

Limpeza de Tubulações

JOSÉ VANDERLEI RODRIGUES (1)
MARCOS ANTONIO MORETTI (1)

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas que ocorre em Sistemas de Abastecimento de água é a redução da capacidade de trabalho das linhas adutoras e subadutoras. Geralmente aliada a esta redução, está o crescimento populacional ou desenvolvimento industrial de uma cidade exigindo cada vez mais um volume maior de água.

A diminuição de vazão nas canalizações pode ser avaliada na prática, pela determinação do coeficiente "C" de Hazen-Williams, que depende, entre outros fatores, das condições das paredes internas da tubulação, através de testes de perda de carga na expressão:

$$C = \frac{Q}{0,2788 \times D^{2,63} \times J^{0,54}}$$

Onde

Q = Vazão em m³/seg
D = diâmetro da tubulação em m
J = Perda de carga em m/m
C = coeficiente C de Hazen-Williams

No Brasil as alternativas mais comuns quando se pretende aumentar a vazão veiculada por uma determinada linha, são:

a) Aumento da capacidade de recalque em Estações Elevatórias ou mesmo a instalação de conjuntos motor-bomba para elevação da Cota Piezométrica em sistemas que operam por gravidade, o que além de gerar novos custos com energia elétrica, fica condicionada às pressões máximas admissíveis na tubulação de recalque.

b) Execução de tubulações em paralelo a existente em alguns trechos ou ao longo de toda a sua extensão, solução que além de apresentar custos elevados, traz consigo todos os problemas normais de obras, que poderão ser agravados nas regiões de tráfego intenso. O custo será tão maior quanto maior for o grau de desenvolvimento da área em questão.

Nos dois casos citados, sem levar em conta todas as providências necessárias para alocação de recursos, a Empresa necessitaria de levantamentos, projeto, aquisição de materiais, contratação de serviços e finalmente a execução das obras. Em situações emergenciais, seria inconcebível aguardar tanto tempo. Isso, fatalmente demonstra que uma solução de curto prazo deve ser estudada, fazendo surgir uma terceira alternativa.

c) Limpeza de Tubulações: na SABESP, têm sido utilizados dois métodos distintos para realização de

limpezas. Um com Polly-Pig e outro com o Limpador de Arraste Hidráulico, ambos com resultados satisfatórios e benefícios imediatos no que diz respeito a aumento do coeficiente de trabalho das adutoras e subadutoras, apresentando ainda, a vantagem de constituírem um investimento relativamente pequeno.

2. ESCOLHA DA PEÇA PARA LIMPEZA

A escolha do tipo da peça a ser utilizada para efetuar a limpeza, depende fundamentalmente do tipo de material da tubulação. Nesse contexto, pode ser feita uma divisão em dois grupos:

- a) Tubos Metálicos Não Revestidos.
- b) Tubos revestidos ou de concreto, cimento amianto e PVC.

No primeiro grupo as ocorrências de tubérculos são comuns, geralmente causando a redução da capacidade de trabalho. Enquanto que no segundo, o mais comum é a deposição de materiais orgânicos e minerais solúveis, devendo o raspador não danificar o revestimento da tubulação. Assim definem-se parâmetros para a escolha da peça a ser utilizada.

2.1. POLLY-PIG: - (FIG. 1)

É uma peça cilíndrica, confeccionada com material flexível de Poliuretano e parcialmente recoberta com fitas abrasivas ou escovas de aço, fixa-

(1) Engenheiros da DIVISÃO DE PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO, Departamento de Controle do Abastecimento, Diretoria de Operação da Região Metropolitana - SABESP.

das com polímero em forma de espiral. As peças de menor diâmetro são maciças, contudo as maiores são constituídas de um núcleo envolvido por lençóis de espuma e na parede externa uma coroa ligada ao núcleo na mesma base.

A finalidade dos lençóis de espuma é permitir que o Polly-Pig passe por curvas de 90° sem sofrer rachaduras que o tornariam ineficaz a partir dessa ocorrência.

O princípio de deslocamento da peça está baseado no diferencial de pressão gerado pelo próprio Polly-Pig que cria uma perda de carga localizada.

Geralmente o diâmetro da peça é 25 a 30 mm maior que o diâmetro interno da tubulação e a sua introdução é feita obtendo-se a sua deformação através de esforços externos, que após cessados, permitem que o Polly-Pig volte à sua forma primitiva graças ao material elástico de que é constituído. Por ser também esponjoso, ao entrar em contato com a água, a força exercida por ele nas paredes da tubulação é maior, pois há um preenchimento dos vazios, havendo maior compressão das escovas ou do abrasivo, que atuam como limpadores durante o seu deslocamento.

Para o grupo de tubulações sem revestimento é utilizado o Polly-Pig com escovas de aço e para o outro grupo, o Polly-Pig com fita confeccionada com material abrasivo.

As peças utilizadas pela SABESP foram compradas da GIRARD POLLY-PIG dos Estados Unidos, nos diâmetros de 1000 e 1200 mm, contudo a sua confecção é perfeitamente viável de ser feita no Brasil. Com aproveitamento de sucata após uma limpeza, foi montado nas oficinas da Divisão de Planejamento da Operação — DAB. 1, um Polly-Pig de 200 mm, que foi passado em uma adutora da Cidade de Cajuru, no interior de São Paulo.

2.2. RASPADOR DE ARRASTE HIDRÁULICO

É uma peça feita em aço e composta de uma série de coroas com palhetas de aço temperado, que, funcionando como molas, exercem pressão sobre as paredes internas da tubulação, eliminando, quando em movimento, os tubérculos existentes. A sua utilização se limita a tubulações metálicas sem revestimento interno.

