

RECUPERAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE ESTRUTURAS DA  
LT 460 kV EMBU GUAÇU - SANTO ÂNGELO

Bauru  
1984

E - Diretoria de Engenharia e Construções  
EEL - Residência de Linhas e Subestações

M.O. 9 611 621

Documentação Técnica - EA-D  
Av. Paulista, 2064 - 21º andar - Sede II - São Paulo - SP  
Tel.: 285.3111 - R. 660

ADDR - Depósito legal  
1 exemplar

FICHA CATALOGRÁFICA

CESP. Recuperação e substituição de estruturas da  
LT 460 kV Embu Guaçu - Santo Ângelo. Bauru,  
1984. lv.

I. Título.

CESP-84/635-EEL

S U M Á R I O

	Página
APRESENTAÇÃO.....	02
LOCALIZAÇÃO DA OBRA.....	04
INTRODUÇÃO.....	06
RELAÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS.....	08
DESENVOLVIMENTO DOS SERVIÇOS.....	11
APROPRIAÇÃO E CRONOGRAMA.....	14
OBSERVAÇÕES FINAIS.....	16
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO.....	19

APRESENTAÇÃO

## A P R E S E N T A Ç Ã O

O presente trabalho descreve a maneira adotada para recuperação da Linha 460 kV Embu Guaçu - Santo Ângelo, na região da Serra do Mar.

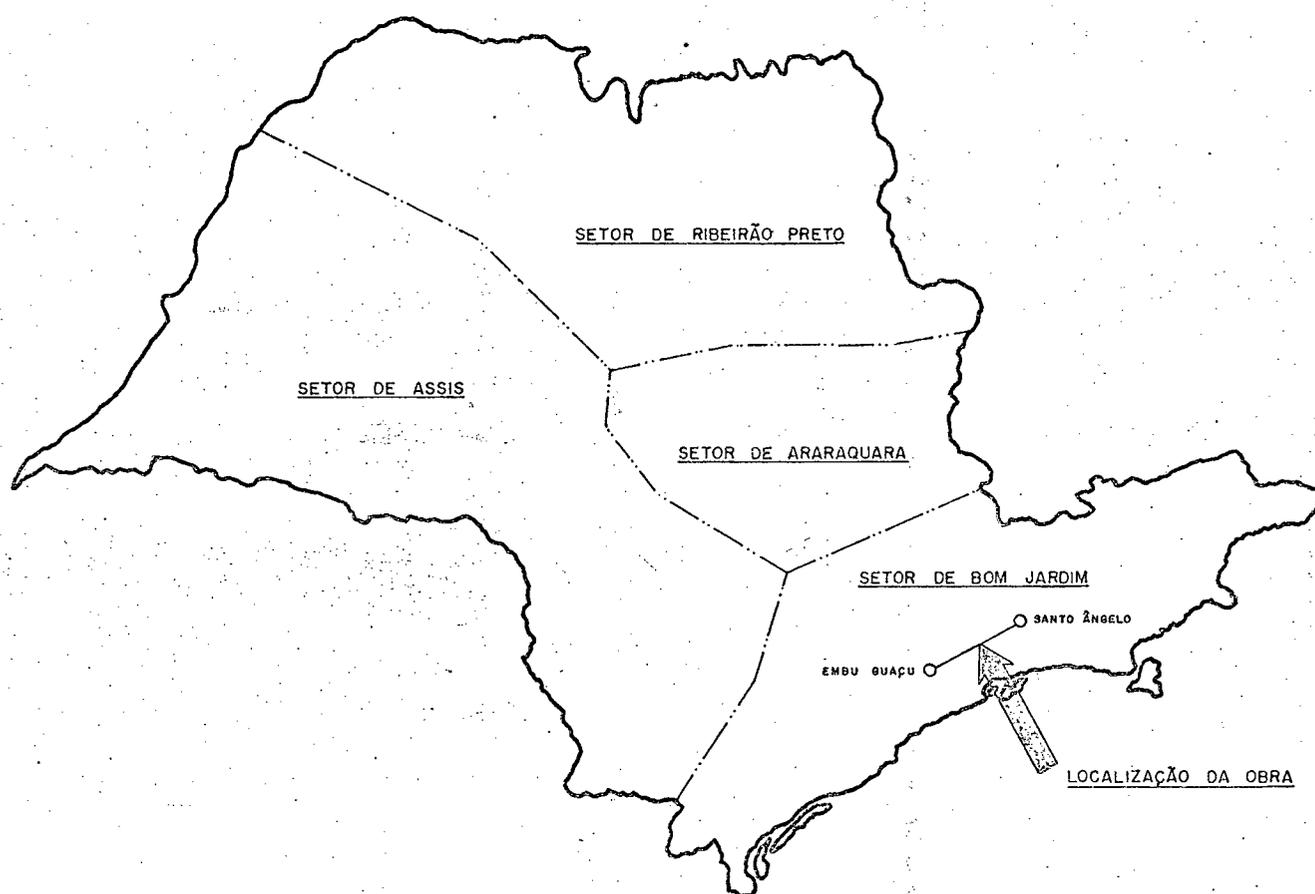
A ação agressiva de poluentes industriais e as condições climáticas da região foram responsáveis pela corrosão precoce do trecho da Linha exposto aos referidos agentes.

Foram adotados métodos de trabalho importantes nos trechos críticos de travessias com Linhas energizadas, para não interromper o fornecimento, motivo pelo qual acreditamos ser oportuno o registro dos fatos.

Bauru, 17 de setembro de 1984

ENGº NÍVEO AURÉLIO VILLA  
RESIDÊNCIA DE LINHAS E SUBESTAÇÕES - EEL

LOCALIZAÇÃO DA OBRA - MAPA GERAL



*Residência de Linhas e Subestações  
Distribuição Geográfica dos Setores de Obras*

INTRODUÇÃO

A ação de vários fatores simultâneos, sendo os três principais a constante e elevada umidade da região, o alto índice pluviométrico e, principalmente, a atmosfera industrial das áreas do ABC e Cubatão, resultou na deteriorização precoce das estruturas metálicas galvanizadas das LT's de 460 kV Embu Guaçu - Santo Ângelo e de 345 kV Embu Guaçu - Alto da Serra. A corrosão era bastante grave no trecho entre as torres 50 a 130 da LT. 460 kV, região onde é mais predominante a poluição industrial, associada à proximidade do mar, apresentando uma corrosão acelerada que chegou a atingir os limites de segurança das estruturas em pouco tempo.

A solução adotada pelo TRL - Departamento de Transmissão da Vice-Presidência de Produção e Transmissão de Energia Elétrica para o problema, foi a pintura das estruturas e, no trecho crítico, executar antes a recuperação das peças e ferragens de cadeias. Estes serviços foram realizados substituindo-se as peças e ferragens que apresentavam elevado índice de corrosão ou atingindo o substrato e regalvanizando as com início de oxidação. Este trabalho resultou na desmontagem total de 23 estruturas e substituição de peças em outras 61 torres. A Fiscalização dos serviços ficou a cargo da Residência de Linhas e Subestações-EEL, através do Setor de Obras de Bom Jardim.

A LT. 460 kV Embu Guaçu - Santo Ângelo com 182 torres foi construída no período de agosto/73 a abril/74 e energizada em 14/06/75.

Basicamente os serviços previstos a realizar foram:

- Desmontagem e montagem de 21 estruturas;
- Fornecimento de peças e parafusos para estruturas;
- Regalvanização de peças;
- Substituição de peças e/ou cadeias de isoladores.

Os serviços foram executados pela Nativa Construções Elétricas S/A com início em 16/01/84 e término em 11/05/84. A fabricação das peças e regalvanização ficou a cargo da Morrison Knudsen Engenharia S/A.

