



# Inspeção UT por pig instrumentado em fornos

Eng. Paulo Augusto Martinez  
[paulo@ahak.com.br](mailto:paulo@ahak.com.br)



**Coking**  
.com



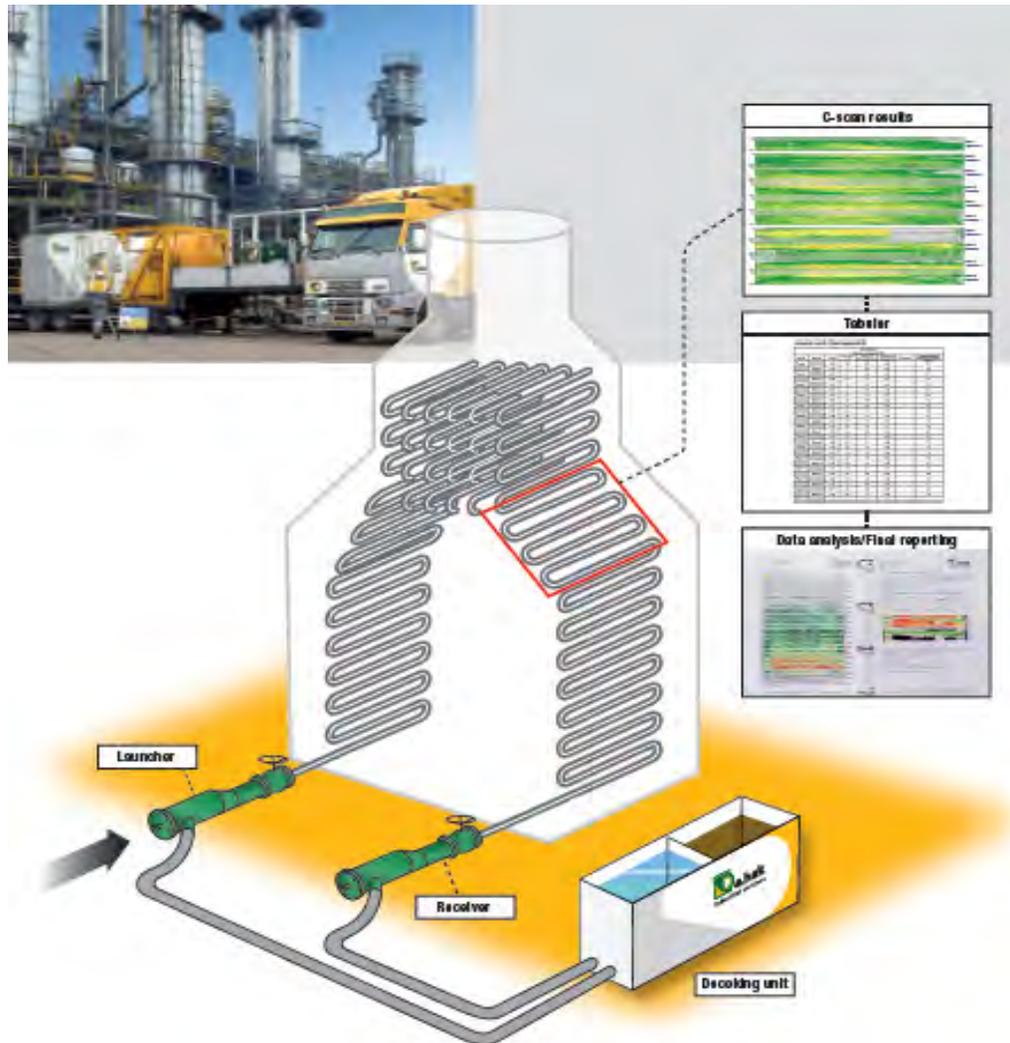
# Inspeção de Fornos no Brasil

Estado da técnica:

- Medições UT externas pontuais restritas as áreas acessíveis;
- Ensaio limitado em muitos casos aos tubos da radiação;
- Poucos dados disponíveis;
- Baixa confiabilidade.



