

| | | | |
|---|--------------------------------|--|---|
| 1. Classificação <i>INPE-COM.8/RA</i> | | 2. Período <i>Julho/78 a Junho/80.</i> | 4. Distribuição |
| 3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) | | | interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5. Relatório nº <i>INPE-1854-RA/126</i> | 6. Data <i>Agosto, 1980</i> | 7. Revisado por <i>Frederico C. Miranda</i> | |
| 8. Título e Sub-Título <i>RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO(FINAL) CONVÊNIO 539/CT LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE COMBUSTÃO</i> | | 9. Autorizado por <i>Narada</i> <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor | |
| 10. Setor <i>DEE</i> | Código | 11. Nº de cópias <i>10</i> | |
| 12. Autoria <i>Luiz Alberto Vieira Dias</i> | | 14. Nº de páginas <i>26</i> | |
| 13. Assinatura Responsável <i>L. A. V. Dias</i> | | 15. Preço | |
| 16. Sumário/Notas <i>Este trabalho apresenta um sumário das atividades desenvolvidas pelo Projeto do Laboratório de Processos de Combustão, no período de julho/78 a junho/80.</i> | | | |
| 17. Observações | | | |

INDICE

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE FIGURAS | <i>iv</i> |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. PESSOAL | 2 |
| 3. INFRA-ESTRUTURA FÍSICA | 4 |
| 4. PROGRAMA CIENTÍFICO | 5 |
| 5. FOTOGRAFIAS DAS INSTALAÇÕES DO LPC EM CACHOEIRA PAULISTA | 8 |
| 6. RELAÇÃO DE TRABALHOS PUBLICADOS | 16 |
| CRONOGRAMA MESTRE DE ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP | 18 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| 1 - Vista geral do Complexo de Combustão em Cachoeira Paulista .. | 8 |
| 2 - Vista de um dos paiões | 9 |
| 3 - Vista frontal das obras do Prédio de Ensaios | 9 |
| 4 - Vista da parte de cima do Prédio de Ensaios e "Bunkers" | 10 |
| 5 - Vista parcial do laboratório químico | 10 |
| 6 - Vista parcial das instalações dos laboratórios de energia e eletrônica | 11 |
| 7 - Vista parcial da oficina mecânica | 11 |
| 8 - Vista parcial da Biblioteca Setorial | 12 |
| 9 - Rotavapor e Capela do Laboratório Químico | 12 |
| 10 - Mecerador de propelentes sólidos | 13 |
| 11 - Novo cromatógrafo VARIAN | 13 |
| 12 - Vista geral do Combustor de Leito Fluidizado | 14 |
| 13 - Detalhe do Alimentador do Combustor de Leito Fluidizado | 14 |
| 14 - Vista geral do Digestor Anaeróbio | 15 |
| 15 - Detalhe da válvula de alívio e canalização de saída do Digestor | 15 |

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve sucintamente as atividades desenvolvidas pelo Projeto do Laboratório de Processos de Combustão(LPC) no período de julho de 1978 a junho de 1980, identificadas pelo convênio 539/CT-CNPq/INPE. Embora tais atividades estejam praticamente concluídas, existe uma pequena pendência no tocante às obras de construção civil, que tão logo seja superada, a FINEP será informada.

Primeiramente, apresenta-se uma descrição sumária da proposta inicial, para comparação com os resultados alcançados, podendo-se constatar a performance alcançada na execução do convênio.

Os objetivos do Projeto Combustão do INPE, motivo deste convênio, eram três:

formação de um grupo técnico de alto nível, em assuntos relacionados com Combustão;

instalação de uma infra-estrutura física (laboratórios, bancos de testes, equipamentos, etc) para pesquisas em Combustão; e,

pesquisas em Combustão, através de um programa bem definido.

Na proposta apresentada à FINEP, estavam previstas as seguintes etapas:

- . Projeto e construção:
 - . do prédio de ensaios;
 - . dos paços para estocagem de iniciadores, propelentes e explosivos; e,
 - . do "Bunker".
- . formação de pessoal;
- . aquisição e instalação de equipamentos; e,

. operação normal do LPC.

A seguir, apresenta-se o que foi realizado em cada um dos itens acima mencionados, bem como descrevem-se eventos, resultados alcançados e protótipos desenvolvidos.

2. PESSOAL

O fator mais importante em qualquer atividade de pesquisa é o elemento humano. Nas atividades deste convênio, a formação de recursos humanos era de difícil solução, por não haver, no País, uma fonte geradora desta mão de obra. A solução adotada foi formar, através de palestras, seminários, cursos de especialização e de pós-graduação, tais elementos, e, com surpresa, descobriu-se que em outras áreas do INPE, bem como em outras instituições, também havia necessidade deste tipo de formação, o que tornou o curso de Ciência Espacial e da Atmosfera, opção Combustão, mais abrangente e útil.

No que diz respeito à pós-graduação, a Tabela 1 apresenta os resultados obtidos até junho de 1978, e de julho de 1978 a junho de 1980.