RELAÇÃO DE SERVIÇOS EXECUTADOS

### DESMONTAGEM E MONTAGEM TOTAL

Assim definidas devido ao grande número de peças a serem substituídas ou regalvanizadas. Foram executadas as seguintes etapas:

- Montagem de cavaletes;
- Retirada dos feixes de condutores apoiando-os sobre os cavaletes;
- Retirada dos cabos pára-raios;
- Retirada das cadeias de isoladores;
- Desmontagem das torres;
- Montagem das torres, substituindo-se as peças e os parafusos;
- Substituição de ferragens de cadeias e isoladores;
- Recolocação das cadeias de isoladores com as peças substituídas;
- Recolocação dos feixes de condutores;
- Recolocação dos pára-raios substituindo-se os grampos;
- Revisão geral das torres;
- Regularização do terreno no local dos cavaletes;
- Recuperação das drenagens das águas pluviais próximo às torres.

### SUBSTITUIÇÃO DE PEÇAS COM RETIRADA DOS CABOS CONDUTORES

Substituição de peças críticas em relação à estabilidade da torre:

- Montagem de cavaletes;
- Retirada de feixe de condutores;
- Substituição das peças oxidadas;
- Recolocação das cadeias de isoladores com as peças e isoladores substituídos;
- Recolocação dos feixes de condutores;
- Substituição dos grampos pára-raios;
- Revisão geral;
- Regularização do terreno.

### SUBSTITUIÇÃO DE PEÇAS

Nestas torres as peças a serem substituídas não ofereciam grande risco à estabilidade da torre:

- Retirada das peças oxidadas;
- Colocação das peças novas ou recuperadas pela galvanização;
- Substituição dos isoladores e ferragens de cadeias;
- Substituição dos grampos pára-raios;
- Revisão geral

SUBSTITUIÇÃO DE PINOS DE AÇO INOXIDÁVEL EM GRAMOS DE SUSPENSÃO.

SUBSTITUIÇÃO DE PRÉ-FORMADOS NOS GRAMOS DOS PÁRA-RAIOS.

SUBSTITUIÇÃO DE PARAFUSOS, PORCAS, ARRUELAS, ESPESSURAS E PEDARÓIS.

SUBSTITUIÇÃO DOS GRAMOS DE SUSPENSÃO POR GRAMOS ARMADOS.

SUBSTITUIÇÃO DE PLACAS DE SINALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO.

RECUPERAÇÃO DE "STUBS".

FABRICAÇÃO DE PEÇAS PARA ESTRUTURAS.

REGALVANIZAÇÃO DE PEÇAS PARA ESTRUTURAS.

DESENVOLVIMENTO DOS SERVIÇOS

Em consequência do reduzido tempo para execução, dos prazos necessários para a fabricação e regalvanização das peças, a aquisição de ferragens de cadeias, a quantidade e tipo de estruturas disponíveis para utilização e o grande número de travessias de estradas e linhas de alta tensão, não foi possível preparar-se uma programação antecipada pormenorizada, exigindo a execução dos serviços dentro das frentes e materiais disponíveis. Todos os trabalhos nos vãos das 6 travessias com linhas de alta tensão foram realizados com as linhas energizadas.

Inicialmente, realizou-se um levantamento completo nas 25 estruturas que apresentavam maior número de peças a serem substituídas, classificando previamente estas peças em "condenadas", "boas" e "a regalvanizar". Nas outras torres foram adotadas as relações levantadas anteriormente pela equipe de manutenção da Operação. Estas relações serviram como base para a aquisição das peças e a programação inicial. Com o andamento dos trabalhos, verificou-se que, devido à velocidade da corrosão, seriam necessários novos levantamentos e, conseqüentemente, novas aquisições de peças.

Os serviços foram iniciados pelas torres com desmontagem total, que possuíam tipo similar em estoque, atacando-se em paralelo as estruturas com substituição parcial de peças, também utilizando o estoque disponível. Em razão do prazo verificado para a entrega das peças fabricadas (42 dias entre o pedido, fabricação, inspeção e o transporte para a obra), houve um período crítico na execução dos serviços, obrigando a um remanejamento e reprogramação das frentes de trabalho.

A alternativa de desmontagem das torres e sua recuperação, deixando os cabos sobre cavaletes ou no chão, durante o tempo necessário para a fabricação e regalvanização das peças, não foi adotada pela Empreiteira em virtude dos altos riscos existentes, devido ao grande número de travessias e o movimento constante de veículos e pessoas ao longo do trecho.

O canteiro e depósito de materiais foi instalado na Subestação de Santo Ângelo, onde as peças eram classificadas em "boas", "a regalvanizar" ou "sucata". Aí foi centralizada toda a movimentação e controle das peças e ferragens.

Nas estruturas com desmontagem total e nas que exigiram a retirada dos cabos condutores para troca de peças, foram executados todos os serviços paralelos previstos, tais como: substituição de parafusos e pedaróis, cadeias de isoladores, ferragens de cadeias, grampos

do pára-raios, etc. Nas outras estruturas ao longo do trecho crítico estes serviços foram realizados após a conclusão da desmontagem total, aproveitando-se o pessoal disponível, inclusive para reforço das equipes encarregadas da substituição de isoladores e ferragens de cadeias.

Os parafusos, porcas, arruelas, espessuras e pedaróis necessários foram transferidos do estoque da EEL Bauru. No final da obra foram adquiridos somente 3.000 parafusos para completar as 15 torres usadas no remanejamento.

APROPRIAÇÃO E CRONOGRAMA

Os volumes totais de homensXhora e equipamentos consumidos foram os seguintes:

SERVIÇOS DE DESMONTAGEM TOTAL

- Oficial.....31.020 homensXhora
- Ajudante.....17.890 homensXhora
- Caminhão..... 3.720 horas
- Veículos leves..... 1.240 horas
- Trator de esteira..... 590 horas

SERVIÇOS DE SUBSTITUIÇÃO DE PEÇAS, ISOLADORES, FERRAGENS, ETC.

Administração:

- Oficial.....22.719 homensXhora
- Ajudante..... 5.123 homensXhora
- Caminhão..... 2.817 horas

ITEM	ATIVIDADES	PRAZO	QUANTIDADE		1984					
			PREV.	REAL.	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	
1	Instalação Canteiro	—	—	—	8	7				
2	Desmontagem Total	21 t	23 t		27				25	
3	Retirada Condutores e Pára-raios	30 t	52 t		27				5	
4	Substituição Parcial de Peças	—	61 t		27					11
5	Fornecimento de Peças	27.000 kg	37.320 kg				6	5	10	20
6	Regalvanização de Peças	125.000 kg	82.410 kg			21				20
7	Substituição Isoladores e Ferragens	—	80 t							11
8	Revisão Final	—	—						10	5

**Observações:** - Previsto fornecimento 36.538 kg de parafusos e pedaróis que foram atendidos pelo estoque existente  
- Contrato nº 72300/45000/00259

**Cronograma Executivo**

OBSERVAÇÕES FINAIS

Dentro do trecho crítico citado observamos um maior grau de agressividade entre as torres 80 a 100 e 114 a 125. Este último abrange as torres que mais sofreram corrosão e onde são mais atuantes todos os fatores negativos da região: grande umidade, atmosfera industrial, proximidade do litoral e a localização de indústrias de produtos clorados. Verificamos que o lado das estruturas voltado para o litoral é bem mais atingido, como também as laterais externas das cantoneiras que ficam na posição vertical, sugerindo uma predominância do efeito da poluição industrial na região de Cubatão. O trecho entre as torres 80 a 100 está localizado às margens da represa, sofrendo também a poluição industrial. A oxidação é acelerada pela umidade constante e elevada.

Nos trechos entre as estruturas 1 a 49 e 129 a 182 houve substituição de peças somente em 8 torres, sendo 1 peça em cada torre. A oxidação encontra-se ainda em estado inicial, sendo a região menos agressiva, o que possibilitou a recuperação das estruturas pelos serviços de pintura.

Da ação do ambiente local resultou a existência de problemas que normalmente só apareceriam em outras LT's após um longo período de vida útil, ou seja:

- Perfis com problemas de laminação e não detectados no controle de qualidade da Fábrica durante o processo de fabricação e galvanização. Foram substituídas aproximadamente 50 peças ao longo da linha.

- A mesma peça com corrosão, repetindo praticamente em todas as torres, consequência provável de defeitos na galvanização do lote. É o caso específico das peças número 161A da torre tipo SLV e das peças números 75E e 99E da SV.