# Pig Instrumentado para Fornos



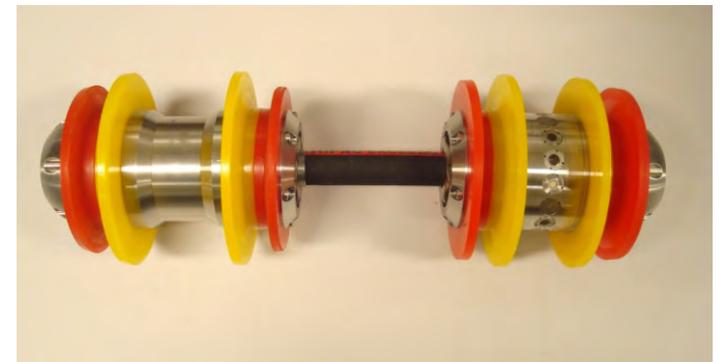
# Inspeção UT com pig instrumentado

- Identificação e quantificação de anomalias internas e externas;
- 80% de leitura em trechos retos;
- 60% de leitura em curvas;
- Inspeção de tubos pinados e aletados;
- Sem necessidade de acesso a caixa do forno;
- Relatório em 24h.



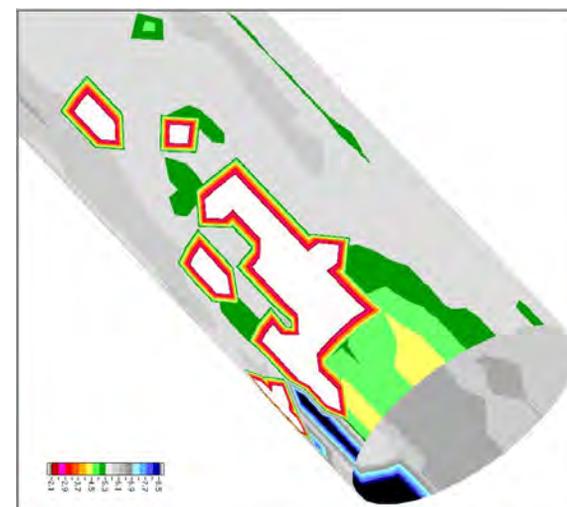
# Ferramenta de inspeção Piglet<sup>®</sup> para fornos

- Ferramenta 5”;
- 2 corpos, bidirecional;
- Otimizada para passagem em curvas de 1D x 180°;
- Alta velocidade de inspeção (1 m/s);
- HD interno, armazenagem de dados A-Scan.