Desse limpador, apenas existia alguma bibliografia a respeito, mais exatamente catálogos, com pouca ou nenhuma informação sobre o material de que é feito e fotografias mostrando as suas características. (Fig. 2). Como dado fundamental foi imposto que a peça, no nosso caso deveria passar por curvas de 90°, viabilizando sua aplicação em São Paulo, onde

as adutoras habitualmente são feitas de acordo com o arruamento já existente e possuem diversas curvas de 90° ao longo do seu caminhamento.

3. PROCEDIMENTO PARA EXECUÇÃO DA LIMPEZA

Os procedimentos que antecedem a operação, independentemente do tipo de peça utilizada (polly-pig ou raspador de arraste hidráulico), são os mesmos.

3.1. IDENTIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DE LIMPEZA NA TUBULAÇÃO

Não são muitas as causas que podem gerar a necessidade de limpeza

de uma adutora ou subadutora, porém sempre provocadas por diminuição do coeficiente de trabalho de Hazen — Williams:

- Necessidade de aumento de vazão.
- Redução da pressão dinâmica de trabalho.
- Redução de consumo de energia para sistemas de recalque.
- Eliminação de problemas de água suja.

A afirmativa de que a necessidade de limpeza é sempre provocada pelo abaixamento do coeficiente "C" de Hazen-Williams é válida, pois as causas mencionadas estão intimamente ligada a esse abaixamento. Portanto a primeira recomendação de proceder-se à operação de limpeza é a realização

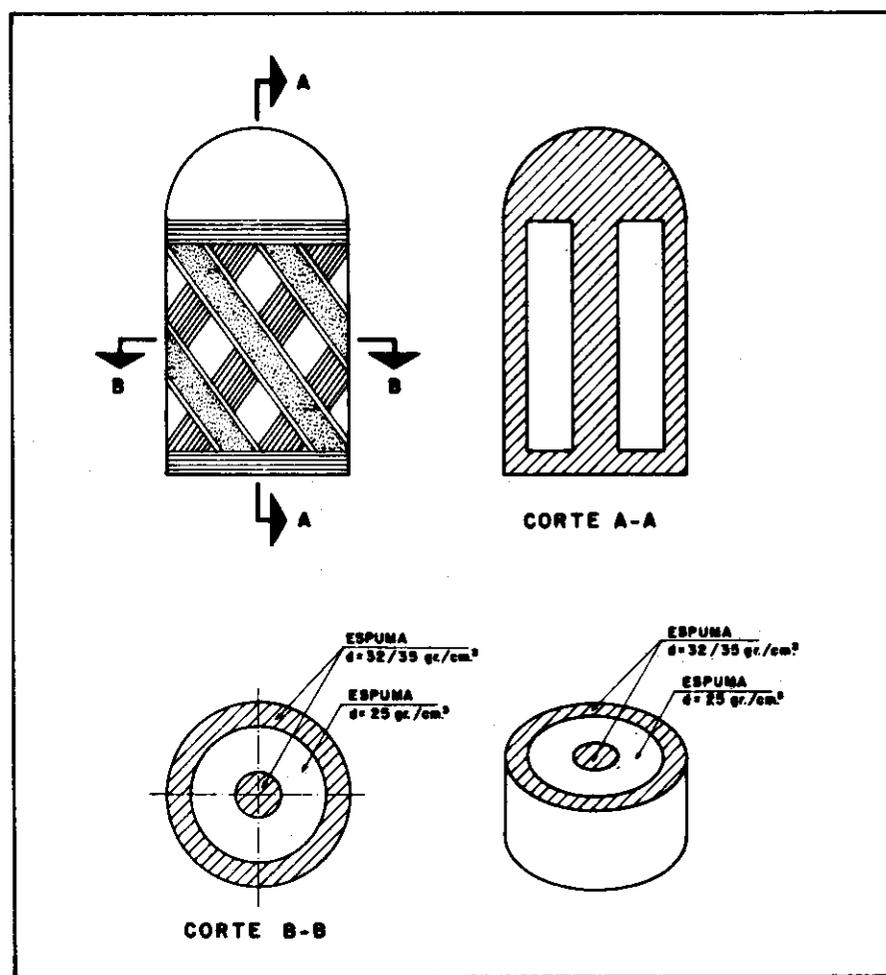


FIGURA 1 — Polly-Pig.

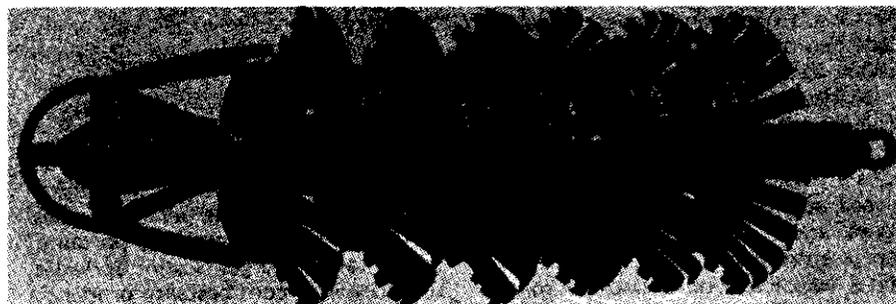


FIGURA 2 — Raspador de Arraste Hidráulico

de testes da perda de carga que permitirá avaliar não só o resultado obtido, como também o nível da tubulação em termos de capacidade de trabalho.

3.2. ESCOLHA DOS PONTOS DE INTRODUÇÃO E RETIRADA DA PEÇA

Essa é uma etapa importante, pois é fundamental a escolha dos pontos. O local de introdução da peça deve levar em conta a pressão disponível e também a possibilidade de isolamento da rua em relação à intensidade de tráfego, além, é claro, de observar as peças especiais existentes nas proximidades. Não se recomenda introduzir a peça próximo de uma curva. Como o ponto de saída fica aberto, toda a água veiculada pela adutora ou subadutora que não foi escoada pelas descargas aflorará nesse local, sendo recomendável que se observe a existência de galerias de águas pluviais que tenham capacidade para absorver e escoar todo o volume de água afluente, evitando conseqüências negativas. O mesmo problema de intensidade de trânsito deve ser considerado no ponto de retirada da peça.

