

COMPANHIA BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NUCLEAR
INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS

NOTA INTERNA
PEC/FAV/TEC
01/73

Projeto:

PEC/FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS-Diretrizes Preliminares

J.T.VEADO

AREA	PROJ.ELEMENTO COMBUSTIVEL 1-01.02/FAV
------	---------------------------------------

NI CORRELATAS :

TITULO : Projeto:
PEC-FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS-Diretrizes Prelimi-
naries

1.OBJETIVO:

Traçam-se as diretrizes preliminares para o cumprimento das tarefas PEC/FAV - Fabricação de Varetas, no IPR.

O objetivo desta NI é, assim, o de fixar formalmente a execução do projeto no IPR, iniciada, de fato, em anos anteriores.

2.RESUMO E CONCLUSÕES:

As tarefas PEC/FAV são apresentadas na forma de fluxogramas, devendo ser descritas em folhas de alocação de requisitos. Os grupos de tarefas podem ser apresentados como :

- I - Tubos e Testes
- II - Tampões
- III - Carregamento de varetas.

O trabalho será realizado em várias etapas, algumas delas já cumpridas.

Estimativas de tempos e custos deverão ser apresentadas em outro documento.

DISTRIBUIÇÃO	ORIGEM																			
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%;">1.DTD 2</td> <td style="width:50%;">8.Div.Adm. 1</td> </tr> <tr> <td>2.Gerente Proj. 1</td> <td>9.Grupo PEC 8</td> </tr> <tr> <td>3.Asses.Pr. 1</td> <td>10.Biblioteca 1</td> </tr> <tr> <td>4.Grupo Coord. 1</td> <td>11.Secretaria 1</td> </tr> <tr> <td>5.Diretor IPR 1</td> <td>12.Laborat. 2</td> </tr> <tr> <td>6.Div.Proj. 1</td> <td>13. _____</td> </tr> <tr> <td>7.Div.Apoio 1</td> <td>14. _____</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">TOTAL 21</td> </tr> </table>	1.DTD 2	8.Div.Adm. 1	2.Gerente Proj. 1	9.Grupo PEC 8	3.Asses.Pr. 1	10.Biblioteca 1	4.Grupo Coord. 1	11.Secretaria 1	5.Diretor IPR 1	12.Laborat. 2	6.Div.Proj. 1	13. _____	7.Div.Apoio 1	14. _____	TOTAL 21		HISTORICO	NOME	VISTO	DATA
1.DTD 2	8.Div.Adm. 1																			
2.Gerente Proj. 1	9.Grupo PEC 8																			
3.Asses.Pr. 1	10.Biblioteca 1																			
4.Grupo Coord. 1	11.Secretaria 1																			
5.Diretor IPR 1	12.Laborat. 2																			
6.Div.Proj. 1	13. _____																			
7.Div.Apoio 1	14. _____																			
TOTAL 21																				
	EXECUTADO	J.T. Veado	<i>Neady</i>	28 /02 / 73																
	APROVADO: 1-	J.T. Veado	<i>Neady</i>	28 /02 / 73																
	2-			28 /02 / 73																

1. OBJETIVO

Traçam-se as diretrizes preliminares para o cumprimento das tarefas PEC/FAV - Fabricação de Varetas, no IPR.

O objetivo desta NI é assim o de fixar formalmente a execução do projeto no IPR, iniciada, de fato, em anos anteriores.

2. RESUMO E CONCLUSÕES

As tarefas PEC/FAV são apresentadas na forma de fluxogramas, devendo ser descritas em folhas de alocação de requisitos. Os grupos de tarefas podem ser apresentados como :

- I - Tubos e Testes
- II - Tampões
- III - Carregamento das varetas.

O trabalho será realizado em várias etapas, algumas das quais já cumpridas.

Estimativas de tempos e custos deverão ser apresentadas em outro documento.

3. ANTECEDENTES

O problema de elemento combustível colocou-se há alguns anos no IPR na forma de fabricação de um modelo instrumentado (1) e nessa perspectiva foi criado o grupo de Metalurgia do Instituto.

Com a criação do LTCR, parte da infra-estrutura para este trabalho foi sendo paulatinamente montada (2) (3).

Em 1970, em continuação ao Projeto Lare, em cooperação com a AIEA, a CNEN iniciou os estudos para a fabricação de combustível no país, que culminaram com a missão do Dr. KNODLER. Os relatórios elaborados (4) (5) (6) (7) são as principais referências técnicas para equacionamento do problema.

Com a criação da CBTN, a questão foi colocada em novos termos e em meados de 1972, a DTD solicitou aos Institutos suas gestões para fabricação de combustível no País, que lhe foram então remetidas (8,9,10) e discutidas na DTD, em reuniões conjuntas.

Foi adotado pela DTD o esquema de divisão de tarefas proposto pelo Dr. KNODLER (4), cabendo ao IPR a execução da tarefa FÁV-FABRICAÇÃO DE VARETAS e participação na Equipe de Coordenação e PTA- Projeto, Testes e Avaliação (11).

O projeto foi formalmente iniciado no IPR em reunião do dia 01.02.1973.

4. O PROJETO ELEMENTO COMBUSTÍVEL

4.1. Definições

O documento CBTN que implanta o projeto fixa as atribuições dos responsáveis pelos diversos setores, bem como os objetivos de cada grupo.

O Grupo de Trabalho (FAV) tem suas tarefas transcritas no anexo 6 do referido documento (11):

- "Os objetivos finais deste grupo são: fornecer técnicas comprovadas, pessoal preparado e equipamento testado para produzir as varetas combustíveis na planta de fabricação.
- Os objetivos intermediários são a produção de varetas protótipos e das varetas para as seções de irradiação.
- As tarefas a curto prazo são a familiarização da equipe com as técnicas e problemas relacionados com tubos de Zircaloy, como usinagem, soldagem e montagem e a instalação de equipamentos necessários, e a familiarização com problemas técnicos relativos à aquisição de tubos no exterior".

4.2. FAV - Fabricação de Varetas. Projeto Tecombrás (IEN)

Para detalhamento das tarefas compreendidas pela FAV, adotou-se o diagrama PERT proposto pelo IEN, Projeto Tecombrás, (10), embora reconhecendo ter êle sido elaborado antes de redistribuição de tarefas ocorrida na serie de reuniões com o Dr. KNODLER (novembro de 1972). Também a estimativa de tempos ali contida não poderia ser rigorosamente seguida, eis que as informações então disponíveis eram incompletas.

De qualquer modo, é o primeiro documento com adequado detalhamento das tarefas, e foi tomado como principal referência para implantação do FAV.

4.3. Discriminação da Tarefas

A fim de facilitar a compreensão e distribuição das tarefas pela equipe do Projeto, foram elas agrupadas em :

- I - Tubos e Testes
- II - Tampões
- III - Carregamento das Varetas

Várias das tarefas são repetitivas na fabricação de cada vareta (usinagem, soldagem, testes, etc.), mas outras serão executadas uma única vez (definição de areas, montagem de equipamento, etc.).

4.4. Etapas

O trabalho desenvolver-se-á em várias etapas, conforme está sendo definido pelo Gerente do Projeto. Algumas dessas etapas já foram, aliás, cumpridas, tendo em vista a orientação que já se vinha dando aos trabalhos da Seção de Metalurgia Física do IPR.

Assim, em complemento ao desenvolvimento de competências nos campos específicos (FAV-IPR/1), deverá ser fabricado um tubo para irradiação em Studvik (como referência) (12). Esta tarefa não está incluída no PERT mencionado, e pode ser considerada um primeiro objetivo material a ser alcançado.

4.5. Diretrizes de Organização do FAV

i. Fluxogramas

Foram organizados fluxogramas dos diversos grupos de tarefas (I. Tubos e Testes; II. Tampões; III. Carregamento das Varetas), e fluxogramas detalhados foram em seguida organizados, sempre de acordo com o PERT - Tecombrás.

Haverá um encarregado para cada uma das tarefas, que equacionará o problema, levantando dados, colecionando-os para decisão final, sempre que possível nos tempos que serão fixados para sua execução completa.

ii) Folha de alocação de requisitos

Para cada tarefa será preenchida uma (ou mais) "Folha de alocação de requisitos", na qual deverão constar:

- a - descrição da função
- b - requisitos de projeto.

Por exemplo: seja a função "Escolha de fornecedor de tubos de Zircaloy" (tarefa Aquisição de tubos)

" Descrição : trata-se de selecionar o fornecedor de tubos de Zircaloy-4 para reatores PWR; ouvidos o Gerente e o Assessor do PEC, será remetida correspondência a esses fabricantes.

