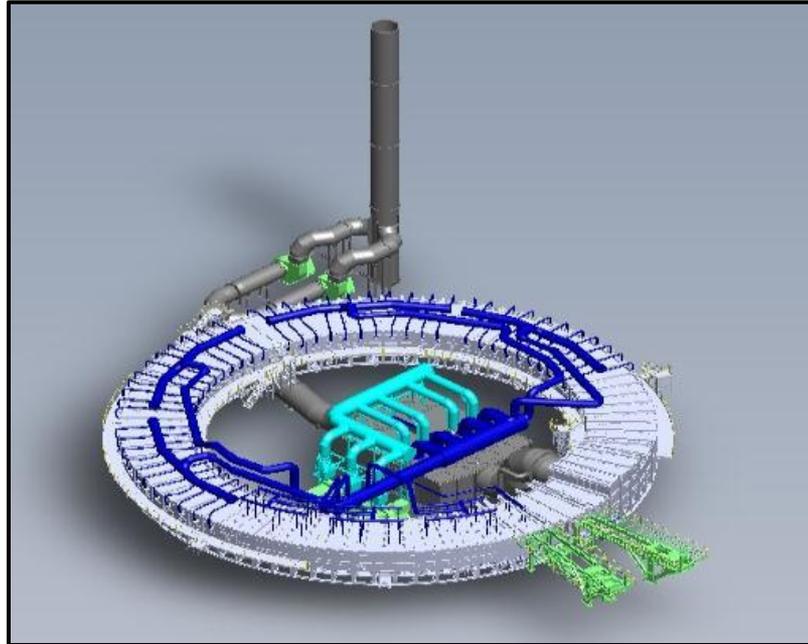


# Diagnóstico de gradiente térmico em fornos de processos



**Nome: Guilherme Luiz Martins Vieira**

**Email: [glvieira@isqbrasil.com.br](mailto:glvieira@isqbrasil.com.br)**

# Introdução

Esta apresentação tem como objetivo analisar as estruturas dos fornos de processo para identificar gradientes térmicos e avaliar dentro dos critérios estabelecidos.

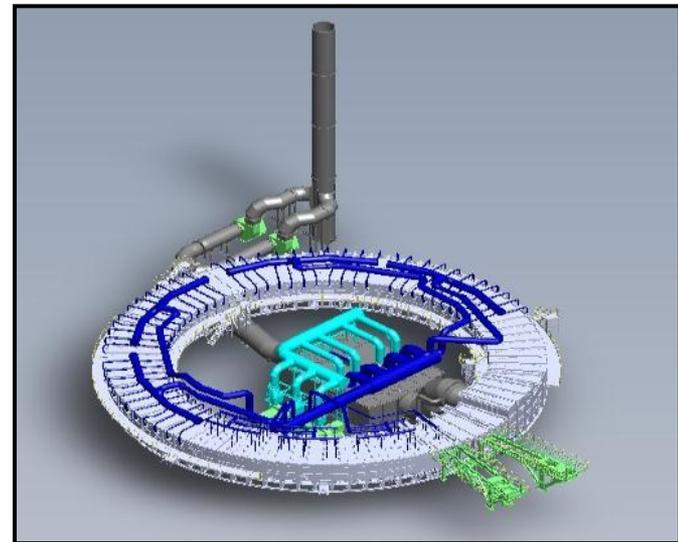
O plano de inspeção foi elaborado com base no histórico operacional do equipamento. Para as inspeções termográficas a periodicidade é definida como semestral.

Utilizou-se um termovisor FLIR T 400, com calibração válida até 01/06/2013.

## Informações do equipamento

O Forno Rotativo é um equipamento industrial utilizado para tratar termicamente materiais, que podem ser processados sob as mais variadas formas.

A principal função deste forno de soleira rotativa é aquecer a carga até a temperatura de início do processo de conformação.



# Metodologia

Para a inspeção do Forno Rotativo adotou-se a seguinte metodologia:

- Análise da inspeção anterior;
- Coleta dos parâmetros de medição (temperatura ambiente, umidade relativa do ar, velocidade do vento, temperatura refletida e emissividade térmica);
- Coleta das condições de operação do Forno (temperatura interna do forno, vazão de ar, pressão de operação do Forno);
- Mapeamento e registro da estrutura do Forno;
- Tratamento de imagem;
- Elaboração do relatório técnico.

