

## I-157 - REVESTIMENTO DE CONEXÕES EM JUNTA CHUMBO POR SISTEMA CR FLEXER

### **Rudnei Domingos Souza<sup>(1)</sup>**

Tecnólogo – Tecnologia Mecânica – Modelagem Soldagem - pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC - 2015

### **Anilson Lino Calhordo**

Técnico em Edificações – Escola Técnica de Agrimensura – 2008. Técnico em Mecânica – Senai – 1994. Técnico em Assistente Administração – 1992

### **Luciano Darros**

Engenheiro Industrial Mecânico – Universidade Brás Cubas – 2001. Pós-Graduação em Gerenciamento de Manutenção – Instituto de Especialização em Ciência Administrativa e Tecnológica – 2009. MBA Gestão Empresarial – Fundação Instituto de Administração – FIA – 2014

### **Luis Alberto Rodrigues**

Engenheiro Civil – Universidade Camilo Castelo Branco – 2000. MBA Gestão de Projetos – Instituto Mauá de Tecnologia – 2009

### **Maurício Cesar do Nascimento**

Técnico em Construção Civil – Escola Natasha Franco Vieira – Educação Profissional – 2009

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Edson Danillo Dotto, 39 – Cidade Tiradentes – CEP: 08485-280 - São Paulo – SP - [rudneisouza@sabesp.com.br](mailto:rudneisouza@sabesp.com.br)

## **RESUMO**

A Sabesp quando assumiu as redes de água e de esgotos da capital, no ano de 1973, recebeu toda a malha de tubulações implantadas até aquele momento e, a partir dali continuou expandindo essa malha.

Quanto às tubulações de água, tanto adutoras como redes de menor diâmetro, foram assentadas utilizando-se o que chamamos de junta chumbo.

Devido à idade dessas redes e devido, muitas vezes, ao cobrimento insuficiente ocorrido pelos novos traçados viários, ao trânsito mais pesado e intenso (ônibus e caminhões), as juntas dessas tubulações sofrem movimentação acima de um certo limite e culmina em vazamentos de água com grandes pressões.

Para a execução do conserto desses vazamentos a ação era rebater o chumbo.

Além disto as tubulações com o tempo apresentam corrosão por oxidação e com isto há comprometimento de folgas de montagem. Esse fenômeno é agravado com as constantes vibrações e movimentações, bastante comum em estruturas como estas, que operam sob ruas ou pistas. Este sistema também tem a finalidade de fornecer bloqueio suplementar em conexões junta chumbo e outros sistemas que estejam sujeitas as mesmas condições de operação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Revestimento, junta chumbo, tubulações, encapsulamento e poliuretano.

## **O DESAFIO**

### **Origem do desafio**

O Modelo de Excelência da Gestão (MEG) adotado pela Sabesp, as práticas de aprendizado se tornaram sistematizadas, tomando por base a aplicação do conceito PDCA e PDCL. O Modelo de Aprendizado organizacional é apresentado no procedimento PO-QA 0053 e está disponível no Sistema de Organização Empresarial – SOE para toda empresa. O sistema de controle e aprendizado (Fig. 01) contempla um conjunto de práticas estruturadas e integradas que se desenvolvem, a partir de diretrizes e metas do Planejamento Operacional, dos requisitos dos processos, da Agenda do Aprendizado e informações obtidas em benchmarking.



**Fig. 01 – Sistema de controle e aprendizado da Companhia**

Em sistema de abastecimento complexo e antigo, é necessário buscar formas criativas para a operação de forma eficiente e com menor custo de manutenção, buscando sempre o fornecimento de água sem intermitência mantendo a qualidade da água.

Com esse cenário, a necessidade de uma manutenção das redes de abastecimento água eficiente se torna imprescindível, dada a urgência de se reduzir os vazamentos no sistema, bem como reduzir as perdas de água. Considerando a dificuldade de escavação a céu aberto, em face de dificuldade com as interferências subterrâneas das redes da Comgas, Eletropaulo, Telefonia, Sinalização da Companhia de Engenharia de Tráfego, Galeria de Águas Pluviais etc, Além da dificuldade com as interferências citadas, a legislação municipal da cidade não permite grandes escavações na área de atuação.