- Peças que sofreram danos ou foram mais solicitadas na época da montagem ou durante manutenções. Um caso típico são os pedarões que em grande número de torres foram substituídos totalmente.

- A ação agressiva é bem mais atuante no corpo superior das estruturas.

Na parte de ferragens de cadeias e isoladores foi realizada uma vistoria e substituição em todo o trecho crítico, conforme relacionamos a seguir:

- Substituição de todos os isoladores de 25.000 libras por isoladores com pinos zincados nas estruturas de suspensão simples entre as torres 50 a 129.

- Substituição dos isoladores de 50.000 libras nas torres de suspensão reforçada números 81,82,83,87,88,89,93,94,99,107,121 e 122. Por falta de isoladores, não foram trocadas as cadeias das torres números 53,54,56,59,60,61 e as 3 ancoragens números 68,82 e 100.

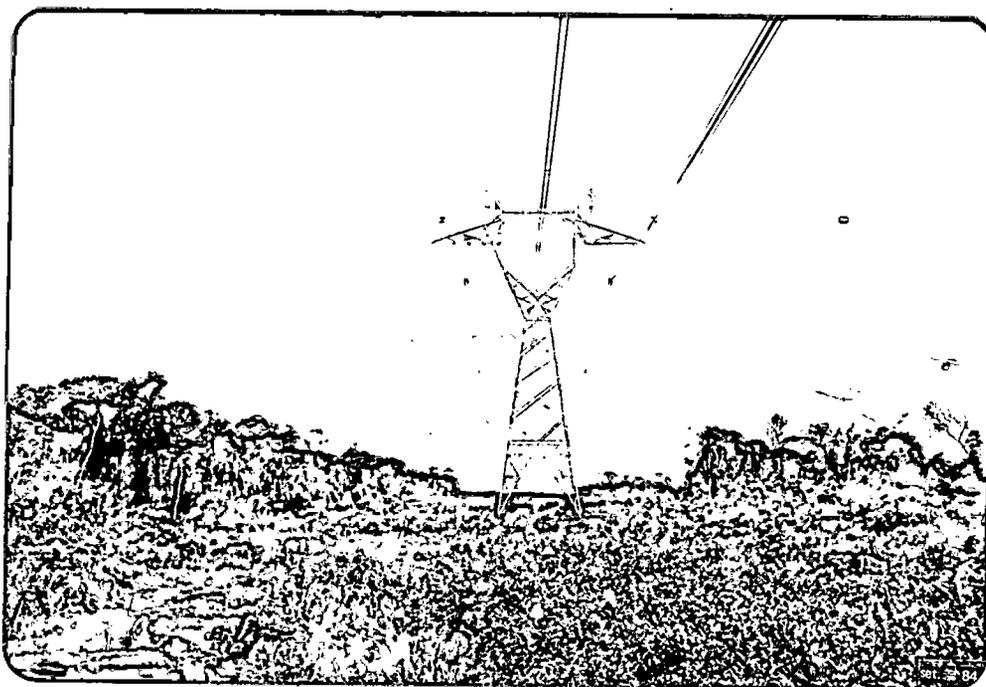
- Substituição de grampos pára-raios entre as torres 50 a 129.

- Substituição dos pinos de aço inoxidável dos grampos armados, trocados anteriormente pela Operação e aplicação dos grampos disponíveis em estoque. Permaneceram com grampos de suspensão novos as torres números 61,62,79 a 104,113,114,115 e 118 a 129.

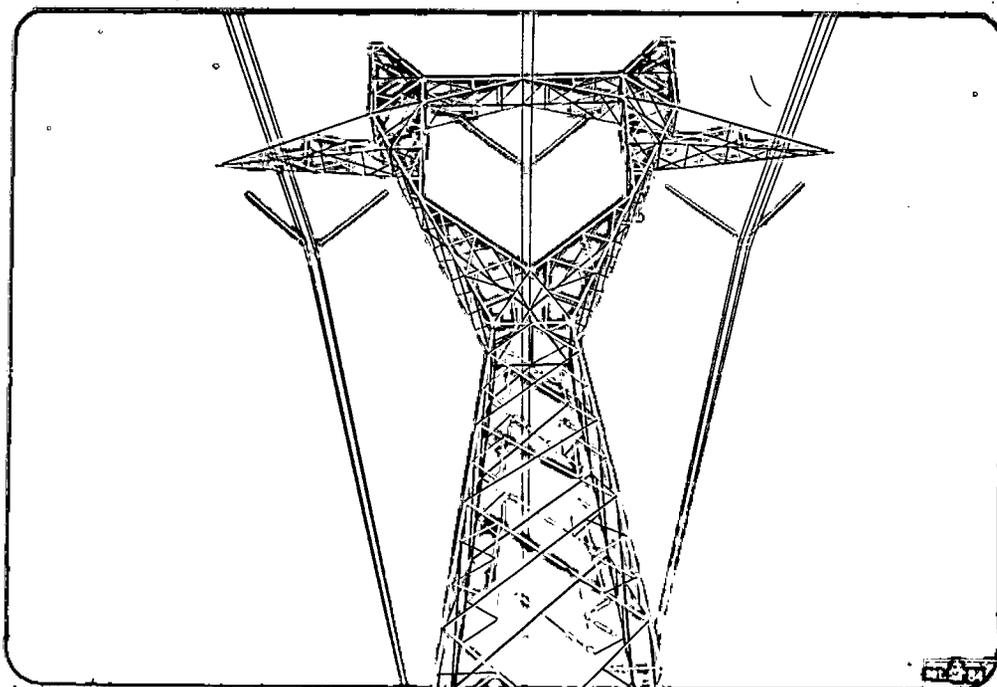
- Foi efetuada uma inspeção nas ferragens de cadeias ao longo do trecho crítico, sendo substituídos os conectores com problemas de corrosão.

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Para melhor visualização dos serviços executados e o estado em que se encontravam as peças e ferragens, apresentaremos, a seguir, algumas fotografias.