3.3. ESTAÇÕES DE CONTROLE DE DESLOCAMENTO DA PEÇA

A escolha dos pontos está baseada na extensão total do trecho a ser limpo e também nas peças especiais existentes (curvas, registros, etc.). Cada ponto de controle deve permitir contato direto com a rede, por isso, são escolhidos locais onde existem registros, ventosas, descargas e se necessário, são abertas valas para esse fim.

A experiência tem comprovado que o acompanhamento e controle de deslocamento da peça ao longo da tubulação não deve sofrer interferência de elementos estranhos à equipe designada para tal atividade. É fundamental conhecer a posição do limpador entre as estações de Controle durante toda a sua movimentação, possibilitando controle de velocidade de deslocamento, bem como alteração de operação para acelerar ou reduzir o seu movimento e sua localização praticamente de imediato caso seja necessária a sua retirada.

Apenas um coordenador deve orientar toda a operação, evitando duplicidade de instruções que venham a resultar em fracasso da atividade.

O ideal, é que cada estação de controle conte com dois elementos que se deslocam para outra, pré-fixada, após a passagem da peça, que é comunicada ao líder por meio de rádio. O conhecimento do instante e da distância entre os pontos permite conhecer a velocidade de deslocamento do limpador, oferecendo ao coordenador elementos para mudar as condições

de contorno em relação a pressão e vazão.

Cada equipe deve possuir um geofone, além do rádio transceptor e, sendo composta de dois elementos, consegue-se um revezamento durante o tempo de espera da passagem da peça, reduzindo a possibilidade de falhas, pois bolsões de ar e trânsito, entre outros fatores, pode enganar a vigilância, confundindo-se com o barulho da passagem.

3.4. CRONOGRAMA DE SERVIÇOS

O cronograma deverá abranger todas as etapas:

- Abertura de valas e escoramento nos pontos de corte.
- Fechamento e drenagem da linha.
- Corte do tubo nos pontos de introdução e retirada da peça.
- Introdução da peça em um tubo e recuperação da tubulação.
- Processo de esgotamento da água no local de saída.
- Tempo de carregamento da canalização para deslocamento da peça.
- Tempo de percurso da peça (adotar 0,4 m/seg).
- Lavagem da canalização.
- Recuperação da tubulação no ponto de retirada.
- Carregamento da linha p/ operação normal após a liberação pelo Controle Sanitário.

3.5. OPERAÇÃO

Não são muitas as alternativas para aumentar ou reduzir a velocidade de deslocamento da peça. Em sistemas de recalque, pode ser utilizada a redução ou aumento do número de grupos, operando associados, ou mesmo a gradação de registros de recalque. Em linhas por gravidade, apenas essa última alternativa é aplicável. A outra opção comum aos dois casos, é a utilização de descargas. Quando abertas a jusante da peça aumentam sua velocidade e quando abertas a montante, reduzem-na.

Uma recomendação importante de ser feita é com relação a utilização de descargas. A peça tende a seguir a direção e o sentido do fluxo e se uma descarga de jusante estiver aberta, poderá haver danos ao limpador e até ocorrer o fracasso da operação. No caso do Polly-Pig, a descarga aberta poderá arrastá-lo através dela, ou mesmo provocar-lhe danos prejudiciais à qualidade do resultado. No caso do raspador, é impossível a sua entrada na tubulação de descarga (geralmente de menor diâmetro), porém a extremidade de guia tenderá a acompanhar o fluxo, o que provocará a sua paralisação nesse ponto. O recomendável, portanto, é que as descargas sejam operadas, se necessário, com bastante prudência e, sempre, abertas apenas parcialmente e com velocidades sempre menores

que a existente na tubulação principal.

4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Como providência inicial, faz-se necessário a execução de teste de perda de carga para determinar o acréscimo de coeficiente C obtido, e depois um acompanhamento de comportamento da linha em relação ao que se pretendia alcançar (eliminação de água suja, aumento de vazão, redução de pressão).

5. UTILIZAÇÃO DO POLLY-PIG

Como já foi mencionado anteriormente, as peças existentes haviam sido importadas pela SABESP e foram utilizadas em linhas de concreto e ferro fundido sem revestimento. Como o diâmetro da peça é 30 mm superior ao nominal do tubo, para a sua introdução, levou-se em conta a sua propriedade elástica de ser amoldável temporariamente quando submetida a tensão.

Assim, foram colocadas ripas transversalmente ao Polly-Pig e apertadas por meio de um cabo de aço, e mantidas assim por 24 horas, após o que foram retiradas, e antes que a peça voltasse às suas condições iniciais, procedeu-se à sua introdução no tubo. Mais tarde, verificou-se que mesmo sem essa providência pode-se colocar a peça no tubo, empurrando-a por meio de uma retro-escavadeira ou outro equipamento, desde que o tubo fique fixo e o Polly-Pig seja protegido por uma madeira. (Fig. 3).

Para controle do deslocamento, nas primeiras experiências, foi utilizada uma "pastilha" de material radiativo colocada no interior do Polly-Pig e adequadamente instalada no primeiro raspador de Arraste hidráulico e a sua passagem era detectada por aparelhos registradores de intensidade de radiação, por equipes do Instituto de Energia Atômica (IEA).

O processo além de não se mostrar infalível, trazia consigo os inconvenientes de manipulação da pastilha e mesmo o perigo de aproximação das pessoas junto à peça, que se mostravam incrédulas em relação aos problemas de irradiação, sendo feita então a opção de eliminar o método e fazer apenas o controle acústico por intermédio de geofones.