Requisitos:

- Dever-se-á garantir a conformidade dos tubos com as especificações nucleares, dos reatores PWR;
- Os entendimentos deverão, tanto quanto possível, levar à obtenção de amostras com características normais com defeitos padrões para os ensaios. "

etc...

iii) Documentação

A documentação inicial do projeto já está em organização, devendo suas diretrizes ser estabelecidas e divulgadas proximamente. As visitas do Gerente e Assessor do PEC (12) (13) forneceram importante subsídio quanto aos documentos técnicos, que se juntaram aos já levantados.

iv) Comunicações e Publicações

Além das formas usuais de comunicação escrita (memorandos, ofícios), as notas internas serão um processo de comunicação técnica normal do PEC/FAV. As diretrizes foram fixadas noutro local (14).

v) Pesquisas de suporte

A fim de desenvolver as competências necessárias ao Projeto, serão realizadas pesquisas de suporte, que se acham descritas em outros documentos (15) (16). Outros temas são descritos em outras notas (17 a 23)

4.6. Equipe

A equipe do PEC/FAV ficou constituída através do documento (11). As funções, no momento, são as seguintes:

NOME	FUNÇÕES ATUAIS
Juarez T. Veado	Chefe do Projeto no IPR: (11) Organização geral, análise de sistemas, oxidação de zircaloy
FAV(11) Mauro R. de Almeida Paulo R. Cetlin Fernando V. Fonseca Luis F. V. Ramos	Tubos de zircaloy. Textura. Ensaios. Conformação mecânica de zircaloy. Ensaios Metalografia. Ensaios Raios-X. Metalografia
PTA(11) Paulo E. Cardoso	Soldagem. Especificações

Conforme (11), o grupo poderá ser modificado, por proposição do Gerente do Projeto.

No momento, colaboram nas tarefas atualmente em curso os seguintes engenheiros:

NOME	FUNÇÕES ATUAIS
Carlos M. Mendes	Hidretação de zircaloy. Raios-X. Microscopia eletrônica.
Tomosaburo Yamazato	Corrosão e ensaios. Microscopia eletrônica

Esta distribuição de funções - voltadas fortemente para o desenvolvimento de competências - deverá ser completada, em consequência do presente documento, que visa a obtenção do produto : a vareta combustível.

A equipe de técnicos é constituída de :

- Miriam Fernandes Sepúlveda
 - Sebastião Vargas da Silva
 - Mariano E. C. Braga
 - Selma Soares Corrêa
 - João Alberto de Araújo
 - Edmarcos Silva
- Secretária : Ana Salej Gomes

4.7. Equipamento

O equipamento que for necessário ao projeto terá sua aquisição decidida de acordo com a evolução dos trabalhos (8) (9) (13).

4.8. Fluxogramas

Os fluxogramas das tarefas constituem fls. 9 a 48 , baseados no projeto TECOMBRÁS, do IEN (10).

4.9. Cronograma

As estimativas de tempo são extremamente difíceis de serem feitas, no momento. O cronograma de referência é o do relatório Knödler (4).

Cronogramas para as diversas tarefas serão estabelecidos tentativamente em outro documento.

4.10. Custos

É no momento prematura a estimativa de custos. Os custos de referência podem ser considerados constantes no TECOMBRÁS (10), até que novos dados sejam obtidos.

Um sistema de fichas deverá ser implantado para melhor avaliação futura.

REFERÊNCIAS

1. VEADO, J.T. - Plano Quadrienal. Seção de Metalurgia Física, Nota Interna GT-INF-4, 1967.
2. IPR-Relatório Anual, 1970.
3. IPR-Relatório Anual, 1971.
4. KNÜDLER, D., Market and Industry of Zr and Zircaloy Canning Tubes for LWR Fuel 1971/72, Relatório nº 12, CNEN, Outubro, 1971.
5. KNÜDLER, D., Technology of Fuel Element Manufacturing, Relatório nº 11, CNEN, outubro, 1971.
6. Grupo de Trabalho, Depto. Reatores, Relatório sobre a Tecnologia de Fabricação do Elemento Combustível do Reator Tipo PWR, Relatório nº 13, CNEN, outubro 1971.
7. KNÜDLER, D., Dados de Projeto e Materiais de Elementos Combustíveis do Reator Tipo PWR, (Trad. e adapt. P.E. Cardoso e B. Cimble-
ris), Relatório nº 25, CNEN, Junho, 1972.
8. Grupo de Trabalho (VEADO, J.T., coord.)-Programa de Fabricação de Elementos Combustíveis, Nota Interna DCM-34-IPR agosto, 1972.
9. VEADO, J.T., CARDOSO, P.E., Fabricação de Elementos Combustíveis, Nota Interna DCM-36, IPR, Outubro, 1972
10. IEN, Projeto Tecombrás, IEN/DMM (72)1, agosto, 1972
11. CBTN/DTD, Documento s/nº, encaminhado p/ofº DTD-D-064/I-089/73, 25.01.1973.

12. VEADO, J.T., Relatório da Missão do Engº Stefano Moretti, Nota Interna PEC/FAV/MEM/02/73, fevereiro 1973.
13. VEADO, J.T., Relatório da Missão do Dr. H.Meieran (IEN), Nota Interna DCM-INF-09, IPR, dezembro, 1972.
14. VEADO, J.T., Norma para Publicações Internas PEC/FAV, Nota Interna PEC/FAV/MEM/-01/73, fevereiro, 1973.
15. VEADO, J.T., Tópicos de Pesquisa em Zircônio e suas Ligas, Nota Interna DCM-INF 06, IPR, julho, 1973.
16. CPGM (Curso de Pós-Graduação em Metalurgia); Áreas de Pesquisa do Curso: Assuntos de Tese para o Grau de Mestre em Ciências, Nota Interna s/nº, UFMG, agosto, 1972
17. ALMEIDA, M.R., CETLIN, P.R. Conformação Mecânica de Zirconio e suas Ligas I, Nota Interna DCM-32, junho, 1972.
18. CARDOSO, P.E., Solda em Tubos de Zircaloy, Nota Interna DCM-33, julho, 1972.
19. ALMEIDA, M.R., CETLIN, P.R., Conformação Mecânica de Zircônio e Ligas II, Nota Interna DCM-36, outubro, 1972.
20. ALMEIDA, M.R., CETLIN, P.R., Conformação Mecânica de Zircônio e Ligas III, Nota Interna DCM-37, outubro, 1972.
21. CARDOSO, P.E., Análise e Ensaio do Elemento Combustível PWR. Considerações Preliminares. Nota Interna DCM-INF 07, julho 1972.
22. ALMEIDA, M.R., CETLIN, P.R., Textura de Tubos de Zircaloy-2 e 4. Revisão Bibliográfica, Nota Interna DCM-40, dezembro 1972.
23. DCM, Relatório Anual da Seção de Metalurgia Física-1972, Nota Interna DCM-INF 10, dezembro, 1972.