Com o agravamento da crise hídrica, além da necessidade de reduzir perdas de água, a Sabesp ficou extremamente fragilizada em função da presença do assunto nos grandes veículos de comunicação, obrigando a ter muita agilidade no reparo de vazamento de água. Essa cobrança da sociedade que enfrentava restrição no abastecimento por conta de um plano de contingência que tinha como medida o bônus para quem economizava e ônus para quem ultrapassasse a meta, além de um controle de pressão na rede, pressionou as áreas operacionais há reduzir o tempo para estancar os vazamentos visíveis.

Desta forma apresentou-se um grande desafio para buscar uma forma proativa de resolver o problema que impacta na eficiência da Sabesp, principalmente porque a água é o seu produto principal, e diretamente ligado com os seus objetivos estratégicos.

### **Relevância do desafio**

A companhia identifica e avalia os riscos empresariais por meio da metodologia Enterprise Risk Management (ERM), alinhada aos conceitos definidos pelo Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO), que são validados pela Diretoria Colegiada. A gestão dos riscos estratégicos é realizada pelo Comitê de Riscos e os riscos empresariais de maior relevância são registrados nas demonstrações financeiras, submetidas anualmente à Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e Securities and Exchange Commission (SEC). As Diretorias são responsáveis pelos riscos de natureza operacional, e esses riscos são desdobrados para OC. O desdobramento dos riscos na OC é realizado a partir de pré-work contendo os riscos empresariais da categoria operação, que é respondido por gerentes e gestores, analisando se os riscos

apresentados são ou não pertinentes à Sabesp. Dentro dos riscos levantados na companhia, os dois considerados mais críticos e de maior impacto são a Indisponibilidade de água tratada e o Aumento de perdas reais e/ou aparentes.

Melhorar a eficiência do atendimento às solicitações de vazamento de água está intimamente ligado à redução de perdas de água e melhoria do atendimento, o que está em consonância com os riscos identificados pela Sabesp e com as Diretrizes Estratégicas da empresa que são: Segurança Hídrica, Excelência na Prestação de Serviços e Sustentabilidade.

Além disso, a crise hídrica foi um dos maiores desafios enfrentados pela Sabesp nos últimos anos, o que tornou a eficiência nos serviços ainda mais importante.

### Análise e estudo de causas raízes e determinação de obstáculos

Os vazamentos em adutoras construídas com junta chumbo ocorrem devido à movimentação da tubulação que, a princípio, se movimentam dentro de certo limite. Acima desse limite, o chumbo, por ser rígido à temperatura ambiente, começa a apresentar trincas até que estas permitam a passagem da água sob pressão, muitas vezes os vazamentos demoram de aparecer principalmente nos pavimentos rígidos como nos corredores de ônibus, que tem uma base de 63 cm de rachão, 10 cm de concreto rolado e 23 cm de concreto usinado, tornando difícil a localização e execução do conserto.

O momento era crítico, já que uma rede de água com junta chumbo, apresentava vazamento e tínhamos que efetuar o reparo, naquele ambiente de cobrança da sociedade, imprensa e pela própria cultura organizacional da prestação de serviço rápido e com qualidade, exercia sobre todos na OC uma pressão.

Apoiados pelo uso da ferramenta Diagrama de Ishikawa (Fig.02), identificamos a origem do problema.

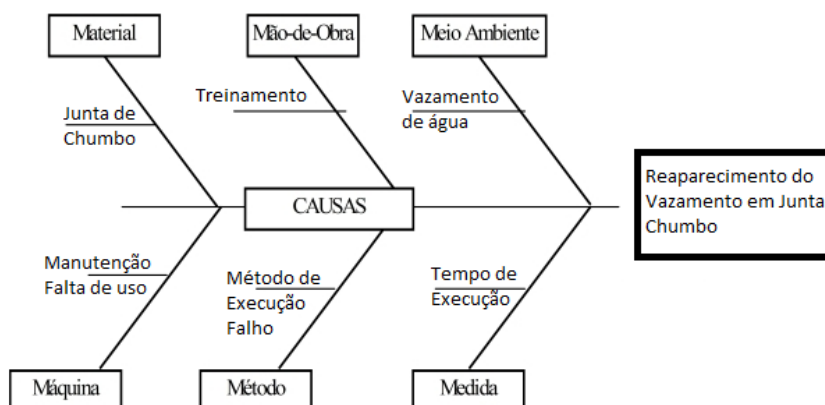


Fig.02 – Exemplo de problema de vazamento de rede em junta chumbo.