TABELA 1

SITUAÇÃO DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO, OPÇÃO COMBUSTÃO

| | Até 1978 | De jul/78 a jun/80 |
|--|----------|--------------------|
| Alunos de Mestrado | 10 | 10 |
| Mestres formados | 4 | 2 |
| Candidatos a doutoramento | 0 | 2 |
| Alunos cursando doutoramento | 0 | 4 |
| Alunos estudando no exterior | 0 | 1 |
| Obs.: até fins de 1980 espera-se a formação de mais quatro Mes- tres. | | |

Na área funcional, o Projeto tinha o seguinte pessoal en
volvido, ao iniciar-se o presente Convênio, em julho de 1978:

- . 1 Ph.D. gerente;
 - . 3 Ph.D's assesssores;
 - . 3 M.S's;
 - . 3 Engenheiros (sendo que 1 elemento está cursando o doutoramento nos EUA);
 - . 1 Químico;
 - . 2 Técnicos;
 - . 1 Administrador;
 - . 1 Secretária
- TOTAL: 15 pessoas

Em junho de 1980, o quadro alterou-se para:

- . 1 Ph.D gerente;
 - . 2 Ph.D's assessores;
 - . 1 Ph.D consultor;
 - . 3 M.S's;
 - . 9 Engenheiros;
 - . 1 Químico;
 - . 4 Físicos;
 - . 4 Técnicos;
 - . 1 Técnico em foto-cinematografia.
 - . 1 Administrador
 - . 1 Secretária
- TOTAL: 28 pessoas

Nota-se que houve um acréscimo de treze (13) elementos,
no período.

3. INFRA-ESTRUTURA FÍSICA

Em 1978, dispunha-se de uma casa (150 m²) e duas cúpulas recém-construídas (100 m²), em Cachoeira Paulista; e em São José dos Campos, três salas, um laboratório de instrumentação (para o GC/MS) e um laboratório de preparação de amostras.

No período de julho de 1978 a junho de 1980 foram concluídas as seguintes obras, em Cachoeira Paulista:

- . oficina mecânica completa (anexa à Casa Hum);
- . biblioteca (na cúpula número dois);
- . prédio de pesquisadores, com as seguintes dependências:
 - a) sala de aula (atê vinte alunos)
 - b) sala de chefia
 - c) secretaria
 - d) salas de pesquisadores (seis)
 - e) depósitos de produtos químicos
 - f) laboratório químico
 - g) sala de preparação de amostras
 - h) sala do GC/MS e do Cromatógrafo VARIAN
 - i) laboratório de Micromecânica e Eletrônica
 - j) laboratório de Propulsão Iônica
 - l) banheiros e copa.
- . paiol para estocagem de iniciadores;
- . paiol para estocagem de propelentes e explosivos; e,
- . casa de máquinas e estocagem de gases.

Estão em fase final de construção, as seguintes edificações :

- . prédio de ensaios composto de:
 - a) casa de estocagem de gases

- b) casa de ar condicionado
- c) banheiros (dois)
- d) oficina mecânica
- e) sala de controle
- f) salas de pesquisadores (duas).

- . "Bunker", anexo ao prédio de ensaios com sete casamatas de concreto reforçado, para experiências com explosivos, propelentes, motores e combustores.

O atraso nas obras foi devido a problemas internos da Construtora que venceu a concorrência pública para o Prédio de Ensaios e "Bunker". As demais obras foram entregues rigorosamente dentro dos prazos previstos. O prédio de Ensaios e o "Bunker" deverão ser entregues no final de novembro de 1980.

4. PROGRAMA CIENTÍFICO

Nesta primeira fase de implantação, o reduzido número de pessoal envolvido esteve ocupado com a instalação dos equipamentos e dos laboratórios. Com isto, não se podia esperar uma grande produção científica.

O Projeto foi estruturado em seis atividades, as quais produziram os seguintes resultados:

Acústica e Ionização de Chamas - (AICH)

O queimador em T aberto (T zero-protótipo) foi concluído e os equipamentos periféricos de medidas foram escolhidos, comprados e instalados. Esses equipamentos serão, também, usados no queimador em T fechado.

O queimador em T aberto (T1) encontra-se pronto para testes e será homologado e colocado à disposição de usuários para diagnósticos de instabilidades de combustão. O projeto do queimador em T fechado (T2) encontra-se pronto.

Combustíveis Alternativos - (ALCOMB)

Foi montado e colocado em operação, em Cachoeira Paulista, para uso em conjunto com o GC/MS, um laboratório de preparação de amostras.

Foi comprado e instalado em Cachoeira Paulista, um cromatógrafo VARIAN com detetor de ionização de chamas. Foi instalado também em Cachoeira Paulista, um laboratório para síntese e análise de substâncias orgânicas, normalmente utilizadas em propelentes e combustíveis.

O laboratório químico da Casa Hum foi transferido para as novas instalações no Prédio de Pesquisadores, em Cachoeira Paulista. Lá foram analisadas, para o IPqM, amostras de misturas de gases contendo alto teor de metano, e estudado em conjunto com o IME, um catalisador para hidrazina, além de ter sido feita a síntese de reagentes orgânicos, anteriormente importados, o Tosilato de Metila.