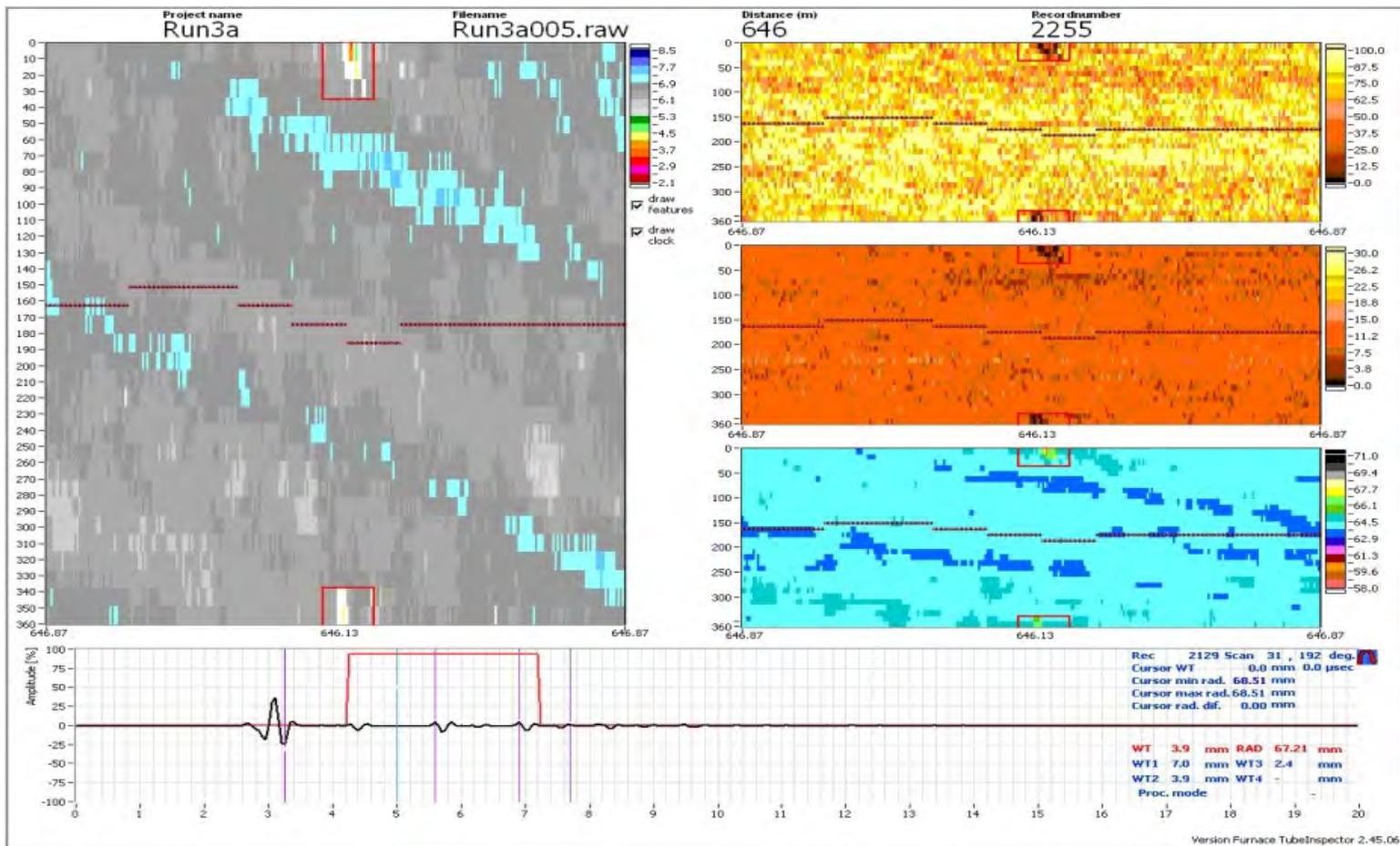
# Case: Inspeção Forno de UDA Setembro 2013

- Comprimento total inspecionado 1040m;
- 4 passes sendo 40 tubos na convecção e 44 na radiação;
- Diâmetro 5" e 6,6mm de espessura nominal;
- Tempo de descoqueamento 2 dias com acréscimo de 12h para atender a exigência da ferramenta;
- Tempo da inspeção 18 min.

