



CAT.:	RELATÓRIO	Nº DOC.:	RL-ENG-PCM-022-25	REV.:	0
INSTALAÇÃO	GASODUTO DE AÇO / REGIÃO C – PALHOÇA/SC			FOLHA	2 de 14
TÍTULO DO DOCUMENTO	RELATÓRIO DE INSPEÇÃO INDIRETA DE INTEGRIDADE DO REVESTIMENTO DE DUTOS PELO MÉTODO PCM/A-FRAME				

SUMÁRIO

1. OBJETIVO
2. DEFINIÇÕES
3. RESPONSABILIDADE
4. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS
 - 4.1. Avaliação Qualitativa (Atenuação De Corrente)
 - 4.2. Avaliação Quantitativa (Técnica ACVG)
5. CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS AC/ACVG
6. INSPEÇÃO DO GASODUTO
7. TABELA DE FALHAS
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
9. ARQUIVO FOTOGRÁFICO
10. REFERÊNCIAS
11. ANEXOS



CAT.:	RELATÓRIO	Nº DOC.:	RL-ENG-PCM-022-25	REV.:	0
INSTALAÇÃO	GASODUTO DE AÇO / REGIÃO C – PALHOÇA/SC			FOLHA	3 de 14
TÍTULO DO DOCUMENTO	RELATÓRIO DE INSPEÇÃO INDIRETA DE INTEGRIDADE DO REVESTIMENTO DE DUTOS PELO MÉTODO PCM/A-FRAME				

1. OBJETIVO

Este relatório tem como objetivo apresentar os resultados do serviço de inspeção e avaliação indireta da integridade do revestimento externo anticorrosivo polietileno tripla camada (PE3L) da rede instalada no **RAMAL SINASC - LINHA TRONCO Ø3" (TDC.113 E TDC.114)** e **RAMAL Ø2" (TDC.114)**, no município de PALHOÇA/SC, com extensão aproximada de 612,50 metros na linha tronco e 103,00m no ramal, pelos métodos de atenuação de corrente AC/ACVG com equipamentos PCM/A-Frame da Radiodetection Co.

2. DEFINIÇÕES

PCM – Pipeline Current Mapper

Método Atenuação de Corrente “AC” (PCM) - Técnica de inspeção qualitativa das falhas do revestimento anticorrosivo, que consiste na injeção de corrente alternada entre o duto e o solo e a obtenção do respectivo mapeamento do sinal através de um receptor do campo magnético, localizando o duto sobre a faixa de domínio, determinando sua profundidade e medindo o valor da corrente ao longo do duto.

Método Alternating Current Voltage Gradient Survey “ACVG” (A-Frame) - Técnica de inspeção quantitativa das falhas do revestimento anticorrosivo, realizada com equipamento apropriado (A-FRAME), que localiza pontualmente a falha no revestimento, medindo a queda ôhmica no solo proveniente do sinal C.A. injetado por um transmissor.

3. RESPONSABILIDADE

As áreas de Manutenção, Qualidade e Integridade de Dutos são responsáveis pela verificação e aprovação deste documento. Cabe a essas áreas solicitar sua revisão e alterações caso haja necessidade.



CAT.:	RELATÓRIO	Nº DOC.:	RL-ENG-PCM-022-25	REV.:	0
INSTALAÇÃO	GASODUTO DE AÇO / REGIÃO C – PALHOÇA/SC			FOLHA	4 de 14
TÍTULO DO DOCUMENTO	RELATÓRIO DE INSPEÇÃO INDIRETA DE INTEGRIDADE DO REVESTIMENTO DE DUTOS PELO MÉTODO PCM/A-FRAME				

4. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

4.1 Avaliação Qualitativa (Atenuação de Corrente)

O Método PCM, desenvolvido pela Radiodetection Corporation, fabricante do equipamento, também conhecido no Brasil como “Método de Atenuação de Corrente” combina técnicas de localização de tubulações metálicas enterradas e de avaliação do revestimento anticorrosivo de dutos por meio de uso de campos eletromagnéticos.

Utiliza uma corrente (chamada de corrente PCM) cujo comportamento é similar à corrente de proteção catódica, mas passível de ser detectada a partir da superfície.