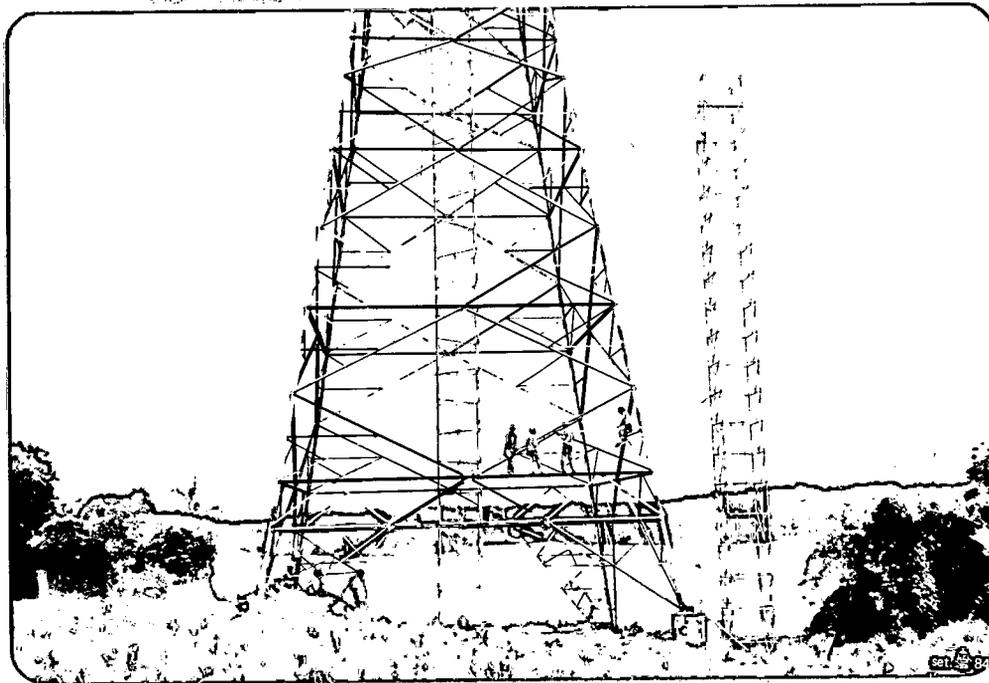


0943-15

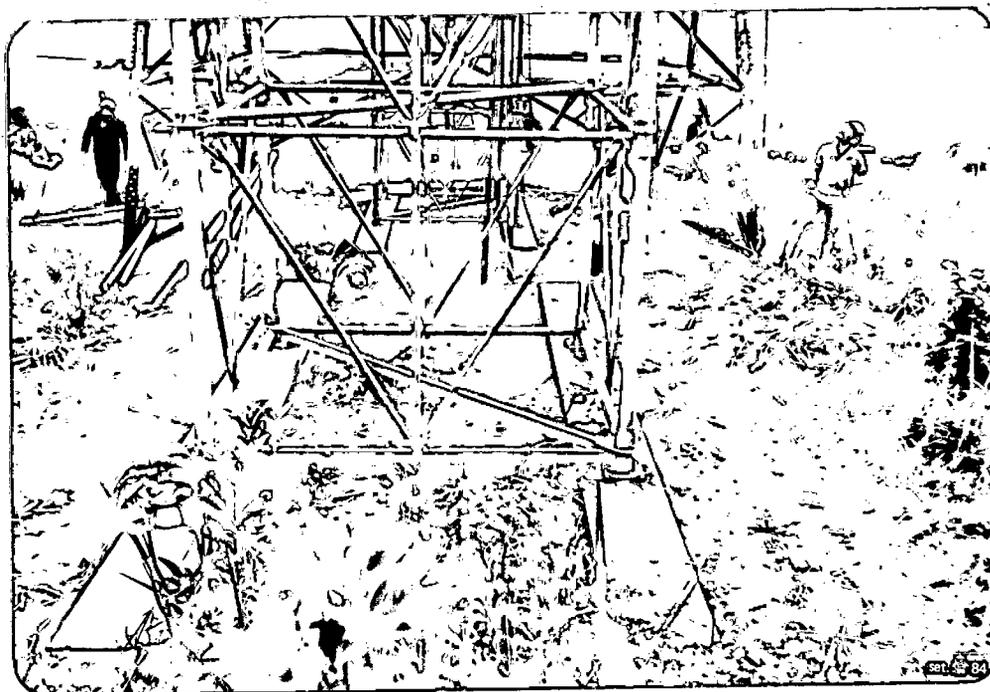


0943-17

Vistas parciais da Linha de Transmissão.



0943-19

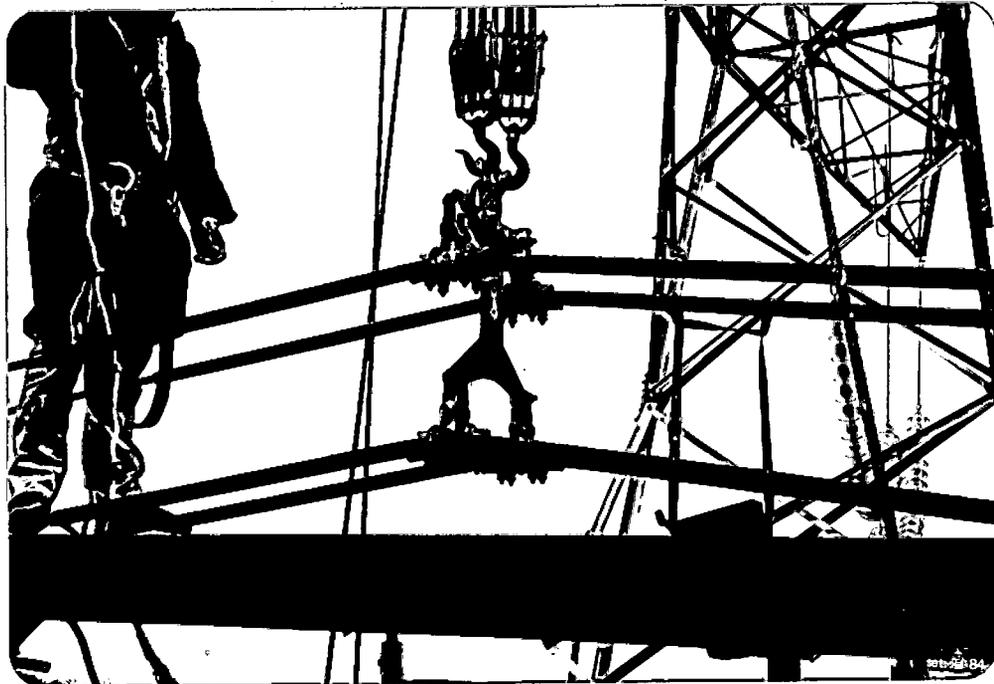


0943-02

Vistas da montagem do cavalete para suporte provi-  
sório dos cabos condutores.

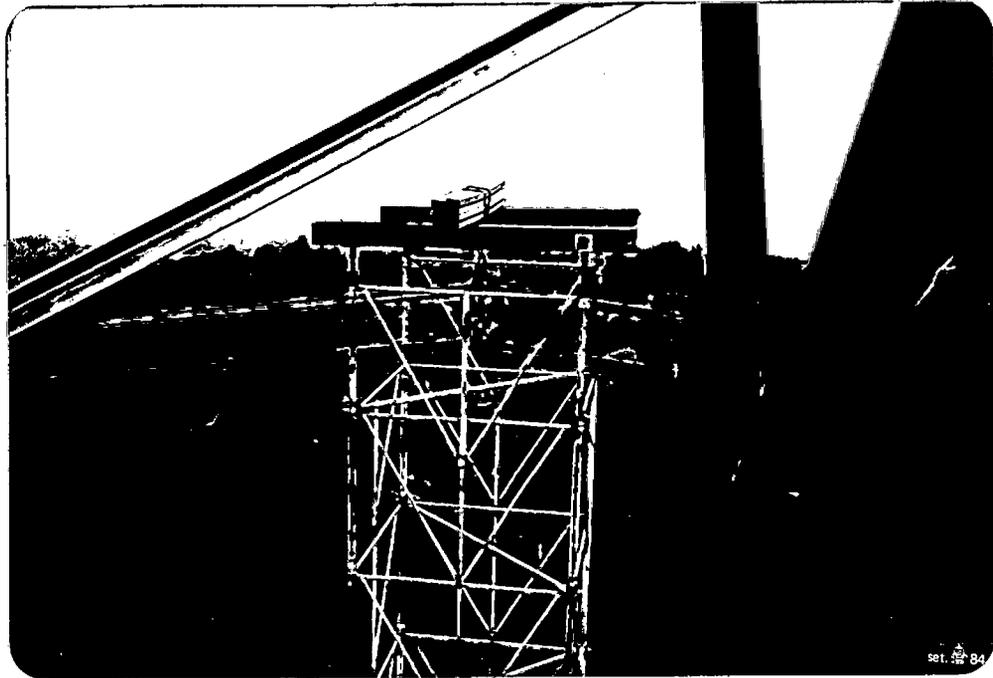


0943-04



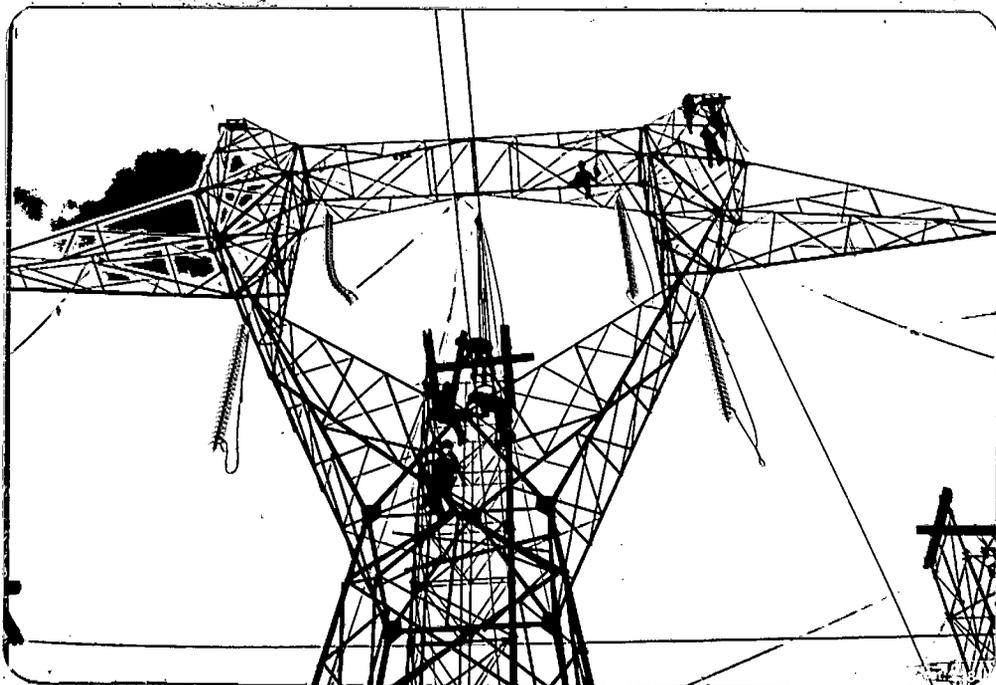
0943-03

Detalhes dos serviços de arriamento dos feixes de  
condutores.