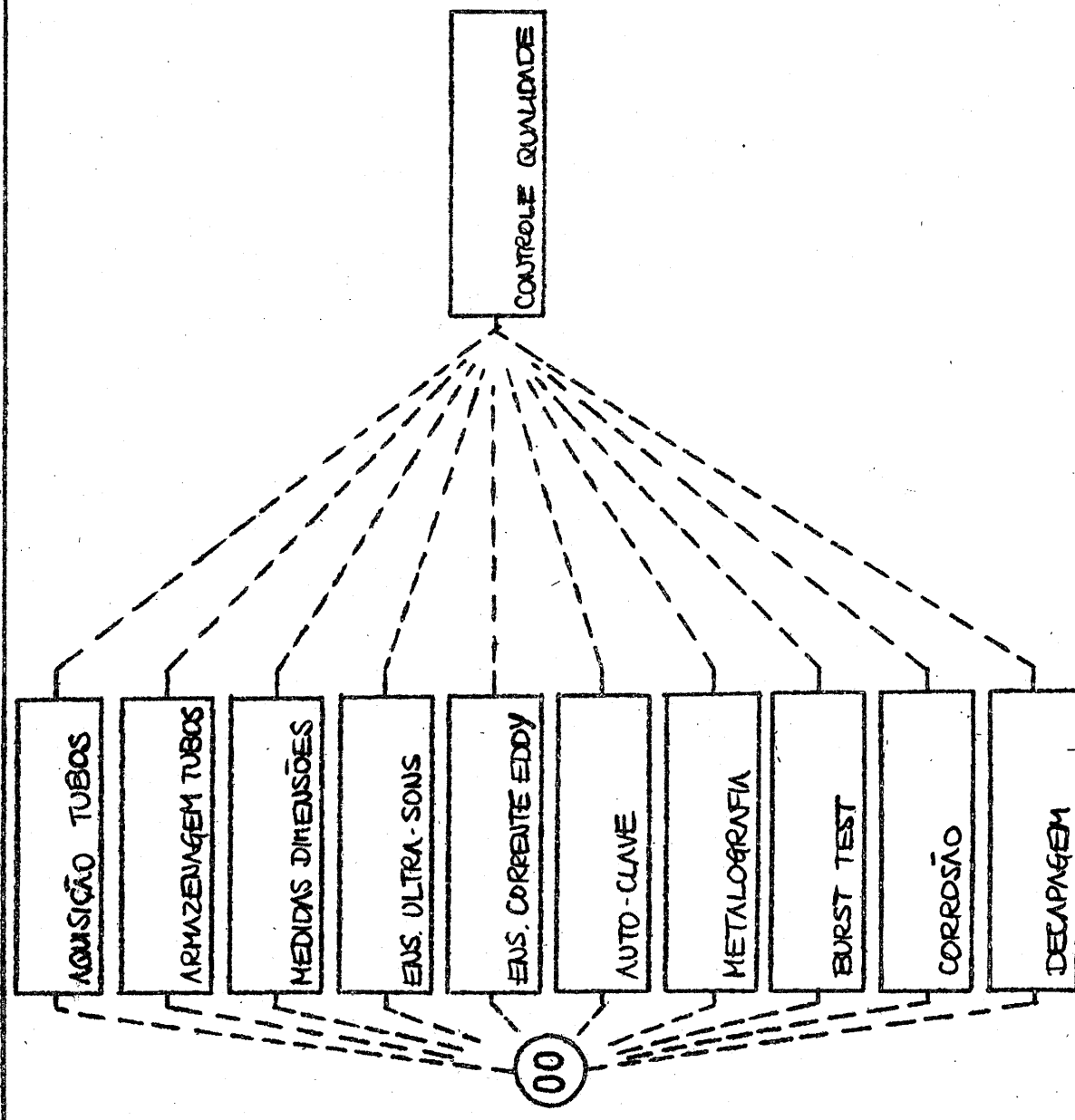
FAV - FABRICAÇÃO DE VARETAS

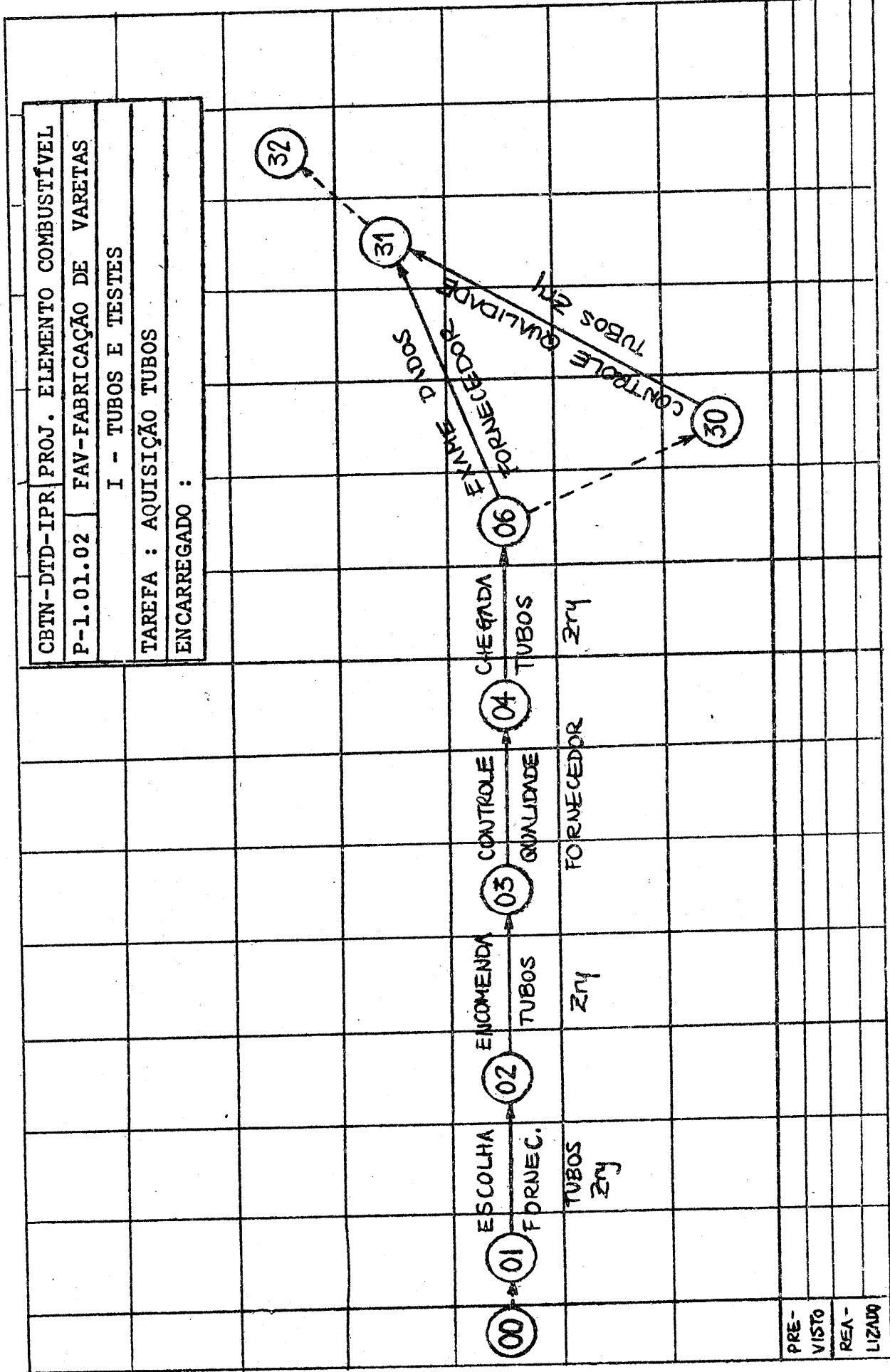
L20

FLUXOGRAMA DAS TAREFAS

I - TUBOS E TESTES

Ref. TECOMBRAS





PRE-
VISTO
REA-
LIZADO

CBTN-DTD-IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL
P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS
I - TUBOS E TESTES	
TAREFA : ARMAZENAGEM TUBOS	
ENCARREGADO :	

00

05

PREPARAÇÃO
ARMAZENAMENTO
TUBOS ZNY

17

06

ARMAZENAGEM
TUBOS ZNY

32

56

31

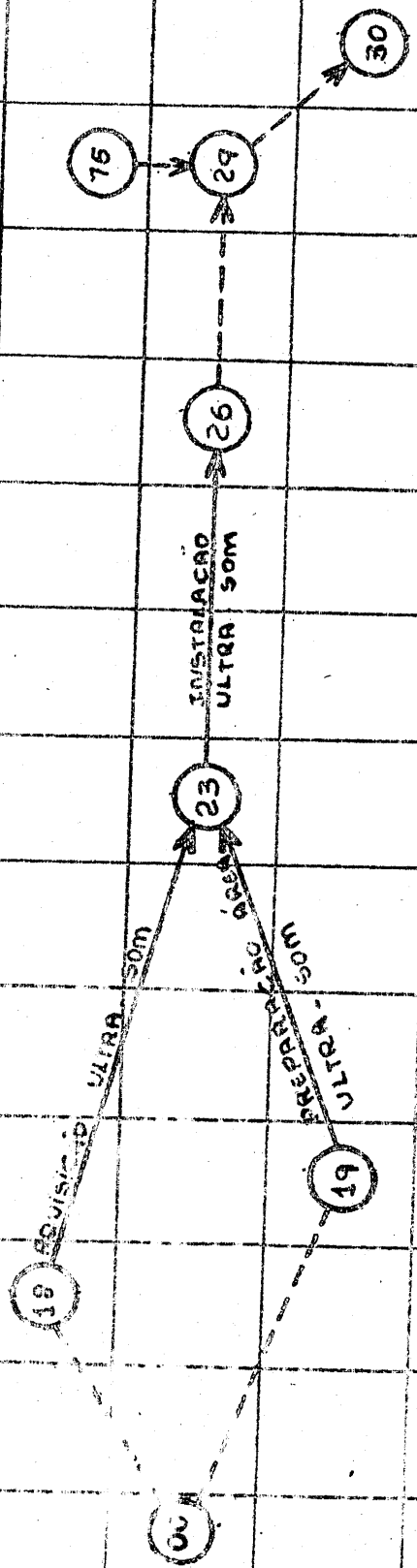
PRE-
VISÃO
REA-

	CBTN-DTD-IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL
	P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS
I - TUBOS E TESTES		
TAREFA : MEDIDAS DIMENSÕES		
ENCARREGADO :		