### Equipe envolvida no estudo do desafio

A companhia realiza a identificação das causas do problema relativo ao processo de manutenção de água de forma proativa, integrada, estruturada e sistêmica, conforme modelo de aprendizado organizacional da Companhia (figura 1) estas avaliações contemplam reuniões de análise crítica na Engenharia de Operação de Água com participação dos representantes dos Polos de Manutenção, quinzenalmente, sendo formado um grupo de trabalho denominado Fórum de Água. Esse grupo de trabalho é multidisciplinar e envolve profissionais com conhecimentos críticos específicos, tais como: distribuição do sistema de água, diagnóstico, manutenção, projetos de água e contratos. Identificada a causa do problema da dificuldade de reparo pelo método recomendado, foi criado um grupo de estudo para buscar alternativa de manutenção com outra metodologia.

### **Concepção da solução**

Identificada a causa do problema da dificuldade de reparo pelo método convencional, foi criado um grupo de estudo para buscar alternativa de manutenção com outra metodologia.

Após criação do grupo e reunião de análise de causa, foi promovida uma discussão “brainstorming”, de forma que, partindo da premissa de que o problema estava se manifestando no reaparecimento do vazamento no mesmo ponto, a equipe elaborou o Plano de Ação, em forma de Projeto Piloto seria estruturado com a técnica de planejamento em ondas sucessivas.

Procuramos outras unidades de negócio e empresas, e fizemos um benchmarking visando descobrir se o problema havia sido detectado com a mesma proporção que sentimos ao diagnosticar a ocorrência.

Diante dessa dificuldade, e com várias juntas de chumbo instaladas, foi elaborado um trabalho para buscar formas alternativas de reparo na junta chumbo, através de conexões mecânicas ou outro tipo de solução cabível para o tipo de problema.

A solução encontrada foi o encapsulamento da bolsa junta chumbo, aplicando o sistema CR FLEXER, que consiste na aplicação de: Primer, Revestimento Epóxi Bi componente e Revestimento Poliuretano.

O escopo do projeto foi definido e documentado com o uso da ferramenta 5W2

### **Composição da equipe na concepção**

A equipe envolvida é composta pelos colaboradores operacionais e pela gerência da Sabesp e da Empresa especializada em revestimentos, que prestou serviços em outra unidade para sanar vazamento nos tanques de alívio.

Analisando os consertos executados no tanque de alívio, onde a pressão é muito grande, consultamos a empresa que executou o serviço se era possível a aplicação desse material nas bolsas de junta chumbo.

### **Ambiente criativo**

A reincidência de vazamentos num mesmo local da tubulação é que norteou a busca de uma solução definitiva para o problema. A solução foi concebida mediante a busca e a aplicação de uma tecnologia mais moderna para conserto de vazamentos.

Vale destacar o alto grau de autonomia dos grupos de trabalho para a implantação de melhorias e o estímulo à inovação por meio de práticas como o Profissional Destaque e Gente que Inova da Sabesp, que reconhece as ações implantadas pela força de trabalho, a participação e apresentação de trabalhos em Seminários como o IGS do PNQS, Silubesa, FENASAN e outros.

### **Originalidade da solução - Tecnologias dos sistemas de revestimento com CR Flexex**

- **Primer.**

O primer epóxi utilizado foi desenvolvido com aditivos à base de silanos, para promover a melhor aderência entre o revestimento final e o substrato de ferro fundido da tubulação, evitando qualquer tipo de escorregamento do revestimento final.