Queima de Biomassa - (BIOM)

Foi desenvolvido o protótipo de um Combustor de Leito Fluidizado (FBC), para queima de aguçapê (ou baronesa), que foi aperfeiçoado para acendimento automático e uso com outros combustíveis, como o carvão Nacional de alto teor de cinza e enxofre. Deve-se esclarecer que é de grande interesse, para o País, o uso das enormes jazidas disponíveis de tal carvão que não pode ser usado em combustores comuns. O FBC está operacional, em testes.

Foi instalado um digestor anaeróbico, fornecido pelo IPqM, para testes de produção de metano e análise dos outros produtos gerados.

Foi montado um sistema para o estudo da queima de propano com a finalidade de se determinar a temperatura de chamas. Tal sistema é objeto de uma tese de mestrado a ser apresentada em julho de 1980.

Está em fase de protótipo, um sistema para melhorar a ignição de motores de combustão interna por meio de plasma.

Estudo Teórico de Ondas de Choque - (CHOQUE)

Foram realizados trabalhos teóricos sobre propagação de ondas de choque (ver relação de trabalhos publicados). Uma tese de doutoramento sobre o assunto "Propagação de onda de choque em meios densos e superdensos" está em fase de apresentação preliminar, e foi desenvolvida uma série de programas de computador para a solução de equações diferenciais parciais não lineares, encontradas em estudos de choques.

Micropropulsão - (SIPROS)

Foram completados estudos sobre micromotores a gás frio e o projeto de um motor também a gás frio.

Estão, em progresso, estudos sobre motores a hidrazina, inclusive integração catalisador/motor em conjunto com o IME, e estudos sobre propulsão iônica.

Implantação de um Laboratório de Processos de Combustão - (LPC)

Este projeto cuida da parte não visível, porém extremamente trabalhosa, referente a escolha de componentes, fiscalização de obras, supervisão de montagens elétricas, hidráulicas e pneumáticas (inclusive de gases), compras de equipamentos e material de consumo. Este trabalho tem ocupado grande parte da equipe, durante boa parte do tempo.

5. FOTOGRAFIAS DAS INSTALAÇÕES DO LPC EM CACHOEIRA PAULISTA

Esta seção apresenta algumas fotos representativas das instalações, equipamentos e montagens do projeto do Laboratório de Processos de Combustão do INPE.

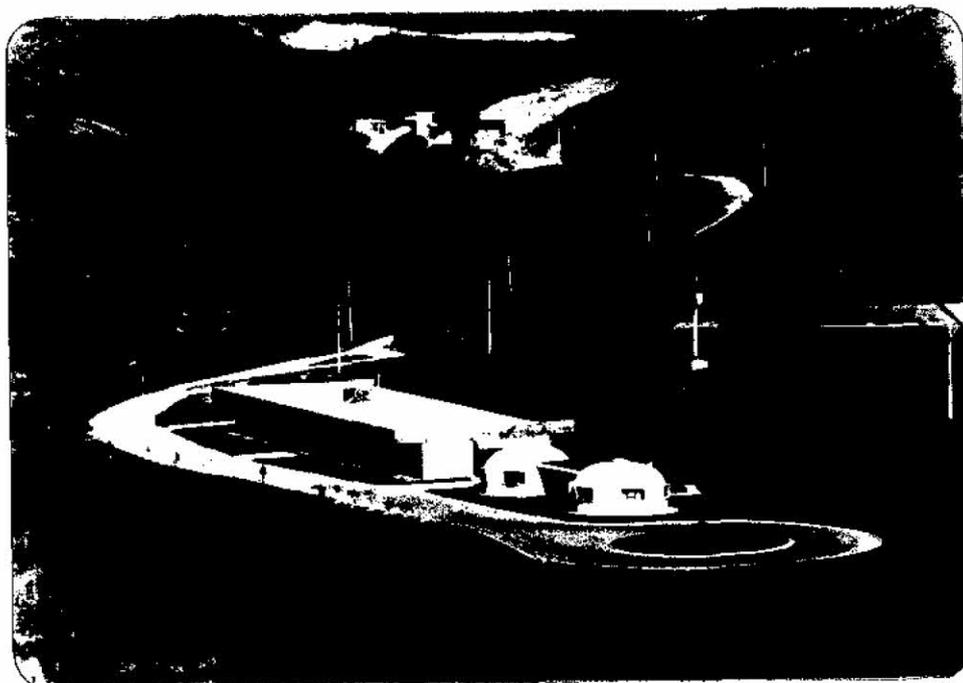


Fig.1 - Vista geral do Complexo de Combustão em Cachoeira Paulista.



Fig.2 - Vista de um dos paiões.



Fig.3 - Vista frontal das obras do Prédio de Ensaios.