A seguir abordaremos as limpezas realizadas com o Polly-Pig comentando os resultados obtidos e fatos notáveis à operação.

5.1. SUBADUTORA ALTO DA BOA VISTA - JABAQUARA

Trata-se de uma linha de recalque, em concreto, com 1200 mm de diâmetro e 6.600 m de comprimento. Foi a primeira linha a ser limpa com Polly-Pig. Em 1972, após 10 anos de sua

execução, o seu coeficiente de trabalho era 109 e com a limpeza esperava-se aumentar a vazão veiculada por ela. O acréscimo do coeficiente C foi de 8%, passando a 118. Recuperada a peça, fez-se nova limpeza no início de 1973, sendo que o coeficiente C resultante foi 127. A execução de testes hidráulicos periódicos, mostrou que esse valor não havia se alterado até a realização das últimas medições em novembro de 1978.

5.2. SUBADUTORA ABV – FRANÇA PINTO – 1ª LINHA

Extensão = 6 km
Diâmetro = 1000 mm
Material = Ferro fundido sem revestimento
Idade = 53 anos

Valores do Coeficiente "C"

| Data | Coef. "C" de H. Williams |
|------------|--------------------------|
| Fev/73 | 82 |
| Julh/73 | 81 |
| 1ª Limpeza | — |
| Agost/73 | 90 |
| Fev/74 | 90 |
| Dez/74 | 89 |
| 2ª Limpeza | — |
| Dez/74 | 101 |
| Maio/75 | 94 |
| Março/76 | 91 |
| Julh/77 | 91 |

Considerações: Notamos que após a 2ª limpeza, houve um acréscimo de

25% na capacidade de carregamento da adutora, depois de 6 meses, uma redução de 7% estacionando-se ao longo do tempo.

5.3. ADUTORA JABAQUARA – SACOMÃ

Extensão = 4,7 km
Diâmetro = 900 mm
Material = Ferro fundido sem revestimento
Idade = 30 anos

Valores do Coeficiente "C"

| Data | Coeficiente "C" |
|---------|-----------------|
| Out./77 | 70 |
| Limpeza | — |
| Dez./77 | 82 |

Comentários:

Um fato notável a ser lembrado foi a danificação parcial dessa peça após ter passado por uma descarga de 300 mm totalmente aberta o que não deve ocorrer numa operação de limpeza. Faz-se mister ressaltar que o Polly-Pig nesse caso passou sem problemas por um tê de passagem lateral.

5.4. ADUTORA DE CAJURU

Extensão = 2,5 km
Diâmetro = 200 mm
Material = Cimento Amianto
Idade = 10 anos

Valores do Coeficiente "C"

| Data | Coeficiente "C" |
|---------|-----------------|
| Nov/77 | 80 |
| Limpeza | — |
| Dez/77 | 113 |

Comentários:

Foi obtido um acréscimo de 41% na capacidade de carregamento da adutora, considerada.

6. RASPADOR DE ARRASTE HIDRÁULICO

Origem da Idéia: Em 1977 surgiu um problema crítico de abastecimento de água no Setor de Vila Lara da RMSP. Essa deficiência se agravou com o acentuado crescimento demográfico e industrial da Região. Efetuados os testes hidráulicos, constatou-se que a causa se devia ao péssimo desempenho da subadutora de alimentação em relação a sua capacidade de carregamento.

A necessidade de uma solução a curto prazo para amenizar a situação existente, fez com que a Divisão de Planejamento da Operação – DAB.1. em conjunto com a Superintendência de Manutenção-SMA, desenvolvessem um projeto baseado apenas em informações disponíveis, que resumiam-se basicamente em fotos. Repetimos a suposição de que a peça deveria estar apta para fazer curvas de 90°.

Assim, nasceu o primeiro projeto



FIGURA 3

de Raspador Hidráulico, que foi feito nas oficinas de manutenção da SABESP, composto de vários estágios, cada um com pares de palheta fixadas diametralmente e intercaladas com extremidades dentadas e lisas e acoplados por meio de uma corrente que passa pelo centro dos estágios, e é fixada a uma mola espiral devidamente dimensionada para dar flexibilidade ao conjunto. O diâmetro externo da peça era de 40 a 50 mm maior que o diâmetro nominal da tubulação e as palhetas feitas em aço SAE-1095 temperado, com dureza entre 58 e 63 R.C. (Fig. 4).

As experiências realizadas com o raspador estão cronologicamente relacionadas a seguir, com descrições das modificações do projeto inicial.

6.1. SUBADUTORA BELA VISTA – VILA IARA

Extensão = 3,1 km
 Diâmetro = 375 mm
 Material = ferro fundido
 Idade = 25 anos

Valores do Coeficiente "C"

| Data | Coeficiente C | % |
|------------|---------------|--------|
| Mai/77 | 65 | — |
| 1ª Limpeza | — | — |
| Dez/77 | 84 | +29,0% |
| 2ª Limpeza | — | — |
| Març/78 | 109 | +30,0% |
| Jun/78 | 98 | -10,0% |
| Setemb/78 | 94 | - 4,0% |
| Nov/78 | 96 | — |
| Fev/80 | 95 | — |

Comentários: Uma falha de operação a ser observada foi a parada da peça junto a uma descarga de Ø 150 mm que se encontrava totalmente aberta.