- **Revestimento Epóxi Bicomponente.**

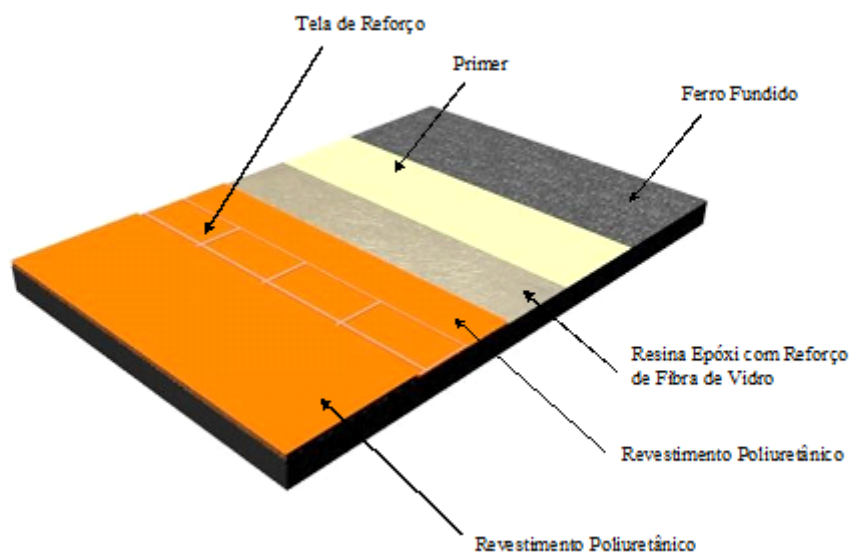
O revestimento epóxi utilizado é semi - flexível 100% sólido, livre de solventes voláteis que poderiam diminuir a vida útil do revestimento. Na aplicação sobre a junta o revestimento é laminado com um reforço de fibra de vidro, ficando moldado em toda superfície da tubulação e unindo a junta.

- **Revestimento em Poliuretano Bicomponente.**

Como revestimento final o poliuretano bicomponente à base de óleos especiais, aditivos e fibras, tem uma excelente resistência à abrasão e alongamento superior a 150%, sendo 100% sólido e livre de solventes voláteis, aplicado com reforço de fibra de vidro ou poliéster, proporciona o alongamento ao sistema de proteção da junta, evitando vazamentos devido a movimentação da tubulação enterrada.

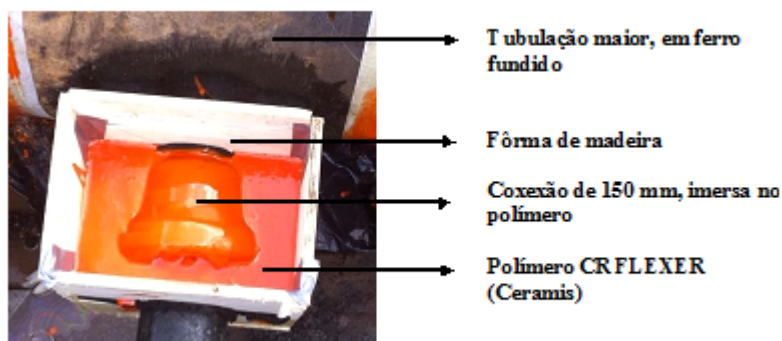
Layers - Neste método, o material a base de poliuretano de alta densidade, é aplicado por sobre as juntas ou bolsas. Estruturado com mantas especiais, esta aplicação propicia vedação estanque de alta aderência e resistência á pressões. Por se tratar de poliuretano, resistem bem á impactos e movimentação, fenômenos muito naturais nestes tipos de instalação. O aspecto final nesta aplicação é a cobertura em camadas de até 10 mm de um material flexível e excelente aderência, envolvendo a conexão em toda sua circunferência. Protege contra possíveis vazamentos por falha dos chumbos rebatidos (figura 03).

No sistema “MULTI LAYERS” a técnica utiliza menor quantidade de produto sem perder as características de resistência. Necessita de maior tempo de aplicação e a cobertura da tubulação somente é efetuada após oito horas da execução. Neste caso não se utiliza moldes ou formas. A aplicação é manual, com deposição de fibras em tiras. A escolha pela técnica deve considerar algumas condições: Clima, tempo de execução, espaço operacional, tamanho das valas, estrutura de execução, período entre outros fatores.