Baseia-se em realizar o mapeamento desta corrente PCM através de leituras em intervalos regulares com extensão de até 100m, o que permite obter a distribuição da corrente ao longo da tubulação e identificar os pontos de consumo excessivo desta. Estes pontos de consumo podem estar associados à existência de falhas no revestimento externo da tubulação que poderão ser detectados através da técnica complementar “A-frame” ou ACVG (Alternate Current Voltage Gradient) também desenvolvida pela Radiodetection Corporation.

A atenuação é classificada em três nível de criticidade, conforme Tabela 1 abaixo, levando em consideração a leitura mais próxima do ponto de injeção de corrente, menos a leitura seguinte, se afastando do ponto de injeção, sobre a distância entre as leituras, obtidas através da diferença entre as coordenadas das leituras. A avaliação qualitativa é o critério inicial para a classificação das falhas.

CLASSIFICAÇÃO ATENUAÇÃO	CRITÉRIO (dB/m)
A (alta)	Maior que 0,030
B (média)	De 0,030 a 0,021
C (baixa)	Inferior a 0,021

Tabela 1 – Avaliação Qualitativa, Método de Atenuação de Corrente PCM



CAT.:	RELATÓRIO	Nº DOC.:	RL-ENG-PCM-022-25	REV.:	0
INSTALAÇÃO	GASODUTO DE AÇO / REGIÃO C – PALHOÇA/SC			FOLHA	5 de 14
TÍTULO DO DOCUMENTO	RELATÓRIO DE INSPEÇÃO INDIRETA DE INTEGRIDADE DO REVESTIMENTO DE DUTOS PELO MÉTODO PCM/A-FRAME				

O isolamento do duto é imprescindível para o sucesso da técnica PCM. O trecho do duto a ser inspecionado deve estar completamente isolado de outras estruturas metálicas existentes na proximidade incluindo outros dutos existentes na faixa. A qualidade do isolamento influi no alcance da corrente PCM e na corrente de saída de sinal.

Para se realizar o Método de Atenuação de Corrente – PCM é primordial que se localize primeiro o duto a ser inspecionado com a máxima precisão possível. A localização do duto deve ser realizada após isolado o duto a ser inspecionado, instalado o transmissor e o sinal injetado adequadamente.

Somente após a localização precisa do duto a ser inspecionado será possível realizar as leituras para levantamento de dados de corrente para realização do Método de Atenuação de Corrente. Caso haja alguma dúvida de localização ou mesmo se detecte alguma interferência no local pré-determinado para se realizar uma leitura de corrente PCM deve-se descartar este local e procurar outro local livre de interferências para realizar a leitura.

As leituras de corrente PCM devem ser realizadas em intervalos aproximados de 100m e antes e após os pontos notáveis, tais como: tubos-camisa, válvulas, travessias, cruzamentos etc.

4.2 Avaliação Quantitativa (Técnica ACVG)

Consiste na localização pontual de falhas no revestimento e classificação de criticidade individual de cada falha, realizada com o equipamento A-Frame acoplado ao receptor PCM, o que permite localizar as falhas no revestimento, identificando seus epicentros.

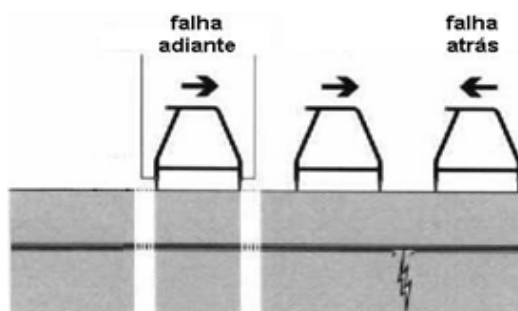


Figura 1 – Localização pontual de falha com A-Frame

A leitura com A-Frame Transversal é uma técnica de inspeção quantitativa das falhas do revestimento anticorrosivo, possuindo quatro níveis de criticidade, conforme Tabela 2 abaixo, medido em decibéis (dB), utilizando o equipamento no sentido transversal ao longo de toda a extensão do duto de interesse. Esta medida é utilizada para a classificação da falha pelo método ACVG.

