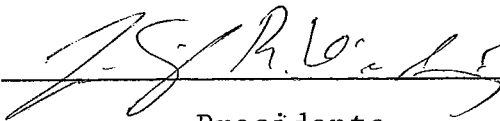


SIMULADOR PARA A ESTIMULAÇÃO  
DE POÇOS DE PETRÓLEO COM VAPOR

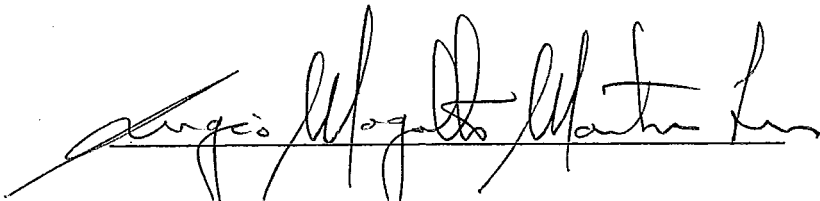
*Oswaldo Alves de Sousa*

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 (M.Sc.)

Aprovada por:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 1983

SOUZA, OSWALDO ALVES DE

Simulador para a Estimulação de Poços de Petróleo com Vapor  
(Rio de Janeiro) 1983.

vii 155 p. 29,7 cm (COPPE-UFRJ, Programa de Engenharia de  
Sistemas, 1983).

Tese - Univ. Fed. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Prog. Engenharia de Sistemas.

1. Estimulação com Vapor                    I. COPPE/UFRJ  
II. Título (Série).

À minha esposa Ildete e aos filhos  
Michele, Charles e Monique.  
Aos meus pais e irmã.

ABSTRACT

This work describes a steam injection numerical simulator to be applied in oil wells with medium to high densities. (10 to 20 ° API).

It's based on the model proposed by Marx & Langenheim for development of the temperature field considering also the simulation of the radial to the well in a two-phase mode (oil and water) taking also into account the capillary effects.

The main features of the model are:

- Use through a computer terminal in a conversational mode.
- Fast processing.

Those objectives were fully attained and validated through many experiments, and full test results.

## RESUMO

Este trabalho descreve um simulador numérico para estimulação de poços de petróleo com vapor a ser usado nos projetos de recuperação suplementar de óleo em reservatórios de petróleo com densidade alta (10 a 20° API).

É utilizado o campo de temperatura do modelo proposto por MARX e LANGENHEIM (1), sendo o modelo de produção desenvolvido através da simulação numérica de fluxo radial considerado de modo bifásico (óleo e água) levando-se em conta os efeitos da pressão capilar.

As principais características do trabalho são:

- rapidez de processamento
- funcionamento iterativo, conversacional através do terminal de video.

Este objetivos foram substancialmente atingidos, conforme testes experimentais.

O autor agradece:

Ao Professor Dr. João Lizardo Rodrigues de Hermes de Araújo a orientação recebida sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

Na PETROBRÁS a todos os superiores envolvidos na cessão pela Diretoria Executiva dos dados do poço CP - 317 para publicação.

Em especial na Divisão de Reservatórios do DEPRO à chefia, aos Engenheiros Newton Reis Monteiro e Paulo J. Vilani de Andrade o conhecimento para que fossem vencidas todas as barreiras técnicas para a conclusão do trabalho e ao ATPP Paulo Roberto F. de Castro o auxílio nos testes e experimentos que deram ao simulador a confiabilidade computacional que possui.

Í N D I C ECAPÍTULO 1

Pág.

I. INTRODUÇÃO.....	01
I.1 - Colocação do Problema.....	02

CAPÍTULO II

II. REVISÃO DA LITERATURA.....	09
II.1 - Generalidades.....	10
II.2 - Resumo da teoria básica .....	11
II.3 - Modelos Analíticos e Numéricos de Simulação por Computador.....	17
II.3.1 - Modelos Matemáticos.....	18
II.3.2 - Modelos Numéricos bi e tri Dimensionais.....	20
II.3.3 - Modelo Radial para Esti- mulação com Vapor.....	22

CAPÍTULO III

III. DESCRIÇÃO DO SIMULADOR.....	26
III.1 - Introdução.....	27
III.2 - Modelo de Temperatura.....	28
III.3 - Modelo de Produção.....	35
III.4 - Fluxograma do Sistema.....	46
III.5 - Descrição Sucinta do Sistema.....	49

CAPÍTULO IV

IV. EXPERIMENTOS.....	53
IV.1 - Generalidades.....	54

	Pág.
IV.2 - Petrofísica.....	54
IV.3 - Propriedades dos Fluidos e Termodinâmicas.....	55
IV.4 - Histórico de Produção e Injeção.....	56
IV.5 - Modelo de Simulação.....	56
IV.6 - Ajuste do Histórico Anterior a Injeção.....	57
IV.7 - Simulação do Primeiro de Vapor.....	58
IV.8 - Previsão.....	59

## CAPÍTULO V

V. OBSERVAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS.....	62
GLOSARIO DE TERMOS.....	64
ANEXOS.....	77



I. INTRODUÇÃO

## I. INTRODUÇÃO

### I.1 - Colocação do Problema.

O desenvolvimento de reservatórios de petróleo com densidade alta (10 a 20 °API), é feito de modo economicamente atrativo, na maioria das vezes, através da utilização de métodos térmicos de recuperação.

Dentre os métodos térmicos usados na atualidade temos:

- aquecimento de fundo de poço;
- combustão "in situ" ;
- injeção de fluidos quentes.

O aquecimento de fundo de poço, aqui considerado como um método de estimulação [Figura 1.1] visa provocar a elevação da temperatura dos fluidos no fundo do poço, com o fito de reduzir suas viscosidades e com isto facilitar o bombeio dos mesmos para a superfície. O processo consiste em colocar-se uma resistência elétrica ou uma serpentina no fundo do poço e fazer circular respectivamente uma corrente elétrica ou fluidos quentes através das mesmas.

A combustão "in situ" [Figura 1.2] é um processo térmico no qual o calor é gerado na jazida pela queima de parte do petróleo lá existente. Consiste em se atear fogo no óleo do reservatório a partir de uns poços através de queimadores colocados no fundo dos mesmos, fazendo-se simultaneamente uma injeção contínua de ar objetivando manter e controlar a frente de combustão, a qual caminha aquecendo os fluidos do reservatório deslocando-o em direção aos poços produtores localizados em geral, em torno dos poços injetores de ar.

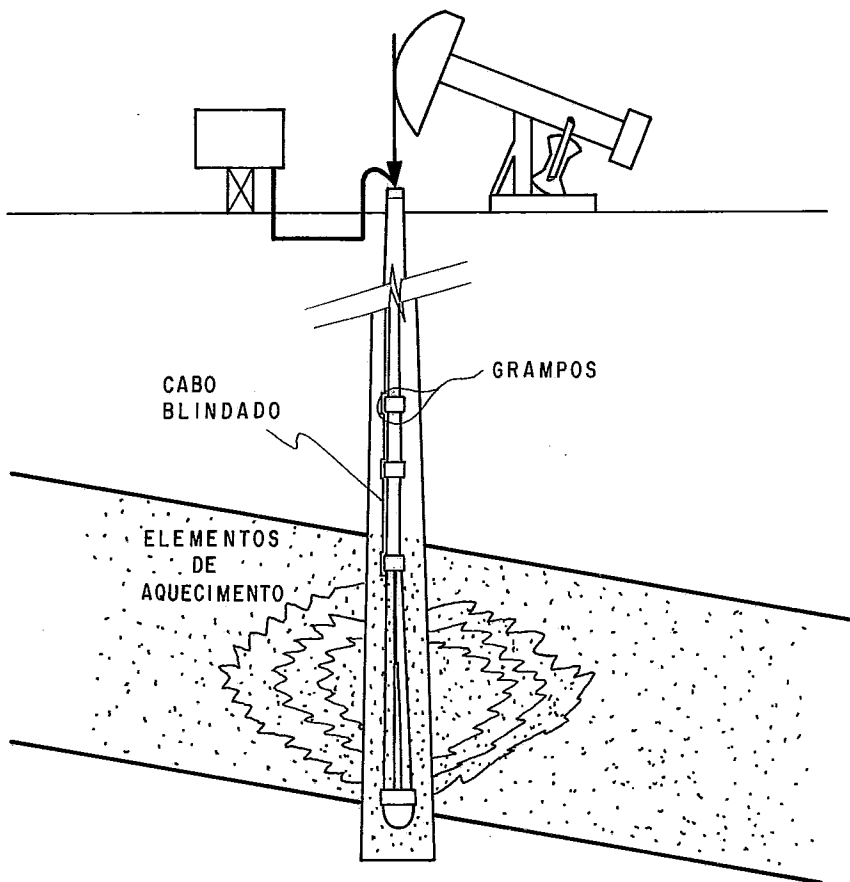


Figura I.1 - Aquecimento de fundo de poço

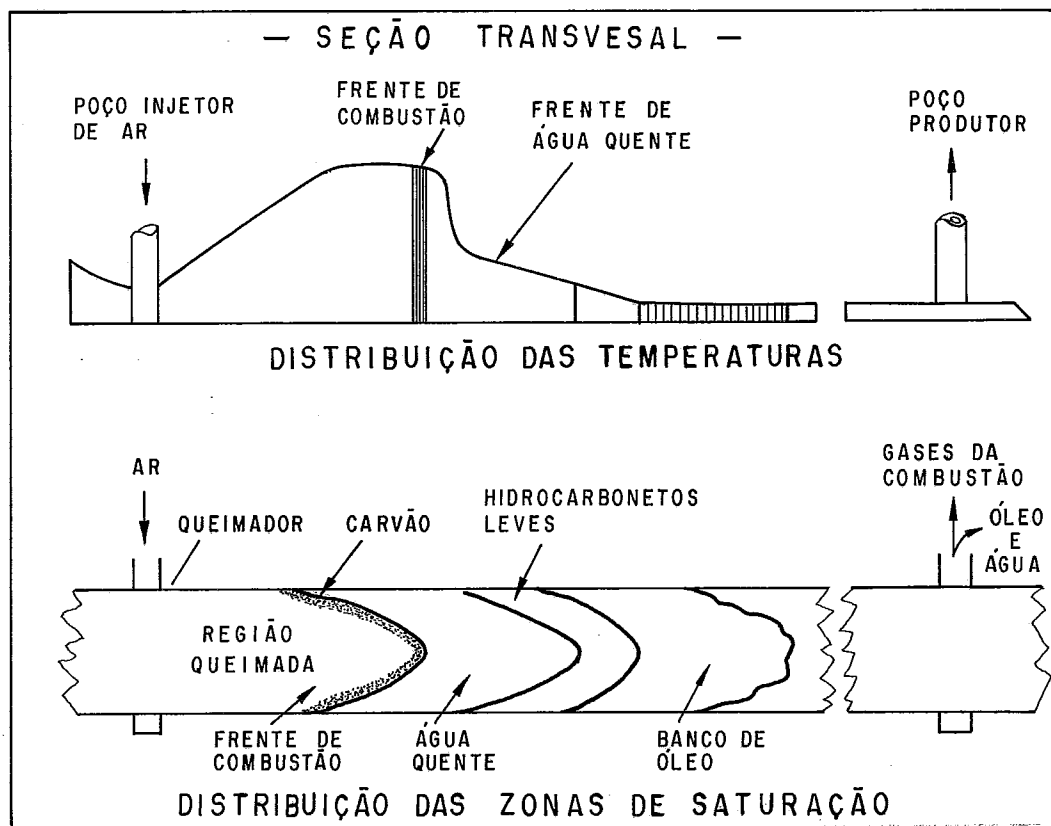


Figura I.2 - Combustão "in situ"

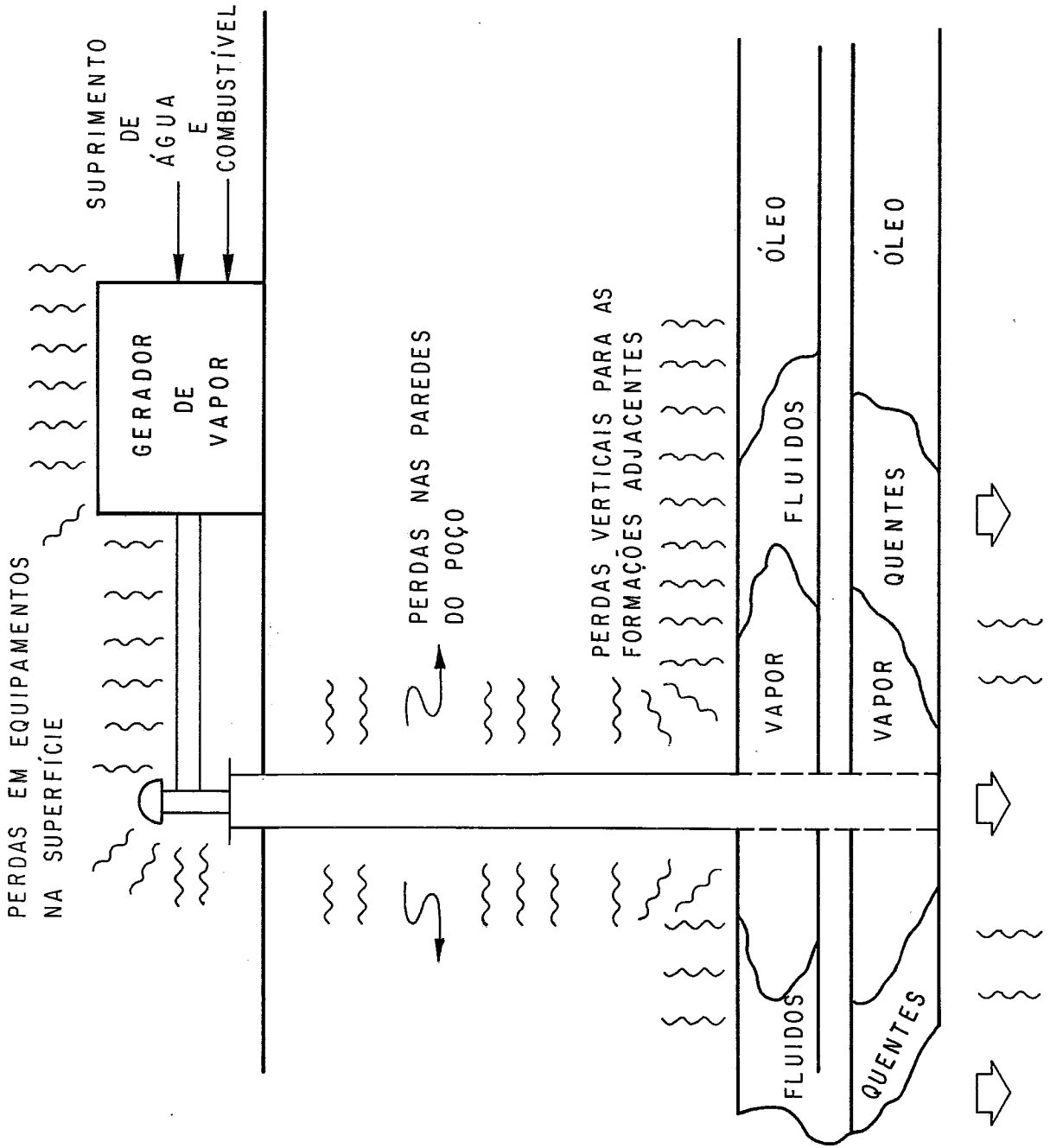


Figura I.3 - Injeção de Vapor

A injeção de fluidos quentes é um processo térmico de recuperação no qual a energia cedida ao reservatório é de natureza calorífica e mecânica, visando em linhas gerais a redução da viscosidade e o deslocamento frontal do óleo do reservatório no sentido dos poços produtores. O fluido mais utilizado é o vapor de água Figura I.3.

Dos métodos térmicos a injeção de vapor é a mais amplamente utilizada pelos seguintes motivos: (1) possibilita trocas de calor por convecção e por condução ao contrário do aquecimento de fundo de poço, (2) é melhor controlado e possui requisitos de reservatórios menos críticos que a combustão "in situ", (3) é até o momento o único provado comercialmente.

Vários mecanismos atuam no processo de injeção de vapor, influenciando na recuperação: expansão térmica do óleo, redução da viscosidade, destilação por aquecimento, deslocamento frontal do óleo pelo vapor injetado. Existem basicamente duas maneiras de se aplicar o vapor no reservatório de petróleo: injeção contínua e injeção cíclica ou estimulação com vapor.

A injeção contínua é um processo que consiste na injeção de vapor em uns poços do reservatório e a produção através de outros poços localizados no entorno dos poços injetores estrategicamente dispostos de modo a produzir o óleo deslocado na direção destes.

O processo de estimulação com vapor Figuras I.4 a I.7 teve origem em 1959, quando uma tentativa de injeção contínua de vapor nas areias de Mene Grande, na Venezuela, ocasionou uma erupção de vapor na superfície.

Decidiu-se na oportunidade aliviar a pressão do poço, obtendo-se como resultado uma produção de óleo inesperadamente alta.

## ESTIMULAÇÃO COM VAPOR FASE DE INJEÇÃO

INJEÇÃO DE VAPOR A  
PRESSÃO, TEMPERATURA, VASÃO E  
TÍTULO  $C_{tes}$

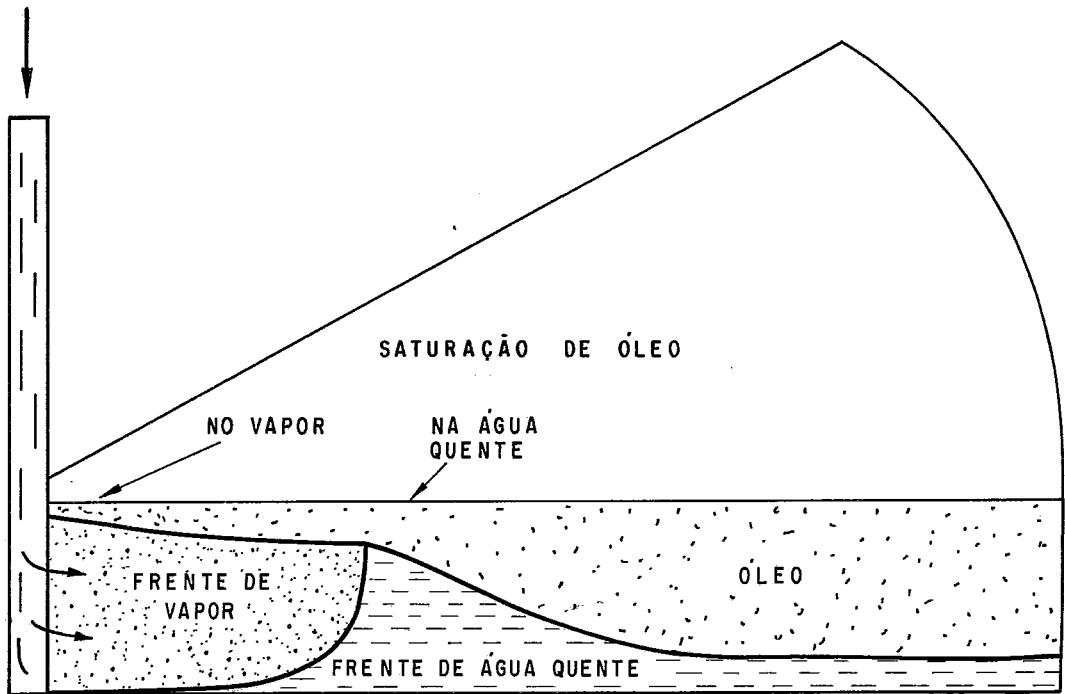


Figura I.4 - Distribuição das Saturações

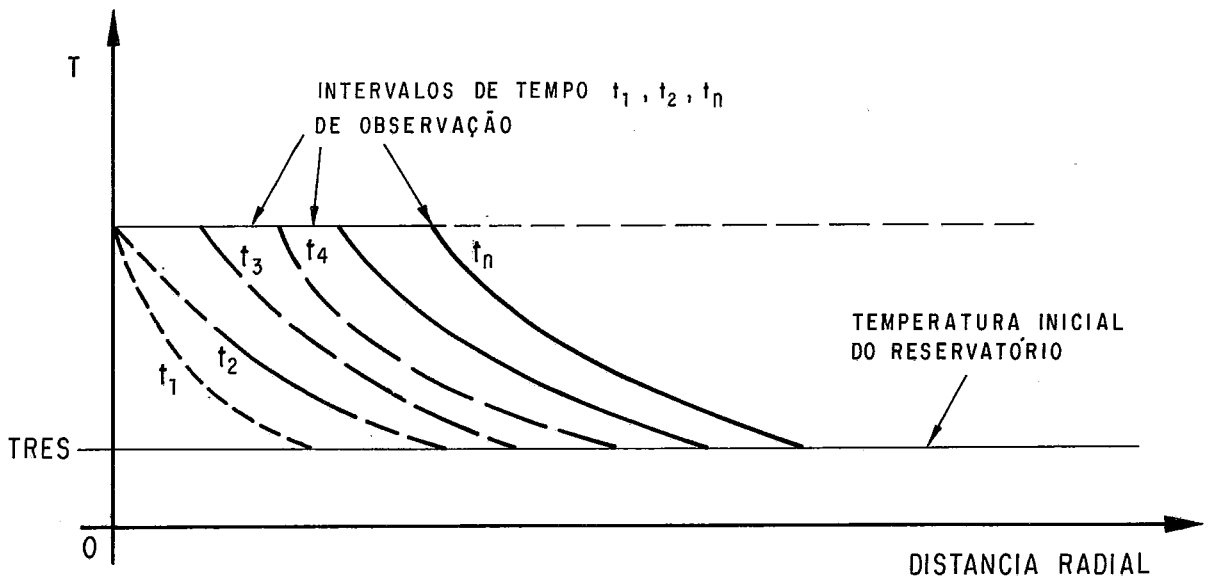


Figura I.5 - Distribuição das Temperaturas

ESTIMULAÇÃO COM VAPOR  
FASE DE EMBEBIÇÃO

DISTRIBUIÇÃO DAS SATURAÇÕES

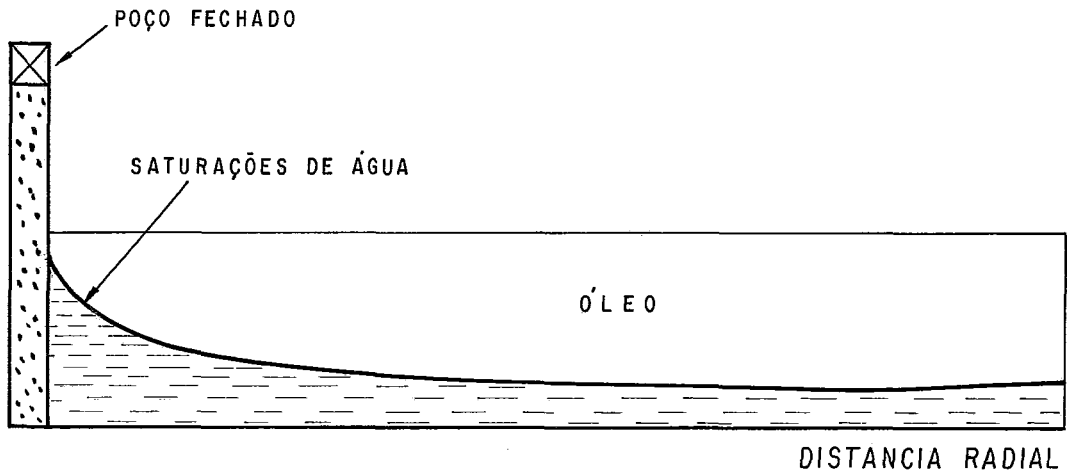


Figura I.6 - Distribuição de Saturações

DISTRIBUIÇÃO DAS TEMPERATURAS

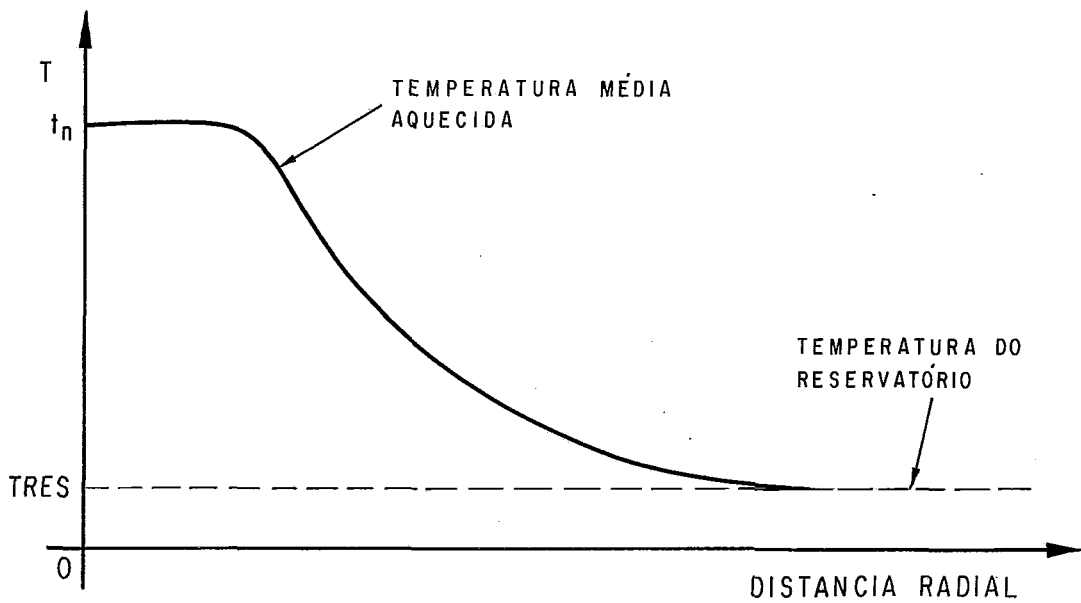


Figura I.7 - Distribuição de Temperatura

A partir disso a estimulação com vapor (também conhecida como injeção cíclica de vapor, ou embebição com vapor, "steam soak", ou "huff and puff") se tornou um método bem conceituado de estimulação dos poços.

Em síntese, a estimulação com vapor implica:

- na injeção de vapor por um determinado período de tempo, denominado "tempo de injeção";
- no fechamento do poço por um determinado espaço de tempo para embebição do vapor no reservatório, chamado "tempo de soak";
- finalmente na abertura do poço à produção até que este atinja a um limite economicamente tolerável.

As etapas acima mencionadas formam um ciclo de injeção que pode se repetir diversas vezes sempre em função dos resultados obtidos no ciclo anterior.

Considerando que a relação óleo produzido/vapor injetado em cada ciclo declina às vezes sensivelmente, pode-se considerar tal parâmetro como elemento determinante do número de ciclos do projeto.

A elaboração deste trabalho surgiu da idéia de se ter um simulador para estimulação que permita estimar a quantidade de óleo a recuperar em cada ciclo para uma dada política de operação, determinando também condições de operação alternativas que conduzam a maximização da recuperação de óleo. Possuindo também as seguintes características básicas:

- rapidez de processamento;
- funcionamento interativo, conversacional através do terminal de vídeo.



II. REVISÃO DA LITERATURA

## II. REVISÃO DA LITERATURA

### II.1 - Generalidades.

A necessidade de modelos que reproduzam de maneira confiável o comportamento dos reservatórios de petróleo quando submetidos à injeção de vapor pode ser vista pela grande quantidade de artigos citados nas referências [1] a [9] e [11] a [12] e pelo esforço recente na modelagem matemática de métodos térmicos, concentrada na simulação de fluxo de calor e perdas de calor.

Os artigos acima referenciados apresentam dados experimentais de laboratório [2] e [3], resultados do desempenho de campos [4], modelos para cálculo de vazões e fluxo de calor [1] a [9] e [11] a [12] e dados experimentais retratando os efeitos da temperatura na permeabilidade relativa.

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica geral incluindo pacotes existentes no mercado sobre os seguintes tópicos:

- a. modelos analíticos e numéricos de simulação por computador;
- b. experimentos de laboratório, resultados de testes de campo e históricos de produção.

Os trabalhos mais relevantes foram selecionados e relacionados abaixo:

1. aquecimento de reservatório pela injeção de fluidos quentes; [1]

2. estudos de laboratório sobre recuperação de óleo com injeção de vapor; [2]
3. fundamentos da recuperação suplementar de óleo;
4. cálculo da produção de um poço estimulado termicamente;
5. efeitos da temperatura na permeabilidade relativa;
6. modelos bi e tri-dimensionais para injeção de vapor com e sem distilação de gas;
7. métodos diretos para solução de equações tridiagonais.

Dos trabalhos selecionados foi feito um resumo dos dois primeiros por conterem conhecimentos básicos sobre o assunto em pauta. Em seguida são discutidos todos os trabalhos grupados nos tópicos a e b segundo sua pertinencia.

## II.2 - Resumo da Teoria.

As referências [1] e [2] contêm os fundamentos, a teoria básica e as idéias que nortearam o desenvolvimento deste trabalho.

### II.2.1 - Aquecimento de reservatórios através da injeção de fluídos quentes. [ 1 ]

Este trabalho descreve um método para estimar a taxa de invasão térmica, área aquecida e um limite econômico teórico para sustentar a injeção a uma dada taxa.

## DESENVOLVIMENTO TEÓRICO:

Trata-se de um sistema de fluxo radial concêntrico em torno do ponto de injeção. A Figura II.1 mostra a evolução da temperatura com a distância radial, a linha cheia fornece a distribuição real da temperatura, e a linha interrompida mostra a função degrau idealizada.

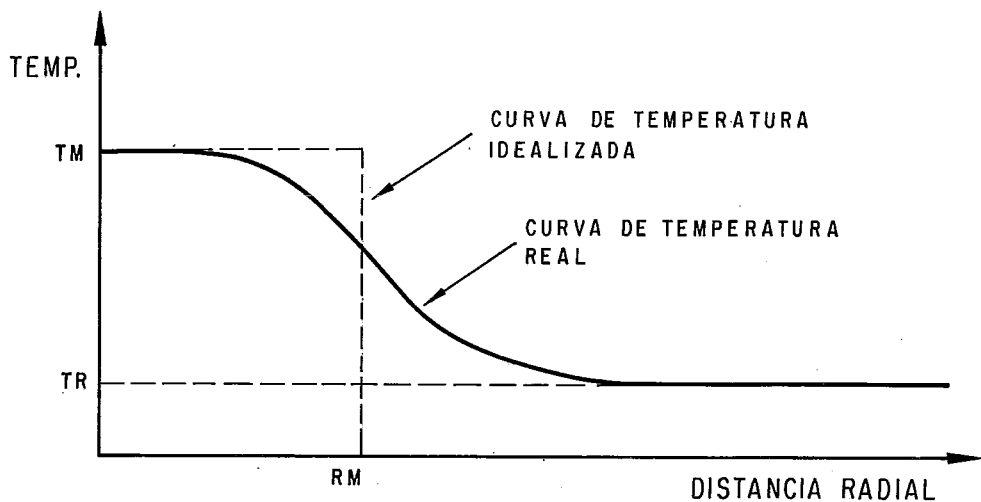


Figura II.1 - Distribuição da Temperatura

Usando a equação abaixo é possível calcular o raio médio da área aquecida (RM) a qual supõe uma mudança instantânea da temperatura média da área aquecida (TM) até a temperatura do reservatório (TR).

$$RM^2 = \frac{\Delta H \lambda h}{4 \pi K \Delta t} \left[ e^{x^2} \operatorname{erfc}(x) + \frac{2x}{\sqrt{\pi}} - 1 \right]$$

onde:

RM = raio médio aquecido

$\lambda$  = razão de capacidade caloríficas

h = espessura permeável

K = condutividade térmica

$\Delta t$  = diferencial de temperatura

(t vapor - T reservatório)

$$x = \frac{2 K}{M h \sqrt{\alpha}} \sqrt{t}$$

$\alpha$  = difusividade térmica

M = capacidade calorífica do reservatório

$\Delta H$  = vazão entálpica (quantidade de calor injetado na unidade de tempo).

### II.2.2 - Estudos de Laboratório para a Recuperação de óleo usando injeção de vapor (Willman e associados).

Este trabalho investiga o uso do vapor como agente de recuperação de óleo, sendo demonstrada em testes de laboratório uma alta recuperação por vapor, cerca de 100% maior que a obtida por injeção de água quente. Os mecanismos principais responsáveis pela recuperação adicional são identificados como :

(1) redução da viscosidade;

- (2) expansão térmica do óleo;
- (3) destilação com vapor;
- (4) deslocamento frontal do óleo pelo vapor injetado.

#### MÉTODOS EXPERIMENTAL:

Foram utilizados testemunhos cilíndricos de diversos tamanhos, instalados no equipamento mostrado na Figura II.2 abaixo.