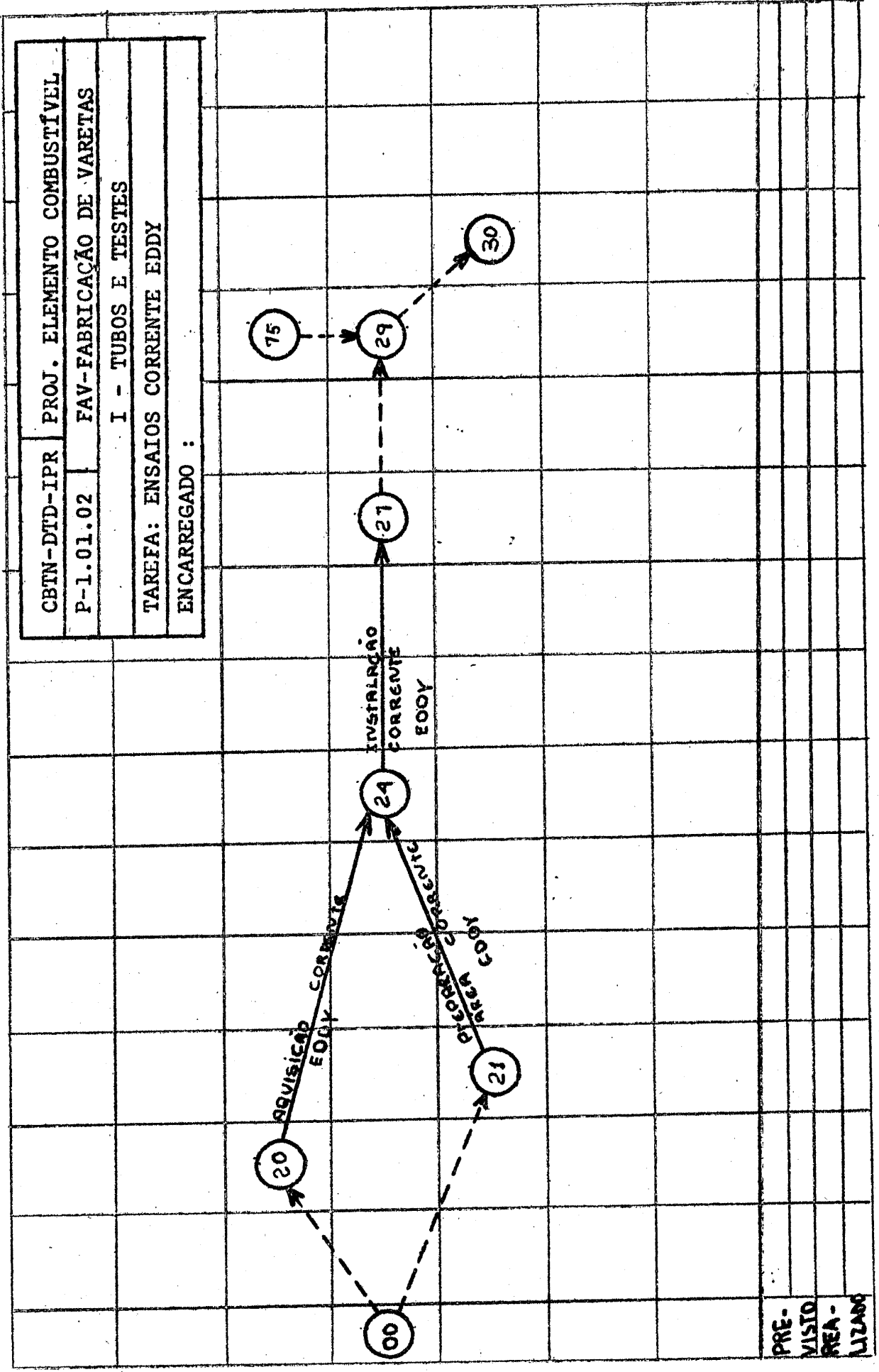
00	15	16	29
	AQUISIÇÃO MEDIDA	APARELHO DIMENSÕES	
	75		30

PRE-					
VISTO					
REA-					
LIZADO					

CETN-DTD-IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL
P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS
I - TUBOS E TESTES	
TAREFA : ENSAIOS ULTRA-SONS	
ENCARREGADO :	

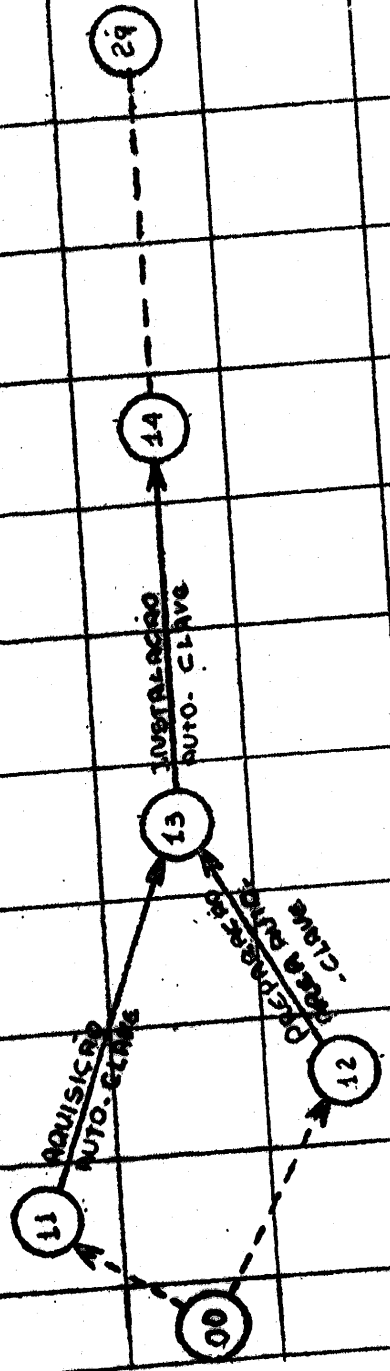


PRE-VISTO
 REALIZADO



PRE-
VISTO
REA-
LIZADO

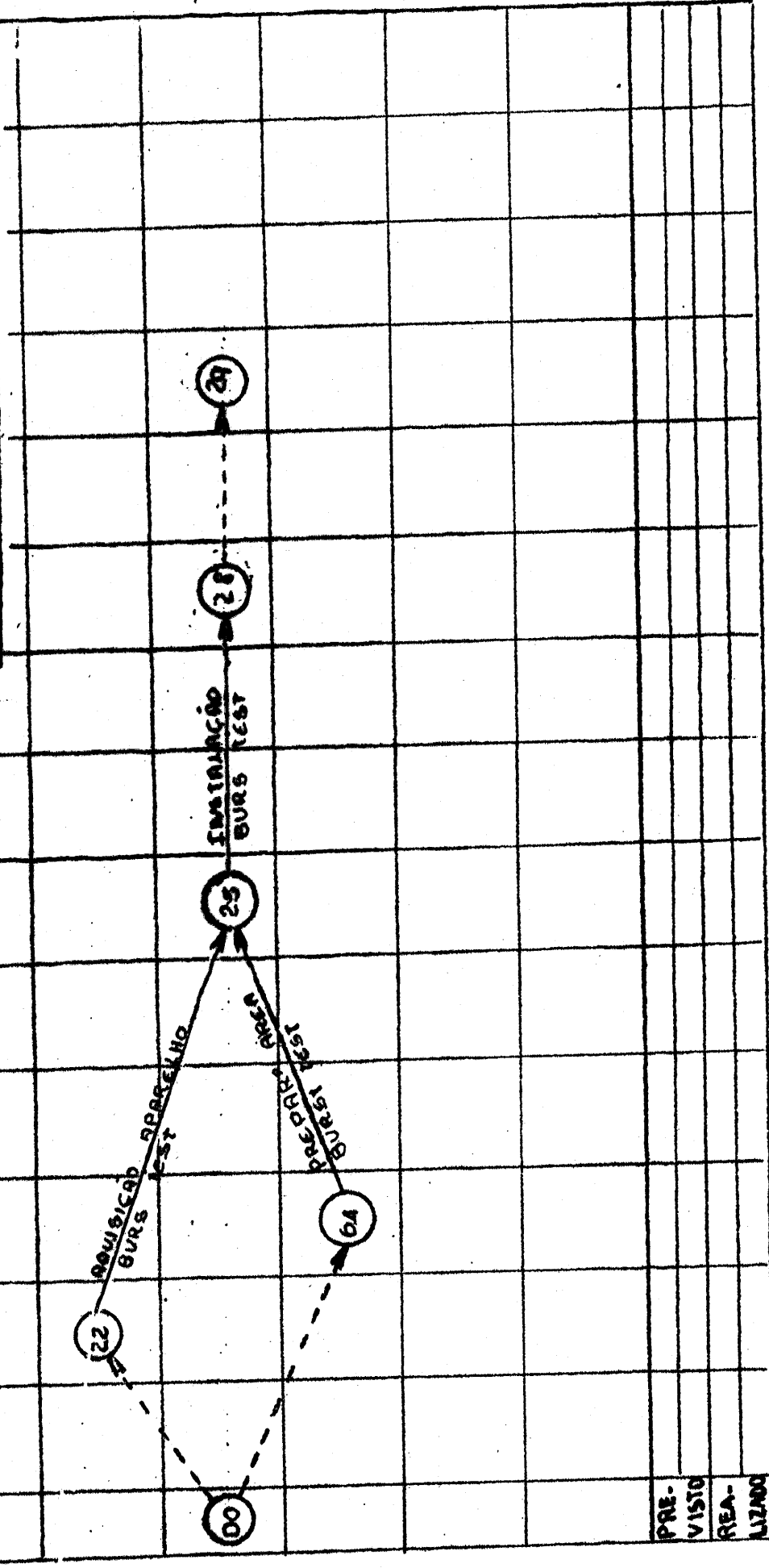
CBTN-DTD-IPR PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL
 P-1.01.02 FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS
 I - TUBOS E TESTES
 TAREFA : AUTO-CLAVE
 ENCARREGADO :