## Critérios de aceitação

Adotou-se o critério de aceitação definido pelo fabricante na especificação técnica do equipamento.

Para o forno Rotativo em questão os limites de temperatura são:

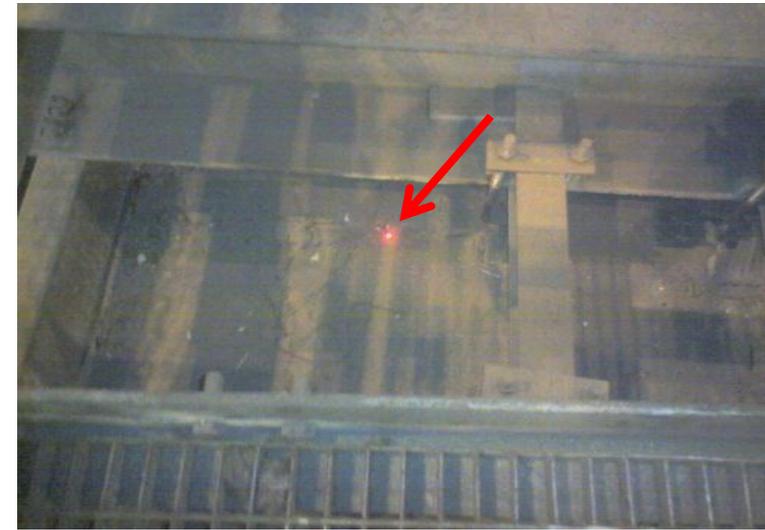
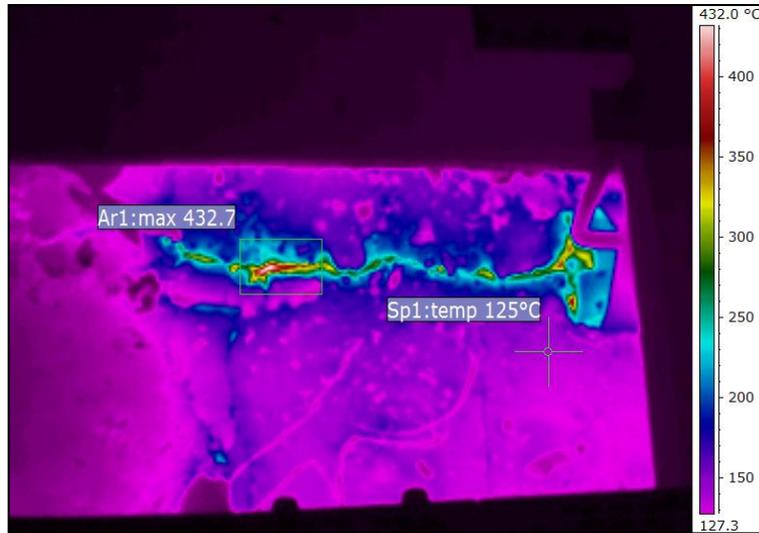
Estruturas laterais – 87°C

Teto do Forno – 128°C

Além disso convencionou-se classificar os gradientes térmicos com a seguinte nomenclatura:

Gravidade térmica	Estrutura lateral	Estrutura do teto	Cores de identificação
Baixa	87°C a 150°C	128°C a 150°C	
Média	151°C a 250°C	151°C a 250°C	
Alta	acima de 250°C	acima de 250°C	