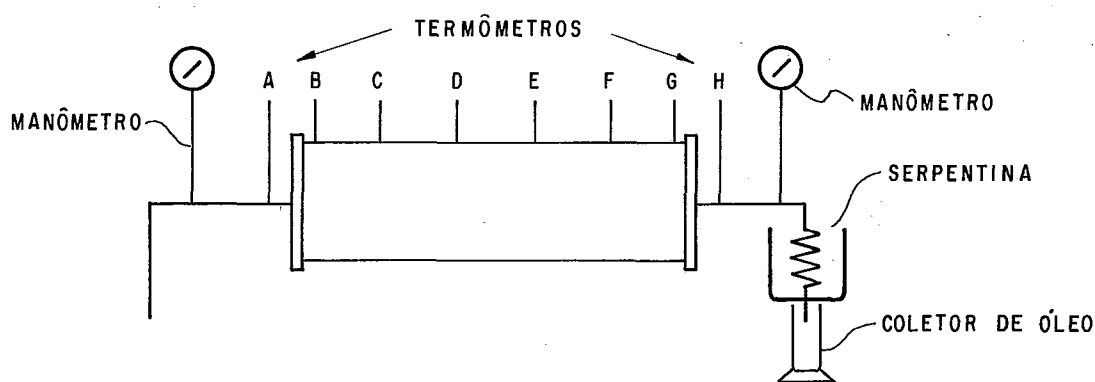


Figura II.2 - Esquema do Equipamento

#### DESENVOLVIMENTO TEÓRICO:

Utilizando-se de um sistema de fluxo radial, sendo o vapor injetado a vazão, temperatura pressão e título constante pode-se visualizar a recuperação com vapor se processando em 3 partes distintas: uma frente de embebição de água fria à temperatura do reservatório seguida de uma frente de embebição por água quente, à qual se segue a frente de embebição com vapor.

O perfil das frentes de vapor e água quente no reservatório é mostrado na Figura II.3 abaixo, onde se vê a distribuição da temperatura com a distância radial, para os diversos intervalos de tempo  $t_1$ ,  $t_2$ , etc.. a partir do início da injeção.

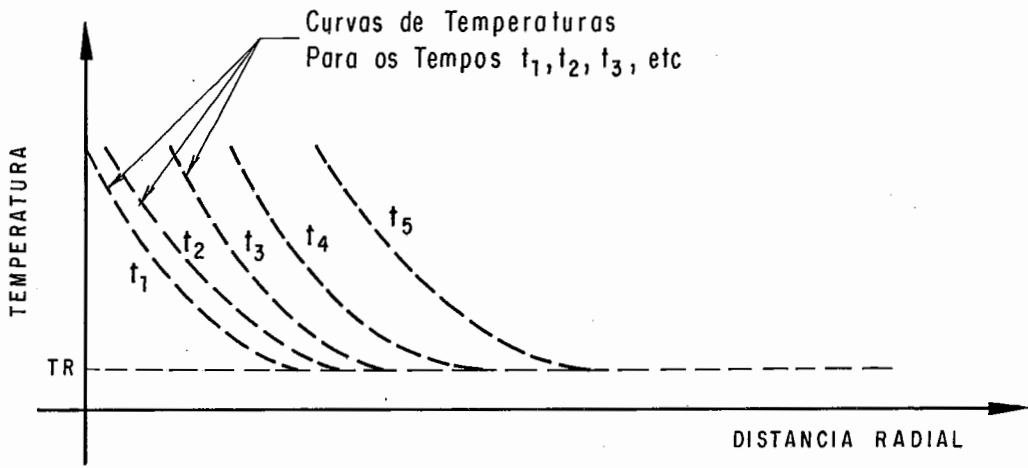


Figura II.3 - Temperatura Versus Distancia Radial

Na Figura II.4 é mostrada o comportamento das frentes de saturação de vapor e água quente do modo como ocorrem no reservatório.

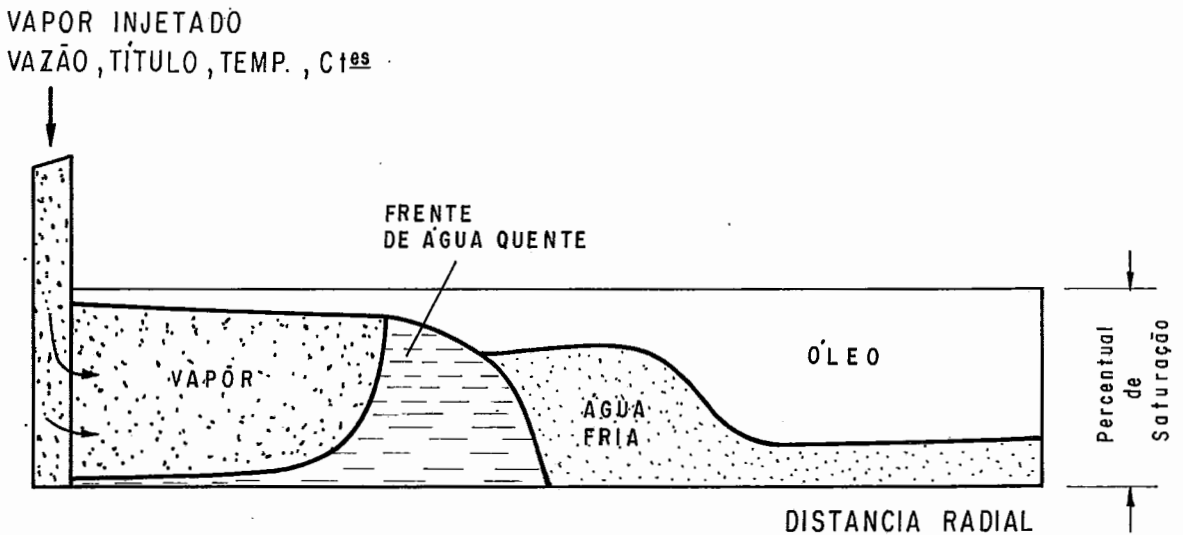


Figura II.4 - Frentes de Saturação de Vapor e Água Quente

São fornecidas fórmulas para os cálculos dos raios das frentes de vapor e água quente, sendo aplicadas as mesmas fórmulas para os dois casos, usando-se respectivamente a entalpia da água saturada ou a entalpia da água na temperatura do reservatório para o cálculo da diferença de entalpia ( $\Delta H$ ).

$$RM^2 = \frac{\Delta H \cdot h}{4 K \Delta t} \left[ \sqrt{\frac{tD}{\pi}} - \frac{\lambda}{2} \operatorname{Ln} \left( 1 + \frac{2}{\lambda} \cdot \sqrt{\frac{tD}{\pi}} \right) \right]$$

onde:

$$\Delta H = H_v - H_{asgt} \text{ para a frente de vapor}$$

$$\Delta H = H_v - H_{res} \text{ para a frente de água quente}$$

$$h = \text{espessura permeável}$$

$$K = \text{condutividade térmica}$$

$$\Delta t = \text{diferencial de temperatura}$$

$$tD = \frac{4 \cdot \alpha \cdot t}{h^2}$$

$$tD = \text{tempo adimensional}$$

$$\alpha = \text{difusividade térmica}$$

$$t = \text{tempo}$$

$$h = \text{espessura}$$

$$\lambda = \text{razão de capacidades caloríficas}$$

$$\lambda = \frac{M}{M_{ob}}$$

$$M = \text{capacidade calorífica da formação}$$



Mob = capacidade calorífica formações adjacentes.

### II.3 - Modelos Analíticos e Numéricos de Simulação Por Computador.

Embora os simuladores analíticos (também chamados 'matemáticos') tenham o mesmo objetivo dos simuladores numéricos de injeção de vapor, possuem abordagem distinta e apresentam soluções às vezes opostas no que tange a simulação da injeção de vapor.

Os primeiros tratam de expressar soluções analíticas explícitas do comportamento do fluxo de calor nos poços injetores como é demonstrado nas referências [1] e [2], [11] e [12] e quando implementados em computador propiciam respostas imediatas embora sejam deficientes no que tange à produção prevista de óleo, devido às hipóteses simplificadoras que fazem.

Os segundos propostos nas referências [5] e [6] procuram traduzir com maior realismo o comportamento das pressões e vazões nos poços produtores e injetores, resolvendo equações diferenciais parciais numa grade. Nas referências [13] a [15] encontramos os modelos tradicionais BOSS e FIRST usados em reservatórios de petróleo com ou sem gás em solução e os Compositivos usados para petróleos leves onde o efeito da composição é fator ponderável no deslocamento dos fluídos de reservatório.

Os modelos do segundo grupo referências [5], [6] e [13] a [15] tornaram-se possíveis apenas com o advento do computador, são extremamente lentos e custosos, o que os torna não economicos a um número razoável de aplicações.

### II.3.1 - Modelos Matemáticos.

São propostos nas referências [1], [2], [3], [4], [11] e [12]; a sobrevivência destes modelos, no que pese a sofisticação do segundo tipo, deve-se ao fato de terem uma formulação matemática simples e dirigida, propiciando resultados praticamente instantâneos referentes áreas invadida pelo vapor, temperatura média, frente de água quente, saturações, etc..

Embora haja equivalência entre os diversos modelos propostos nas referências quanto à solução do problema básico da injeção do vapor, existem diferenças tais como levar ou não em conta o calor transmitido por convecção, efeito da gravidade, etc..

Tem-se dado preferência a utilização do modelo descrito na referência [1] no que tange sua simplicidade, por ser bastante difundidas e sobretudo por apresentar valores razoáveis no que pesem as restrições a elas apresentadas nas referências [11] e [12], descritas no decorrer deste trabalho.

Na referência [2] são encontrados os fundamentos do comportamento da injeção de vapor, tais como: avanço das frentes de vapor, água quente e fria, principais mecanismos atuantes na recuperação de óleo, etc. A não adoção das fórmulas aqui propostas vem dos motivos citados anteriormente.

Na referência [11] temos uma formulação matemática que leva em conta o calor transmitido por convecção na frente de condensação de vapor. A teoria de crescimento da zona de vapor de MARX e LANGENHEIM, [1] foi revisada e foi demonstrado que a mesma começa a ser inconsistente a partir do tempo crítico o qual depende da espessura do reservatório, temperatura e título do vapor.

A referência [12] apresenta uma formulação que leva em conta os efeitos da gravidade atuando sobre o vapor

injetado e os fluídos do reservatório, considerando o fato da frente formada pelo deslocamento do vapor não ser vertical e homogênea e sim inclinada no sentido de que o vapor pelo efeito gravitacional tende a se situar nas partes superiores e nestas progride mais rápido que nas partes inferiores do reservatório.

Apesar das restrições acima referenciada o uso difundido da referência [1] se deve ao fato do consenso entre técnicos em métodos térmicos de recuperação de que os fenômenos acima tais como: efeito gravitacional [11] tempo crítico [12] possuem influência pouco relevante para o tipo de problema envolvido.

O assunto acima foi tema do seminário realizado em Caracas/Venezuela em 1978 onde foi apresentado um programa de computador que permite fazer comparações entre as teorias [1], [11] e [12].

Os resultados mostraram que para o tipo de problema envolvido os modelos [1] e [11] se comportam de modo bastante similar, sendo que o proposto em [12] apresenta um resultado um pouco irreal.

O problema básico de todos estes modelos matemáticos se prende ao fato de não levarem em conta as inhomogeneidades e assimetrias de reservatórios, bem como, os poços produtores, objetivo fim do processo. É fato que a queda de pressão e respectivas vazões dos poços produtores afetam sobremaneira as saturações e com isto a mobilidade dos fluídos em suas imediações. Uma vez que a formulação destes modelos para efeito de cálculo de produção normalmente se basearam na homogeneidade das pressões e saturações em torno do ponto injetor, a presença de poços produtores e/ou injetores nas proximidades podem afetar substancialmente os resultados finais.

Concluimos portanto, que estes modelos não são adequados para mapearem reservatórios extensos, sendo indicados para estudos do comportamento do vapor em áreas próximas ao ponto de injeção.

### 2.3.2 - Modelos numéricos bi e tri dimensionais.

Mostrados nas referencias [5], [6] e [7], apresentam-se como uma sofisticação dos já bem sucedidos modelos tradicionais de reservatórios que promovem o mapeamento do reservatório em células de dimensões apropriadas e aplicam às mesmas as teorias de fluxo considerado de modo multifásico, para o balanço de materiais do sistema assim constituído, obtendo-se assim um comportamento de pressões e vazões bastante próximas do real. Tais modelos levam porém horas de execução em um computador normal, podendo até chegar a dezenas de horas dependendo do caso a resolver.

A inclusão do efeito temperatura nestes modelos onde esta é considerada constante nos modelos tradicionais de reservatório, é altamente oneroso uma vez que o problema aqui envolvido é bastante sensível a temperatura.

A inclusão das novas equações de energia, vapor, gas destilado, etc.. tendem a aumentar o volume de cálculos e com isto o tempo de execução dos mesmos.

A consideração do gas e vapor podem causar instabilidade numérica, referênciã [5], em modelos de abordagem convencional semi-implícita (implícita em pressão e explícita em saturação - IMPES). Em tempo lembramos que o vapor apresenta viscosidades baixíssimas se comparadas com outros fluídos, e injetado a grandes temperaturas e altas pressões, sendo que parte deste se condensa na água do reservatório e parte deste sai emulsionado no óleo produzido. As figuras II.5 e II.6 extraídas da referênciã [5] mostram as divergências que ocorrem quan

do se usa grades paralelas ou diagonais. O problema pode ser minorado com o aumento do número de células do grid.

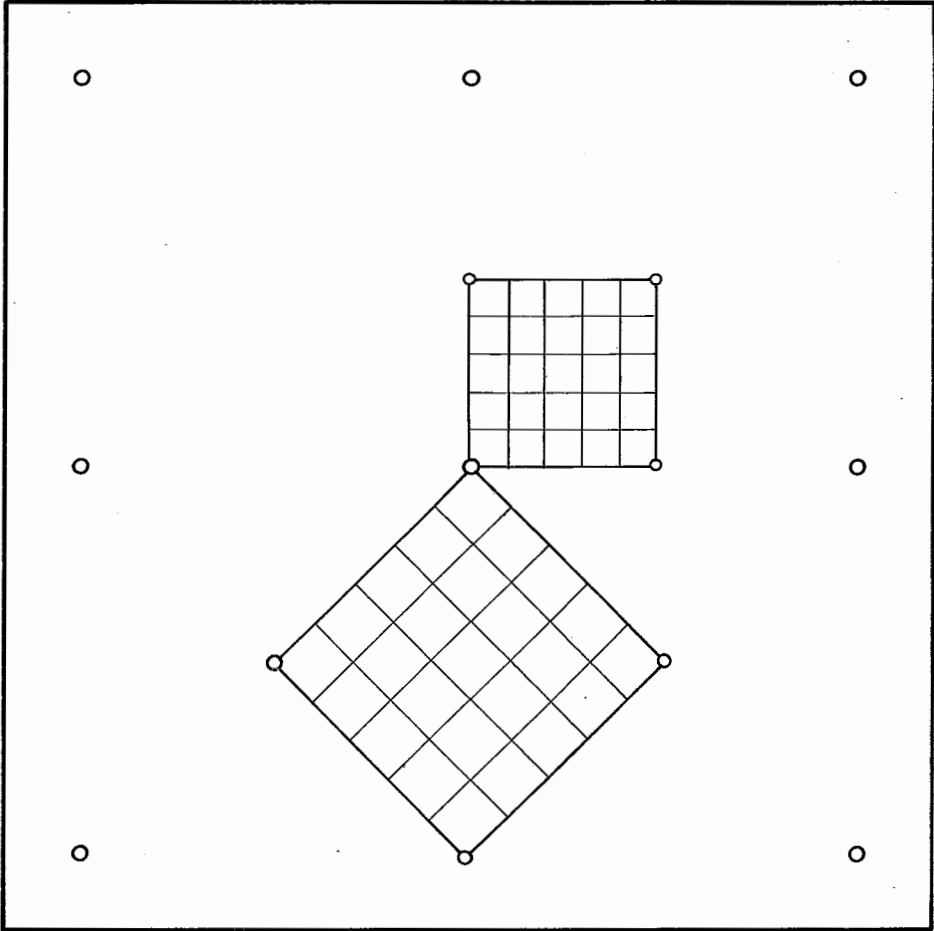


Figura II.5 - Grades Paralelas e Diagonais

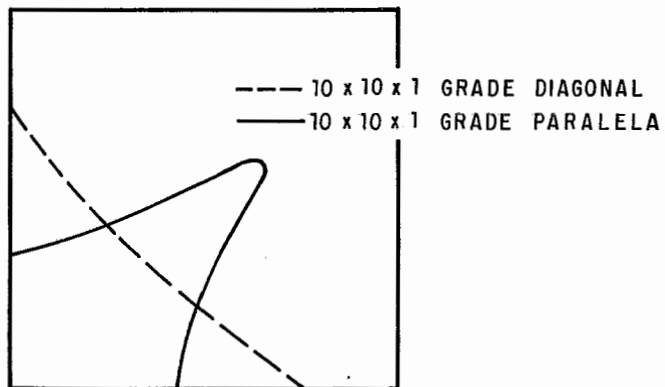


Figura II.6 - Frente de Saturação de Vapor

Uma sugestão para solver a anisotropia da frente calculada é aplicar a cada célula o balanço de materiais envolvendo as 8 células vizinhas no modelo bi-dimensional e as 26 células vizinhas no modelo tri-dimensionais em lugar das 4 células ou 6 células normalmente usadas nos modelos bi e tri-dimensionais.

Concluimos sucintamente que a aplicação destes modelos é indicada:

- no estudo de reservatórios grandes e sobre os quais se possuir grande volume de dados;
- para retratar com fidelidade os históricos de produção;
- onde o tempo de processamento exercido não é problema.

### II.3.3 - Modelo radial para estimulação com vapor.

A referência [4] apresenta o modelo que propiciou a solução do problema básico de reduzido tempo de processamento, cuja descrição comentada e detalhada é mostrada na referência [3].

É utilizado um modelo de reservatório circular concentrico ao poço com raio igual ao raio médio aquecido proposto pelo modelo de MARX e LENGENHEIM, referência [1], raio externo arbitrado na dependência do raio de influência do poço e temperatura igual a temperatura média do reservatório calculada do modo indicado também na referência [1].

O cálculo da produção do poço após a estimulação pode ser feito por simples regra de 3 ou seja:

$$q_E = q_F * \frac{M_F}{M_E}$$

onde:

$q_E$  = nova produção do poço estimulado

$q_F$  = produção anterior

$M_F$  = viscosidade do óleo antes da estimulação

$M_E$  = Viscosidade do óleo depois da estimulação

Comparações entre este modelo e resultados de campo mostraram como divergência que o modelo apresenta a produção do segundo ciclo de vapor bem próximas do primeiro, sendo os demais constantes e iguais ao segundo. Considerando que resultados da produção de poços estimulados com vapor normalmente apresentam a maior produção no primeiro ciclo, observa-se um decréscimo acentuado nos ciclos seguintes como mostra a Figura II.7, atribuindo-se esse efeito em grande parte à influência da temperatura na permeabilidade relativa.

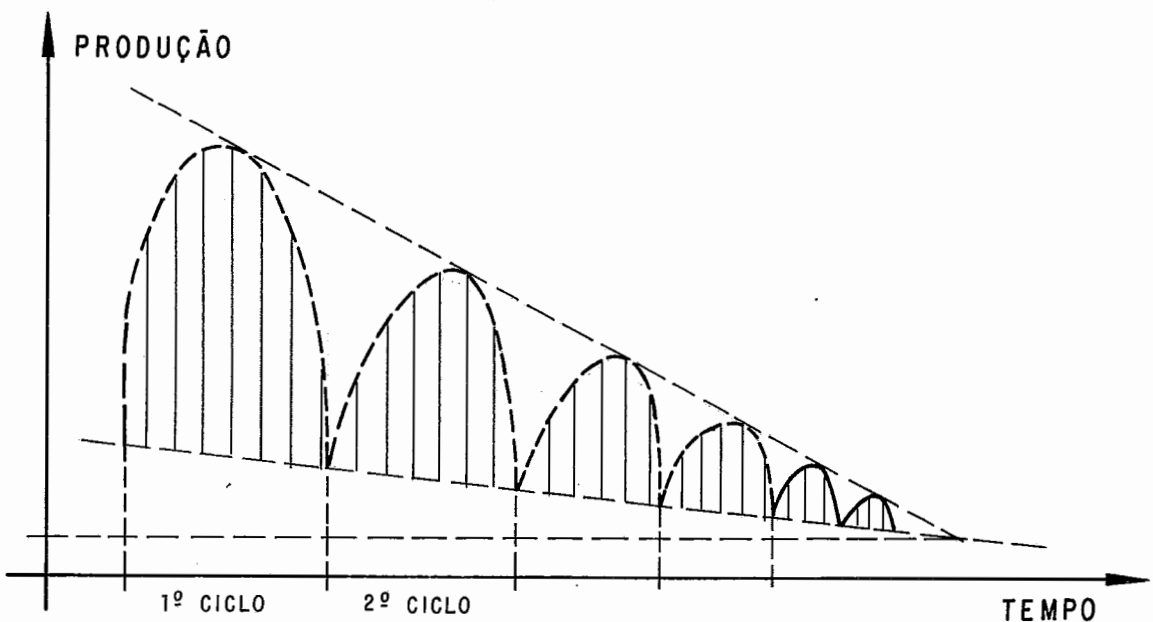


Figura II.7 - Perfil da Produção de Poços Estimulados com Vapor

A pesquisa deste fenômeno levou ao estudo detalhado da influência da temperatura na permeabilidade relativa, referências [8] e [9] já mencionadas.

Para a escolha final do modelo a ser usado no trabalho consideramos como verdadeiras as hipóteses:

- 1) a estimulação com vapor é um processo que envolve o reservatório, porém a nível de poço, sendo dispensável portanto, o uso de grandes simuladores numéricos, mais indicados para mapearem toda a jazida petrolífera;
- 2) O efeito do vapor no campo de temperatura é radial sendo suficiente a escolha de um dos modelos matemáticos propostos pelas referências [1], [2], [3], [11] ou [12], para reproduzir com boa precisão os efeitos de laboratórios mostrados na referência [2] ;
- 3) O balanço de materiais dos fluídos do reservatório é comprovadamente o método indicado para estimar as produções reais e o que falta produzir do reservatório. Conclui-se que este método está apto a reproduzir o perfil de produção mostrado na Figura II.7;
- 4) O tempo dispendido com o balanço de materiais é grande quando se aplica a teoria de fluxo considerando-se várias fases, tendo-se grande número de células interagindo, a exemplo dos modelos bi e tri-dimensionais;
- 5) A anisotropia numérica referida nas Figuras II.5 e II.6 no item 2.3.2, não é relevante quando se usam células radiais.

As hipóteses feitas neste parágrafo são suficientes para justificar a escolha de um modelo com as características básicas mostradas a seguir:



1. Uso do campo de temperatura proposto pelo modelo matemático da referência [1] ;

2. Uso da teoria de fluxo radial considerado de modo bifásico (óleo, água) para o balanço de materiais do sistema levando-se em conta os efeitos da capilaridade da água. O sistema bifásico foi adotado uma vez que por hipótese, após o tempo de "soak" (embebição) do vapor no reservatório restarão apenas óleo e água;

3) solução totalmente implícita do sistema acima constituído utilizando o algoritmo proposto na referência [10].

III. DESCRIÇÃO DO SIMULADOR

### III. DESCRIÇÃO DO SIMULADOR

#### III.1 - Introdução

Trata-se de um simulador para estimulação com vapor, com capacidade para respostas rápidas e relatórios conclusivos.

As facilidades aqui referidas foram conseguidas em virtude do reduzido tempo de processamento exigido pelo mesmo, conjugado com facilidades de processamento conversacional através do terminal de video.

Dentre as características mais acentuadas do simulador temos a salientar:

- a) uso de um modelo de reservatório circular uniformemente permeável;
- b) subdivisão do reservatório em células concêntricas ao poço, com propriedades tais como: pressão, saturação, temperatura, atribuídas ao ponto médio das células;
- c) uso do campo de temperatura do modelo de MARX e LANGENHEIM, proposto na referência [1], que apresenta a temperatura distribuída radialmente em torno do poço, sendo a mesma idealizada por uma função degrau, a qual determina os valores das temperaturas, uma vez que a cada degrau da função corresponde um nível de temperatura em uma dada célula;
- d) aplicação da teoria de escoamento de fluxo radial em meio poroso considerado de modo bifásico (óleo, água) para balanço de materiais do sistema levando-se em conta os efeitos da capilaridade entre o óleo e a água;

- e) solução totalmente implícito do sistema de equações acima referido;
- f) possibilidades de processamento convencional (batch) e conversacional através do terminal de video.

### III.2 - Modelo de Temperatura

Este modelo Figura III.1 está baseado na hipótese de que a rocha com óleo é uniforme e é invadida radialmente pe lo vapor injetado.

Para poços produzindo por camadas multiplas, ca da camada é considerada como estando invadida de modo igual às outras, ( a mesma distância radial).

As perdas de energia no poço e as por condução para as rochas impermeaveis adjacentes (folhelhos) são levadas em conta quando do cálculo do raio médio aquecido  $R_m$ . Após o fim da injeção a condução de calor, por hipótese, conti nua. Isto resulta então no resfriamento das camadas produto ras dentro de um raio  $r < R_m$  enquanto ocorre um aquecimento da porção não aquecida da camada produtora e das camadas imper meáveis adjacentes, no intervalo  $r > R_m$ .

Todavia no cálculo da vazão de produção de óleo, supõe-se que a distribuição de temperatura no reservatório Fi gura 3.2 toma a forma de uma função degrau ("step function" ) idealizada de modo a conduzir a subdivisão do reservatório em células circulares onde a cada célula corresponde um degrau da função. A temperatura média da célula 1  $T_{M1}$  se estende do poço até o raio médio da frente de vapor  $R_{ve}$  a temperatura ori ginal do reservatório  $T_r$  se estende através de toda região  $R > R_m$ . A temperatura das células intermediárias são consideradas mornas.

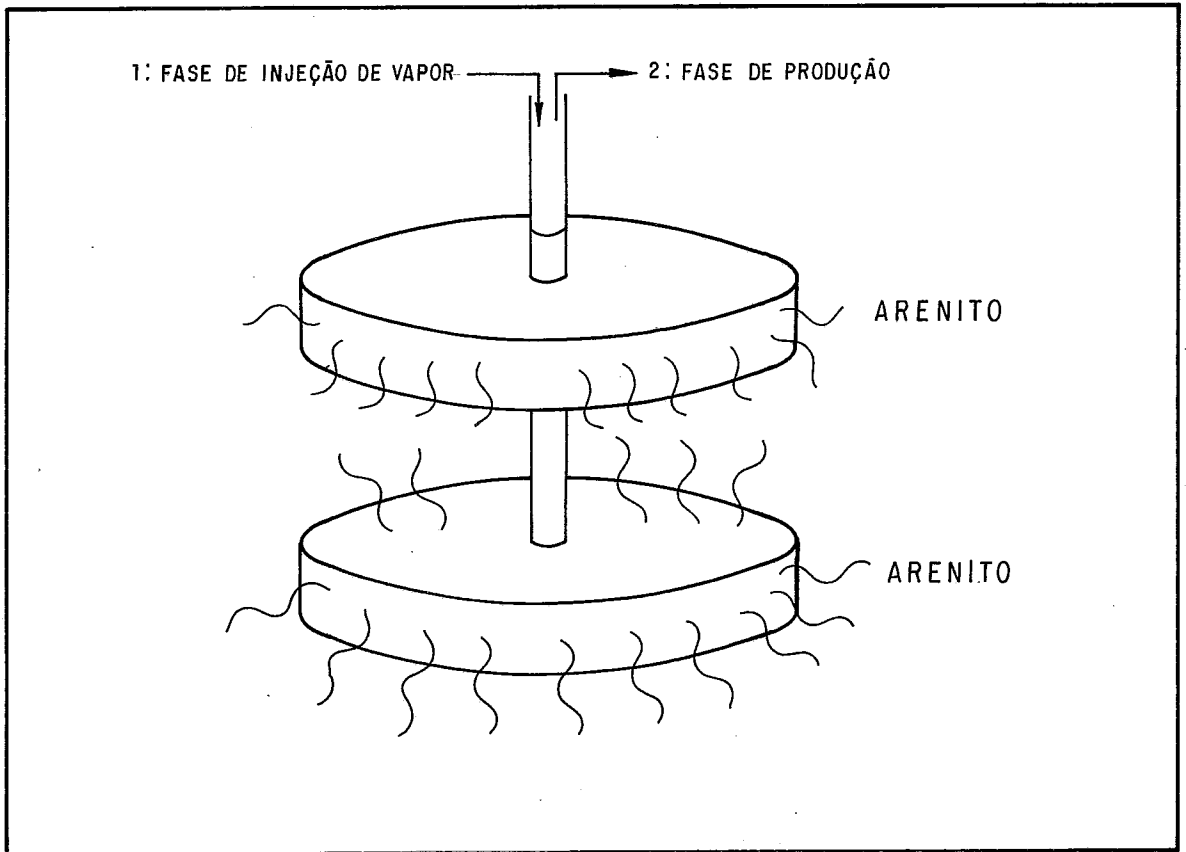


Figura III.1 – Distribuição Radial do Vapor

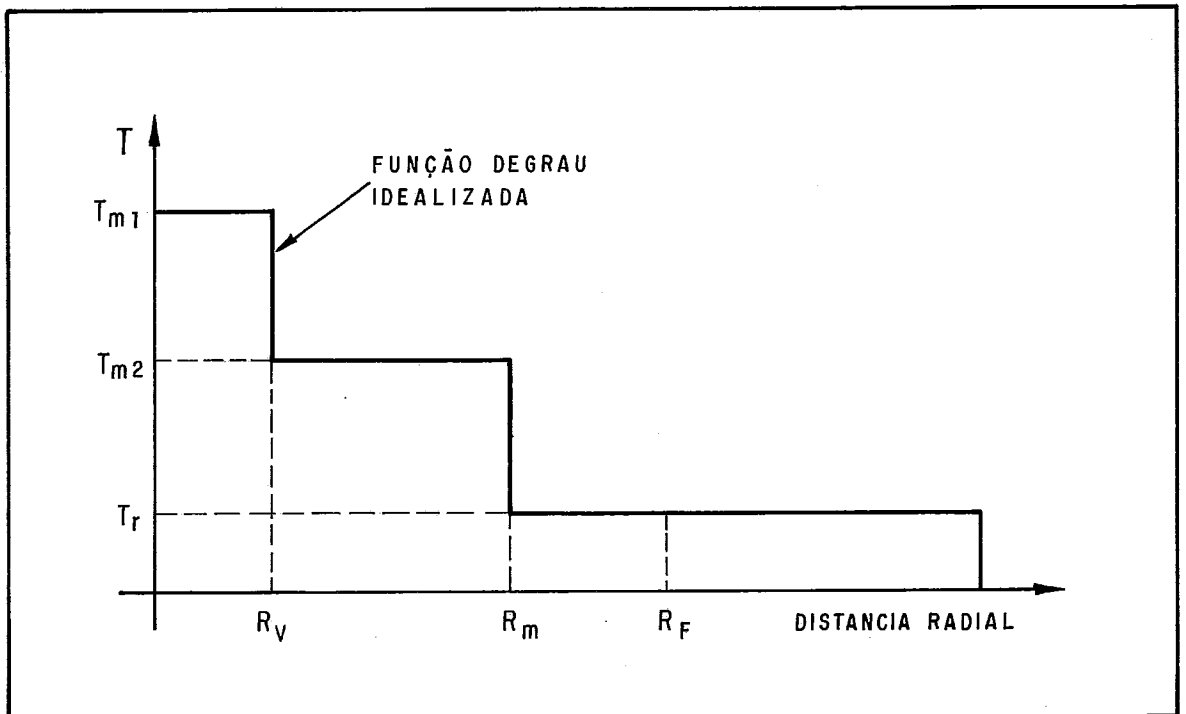


Figura III.2 – Distribuição das Temperaturas

### III.2.1 - Cálculo da Perda de Calor nas Paredes do Poço

É dada por:

$$Q_{hl} = 2 \cdot \pi \cdot Z \cdot K \cdot R_c^2 \left( T_s - T_r + \frac{a \cdot Z}{2} \right) \frac{I}{D} \quad (\text{III.1})$$

onde:

$Q_{hl}$  = Calor perdido em Kcal.

$Z$  = Profundidade do reservatório metros.

$K$  = Condutividade térmica das camadas superiores (overburden) Kcal/m. dia. °C.