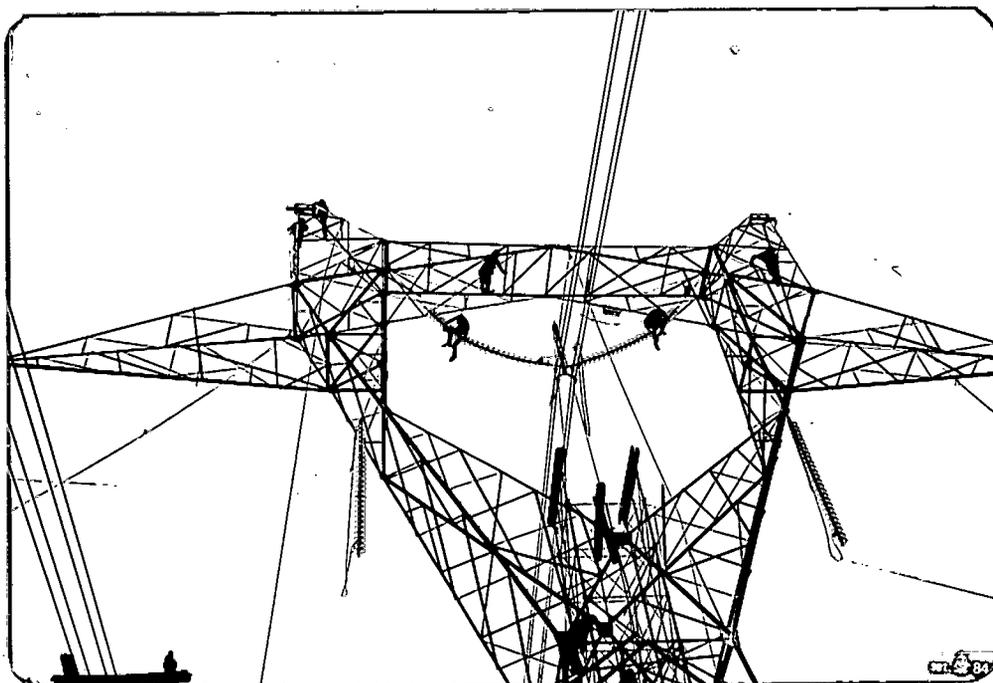
0943-08

Detalhes dos serviços de arriamento dos feixes de condutores.

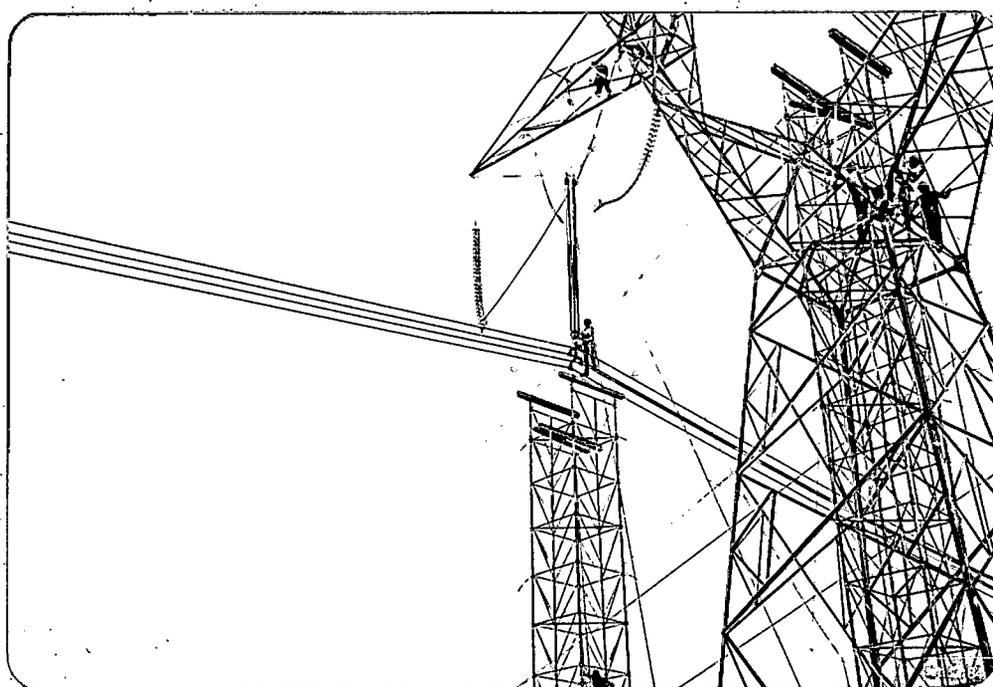


0943-09

Serviços de recolocação dos feixes de condutores.