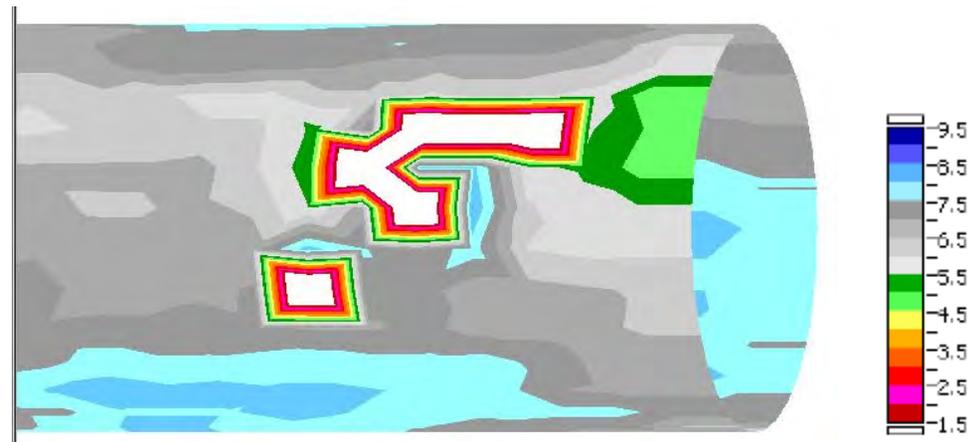
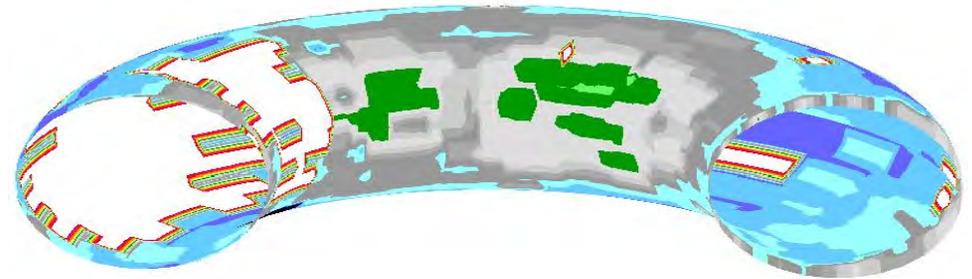
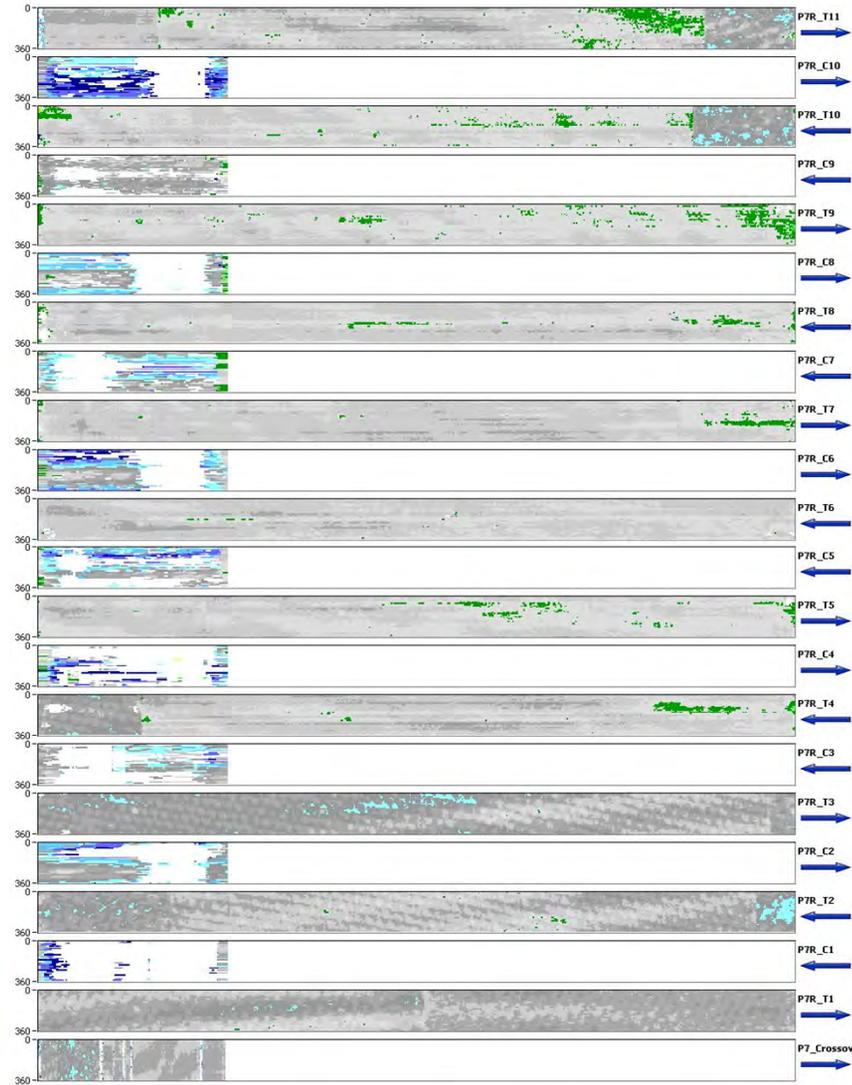