$R_c$  = Raio interno da tubulação de injeção (tubing) - metros

$T_s$  = Temperatura do vapor - °C

$T_r$  = Temperatura do reservatório - °C

$a$  = Gradiente geotérmico - °C/metros

$D$  = Difusividade térmica das camadas superiores (overburden) m<sup>2</sup>/dia

$I$  = Fator adimensional, lido da Figura III . 3 como função de  $\bar{J} = \frac{D t_i}{R_c^2}$  (III.2)

$t_i$  = Tempo de injeção, - dias

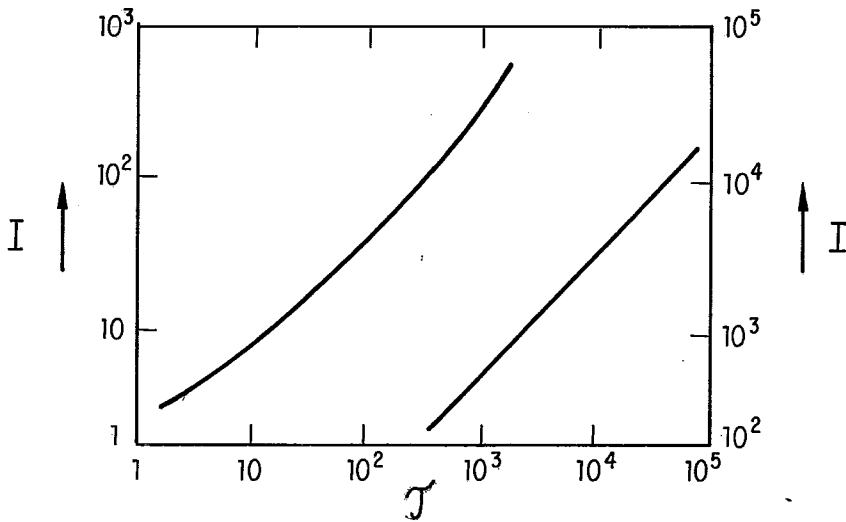


Figura III.3 - Fator Adimensional I

III.2.2 - Cálculo do Título Médio do Vapor no Fundo do Poço.

$$X_i = X_s - \frac{Q_{h1}}{1000 \cdot t_i \cdot q_s \cdot \ell} \quad (\text{III.3})$$

onde:

$X_s$  = título do vapor na cabeça do poço

$q_s$  = vazão de injeção do vapor, m<sup>3</sup>/dia

$\ell$  = calor latente do vapor, - Kcal/kg

$Q_{h1}$  = perda de calor nas paredes do poço - Kcal

III.2.3 - Cálculo do Raio Aquecido Médio (rh) Usando o Modelo de MARX e LANGENHEIM.

$$\frac{r_h}{r_h}^2 = \frac{1000 h^2 \sum_{i=1}^n h_i \cdot q_s (X_i \cdot \rho + h_w - h_{w,r}) \xi_s}{4K \pi (T_s - T_r) \sum_{i=1}^n h_i} \quad (\text{III.4})$$

com

$$\frac{r_h}{r_h}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n r_n^2 \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (\text{III.5})$$

onde:  $h_w$  = Entalpia específica da água à temperatura  $T_s$ , - Kcal/kg

$h_{w,r}$  = Entalpia específica da água à temperatura  $T_r$ , - Kcal/kg

$h_i$  = Espessura da camada produtora  $i$ , - metros

$\sum_{i=1}^n h_i$  = Soma das espessuras das camadas produtoras, - metros

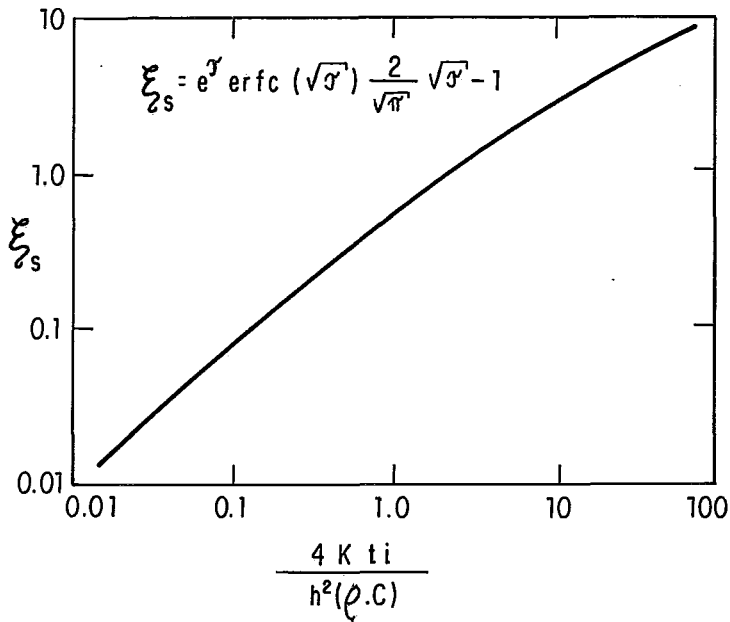
$h$  = Espessura média do arenito, - metros

$$\xi_s = e^{-\tau} \operatorname{erfc}(\sqrt{\tau}) + \frac{2}{\sqrt{\tau_1}} \cdot \sqrt{\tau} - 1 \quad \text{Figura III.4}$$

com

$$\tau = \frac{4 \cdot D \cdot t_i}{\left( \sum_{i=1}^n h_i \right)^2} \quad (\text{III.6})$$





$\rho$  = densidade da rocha - lb/pés  
 $C$  = calor específico da rocha - Btu/lb - °F

Figura III.4 - Posição Adimensional a Região Lavada pelo Vapor

#### III.2.4 - Cálculo do Raio do Vapor ( $r_v$ ), Usando o Modelo de MARX e LANGENHEIM.

O raio da frente de vapor ( $r_v$ ) é obtido através das mesmas formas usadas no cálculo do raio médio aquecido ( $r_h$ ), sendo neste caso, omitido os termos referentes a entalpia da água, ou seja:

$$\frac{r_{hi}^2}{r_{hi}^2} = \frac{1000 \times h_i^2 \times q_s \times x_i \xi_s}{4 K (T_s - T_r) \sum_{i=1}^n h_i} \quad (\text{III.7})$$

O raio norno ( $r_m$ ) é calculado em função do raio da frente de vapor ( $r_v$ ) vezes um fator ( $\text{fatr}$ ):

$$r_m = r_v \times \text{fatr} \quad (\text{III.8})$$

O fator (fat<sub>r</sub>) pode ser informado como dado de entrada. Caso tal prerrogativa não seja utilizada, é assumido o valor 2.

### III.2.5 - Cálculo da Temperatura média do reservatório.

Para cada intervalo de tempo  $t = t - t_i$  ( $t > t_i$ ) calcular a temperatura média Tav<sub>g</sub> (°F) do reservatório.

$$T_{avg} = T_r + (T_s - T_r) \cdot [V_r \cdot V_z (1 - \sigma) - \sigma] \quad (\text{III.9})$$

onde:

$$V_r = 0.180304 - 0.41269\chi + 0.18217\chi^2 + 0.14951\chi^3 + 0.024183\chi^4$$

$$\text{com } \chi = \log_{10} \left( \frac{Dt}{rn^2} \right)$$

$$V_z = 0.474884 - 0.56832y - 0.239719y^2 - 0.035737y^3$$

$$\text{com } y = \log_{10} \left( \frac{4 Dt}{h^2} \right)$$

Sendo

$$h = \frac{1000qs - t_i(\bar{X}_i + h_w - h_{w,r})}{\pi \cdot r_n^2 \cdot (T_s - T_r)} \quad , \text{ pés} \quad (\text{III.10})$$

$$e M = (1-\phi) \rho_r \cdot C_r + S_w \phi \cdot \rho_w \cdot C_w + S_o \phi \cdot \rho_o \cdot C_o \quad , \text{ Kcal/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$$

(capacidade calorífica/ da rocha reservatório)

$\phi$  = porosidade,

$\rho_i$  = densidade, rocha, água e óleo - Kg/m<sup>3</sup>

$S_w, S_o$  = Saturação de água e óleo - fração

$C_i$  = calor específico, rocha, água e óleo, - Kcal/kg-°C

e para  $\sigma$  temos:

$$\sigma = \left[ \frac{H_{ow}}{2 \cdot \pi \cdot \sum_{i=1}^n h_i \cdot r_i^2 \cdot M(T_s - T_r)} \right], \text{ dimensional} \quad (\text{III.11})$$

com  $H_{ow}$  = Calor removido com os fluidos produzidos, - Kcal

$$H_{ow} = 5.615 (q_o \cdot \rho_o \cdot o + q_w \cdot \rho_w \cdot C_w) (T_{avg} - T_r), \text{ - Kcal} \quad (\text{III.12})$$

onde  $q_o, q_w$  = produção de óleo e água no período, - m<sup>3</sup>

O cálculo do calor removido com os fluidos produzidos bem como o cálculo da nova temperatura média do reservatório exige o conhecimento de  $q_o$  e  $q_w$ , os quais são obtidos do modelo de produção abaixo.

### III.3 - Modelo de Produção

#### III.3.1 - Modelo de diferenças finitas totalmente implícito.

Neste anexo estão relacionadas as fórmulas usadas no modelo de diferenças infinitas totalmente implícito para o fluxo radial bifásico com sistemas óleo e água.

Trata-se de uma condensação da teoria usada, para permitir ao usuário do simulador, avaliar a capacidade e as limitações do mesmo.

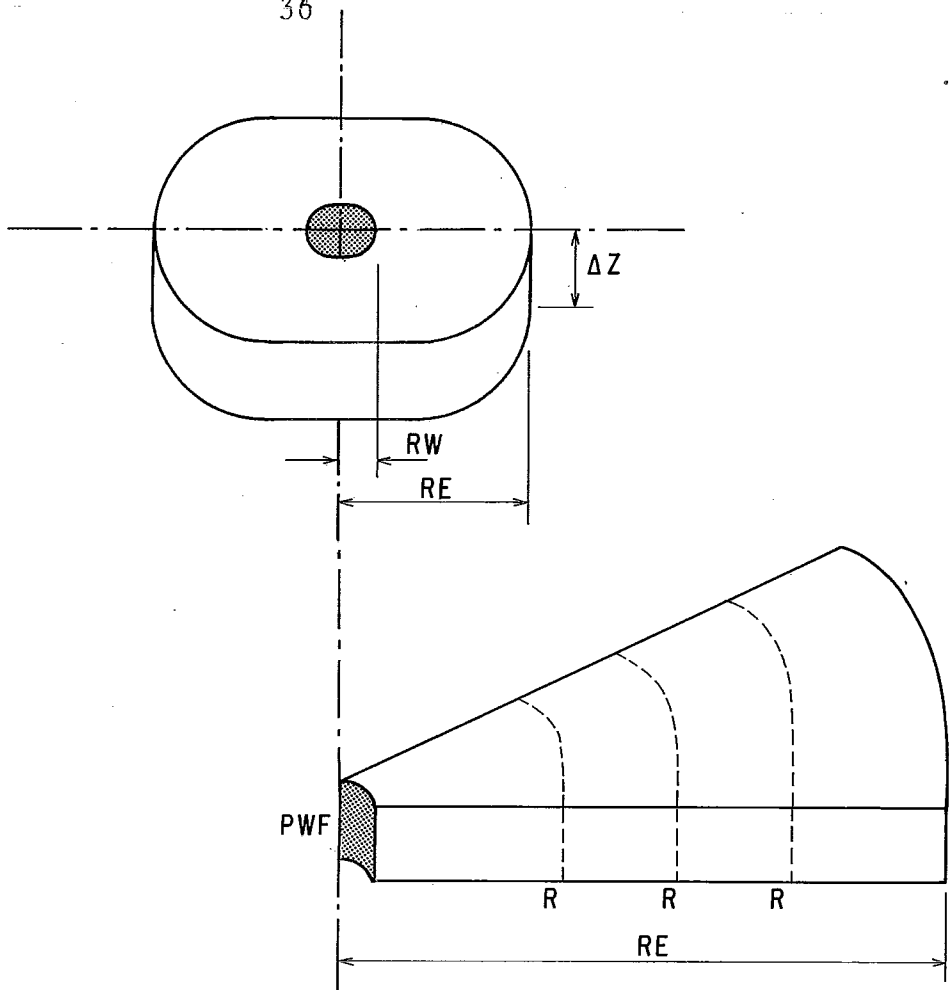


Figura III.1 - Esquema do Reservatório.

I. Equação básica de fluxo radial monofásico:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \cdot \lambda r \cdot \frac{\partial P}{\partial r} \right) = C \cdot \frac{\partial P}{\partial t} + q \quad (\text{III.13})$$

II. Equações para fluxo radial bifásico (sistema óleo - água)

Desprezando-se os efeitos de gravidade, as equações básicas para óleo e água podem ser escritas como:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \cdot \lambda_{ro} \cdot \frac{\partial P_o}{\partial r} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left( \phi \cdot \frac{S_o}{B_o} \right) + q_o \quad (\text{III.14.a})$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \cdot \lambda_{rw} \cdot \frac{\partial P_w}{\partial r}) = \frac{\partial}{\partial r} (\phi \cdot \frac{S_w}{B_w}) + q_w \quad (\text{III.14-b})$$

A discretização do lado esquerdo das equações (III-14-a e b) podem ser escritas como abaixo:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial r^2} (r \cdot \lambda_{ro} \frac{\partial P_o}{\partial r}) = T_{ro, i-1/2} \cdot (P_o - P_o)_i + T_{ro, i+1/2} \cdot (P_o - P_o)_i \quad (\text{III.15-a})$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \cdot \lambda_{rw} \frac{\partial P_w}{\partial r}) = T_{rw, i-1/2} \cdot (P_w - P_w)_i + T_{rw, i+1/2} \cdot (P_w - P_w)_i \quad (\text{III.15-b})$$

Usando-se uma terminologia compactada as equações (III.15.a e b), podem ser escritas na forma:

$$\Delta T_{ro} \cdot \Delta P_o = T_{ro, i-1/2} \cdot (P_o - P_o)_i + T_{ro, i+1/2} \cdot (P_o - P_o)_i \quad (\text{III.16-a})$$

$$\Delta T_{rw} \cdot \Delta P_w = T_{rw, i-1/2} \cdot (P_w - P_w)_i + T_{rw, i+1/2} \cdot (P_w - P_w)_i \quad (\text{III.16-b})$$

A discretização do lado direito das equações 4-a e a-b, consiste na expansão dos termos de acumulação do óleo e da água, nos tempos n e n+1. Usando formas compactadas podemos escrever:

$$\Delta_t \left( \phi \cdot \frac{S_o}{B_o} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left( \phi \cdot \frac{S_o}{B_o} \right) \quad (\text{III.17-a})$$

$$\Delta_t \left( \phi \cdot \frac{S_w}{B_w} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left( \phi \cdot \frac{S_w}{B_w} \right) \quad (\text{III.17-b})$$

$$\Delta_t P_w = P_w^{n+1} - P_w^n \quad (\text{III.18})$$

$$\Delta_t S_w = S_w^{n+1} - S_w^n \quad (\text{III.19})$$

considerando a influência da pressão capilar temos que:

$$P_c = P_o - P_w \quad (\text{III.20})$$

e que:

$$P_c = F(S_w) \quad (\text{III.21})$$

teremos:

$$\frac{\partial P_c}{\partial S_w} \cong P_c' \quad (\text{III.22})$$

podemos escrever:

$$\Delta_t P_w = \Delta_t P_o - P_c' \cdot \Delta_t S_w \quad (\text{III.23})$$

Considerando como hipótese que:

$$\frac{d \emptyset}{d P} = \frac{\frac{d \emptyset}{d t}}{\frac{d P}{d t}} \quad (\text{III.24})$$

podemos escrever:

$$\emptyset^{n+1} = \emptyset^n + \emptyset' \cdot \Delta_t P_o \quad (\text{III.25})$$

Finalmente temos para as equações 7-a e 7-b as seguintes equações discretizadas, nas formas compactadas:

$$\Delta_t \left( \varnothing \frac{S_o}{B_o} \right) = (\varnothing \cdot B_w)^{n+1} \cdot \Delta_t S_w + (\varnothing \cdot S_w)^n B_w' \left[ \Delta_t P_o - P_c' \Delta_t \cdot S_w \right] \\ + S_w^n \cdot B_w^{n+1} \cdot \varnothing \cdot \Delta_t P_o \quad (\text{III.26-a})$$

$$\Delta_t \left( \varnothing \frac{S_w}{B_w} \right) = - (\varnothing \cdot B_o)^{n+1} \cdot \Delta_t S_w \\ + (1 - S_w^n) (\varnothing^n \cdot B_o' + \varnothing' \cdot B_o^{n+1}) \cdot \Delta_t P_o \quad (\text{III.26-b})$$

Substituindo as equações 7-a, 7-b, 16-a e 16-b, nas equações 4-a e 4-b, teremos finalmente as equações de fluxo, que foram usadas no simulador na forma abaixo:

$$\left[ \Delta T_{rw} (\Delta_t P^{n+1} - P_c' \cdot \Delta_t S_w^{n+1}) \right] = \left[ d_{11} \cdot \Delta_t P_o + d_{12} \cdot \Delta_t S_w \right] + q w_i \quad (\text{III.27-a})$$

$$\left[ \Delta T_{ro} \cdot \Delta P_o^{n+1} \right] = \left[ d_{21} \cdot \Delta_t P_o + d_{22} \cdot \Delta_t S_w \right] + q o_i \quad (\text{III.27-b})$$

onde:

$$d_{11} = \frac{V_i}{\Delta t} \left[ S_w^n (\varnothing^n \cdot B_w' + \varnothing' \cdot B_w^{n+1}) \right] \quad (\text{III.28})$$

$$d_{12} = \frac{V_i}{\Delta t} \left[ (\varnothing \cdot B_w)^{n+1} - (\varnothing \cdot S_w)^n \cdot B_w' \cdot P_c' \right] \quad (\text{III.29})$$

$$d_{21} = \frac{V_i}{\Delta t} \left[ (1 - S_w^n) (\varnothing^n \cdot B_o' + \varnothing' \cdot B_o^{n+1}) \right] \quad (\text{III.30})$$

$$d_{22} = \frac{V_i}{\Delta t} \left[ - (\varnothing \cdot B_o)^{n+1} \right] \quad (\text{III.31})$$

### III.3.2 - Dimensionamento das Células.

#### 1. LAY-OUT

TMR(1) =	.....	...	TMR(NCEL) =
TMEDIA			TRES
RAIO(1) =	.....	...	RAIO(NCEL) =
RQ			RE

#### 2. CÁLCULO DOS RAIOS DAS CÉLULAS:

$$\text{RAIO (N)} = \text{RQ} * \text{FATR (N)}$$

onde:

N = enésima célula

RQ = raio médio aquecido calculado pelo modelo Boberg  
Lantz

FATR(N) = fator raio igual a razão da enésima célula e  
o raio médio aquecido

RAIO(N) = raio externo da enésima célula.

#### 3. CÁLCULO DA TEMPERATURA MÉDIA DAS CÉLULAS:

$$\text{TMR(N)} = \text{TRES} + (\text{TMEDIA} - \text{TRES}) * \text{FATT(N)}$$

onde:

N = enésima célula

TMEDIA = temperatura média calculada pelo modelo Boberg  
Lantz

TRES = temperatura do reservatório

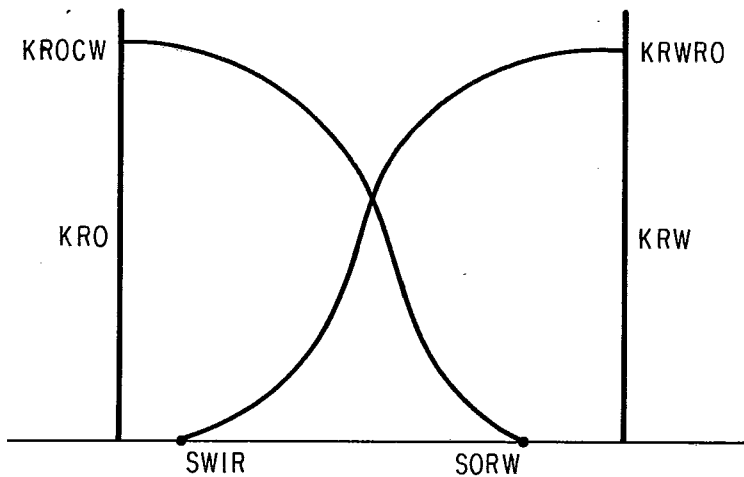
FATT(N) = fator temperatura da enésima célula.

TMR(N) = temperatura média enésima célula.



### III.3.3 - Correlações usados no Cálculo das Permeabilidades KRO-KRW.

#### I. FORMA DAS CURVAS:



#### II. EQUAÇÕES:

$$K_{ro} = K_{rocw} * ((1 - S_{orw} - S_w)/(1 - S_{orw} - S_{wir}))$$

$$K_{rw} = K_{rwro} * ((S_w - S_{wir})/(1 - S_{orw} - S_{wir}))$$

#### III. VALIDAÇÕES FEITAS NAS PERMEABILIDADES

$$S_w \leq S_{wir} \rightarrow K_{rw} = 0 \quad K_{ro} = K_{rwro}$$

$$S_o \leq S_{orw} \rightarrow K_{ro} = 0 \quad K_{rw} = K_{rwro}$$

### III.3.4 - Correlações Usadas no Cálculo da Viscosidade.

1 - ÁGUA:

$$\mu_w = 2.185 / (0.04012 * T + 5.1547 * T^2 * 10^{-6} - 1)$$

2 - ÓLEO:

$$\mu_o = A * od^B$$

onde:

$$A = 10.715 / (RS + 100)^{0.515}$$

$$B = 5.44 / (RS + 150)^{0.338}$$

$$od = 10^x - 1$$

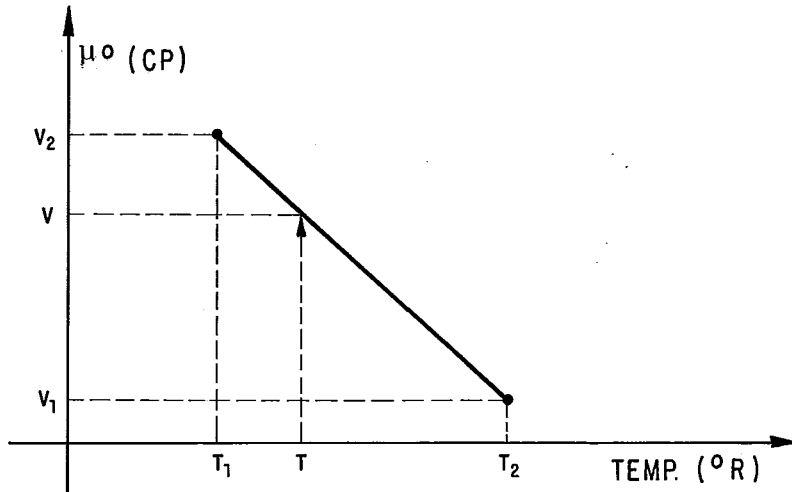
$$X = y/T^{1.163}$$

$$Y = 10^z$$

$$Z = 3.0324 - 0.02023 * API$$

## 3. ÓLEO (Correlação 2)

- Curva



- Equações

$$\begin{aligned} \mu_0 &= 10 \cdot 10^A - 0.8 \\ A &= 10^B \\ B &= C \cdot \log T + D \\ C &= (X1 - X2) / X3 \\ D &= X1 - C \cdot \log T1 \\ X1 &= \log (\log (V1 + 0.8)) \\ X2 &= \log (\log (V1 + 0.9)) \\ X3 &= \log (T1) - \log T2 \end{aligned}$$

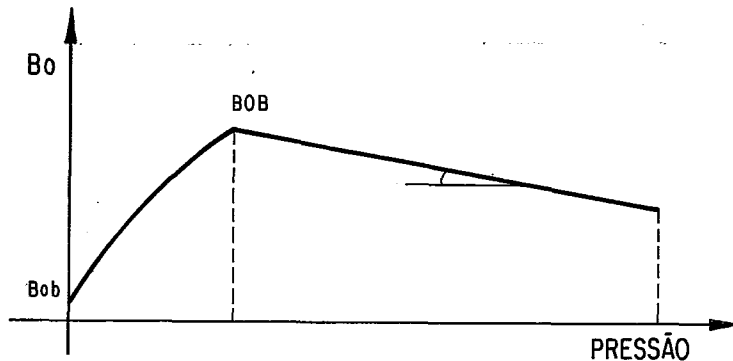
- Nomeclatura

$V1$  = viscosidade 1 conhecida  
 $V2$  = viscosidade 2 conhecida  
 $T1$  = temperatura 1 conhecida

$T_2$  = temperatura 2 conhecida  
 $T$  = temperatura final conhecida  
 $\mu_o$  = viscosidade final.

### III.3.5 - Fatores de Formação BO - BW

#### I. FORMA DA CURVA



#### II. EQUAÇÕES

$$b_o = 1/B_{oi} + C_o(P_f - P_i) - C_{ot} (T_f - T_i)$$

$$b_w = 1/B_{wi} + C_w(P_f - P_i) - C_{wt} (T_f - T_i)$$

$$B_o = 1/b_o$$

$$B_w = 1/b_w$$

onde:

$P_i$  = pressão inicial do reservatório

$P_f$  = pressão final

$T_i$  = temperatura inicial do reservatório

$T_f$  = temperatura final

$B_{oi}$  = fator de formação do óleo em  $P_i$  e  $T_i$

$B_{wi}$  = fator de formação da água em  $P_i$  e  $T_i$

$B_o$  = fator de formação do óleo em  $P_f$  e  $T_f$

$B_w$  = fator de formação da água em  $P_f$  e  $T_f$

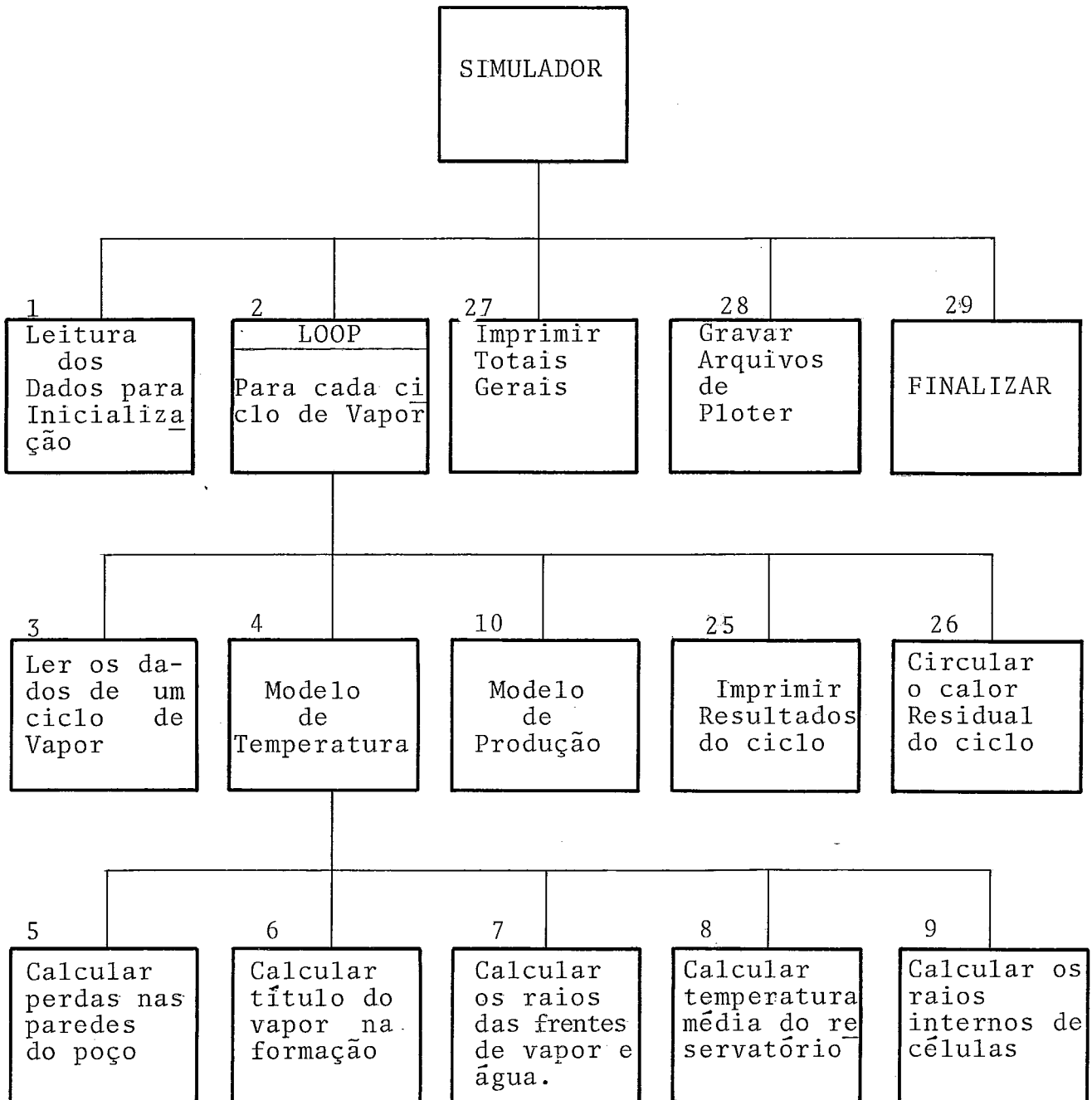
$C_o$  = coeficiente de expansão isotérmica do óleo

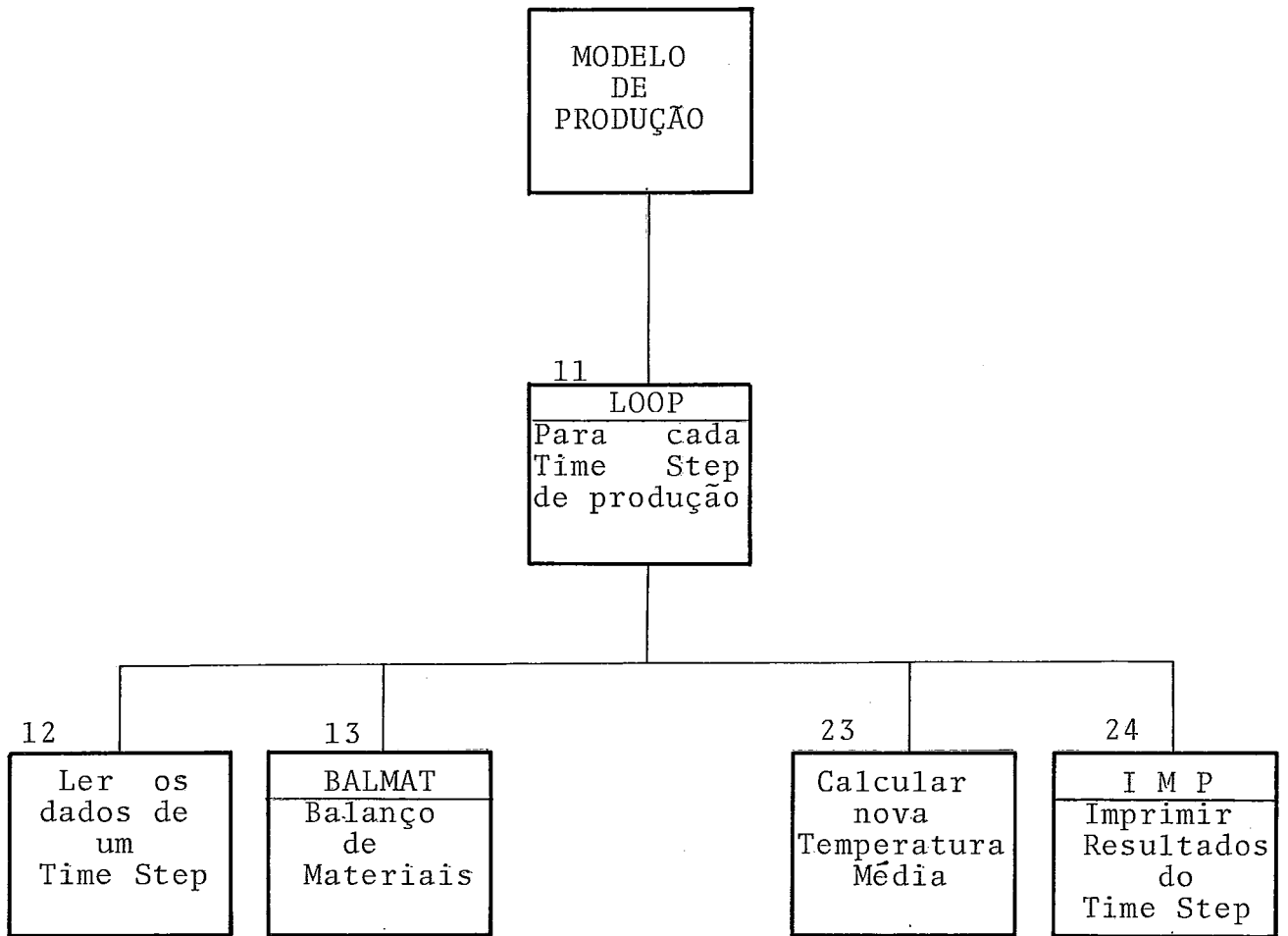
$C_{ot}$  = coeficiente de expansão isobárica do óleo

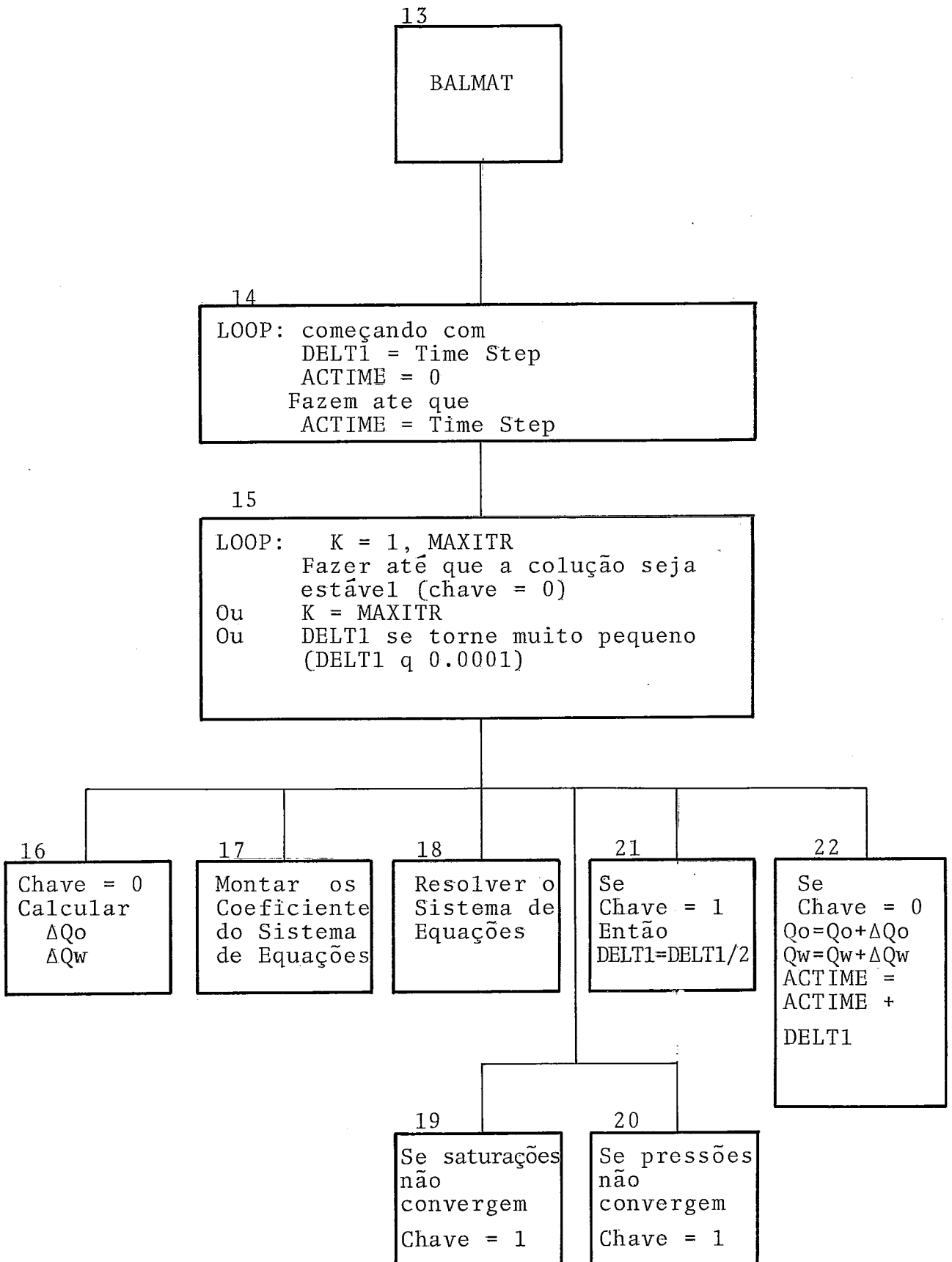
$C_w$  = coeficiente de expansão isotérmica da água

$C_{wt}$  = coeficiente de expansão isobárica da água

## III.4 - FLUXOGRAMA DO SISTEMA









### III.5 - Descrição Sucinta do Sistema.

O simulador compõe-se basicamente de 29 módulos lógicos, já mostrados no fluxograma estruturado, sendo que a cada módulo corresponde uma ou mais funções descritas abaixo:

1. Leitura dos comandos iniciais em formato livre contendo as propriedades dos fluidos e termodinâmicas necessárias à inicialização do simulador. Esta leitura se processa até que seja detectado um comando de ciclo de vapor.