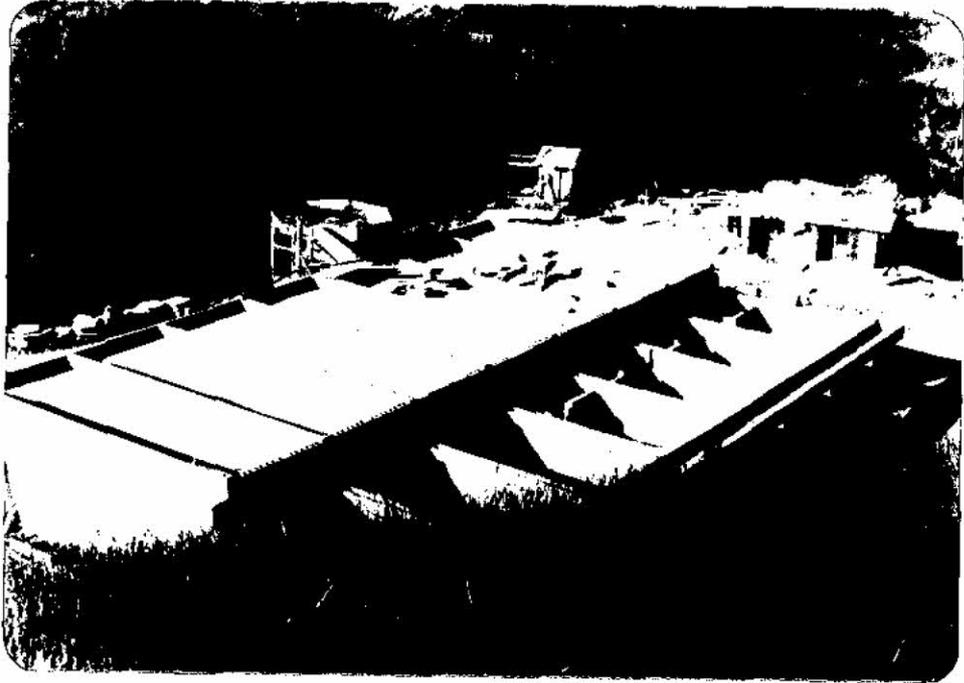


Fig.4 - Vista da parte de cima, do Prédio de Ensaios e "Bunkers".

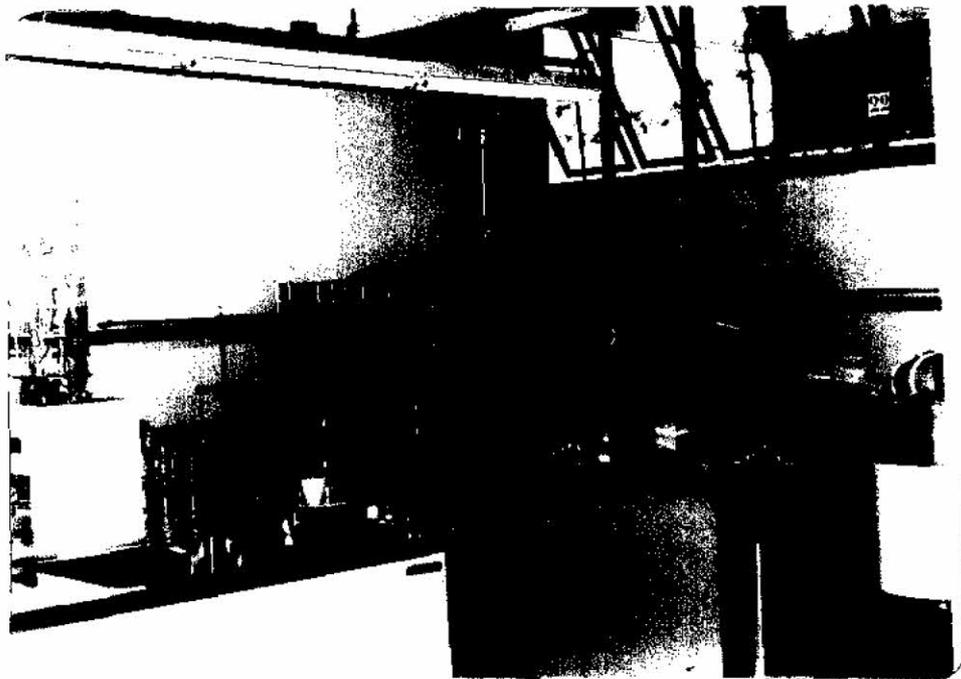


Fig.5 - Vista parcial do laboratório químico.



Fig.6 - Vista parcial das instalações dos laborat^orios de energia e ele
tr^onica.