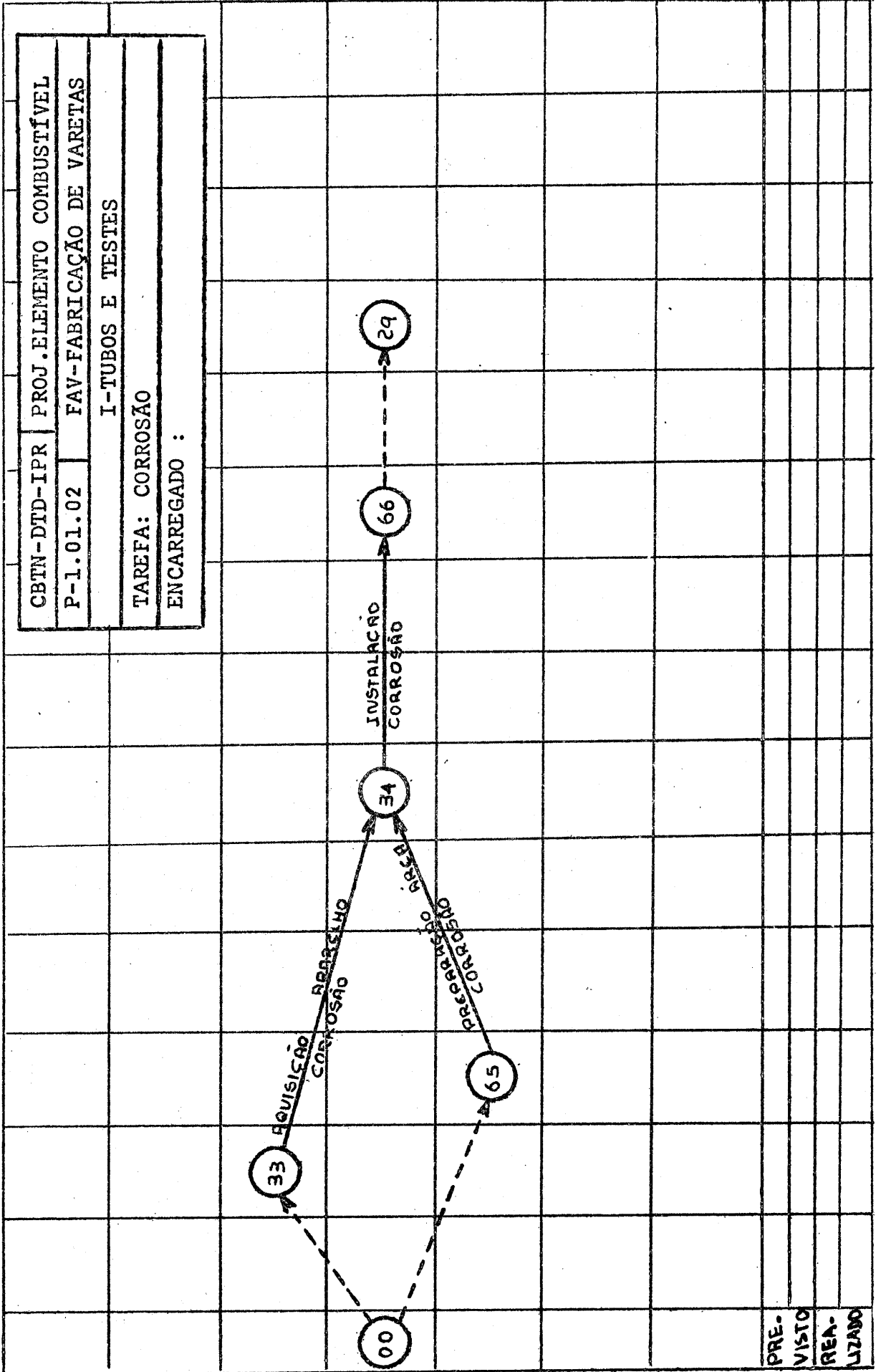
PRE-
 VISTO
 RES-
 LIZADO

CBTN-DTD-IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL	P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS	I - TUBOS E TESTES	TAREFA : METALOGRAFIA	ENCARREGADO :																			
<pre> graph TD 00((00)) -.-> 72((72)) 72 --> 74((74)) 00 -.-> 73((73)) 73 -.-> 74 74 --> 75((75)) 75 --> 29((29)) </pre>																									
PRE-	VISTO	REA-	LIZADO																						

CBTN-DTD-IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL
P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS
I-TUBOS E TESTES	
TAREFA: BURST TEST	
ENCARREGADO:	

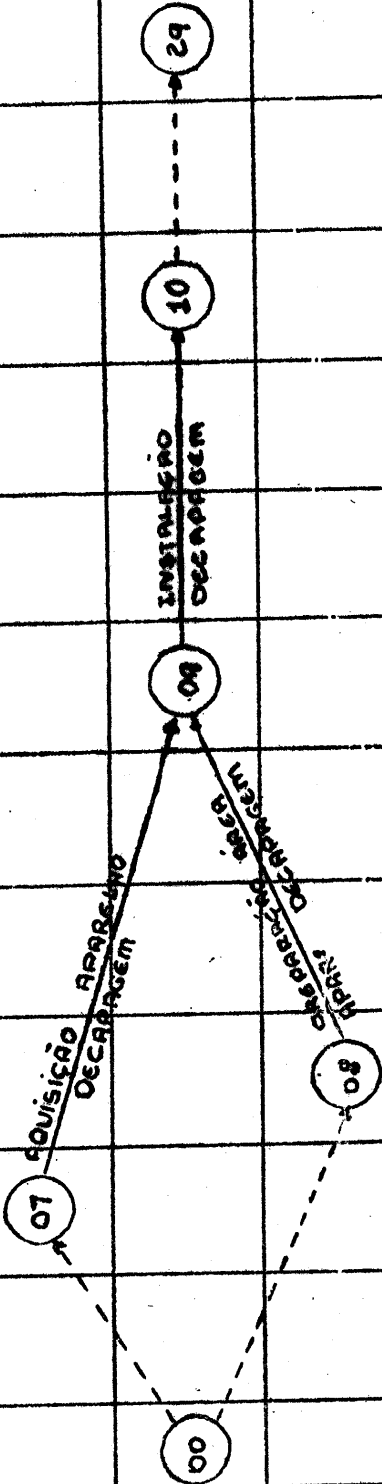


PRE-
VISTO
REA-
LIZADO



PRE-
VISTO
REA-
LIZADO

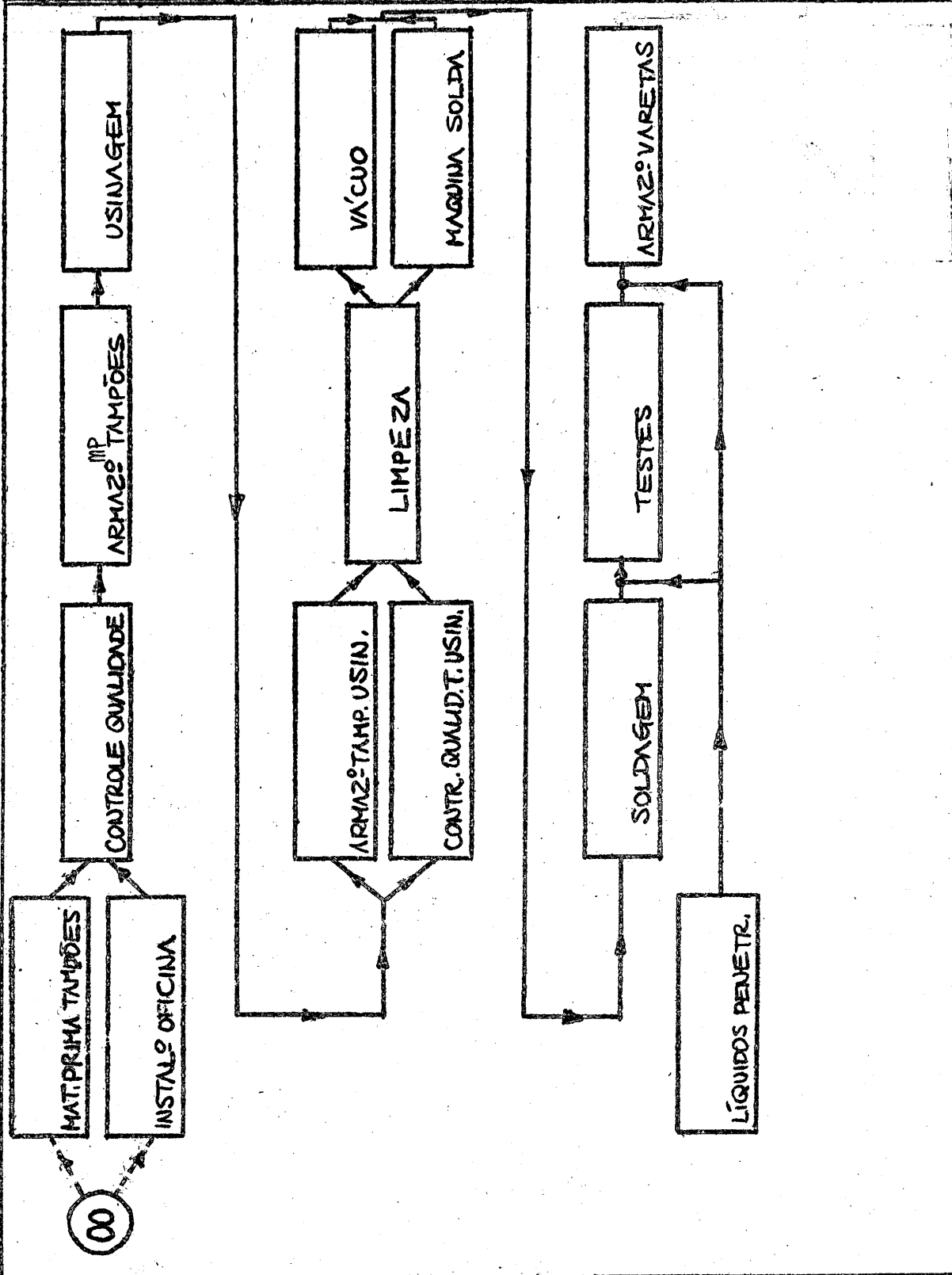
CBTN-DTD-IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL
P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS
I-TUBOS E TESTES	
TAREFA: DECAPAGEM	
ENCARREGADO:	