DEFAULTS : existem valores razoáveis à maioria dos dados de entrada, estando estes a disposição, objetivando a redução do volume dos dados de entrada em alguns casos substancial.

2. Será feito um loop de processamento dos itens 3 a 26, até que todos os ciclos de vapor tenham sido processados.

3. Ler um comando de ciclo de vapor.

4. Processar o modelo de temperatura dos itens 5 até 9.

5. Cálculo das perdas de calor nas paredes do poço conforme mostrado no modelo de temperatura.

6. Cálculo do título do vapor no fundo do poço, conforme mostrado no modelo de temperatura.

7. Cálculo dos raios médios aquecidos das frentes de vapor e água quente, conforme a descrição do modelo de temperatura.

re.

8. Cálculo da temperatura média do reservatório.

9. Cálculo dos reios internos das células de acordo com o item III-3-2.

10. Processamento do modelo de produção.

11. Para cada um dos n time steps de produção indicados pelos comandos TIME , executar os passos de 12 a 24.

12. Ler os dados de um time step contendo: duração do intervalo (DELTAT) e a pressão de fundo de poço que deverá ser mantida pela bomba instalada no fundo do mesmo.

13. Balanço de materiais incluindo : determinação das propriedades de fluidos e termodinâmicas para cada célula, montagem dos coeficientes do sistema de equações, solução, testes de convergência seguido da subdivisão automática do time step em casos de não convergência de solução entre as interações  $k$  e  $k + 1$ , ou seja as variações de saturação de água ou temperatura média das células entre os tempos  $n$  e  $n + 1$  se mostrar excessiva a ponto de colocar o resultado final sob suspeita.

14. Começando com ACTIME=0, executar o loop compreendendo os passos 15 a 22 até que ACTIME = Time Step.

15. Para cada uma das k iterações executar os passos 16 a 22. Interromper o processamento em caráter definitivo acusando erro de convergência se o valor de k for superior ao número máximo de iterações (MAXITR) ou o valor do intervalo de tempo a ser simulado (DELTAT) for tornado inferior a 0.0001.

16. Calcular as produções de óleo e água, multiplicando o índice de produtividade (dado de entrada) pelo diferencial entre a pressão da célula 1 e a pressão de sucção da bomba. Estas produções devem ser validadas contra as vazões máximas de óleo e água informadas na variável QMAX, e se necessário reduzidas. Fazer a chave de subdivisão de time-step igual a  $\emptyset$ .

17. Montar os coeficientes do sistema de equações.

18. Resolver o sistema através do algoritmo proposto na referência [10].

19. Testar a convergência do sistema entre as interações  $k$  e  $k + 1$ .

20. Testar a confiabilidade da solução entre os tempos  $n$  e  $n + 1$ .

21. Testar a convergência do sistema no passo 19 e testar a confiabilidade da solução no passo 20. Subdividindo o time step à metade nos casos de problemas de convergência ou confiabilidade na solução.

22. Caso a chave a que se refere o passo 18 estiver desligada calcular as produções reais do time step multiplicando as produções calculadas no passo 15 pelo intervalo de tempo DELTAT, acumulando as produções reais e os intervalos de tempo processados.

23. Calcular a nova temperatura média das células levando em conta as perdas de calor:

- (1) para os extratos superiores e inferiores do reservatório ;
- (2) com os fluidos produzidos, conforme o modelo de produção.

24. Imprimir os resultados do time step.

25. Imprimir os resultados do ciclo.

26. Calcular o calor remanescente no reservatório ao final do ciclo, o qual deve ser adicionado ao calor que será injetado no próximo ciclo.

27. Imprimir os totais gerais do simulador.

28. Gravar arquivo para a plotagem de gráficos.

29. Finalização.

IV. EXPERIMENTOS

#### IV. EXPERIMENTOS

##### IV.1 - Generalidades

No Brasil, o processo de estimulação com vapor tem sido bem sucedido em Sergipe no campo de Carmópolis localizado a Noroeste da cidade de Aracaju, conforme ilustra a Figura IV.1.

A escolha do poço CP-317 em detrimento a outros decorre dos motivos expostos a seguir:

- do sucesso de injeção de vapor nesta área de Carmópolis;
- da boa resposta do poço em pauta à estimulação com vapor;
- da quantidade e qualidade dos dados do histórico de pressão produção e de injeção do poço.

Os experimentos feitos com o simulador tem como objetivo a validação do modelo através da:

- reprodução o histórico do poço, no período anterior à injeção;
- Estimulação com vapor e aferição da produção real;
- Simulação de vários ciclos para prever o comportamento da produção.

##### IV.2 - Petrofísica

A zona de interesse foi a formação BARRA DE ITIUBA, constituída de corpos de arenito consolidados de idade

cretácica inferior.

Os dados abaixo mencionados foram dos mapas de perfis e de isopacas Figuras IV.2 e IV.3, estudos de perfis e análises de testemunho.

Profundidade	- 626 metros
Espessura média	50 metros
Porosidade	27,5 %
Permeabilidade absoluta	. 346 Darcyes
Saturação inicial de óleo	78.6 %
Saturação inicial de água	21.4 %
Saturação irreducível de água	. 175
Saturação residual de óleo	. 40
Permeabilidade relativa da água em presença do óleo residual	. 62
Permeabilidade relativa do óleo em presença da água inata	. 78
Compressibilidades da rocha	45.5 x 15 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup> -1

#### IV.3 - Propriedades dos Fluidos e Termodinâmicas

Pressão de óleo inicial	39.0 kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura inicial	48.9 °C
Densidade do óleo	22 API
Viscosidade do óleo	65 cp
Viscosidade da água	.6 cp
Compressibilidade do óleo	32.56 x 15 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup>

Compressibilidade da água	184.86 x 15 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico do óleo	0.899 g/cm <sup>3</sup>
Peso específico da água	1.00 g/cm <sup>3</sup>
Água de alimentação	
PH	11
dureza	0 ppm
oxigênio	0
Gerador de vapor	
capacidade	9090 kg/h
pressão máxima	175.8 kg/cm <sup>2</sup>
Título	80.0 %

#### IV.4 - Histórico de Produção e Injeção.

O poço CP-317-SE iniciou sua produção em meados de 1977 e até abril de 1978 produziu um volume de óleo acumulado de 2610 m<sup>3</sup>, segundo rateio mensal de produção.

A produção diária do período anterior a injeção de vapor era de 2,3 m<sup>3</sup> conforme os testes de produção.

Os dados relativos a injeção do primeiro ciclo de vapor que teve seu início em 19/04/78 e o seu término em 09/05/78 encontram-se na Tabela de injeção de vapor - Anexo I e na Figura IV.5.

#### IV.5 - Modelo de Simulação.

Atendendo às diretrizes do simulador, a área modelada foi delimitada com raio externo de 100 metros, raio do



poço de 0,18 metros e a espessura permeável de 51.6 metros. Na Figura IV.6 temos a divisão esquemática do reservatório em 3 células.

Para cada uma das células foram atribuídas as mesmas propriedades iniciais indicadas nos itens IV.2 e IV.3.

Os termos de produção de óleo e água pertencentes a célula do poço, serão calculadas a partir do índice de produtividade inicial do óleo (parametro IPIO) e do diferencial de pressão entre o reservatório e o fundo do poço ( parametro DELTAP).

A existência de produção anterior a gase de injeção permitiu o ajuste dos dados iniciais do item IV.5.

#### IV.6 - Ajuste do Histórico Anterior à Injeção.

Tendo em vista a existência de histórico de produção da fase anterior a injeção de vapor, foi feita a simulação dos dados referidos nos itens IV.2 a IV.4, de forma a reproduzir o perfil da produção do poço.

A reprodução das vazões de óleo e água foram obtidas ajustando as curvas de permeabilidades relativas dos fluidos mediante alteração dos expoentes das funções para o óleo e para água, (4) juntamente com o valor da pressão dinâmica de fundo de poço.

A Figura IV.7, mostra as curvas de permeabilidade ajustadas e no anexo II, encontra-se o relatório impresso dos resultados do processamento do simulador.

A ajustagem foi considerada boa tendo se conseguido reproduzir as vazões mantendo-se praticamente constante

o índice de produtividade e a pressão dinâmica de fundo de poço.

#### IV.7 - Simulação do Primeiro Ciclo de Vapor.

Para a realização desta etapa, foram adicionados aos dados da fase anterior, as partes pertinentes:

- as propriedades físicas e termodinâmicas do vapor injetado:
- os períodos de tempo a simular.

Foram utilizados 18 intervalos de tempo de 30 dias, divisão essa considerada adequada já que a influência do ciclo de vapor foi de aproximadamente de 1 ano e meio.

Para o ajuste das condições de contorno através do parâmetro alfa, foi usado o valor de 0.75, o que indica um certo grau de realimentação de fluidos pelas extremidades do reservatório.

Foram ajustadas as curvas de permeabilidades relativas ao óleo e água, simultaneamente com o perfil de pressão obtida a partir do nível dinâmico. A Figura IV.9 mostra o nível dinâmico do fluido no poço.

O resultado apresentado pela simulação do ciclo, foi uma produção acumulada de óleo de 8939 m<sup>3</sup>, com bsw de 26,0 % e uma razão óleo/vapor de 1.89

No mesmo período a produção real de óleo foi de 9427 m<sup>3</sup>, com bsw de 30%.

Na Figura IV.10 e no anexo II tem-se a evolução dos fatos acima abordados.

#### IV.8 - Previsão.

Em virtude de não terem ocorrido novas injeções no CP-317. a avaliação feita neste estudo, para aferir a potencialidade do poço em outros ciclos de vapor foi prejudicada.

Entretanto para efeito de análise foram simulados mais dois ciclos de injeção com vapor e o consumo dos resultados obtidos encontram-se plotados nas Figuras IV.11 e IV.12.

Pode ser observado nessas figuras que o comportamento da produção foi duplicado dentro de uma precisão considerada boa.

O comportamento dos ciclos subsequentes previstos pelo simulador apresentam características semelhantes no que concerne ao declínio da produção com o tempo. O fato de não terem sido realizados no campo novos ciclos impede a aferição dessa condição em níveis históricos.

V. OBSERVAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

## V. OBSERVAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.

1. Aparentemente o simulador é capaz de simular o comportamento de um ciclo de injeção de vapor, apresentando produções e pressões coerentes com as observadas no campo.

2. O processo de ajustagem não difere do convencional (modelos BOSS, FIRST), isto é, trabalha-se basicamente sobre as variáveis cujo grau de liberdade é muito grande, tais como, permeabilidades relativas distribuição inicial de pressão e saturação, etc.

3. Em relação a permeabilidade relativa água/óleo, o modelo aparente confirmou a necessidade da consideração do fenomeno da histerese, que provoca, após a injeção de vapor, uma melhora adicional nas características do fluxo de óleo.

4. O modelo mostrou a tendência de resultados mais otimistas do que os comentados encontrados na literatura.

5. A consideração da fase gás é importante a partir do segundo ciclo onde sua não consideração, no presente modelo, se reflete numa produção de óleo maior do que era de se esperar.

6. O tempo de resposta para a simulação do primeiro ciclo de vapor, referido no item IV.7 foi 25 seg de CPU para cada ciclo com 18 time steps de 30 dias, podendo-se considerar muito bom, compatível portanto com o processamento conversacional (on.line) através do terminal. A aferição do tempo de resposta foi feita no computador IBM 4341.

REFERÊNCIAS

- 1 - MARX J.W. and LANGENHEIM, R.H.; "TRANS. AIME" (1959) VOL. 216,312.
- 2 - WILLMAN, B.T. e Associados: "Laboratory Studies of Oil Recovery by Steam Injection". TRANS. AIME VOL. 222,1961
- 3 - VAN POOLLEN, H.K. and Associates; "Fundamentals os Enhanced Oil Recovery". TULSA, Oklahoma, PENN WELL BOOKS, 1980.
- 4 - BOBERG T.C. and LANTZ, R.B.: "Calculation of the Production Rate of a Thermally Stimulated Well". Jour. Pet. Tech. (Dec. 1966).
- 5 - COATS K.H.: "Three - Dimensional Simulation of Steamflooding". SPEJ (Dec. 1971).
- 6 - COATS, K.H.: "Simulation of Steamflooding With Distillation and Solution Gas". SPEJ (October 1976).
- 7 - THE INTERCOMP STEAMFLOOD MODEL: Intercomp Resource: Development and Engeneering. Inc. HOUSTON TEX.
- 8 - DIETRICH, J.K.: "Relative Permeability During Cyclic Steam Stimu-  
lation of Heav Oil Reservoirs". JPT October 1981, pag. 1977.
- 9 - CHILINGAR, G.V.: "Secondary Recovery and Carbonate Reservoirs". 1972 pag. 232. (Effect of Temperature on Relative Permeability).
- 10 - DOUGLAS, J. JR.: "A Method for Calculating Multi-Dimensional Immiscible Displacement". SPE REPRINT SERIES N° 11 - Numerical Simulation - 1973.
- 11 - MANDL. G. e VOLEK, C.W.: "Heat and Mass Transport in Steam Drive Process" SPEJ (March - 1969) 59-79.
- 12 - NEUMAN, C.H.: A Mathematical Model of the Steam - Drive Process -  
Aplication" SPE 475).
- 13 - BOSS - Black Oil Simulation System; Scientific Software Corporation  
DENVER, COLORADO:

- 14 - FIRST - Fully Implicit Reservoir Simulation; SSC Petroleum System  
INC, DENVER, COLORADO.
- 15 - COMP II - Compositional Reservoir Simulator; INTERCOMP - Resource  
Development and Engineering, Inc. HOUSTON, TEXAS.

## GLOSSÁRIO DE TERMOS

### ENGENHARIA DE RESERVATÓRIOS DE PETRÓLEO

Ciência relativamente nova, tendo os seus fundamentos práticos desenvolvidos nos países tecnologicamente adiantados, somente a partir da década de 40. Trata da ocorrência e movimento de fluídos em rochas permeáveis de subsuperfície, com a finalidade de maximizar sua obtenção na superfície.

### RESERVATÓRIO DE PETRÓLEO

Consiste em uma rocha permeável contendo petróleo e selada por camadas superiores e inferiores impermeáveis, que assim isolam o conteúdo desta rocha, a qual é também denominada ROCHA RESERVATÓRIO ou também JAZIDA DE PETRÓLEO.

### POROSIDADE

O total de espaços vazios existentes entre os grãos de uma rocha permeável é chamado de espaço poroso. A porosidade é medida pela razão entre o volume poroso e o volume total da rocha considerada.

### SATURAÇÃO

O espaço poroso de uma rocha permeável é usualmente embebido (saturado) de água, óleo ou gás. Chama-se saturação de água, óleo ou gás respectivamente à razão entre o volume respectivo de água, óleo ou gás e o volume poroso.



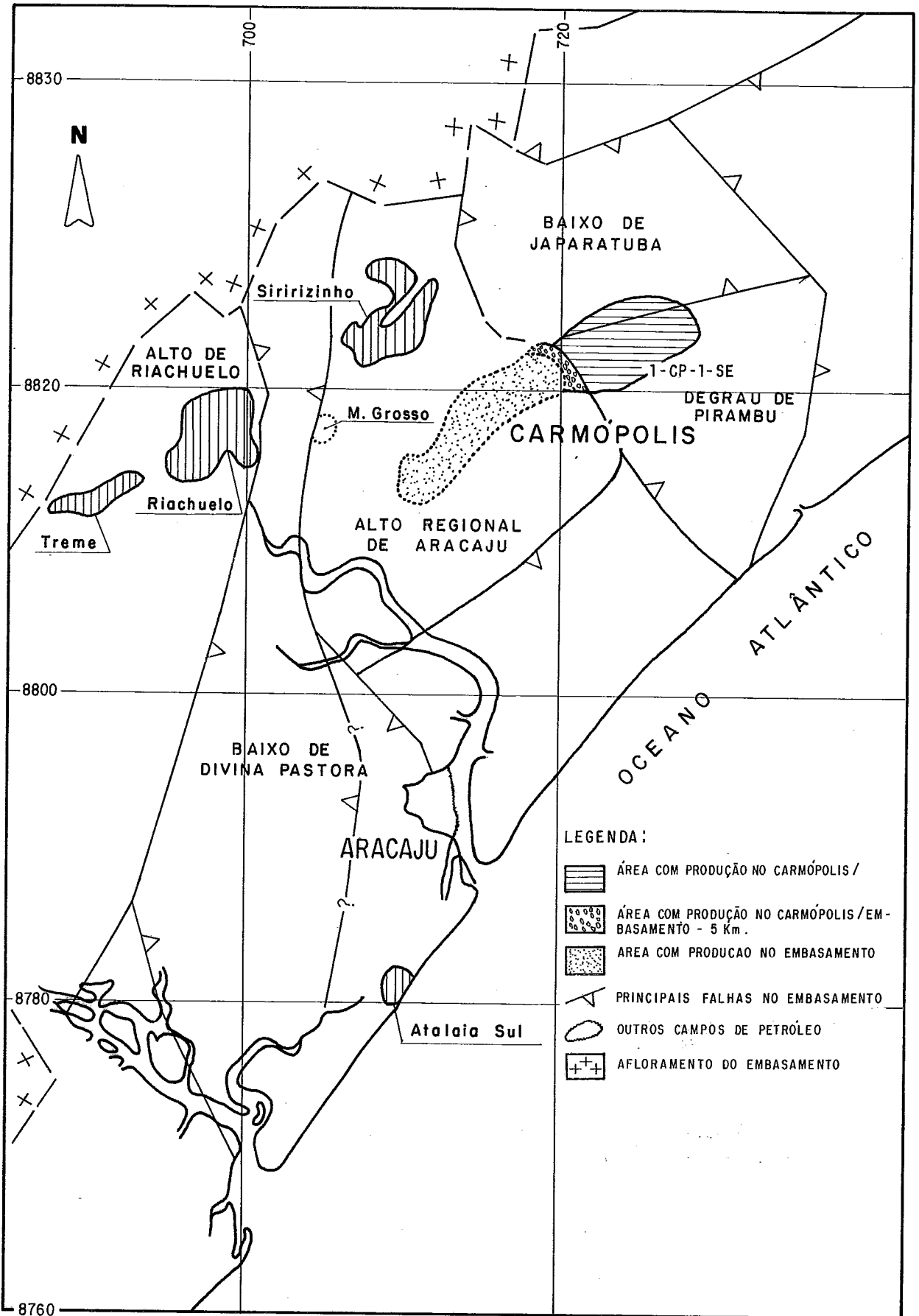


Fig. IV.1 - Arcabouço Estrutural

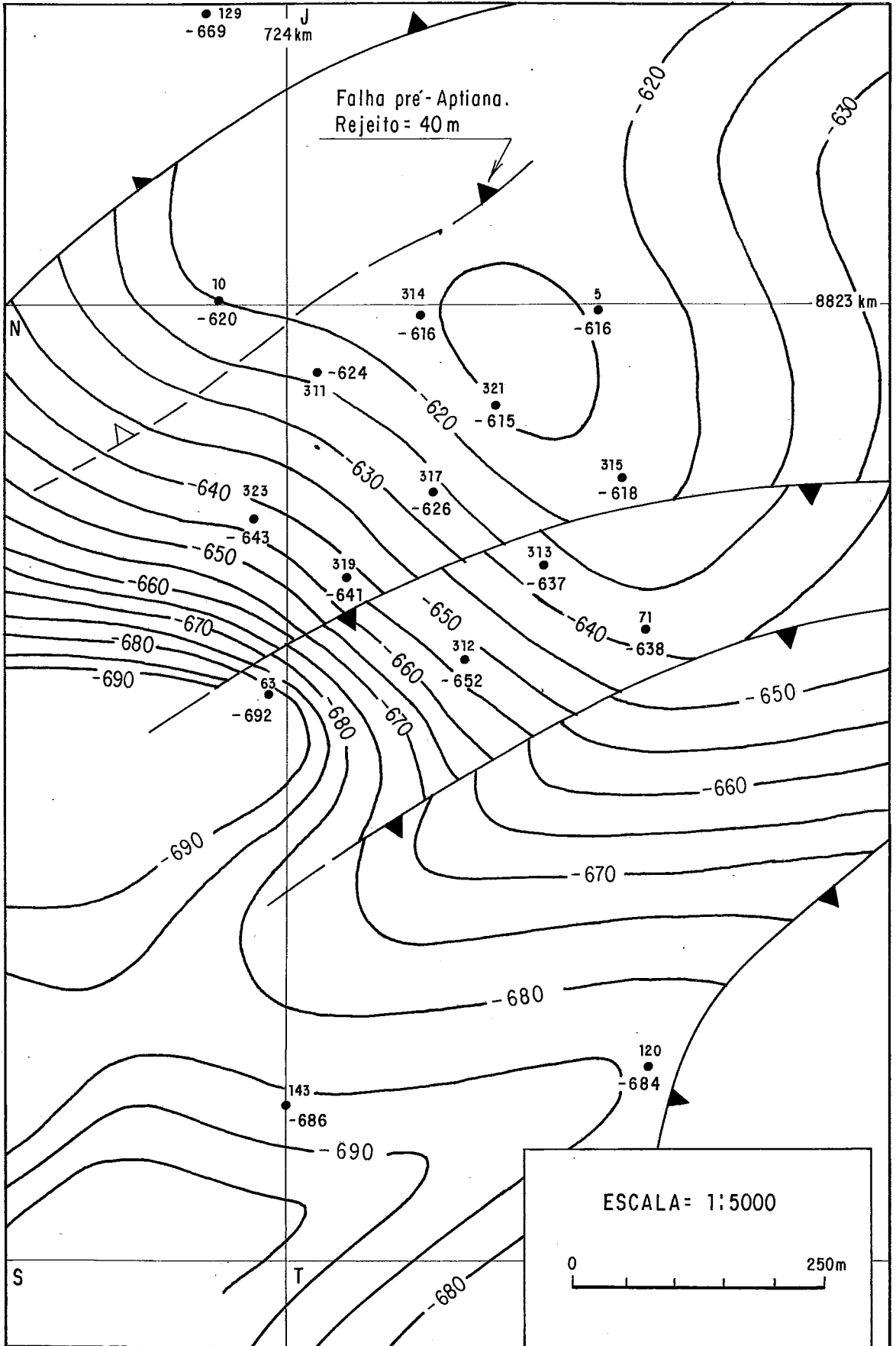


Fig. IV.2 - Estrutural do Topo

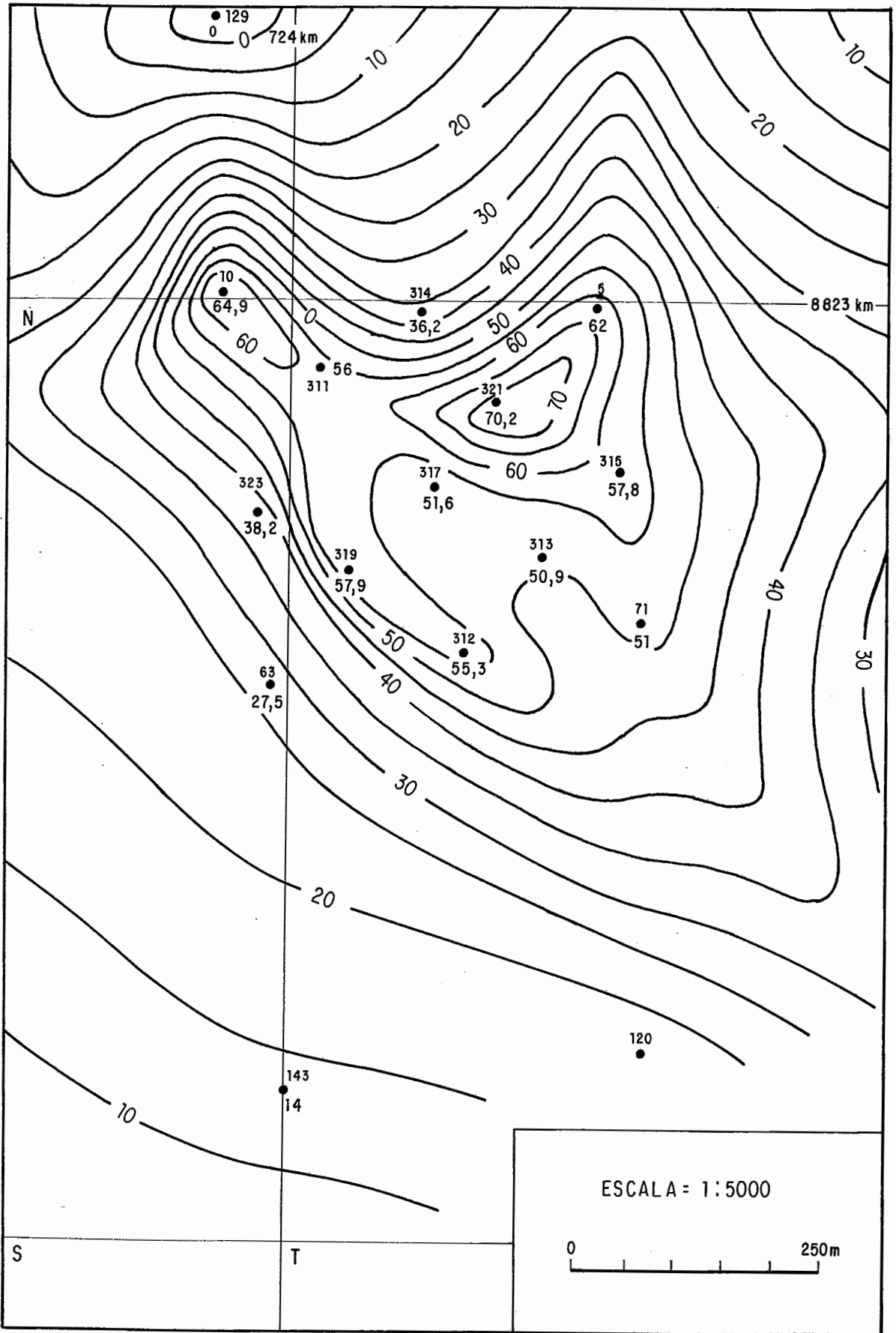
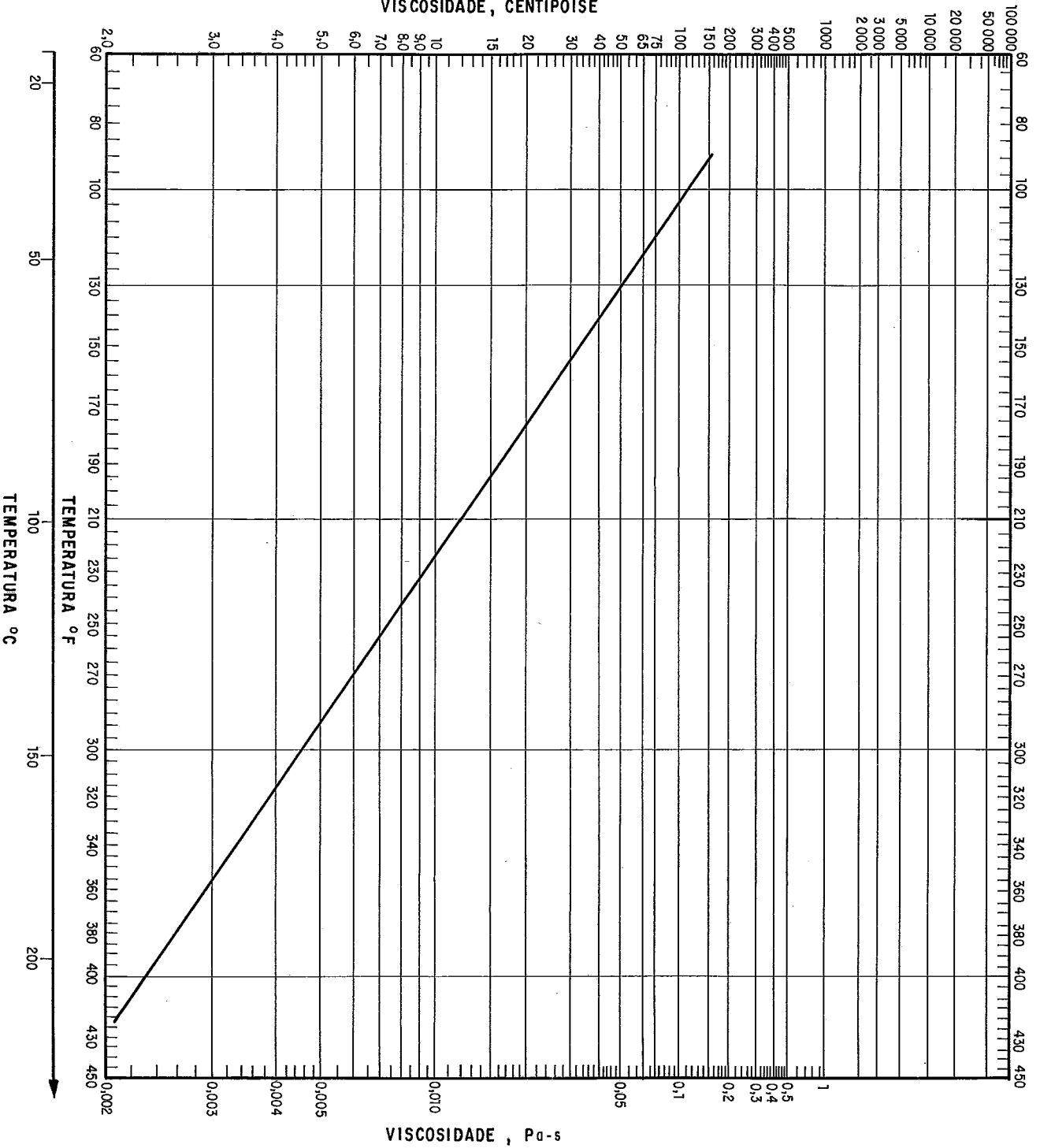


Fig. IV.3 - Permeável com Óleo.