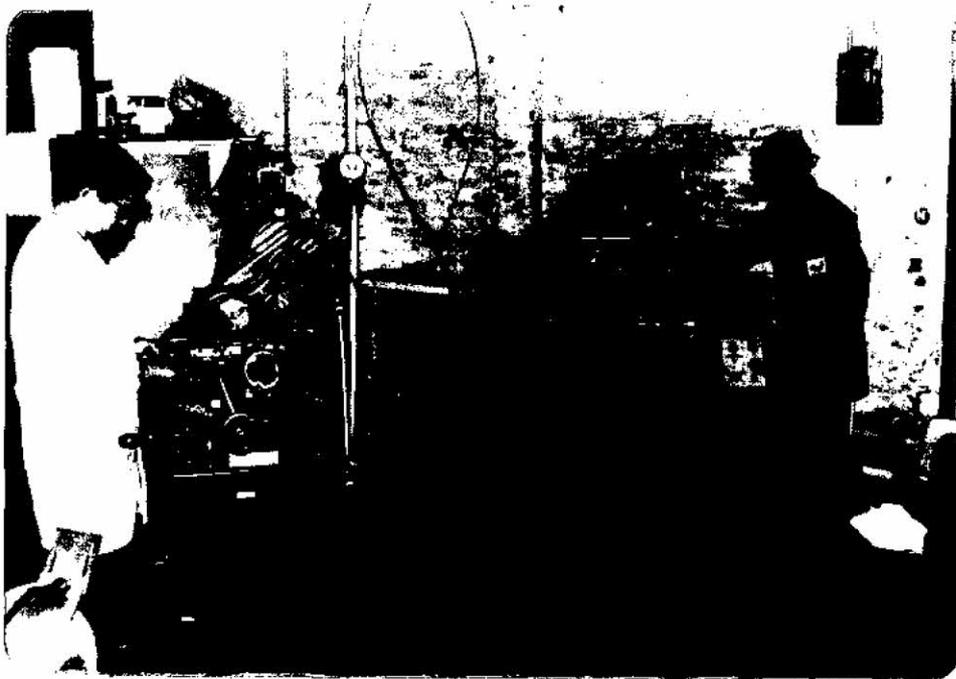


Fig.7 - Vista parcial da oficina mec^anica.



Fig.8 - Vista parcial da Biblioteca Setorial.

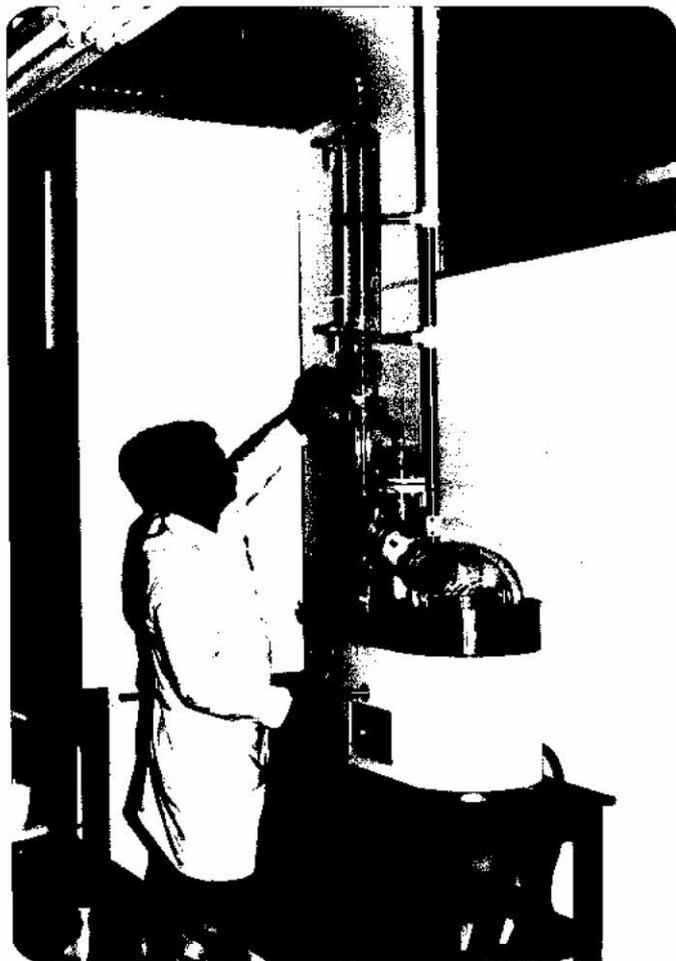


Fig.9 - Rotavapor e Capela do Laboratório Químico.



Fig.10 - Macerador de propelentes sólidos.