6.2. SUBADUTORA GUARAÚ – SANTANA

Extensão = 2,8 km
 Diâmetro = 600 mm
 Material = ferro fundido
 Idade = 90 anos

Valores do Coeficiente "C"

| Data | Coef. "C" | % |
|------------|-----------|---|
| Març/79 | 64 | — |
| 1ª Limpeza | — | — |
| Març/80 | 69 | — |
| 2ª Limpeza | — | — |
| Abril/80 | 77 | — |
| Abril/81 | 80 | — |

Comentários: Na 1ª limpeza, constatamos que a distância entre as palhetas diametralmente era apenas 2 cm maior que o diâmetro da tubulação e na segunda, observamos que a peça após a sua retirada, apresentava os dois primeiros estágios com 50% a menos

de palhetas. Caracterizou-se então, como pontos frágeis, os rebites e a fixação da palheta, o que passou a ser considerado nos projetos seguintes.

6.3. SUBADUTORA DE SANTOS

Extensão = 4 km
 Diâmetro = 550 mm
 Material = Ferro fundido sem revestimento.

Valores do Coeficiente "C"

| Data | Coeficiente "C" |
|---------|-----------------|
| Dez/78 | 61 |
| Limpeza | — |

Comentários: Foram realizadas duas tentativas de limpeza nesta adutora, ocorrendo em ambas as seguintes falhas respectivamente:

- Parada do raspador por rompimento da solda do gancho de fixação do conjunto.
- Destruição quase total das palhetas devido a modificação das mesmas com o objetivo de utilização da peça em tubulação com diâmetros

diferentes, tendo como consequência o abandono dessa nova concepção construtiva do raspador.

Duas alterações foram feitas no projeto inicial: a primeira foi na conexão entre os estágios, onde foi eliminada a corrente de fixação e passou-se a adotar um sistema de elos soldados aos estágios, como mostra a figura 5. O método não foi eficiente, pois a solda efetuada não apresentou a penetração suficiente e soltou-se o elo do primeiro estágio, fazendo com que a peça guia virasse, provocando a paralisação do conjunto. A localização da mesma foi feita, sem problemas, com testes de perda de carga que indicaram o trecho e depois por meio de geofone, detectando o ponto exato onde se encontrava.

A segunda pretendia utilizar a mesma peça para vários diâmetros, no caso, 550, 600 e 650 mm, o que provocou alterações na confecção das palhetas, dividindo-as em duas partes, uma fixa e a outra móvel e de comprimento variável, conforme a figura 6. O resultado não foi satisfatório, pois a alteração veio a provocar o en-

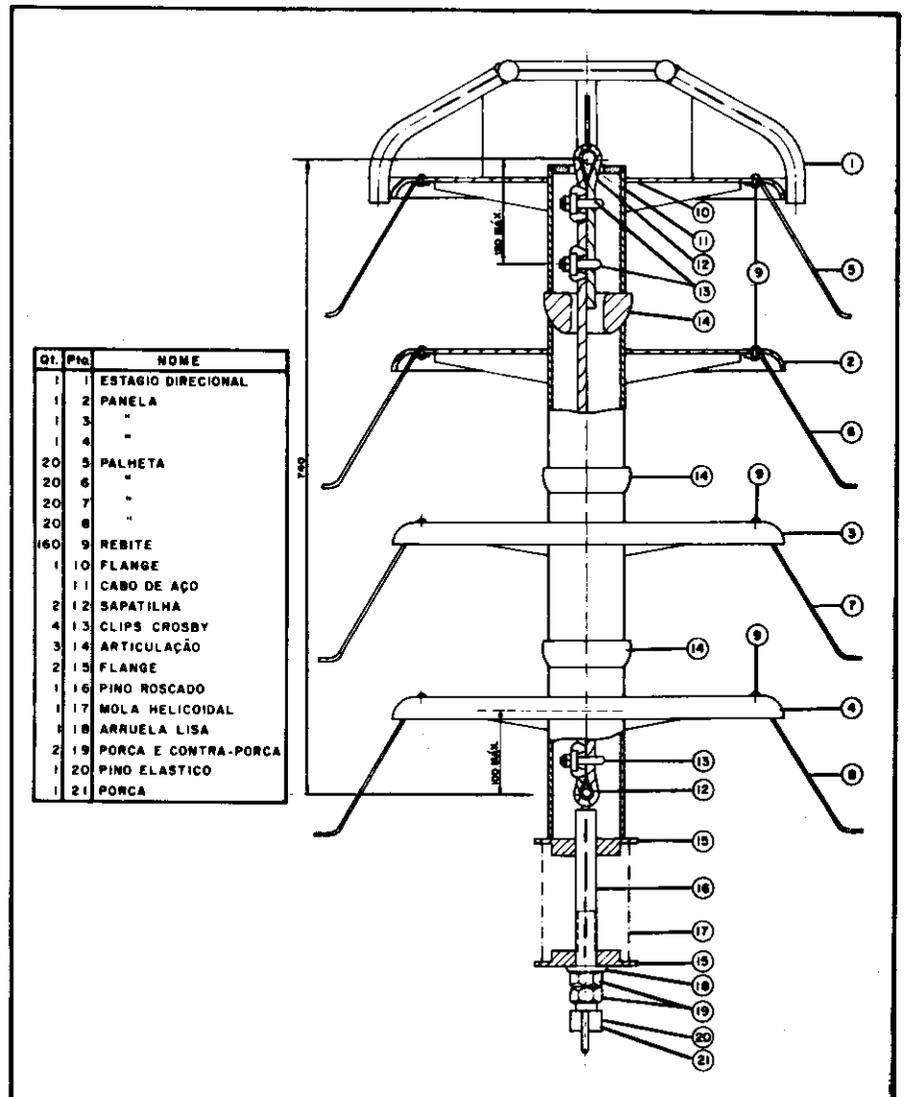


FIGURA 4 – Primeiro Projeto de Raspador Hidráulico feito na SABESP.

fraquecimento das palhetas, que se quebravam ao menor esforço junto às paredes do tubo. As duas alterações foram, então, descartadas.