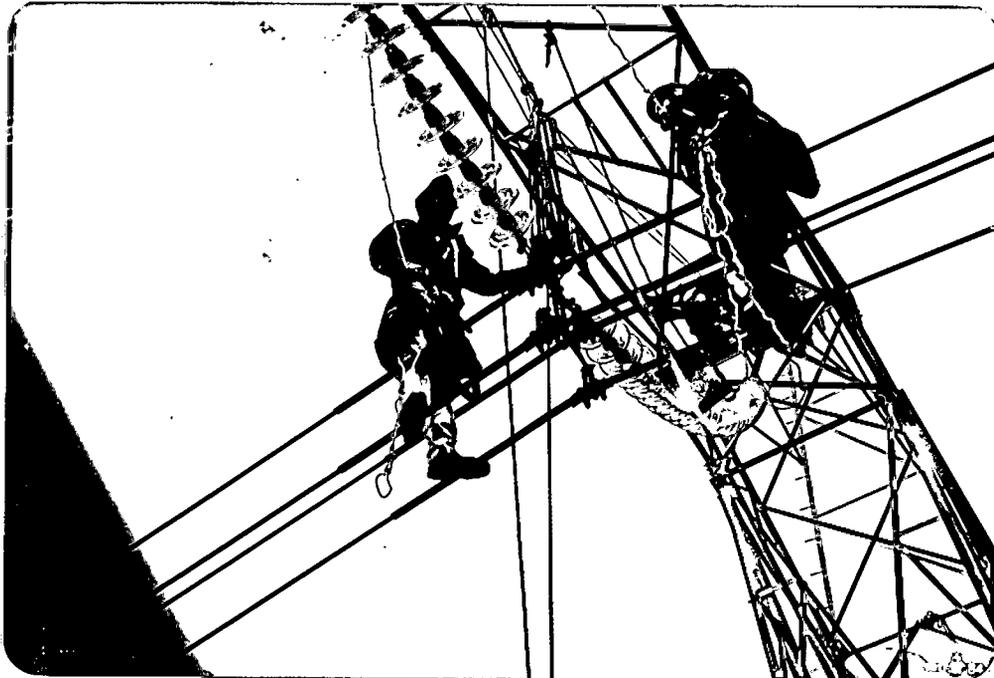


0943-12

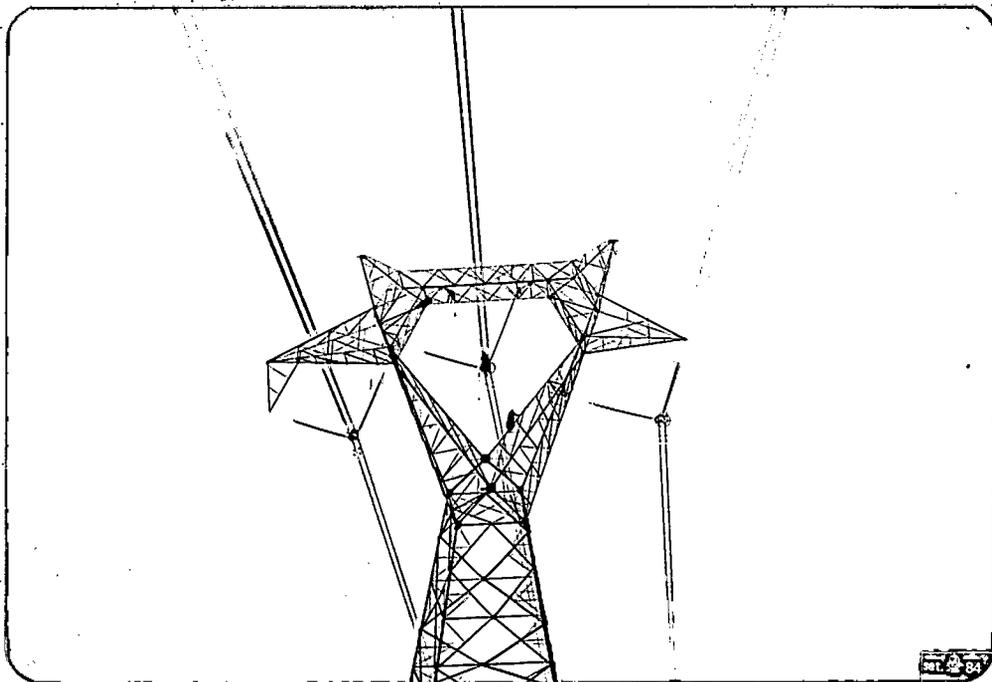


0943-13

Serviços de recolocação dos feixes de condutores.



0943-07



0943-25

Detalhes de colocação dos feixes de condutores.

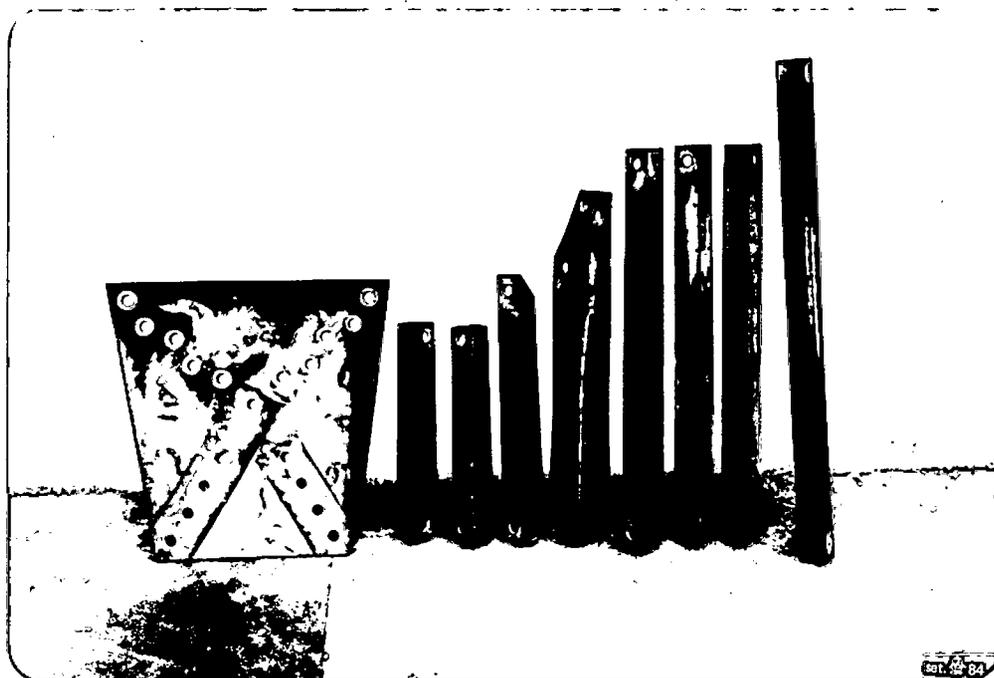


0947-14 A



0947-16 A

Vistas das peças retiradas das  
torres.

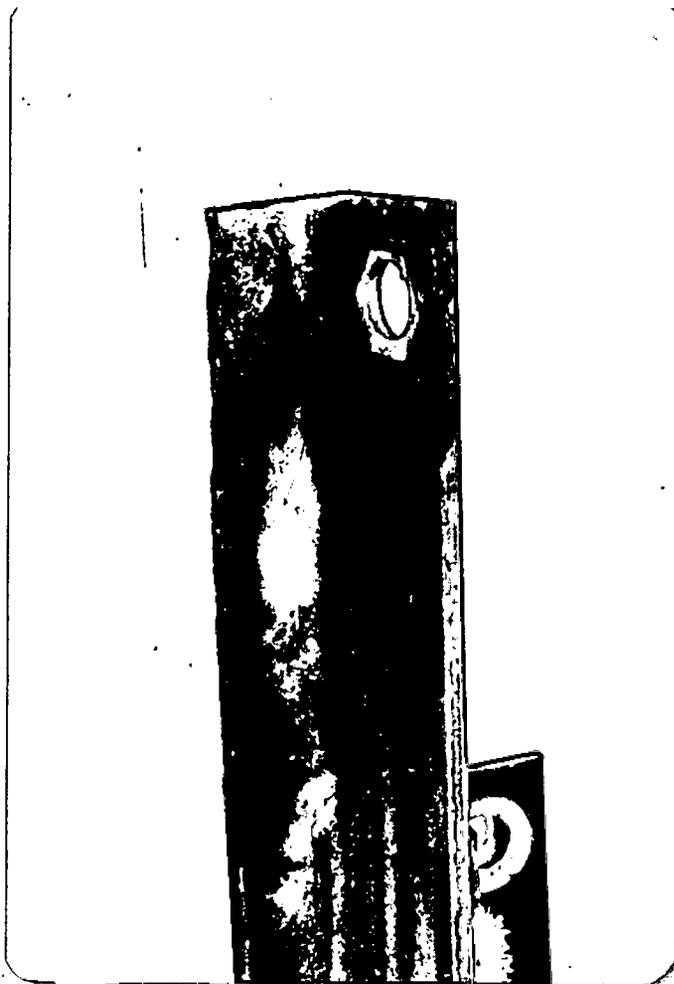


0947-18 A



0947-22 A

Vistas das peças retiradas das torres.