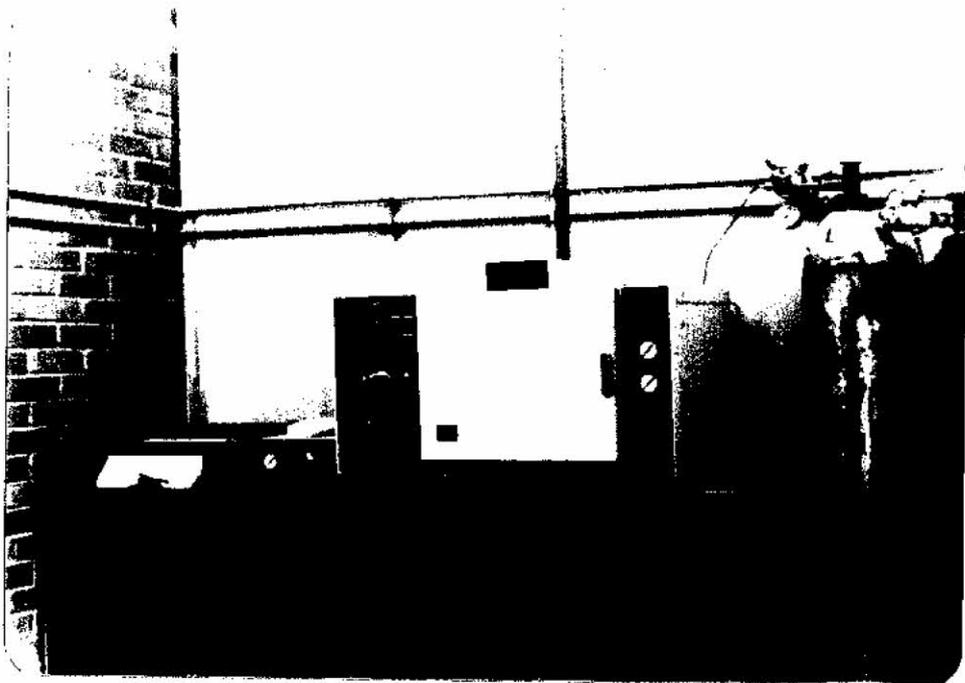


Fig.11 - Novo cromatôgrafo VARIAN.

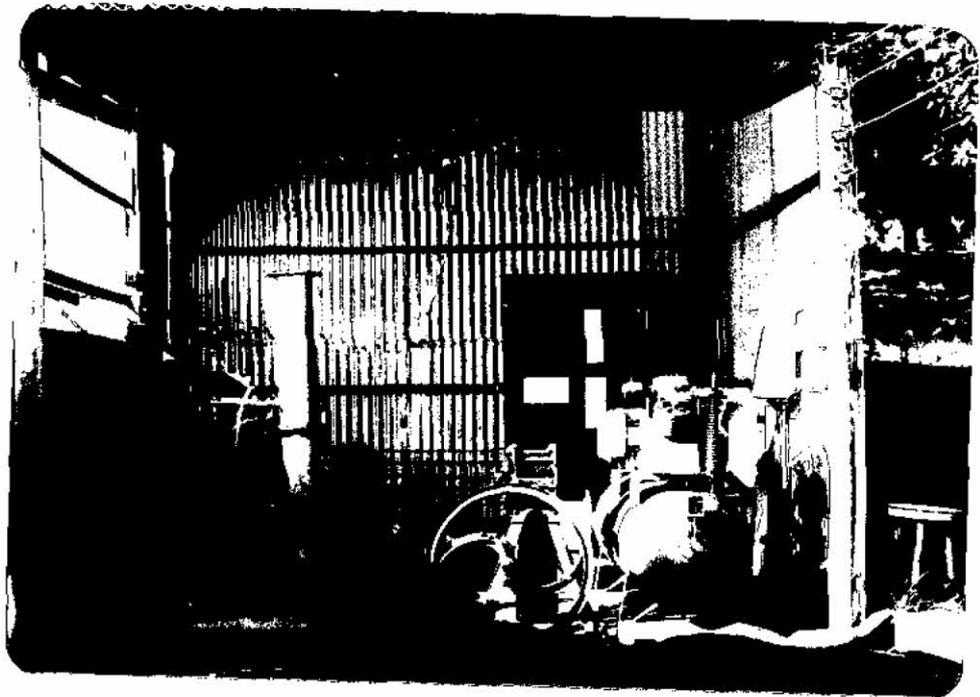


Fig.12 - Vista geral do Combustor de Leito Fluidizado.



Fig.13 - Detalhe do alimentador do Combustor de Leito Fluidizado.



Fig.14 - Vista geral do Digestor Anaeróbico.



Fig.15 - Detalhe da válvula de alívio e canalização de saída do Digestor.

6. RELAÇÃO DE TRABALHOS PUBLICADOS

O objetivo principal do Convênio 539/CT era a implantação das facilidades físicas de um grupo de pesquisas em Combustão, de acordo com o que reza o Capítulo III, seção 2 (Atividades Espaciais) do II PBDCT (II Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), página 42, que trata da implantação e operação, pelo INPE de um Laboratório de Processos de Combustão. A DPO-Divisão de Processos de Combustão do INPE considera este objetivo plenamente alcançado. Para os próximos anos espera-se um aumento no número de publicações, que não ocorreu na vigência deste convênio, por ter a implantação física ocupado grande parte do tempo de sua equipe. Além disso, o tempo necessário para formar técnicos de alto nível é relativamente longo. Só agora é que se tem uma equipe com alguma experiência em Combustão. Mesmo assim, o importante aspecto de publicações não foi descuidado. Apresenta-se a seguir a lista de publicações da DPO no período do Convênio 539/CT:

DIAS, L.A.V. "Relatório de Acompanhamento Técnico - CT 272 - Laboratório de Combustão - Convênio FINEP/CNPq". INPE-1332-RAE

DIAS, L.A.V. "Relatório de Acompanhamento Final - CT 272 - Laboratório de Combustão - Convênio FINEP/CNPq". INPE-1397-RAE.