Formas - Neste método, utilizamos fôrmas que são montadas em torno das “juntas” ou “bolsas”, com espaçamento de até 100 mm em todo perímetro da estrutura. O processo de aplicação é por derramamento, deixando a estrutura (bolsa ou conexão) totalmente imersa no produto, formando um bloco de polímero que envolve e resulta em bloqueio de alto desempenho. (Figura 04)

No sistema “FÔRMA”, o custo é mais caro, pois utiliza uma quantidade maior de produto aplicado. Tem como vantagem a condição de ser recoberta duas horas depois de aplicado. As fibras nesta tecnologia são misturadas ao produto quando de sua mistura.



## Proatividade

Uma das características do encapsulamento é que ele é flexível e permite uma movimentação maior do tubo, ao contrário que acontece com a junta chumbo. Existe a intenção de se aplicar o encapsulamento nas tubulações onde o histórico de vazamento é de reincidência de forma a agirmos proativamente.

## Agilidade, operação e adaptabilidade

O tempo necessário para aplicação da manta é bem menor do que o tempo necessário para o rebatimento do chumbo.

A operação é simples, sendo necessária somente a preparação da superfície para aplicação do produto e a sua adaptabilidade requer a mesma necessária para outras soluções já implantada.

## Forma de implantação

A implantação da solução é diretamente no local da tubulação onde ocorre vazamento na junta chumbo. O encapsulamento, após ser aplicado sobre a junta chumbo, passa pelo teste de estanqueidade quando a adutora é posta em carga novamente. Todos os casos, que são de nosso conhecimento, não apresentaram problema de vazamento, haja vista que as condições locais permaneceram as mesmas que originaram o vazamento.

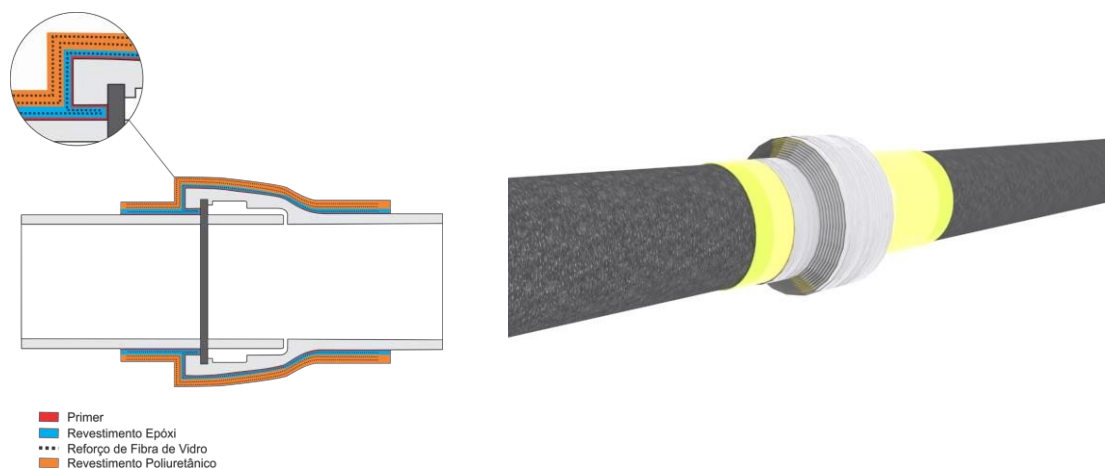
Após a escavação executada, iniciamos o processo de limpeza das superfícies de aplicação, com o lixamento mecânico com escova de aço, para a retirada de detritos e impurezas que porventura poderiam prejudicar a aderência do revestimento final.

Em seguida, aplicamos álcool Isopropílico em toda a superfície escovada, com a finalidade de desengraxar e eliminar resíduos de água na superfície de aplicação.

Executamos aplicação de camada fina de primer epóxi bi componente, utilizando rolo de pintura de lã perfil baixo, com a finalidade de promover a aderência do revestimento final ao substrato de ferro fundido. Este material penetra na superfície porosa do substrato, formando uma “raiz” aumentando a aderência entre a superfície e o polímero final. Também funciona como barreira química anti corrosão.

Logo após a cura do primer epóxi entrar em ponto de “Tack free”, aplicamos o revestimento epóxi bi componente, livre de solventes voláteis, com reforço de véu de fibra de vidro. Este procedimento foi laminado em toda a superfície da junta da tubulação, com a finalidade de travar a tubulação, evitando o escorregamento da junta.