VISCOZIDADE, CENTIPOISE



CP-317

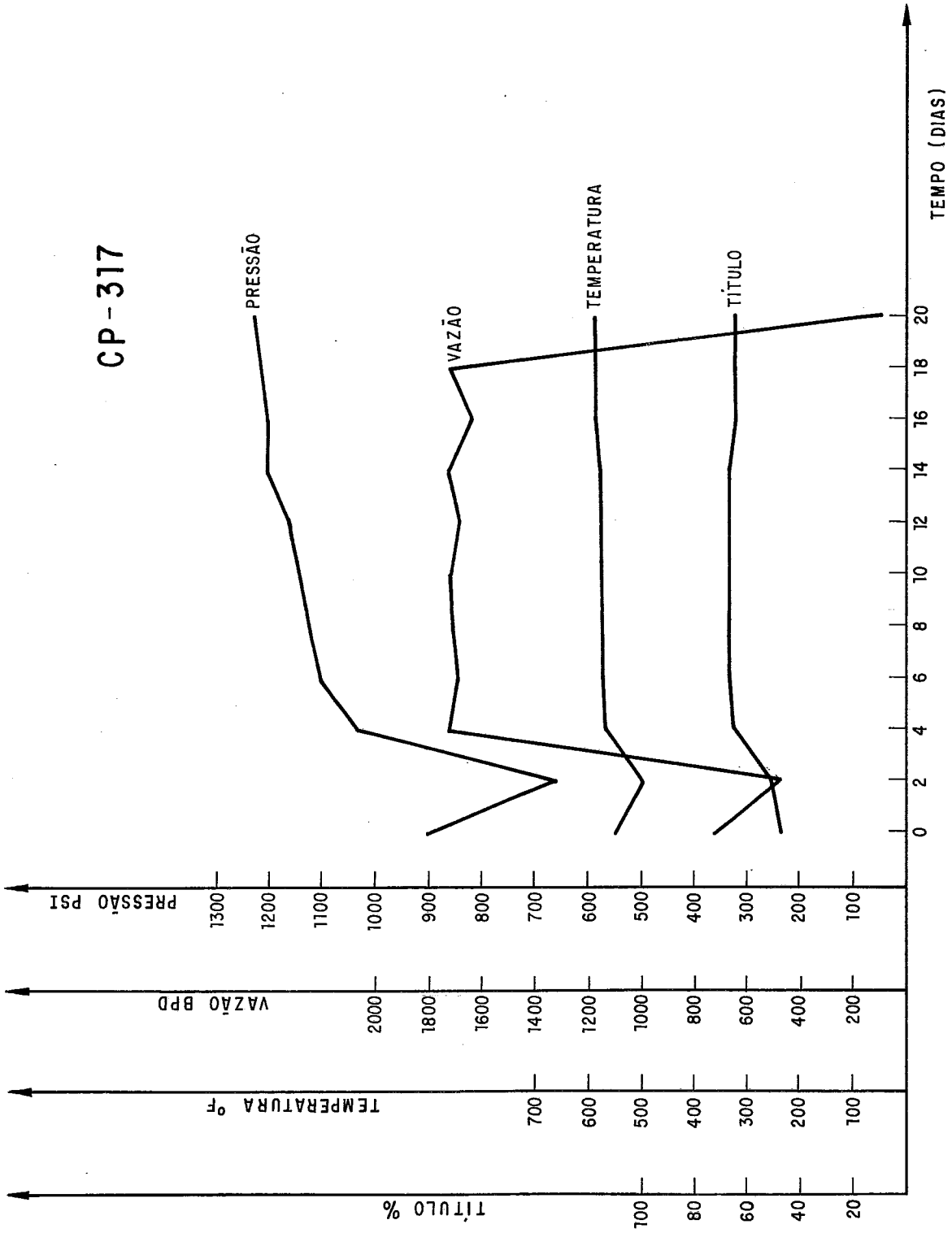


Fig. IV.5 - Histórico da Injeção de Vapor no poço CP-317.

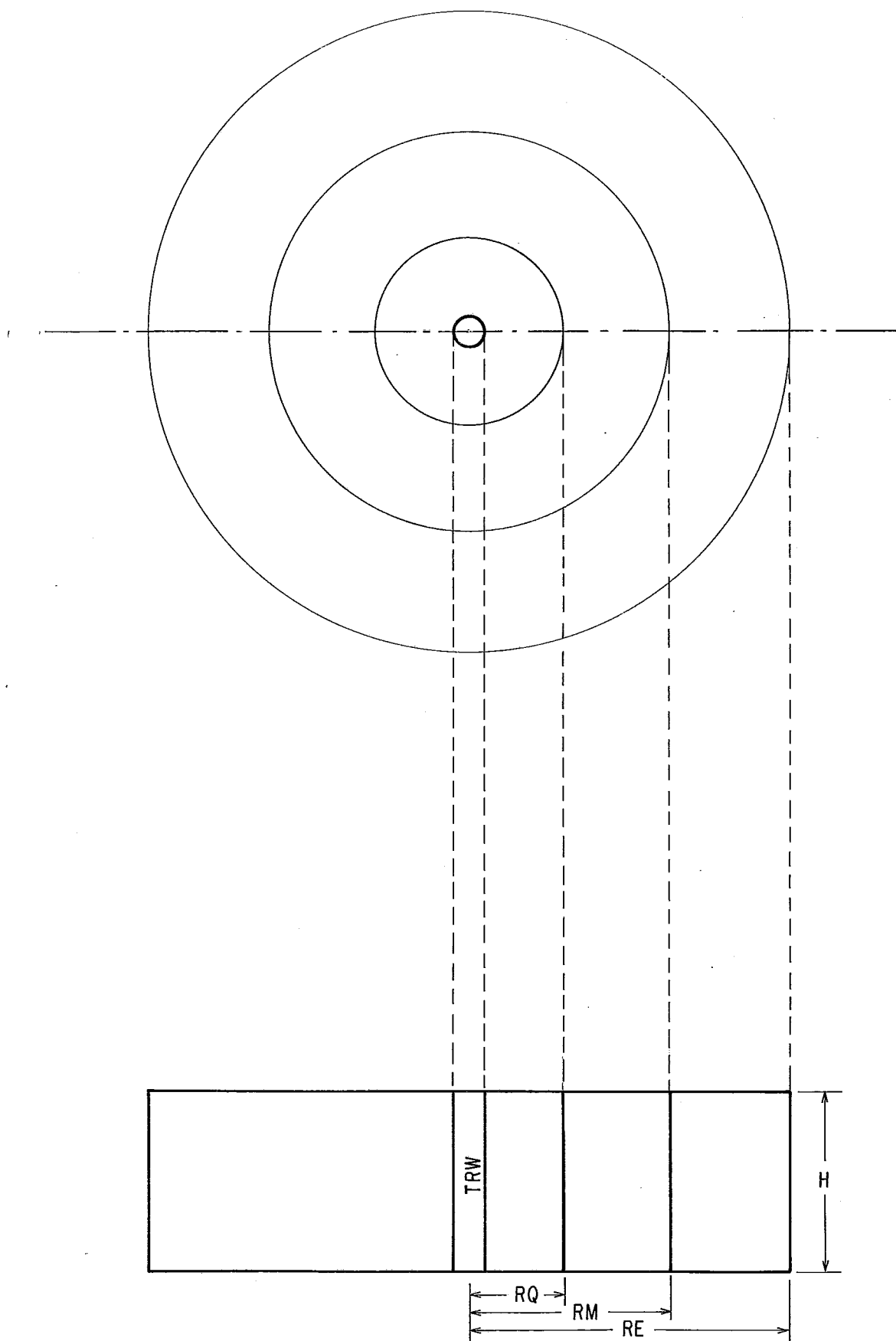


Fig. IV.6 - Esquema do Reservatório

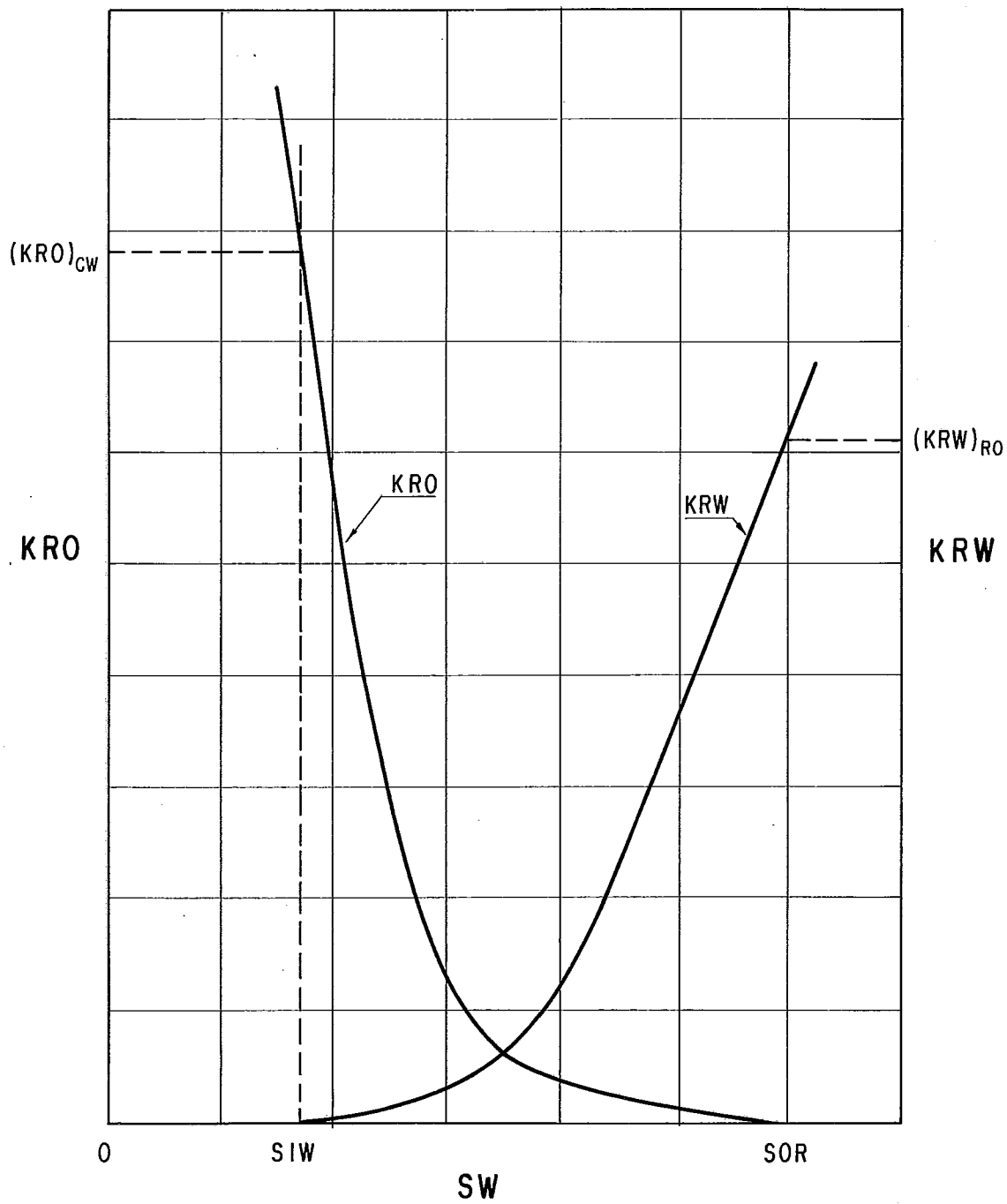


Fig. IV.7 - Curvas de Permeabilidades Relativas ao Óleo e a Água.

PROJETO OI/RPNE - INJ. VAPOR CARMOPOLIS - POÇO CP-317

- PRODUÇÃO DE OLEO (M3/MES) REAL  
 : PRODUÇÃO DE OLEO (STB/MES) PREVISTA

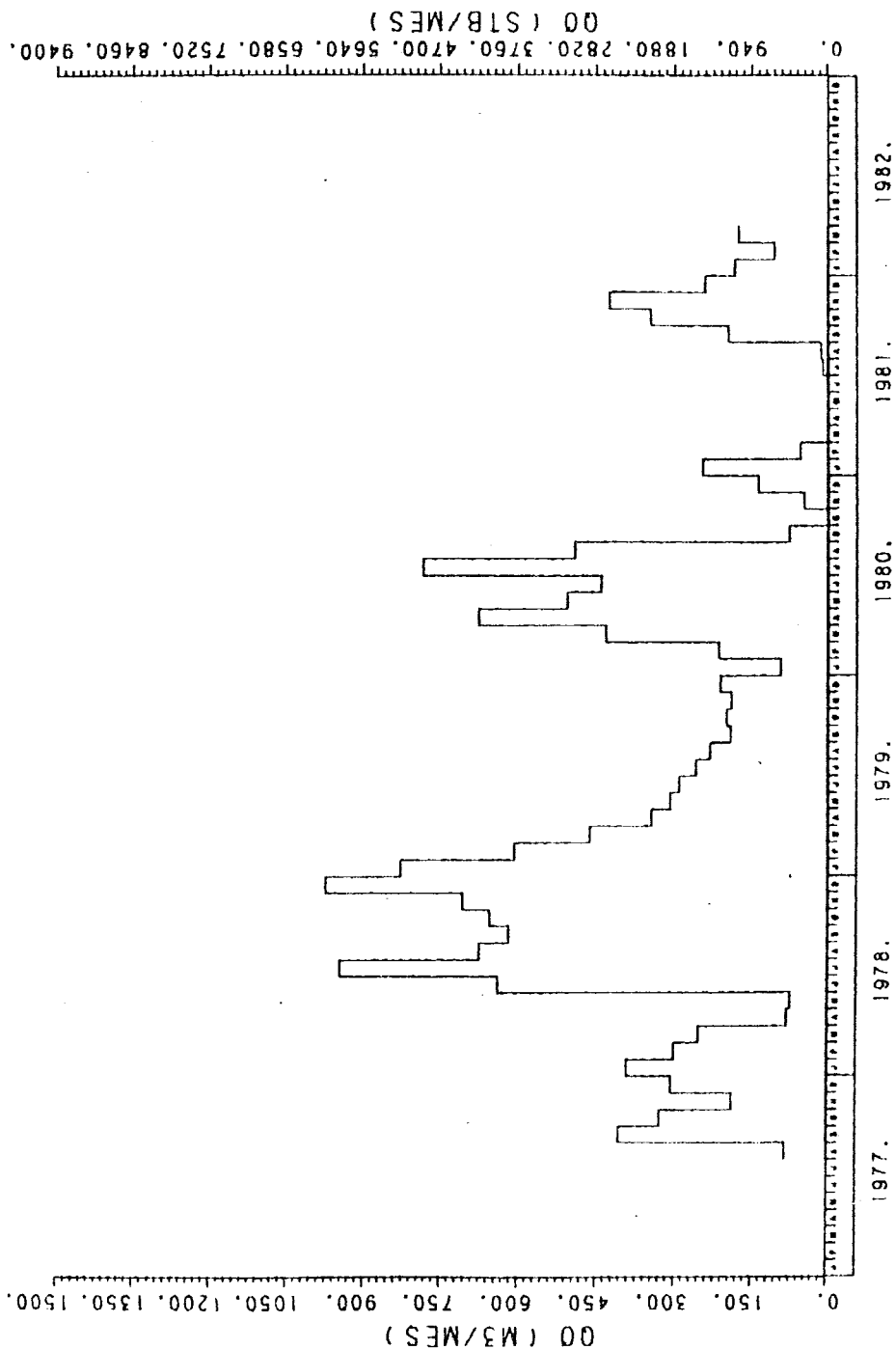
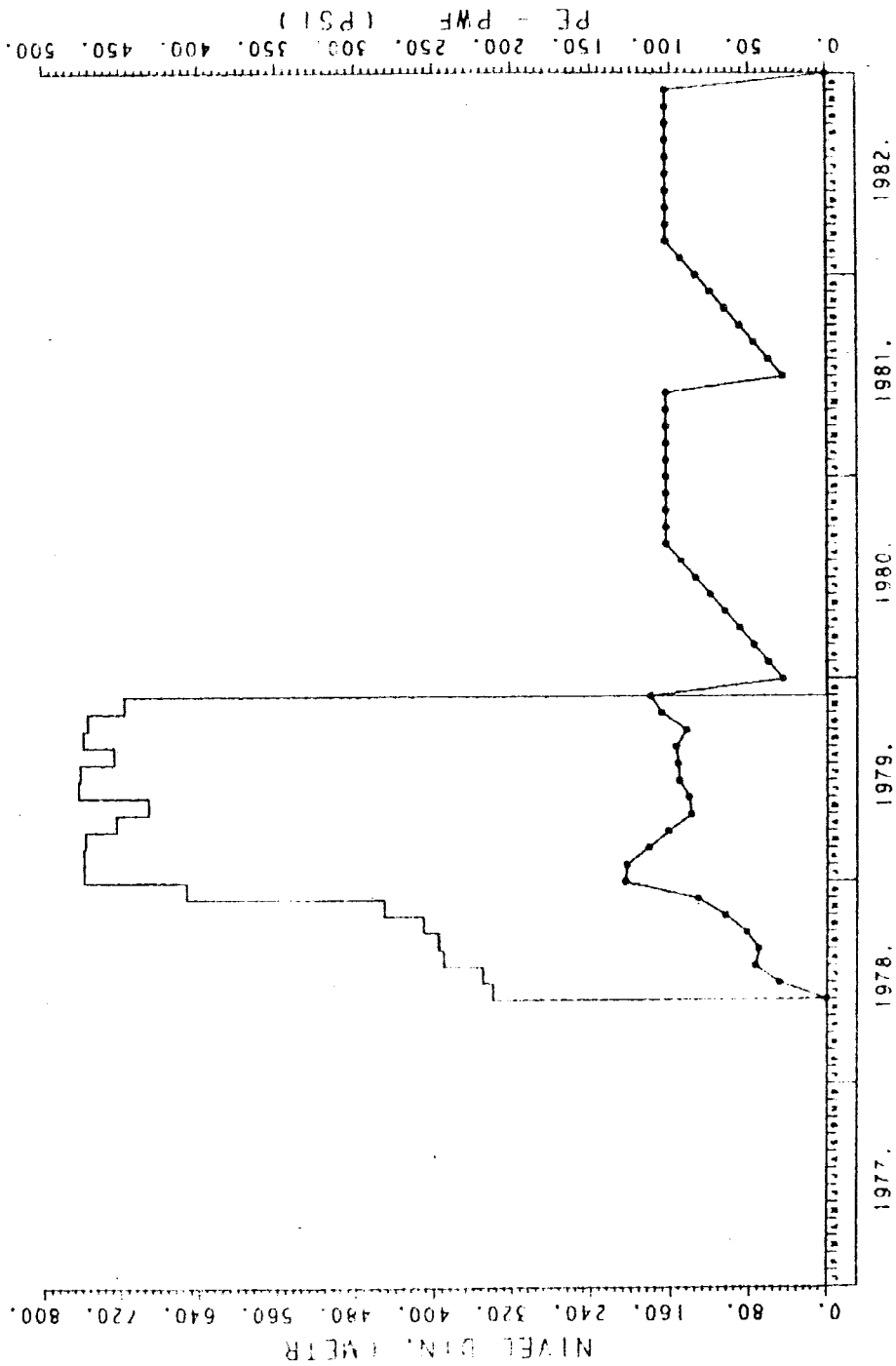


FIGURA IV-8: PRODUÇÃO REAL



PROJETO 01/RPNE - (N.J. VAPOR CARMOPOLIS - POÇO CP-317)

- NIVEL DINAMICO (METROS)
- DIFERENCIAL DE PRESSAO EM PSI (SIMULADOR)

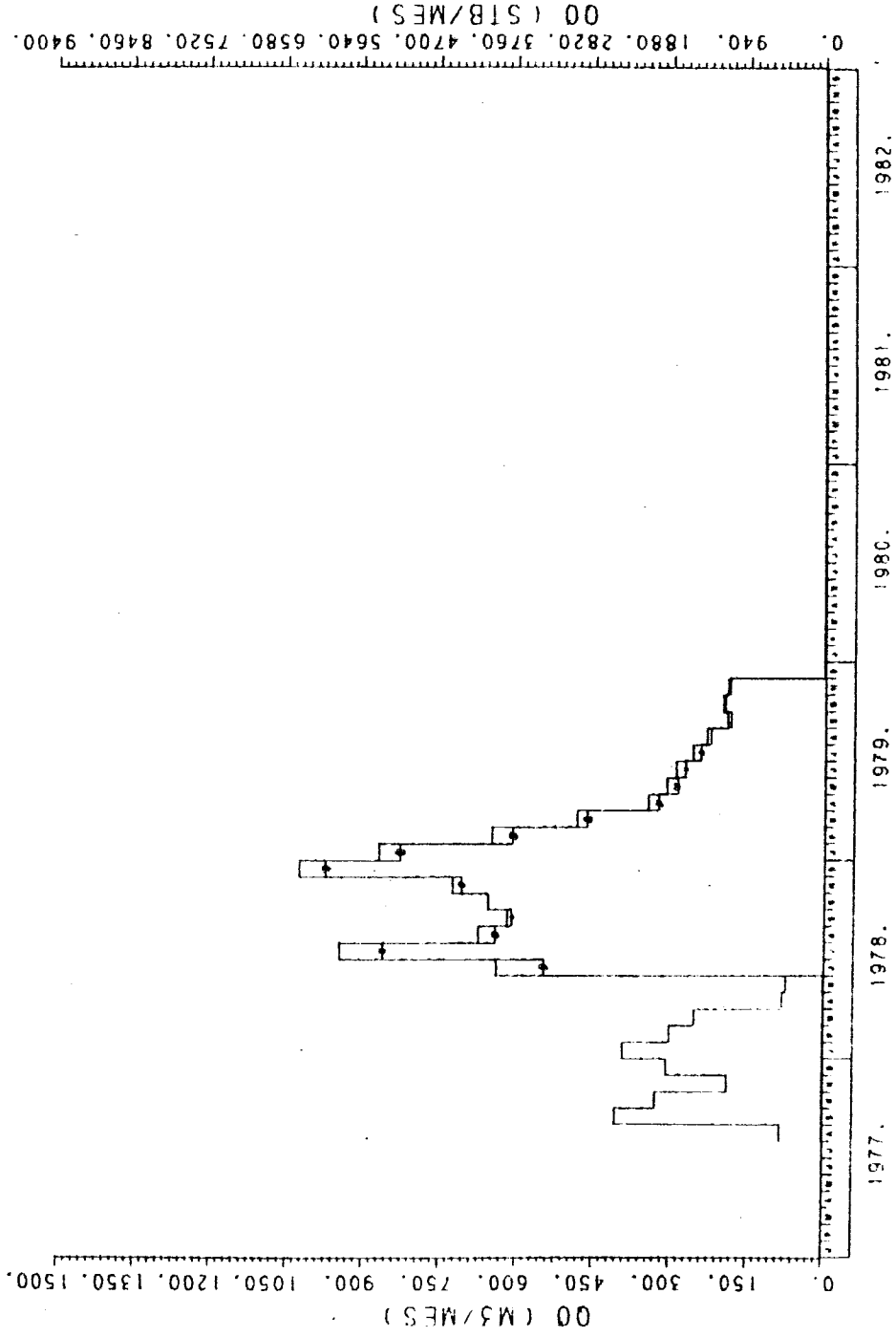


PROG. PARA PLOTTER POR A. LUIZ E RACHER

FIGURA IV-9 NIVEL DINAMICO

PROJETO 01/RPNE - INJ. VAPOR CARMOPOLIS - POCO CP-317

- PRODUÇÃO DE ÓLEO (M3/MES) REAL
- PRODUÇÃO DE ÓLEO (STB/MES) PREVISTA



PROG. PARA PLATER POR A. LUIZ E WACHEP

FIGURA IV-10: PRODUÇÃO REAL E PREVISTA

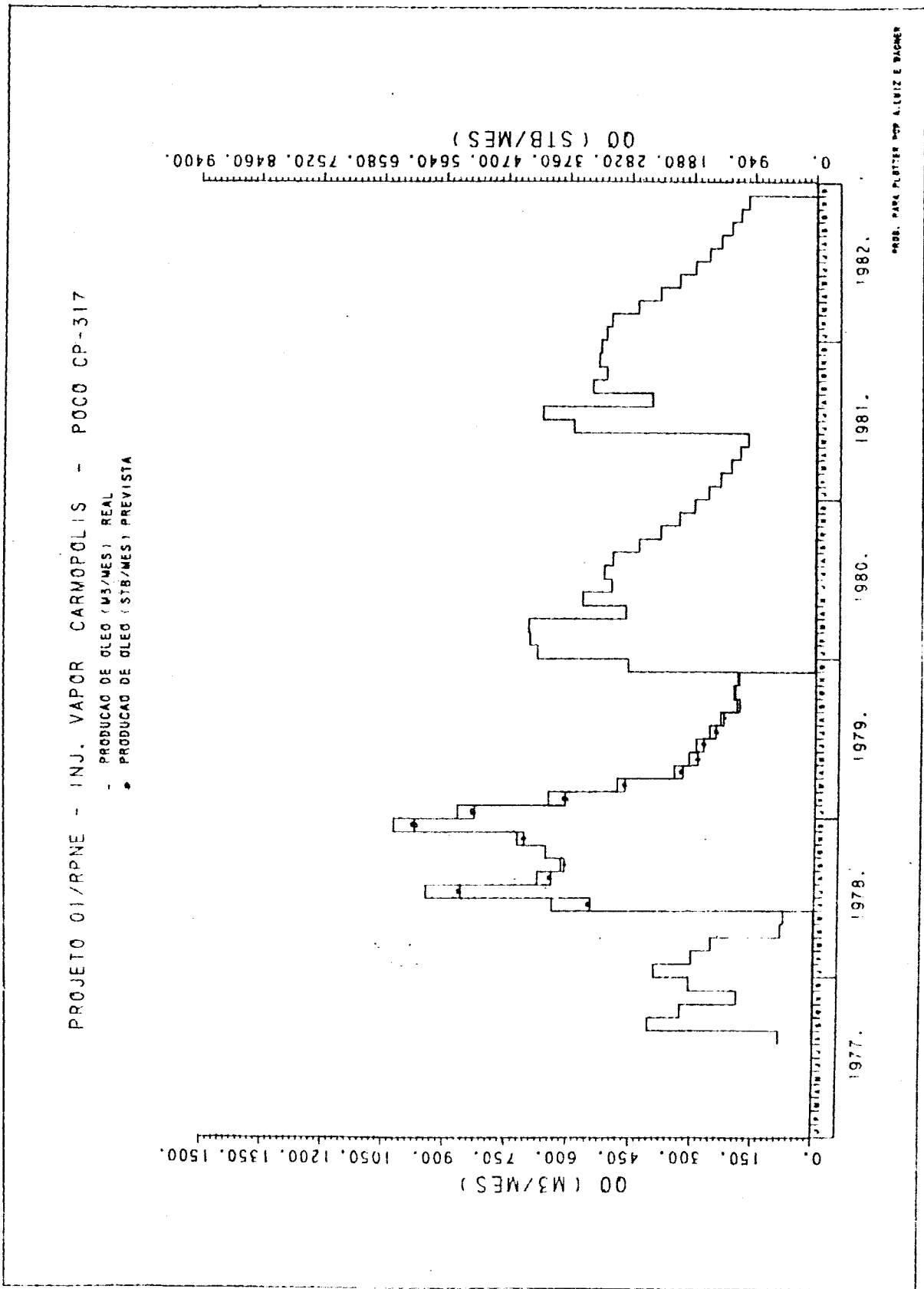


FIGURA IV-11: PREVISÃO PARA 3 CICLOS

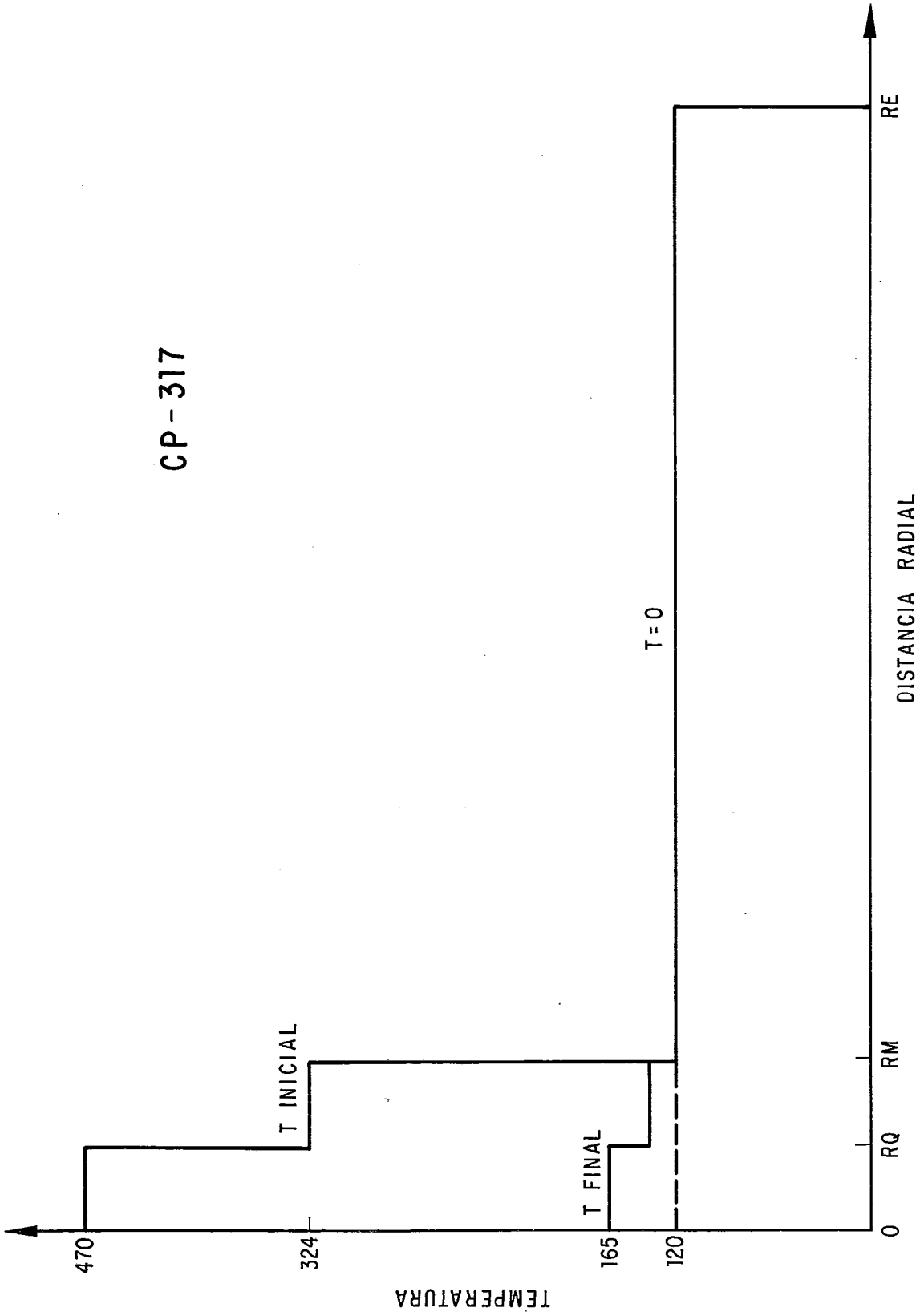


Fig. IV.12 - Distribuição Radial da Temperatura.