PRE-
VISTO
REA-
LIZADO

FLUXOGRAMA DAS TAREFAS

II - TAMPÕES



CBTN-DTD-IPR PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL

P-1.01.02 PAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS

II-TAMPÕES

TAREFA: INSTALAÇÃO OFICINA

ENCARGADO:

48

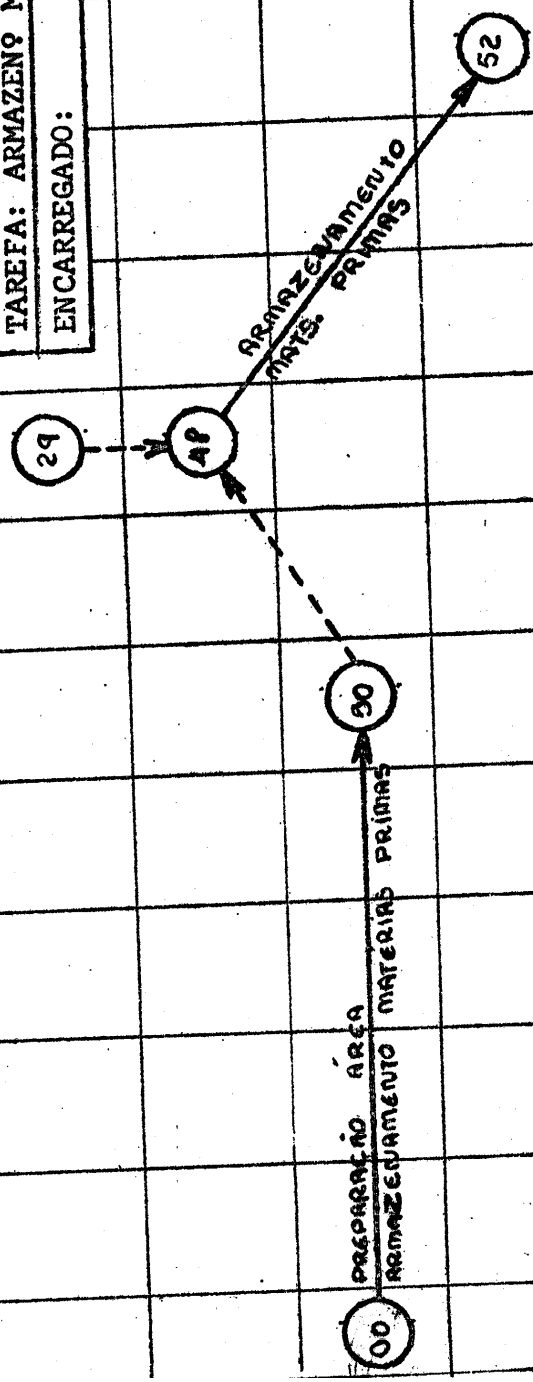
INSTALAÇÃO OFICINA

47

46

45

<p>CBTN-DTD-IPR</p>	<p>PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL</p>	
<p>P-1.01.02</p>	<p>FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS</p>	
<p>II-TAMPÕES</p>		
<p>TAREFA: ARMAZENQ MAT.PRIMA TAMPÕES</p>		
<p>ENCARREGADO:</p>		



PRE-
VISTO
REA-
LIZADA

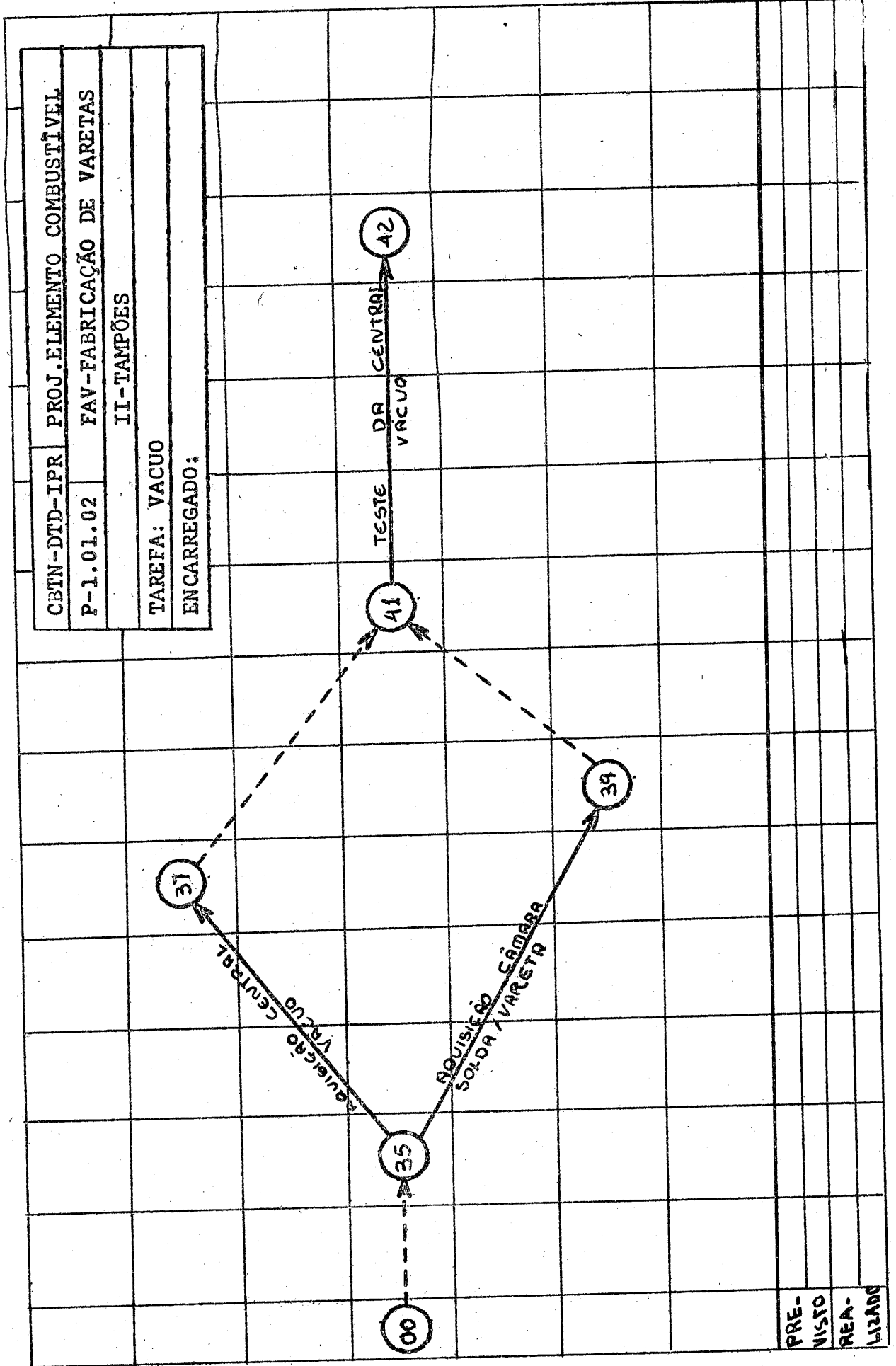
CBTN-DTD-IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL										
	P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS									
II-TAMPÕES											
TAREFA: USINAGEM											
ENCARREGADO :											
<pre> graph TD 48((48)) -.-> 51((51)) 48((48)) -.-> 49((49)) 49((49)) -.-> 52((52)) 52((52)) --> 53((53)) </pre>											
PRE-											
VISTO											
REA-											
LIZADO											