Nas fotos a seguir, poderemos observar o resultado final desta camada do processo de revestimento. Após a cura do revestimento epóxi aplicado, executamos a aplicação do revestimento poliuretânico com 3 camadas, sendo 2 camadas com reforço de fibra de vidro ou poliéster e a última camada como acabamento final. A aplicação foi executada com rolo de pintura de lã perfil baixa e pincel, conforme fotos abaixo.



O desenho acima apresenta uma ilustração da aplicação do sistema por Multi Layers e uma simulação da bolsa envolvida por esta técnica.

As formas podem ser construídas com qualquer material, desde que suportem o peso e reação exotérmica da

cura dos polímeros. Em nosso caso, optamos pelas fôrmas fabricadas em madeira. Estas fôrmas foram construídas no local, pois, as conexões e bolsas não possuíam simetria entre elas, dificultando a fabricação das fôrmas em série.

Existe a intenção de se aplicar o encapsulamento nas tubulações onde o histórico de vazamento é de reincidência de forma a agirmos pro ativamente.

Durante o processo de desenvolvimento do Sistema de Revestimento de Juntas para tubos de ferro fundido criamos alguns corpos de prova para testes de laboratório. A ideia é controle das características físicas dos materiais utilizados.

### **Alcance da solução**

Embora a companhia venha aplicando o encapsulamento somente em casos de vazamento em tubulações de água existe a possibilidade em alguns casos de se aplicar em tubulações de esgoto.

### **Avaliação e melhoria da solução**

Até o momento, a solução aplicada tem se mostrado satisfatória e avaliada positivamente porque nos locais onde foi aplicada não voltou a ocorrer vazamento.

## **OS RESULTADOS**

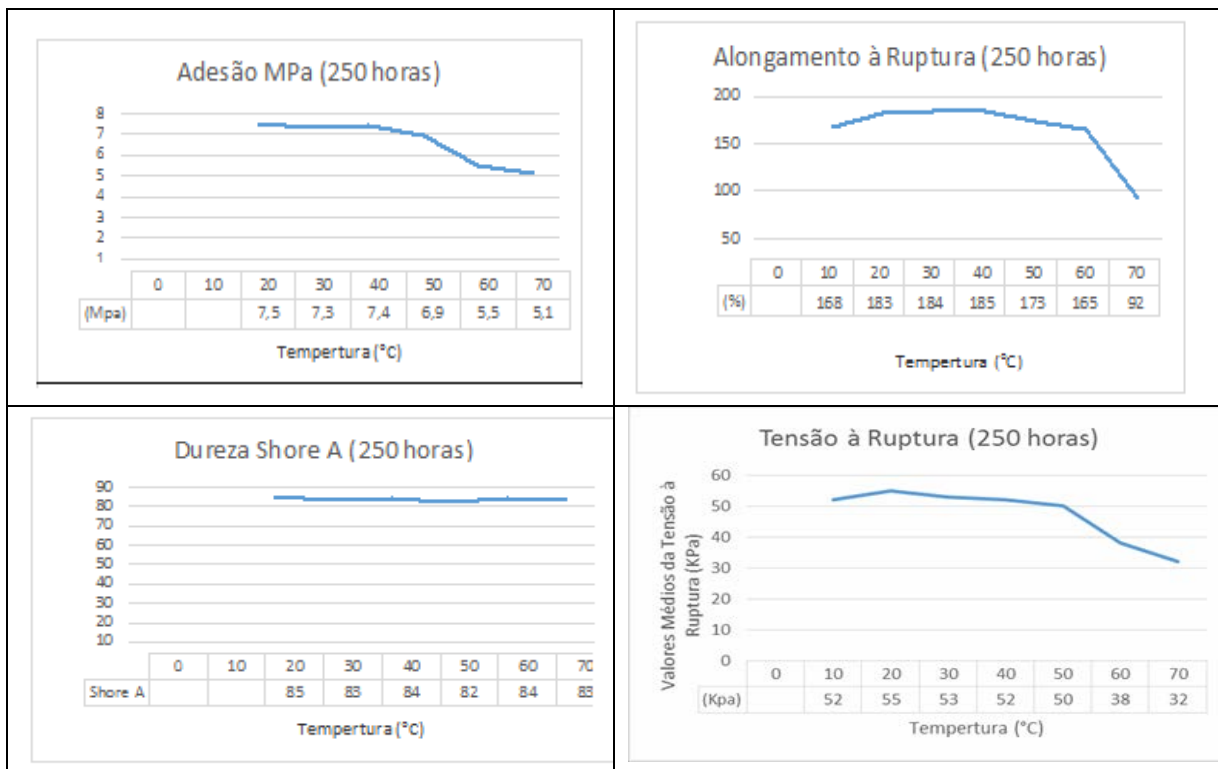
### **Relevância dos resultados obtidos**