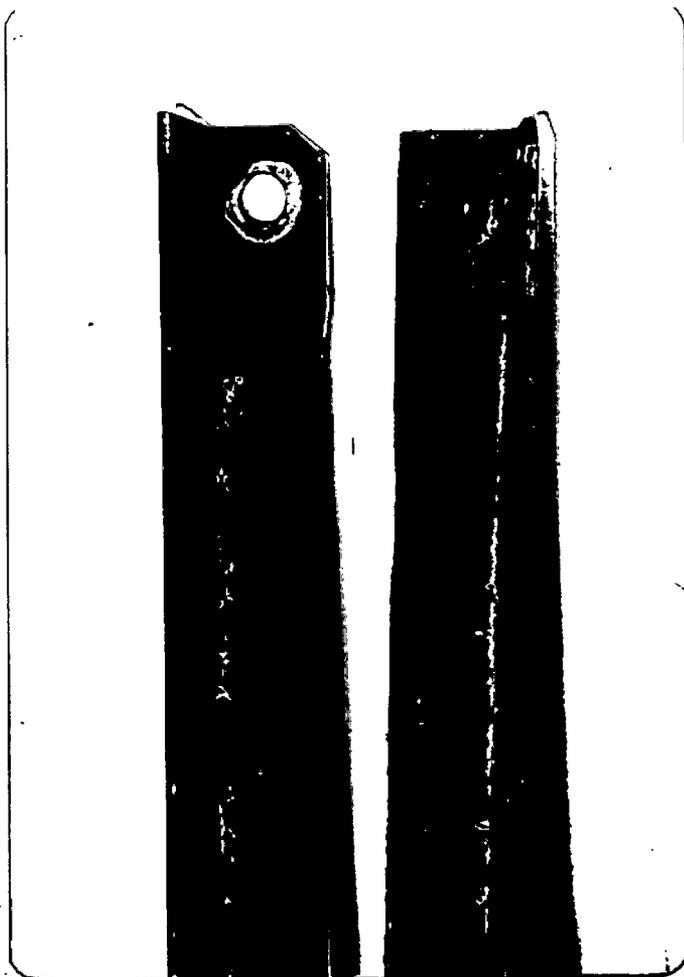


0947-R



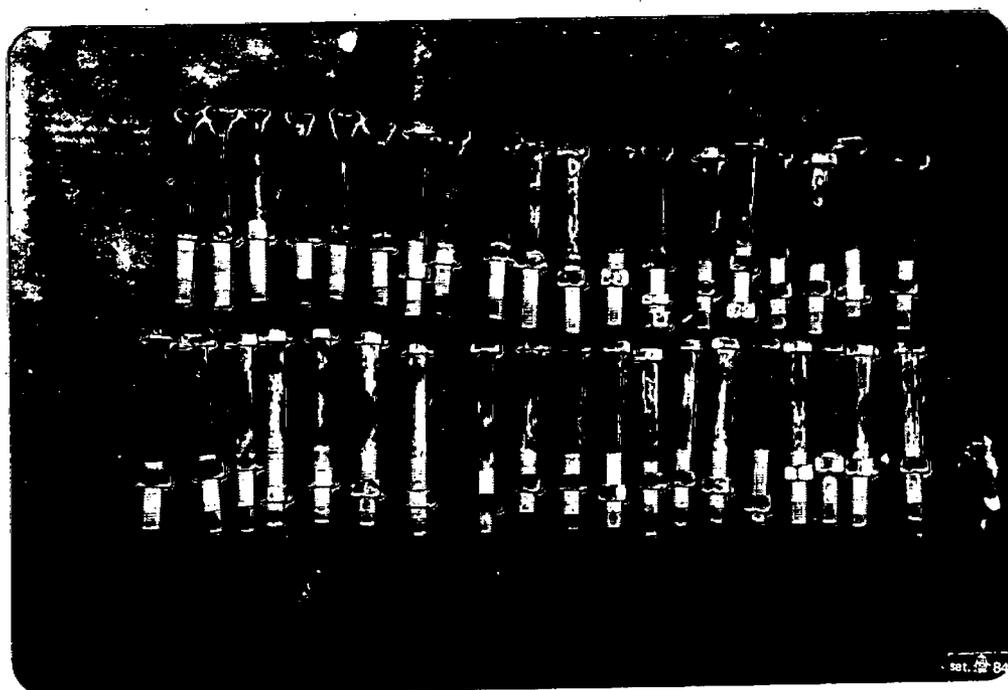
0947-17 A

Vistas das peças retiradas das  
torres.



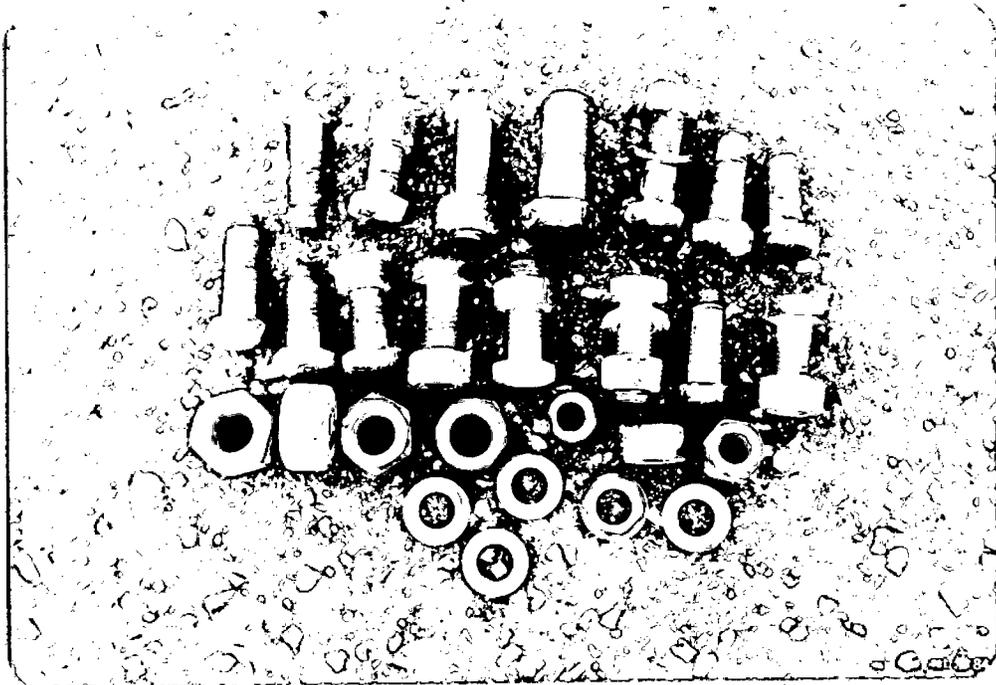
0947-20 A

Vistas das peças retiradas das torres.



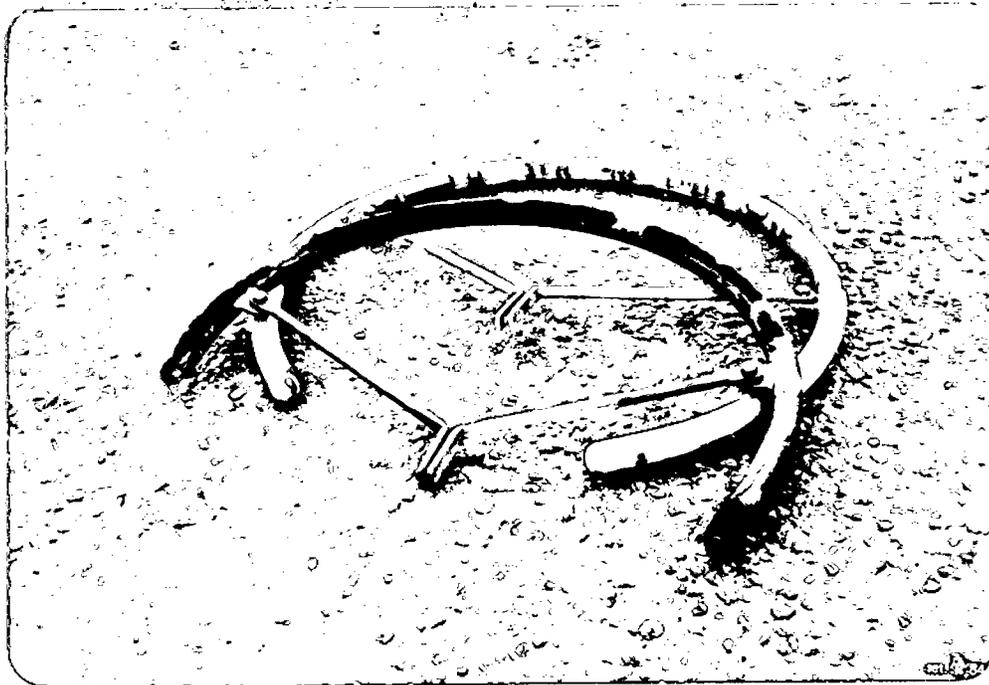
0947-13 A

Parafusos substituídos.



0946-10 A

Parafusos e porcas substituídas.