CBTH-DTD-IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL
P-1.01.02	FAB-FABRICAÇÃO DE VARETAS
II-TAMPÕES	
TAMPA : ANIS. TAMPÕES USUADOS	
ENCARGADO :	

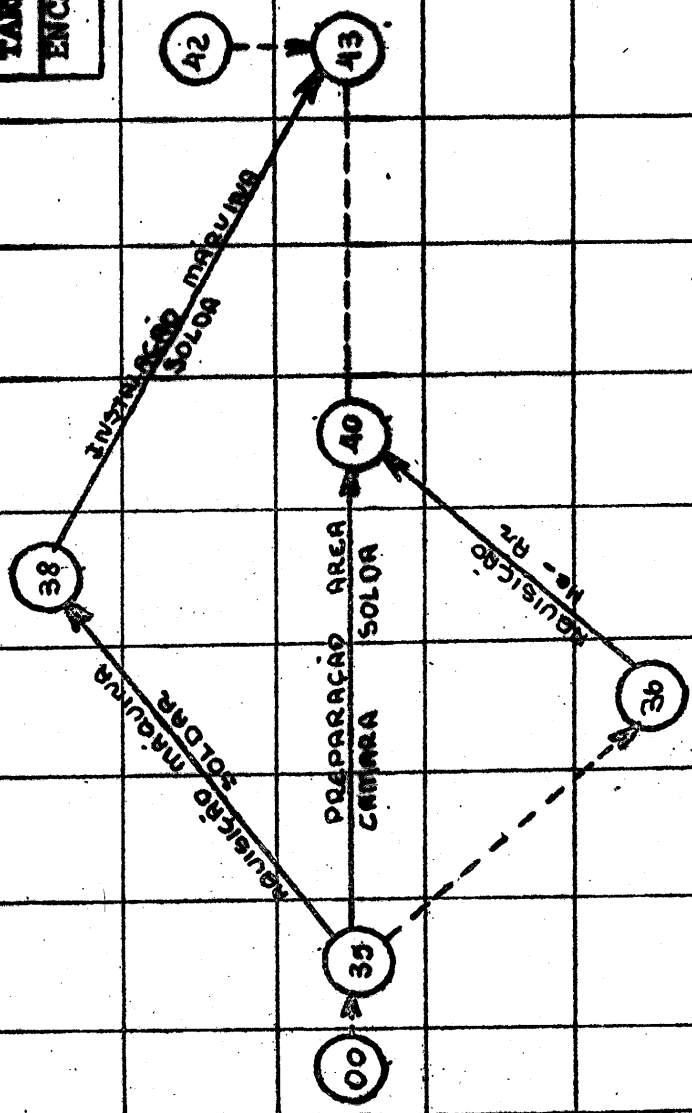


53
 ORIENTAÇÃO EM
 TAMPA USUADA

PRE-
 1978
 PRE-
 1988



CBTN-DTD-IPR PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL
 P-1.01.02 FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS
 II-TAMPÕES
 TAREFA: MÁQUINA SOLDA
 ENCARGADO:



PRE-
 VISTO
 REA-
 LIZADO

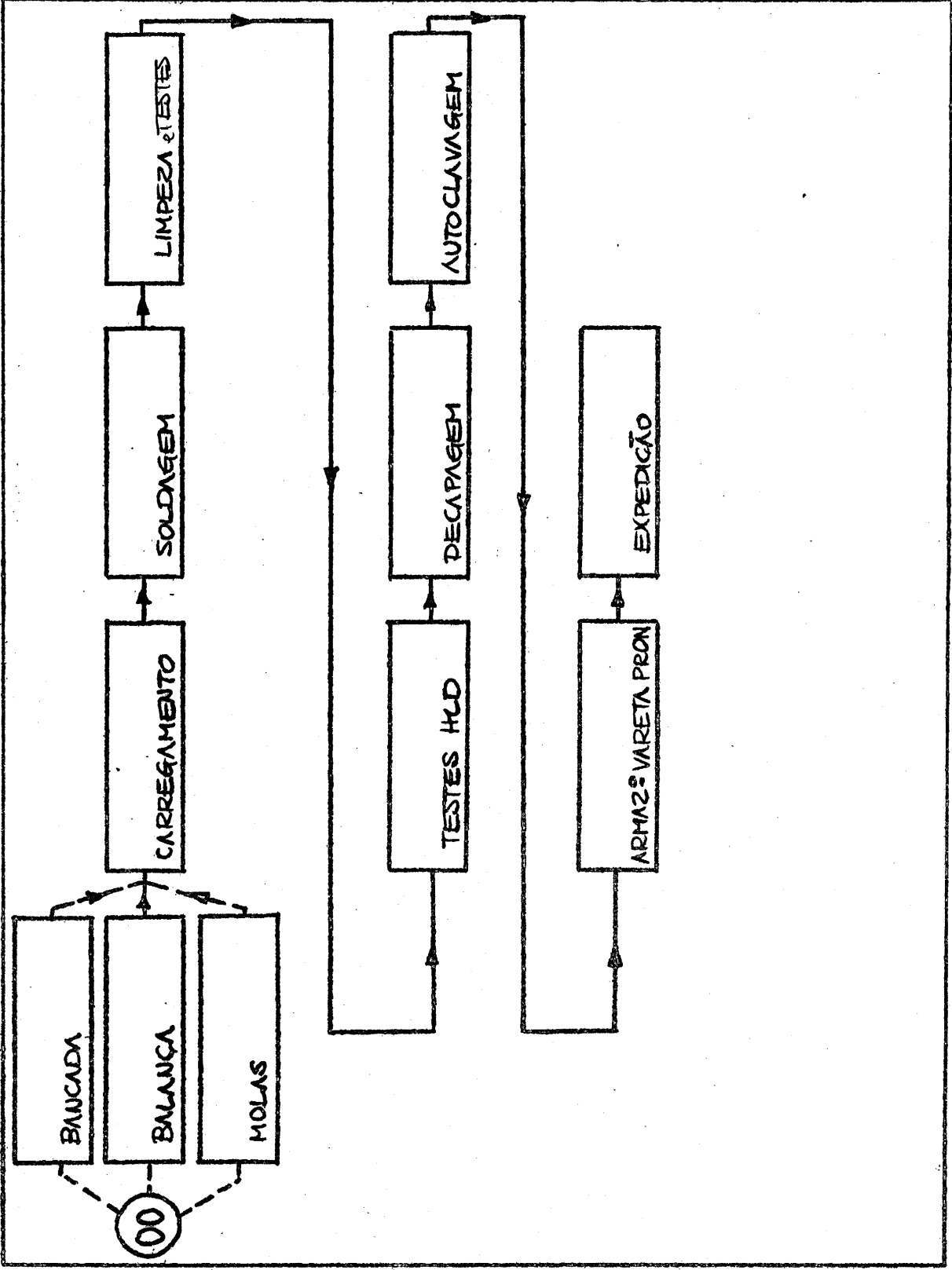
CBTN-DTD-IPR		PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL	
P-1.01.02		FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS	
		II-TAMPÕES	
TAREFA: TESTES			
ENCARREGADO :			