6.4. SUBADUTORA JABAQUARA – SACOMÃ

Extensão = 4,7 km
 Diâmetro = 900 mm
 Material = Ferro fundido sem revestimento
 Idade = 30 anos

Valores do Coeficiente "C"

| Data | Coeficiente "C" |
|---------|-----------------|
| Out/79 | 78 |
| Limpeza | — |
| Out/79 | 97 |

Comentários: Nessa limpeza ocorreu a parada da peça num "T" de passagem lateral após ter percorrido cerca de 2/3 da extensão total. Os testes hidráulicos mostraram que a perda de carga provocada pela peça no referido "T" era de 5 m.c.a. para uma vazão de 650 l/s. A localização exata foi feita com o geofone.

Faz-se mister ressaltar que nesse caso, a incidência de água suja foi um dos fatores que motivou a limpeza da tubulação e o resultado foi satisfatório.

6.5. ADUTORA UTINGA – SÃO BRAS – BELÉM – PA.

Extensão = 3,0 km
 Diâmetro = 900 mm
 Material = Ferro fundido sem revestimento
 Idade = 80 anos

Valores do Coeficiente "C"

| Data | Coeficiente "C" |
|----------|-----------------|
| Abril/80 | 58 |
| Limpeza | — |
| Abril/80 | 89 |

Comentários: O acréscimo de 53% obtido com uma única limpeza nessa adutora foi o maior já registrado em experiências conhecidas.

7. RASPADOR DE ARRASTE HIDRÁULICO – NOVA CONCEPÇÃO

À luz de toda experiência adquirida, resultados específicos, novamente se pretendeu melhorar a qualidade da peça e foram promovidas reuniões sucessivas entre a área de manutenção, DAB. 1 e Sistemas produtores.

Foram consideradas as principais falhas no desenvolvimento dessa nova concepção. As paredes superiores da tubulações apresentavam uma menor qualidade de limpeza em relação às inferiores devido ao peso próprio da

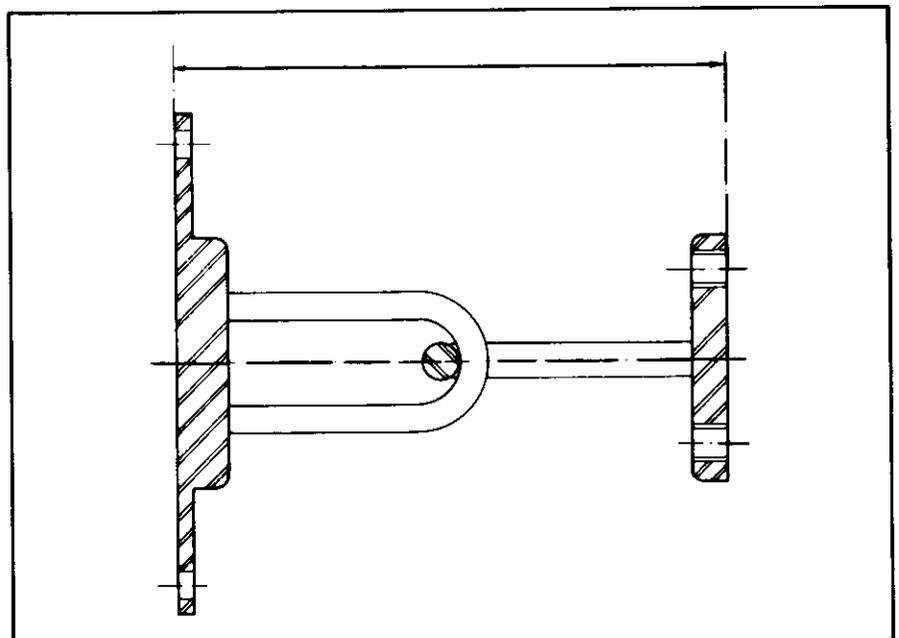


FIGURA 5 – Primeira alteração feita no Projeto inicial do Raspador Hidráulico.