A N E X O S

## ANEXO 1

CMNT	PROJETO DE ESTIMULACAO COM VAPOR					
CMNT	CAMPO: CARMOPOLIS      POÇO: 7-CP-317-SE      FORMACAO: BARRA DE ITIUBA					
CMNT	AJUSTE DO HISTORICO DA FASE ANTERIOR					
CMNT	A INJECAO DE VAPOR					
CMNT	COMANDOS DE ENTRADA DO SIMULADOR					
CMNT	CONDUT.	GRADIENTE	DIFUSIV.	TEMP.		
CMNT	TERMICA	GEOTER.	TERMICA	RESERV.		
CMNT	K	A	D	TRES		
CMNT	(BTU/FT-HR-F)	(F/FT)	(FT <sup>3</sup> /HR)	(F)		
TERM	19.2	0.011	1.0265	120.		
CMNT	PHI	KABS	PBARRA	API	BO	BW
CMNT	(ADM)	(MD)	(PSI)	(API)	(ADM)	(ADM)
ROCK	0.275	346.	569.7	22.	1.056	1.01
CMNT	Z	H	RE	RW	RC	S
CMNT	(FT)	(ADM)	(FT)	(FT)	(FT)	(ADM)
POÇO	2053.	169.	328.	0.583	0.583	0.
CMNT	COMPRESSIBILIDADES (PSI-1 * 10.**6)			COEF. EXPAN. TERM. (OF-1 * 10.**6)		
CMNT	COMR	COMW	COMO	CWT	COT	
COMP	3.2	2.299	13.	150.	150.	
CMNT	PESOS ESPECIFICOS (ROCHA, AGUA, OLEO) EM (LB / CUFT)					
CMNT	ROR	ROW		ROO		
PESP	167.	62.43		56.18		
CMNT	CALORES ESPECIFICOS (ROCHA, AGUA, OLEO) EM (BTU/LB-F)					
CMNT	CR	CW		CO		
CALO	0.21	1.0		0.5		
CMNT	TEMP1	VISC1	TEMP2	VISC2		
CMNT	(F)	(CP)	(F)	(CP)		
VISC	120.	65.	400.	2.3		
CMNT	COEFICIENTES PARA O CALCULO DA DERIVADA DA PRESSAO CAPILAR					
CMNT	TGP1	SWP3	TGP5	DCL1		
CMNT	(ADM)	(ADM)	(MD)	(ADM)		
PCLI	-15.	0.4	-0.25	0.002		
CMNT	INDICE DE PRODUTIVIDADE INICIAL					
CMNT	DE OLEO DO POÇO (IPIO)					
CMNT	(M <sup>3</sup> /DIA/KG/CM <sup>2</sup> /M)					
IPIO	0.0033					
CMNT	0.0023					
CMNT	SATURACOES IRREDUCIVEIS, PERMEABILIDADES MAXIMAS E SW					
CMNT	SWIR	SORW	KRWRO	KROCW	SW	
CMNT	(ADM)	(ADM)	(MD)	(MD)	(ADM)	
SATI	0.175	0.4	0.62	0.78	0.214	
CMNT	TABELA DE PERMEABILIDADE VERSUS SATURACAO DE AGUA					

CMNT	NO. DE PONTOS DA TABELA		
TABK	8.		
CMNT	SATW	KRW	KRO
TABK	0.000	0.000	0.780
TABK	0.175	0.000	0.780
TABK	0.200	0.001	0.600
TABK	0.300	0.003	0.150
TABK	0.400	0.020	0.045
TABK	0.500	0.100	0.004
TABK	0.600	0.620	0.000
TABK	1.000	0.620	0.000

---

CMNT	DADOS DO VAPOR PARA O CICLO 1					
CMNT	PVS	TVS	QVS	XVS	TINJ	TSOAK
CMNT	(PSI)	(F)	(BPD)	(%)	(DIAS)	(DIAS)
VAPO	1210.	570.	0.	.64	20.	10.

---

CMNT	DADOS DOS TIME STEPS		
CMNT	DELTAT	PWF	DELTAP
CMNT	(DIAS)	(F)	(PSI)
TIME	30.	0.	400.

----- HUFF & PUFF -----  
 ESTIMULACAO COM VAPOR

CAMPO: CARMOPOLIS      POÇO: 7-CP-317-SE      FORMACAO: BARRA DE ITIUBA

PROFUNDIDADE	CONDUTIVIDADE	DIFUSIVIDADE	GRAU GEOTERMICO
FT	BTU/FT-D-F	FT2/DIA	FT
2053.0	19.2	1.0265	0.0110

RAIO DE DRENAGEM	RAIO DO POÇO	RAIO DO TUBING	FATOR	FAT. INFLUENCIA
(FT)	(FT)	(FT)	DAPO	(%)
329.0	0.6	0.6	0.0	1.0

PESO ESPECIFICO (LB/FT3)			CALOR ESPECIFICO (BTU/LB)		
ROCHA	OLEO	AGUA	ROCHA	OLEO	AGUA
167.00	56.18	62.43	0.21	0.500	1.00

POROSIDADE	PERM. ABS.	SATURACOES RESID.	PERM. RELT. MAXIMA
(%)	M D	SOWR	KRWRO
		SWIR	KROCW
0.3	346.0	0.4	0.18
			0.62
			0.8

\*\*\*\*\* PROPRIEDADES INICIAIS DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SD	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	570.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56
2	570.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56
3	570.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56

\*\*\*\*\*

VOLUME POROSO DE ROCHA = 2.647787 MMSTB  
 VOLUME DE OLEO = 2.081161 MMSTB  
 \*\*\*\*\*

INICIO DO CICLO 1

**** PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO ****				TEMPO EM DIAS		QUANT. CALOR
PRESSAO	TEMP. INJ.	TITULO	VOLUME	INJECAO	SOAK	INJETADA
(PSI)	( F )	(%)	(BPD)	(DIAS)	(DIAS)	(BTU )
1210.00	570.0	0.6	0.0	20.00	10.00	0.0

***** PROPRIEDADES DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO APOS O SOAK *****								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	572.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56
2	572.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56
3	571.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56

INICIO DO TIME STEP 1 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDICÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	572.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56
2	572.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56
3	571.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)
120.0	902.5	902.5	260.2	260.2
				0.0
				0.0

\*\*\*\*\* WATER CUT = 22.3800 \*\*\*\*\*

*** CONDICÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	544.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56
2	557.	120.	0.79	0.21	0.53	0.00	65.00	0.56
3	564.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 1 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 30.00

FINAL DO CICLO 1

**** PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO ****				TEMPO EM DIAS		QUANT. CALOR
PRESSAO	TEMP. INJ.	TITULO	VOLUME	INJECAO	SOAK	INJETADA
(PSI)	( F )	(%)	(BPD)	(DIAS)	(DIAS)	(BTU )
1210.00	570.0	0.6	0.0	20.00	10.00	0.0

\*\* TOTAL DE VAPOR INJETADO \*\*      \*\* TOTAL DE CALOR INJETADO \*\*



NO CICLO	AC/CICLO	NO CICLO	AC/CICLO
(BPD)	(BPD)	(BTU)	(BTU)
0.0	0.0	0.0	0.0

\*\*\*\*\* PROPRIEDADES DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO APDS O CICLO \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	544.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56
2	557.	120.	0.79	0.21	0.53	0.00	65.00	0.56
3	564.	120.	0.79	0.21	0.54	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO CICLO	NO CICLO	NO CICLO	AC/CICLO
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)
120.0	902.5	902.5	260.2	260.2
				0.0
				0.0

\*\*\*\*\* TOTAIS GERAIS DO PROGRAMA \*\*\*\*\*

TOTAL DE STEPS =	1.00	STEPS
TOTAL DE DIAS =	30.00	DIAS
TOTAL PROD. OLEO =	0.9025E+03	STB
TOTAL PROD. AGUA =	0.2602E+03	STB
TOTAL INJ. VAPOR =	0.0	STB
TEMP. MED. RESERV. =	120.00	F

```

CMNT-----
CMNT          PROJETO DE ESTIMULACAO COM VAPOR
CMNT-----
CABE CAMPO: CARMOPOLIS      POÇO: 7-CP-317-SE      FORMACAO: BARRA DE ITIUBA
CMNT-----
CMNT          AJUSTE DO HISTORICO DA PRODUCAO PARA
CMNT          O PRIMEIRO CICLO DE VAPOR
CMNT          COMANDOS DE ENTRADA DO SIMULADOR
CMNT-----
CMNT          SAIDA GRAFICA DO SIMULADOR
CMNT          1.      1.      1.      0.      0.      0.      0.      1.
CMNT-----
CMNT          CONDUCT.          GRADIENTE          DIFUSIV.          TEMP.
CMNT          TERMICA          GEOTER.          TERMICA          RESERV.
CMNT          K          A          D          TRES
CMNT          (BTU/FT-HR-F)      (F/FT)          (FT3/HR)          (F)
TERM          19.2          0.011          1.0265          120.
CMNT-----
CMNT          PHI          KABS          PBARRA          API          BO          BW
CMNT          (ADM)          (MD)          (PSI)          (API)          (ADM)          (ADM)
ROCK          0.275          346.          569.7          22.          1.056          1.01
CMNT-----
CMNT          Z          H          RE          RW          RC          S
CMNT          (FT)          (ADM)          (FT)          (FT)          (FT)          (ADM)
POÇO          2053.          169.          328.          0.583          0.583          0.
CMNT-----
CMNT COMPRESSIBILIDADES (PSI-1 * 10.**6)  COEF. EXPAN. TERM. (OF-1 * 10.**6)
CMNT          COMR          COMW          COMO          CWT          CDT
COMP          3.2          2.299          13.          150.          150.
CMNT-----
CMNT          PESOS ESPECIFICOS (ROCHA, AGUA, OLEO) EM (LB / CUFT)
CMNT          ROR          ROW          ROO
PESP          167.          62.43          56.18
CMNT-----
CMNT          CALORES ESPECIFICOS (ROCHA, AGUA, OLEO) EM (BTU/LB-F)
CMNT          CR          CW          CO
CALO          0.21          1.0          0.5
CMNT-----
CMNT          TEMP1          VISC1          TEMP2          VISC2
CMNT          (F)          (CP)          (F)          (CP)
VISC          120.          65.          400.          2.3
CMNT-----
CMNT          COEFICIENTES PARA O CALCULO DA DERIVADA DA PRESSAO CAPILAR
CMNT          TGP1          SWP3          TGP5          DCL1
CMNT          (ADM)          (ADM)          (MD)          (ADM)
PCLI          -15.          0.4          -0.25          0.002
CMNT-----
CMNT          INDICE DE PRODUTIVIDADE INICIAL
CMNT          DE OLEO DO POÇO (IPIO)
CMNT          (M3/DIA/KG/CM2/M)
IPIO          0.0033
CMNT          0.0020
CMNT-----
CMNT          SATURACOES IRREDUCIVEIS, PERMEABILIDADES MAXIMAS E SW
CMNT          SWIR          SORW          KRWRO          KROCW          SW
CMNT          (ADM)          (ADM)          (MD)          (MD)          (ADM)

```

SATI 0.175 0.4 0.62 0.78 0.214  
 CTLO 0.99 2.0

CMNT-----  
 CMNT FATOR DE CONTORNO  
 ALFA 0.75

CMNT EXPOENTES PARA AS CURVAS DE PERM. DA AGUA E DO OLEO  
 CMNT EXNOW EXNO  
 EXPR 1.5 2.

CMNT-----  
 CMNT DADOS DO VAPOR PARA O CICLO 1  
 CMNT PVS TVS QVS XVS TINJ TSDAK  
 CMNT (PSI) (F) (BPD) (%) (DIAS) (DIAS)  
 VAPO 1210. 570. 1487. .64 20. 10.

CMNT-----  
 CMNT SATURACOES IRREDUCIVEIS, PERMEABILIDADES MAXIMAS E SW  
 CMNT SWIR SORW KRWRO KROCW SW  
 CMNT (ADM) (ADM) (MD) (MD) (ADM)  
 SATI 0.175 0.2 0.62 0.78 0.214

CMNT-----  
 CMNT EXPOENTES PARA AS CURVAS DE PERM. DA AGUA E DO OLEO  
 CMNT EXNOW EXNO  
 EXPR 2.8 1.5

CMNT-----  
 CMNT DADOS DOS TIME STEPS  
 CMNT DELTAT PWF DELTAP  
 CMNT (DIAS) (F) (PSI)  
 TIME 30. 0. 49.  
 TIME 30. 0. 74.  
 TIME 30. 0. 71.  
 TIME 30. 0. 83.  
 TIME 30. 0. 105.  
 TIME 30. 0. 133.  
 TIME 30. 0. 206.  
 TIME 30. 0. 204.49  
 TIME 30. 0. 182.61  
 TIME 30. 0. 162.61  
 TIME 30. 0. 139.52  
 TIME 30. 0. 142.05  
 TIME 30. 0. 151.64  
 TIME 30. 0. 153.  
 TIME 30. 0. 154.84  
 TIME 30. 0. 144.11  
 TIME 30. 0. 169.50  
 TIME 30. 0. 180.39

----- HUFF & PUFF -----  
 ESTIMULACAO COM VAPOR  
 -----

CAMPO: CARMOPOLIS POCO: 7-CP-317-SE FORMACAO: BARRA DE ITIUBA

PROFUNDIDADE CONDUITIVIDADE DIFUSIVIDADE GRAU GEOTERMICO

FT	BTU/FT-D-F	FT2/DIA	FT		
2053.0	19.2	1.0265	0.0110		
RAIO DE DRENAGEM (FT)	RAIO DO POÇO (FT)	RAIO DO TUBING (FT)	FATOR DANO	FAT. INFLUENCIA (%)	
328.0	0.6	0.6	0.0	2.0	
PESO ESPECIFICO (LB/FT3)		CALOR ESPECIFICO (BTU/LB)			
ROCHA	OLEO	AGUA	ROCHA	OLEO	AGUA
167.00	56.18	62.43	0.21	0.500	1.00
POROSIDADE (%)	PERM. ABS. M D	SATURACOES RESID. SOWR	PERM. RELT. MAXIMA KRWR	KRCW	
0.3	346.0	0.4	0.18	0.62	0.8

\*\*\*\*\* PROPRIEDADES INICIAIS DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	570.	120.	0.79	0.21	0.64	0.02	65.00	0.56
2	570.	120.	0.79	0.21	0.64	0.02	65.00	0.56
3	570.	120.	0.79	0.21	0.64	0.02	65.00	0.56

\*\*\*\*\*  
VOLUME POROSO DE ROCHA = 2.647787 MMSTB  
VOLUME DE OLEO = 2.081161 MMSTB  
\*\*\*\*\*

INICIO DO CICLO 1

**** PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO ****				TEMPO EM DIAS		QUANT. CALOR
PRESSAO (PSI)	TEMP. INJ. (F)	TITULO (%)	VOLUME (BPD)	INJECAD (DIAS)	SOAK (DIAS)	INJETADA (BTU)
1210.00	570.0	0.6	1487.00	20.00	10.00	0.7975E+10

\*\*\*\*\* PROPRIEDADES DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO APOS O SOAK \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	798.	470.	0.47	0.53	0.02	0.47	1.59	0.11
2	799.	324.	0.75	0.25	0.53	0.05	3.84	0.17
3	713.	120.	0.79	0.21	0.64	0.02	65.00	0.56

INICIO DO TIME STEP 1 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICoes INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA

1	798.	470.	0.47	0.53	0.22	0.13	1.59	0.11
2	799.	324.	0.75	0.25	0.64	0.00	3.84	0.17
3	713.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
422.4	3423.8	3423.8	8966.0	8966.0	0.1291E+10	0.1291E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 72.3659 \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES SO SW		PERM. RELAT. KRO KRW		VISCOSIDADES OLEO AGUA	
1	378.	422.	0.57	0.43	0.35	0.05	2.03	0.13
2	382.	296.	0.75	0.25	0.64	0.00	4.86	0.19
3	453.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 1 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 30.00

INICIO DO TIME STEP 2 CICLO 1 DURACAO 30.00

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES SO SW		PERM. RELAT. KRO KRW		VISCOSIDADES OLEO AGUA	
1	378.	422.	0.57	0.43	0.35	0.05	2.03	0.13
2	382.	296.	0.75	0.25	0.64	0.00	4.86	0.19
3	453.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
385.5	5384.0	8807.8	1380.2	10346.2	0.4031E+09	0.1694E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 20.4042 \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES SO SW		PERM. RELAT. KRO KRW		VISCOSIDADES OLEO AGUA	
1	404.	385.	0.62	0.38	0.43	0.03	2.51	0.14
2	407.	275.	0.75	0.25	0.64	0.00	5.93	0.21
3	474.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 2 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 60.00

INICIO DO TIME STEP 3 CICLO 1 DURACAO 30.00

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES SO SW		PERM. RELAT. KRO KRW		VISCOSIDADES OLEO AGUA	
1	404.	385.	0.62	0.38	0.43	0.03	2.51	0.14
2	407.	275.	0.75	0.25	0.64	0.00	5.93	0.21
3	474.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP	AC/STEP	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP	AC/STEP	***PERDA DE CALOR*** NO STEP	AC/STEP
-------------	------------------------------	---------	------------------------------	---------	------------------------------	---------

( F ) (STB) (STB) (STB) (STB) (BTU) (BTU)  
355.7 4013.0 12820.7 796.6 11142.7 0.2422E+09 0.1936E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 16.5626 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDIC0ES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 450. 356. 0.65 0.35 0.47 0.02 3.05 0.16  
2 453. 258. 0.75 0.25 0.64 0.00 7.09 0.23  
3 502. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

FIM DO TIME STEP NO 3 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 90.00

INICIO DO TIME STEP 4 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDIC0ES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 450. 356. 0.65 0.35 0.47 0.02 3.05 0.16  
2 453. 258. 0.75 0.25 0.64 0.00 7.09 0.23  
3 502. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

TEMP. \*\*PRODUCAO DE OLEO\*\* \*\*PRODUCAO DE AGUA\*\* \*\*\*PERDA DE CALOR\*\*\*  
MEDIA NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP  
( F ) (STB) (STB) (STB) (STB) (BTU) (BTU)  
330.7 3815.6 16636.4 704.7 11847.4 0.2001E+09 0.2136E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 15.5892 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDIC0ES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 459. 331. 0.66 0.34 0.49 0.01 3.66 0.17  
2 462. 243. 0.75 0.25 0.64 0.00 8.32 0.24  
3 508. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

FIM DO TIME STEP NO 4 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 120.00

INICIO DO TIME STEP 5 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDIC0ES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 459. 331. 0.66 0.34 0.49 0.01 3.66 0.17  
2 462. 243. 0.75 0.25 0.64 0.00 8.32 0.24  
3 508. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

TEMP. \*\*PRODUCAO DE OLEO\*\* \*\*PRODUCAO DE AGUA\*\* \*\*\*PERDA DE CALOR\*\*\*  
MEDIA NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP  
( F ) (STB) (STB) (STB) (STB) (BTU) (BTU)  
309.4 4103.1 20739.4 716.7 12564.2 0.1893E+09 0.2325E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 14.8709 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDIC0ES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES

CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLED	AGUA
1	451.	309.	0.67	0.33	0.51	0.01	4.34	0.18
2	455.	231.	0.75	0.25	0.64	0.00	9.64	0.26
3	505.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 5 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 150.00

INICIO DO TIME STEP 6 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLED	AGUA
1	451.	309.	0.67	0.33	0.51	0.01	4.34	0.18
2	455.	231.	0.75	0.25	0.64	0.00	9.64	0.26
3	505.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
( F )	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
290.7	4530.1	25269.5	781.3	13345.4	0.1872E+09	0.2512E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 14.7094 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLED	AGUA
1	437.	291.	0.67	0.33	0.51	0.01	5.11	0.20
2	442.	220.	0.75	0.25	0.64	0.00	11.06	0.27
3	498.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 6 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 180.00

INICIO DO TIME STEP 7 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLED	AGUA
1	437.	291.	0.67	0.33	0.51	0.01	5.11	0.20
2	442.	220.	0.75	0.25	0.64	0.00	11.06	0.27
3	498.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
( F )	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
274.3	6391.5	31660.9	885.3	14230.7	0.2251E+09	0.2737E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 12.1658 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLED	AGUA
1	374.	274.	0.64	0.36	0.47	0.02	5.97	0.21
2	383.	210.	0.75	0.25	0.65	0.00	12.57	0.29
3	473.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 7 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 210.00

INICIO DO TIME STEP 8 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 374. 274. 0.64 0.36 0.47 0.02 5.97 0.21  
2 383. 210. 0.75 0.25 0.65 0.00 12.57 0.29  
3 473. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

TEMP. \*\*PRODUCAO DE OLEO\*\* \*\*PRODUCAO DE AGUA\*\* \*\*\*PERDA DE CALOR\*\*\*  
MEDIA NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP  
( F ) (STB) (STB) (STB) (STB) (BTU) (BTU)  
259.5 5428.3 37089.3 910.9 15141.6 0.1813E+09 0.2919E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 14.3695 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 382. 260. 0.64 0.36 0.46 0.02 6.94 0.22  
2 392. 201. 0.75 0.25 0.65 0.00 14.17 0.30  
3 477. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

FIM DO TIME STEP NO 8 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 240.00

INICIO DO TIME STEP 9 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 382. 260. 0.64 0.36 0.46 0.02 6.94 0.22  
2 392. 201. 0.75 0.25 0.65 0.00 14.17 0.30  
3 477. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

TEMP. \*\*PRODUCAO DE OLEO\*\* \*\*PRODUCAO DE AGUA\*\* \*\*\*PERDA DE CALOR\*\*\*  
MEDIA NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP  
( F ) (STB) (STB) (STB) (STB) (BTU) (BTU)  
246.2 4059.1 41148.4 1057.9 16199.5 0.1411E+09 0.3060E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 20.6736 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 423. 246. 0.66 0.34 0.49 0.01 8.02 0.24  
2 430. 194. 0.76 0.24 0.65 0.00 15.88 0.31  
3 490. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

FIM DO TIME STEP NO 9 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 270.00

INICIO DO TIME STEP 10 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES



CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	423.	246.	0.66	0.34	0.49	0.01	8.02	0.24
2	430.	194.	0.76	0.24	0.65	0.00	15.88	0.31
3	490.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
234.2	3024.5	44172.9	700.8	16900.2	0.9124E+08	0.3151E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 18.8107 \*\*\*\*\*

*** CONDICÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAD	TEMPERATURA	SATURACÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	462.	234.	0.68	0.32	0.52	0.01	9.22	0.25
2	468.	187.	0.76	0.24	0.66	0.00	17.69	0.33
3	512.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 10 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 300.00

INICIO DO TIME STEP 11 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDIÇÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAD	TEMPERATURA	SATURACÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	462.	234.	0.68	0.32	0.52	0.01	9.22	0.25
2	468.	187.	0.76	0.24	0.66	0.00	17.69	0.33
3	512.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
223.1	2037.0	46209.9	670.1	17570.3	0.6350E+08	0.3215E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 24.7543 \*\*\*\*\*

*** CONDIÇÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAD	TEMPERATURA	SATURACÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	494.	223.	0.70	0.30	0.56	0.01	10.57	0.27
2	499.	180.	0.76	0.24	0.66	0.00	19.61	0.34
3	528.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 11 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 330.00

INICIO DO TIME STEP 12 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDIÇÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAD	TEMPERATURA	SATURACÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	494.	223.	0.70	0.30	0.56	0.01	10.57	0.27
2	499.	180.	0.76	0.24	0.66	0.00	19.61	0.34
3	528.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
-------	----------------------	--	----------------------	--	----------------------	--

MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
213.0	1808.5	48018.4	502.0	18072.3	0.4757E+08	0.3262E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 21.7262 \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	( PSI )	( F )	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	506.	213.	0.71	0.29	0.58	0.00	12.07	0.28
2	511.	174.	0.76	0.24	0.66	0.00	21.63	0.36
3	536.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 12 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 360.00

INICIO DO TIME STEP 13 CICLO 1 DURACAO 30.00

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	( PSI )	( F )	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	506.	213.	0.71	0.29	0.58	0.00	12.07	0.28
2	511.	174.	0.76	0.24	0.66	0.00	21.63	0.36
3	536.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***			
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
203.6	1718.4	49736.8	415.2	18487.5	0.3874E+08	0.3301E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 19.4600 \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	( PSI )	( F )	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	512.	204.	0.72	0.28	0.60	0.00	13.73	0.30
2	516.	169.	0.76	0.24	0.66	0.00	23.76	0.37
3	539.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 13 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 390.00

INICIO DO TIME STEP 14 CICLO 1 DURACAO 30.00

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	( PSI )	( F )	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	512.	204.	0.72	0.28	0.60	0.00	13.73	0.30
2	516.	169.	0.76	0.24	0.66	0.00	23.76	0.37
3	539.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***			
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
195.0	1526.7	51263.5	385.5	18873.0	0.3144E+08	0.3332E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 20.1604 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	519.	195.	0.74	0.26	0.62	0.00	15.58	0.31
2	523.	164.	0.76	0.24	0.66	0.00	26.00	0.38
3	543.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 14 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 420.00

INICIO DO TIME STEP 15 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	519.	195.	0.74	0.26	0.62	0.00	15.58	0.31
2	523.	164.	0.76	0.24	0.66	0.00	26.00	0.38
3	543.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
186.9	1407.8	52671.3	260.1	19133.1	0.2348E+08	0.3356E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 15.5944 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	524.	187.	0.74	0.26	0.62	0.00	17.62	0.33
2	528.	159.	0.76	0.24	0.66	0.00	28.34	0.40
3	546.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 15 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 450.00

INICIO DO TIME STEP 16 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	524.	187.	0.74	0.26	0.62	0.00	17.62	0.33
2	528.	159.	0.76	0.24	0.66	0.00	28.34	0.40
3	546.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
179.4	1158.8	53830.1	232.8	19366.0	0.1769E+08	0.3374E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 16.7319 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	531.	179.	0.74	0.26	0.63	0.00	19.87	0.34
2	535.	155.	0.76	0.24	0.66	0.00	30.79	0.41
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 16 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 480.00

INICIO DO TIME STEP 17 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	531.	179.	0.74	0.26	0.63	0.00	19.87	0.34
2	535.	155.	0.76	0.24	0.66	0.00	30.79	0.41
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
172.3	1227.5	55057.6	217.5	19583.4	0.1602E+08	0.3390E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 15.0504 \*\*\*\*\*

*** CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	529.	172.	0.75	0.25	0.64	0.00	22.36	0.36
2	534.	151.	0.76	0.24	0.66	0.00	33.35	0.42
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 17 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 510.00

INICIO DO TIME STEP 18 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	529.	172.	0.75	0.25	0.64	0.00	22.36	0.36
2	534.	151.	0.76	0.24	0.66	0.00	33.35	0.42
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
165.7	1169.5	56227.1	203.8	19787.3	0.1339E+08	0.3403E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 14.8417 \*\*\*\*\*

*** CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	530.	166.	0.75	0.25	0.64	0.00	25.10	0.38
2	535.	147.	0.76	0.24	0.66	0.00	36.02	0.44
3	550.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 18 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 540.00

FINAL DO CICLO 1

\*\*\* PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO \*\*\* TEMPO EM DIAS QUANT. CALDR

PRESSAO (PSI)	TEMP. INJ. ( F )	TITULO (%)	VOLUME (BPD)	INJECAD (DIAS)	SOAK (DIAS)	INJETADA (BTU )
1210.00	570.0	0.6	1487.00	20.00	10.00	0.7975E+10

** TOTAL DE VAPOR INJETADO **		** TOTAL DE CALOR INJETADO **	
NO CICLO (BPD)	AC/CICLO (BPD)	NO CICLO (BTU)	AC/CICLO (BTU)
0.2974E+05	0.2974E+05	0.7975E+10	0.7975E+10

\*\*\*\*\* PROPRIEDADES DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO APOS O CICLO \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SD	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	530.	166.	0.75	0.25	0.64	0.00	25.10	0.38
2	535.	147.	0.76	0.24	0.66	0.00	36.02	0.44
3	550.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
	NO CICLO (STB)	AC/CICLO (STB)	NO CICLO (STB)	AC/CICLO (STB)	N.CICLO (BTU)	AC/CICLO (BTU)
165.7	56227.1	56227.1	19787.3	19787.3	0.3403E+10	0.3403E+10

\*\*\*\*\* RAZAO OLEO/VAPOR = 1.8906 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\* TOTAIS GERAIS DO PROGRAMA \*\*\*\*\*

TOTAL DE STEPS =	18.00	STEPS
TOTAL DE DIAS =	540.00	DIAS
TOTAL PROD. OLEO =	0.5623E+05	STB
TOTAL PROD. AGUA =	0.1979E+05	STB
TOTAL INJ. VAPOR =	0.2974E+05	STB
TEMP. MED. RESERV. =	165.70	F

CMNT-----  
 CMNT PROJETO DE ESTIMULACAO COM VAPOR  
 CMNT  
 CABE CAMPO: CARMOPOLIS POCO: 7-CP-317-SE FORMACAO: BARRA DE ITIUBA  
 CMNT  
 CMNT-----  
 CMNT AJUSTE DO HISTORICO DA PRODUCAO PARA  
 CMNT O PRIMEIRO CICLO DE VAPOR  
 CMNT E SIMULACAO DE MAIS DOIS CICLOS  
 CMNT COMANDOS DE ENTRADA DO SIMULADOR  
 CMNT-----  
 CMNT SAIDA GRAFICA DO SIMULADOR  
 CMNT 1. 1. 1. 0. 0. 0. 0. 1.  
 CMNT-----  
 CMNT CONDUCT. GRADIENTE DIFUSIV. TEMP.  
 CMNT TERMICA GEOTER. TERMICA RESERV.  
 CMNT K A D TRES  
 CMNT (BTU/FT-HR-F) (F/FT) (FT<sup>3</sup>/HR) (F)  
 TERM 19.2 0.011 1.0265 120.  
 CMNT-----  
 CMNT PHI KABS PBARRA API BO BW  
 CMNT (ADM) (MD) (PSI) (API) (ADM) (ADM)  
 ROCK 0.275 346. 569.7 22. 1.056 1.01  
 CMNT-----  
 CMNT Z H RE RW RC S  
 CMNT (FT) (ADM) (FT) (FT) (FT) (ADM)  
 POCO 2053. 169. 328. 0.583 0.583 0.  
 CMNT-----  
 CMNT COMPRESSIBILIDADES (PSI-1 \* 10.\*\*6) COEF. EXPAN. TERM. (OF-1 \* 10.\*\*6)  
 CMNT CDMR COMW COMO CWT COT  
 COMP 3.2 2.299 13. 150. 150.  
 CMNT-----  
 CMNT PESOS ESPECIFICOS (ROCHA, AGUA, OLEO) EM (LB / CUFT)  
 CMNT ROR ROW ROO  
 PESP 167. 62.43 56.18  
 CMNT-----  
 CMNT CALORES ESPECIFICOS (ROCHA, AGUA, OLEO) EM (BTU/LB-F)  
 CMNT CR CW CO  
 CALO 0.21 1.0 0.5  
 CMNT-----  
 CMNT TEMP1 VISCI TEMP2 VISC2  
 CMNT (F) (CP) (F) (CP)  
 VISC 120. 65. 400. 2.3  
 CMNT-----  
 CMNT COEFICIENTES PARA O CALCULO DA DERIVADA DA PRESSAO CAPILAR  
 CMNT TGP1 SWP3 TGP5 DCL1  
 CMNT (ADM) (ADM) (MD) (ADM)  
 PCLI -15. 0.4 -0.25 0.002  
 CMNT-----  
 CMNT INDICE DE PRODUTIVIDADE INICIAL  
 CMNT DE OLEO DO POCO (IPIO)  
 CMNT (M<sup>3</sup>/DIA/KG/CM<sup>2</sup>/M)  
 IPIO 0.0033  
 CMNT 0.0020  
 CMNT-----  
 CMNT SATURACOES IRREDUCIVEIS, PERMEABILIDADES MAXIMAS E SW

CMNT	SWIR	SORW	KRWRO	KROCW	SW
CMNT	(ADM)	(ADM)	(MD)	(MD)	(ADM)
SATI	0.175	0.4	0.62	0.78	0.214
CTLO	0.99	2.0			

CMNT-----

CMNT	FATOR DE CONTORNO
ALFA	0.75

CMNT-----

CMNT	EXPOENTES PARA AS CURVAS DE PERM. DA AGUA E DO OLEO	
CMNT	EXNOW	EXNO
EXPR	1.5	2.