# Relatório de Inspeção - detalhado por tubo

- Gráfico C-scan
- Gráfico A-scan



# Relatório de Inspeção – C-scan por passe

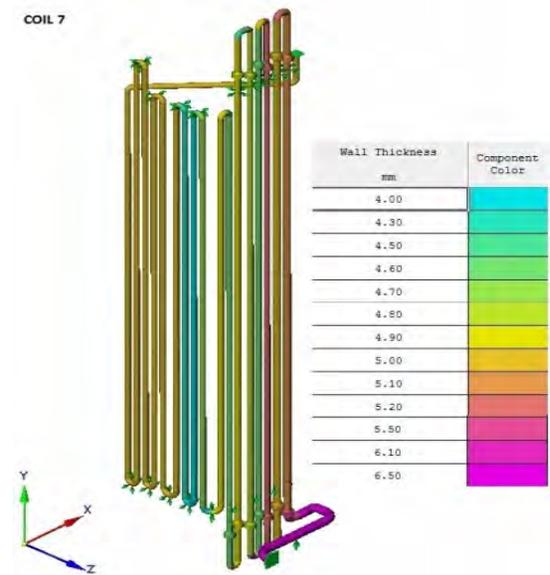
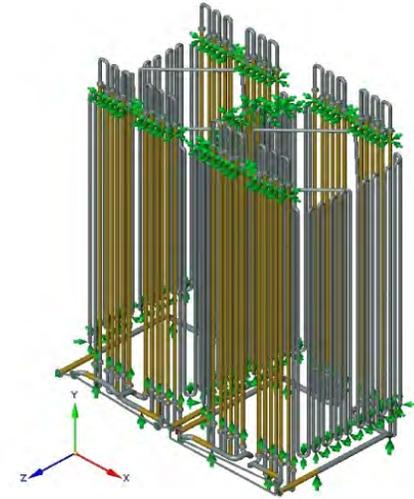


# Relatório de Inspeção - Tabular

TABULAR OVERVIEW							
Furnace Error! Fonte de referência não encontrada.							
Tube Nr.	Bend Nr.	Length (m)	Average t (mm)	Minimum Remaining t (mm)	Up weld/bend distance (m)	Comments	Average percentage of successful measurements (%)
P7R_T11		12.47	5.9	4.3	12.44	-	100
	P7R_C10	0.32	7.8	5.5	0.00	-	59
P7R_T10		11.47	5.8	4.0	11.44	-	100
	P7R_C9	0.48	6.3	4.3	0.00	-	71
P7R_T9		11.47	5.6	4.7	11.39	-	100
	P7R_C8	0.32	6.7	4.3	0.31	-	51
P7R_T8		11.47	5.7	4.9	0.00	-	99
	P7R_C7	0.32	6.8	4.9	0.31	-	57
P7R_T7		11.47	5.8	4.6	11.32	-	100
	P7R_C6	0.32	7.0	5.0	0.00	-	61
P7R_T6		11.74	5.8	4.9	5.27	-	100
	P7R_C5	0.48	6.8	4.5	0.47	-	59
P7R_T5		11.47	5.7	4.8	11.44	-	100
	P7R_C4	0.33	7.8	6.1	0.22	-	39
P7R_T4		11.47	5.9	4.6	0.01	-	99
	P7R_C3	0.32	6.7	4.9	0.25	-	45
P7R_T3		11.47	6.4	5.2	11.44	-	100
	P7R_C2	0.32	7.0	5.5	0.04	-	60
P7R_T2		12.38	6.1	5.0	7.66	-	100
	P7R_C1	0.32	8.8	5.2	0.31	-	45
P7R_T1		11.47	6.2	5.1	2.99	-	100
	P7_Crossover	11.43	6.3	5.2	4.52	-	94
P7C_T10		12.28	6.2	4.8	2.89	-	100
	P7C_C9	0.32	7.8	5.8	0.31	-	54

# Relatório de Adequação ao Uso API 579 / ASME FFS

- Análise estrutural do equipamento em uso;
- Modelamento matemático e em software 3D;
- Vida remanescente dos tubos.



# Resultados obtidos

- A ferramenta serviu também como verificação da qualidade do descoqueamento;
- Menor espessura encontrada foi de 3,9 mm com vida remanescente de 2 anos;
- Um dos tubos apresentou vida remanescente de 4 anos;
- Principal mecanismo de falha conhecido: danos por fluência.

# Conclusão

- Inovação na metodologia de análise de integridade;
- Ensaio rápido e confiável;
- Relatório apresentado durante a parada;
- Maior segurança para tomada de decisão quanto a troca dos tubos.



# Perguntas?





## A.Hak Brasil Serviços Industriais Ltda.

Rua José Lyra Filho, 242

CEP 13309-340

Itu - SP

Brasil

- T: +55 (11) 4025-2139
- F: +55 (11) 4025-1890
- E: [ahak@ahak.com.br](mailto:ahak@ahak.com.br)
- I: [www.a-hak-is.com](http://www.a-hak-is.com)



**Coking**  
.com