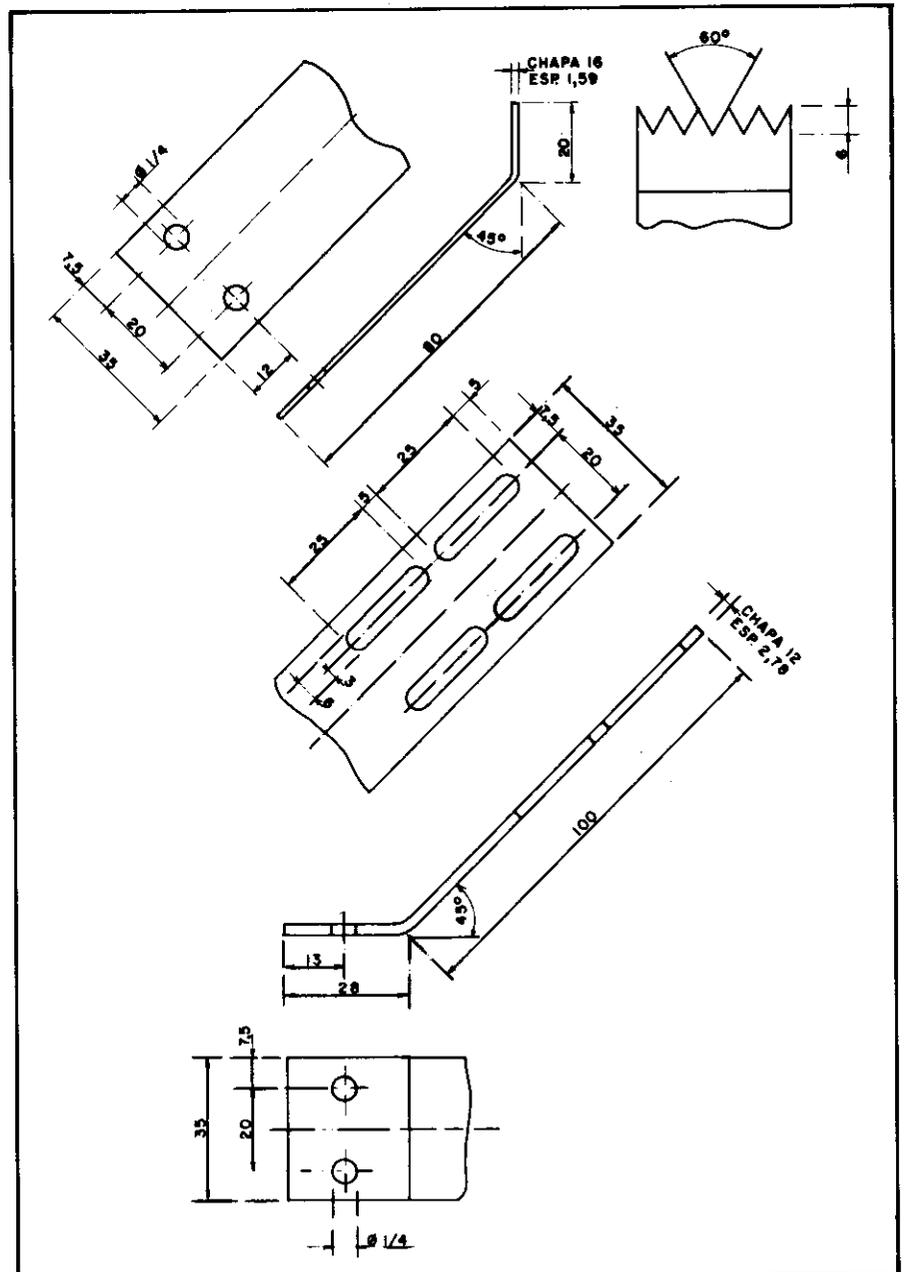


FIGURA 6 – Segunda alteração feita no Raspador Hidráulico.

peça, além da formação de estrias motivadas pelo desalinhamento das palhetas. Assim sendo partiu-se para a execução de uma peça com o formato de um tubo fechado, aumentando consideravelmente o empuxo quando imersa em água. Com isso o peso de uma peça para diâmetro de 1000 mm, com valor igual a 500 kg passou a ser como resultante do peso menos o empuxo um valor menor que 100 kg. Preocupou-se também com a excentricidade das palhetas em cada estágio, procurando-se cobrir toda a seção do tubo. (vide figura 7).

Com esse novo projeto foram realizados as seguintes limpezas.

7.1. ADUTORA GUARAPIRANGA ABV - 3ª LINHA

Extensão = 3,2 km
Diâmetro = 1000 mm
Material = Ferro fundido sem revestimento
Idade = 28 anos

7.2. ADUTORA GUARAPIRANGA - ABV 1ª LINHA

Extensão = 3,5 km
Diâmetro = 1000 mm
Material = ferro fundido sem revestimento
Idade = 28 anos

| Valores do Coeficiente "C" | | Valores do Coeficiente "C" | |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| Data | Coeficiente "C" | Data | Coeficiente "C" |
| Março/81 | 57 | Abril/81 | 60 |
| Limpeza | - | Limpeza | - |
| Março/81 | 71 | Abril/81 | 83 |

Comentários: A distância entre as extremidades das palhetas opostas era de 3 a 4 mm maior que o diâmetro nominal do tubo. O aumento do coeficiente C foi de 24%.

A figura 8 mostra o estado das paredes internas do tubo retirado da canalização.

Comentários: Foi recuperada a peça usada na adutora 3ª linha e aumentada a distância entre palhetas, opostas em 6 a 7 mm. Nessa limpeza constatamos que o deslocamento da peça através de um trecho que continua 3 curvas de 90° e 1 curva de 45°, apresentou velocidade bem acima da recomendada, o que acarretou a danificação de aproximadamente 50% das palhetas. O acréscimo médio do coeficiente C foi de 38%. As figuras 9 e 10 mostram detalhe da mola helicoidal e o acoplamento dos módulos.

7.3. ADUTORA GUARAPIRANGA ABV - 2ª LINHA

Extensão = 3,5 km
Diâmetro = 1000 mm
Material = ferro fundido sem revestimento
Idade = 28 anos.

| Valores do Coeficiente "C" | | Valores do Coeficiente "C" | |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| Data | Coeficiente "C" | Data | Coeficiente "C" |
| Junho/81 | 62 | Junho/81 | 62 |
| Limpeza | - | Limpeza | - |
| Junho/81 | 79 | Junho/81 | 79 |

Comentários: Nessa limpeza o acréscimo obtido de 27%, foi inferior ao da 1ª linha. Justifica-se pelo fato da peça recuperada possuir palhetas com dureza menor.

A figura 11 mostra o raspador hidráulico no interior do tubo a ser utilizado para recuperação da adutora.

8. CONCLUSÕES

Em termos de operação em si, as áreas da Empresa que têm se dedicado ao estudo do assunto, concluíram que o mais indicado é a realização de pelo menos duas passagens do raspador e que toda a peça deve ser testada antes da sua introdução definitiva na tubulação, quer no efeito de mola que devem ter as palhetas, quer na sua dureza, quer medindo o esforço de arraste, por meio de um dinamômetro, simulando a passagem do raspador, em um tubo, e mesmo numa curva, idêntico ao que será limpo.

A determinação da relação custo x benefício tende a ser bem pequena e pode ser perfeitamente avaliada antes mesmo da execução da peça.