DIAS, L.A.V.; APA, "Relatório de Acompanhamento - Convênio 539 - CT - FINEP/CNPq - Laboratório de Processos de Combustão". INPE-1445-RA

DIAS, L.A.V.; PINHO, L.R.N.; APA, "Relatório de Acompanhamento - Convênio 539-CT - FINEP/CNPq - Laboratório de Processos de COMBUSTÃO". INPE-1457-RA.

ALMEIDA, W.A. "Utilização de um Polímero Nacional na obtenção de combustível sólido para veículos espaciais". INPE-1473-RPE.

SUDANO, J.P. "Turbulência em Líquidos e Plasma". INPE-1541-RPI

DIAS, L.A.V. "Relatório de Acompanhamento Técnico - Convênio 539/CT - FINEP/CNPq - Laboratório de Processos de Combustão". INPE-1550-RA.

DIAS, L.A.V.; FERREIRA, J.L.G. "Relatório de Acompanhamento Técnico - Convênio 539/CT - FINEP/CNPq - Laboratório de Processos de Combustão". INPE-1580-RA.

DIAS, L.A.V.; FERREIRA, J.L.G. "Relatório de Acompanhamento Técnico (Anual) - Convênio 539/CT - FINEP/CNPq - Laboratório de Processos de Combustão". INPE-1619-RA.

DIAS, L.A.V.; FERREIRA, J.L.G. "Relatório de Acompanhamento Técnico - Convênio 539/CT - Laboratório de Processos de Combustão". INPE-1659-RA.

DIAS, L.A.V. "Relatório de Acompanhamento Técnico - Convênio 539/CT - Laboratório de Processos de Combustão". INPE-1707-RA.

DIAS, L.A.V.; FERREIRA, J.L.G. "Relatório de Atividades do ano de 1979-Programa de Combustão". INPE-1741-RA.

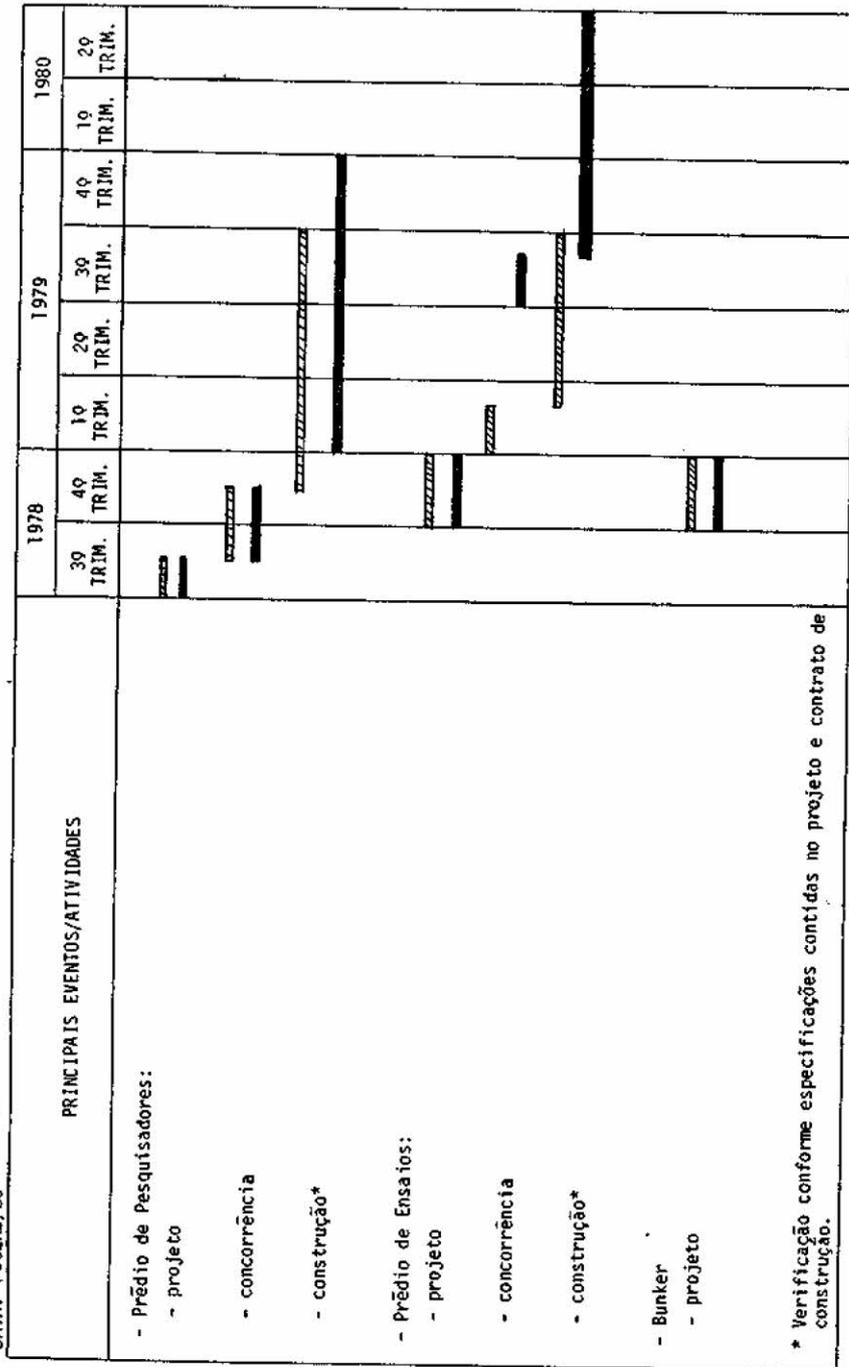
CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE COMBUSTÃO