CLASSIFICAÇÃO A-FRAME TRANSVERSAL	CRITÉRIO (dB CORRIGIDO)
A (alta)	Maior que 80
B (média)	De 66 a 80
C (baixa)	De 51 a 65
D (muito baixa)	Inferior a 51

Tabela 2 – Avaliação Quantitativa, classificação de falha através do A-Frame

Cálculo do dB corrigido - O valor dB do A-Frame Transversal obtido no campo deve ser corrigido para uma mesma base, para fins de comparação e classificação das falhas, conforme fórmula abaixo:

dB corrigido = $20 \cdot \log [1 + (I_{ref} - I_{pcm}) / I_{pcm}] + dB^*$, onde:

dB corrigido: Valor do A-Frame transversal obtido no campo (dB*), recalculado para uma corrente de referência no transmissor de 1.000 mA;

I pcm*: Corrente de teste injetada pelo transmissor PCM;

dB*: Valor do A-Frame transversal obtido no campo, medido com a corrente de teste (I pcm*);

I ref: Corrente de referência base = 1.000 mA.

5. CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS AC/ACVG

A classificação final das falhas deve ser inicialmente qualitativa (atenuação – dB/m), avaliando cada trecho de duto, podendo haver mais de uma falha contida no trecho avaliado. Sendo assim, para obter-se a informação sobre cada falha individualmente, é necessário complementar essa inspeção com a avaliação quantitativa (A-Frame Transversal – dB corrigido), conforme Tabela 3 abaixo

CLASSIFICAÇÃO FINAL AC/ACVG	CARACTERÍSTICA DA FALHA AC/ACVG
A (alta)	Atenuação dB/m = A (Tabela 01), para falha única no trecho com qualquer valor (dB corrigido) do A-Frame Transversal (Tabela 02); ou Atenuação dB/m = A (Tabela 01) e maior valor (dB corrigido) do A-Frame Transversal (Tabela 02), quando houver mais de uma falha no mesmo trecho; ou Atenuação dB/m (Tabela 01) não disponível e valor (dB corrigido) do A-Frame Transversal (Tabela 02) = A.
B (média)	Atenuação dB/m = A (Tabela 01), para as demais falhas do trecho de valor (dB corrigido) do A-Frame Transversal (Tabela 02) inferior ao maior dB corrigido do A-Frame Transversal do trecho; ou Atenuação dB/m = B (Tabela 01); ou Atenuação dB/m (Tabela 01) não disponível e valor (dB corrigido) do A-Frame Transversal (Tabela 02) = B.
C (baixa)	Atenuação dB/m = C (Tabela 01); ou Atenuação dB/m (Tabela 01) não disponível e valor (dB corrigido) do A-Frame Transversal (Tabela 02) = C.
D (muito baixa)	Atenuação dB/m (Tabela 01) não disponível e valor (dB corrigido) do A-Frame Transversal (Tabela 02) = D.

Tabela 3 – Classificação Final das Falhas AC/ACVG

Os pontos de falhas devem ser identificados com estaca ou piquete na cor vermelha, numerados em ordem sequencial. Quando não for possível colocar estaca ou piquete, o solo deve ser demarcado com tinta com cor de destaque em relação ao pavimento.



CAT.:	RELATÓRIO	Nº DOC.:	RL-ENG-PCM-022-25	REV.:	0
INSTALAÇÃO	GASODUTO DE AÇO / REGIÃO C – PALHOÇA/SC			FOLHA	8 de 14
TÍTULO DO DOCUMENTO	RELATÓRIO DE INSPEÇÃO INDIRETA DE INTEGRIDADE DO REVESTIMENTO DE DUTOS PELO MÉTODO PCM/A-FRAME				

6. INSPEÇÃO DO GASODUTO SINASC - LINHA TRONCO Ø3" e RAMAL Ø2"

- Executado 100% com A-frame, conforme projetos enviados pela contratante, entre as estacas:
 - **Linha Tronco Ø3"**: E0+0,00 À E:30+12,50;
 - **Ramal Ø2"**: E0+0,00 À E5+3,00.

7. TABELA DE FALHAS

A tabela abaixo, retirada do Anexo A - Planilha de inspeção do Revestimento Externo Após Cobertura, organiza as informações estatísticas de atenuação de corrente e falhas pontuais identificadas no revestimento, com as suas respectivas classificações ao longo do trecho inspecionado conforme criticidade das falhas.

Linha Tronco Ø3"

FALHA	ESTACA	PROFUNDIDADE. ESTIMADA (m)	ATENUAÇÃO (dB/m)	CLASSIF. DE ATENUAÇÃO	A-FRAME TRANSVERSAL (dB Corrigido)	CRITICIDADE	OBSERVAÇÕES
01	20+6,00	1,42	0,002	SUAVE	58	BAIXA	FALHA
02	9+9,00	2,11	-0,016	SUAVE	51	BAIXA	FALHA

Tabela 4 – Tabela de Falhas.