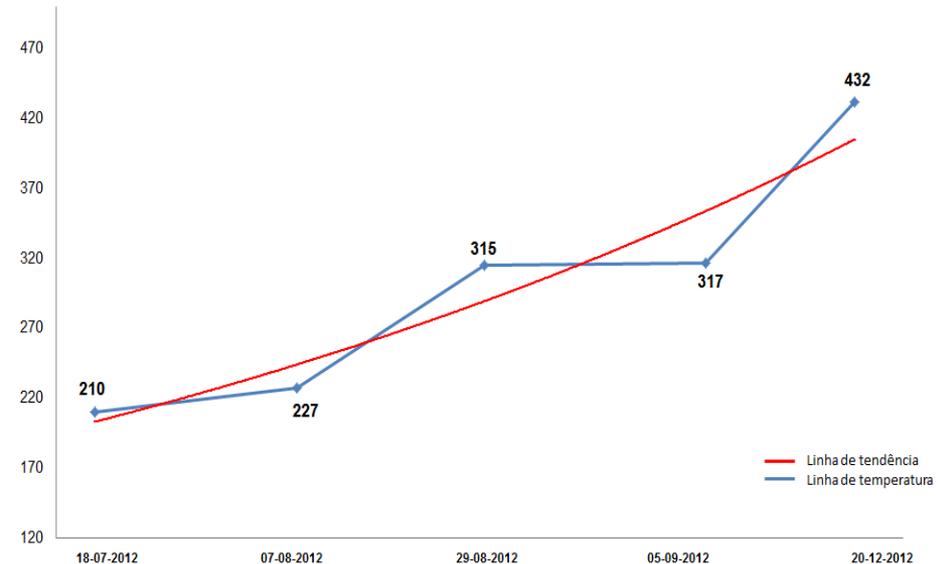
# Termograma e imagens

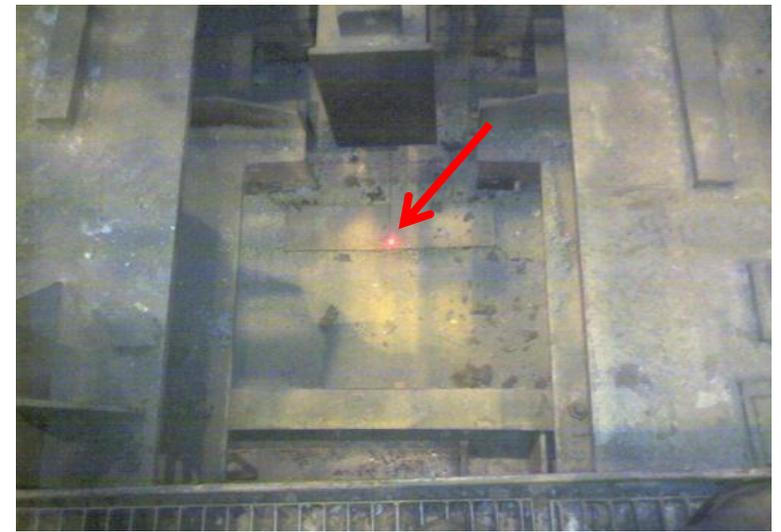
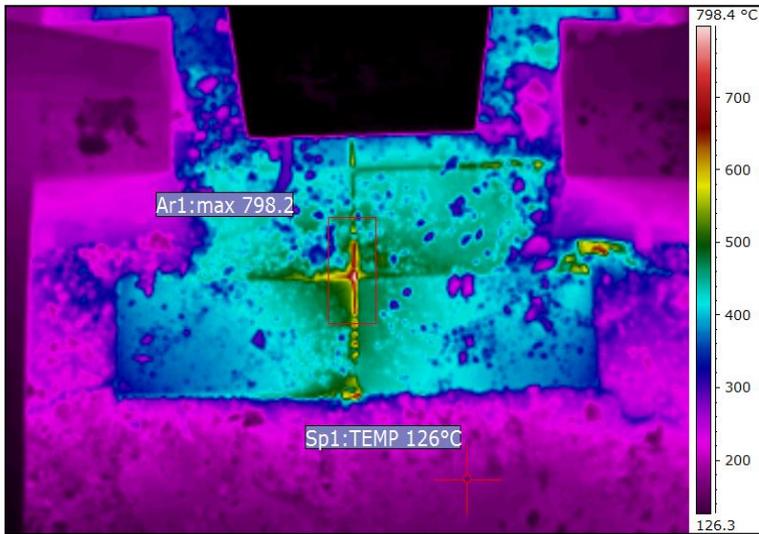