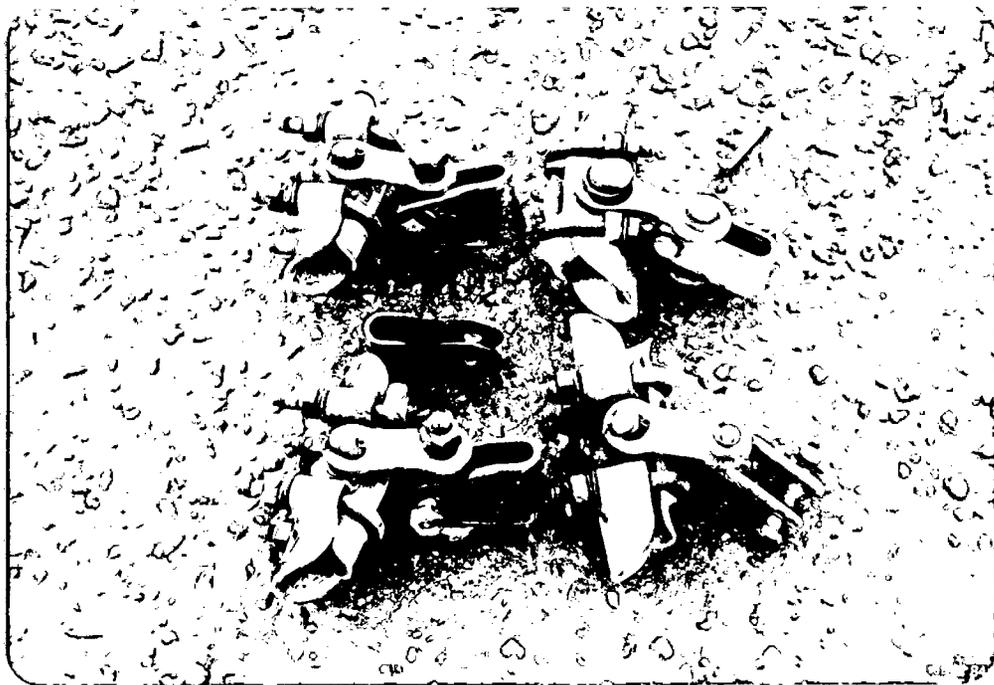
0946-5 A

Ferragens de cadeias, substituídas.



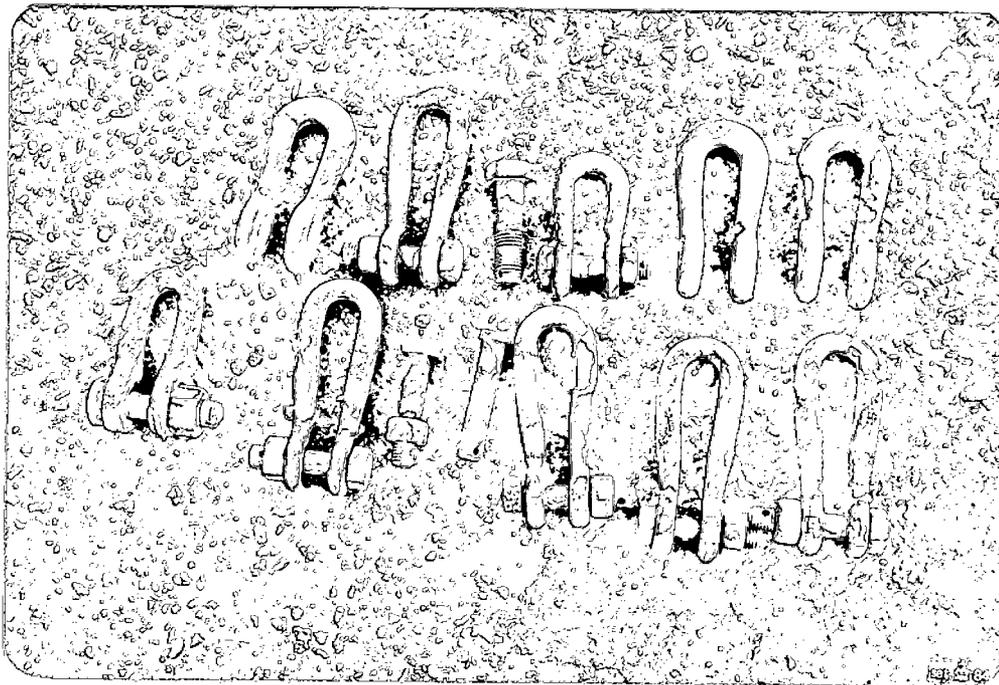
0946-6 A.

Ferragens de cadeias, substituídas.



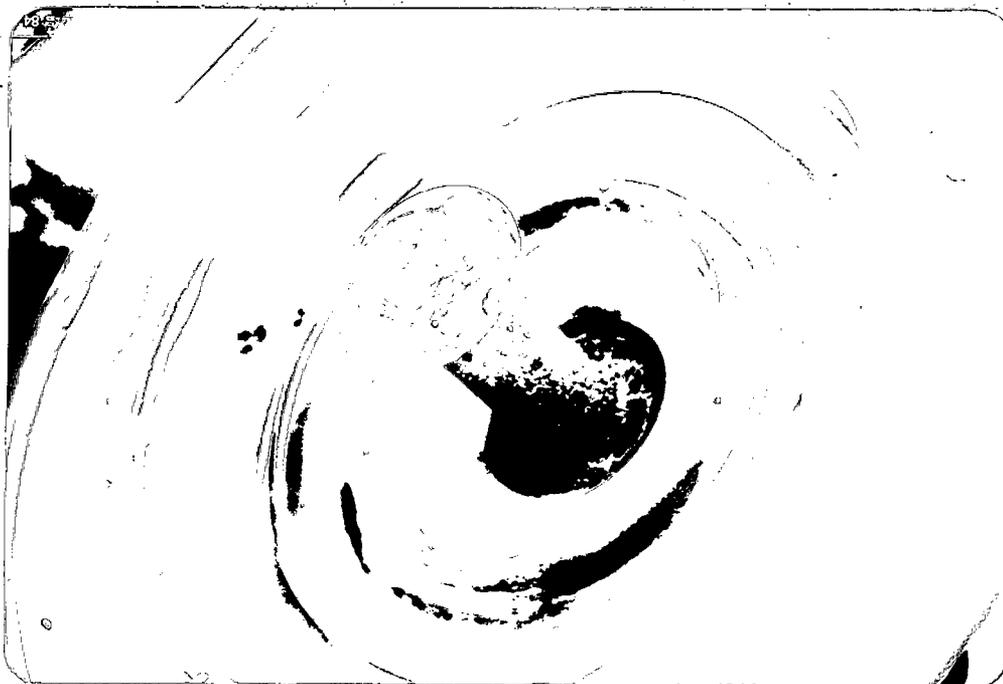
0946-8 A.

Vista dos grampos substituídos.



0946-7 A

Vista dos cavalotes substituídos.



0946-11 A

Détalhe do isolador com a ferragem em adiantado es-  
tado de corrosão.



0946-12 A

Detalhe do isolador com a ferragem em adiantado es-  
tado de corrosão.

EQUIPE DE FISCALIZAÇÃO E GERENCIAMENTO

MILTON PEREIRA DA SILVA - ENGº CHEFE SETOR OBRAS BOM JARDIM  
SHIGUEYOSHI YANAGUI - ENGº SENIOR B  
ANGELO BERTOLLA - ENCARREGADO TÉCNICO DE OBRAS  
YASSUO TAKAMI - TÉCNICO SENIOR CONSTRUÇÃO DE LINHAS  
AGENOR ANTUNES BATISTA - TÉCNICO CONSTRUÇÃO DE LINHAS  
GUILHERME CESAR TURINI - TÉCNICO JUNIOR DE ELETRICIDADE  
WILSON ISMAEL LOFRANO - TÉCNICO JUNIOR DE ELETRICIDADE  
CARLOS IZAIAS - TÉCNICO CONSTRUÇÃO DE LINHAS

ESTE TRABALHO FOI ELABORADO PELO ENGº SHIGUEYOSHI YANAGUI  
SETOR OBRAS BOM JARDIM

APRESENTAÇÃO GRÁFICA E ARTE FINAL:  
SERVIÇO DE TECNOLOGIA - SETOR TÉCNICO - EEL