CMNT-----

CMNT	DADOS DO VAPOR PARA O CICLO 1					
CMNT	PVS	TVS	QVS	XVS	TINJ	TSOAK
CMNT	(PSI)	(F)	(BPD)	(%)	(DIAS)	(DIAS)
VAPO	1210.	570.	1487.	.64	20.	10.

CMNT-----

CMNT	SATURACOES IRREDUCIVEIS, PERMEABILIDADES MAXIMAS E SW					
CMNT	SWIR	SORW	KRWRO	KROCW	SW	
CMNT	(ADM)	(ADM)	(MD)	(MD)	(ADM)	
SATI	0.175	0.2	0.62	0.78	0.214	

CMNT-----

CMNT	EXPOENTES PARA AS CURVAS DE PERM. DA AGUA E DO OLEO	
CMNT	EXNOW	EXNO
EXPR	2.8	1.5

CMNT-----

CMNT	DADOS DOS TIME STEPS		
CMNT	DELTAT	PWF	DELTAP
CMNT	(DIAS)	(F)	(PSI)
TIME	30.	0.	49.
TIME	30.	0.	74.
TIME	30.	0.	71.
TIME	30.	0.	83.
TIME	30.	0.	105.
TIME	30.	0.	133.
TIME	30.	0.	206.
TIME	30.	0.	204.49
TIME	30.	0.	182.61
TIME	30.	0.	162.61
TIME	30.	0.	139.52
TIME	30.	0.	142.05
TIME	30.	0.	151.64
TIME	30.	0.	153.
TIME	30.	0.	154.84
TIME	30.	0.	144.11
TIME	30.	0.	169.50
TIME	30.	0.	180.39

CMNT-----

CMNT	EXPOENTES PARA AS CURVAS DE PERM. DA AGUA E DO OLEO	
CMNT	EXNOW	EXNO
EXPR	1.5	2.

CMNT-----

CMNT	DADOS DO VAPOR PARA O CICLO 2					
CMNT	PVS	TVS	QVS	XVS	TINJ	TSOAK
CMNT	(PSI)	(F)	(BPD)	(%)	(DIAS)	(DIAS)
VAPO	1210.	570.	1487.	.64	20.	10.

CMNT	SATURACOES IRREDUCIVEIS, PERMEABILIDADES MAXIMAS E SW				
CMNT	SWIR	SORW	KRWRO	KROCW	SW
CMNT	(ADM)	(ADM)	(MD)	(MD)	(ADM)
SATI	0.175	0.2	0.62	0.78	0.214

CMNT	EXPOENTES PARA AS CURVAS DE PERM. DA AGUA E DO OLEO	
CMNT	EXNOW	EXNO
EXPR	2.8	1.5

CMNT	DADOS DOS TIME STEPS		
CMNT	DELTAT	PWF	DELTAP
CMNT	(DIAS)	(F)	(PSI)
TIME	30.	0.	45.
TIME	30.	0.	60.
TIME	30.	0.	75.
TIME	30.	0.	90.
TIME	30.	0.	105.
TIME	30.	0.	120.
TIME	30.	0.	135.
TIME	30.	0.	150.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.

CMNT	EXPOENTES PARA AS CURVAS DE PERM. DA AGUA E DO OLEO	
CMNT	EXNOW	EXNO
EXPR	1.5	2.

CMNT	DADOS DO VAPOR PARA O CICLO 3					
CMNT	PVS	TVS	QVS	XVS	TINJ	TSDAK
CMNT	(PSI)	(F)	(BPD)	(%)	(DIAS)	(DIAS)
VAPD	1210.	570.	1487.	.64	20.	10.

CMNT	SATURACOES IRREDUCIVEIS, PERMEABILIDADES MAXIMAS E SW				
CMNT	SWIR	SORW	KRWRO	KROCW	SW
CMNT	(ADM)	(ADM)	(MD)	(MD)	(ADM)
SATI	0.175	0.2	0.62	0.78	0.214

CMNT	EXPOENTES PARA AS CURVAS DE PERM. DA AGUA E DO OLEO	
CMNT	EXNOW	EXNO
EXPR	2.8	1.5

CMNT	DADOS DOS TIME STEPS		
CMNT	DELTAT	PWF	DELTAP
CMNT	(DIAS)	(F)	(PSI)
TIME	30.	0.	45.
TIME	30.	0.	60.
TIME	30.	0.	75.



TIME	30.	0.	90.
TIME	30.	0.	105.
TIME	30.	0.	120.
TIME	30.	0.	135.
TIME	30.	0.	150.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.
TIME	30.	0.	165.

----- HUFF & PUFF -----  
 ESTIMULACAO COM VAPOR  
 -----

CAMPD: CARMOPOLIS      POCO: 7-CP-317-SE      FORMACAO: BARRA DE ITIUBA

PROFUNDIDADE FT 2053.0	CONDUTIVIDADE BTU/FT-D-F 19.2	DIFUSIVIDADE FT2/DIA 1.0265	GRAU GEOTERMICO FT 0.0110
------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

RAIO DE DRENAGEM (FT) 328.0	RAIO DO POCO (FT) 0.6	RAIO DO TUBING (FT) 0.6	FATOR DAND 0.0	FAT. INFLUENCIA (%) 2.0
-----------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------------

PESO ESPECIFICO (LB/FT3)	CALOR ESPECIFICO (BTU/LB)
ROCHA    OLEO    AGUA	ROCHA    OLEO    AGUA
167.00   56.18   62.43	0.21      0.500    1.00

POROSIDADE (%) 0.3	PERM. ABS. M D 346.0	SATURACOES RESID. SOWR 0.4	RESID. SWIR 0.18	PERM. RELT. MAXIMA KRWRO 0.62	MAXIMA KROCW 0.8
--------------------------	----------------------------	----------------------------------	------------------------	-------------------------------------	------------------------

\*\*\*\*\* PROPRIEDADES INICIAIS DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	570.	120.	0.79	0.21	0.64	0.02	65.00	0.56
2	570.	120.	0.79	0.21	0.64	0.02	65.00	0.56
3	570.	120.	0.79	0.21	0.64	0.02	65.00	0.56

\*\*\*\*\*  
 VOLUME POROSO DE ROCHA =            2.647787 MMSTB  
 VOLUME DE OLEO                    =            2.081161 MMSTB  
 \*\*\*\*\*

INICIO DO CICLO 1

**** PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO ****				TEMPO EM DIAS	QUANT. CALOR
PRESSAO	TEMP. INJ.	TITULO	VOLUME	INJECAO SOAK	INJETADA
(PSI)	( F )	(%)	(BPD)	(DIAS) (DIAS)	(BTU )
1210.00	570.0	0.6	1487.00	20.00 10.00	0.7975E+10

***** PROPRIEDADES DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO APOS O SOAK *****								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	798.	470.	0.47	0.53	0.02	0.47	1.59	0.11
2	799.	324.	0.75	0.25	0.53	0.05	3.84	0.17
3	713.	120.	0.79	0.21	0.64	0.02	65.00	0.56

INICIO DO TIME STEP 1 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	798.	470.	0.47	0.53	0.22	0.13	1.59	0.11
2	799.	324.	0.75	0.25	0.64	0.00	3.84	0.17
3	713.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
422.4	3423.8	3423.8	8966.0	8966.0	0.1291E+10	0.1291E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 72.3659 \*\*\*\*\*

*** CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	378.	422.	0.57	0.43	0.35	0.05	2.03	0.13
2	382.	296.	0.75	0.25	0.64	0.00	4.86	0.19
3	453.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 1 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 30.00

INICIO DO TIME STEP 2 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	378.	422.	0.57	0.43	0.35	0.05	2.03	0.13
2	382.	296.	0.75	0.25	0.64	0.00	4.86	0.19
3	453.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***
-------	----------------------	----------------------	----------------------

MEDIA ( F )	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
385.5	5384.0	8807.8	1380.2	10346.2	0.4031E+09	0.1694E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 20.4042 \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	404.	385.	0.62	0.38	0.43	0.03	2.51	0.14
2	407.	275.	0.75	0.25	0.64	0.00	5.93	0.21
3	474.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 2 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 60.00

INICIO DO TIME STEP 3 CICLO 1 DURACAO 30.00

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	404.	385.	0.62	0.38	0.43	0.03	2.51	0.14
2	407.	275.	0.75	0.25	0.64	0.00	5.93	0.21
3	474.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	**PRODUCAO DE OLEO** AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	***PERDA DE CALOR*** AC/STEP (BTU)
355.7	4013.0	12820.7	796.6	11142.7	0.2422E+09	0.1936E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 16.5626 \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	450.	356.	0.65	0.35	0.47	0.02	3.05	0.16
2	453.	258.	0.75	0.25	0.64	0.00	7.09	0.23
3	502.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 3 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 90.00

INICIO DO TIME STEP 4 CICLO 1 DURACAO 30.00

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	450.	356.	0.65	0.35	0.47	0.02	3.05	0.16
2	453.	258.	0.75	0.25	0.64	0.00	7.09	0.23
3	502.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	**PRODUCAO DE OLEO** AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	***PERDA DE CALOR*** AC/STEP (BTU)
330.7	3815.6	16636.4	704.7	11847.4	0.2001E+09	0.2136E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 15.5892 \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	459.	331.	0.66	0.34	0.49	0.01	3.66	0.17
2	462.	243.	0.75	0.25	0.64	0.00	8.32	0.24
3	508.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 4 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 120.00

INICIO DO TIME STEP 5 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	459.	331.	0.66	0.34	0.49	0.01	3.66	0.17
2	462.	243.	0.75	0.25	0.64	0.00	8.32	0.24
3	508.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
309.4	4103.1	20739.4	716.7	12564.2	0.1893E+09	0.2325E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 14.8709 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	451.	309.	0.67	0.33	0.51	0.01	4.34	0.18
2	455.	231.	0.75	0.25	0.64	0.00	9.64	0.26
3	505.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 5 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 150.00

INICIO DO TIME STEP 6 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	451.	309.	0.67	0.33	0.51	0.01	4.34	0.18
2	455.	231.	0.75	0.25	0.64	0.00	9.64	0.26
3	505.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
290.7	4530.1	25269.5	781.3	13345.4	0.1872E+09	0.2512E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 14.7094 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	437.	291.	0.67	0.33	0.51	0.01	5.11	0.20
2	442.	220.	0.75	0.25	0.64	0.00	11.06	0.27
3	498.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 6 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 180.00

INICIO DO TIME STEP 7 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	437.	291.	0.67	0.33	0.51	0.01	5.11	0.20
2	442.	220.	0.75	0.25	0.64	0.00	11.06	0.27
3	498.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
274.3	6391.5	31660.9	885.3	14230.7	0.2251E+09	0.2737E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 12.1658 \*\*\*\*\*

*** CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	374.	274.	0.64	0.36	0.47	0.02	5.97	0.21
2	383.	210.	0.75	0.25	0.65	0.00	12.57	0.29
3	473.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 7 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 210.00

INICIO DO TIME STEP 8 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	374.	274.	0.64	0.36	0.47	0.02	5.97	0.21
2	383.	210.	0.75	0.25	0.65	0.00	12.57	0.29
3	473.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
259.5	5428.3	37089.3	910.9	15141.6	0.1813E+09	0.2919E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 14.3695 \*\*\*\*\*

*** CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	382.	260.	0.64	0.36	0.46	0.02	6.94	0.22
2	392.	201.	0.75	0.25	0.65	0.00	14.17	0.30
3	477.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 8 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 240.00

INICIO DO TIME STEP 9 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	382.	260.	0.64	0.36	0.46	0.02	6.94	0.22
2	392.	201.	0.75	0.25	0.65	0.00	14.17	0.30
3	477.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
246.2	4059.1	41148.4	1057.9	16199.5	0.1411E+09	0.3060E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 20.6736 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	423.	246.	0.66	0.34	0.49	0.01	8.02	0.24
2	430.	194.	0.76	0.24	0.65	0.00	15.88	0.31
3	490.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 9 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 270.00

INICIO DO TIME STEP 10 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	423.	246.	0.66	0.34	0.49	0.01	8.02	0.24
2	430.	194.	0.76	0.24	0.65	0.00	15.88	0.31
3	490.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
234.2	3024.5	44172.9	700.8	16900.2	0.9124E+08	0.3151E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 18.8107 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	462.	234.	0.68	0.32	0.52	0.01	9.22	0.25
2	468.	187.	0.76	0.24	0.66	0.00	17.69	0.33
3	512.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 10 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 300.00

INICIO DO TIME STEP 11 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	462.	234.	0.68	0.32	0.52	0.01	9.22	0.25
2	468.	187.	0.76	0.24	0.66	0.00	17.69	0.33
3	512.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
223.1	2037.0	46209.9	670.1	17570.3	0.6350E+08	0.3215E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 24.7543 \*\*\*\*\*

*** CONDICÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	494.	223.	0.70	0.30	0.56	0.01	10.57	0.27
2	499.	180.	0.76	0.24	0.66	0.00	19.61	0.34
3	528.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 11 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 330.00

INICIO DO TIME STEP 12 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDIÇÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	494.	223.	0.70	0.30	0.56	0.01	10.57	0.27
2	499.	180.	0.76	0.24	0.66	0.00	19.61	0.34
3	528.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
213.0	1808.5	48018.4	502.0	18072.3	0.4757E+08	0.3262E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 21.7262 \*\*\*\*\*

*** CONDIÇÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	506.	213.	0.71	0.29	0.58	0.00	12.07	0.28
2	511.	174.	0.76	0.24	0.66	0.00	21.63	0.36
3	536.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 12 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 360.00

INICIO DO TIME STEP 13 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDIÇÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	506.	213.	0.71	0.29	0.58	0.00	12.07	0.28
2	511.	174.	0.76	0.24	0.66	0.00	21.63	0.36
3	536.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
203.6	1718.4	49736.8	415.2	18487.5	0.3874E+08	0.3301E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 19.4600 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURAÇÕES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURAÇÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	512.	204.	0.72	0.28	0.60	0.00	13.73	0.30
2	516.	169.	0.76	0.24	0.66	0.00	23.76	0.37
3	539.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 13 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 390.00

INICIO DO TIME STEP 14 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDIÇÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURAÇÕES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURAÇÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	512.	204.	0.72	0.28	0.60	0.00	13.73	0.30
2	516.	169.	0.76	0.24	0.66	0.00	23.76	0.37
3	539.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
195.0	1526.7	51263.5	385.5	18873.0	0.3144E+08	0.3332E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 20.1604 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDIÇÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURAÇÕES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURAÇÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	519.	195.	0.74	0.26	0.62	0.00	15.58	0.31
2	523.	164.	0.76	0.24	0.66	0.00	26.00	0.38
3	543.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 14 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 420.00

INICIO DO TIME STEP 15 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDIÇÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURAÇÕES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURAÇÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	519.	195.	0.74	0.26	0.62	0.00	15.58	0.31
2	523.	164.	0.76	0.24	0.66	0.00	26.00	0.38
3	543.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
186.9	1407.8	52671.3	260.1	19133.1	0.2348E+08	0.3356E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 15.5944 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDIÇÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURAÇÕES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURAÇÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	524.	187.	0.74	0.26	0.62	0.00	17.62	0.33
2	528.	159.	0.76	0.24	0.66	0.00	28.34	0.40
3	546.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56



FIM DO TIME STEP NO 15 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 450.00

INICIO DO TIME STEP 16 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	524.	187.	0.74	0.26	0.62	0.00	17.62	0.33
2	528.	159.	0.76	0.24	0.66	0.00	28.34	0.40
3	546.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
179.4	1158.8	53830.1	232.8	19366.0	0.1769E+08	0.3374E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 16.7319 \*\*\*\*\*

*** CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	531.	179.	0.74	0.26	0.63	0.00	19.87	0.34
2	535.	155.	0.76	0.24	0.66	0.00	30.79	0.41
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 16 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 480.00

INICIO DO TIME STEP 17 CICLO 1 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	531.	179.	0.74	0.26	0.63	0.00	19.87	0.34
2	535.	155.	0.76	0.24	0.66	0.00	30.79	0.41
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
172.3	1227.5	55057.6	217.5	19583.4	0.1402E+08	0.2390E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 16.0504 \*\*\*\*\*

*** CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	529.	172.	0.75	0.25	0.64	0.00	22.36	0.36
2	534.	151.	0.76	0.24	0.66	0.00	33.35	0.42
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 17 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 510.00

INICIO DO TIME STEP 18 CICLO 1 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICIONES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	529.	172.	0.75	0.25	0.64	0.00	22.36	0.36
2	534.	151.	0.76	0.24	0.66	0.00	33.35	0.42
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
165.7	1169.5	56227.1	203.8	19787.3	0.1339E+08	0.3403E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 14.8417 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICIONES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	530.	166.	0.75	0.25	0.64	0.00	25.10	0.38
2	535.	147.	0.76	0.24	0.66	0.00	36.02	0.44
3	550.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 18 DO CICLO = 1, TOTAL DE DIAS = 540.00

FINAL DO CICLO 1

\*\*\*\* PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO \*\*\*\*

PRESSAO (PSI)	TEMP. INJ. ( F )	TITULO (%)	VOLUME (BPD)	TEMPO EM DIAS INJECAD (DIAS)	QUANT. CALOR SOAK (DIAS)	INJETADA (BTU)
1210.00	570.0	0.6	1487.00	20.00	10.00	0.7975E+10

** TOTAL DE VAPOR INJETADO ** NO CICLO (BPD)	AC/CICLO (BPD)	** TOTAL DE CALOR INJETADO ** NO CICLO (BTU)	AC/CICLO (BTU)
0.2974E+05	0.2974E+05	0.7975E+10	0.7975E+10

\*\*\*\*\* PROPRIEDADES DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO APOS O CICLO \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	530.	166.	0.75	0.25	0.64	0.00	25.10	0.38
2	535.	147.	0.76	0.24	0.66	0.00	36.02	0.44
3	550.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO CICLO (STB)	AC/CICLO (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO CICLO (STB)	AC/CICLO (STB)	***PERDA DE CALOR*** N.CICLO (BTU)	AC/CICLO (BTU)
165.7	56227.1	56227.1	19787.3	19787.3	0.3403E+10	0.3403E+10

\*\*\*\*\* RAZAO OLEO/VAPOR = 1.8906 \*\*\*\*\*

INICIO DO CICLO 2

\*\*\*\* PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO \*\*\*\*

PRESSAO (PSI)	TEMP. INJ. ( F )	TITULO (%)	VOLUME (BPD)	TEMPO EM DIAS INJECAO (DIAS)	QUANT. CALOR SOAK (DIAS)	INJETADA (BTU)
1210.00	570.0	0.6	1487.00	20.00	10.00	0.7975E+10

\*\*\*\*\* PROPRIEDADES DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO APOS O SOAK \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	833.	473.	0.42	0.58	0.10	0.32	1.57	0.11
2	834.	275.	0.71	0.29	0.53	0.05	5.91	0.21
3	735.	120.	0.79	0.21	0.69	0.01	65.00	0.56

INICIO DO TIME STEP 1 CICLO 2 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICoes INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	833.	473.	0.42	0.58	0.17	0.18	1.57	0.11
2	834.	275.	0.71	0.29	0.58	0.01	5.91	0.21
3	735.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
425.4	2864.5	2864.5	9932.2	9932.2	0.1387E+10	0.1387E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 77.6156 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICoes FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	385.	425.	0.51	0.49	0.27	0.09	1.99	0.13
2	389.	255.	0.71	0.29	0.57	0.01	7.32	0.23
3	463.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 1 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 30.00

INICIO DO TIME STEP 2 CICLO 2 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICoes INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	385.	425.	0.51	0.49	0.27	0.09	1.99	0.13
2	389.	255.	0.71	0.29	0.57	0.01	7.32	0.23
3	463.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
388.7	4231.5	7096.0	2448.8	12381.1	0.4660E+09	0.1853E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 36.6572 \*\*\*\*\*

*** CONDICÕES FINAIS DE TEMP., PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	403.	389.	0.55	0.45	0.32	0.07	2.46	0.14
2	408.	238.	0.71	0.29	0.58	0.01	8.78	0.25
3	479.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 2 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 60.00

INICIO DO TIME STEP 3 CICLO 2 DURACAO 30.00

*** CONDICÕES INICIAIS DE TEMP., PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	403.	389.	0.55	0.45	0.32	0.07	2.46	0.14
2	408.	238.	0.71	0.29	0.58	0.01	8.78	0.25
3	479.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUÇÃO DE OLEO**		**PRODUÇÃO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
358.9	4349.2	11445.2	2391.0	14772.1	0.4096E+09	0.2263E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 35.4734 \*\*\*\*\*

*** CONDICÕES FINAIS DE TEMP., PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	399.	359.	0.56	0.44	0.34	0.06	2.98	0.16
2	405.	225.	0.71	0.29	0.58	0.00	10.29	0.26
3	479.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 3 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 90.00

INICIO DO TIME STEP 4 CICLO 2 DURACAO 30.00

*** CONDICÕES INICIAIS DE TEMP., PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	399.	359.	0.56	0.44	0.34	0.06	2.98	0.16
2	405.	225.	0.71	0.29	0.58	0.00	10.29	0.26
3	479.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUÇÃO DE OLEO**		**PRODUÇÃO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
333.9	4367.9	15813.1	2362.9	17134.9	0.3625E+09	0.2625E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 35.1055 \*\*\*\*\*

*** CONDICÕES FINAIS DE TEMP., PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACÕES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	394.	334.	0.57	0.43	0.36	0.05	3.57	0.17
2	400.	214.	0.72	0.28	0.59	0.00	11.87	0.28

3 476. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

FIM DO TIME STEP NO 4 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 120.00

INICIO DO TIME STEP 5 CICLO 2 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	394.	334.	0.57	0.43	0.36	0.05	3.57	0.17
2	400.	214.	0.72	0.28	0.59	0.00	11.87	0.28
3	476.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
312.5	2905.5	18718.6	3479.0	20613.9	0.3590E+09	0.2984E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 54.4910 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	444.	312.	0.66	0.34	0.49	0.01	4.23	0.18
2	449.	205.	0.72	0.28	0.60	0.00	13.51	0.29
3	498.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 5 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 150.00

INICIO DO TIME STEP 6 CICLO 2 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	444.	312.	0.66	0.34	0.49	0.01	4.23	0.18
2	449.	205.	0.72	0.28	0.60	0.00	13.51	0.29
3	498.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
293.7	3556.1	22274.7	1201.8	21815.7	0.1891E+09	0.3173E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 25.2591 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	451.	294.	0.66	0.34	0.49	0.02	4.97	0.19
2	456.	197.	0.73	0.27	0.60	0.00	15.22	0.31
3	506.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 6 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 180.00

INICIO DO TIME STEP 7 CICLO 2 DURACAO 30.00

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	451.	294.	0.66	0.34	0.49	0.02	4.97	0.19
2	456.	197.	0.73	0.27	0.60	0.00	15.22	0.31
3	506.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***			
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
277.1	3123.0	25397.7	1801.3	23617.0	0.1953E+09	0.3369E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 36.5805 \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	460.	277.	0.69	0.31	0.54	0.01	5.81	0.21
2	465.	189.	0.73	0.27	0.61	0.00	17.00	0.32
3	509.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 7 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 210.00

INICIO DO TIME STEP 8 CICLO 2 DURACAO 30.00

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	460.	277.	0.69	0.31	0.54	0.01	5.81	0.21
2	465.	189.	0.73	0.27	0.61	0.00	17.00	0.32
3	509.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***			
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
262.3	3239.2	28636.9	1115.9	24732.9	0.1418E+09	0.3510E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 25.6231 \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	464.	262.	0.69	0.31	0.55	0.01	6.74	0.22
2	470.	183.	0.73	0.27	0.61	0.00	18.84	0.34
3	513.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 8 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 240.00

INICIO DO TIME STEP 9 CICLO 2 DURACAO 30.00

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	464.	262.	0.69	0.31	0.55	0.01	6.74	0.22
2	470.	183.	0.73	0.27	0.61	0.00	18.84	0.34

3 513. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
248.9	3111.0	31747.9	1053.9	25786.8	0.1224E+09	0.3633E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 25.3033 \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	468.	249.	0.70	0.30	0.55	0.01	7.78	0.23
2	474.	177.	0.73	0.27	0.62	0.00	20.75	0.35
3	515.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 9 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 270.00

INICIO DO TIME STEP 10 CICLO 2 DURACAO 30.00

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	468.	249.	0.70	0.30	0.55	0.01	7.78	0.23
2	474.	177.	0.73	0.27	0.62	0.00	20.75	0.35
3	515.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
236.7	2715.8	34463.8	928.8	26715.6	0.9718E+08	0.3730E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 25.4845 \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	479.	237.	0.70	0.30	0.56	0.01	8.95	0.25
2	485.	171.	0.74	0.26	0.62	0.00	22.72	0.36
3	521.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 10 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 300.00

INICIO DO TIME STEP 11 CICLO 2 DURACAO 30.00

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	479.	237.	0.70	0.30	0.56	0.01	8.95	0.25
2	485.	171.	0.74	0.26	0.62	0.00	22.72	0.36
3	521.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
225.6	2387.3	36851.0	806.9	27522.5	0.7696E+08	0.3807E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 25.2611 \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	490.	226.	0.71	0.29	0.57	0.01	10.25	0.26
2	495.	166.	0.74	0.26	0.62	0.00	24.75	0.38
3	527.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 11 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 330.00

INICIO DO TIME STEP 12 CICLO 2 DURACAO 30.00

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	490.	226.	0.71	0.29	0.57	0.01	10.25	0.26
2	495.	166.	0.74	0.26	0.62	0.00	24.75	0.38
3	527.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***			
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
215.3	2104.9	38956.0	707.4	28229.9	0.6123E+08	0.3868E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 25.1541 \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	499.	215.	0.71	0.29	0.58	0.01	11.70	0.28
2	504.	162.	0.74	0.26	0.63	0.00	26.84	0.39
3	532.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 12 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 360.00

INICIO DO TIME STEP 13 CICLO 2 DURACAO 30.00

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	499.	215.	0.71	0.29	0.58	0.01	11.70	0.28
2	504.	162.	0.74	0.26	0.63	0.00	26.84	0.39
3	532.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***			
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
205.9	1871.4	40827.4	595.5	28825.4	0.4804E+08	0.3916E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 24.1393 \*\*\*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	507.	206.	0.72	0.28	0.58	0.00	13.31	0.29



2	512.	158.	0.74	0.26	0.63	0.00	28.99	0.40
3	537.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 13 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 390.00

INICIO DO TIME STEP 14 CICLO 2 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	507.	206.	0.72	0.28	0.58	0.00	13.31	0.29
2	512.	158.	0.74	0.26	0.63	0.00	28.99	0.40
3	537.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
197.1	1657.3	42484.7	535.1	29360.5	0.3855E+08	0.3955E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 24.4068 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	513.	197.	0.72	0.28	0.59	0.00	15.09	0.31
2	518.	154.	0.74	0.26	0.63	0.00	31.20	0.41
3	540.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 14 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 420.00

INICIO DO TIME STEP 15 CICLO 2 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	513.	197.	0.72	0.28	0.59	0.00	15.09	0.31
2	518.	154.	0.74	0.26	0.63	0.00	31.20	0.41
3	540.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
188.9	1471.8	43956.5	482.0	29842.5	0.3092E+08	0.3986E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 24.6712 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	519.	189.	0.72	0.28	0.60	0.00	17.07	0.32
2	524.	150.	0.74	0.26	0.63	0.00	33.46	0.42
3	543.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 15 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 450.00

INICIO DO TIME STEP 16 CICLO 2 DURACAO 30.00

*** CONDICÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACÕES (SO SW)		PERM. RELAT. (KRO KRW)		VISCOSIDADES (OLEO AGUA)	
1	519.	189.	0.72	0.28	0.60	0.00	17.07	0.32
2	524.	150.	0.74	0.26	0.63	0.00	33.46	0.42
3	543.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. **PRODUÇÃO DE OLEO** **PRODUÇÃO DE AGUA** ***PERDA DE CALOR***							
MEDIA ( F )	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)	
181.3	1311.7	45268.2	430.3	30272.8	0.2466E+08	0.4010E+10	

\*\*\*\*\* WATER CUT = 24.6996 \*\*\*\*\*

*** CONDIÇÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACÕES (SO SW)		PERM. RELAT. (KRO KRW)		VISCOSIDADES (OLEO AGUA)	
1	524.	181.	0.72	0.28	0.60	0.00	19.25	0.34
2	528.	147.	0.74	0.26	0.63	0.00	35.77	0.44
3	546.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 16 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 480.00

INICIO DO TIME STEP 17 CICLO 2 DURACAO 30.00

*** CONDIÇÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACÕES (SO SW)		PERM. RELAT. (KRO KRW)		VISCOSIDADES (OLEO AGUA)	
1	524.	181.	0.72	0.28	0.60	0.00	19.25	0.34
2	528.	147.	0.74	0.26	0.63	0.00	35.77	0.44
3	546.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. **PRODUÇÃO DE OLEO** **PRODUÇÃO DE AGUA** ***PERDA DE CALOR***							
MEDIA ( F )	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)	
174.2	1171.4	46439.6	386.1	30658.9	0.1963E+08	0.4030E+10	

\*\*\*\*\* WATER CUT = 24.7918 \*\*\*\*\*

*** CONDIÇÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACÕES (SO SW)		PERM. RELAT. (KRO KRW)		VISCOSIDADES (OLEO AGUA)	
1	528.	174.	0.73	0.27	0.60	0.00	21.66	0.36
2	533.	144.	0.75	0.25	0.64	0.00	38.13	0.45
3	548.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 17 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 510.00

INICIO DO TIME STEP 18 CICLO 2 DURACAO 30.00

*** CONDIÇÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACÕES NAS CELULAS ***								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACÕES (SO SW)		PERM. RELAT. (KRO KRW)		VISCOSIDADES (OLEO AGUA)	
1	528.	174.	0.73	0.27	0.60	0.00	21.66	0.36

2	533.	144.	0.75	0.25	0.64	0.00	38.13	0.45
3	548.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
167.5	1048.0	47487.6	348.3	31007.2	0.1557E+08	0.4045E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 24.9443 \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES SO	SW	PERM. RELAT. KRO	KRW	VISCOSIDADES OLEO	AGUA
1	532.	167.	0.73	0.27	0.61	0.00	24.32	0.37
2	536.	141.	0.75	0.25	0.64	0.00	40.54	0.46
3	551.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 18 DO CICLO = 2, TOTAL DE DIAS = 540.00

FINAL DO CICLO 2

PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO	TEMP. INJ. ( F )	TITULO (%)	VOLUME (BPD)	TEMPO EM DIAS INJECAO (DIAS)	QUANT. CALOR SOAK (DIAS)	INJETADA (BTU)
1210.00	570.0	0.6	1487.00	20.00	10.00	0.7975E+10

** TOTAL DE VAPOR INJETADO ** NO CICLO (BPD)	AC/CICLO (BPD)	** TOTAL DE CALOR INJETADO ** NO CICLO (BTU)	AC/CICLO (BTU)
0.2974E+05	0.5948E+05	0.7975E+10	0.1595E+11

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES SO	SW	PERM. RELAT. KRO	KRW	VISCOSIDADES OLEO	AGUA
1	532.	167.	0.73	0.27	0.61	0.00	24.32	0.37
2	536.	141.	0.75	0.25	0.64	0.00	40.54	0.46
3	551.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO CICLO (STB)	AC/CICLO (STB)	**PRDDUCAO DE AGUA** NO CICLO (STB)	AC/CICLO (STB)	N. CICLO (BTU)	AC/CICLO (BTU)
167.5	47487.6	103714.6	31007.2	50794.5	0.4045E+10	0.7448E+10

\*\*\*\*\* RAZAO OLEO/VAPOR = 1.5968 \*\*\*\*\*

INICIO DO CICLO 3

PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO	TEMP. INJ.	TITULO	VOLUME	TEMPO EM DIAS INJECAO	QUANT. CALOR SOAK	INJETADA
1210.00	570.0	0.6	1487.00	20.00	10.00	0.7975E+10

(PSI) ( F ) (%) (BPD) (DIAS) (DIAS) (BTU )  
 1210.00 570.0 0.6 1487.00 20.00 10.00 0.7975E+10

\*\*\*\*\* PROPRIEDADES DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO APOS O SOAK \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	725.	474.	0.52	0.48	0.21	0.21	1.56	0.11
2	725.	245.	0.71	0.29	0.52	0.05	8.12	0.24
3	672.	120.	0.79	0.21	0.69	0.01	65.00	0.56

INICIO DO TIME STEP 1 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	725.	474.	0.52	0.48	0.29	0.08	1.56	0.11
2	725.	245.	0.71	0.29	0.57	0.01	8.12	0.24
3	672.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
427.1	3700.7	3700.7	3812.5	3812.5	0.6794E+09	0.6794E+09