Os custos se referem à confecção da peça, abertura e escoramento de valas, corte e recuperação de tubulações, água gasta durante toda a operação, aterro de valas e recomposição

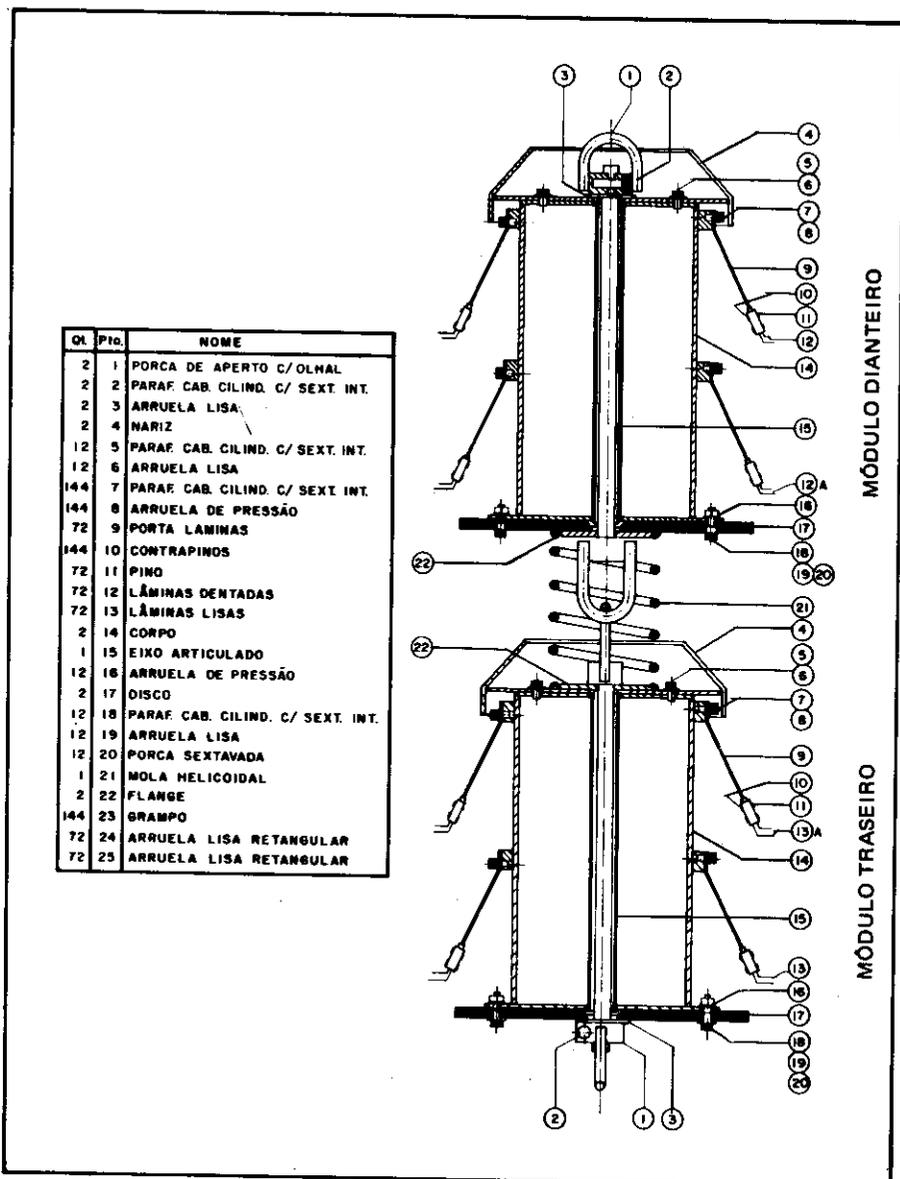


FIGURA 7 - Raspador de Arraste Hidráulico - Nova Concepção

de pavimentos, transporte e mão de obra.

O benefício também é facilmente calculado. Para tanto, ver a que diâmetro de tubulação em paralelo equivale o acréscimo obtido e deter-

minar o seu custo.

Como dado adicional, obtido em função da observação do histórico de medições hidráulicas, podemos dizer que nos 3 primeiros meses após a realização da limpeza, há

uma redução parcial do acréscimo obtido (geralmente em torno de 10%), porém que se estabiliza a partir daí, tornando possível uma estimativa segura de previsão de resultados.



FIG. 8 — Tubo retirado da canalização



FIG. 10 — Acoplamento dos Módulos



FIG. 9 — Detalhe da Mola Helicoidal

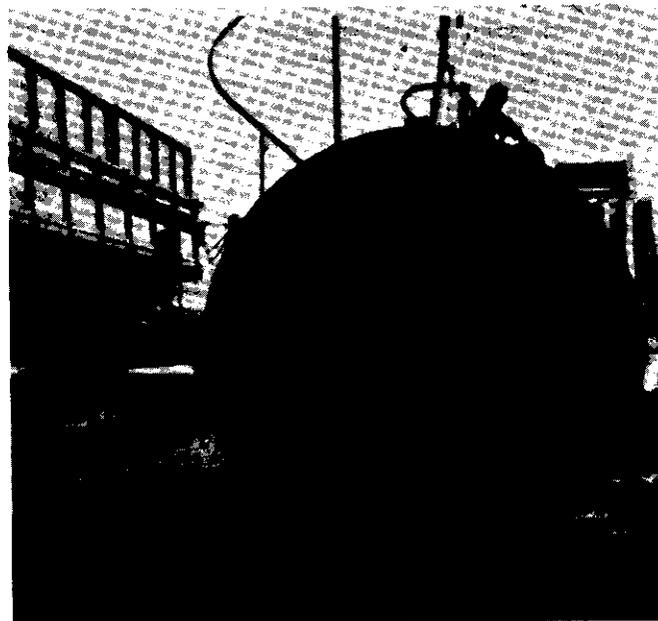


FIG. 11 — Introdução do Raspador no Tubo