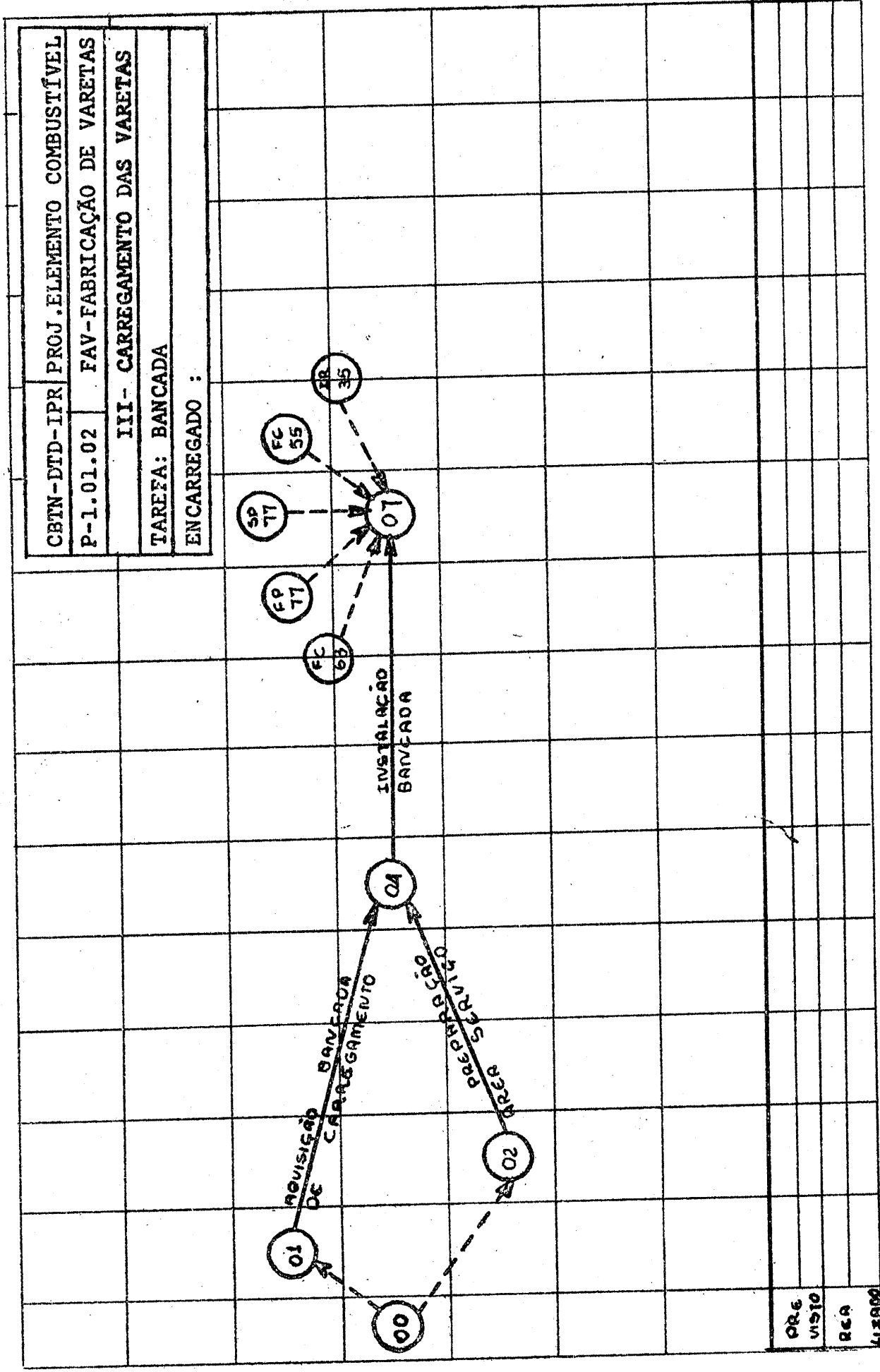

```
graph TD; 58((58)) -- "DETALEGAR" --> 71((71)); 58 -- "BURSE TEST" --> 70((70)); 58 -- "CONTROLE VISUAL" --> 59((59)); 58 -- "ANALISE RAÍO'S X" --> 60((60)); 71 -.-> 62((62)); 70 -.-> 62; 59 -.-> 62; 60 -.-> 62; 62 -.-> 58;
```

PRC
VISIO
RCP.
LIZADO

FLUXOGRAMA DAS TAREFAS

III - CARREGAMENTO DAS VARETAS





PRE
VISTO
REA
LIZADO

CBTN - DFD - IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTIVEL										
P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS										
III-CARREGAMENTO DAS VARETAS											
TAREFA: SOLDAGEM											
ENCARREGADO:											

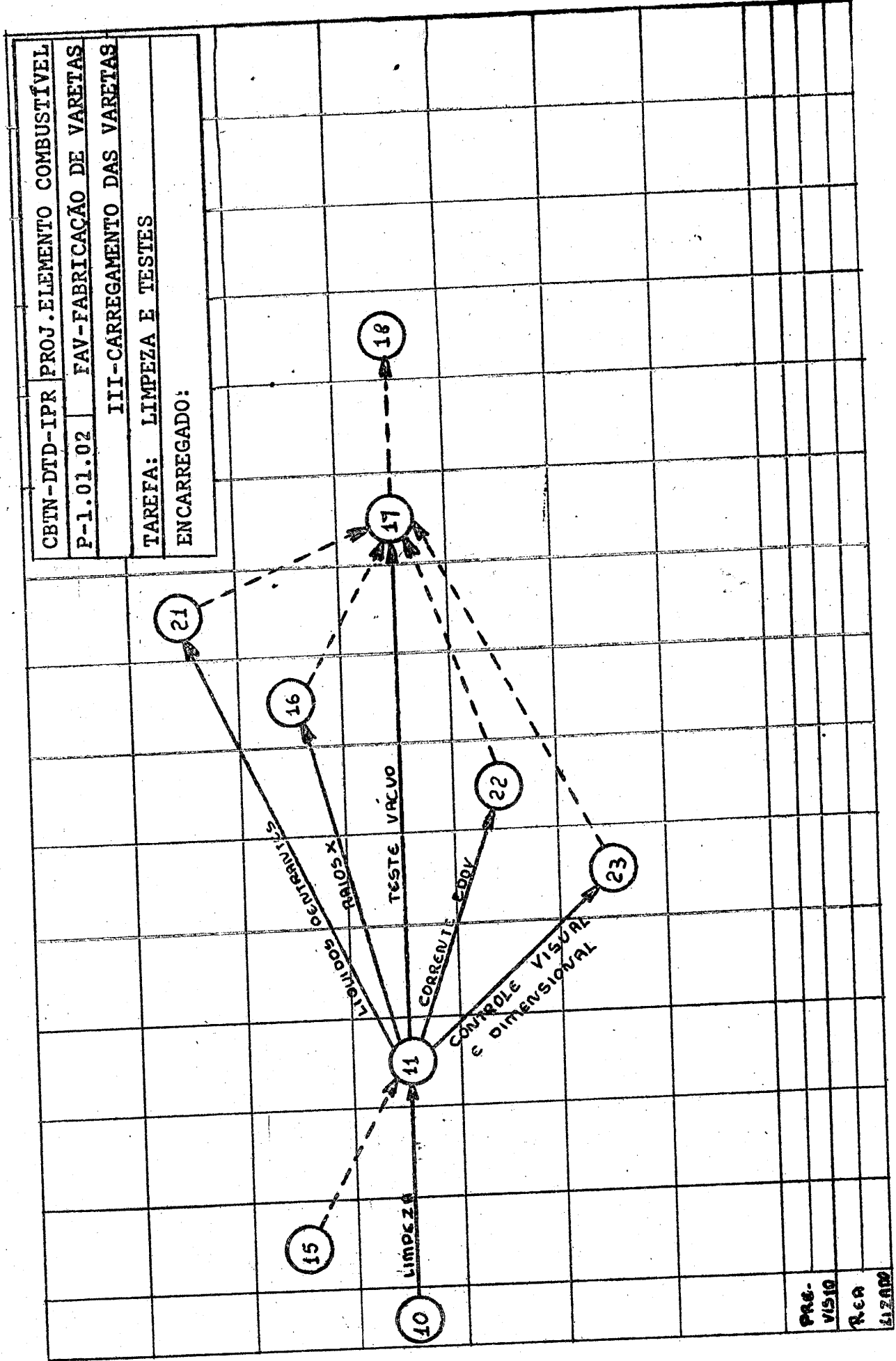
(CC) (SE)

10

SOLDAGEM

09

PRE-VISTO
REALIZADO



PRE-VISIO
RCA
LIZADO

CBTN-DTD-IPR		PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL	
P-1.01.02		FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS	
		III-CARREGAMENTO DAS VARETAS	
TAREFA: TESTES HLD			
ENCARREGADO:			


```
graph TD; 00((00)) -.-> 12((12)); 12 -- "AQUISIÇÃO HL DETECTOR" --> 14((14)); 14 -- "INSTALAÇÃO HL DETECTOR" --> 15((15)); 15 -.-> 11((11)); 13((13)) -.-> 14 -- "REPARAÇÃO PARA SERVIÇO";
```

PRE-
VISTO
REA-
LIZADO

18															
PRE-VISTO REALIZADO															

18 — AUTOCLAVAGEM — 24

CBTN - DTD - IPR	PROJ. ELEMENTO COMBUSTÍVEL																											
P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS																											
III-CARREGAMENTO DAS VARETAS																												
TAREFA: ARMAZEM VARETAS PRONTAS																												
ENCARREGADO :																												

24 — ARMAZENAMENTO VARETAS PRONTAS — 25

PRE-
VISÃO
REA-
LIZADO

CBTN-DTD-IPR	PROJ.ELEMENTO COMBUSTÍVEL	P-1.01.02	FAV-FABRICAÇÃO DE VARETAS	III-CARREGAMENTO DAS VARETAS	TAREFA: EXPEDIÇÃO	ENCARREGADO :																		
																						PRE- VISTO	REA- LIZAND	

(25) ————— EXECUÇÃO ○

CBTN-DTD/IPR PROJETO ELEMENTO COMBUSTIVEL P-1.01.02 PAG. 48/

FAV - FABRICAÇÃO DE VARETAS

Tarefa :

FOLHA DE ALOCAÇÃO DE REQUISITOS

NOME E Nº DA FUNÇÃO	REQUISITOS DA FUNÇÃO	

Preparado por

Data:

Docs:

Aprovado por

Data:

7 50 8

8 10 8

9 10 8