	2	2
219	2020	2019	2	2	2	2
218	2019	2018	2	2	2	2
217	2018	2017	2	2	2	2
216	2017	2016	2	2	2	2
215	2016	2015	2	2	2	2
214	2015	2014	2	2	2	2
213	2014	2013	2	2	2	2
212	2013	2012	2	2	2	2
211	2012	2011	2	2	2	2
210	2011	2010	2	2	2	2
209	2010	2009	2	2	2	2
208	2009	2008	2	2	2	2
207	2008	2007	2	2	2	2
206	2007	2006	2	2	2	2
205	2006	2005	2	2	2	2
204	2005	2004	2	2	2	2
203	2004	2003	2	2	2	2
202	2003	2002	2	2	2	2

201	2002	2001	2	2	2	2
190	2001	1090	1	1	1	1
189	1090	1089	1	1	1	1
188	1089	1088	1	1	1	1
187	1088	1087	1	1	1	1
186	1087	1086	1	1	1	1
185	1086	1085	1	1	1	1
184	1085	1084	1	1	1	1
183	1084	1083	1	1	1	1
182	1083	1082	1	1	1	1
181	1082	1081	1	1	1	1
180	1081	1080	1	1	1	1
179	1080	1079	1	1	1	1
178	1079	1078	1	1	1	1
177	1078	1077	1	1	1	1
176	1077	1076	1	1	1	1
175	1076	1075	1	1	1	1
174	1075	1074	1	1	1	1
173	1074	1073	1	1	1	1
172	1073	1072	1	1	1	1
171	1072	1071	1	1	1	1
170	1071	1070	1	1	1	1
169	1070	1069	1	1	1	1
168	1069	1068	1	1	1	1
167	1068	1067	1	1	1	1
166	1067	1066	1	1	1	1
165	1066	1065	1	1	1	1
164	1065	1064	1	1	1	1
163	1064	1063	1	1	1	1

162	1063	1062	1	1	1	1
161	1062	1061	1	1	1	1
160	1061	1060	1	1	1	1
159	1060	1059	1	1	1	1
158	1059	1058	1	1	1	1
157	1058	1057	1	1	1	1
156	1057	1056	1	1	1	1
155	1056	1055	1	1	1	1
154	1055	1054	1	1	1	1
153	1054	1053	1	1	1	1
152	1053	1052	1	1	1	1
151	1052	1051	1	1	1	1
150	1051	1050	1	1	1	1
149	1050	1049	1	1	1	1
148	1049	1048	1	1	1	1
147	1048	1047	1	1	1	1
146	1047	1046	1	1	1	1
145	1046	1045	1	1	1	1
144	1045	1044	1	1	1	1
143	1044	1043	1	1	1	1
142	1043	1042	1	1	1	1
141	1042	1041	1	1	1	1
140	1041	1040	1	1	1	1
139	1040	1039	1	1	1	1
138	1039	1038	1	1	1	1
137	1038	1037	1	1	1	1
136	1037	1036	1	1	1	1
135	1036	1035	1	1	1	1
134	1035	1034	1	1	1	1

133	1034	1033	1	1	1	1
132	1033	1032	1	1	1	1
131	1032	1031	1	1	1	1
130	1031	1030	1	1	1	1
129	1030	1029	1	1	1	1
128	1029	1028	1	1	1	1
127	1028	1027	1	1	1	1
126	1027	1026	1	1	1	1
125	1026	1025	1	1	1	1
124	1025	1024	1	1	1	1
123	1024	1023	1	1	1	1
122	1023	1022	1	1	1	1
121	1022	1021	1	1	1	1
120	1021	1020	1	1	1	1
119	1020	1019	1	1	1	1
118	1019	1018	1	1	1	1
117	1018	1017	1	1	1	1
116	1017	1016	1	1	1	1
115	1016	1015	1	1	1	1
114	1015	1014	1	1	1	1
113	1014	1013	1	1	1	1
112	1013	1012	1	1	1	1
111	1012	1011	1	1	1	1
110	1011	1010	1	1	1	1
109	1010	1009	1	1	1	1
108	1009	1008	1	1	1	1
107	1008	1007	1	1	1	1
106	1007	1006	1	1	1	1
105	1006	1005	1	1	1	1

104	1005	1004	1	1	1	1
103	1004	1003	1	1	1	1
102	1003	1002	1	1	1	1
101	1002	1001	1	1	1	1

\$

\$-IGPF2-----PROPF2

\$

1	0.206842E+09	129.196	0.000000E+00	0.000000E+00
2	0.206842E+09	129.196	0.000000E+00	0.000000E+00

\$

\$-IGPH2-PROPH2

\$

1	1.50000	0.700000	0.660400	0.148997	2
2	1.50000	0.700000	0.660400	0.148997	2

\$

\$-IGPG-ISEC

\$

\$

\$-IGPG-PROPG2

\$

1	1			
0.194766E-01	0.371912E-03	0.371912E-03	0.000000E+00	
2	1			
0.194766E-01	0.371912E-03	0.371912E-03	0.000000E+00	

\$

\$-IGPR-PROPR2

\$

1	0.406400	0.374650	14.1060	1.46700	0.229100
---	----------	----------	---------	---------	----------