Ramal Ø2"

FALHA	ESTACA	PROFUNDIDADE. ESTIMADA (m)	ATENUAÇÃO (dB/m)	CLASSIF. DE ATENUAÇÃO	A-FRAME TRANSVERSAL (dB Corrigido)	CRITICIDADE	OBSERVAÇÕES

Tabela 5 – Tabela de Falhas.



CAT.:	RELATÓRIO	Nº DOC.:	RL-ENG-PCM-022-25	REV.:	0
INSTALAÇÃO	GASODUTO DE AÇO / REGIÃO C – PALHOÇA/SC			FOLHA	9 de 14
TÍTULO DO DOCUMENTO	RELATÓRIO DE INSPEÇÃO INDIRETA DE INTEGRIDADE DO REVESTIMENTO DE DUTOS PELO MÉTODO PCM/A-FRAME				

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A inspeção do **RAMAL Ø2** não revelou falhas no revestimento externo anticorrosivo. Por outro lado, constatou-se 2 falhas pontuais de baixa criticidade na **LINHA TRONCO Ø3"**.

Reiteramos que a norma **ABNT NBR 15280-2:2015 – Dutos Terrestres – Parte 2 (item 9.2)** estabelece que todas as indicações de falhas no revestimento requerem inspeção por escavação e reparo, conforme procedimento específico. A implementação desta ação é uma decisão da proprietária do duto.

Conforme a tabela 2, presente no procedimento **TRANSPETRO PE-1TP-00211-0**, as falhas detectadas são de baixa criticidade. Caso não seja reparada, recomenda-se enfaticamente o monitoramento do sistema de proteção catódica para assegurar a proteção e integridade do ponto afetado.

9. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 2 - Ponto de injeção de corrente - ERP.



Figura 3 – Inspeção do duto - Linha Tronco Sinasc Ø3”.



Figura 4 – Inspeção do duto derivação para Ramal Sinasc.



Figura 5 – Inspeção do duto - Ramal Sinasc Ø2”.



CAT.:	RELATÓRIO	Nº DOC.:	RL-ENG-PCM-022-25	REV.:	0
INSTALAÇÃO	GASODUTO DE AÇO / REGIÃO C – PALHOÇA/SC			FOLHA	11 de 14
TÍTULO DO DOCUMENTO	RELATÓRIO DE INSPEÇÃO INDIRETA DE INTEGRIDADE DO REVESTIMENTO DE DUTOS PELO MÉTODO PCM/A-FRAME				

10. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- OPERATION MANUAL PCM+ RADIODETECTION October 2009;
- TRANSPETRO PE-3TP-00025: Inspeção em Falhas de Revestimento Anticorrosivo Externo de Dutos Terrestres;
- TRANSPETRO PE-3TP-00026: Classificação e Mitigação de Falhas em Revestimento de Dutos;
- ABNT NBR 12712 - Projeto de Sistemas de Transmissão e Distribuição de Gás Combustível;
- ABNT NBR 15280-1 - Dutos Terrestres - Parte 1: Projeto;
- ABNT NBR 15280-2 - Dutos Terrestres - Parte 2: Construção e Montagem;
- ABNT NBR ISO 15589-1:2016 - Indústria de Petróleo, Petroquímica e Gás Natural - Proteção Catódica para Sistemas de Transporte por Dutos - Parte 1: Dutos Terrestres.
- PETROBRAS N-2238 - Reparo de Revestimento de Duto Enterrado Utilizando Fita de Polietileno.

11. ANEXOS

- Anexo A – Planilha de Inspeção no Revestimento Externo Após Cobertura.



CAT.:	RELATÓRIO	Nº DOC.:	RL-ENG-PCM-022-25	REV.:	0
INSTALAÇÃO	GASODUTO DE AÇO / REGIÃO C – PALHOÇA/SC			FOLHA	12 de 14
TÍTULO DO DOCUMENTO	RELATÓRIO DE INSPEÇÃO INDIRETA DE INTEGRIDADE DO REVESTIMENTO DE DUTOS PELO MÉTODO PCM/A-FRAME				

12.FORMALIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este documento foi elaborado pela K2 EMPREENDIMENTOS EM OBRAS LTDA.

Araucária, 14 de abril de 2025.

Gabriel do Espírito Santo

Técnico em Eletrotécnica

Execução