Teto do forno Rotativo - Imagem 01

Imagem 01	
Gradiente térmico Ar1	432.7 °C
Gravidade térmica	<b>ALTA</b>
Object Distance	2.0 m
Emissivity	0,85
Relative Humidity	60.0 %
Atmospheric Temperature	23.0 °C
Reflected Temperature	38.0 °C

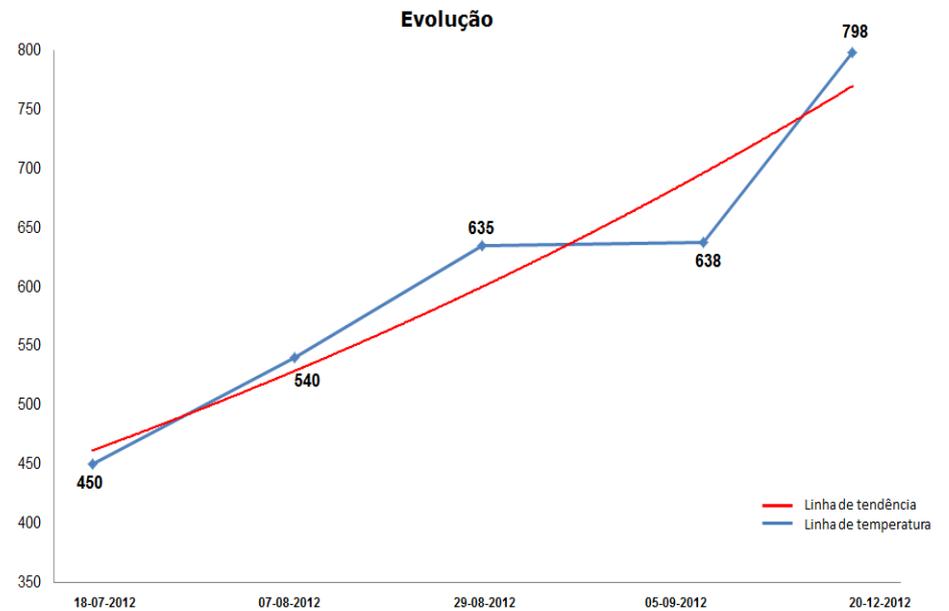
Evolução



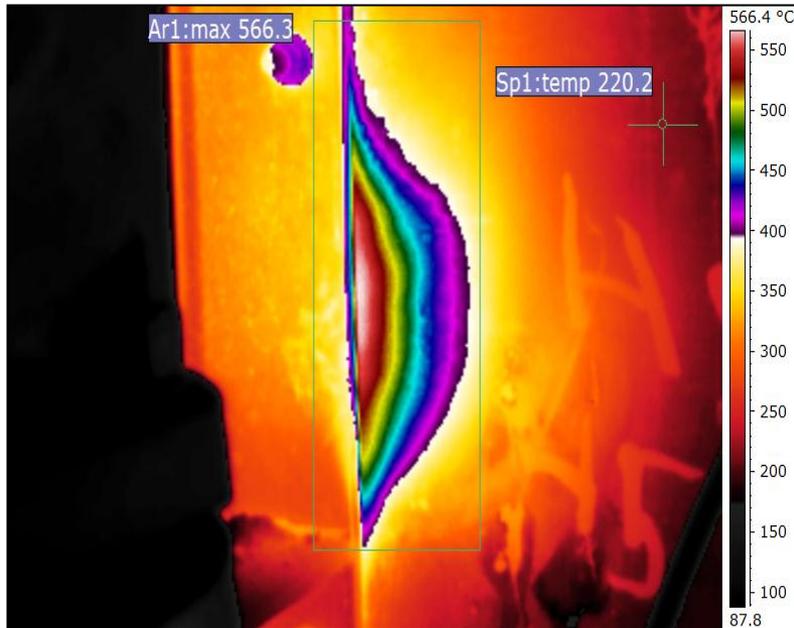


## Teto do forno Rotativo - Imagem 02

Imagem 02	
Gradiente térmico Ar1	798.2 °C
Gravidade térmica	<b>ALTA</b>
Object Distance	2.4 m
Emissivity	0,85
Relative Humidity	62.0 %
Atmospheric Temperature	23.0 °C
Reflected Temperature	38.0 °C