2 0.406400 0.374650 14.1060 1.46700 0.229100

\$

\$-DADOS DE ESCALARES

\$

\$

\$-NMOLL-NBOIA-NMOLNL-NFFMN

\$

0 0 0 0

\$

\$-DADOS DE CARREGAMENTO

\$

\$

\$-IMOV-IPIDISTL-ICONCL

\$

1 1 1

\$

\$-MOVIMENTO PRESCRITO

\$

\$

\$-NNOP-NGLP-NTIMFP

\$

1 1 1

\$

\$-NOID-IGL-IFUND-FATD

\$

3001 1 1 27.4320

\$

\$-NUMPPRES-FATMULPRES-DEFPRES

\$

4 1.00000 0.000000E+00

\$

\$-FUNC

\$

0.000E+00 .0000E+00 1.000 .0000E+00 10.00 1.000 15.00 1.000

\$

\$-CARGAS DISTRIBUIDAS

\$

\$

\$-IWAVE--ICURR--IDEAD---IWCF---IWDB-IFLUID

\$

0 1 1 1 0 1

\$

\$-DADOS DE CORRENTE

\$

\$

\$-FUNCAO DE ANGULOS DE ATAQUE

\$

4

0.000E+00 .0000E+00 9.144 .0000E+00 914.4 .0000E+00 1000. .0000E+00

\$

\$-PERFIL DE CORRENTE POLIGONAL

\$

4

0.000E+00 .0000E+00 9.144 .0000E+00 914.4 .2574 1000. .2574

\$

\$-FUNCAO TEMPO PARA ONDA E CORRENTE

\$

\$

\$-NUMPP-FATMUL-DEF-FUNC

\$

3 1.00000 0

0.000E+00 .0000E+00 10.00 .0000E+00 15.00 1.000

\$

\$-CARGAS CONCENTRADAS / TRACAO NO TOPO

\$

\$

\$-NCONCL-NTIMEF

\$

1 1

\$

\$-NOID----IGL--ITIMEF-----P

\$

3001 3 1 1289.98430

\$

\$-NUMPP-----FATMUL-----DEF

\$

2 1.00000 0.000000E+00

\$

\$-FUNC(1)----FUNC(2)

\$

0.000E+00 1.000 15.00 1.000

\$

\$-DADOS DE IMPRESSAO

\$

\$

\$-NNOIMP-IPDESL-IPVEL-IPACEL

\$

151 1 0 0

\$

\$-NPELG2-IPRFX2-NPELG3-NPELG4-NPELG5-ICOL

\$

150 1 0 0 0 1

\$

S-NO CORRESP AO TOPO DA COLUNA DE FLUIDO INTERNO

\$

3001

\$

\$-CURVAS DE RESPOSTA

\$

\$

\$-NCDESL-NCESF2-NCESF3-NCESF4-NCESF5

\$

2 17 0 0 0

\$

S-NOID-IPLD

\$

1001 5

3001 5

\$

S-NOMEL-IPLE

\$

259 5

258 5

257 5

256 5

255 5

254 5  
253 11  
253 5  
108 11  
108 5  
107 5  
106 5  
105 5  
104 5  
103 5  
102 11  
102 5

\$

\$-ISISP

\$

0

\$

\$-DADOS DE ANALISE

\$

\$

\$-NR-TOTALT-STEP-NITER--TOL-ICRIT-AMASS-ARIG-STARTC

\$

1 15.0 1.00 30 0.1000E-02 0 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00