\*\*\*\*\* WATER CUT = 50.7444 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	423.	427.	0.47	0.53	0.23	0.12	1.98	0.13
2	430.	229.	0.70	0.30	0.57	0.01	9.87	0.26
3	511.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 1 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 30.00

INICIO DO TIME STEP 2 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICÕES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	423.	427.	0.47	0.53	0.23	0.12	1.98	0.13
2	430.	229.	0.70	0.30	0.57	0.01	9.87	0.26
3	511.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
390.4	4169.3	7870.0	3457.5	7270.0	0.5741E+09	0.1254E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 45.3332 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICÕES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA

1	375.	390.	0.51	0.49	0.27	0.09	2.44	0.14
2	383.	216.	0.71	0.29	0.57	0.01	11.65	0.28
3	469.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 2 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 60.00

INICIO DO TIME STEP 3 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICIOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	375.	390.	0.51	0.49	0.27	0.09	2.44	0.14
2	383.	216.	0.71	0.29	0.57	0.01	11.65	0.28
3	469.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
360.6	2516.7	10386.7	5544.2	12814.2	0.6329E+09	0.1886E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 68.7787 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICIOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	444.	361.	0.63	0.37	0.44	0.02	2.95	0.15
2	449.	205.	0.71	0.29	0.58	0.00	13.45	0.29
3	498.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 3 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 90.00

INICIO DO TIME STEP 4 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICIOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	444.	361.	0.63	0.37	0.44	0.02	2.95	0.15
2	449.	205.	0.71	0.29	0.58	0.00	13.45	0.29
3	498.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
335.4	3413.6	13800.4	1989.5	14803.7	0.2973E+09	0.2184E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 36.8208 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICIOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	452.	335.	0.64	0.36	0.46	0.02	3.53	0.17
2	457.	196.	0.72	0.28	0.59	0.00	15.29	0.31
3	505.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 4 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 120.00

INICIO DO TIME STEP 5 CICLO 3 DURACAO 30.00

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	452.	335.	0.64	0.36	0.46	0.02	3.53	0.17
2	457.	196.	0.72	0.28	0.59	0.00	15.29	0.31
3	505.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
313.8	3206.0	17006.4	2216.8	17020.4	0.2764E+09	0.2460E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 40.8791 \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	460.	314.	0.67	0.33	0.51	0.01	4.19	0.18
2	465.	189.	0.72	0.28	0.59	0.00	17.17	0.32
3	509.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 5 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 150.00

INICIO DO TIME STEP 6 CICLO 3 DURACAO 30.00

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	460.	314.	0.67	0.33	0.51	0.01	4.19	0.18
2	465.	189.	0.72	0.28	0.59	0.00	17.17	0.32
3	509.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. MEDIA ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	***PERDA DE CALOR*** NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
295.0	3317.1	20323.5	1613.2	18633.6	0.2110E+09	0.2671E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 32.7198 \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	465.	295.	0.69	0.31	0.53	0.01	4.92	0.19
2	470.	182.	0.72	0.28	0.60	0.00	19.08	0.34
3	513.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 6 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 180.00

INICIO DO TIME STEP 7 CICLO 3 DURACAO 30.00

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA

1	465.	295.	0.69	0.31	0.53	0.01	4.92	0.19
2	470.	182.	0.72	0.28	0.60	0.00	19.08	0.34
3	513.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
278.2	3288.0	23611.5	1380.8	20014.4	0.1754E+09	0.2847E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 29.5749 \*\*\*\*\*

*** CONDICIONES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	468.	278.	0.69	0.31	0.55	0.01	5.74	0.21
2	474.	176.	0.73	0.27	0.60	0.00	21.03	0.35
3	515.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 7 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 210.00

INICIO DO TIME STEP 8 CICLO 3 DURACAO 30.00

*** CONDICIONES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	468.	278.	0.69	0.31	0.55	0.01	5.74	0.21
2	474.	176.	0.73	0.27	0.60	0.00	21.03	0.35
3	515.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
263.3	3206.9	26818.3	1234.7	21249.1	0.1485E+09	0.2995E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 27.7986 \*\*\*\*\*

*** CONDICIONES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	471.	263.	0.70	0.30	0.56	0.01	6.67	0.22
2	477.	171.	0.73	0.27	0.61	0.00	23.00	0.36
3	517.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 8 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 240.00

INICIO DO TIME STEP 9 CICLO 3 DURACAO 30.00

*** CONDICIONES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	471.	263.	0.70	0.30	0.56	0.01	6.67	0.22
2	477.	171.	0.73	0.27	0.61	0.00	23.00	0.36
3	517.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP

( F ) (STB) (STB) (STB) (STB) (BTU) (BTU)  
249.7 3127.1 29945.5 1048.3 22297.4 0.1233E+09 0.3118E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 25.1065 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDIC0ES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 474. 250. 0.70 0.30 0.56 0.01 7.71 0.23  
2 481. 166. 0.73 0.27 0.61 0.00 25.02 0.38  
3 519. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

FIM DO TIME STEP NO 9 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 270.00

INICIO DO TIME STEP 10 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDIC0ES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 474. 250. 0.70 0.30 0.56 0.01 7.71 0.23  
2 481. 166. 0.73 0.27 0.61 0.00 25.02 0.38  
3 519. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

TEMP. \*\*PRODUCAO DE OLEO\*\* \*\*PRODUCAO DE AGUA\*\* \*\*\*PERDA DE CALOR\*\*\*  
MEDIA NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP  
( F ) (STB) (STB) (STB) (STB) (BTU) (BTU)  
237.4 2730.0 32675.5 938.8 23236.2 0.9856E+08 0.3217E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 25.5883 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDIC0ES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 484. 237. 0.70 0.30 0.56 0.01 8.87 0.25  
2 490. 162. 0.73 0.27 0.62 0.00 27.06 0.39  
3 524. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

FIM DO TIME STEP NO 10 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 300.00

INICIO DO TIME STEP 11 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDIC0ES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES  
CEL. (PSI) (F) SO SW KRO KRW OLEO AGUA  
1 484. 237. 0.70 0.30 0.56 0.01 8.87 0.25  
2 490. 162. 0.73 0.27 0.62 0.00 27.06 0.39  
3 524. 120. 0.79 0.21 0.71 0.00 65.00 0.56

TEMP. \*\*PRODUCAO DE OLEO\*\* \*\*PRODUCAO DE AGUA\*\* \*\*\*PERDA DE CALOR\*\*\*  
MEDIA NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP NO STEP AC/STEP  
( F ) (STB) (STB) (STB) (STB) (BTU) (BTU)  
226.2 2393.3 35068.8 840.1 24076.3 0.7892E+08 0.3296E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 25.9815 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDIC0ES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*  
NO. PRESSAO TEMPERATURA SATURACOES PERM. RELAT. VISCOSIDADES



CEL.	(PSI)	(F)	SD	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	493.	226.	0.71	0.29	0.57	0.01	10.17	0.26
2	499.	158.	0.74	0.26	0.62	0.00	29.13	0.40
3	529.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 11 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 330.00

INICIO DO TIME STEP 12 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SD	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	493.	226.	0.71	0.29	0.57	0.01	10.17	0.26
2	499.	158.	0.74	0.26	0.62	0.00	29.13	0.40
3	529.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)
215.9	2105.5	37174.3	752.6	24828.9
				NO STEP
				AC/STEP
				(BTU)
				(BTU)
				0.6329E+08
				0.3359E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 26.3322 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SD	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	501.	216.	0.71	0.29	0.57	0.01	11.62	0.28
2	507.	154.	0.74	0.26	0.62	0.00	31.23	0.41
3	534.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 12 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 360.00

INICIO DO TIME STEP 13 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SD	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	501.	216.	0.71	0.29	0.57	0.01	11.62	0.28
2	507.	154.	0.74	0.26	0.62	0.00	31.23	0.41
3	534.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**	**PRODUCAO DE AGUA**	***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)
206.3	1860.0	39034.3	669.8	25498.7
				NO STEP
				AC/STEP
				(BTU)
				(BTU)
				0.5063E+08
				0.3410E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 26.4766 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SD	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	508.	206.	0.71	0.29	0.58	0.01	13.23	0.29
2	514.	151.	0.74	0.26	0.63	0.00	33.35	0.42
3	538.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 13 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 390.00

INICIO DO TIME STEP 14 CICLO 3 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	508.	206.	0.71	0.29	0.58	0.01	13.23	0.29
2	514.	151.	0.74	0.26	0.63	0.00	33.35	0.42
3	538.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
197.4	1646.7	40681.0	600.9	26099.6	0.4059E+08	0.3450E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 26.7359 \*\*\*\*\*

*** CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	514.	197.	0.72	0.28	0.58	0.00	15.02	0.31
2	520.	147.	0.74	0.26	0.63	0.00	35.50	0.43
3	541.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 14 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 420.00

INICIO DO TIME STEP 15 CICLO 3 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	514.	197.	0.72	0.28	0.58	0.00	15.02	0.31
2	520.	147.	0.74	0.26	0.63	0.00	35.50	0.43
3	541.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	( STB )	( STB )	( STB )	( STB )	( BTU )	( BTU )
189.2	1463.0	42144.0	535.1	26634.7	0.3240E+08	0.3483E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 26.7814 \*\*\*\*\*

*** CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	520.	189.	0.72	0.28	0.59	0.00	17.00	0.32
2	525.	144.	0.74	0.26	0.63	0.00	37.66	0.45
3	544.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 15 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 450.00

INICIO DO TIME STEP 16 CICLO 3 DURACAO 30.00

*** CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS ***								
NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	

CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	520.	189.	0.72	0.28	0.59	0.00	17.00	0.32
2	525.	144.	0.74	0.26	0.63	0.00	37.66	0.45
3	544.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
181.5	1302.5	43446.6	479.0	27113.7	0.2583E+08	0.3509E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 26.8872 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	525.	181.	0.72	0.28	0.59	0.00	19.20	0.34
2	530.	142.	0.74	0.26	0.63	0.00	39.84	0.46
3	547.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 16 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 480.00

INICIO DO TIME STEP 17 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	525.	181.	0.72	0.28	0.59	0.00	19.20	0.34
2	530.	142.	0.74	0.26	0.63	0.00	39.84	0.46
3	547.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
MEDIA	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP	NO STEP	AC/STEP
( F )	(STB)	(STB)	(STB)	(STB)	(BTU)	(BTU)
174.3	1162.0	44608.5	430.7	27544.4	0.2055E+08	0.3529E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 27.0428 \*\*\*\*\*

\*\*\* CONDICAOES FINAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	529.	174.	0.72	0.28	0.60	0.00	21.63	0.36
2	534.	139.	0.74	0.26	0.63	0.00	42.04	0.47
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 17 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 510.00

INICIO DO TIME STEP 18 CICLO 3 DURACAO 30.00

\*\*\* CONDICAOES INICIAIS DE TEMP, PRES. E SATURACOES NAS CELULAS \*\*\*

NO.	PRESSAO	TEMPERATURA	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
CEL.	(PSI)	(F)	SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	529.	174.	0.72	0.28	0.60	0.00	21.63	0.36
2	534.	139.	0.74	0.26	0.63	0.00	42.04	0.47
3	549.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP.	**PRODUCAO DE OLEO**		**PRODUCAO DE AGUA**		***PERDA DE CALOR***	
-------	----------------------	--	----------------------	--	----------------------	--

MEDIA ( F )	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (STB)	AC/STEP (STB)	NO STEP (BTU)	AC/STEP (BTU)
167.5	1038.5	45647.0	388.9	27933.4	0.1629E+08	0.3545E+10

\*\*\*\*\* WATER CUT = 27.2468 \*\*\*\*\*

NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	533.	168.	0.73	0.27	0.60	0.00	24.31	0.37
2	538.	137.	0.74	0.26	0.63	0.00	44.25	0.48
3	551.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

FIM DO TIME STEP NO 18 DO CICLO = 3, TOTAL DE DIAS = 540.00

FINAL DO CICLO 3

**** PROPRIEDADES DO VAPOR INJETADO ****				TEMPO EM DIAS		QUANT. CALDR
PRESSAO (PSI)	TEMP. INJ. ( F )	TITULO (%)	VOLUME (BPD)	INJECAO (DIAS)	SOAK (DIAS)	INJETADA (BTU)
1210.00	570.0	0.6	1487.00	20.00	10.00	0.7975E+10

** TOTAL DE VAPOR INJETADO **		** TOTAL DE CALDR INJETADO **	
NO CICLO (BPD)	AC/CICLO (BPD)	NO CICLO (BTU)	AC/CICLO (BTU)
0.2974E+05	0.8922E+05	0.7975E+10	0.2393E+11

***** PROPRIEDADES DOS FLUIDOS NO RESERVATORIO APOS O CICLO *****								
NO. CEL.	PRESSAO (PSI)	TEMPERATURA (F)	SATURACOES		PERM. RELAT.		VISCOSIDADES	
			SO	SW	KRO	KRW	OLEO	AGUA
1	533.	168.	0.73	0.27	0.60	0.00	24.31	0.37
2	538.	137.	0.74	0.26	0.63	0.00	44.25	0.48
3	551.	120.	0.79	0.21	0.71	0.00	65.00	0.56

TEMP. ( F )	**PRODUCAO DE OLEO** NO CICLO (STB)	AC/CICLO (STB)	**PRODUCAO DE AGUA** NO CICLO (STB)	AC/CICLO (STB)	***PERDA DE CALDR*** N. CICLO (BTU)	AC/CICLO (BTU)
167.5	45647.0	149361.6	27933.4	78727.8	0.3545E+10	0.1099E+11

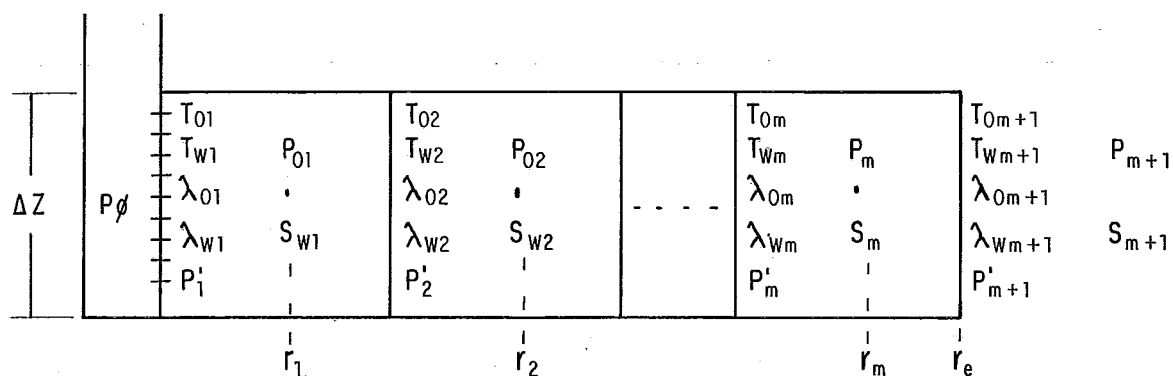
\*\*\*\*\* RAZAO OLEO/VAPOR = 1.5349 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\* TOTAIS GERAIS DO PROGRAMA \*\*\*\*\*

TOTAL DE STEPS =	54.00	STEPS
TOTAL DE DIAS =	1620.00	DIAS
TOTAL PROD. OLEO =	0.1494E+06	STB
TOTAL PROD. AGUA =	0.7873E+05	STB
TOTAL INJ. VAPOR =	0.8922E+05	STB
TEMP. MED. RESERV. =	167.51	F

## ANEXO IV

### DESENVOLVIMENTO DAS EQUAÇÕES DE FLUXO RADIAL BIFÁSICO



Consideraremos um reservatório com  $n$  células circulares tal que:

re = raio externo do reservatório

$\Delta Z$  = altura da formação

$r_i$  = raio médio, obtido da média aritmética simples entre os raios interno e externo da célula  $i$ .

$P_{0i}$  = pressão de óleo no centro da célula  $i$ .

$S_{Wi}$  = saturação da água no centro da célula  $i$ .

$T_{fi}$  = transmissibilidade média da fase  $f$  entre os centros das células  $i$  e  $i=1$ .

$\lambda_{fi}$  = mobilidade média da fase  $f$  entre os centros das células  $i$  e  $i-1$ .

$P'_1$  = pressão capilar da água em presença do óleo na célula  $i$ .

$$P_{wi} = P_{oi} - P'_{i}$$

$P_{\phi} = P_f =$  pressão média do fundo do poço.

$T_{fm+1} =$  transmissibilidade média da fase  $f$  entre o centro da célula  $m$  e o infinito, (considerado constante em toda a sua extensão).

$\lambda_{fm+1} =$  mobilidade média da fase  $f$  entre o centro da célula  $m$  e o infinito, (considerado constante em toda a sua extensão).

$P_{o_{m+1}} = P_e =$  pressão de óleo inicial na formação em um ponto além dos limites do reservatório.

$S_{w_{m+1}} =$  saturação de água inicial da formação em um ponto além dos limites do reservatório.

$\alpha =$  fator de contorno, definido para simular as seguintes condições de contorno do reservatório: (1) sem fluxo nas extremidades ( $\alpha=0$ ); (2) reservatório limitado ( $0 < \alpha < 1$ ); (3) reservatório infinito ( $\alpha=1$ ).

Transcrevendo as equações (III.27.a) a (III.31) do capítulo III, e indicando pelo expoente  $\underline{n}$  todas as variáveis a serem calculadas no tempo  $\underline{n}$  teremos:

$$\left[ \Delta T_{wi} (\Delta P_{oi} - P_{oi} \Delta S_{wi}) \right] = \left[ d_{11} \cdot \Delta_t P_{oi} + d_{12} \Delta S_{wi} \right] + q_{wi} \quad (1-a)$$

$$\left[ \Delta t_{oi} \cdot \Delta P_{oi} \right] = \left[ d_{21} \cdot \Delta_t \cdot P_{oi} + d_{22} \cdot \Delta_t \cdot S_{wi} \right] + q_{oi} \quad (1-b)$$

onde temos para  $d_{11}$ ,  $d_{12}$ ,  $d_{21}$  e  $d_{22}$ :

$$d_{11} = \frac{V_i}{\Delta t} \cdot \left[ S_w^n \cdot (\phi^n \cdot B'_w + \phi' \cdot B_w) \right]_i \quad (2)$$

$$d_{12} = \frac{V_i}{\Delta t} \left[ (\phi \cdot B_w) - (\phi \cdot S)^n \cdot B'_w \cdot P' \right]_i \quad (3)$$

$$d_{21} = \frac{V_i}{\Delta t} \cdot \left[ (1 - S_w)^n \cdot (\phi^n \cdot B'_o + \phi' \cdot B_o) \right]_i \quad (4)$$

$$d_{22} = \frac{V_i}{\Delta t} \cdot \left[ -(\phi \cdot B_o) \right]_i \quad (5)$$

denominando-se  $E_{wi}$  e  $E_{oi}$  os termos convectivos (lado esquerdo) das equações 1-a e 1-b referentes ao óleo e à água respectivamente temos:

- equação da água:

$$E_{wi} = \Delta T_{wi} (\Delta P_{oi} - P'_i \cdot \Delta S_{wi})$$

logo desenvolvendo temos:

$$E_{wi} = T_{wi} (P_{o_{i-1}} - P_{oi} - P'_i (S_{w_{i-1}} - S_{wi})) + \\ T_{w_{i+1}} (P_{o_{i+1}} - P_{oi} - P'_{i+1} (S_{w_{i+1}} - S_{wi})) \quad (6-a)$$

- equação do óleo:

$$E_{oi} = \Delta T_{oi} \cdot \Delta P_{oi}$$

donde desenvolvendo temos:

$$Eo_i = To_i (Po_{i-1} - Po_i) + To_{i+1} (Po_{i+1} - Po_i) \quad (6-b)$$

denominando  $Dw_i$  e  $Do_i$  os termos de acumulação (lado direito) das equações 1-a e 1-b referentes ao óleo e a água respectivamente temos:

- equação da água:

$$Dw_i = (d_{11} \cdot \Delta_t P_i + d_{12} \cdot \Delta_t Sw_i)$$

$$Dw_i = d_{11} \cdot (Po_i - P_o_i^n) + d_{12} \cdot (Po_i - P_o_i^n)$$

$$Dw_i = d_{11} \cdot Po_i + d_{12} \cdot S_i - d_{11} \cdot P_o_i^n - d_{12} \cdot S_w_i^n \quad (7-a)$$

- equação do óleo:

$$Do_i = (d_{21} \cdot \Delta_t \cdot Po_i + d_{22} \cdot \Delta_t \cdot Sw_i)$$

$$Do_i = d_{21} \cdot (Po_i - P_o_i^n) + d_{22} (Sw_i - S_w_i^n)$$

$$Do_i = d_{21} \cdot Po_i + d_{22} \cdot Sw_i - d_{21} \cdot P_o_i^n - d_{22} \cdot S_o_i^n \quad (7-b)$$

igualando  $Ew_i = Dw_i$  e  $Eo_i = Do_i$ , grupando e ordenando os termos das equações 6-a, 6-b, 7-a e 7-b teremos:



- equação da água:

$$\begin{aligned}
 & Tw_i \cdot (Po_{i-1} - Po_i - P'_i (Sw_{i-1} - Sw_i)) + Tw_{i+1} (Po_{i+1} - P'_{i+1} (So_{i+1} - Sw_i)) \\
 & = d_{11} \cdot Po_i + d_{12} \cdot Sw_i - d_{11} \cdot P_0^n - d_{12} \cdot Sw_i^n
 \end{aligned}$$

grupando e ordenando com  $P_i$  e  $S_i$  temos:

$$\begin{aligned}
 & Tw_i \cdot P_{i+1} + (-Tw_i - Tw_{i+1} - d_{11}) \cdot Po_i + Tw_{i+1} \cdot Po_{i+1} - Tw_i \cdot P'_i \cdot Sw_{i+1} + \\
 & + (Tw_i \cdot P'_i + Tw_{i+1} \cdot P'_{i+1} - d_{12}) \cdot Sw_i - Tw_{i+1} \cdot P'_{i+1} \cdot Sw_{i+1} \\
 & = -d_{11} \cdot P_0^n - d_{12} \cdot Sw_i^n \tag{8-a}
 \end{aligned}$$

- equação do óleo:

$$\begin{aligned}
 & To_i (Po_{i-1} - Po_i) + To_{i+1} (Po_{i+1} - Po_i) \\
 & = d_{21} \cdot P_i + d_{22} \cdot Sw_i - d_{21} \cdot P_0^n - d_{22} \cdot Sw_i^n
 \end{aligned}$$

grupando e ordenando em  $P_i$  e  $S_i$  temos:

$$\begin{aligned}
 & To_i \cdot Po_{i-1} + (-To_i - To_{i+1} - d_{21}) \cdot Po_i + To_{i+1} \cdot Po_{i+1} \\
 & 0 \cdot Sw_{i-1} - d_{22} \cdot Sw_i \qquad - 0 \cdot Sw_{i+1}
 \end{aligned}$$

$$= -d_{21} \cdot P_0^n - d_{22} \cdot Sw_i^n \tag{8-b}$$

Particularizando as equações 8-a e 8-b para o caso de reservatório com 3 células, a primeira quente, a segunda morna, e a terceira fria (nas condições iniciais do reservatório), teremos:

a) célula 1 - equação da água:

$$Tw_1 \cdot P\phi + (-Tw_1 - Tw_2 - d_{11}) \cdot P_i$$

$$Tw_1 \cdot P_i \cdot S\phi + (Tw_1 \cdot P_1^i + Tw_2 \cdot P_2^i - d_{12}) \cdot S_1 - Tw_2 \cdot P_2^i \cdot S_2$$

$$= -d_{11} \cdot P_i^n - d_{12} \cdot S_1^n \quad (9-a)$$

se considerarmos  $P_i = 0$  e a vazão de água no time step como sendo:

$$q_w^n = Tw_1 \cdot (P_1^n - P\phi) \text{ temos: } Tw_1 \cdot P\phi = Tw_1 \cdot P_1^n - q_w^n$$

substituindo os valores de  $Tw_1 \cdot P\phi$  e  $P_1^i$  na equação 9-a, ordenando os termos teremos:

$$+(-Tw_1 - Tw_2 - d_{11}) \cdot P_1 + Tw_2 \cdot P_{o2}$$

$$+(Tw_2 \cdot P_2^i - d_{12}) \cdot S_{w1} - Tw_2 \cdot P_2^i \cdot S_{w2}$$

$$= \left[ -d_{11} - Tw_1 \right] \cdot P_{o1}^n - d_{12} \cdot S_{w1}^n + q_w^n \quad (10-a)$$

o termo  $T_{w1}$  representa o índice de produtividade de água (IPW) do poço, o qual pode ser obtido de testes de produção, ou através da equação sugerida no final deste anexo.

b) célula 1 - equação do óleo:~

$$\begin{aligned} & \bar{\phi}_1 \cdot P_{o\phi} + (-T_{o1} - T_{o2} - d_{21}) \cdot P_{o1} + T_{o2} P_{o2} - d_{22} \cdot S_i \\ & = -d_{21} \cdot P_{o1}^n - d_{22} \cdot S_{w1}^n \end{aligned} \quad (9-b)$$

se considerarmos por definição a produção de óleo no início do time step como sendo:

$$q_o^n = T_{o1} (P_{o1}^n - P_{o0}) \text{ temos: } T_{o1} \cdot P_{o\phi} = T_{o1} \cdot P_{o1}^n - q_o^n$$

substituindo o valor de  $P_{o\phi}$  na equação 9-b e ordenando os termos teremos:

$$\begin{aligned} & +(-T_{o1} - T_{o2} - d_{21}) \cdot P_{o1} + T_{o2} \cdot P_{o2} - d_{22} \cdot S_{w1} \\ & = -d_{21} - T_{o1} \cdot P_{o1}^n - d_{22} \cdot S_{w1}^n + q_o^n \end{aligned} \quad (10-b)$$

O termo  $T_{o1}$  representa o índice de produtividade de óleo (IPO) do poço, o qual pode ser obtido de testes de produção, ou através da equação sugerida no final deste anexo.

c) célula 2 - equação da água:

$$\begin{aligned}
& Tw_2 \cdot Po_1 + (-Tw_2 - Tw_3 - d_{11}) \cdot Po_2 + Tw_3 \cdot Po_3 - Tw_2 \cdot P'_2 \cdot Sw_1 + \\
& + (Tw_2 \cdot P'_2 + Tw_3 \cdot P'_3 - d_{12}) \cdot Sw_2 - Tw_3 \cdot P'_3 \cdot Sw_3 \\
& = -d_{11} \cdot Po_2^n - d_{12} \cdot Sw_2^n \quad (10-c)
\end{aligned}$$

d) célula 2 - equação do óleo:

$$\begin{aligned}
& To_2 \cdot Po_1 + (-To_2 - To_3 - d_{22}) \cdot Po_2 + To_3 \cdot P_3 - d_{22} \cdot Sw_2 \\
& = -d_{21} \cdot Po_2^n - d_{22} \cdot Sw_2^n \quad (10-d)
\end{aligned}$$

e) célula 3 - equação da água:

$$\begin{aligned}
& Tw_3 \cdot P_2 + (-Tw_3 - Tw_4 - d_{11}) \cdot Po_3 + Tw_4 \cdot Po_4 - Tw_3 \cdot P'_2 \cdot Sw_2 + \\
& (Tw_3 \cdot P'_3 - Tw_4 \cdot P'_4 - d_{12}) \cdot Sw_3 - Tw_4 \cdot P'_4 \cdot Sw_4 \\
& = -d_{11} \cdot Po_3^n - d_{12} \cdot Sw_3^n
\end{aligned}$$

considerando a simplificação  $P'_4 = 0$  e usando o conceito de fa tor de contorno  $\alpha$ , definido anteriormente consideramos:

$$Tw_4 = \alpha \cdot Tw_{inicial} \text{ e } Po_4 = \underline{cte} = P_{inicial}$$

logo :

$$Tw_3 \cdot Po_2 + (-Tw_3 - \alpha \cdot Tw_{inicial} - d_{11}) \cdot Po_3 -$$

$$Tw_3 \cdot P'_2 \cdot Sw_2 + (-Tw_3 - P'_3 - d_{12}) \cdot Sw_3$$

$$= - d_{11} \cdot Po_3^n - d_{12} \cdot Sw_3^n - \alpha \cdot Tw_{inicial} \cdot Po_{inicial} \quad (10-e)$$

f) célula 3 - equações do óleo:

$$To_3 \cdot Po_2 + (-To_3 - To_4 - d_{21}) \cdot Po_3 + To_4 \cdot Po_4 - d_{22} \cdot Sw_3$$

$$= - d_{21} \cdot Po_3^n - d_{22} \cdot Sw_3^n \quad (10-f)$$

usando aqui também o conceito de fa  
tor de contorno  $\alpha$ , para simular as diversas condições de contorn  
no anteriormente referenciadas teremos:

$$To_4 = \alpha \cdot To_{inicial} \text{ e } Po_4 = Cte = P_{inicial}$$

$$To_3 \cdot Po_2 + (-To_3 - \alpha \cdot To_{inicial} - d_{21}) \cdot Po_3 - d_{22} \cdot Sw_3$$

$$= - d_{21} \cdot Po_3^n - d_{22} \cdot Sw_3^n - \alpha \cdot To_{inicial} \cdot P_{inicial}.$$

forma geral das equações (10-a até 10-f)

$$Aw_1 \cdot P_i + Bw_1 \cdot P_2 + Cw_1 \cdot P_3 + Dw_1 \cdot S_1 + Ew_1 \cdot S_2 + Fw_1 \cdot S_3 = Iw_1$$

$$Ao_1 \cdot P_1 + Bo_1 \cdot P_2 + Co_1 \cdot P_3 + Do_1 \cdot S_1 + Eo_1 \cdot S_2 + Fo_1 \cdot S_3 = Io_1$$

$$Aw_2 \cdot P_1 + Bw_2 \cdot P_2 + Cw_2 \cdot P_3 + Dw_2 \cdot S_1 + Ew_2 \cdot S_2 + Fw_2 \cdot S_3 = Iw_2$$

$$A_{O_2} \cdot P_1 + D_{O_2} \cdot P_2 + C_{O_2} \cdot P_3 + D_{O_2} \cdot S_1 + E_{O_2} \cdot S_2 + F_{O_2} \cdot S_3 = I_{O_2}$$

$$A_{W_3} \cdot P_1 + D_{W_3} \cdot P_2 + C_{W_3} \cdot P_3 + D_{W_3} \cdot S_1 + E_{W_3} \cdot S_2 + F_{W_3} \cdot S_3 = I_{W_3}$$

$$A_{O_3} \cdot P_1 + D_{O_3} \cdot P_2 + C_{O_3} \cdot P_3 + D_{O_3} \cdot S_1 + E_{O_3} \cdot S_2 + F_{O_3} \cdot S_3 = I_{O_3}$$

O sistema de equações acima foi ordenado e resolvido pelo algoritmo proposto na referência [10].

Para o cálculo das transmissibilidades, volumes, fatores volumes de formação etc., pode-se usar quaisquer das formulações existentes, fornecemos portanto a título ilustrativo as equações abaixo usadas pelo simulador para o cálculo das referidas propriedades:

- Índice de produtividade da fase (f)

$$IP_f = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot k_{rf} \cdot \Delta Z}{\mu_f \times B_f \times L_n \left( \frac{r_e}{r_w} \right) - 0,5 + S}$$

- Transmissibilidade:  $T_{fi}$

$$T_{fi} = 2\pi \cdot r_i^L \cdot \frac{\Delta Z}{r_i - r_{i-1}} \cdot \lambda_{fi}$$

- raio logaritmo ( $r_i^L$ )

$$r_i^L = \frac{r_i - r_{i-1}}{L_n(r_i/r_{i-1})}$$

- mobilidade da fase f a esquerda da célula i: ( $\lambda_{fi}$ )

$$\lambda_{f\bar{i}} = \frac{L_n(R_i/R_{i-1})}{\frac{L_n(r_{int}/r_{i-1})}{\lambda_{fci-1}} + \frac{L_n(r_i/r_{int})}{\lambda_{ci}}}$$

- modalidade da fase  $f$  no centro da célula  $i$ : ( $\lambda_{fci}$ )

$$\lambda_{fci} = \left( \frac{k \cdot k_{rf}}{\mu_f \cdot B_f} \right)^n$$

onde:

$k$  = permeabilidade absoluta da formação, em  
(DARCY)

$k_{rf}$  = Permeabilidade relativa da fase  $f$ .

$\mu_f$  = viscosidade da fase  $f$  em centipoises.

$B_f$  = fator volume de formação da fase  $f$ .

Os termos que contêm o expoente  $\underline{n}$  são avaliados no tempo  $\underline{n}$ , ou seja, antes do início da primeira interação  $k=1$ . Os termos restantes são avaliados a cada iteração.