Embora não tenhamos dados financeiros em mãos, é possível afirmar que há um ganho quando não há reincidência de vazamento, principalmente quando ocorre em tubulações maiores que Ø 300 mm.

Os resultados esperados mais relevantes dizem respeito a não reincidência de vazamentos, perda no faturamento, reclamações de clientes devido à parada no abastecimento e, ainda, o desgaste das equipes de manutenção que, muitas vezes, trabalham em horário do plantão.

Os resultados obtidos nos ensaios foram compatíveis com a expectativa e materiais ofertados e aplicados. Testes de aderência, resiliência, flexibilidade e alongamentos.

A cor final, de tom alaranjado, serve como referência de local de serviço executado, trata-se da mesma cor aplicada em mangueiras da Petrobrás.



Poderemos notar a estabilidade das propriedades mecânicas do revestimento poliuretânico até a temperatura de 50°C, durante o teste de envelhecimento acelerado após 250 horas. O material começa a sofrer uma diminuição de suas propriedades somente após ultrapassar a temperatura de 50°C, o que poderemos afirmar que é perfeitamente normal para sistemas poliuretânico bi componente de alta densidade.

Para o caso da aplicação em questão, poderemos afirmar que as propriedades físico-químicas do sistema poliuretânico irão permanecer constantes durante a vigência da garantia.

### Demonstração dos ganhos

A aplicação do encapsulamento em tubulações com junta chumbo proporciona um aumento da vida útil, mesmo que pontual.

Considerando também uma redução de custo aproximado de 62% por ano, além do fortalecimento da imagem da Cia, e menor risco aos empregados.

### Relevância dos benefícios intangíveis

O fato de a Sabesp ter o seu sistema de abastecimento em bom estado de conservação gera mais confiança e isso não pode ser medido, apenas sentido.

O mais relevante é saber que o sistema de abastecimento opera com o menor risco possível de interrupção por vazamento de qualquer tipo, incluindo os devidos às juntas chumbo.

### Abrangência a partes interessadas

São esperados os seguintes resultados para o case:



<b>Parte Interessada</b>	<b>Requisito</b>	<b>Alcance da Prática</b>
Acionista	Sustentabilidade (econômica social e ambiental); Água não pode faltar.	A gestão eficiente dos vazamentos coopera na redução do volume de água perdida, o que afeta a sustentabilidade ambiental e econômica.
ARSESP	Atendimento às Deliberações e exigências solicitadas em Ofícios, Notificações técnicas de serviços - TNS e Fiscalizações.	A gestão de vazamento permite atender os prazos definidos pela Agência Reguladora
Cliente	Regularidade no abastecimento; Prestação Serviços: Rápido, realizar no prazo conserta rápido, fecha os buracos, qualidade nos serviços terceirizados.	Agilidade na execução do serviço e a disponibilidade da água aumentam a satisfação do cliente
Fornecedores Externo	Qualidade nas especificações técnicas	A interação e troca de conhecimento com os fornecedores é uma das ações que acontecem dentro da prática, e isso impacta na melhor qualidade das especificações técnicas dos serviços e equipamentos adquiridos.

## RESULTADOS

O produto foi aplicado em vazamentos ocorridos na Avenida Itaquera, Setor Derivação Vila Matilde no período de 2014 a 2016, antes da aplicação do produto havia pelo menos a ocorrência de uma reincidência por vazamento, após a aplicação não foram mais constatadas reincidência nestes locais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RELATÓRIO TÉCNICO CERAMIS, 2016.