# Termograma e imagens

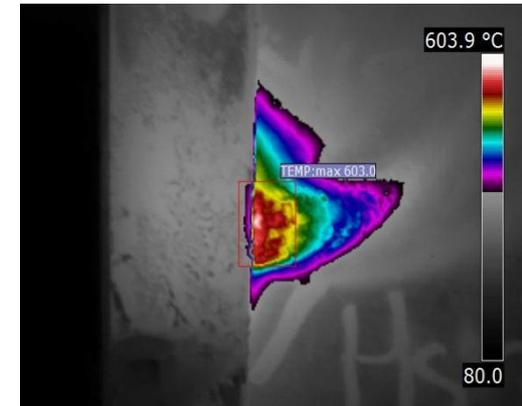
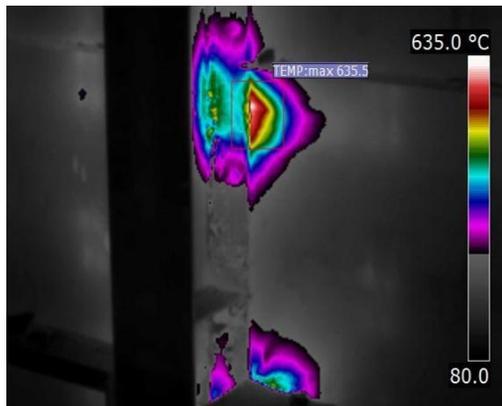
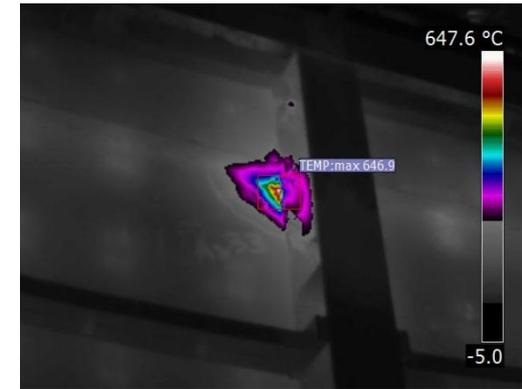
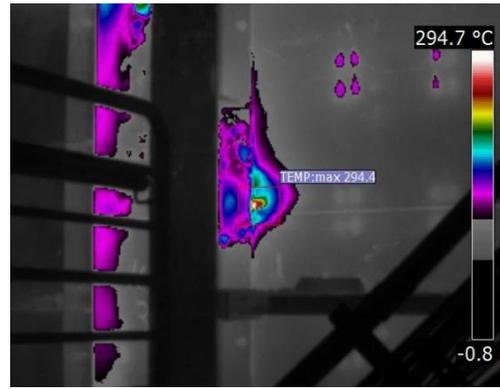
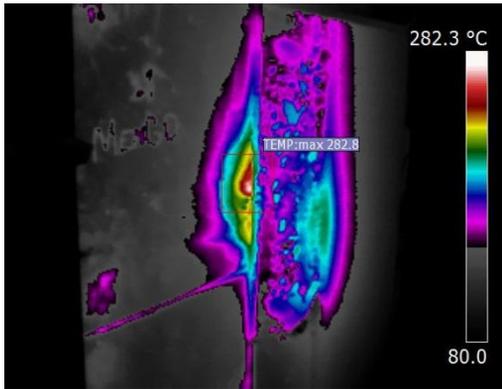


Estrutura lateral do forno Rotativo- Imagem 03  
Observação:

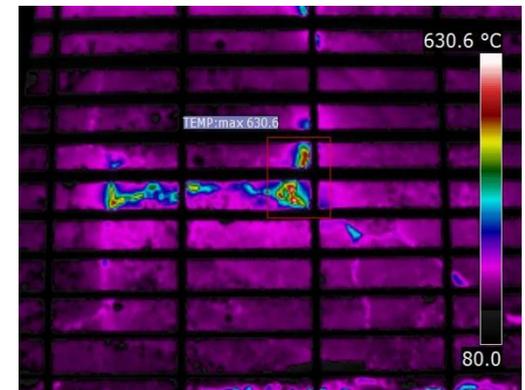
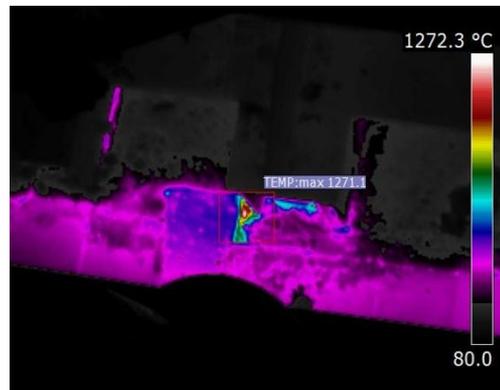
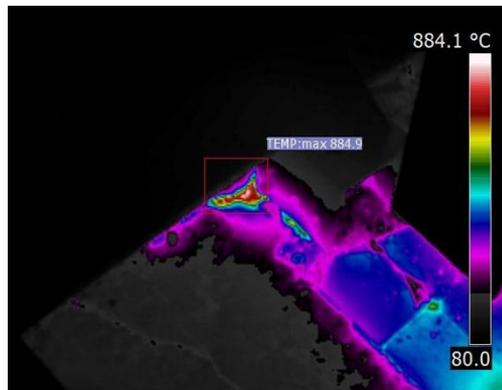
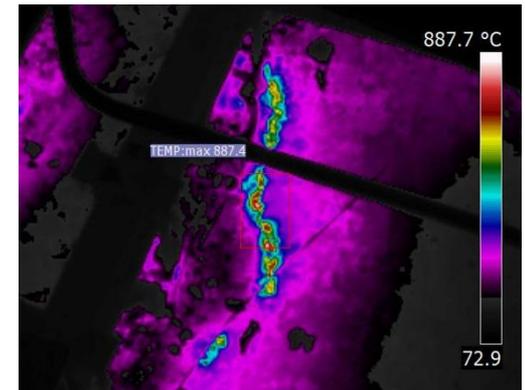
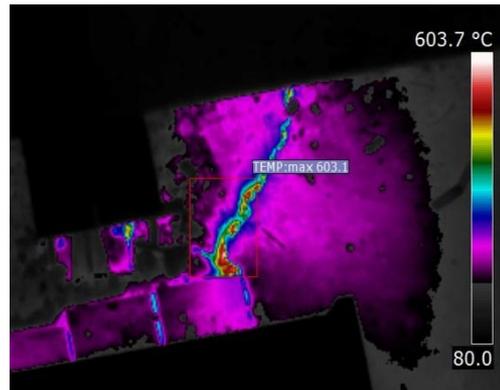
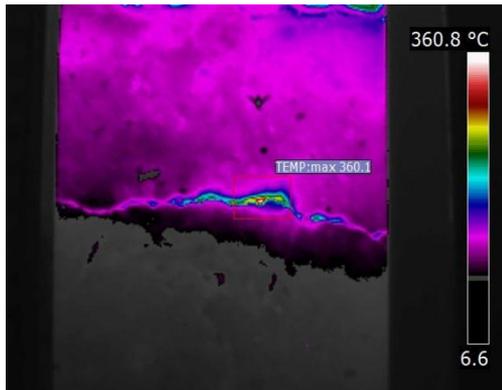
- Deformação visível da estrutura do forno.
- Temperatura da estrutura do forno superior a temperatura determinada pelo fabricante.

Imagem 03	
Gradiente térmico Ar1	566 °C
Gravidade térmica	<b>ALTA</b>
Sp1 temp.	220°C
Object Distance	1.8 m
Emissivity	0,66
Relative Humidity	62.0 %
Atmospheric Temperature	23.0 °C
Reflected Temperature	38.0 °C

# Gradientes da estrutura lateral do forno Rotativo



# Gradientes do teto do forno Rotativo



## Conclusão

- Registrou-se um total de 51 gradientes térmicos em toda estrutura, sendo 39 gradientes nas laterais e 12 gradientes no teto.
- Todos os gradientes térmicos (12) encontrados no teto do equipamento são de gravidade térmica alta.
- Encontrou-se, na laterais do equipamento, 01 gradiente térmico de gravidade baixa, 11 gradientes de gravidade média e 27 regiões de gravidade térmica alta.
- Hoje o forno rotativo é considerado um equipamento crítico, pois todos os tarugos, antes de serem laminados, passam pelo equipamento. A queda da estrutura refratária ou avaria da estrutura do forno Rotativo, causaria uma parada não programada do equipamento, impactando diretamente na confiabilidade de toda a usina.