\$

\$-IPRST-IPLST-----TIMPR-IARST

\$

1 1 0.000000E+00 0

## APÊNDICE D

§-EXEMPLO ANFLEX N. 2

§-ANALISES COMPARATIVAS

§-CASO 3000-20-1-D

§-PARTE 2 - ANALISE DINAMICA

§

§-DADOS GLOBAIS

§

§

§-IDANA-TITULO-ITIP-IDUMP-MDUMP

§

B2J05 RISER API BUL 2J - 3000 FT / ESTATICA-DINAMICA

98

§

§-DADOS DE CARREGAMENTO

§

§

§-IMOV-VIDISTL-ICONCL

§

1 1 1

§

§-MOVIMENTO PRESCRITO

\$

\$

\$-NNOP-NGLP-NTIMFP

\$

1 1 1

\$

\$-NOID-IGL-IFUND-FATD

\$

3001 1 1 0.609600

\$

\$-NUMPPRES-FATMULPRES-DEFPRES

\$

0 1.00000 0.000000E+00

\$

\$-PERIOD-PHASE-RAMPA

\$

9.00000 15.0000 27.0000

\$

\$-CARGAS DISTRIBUIDAS

\$

\$

\$-IWAVE--ICURR--IDEAD---IWCF---IWDB-IFLUID

\$

1 1 1 1 0 1

\$

\$-PERIW-HEIGHW-OFFW-ANGW

\$

9.00000 6.09600 27.432 0.000000E+00

\$

\$-DADOS DE CORRENTE

\$

\$

\$-FUNCAO DE ANGULOS DE ATAQUE

\$

4

0.000E+00 .0000E+00 9.144 .0000E+00 914.4 .0000E+00 1000. .0000E+00

\$

\$-PERFIL DE CORRENTE POLIGONAL

\$

4

0.000E+00 .0000E+00 9.144 .0000E+00 914.4 .2574 1000. .2574

\$

\$-FUNCAO TEMPO PARA ONDA E CORRENTE

\$

\$

\$-NUMPP-FATMUL-DEF-FUNC

\$

2 1.00000 0

0.000E+00 1.000 75.00 1.000

\$

\$-CARGAS CONCENTRADAS / TRACAO NO TOPO

\$

\$

\$-NCONCL-NTIMEF

\$

1 1

\$

\$-NOID----IGL--ITIMEF-----P

\$

3001 3 1 1289.98430

\$

\$-NUMPP-----FATMUL-----DEF

\$

2 1.00000 0.000000E+00

\$

\$-FUNC(1)----FUNC(2)

\$

0.000E+00 1.000 75.00 1.000

\$

\$-DADOS DE ANALISE

\$

\$

\$-NR-TOTALT-STEP-NITER--TOL-ICRIT-AMASS-ARIG-STARTC

\$

1 75.0 0.150 30 0.1000E-02 0 .1253E-01 .2380E-02 15.00

\$

\$-IPRST-IPLST-----TIMPR-IARST

\$

20 1 0.000000E+00 0

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [ 1 ] Guia de uso do computador IBM 3090 do CENPES/PETROBRÁS, 1989.
- [ 2 ] Programa ANFLEX, Manual do usuário, PETROBRÁS/CENPES/DIPREX, 1990.
- [ 3 ] MOURELLE, M.M., GONZALEZ, A.C., Programa ANFLEX, Curso de utilização, PETROBRÁS/CENPES/DIPREX, 1991.
- [ 4 ] ARRUDA, R.S., Programa ANFLEX, Relatório anexo ao manual de usuário, COPPE/UFRJ, 1990.
- [ 5 ] MENEZES, A., Programa ANFLEX, Relatório anexo ao manual de usuário, COPPE/UFRJ, 1990.
- [ 6 ] LEVY, L.A.P., Escente, Manual do usuário, PETROBRÁS/CENPES/DIPREX/SEDEM, 1989.
- [ 7 ] MOURELLE, M.M., Programa ANFLEX, Relatório anexo ao manual do usuário, PETROBRÁS/CENPES/DIPREX, 1989.

## GLOSSÁRIO

**Background** - é a forma de execução em batch dos recursos do hardware.

**Batch** - é a forma de utilização do computador, aonde cada ação ou comando, obtém-se uma resposta ou resultado que não necessariamente será imediatamente após. Estes comandos ficarão numa fila de espera até a sua execução, caso o sistema operacional esteja ocupado com outra tarefa, ficando o usuário livre para fazer outra atividade, não necessitando aguardar o seu término.

**Bibliotecas** - conjunto de arquivos catalogados de um sistema computacional.

**Binding** - interface de utilização.

**CPU** - unidade central de processamento de um computador.

**Dump** - conjunto de impressões de informações de um programa e/ ou sistema.

**Exploração** - é a exploração de recursos naturais feita de forma econômica.

**Foreground** - é a forma de execução interativa dos recursos do hardware.

Interativo - é a forma de utilização do computador, aonde cada ação ou comando, obtém-se uma resposta ou resultado imediatamente após, obrigando o usuário a aguardar seu término.

Job - também denominado tarefa, é qualquer serviço que se requisita ao computador.

Multiprocessamento - operação simultânea de dois ou mais processadores compartilhando os mesmos recursos de hardware.

Multiprogramação - capacidade de execução de vários programas e vários usuários interativos, utilizando o hardware.

Placa de emulação - equipamento que possibilita a utilização de um microcomputador como terminal ligado a um mainframe.

Riser - condutor de óleo, gás ou cabos de controle elétrico e hidráulico, empregados nas instalações marítimas, ligando a cabeça de poço junto ao fundo do mar as plataformas.

Sessão - meio através do qual um usuário consegue utilizar os recursos do hardware interativamente.

Sistema Operacional - é um conjunto de programas correlacionados que possibilitam a operação do computador e sua utilização pelos usuários.

Sub-Sistema - é um conjunto de programas componentes de um sistema maior, que tem por função realizar uma atividade específica. Exemplos de sub-sistemas do MVS/ESA : TSO, DB2, JES etc...

Userid - (USER IDentification) identificação através do qual, o sistema operacional reconhece o usuário.