DATA: JULHO/80

CÓDIGO: 539/CT

CHPq/IMPE



CONVENÇÃO: . PREVISÃO INICIAL ██████████
 REALIZADO ██████████
 PREVISÃO ATUALIZADA □

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE COMBUSTÃO
 DATA: JULHO/80

CÓDIGO: 539/CT

CNPq/INPE

| PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES | 1978 | | | 1979 | | | 1980 | | |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
| | 3º TRIM. | 4º TRIM. | 1º TRIM. | 2º TRIM. | 3º TRIM. | 4º TRIM. | 1º TRIM. | 2º TRIM. | |
| - concorrência | | | | | | | | | |
| - construção* | | | | | | | | | |
| - Pátio de Iniciadores: | | | | | | | | | |
| - projeto | | | | | | | | | |
| - concorrência | | | | | | | | | |
| - construção* | | | | | | | | | |
| - Pátio de Propelentes e Explosivos: | | | | | | | | | |
| - projeto | | | | | | | | | |
| - concorrência | | | | | | | | | |
| - construção* | | | | | | | | | |

* Verificação conforme especificações contidas no projeto e contrato de construção.

CONVENÇÃO: - PREVISÃO INICIAL 
 REALIZADO 
 PREVISÃO ATUALIZADA 

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE COMBUSTÃO
 DATA: JULHO/80

CÓDIGO: 539/CT

CNPq/INPE

| PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES | 1978 | | 1979 | | | 1980 | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 3º TRIM. | 4º TRIM. | 1º TRIM. | 2º TRIM. | 3º TRIM. | 4º TRIM. | 1º TRIM. |
| - GC/MS - Aquisição de Periféricos : - especificação | | | | | | | |
| - compra | | — | | | | | |
| - instalação | | | | | | | |
| - testes | | | | | | | |
| - Aquisição de Equipamentos Fotográficos e Outros : - especificações | | | | | | | |
| - compra | | | | | | | |
| - instalação | | | | | | | |
| - testes | | | | | | | |
| - Gerador de Gases Hiperbólicos : | | | | | | | |

CONVENÇÃO : PREVISÃO INICIAL 
 REALIZADO 
 PREVISÃO ATUALIZADA 

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE COMBUSTÃO CNPq/INPE

DATA: JULHO/80 CÓDIGO: 539/CT

| PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES | 1978 | | | | 1979 | | | 1980 | |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| | 3º TRIM. | 4º TRIM. | 1º TRIM. | 2º TRIM. | 3º TRIM. | 4º TRIM. | 1º TRIM. | 2º TRIM. | |
| - projeto/especificações | ██████████ | ██████████ | | | | | | | |
| - construção | | | ██████████ | ██████████ | ██████████ | ██████████ | | | |
| - testes | | | | | ██████████ | ██████████ | ██████████ | ██████████ | |
| - ensaios | | | | | | | ██████████ | ██████████ | |
| - "T Burner" (aberto) : | | | | | | | | | |
| - projeto | ██████████ | ██████████ | | | | | | | |
| - construção | | | ██████████ | ██████████ | ██████████ | ██████████ | | | |
| - testes | | | | | ██████████ | ██████████ | ██████████ | ██████████ | |
| - medidas | | | | | | | ██████████ | ██████████ | |
| - "T Burner" (fechado) : | | | | | | | | | |
| - projeto | | | | | | | ██████████ | ██████████ | |

CONVENÇÃO: . PREVISÃO INICIAL 
 REALIZADO 
 PREVISÃO ATUALIZADA 

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE COMBUSTÃO

DATA: JULHO/80

CÓDIGO: 539/CT

CNPq/INPE

| PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES | 1978 | | | | 1979 | | | | 1980 | | |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
| | 3º TRIM. | 4º TRIM. | 1º TRIM. | 2º TRIM. | 3º TRIM. | 4º TRIM. | 1º TRIM. | 2º TRIM. | 3º TRIM. | 4º TRIM. | |
| - construção | | | | | | | | | | | |
| - testes | | | | | | | | | | | |
| - operação normal do LPC | | | | | | | | | | | |

CONVENÇÃO: PREVISÃO INICIAL 

REALIZADO 

PREVISÃO ATUALIZADA 