## Ação tomada

- Estudo de engenharia para analisar a estrutura do Forno Rotativo e avaliar a rigidez das travessas do teto.
- Substituição do refratário em algumas regiões do forno.
- Criar contraflexa nas vigas de sustentação do teto de modo a reduzir o esforço transmitido ao refratário (conclusão do estudo de engenharia).

# Gradiente identificado no forno Rotativo

Imagem termográfica



Imagem fotográfica estrutura externa



Imagem fotográfica estrutura interna



# Gradiente identificado no forno Rotativo

Imagem termográfica

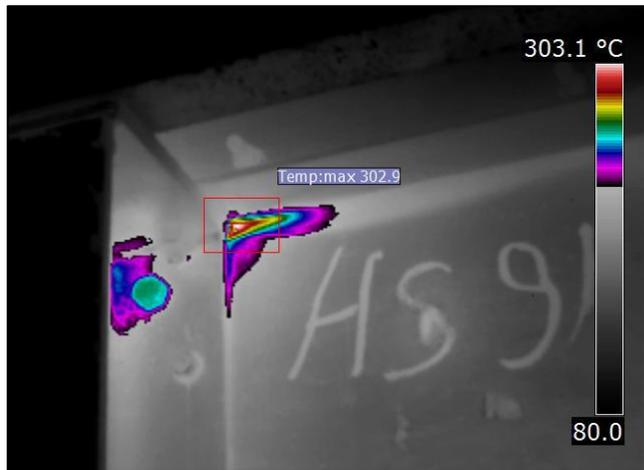


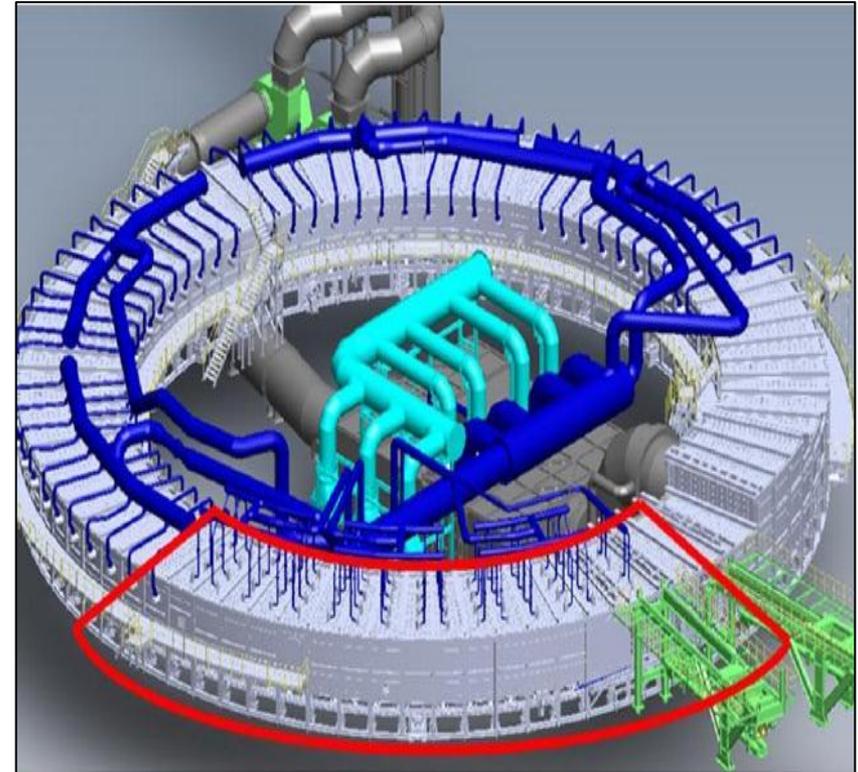
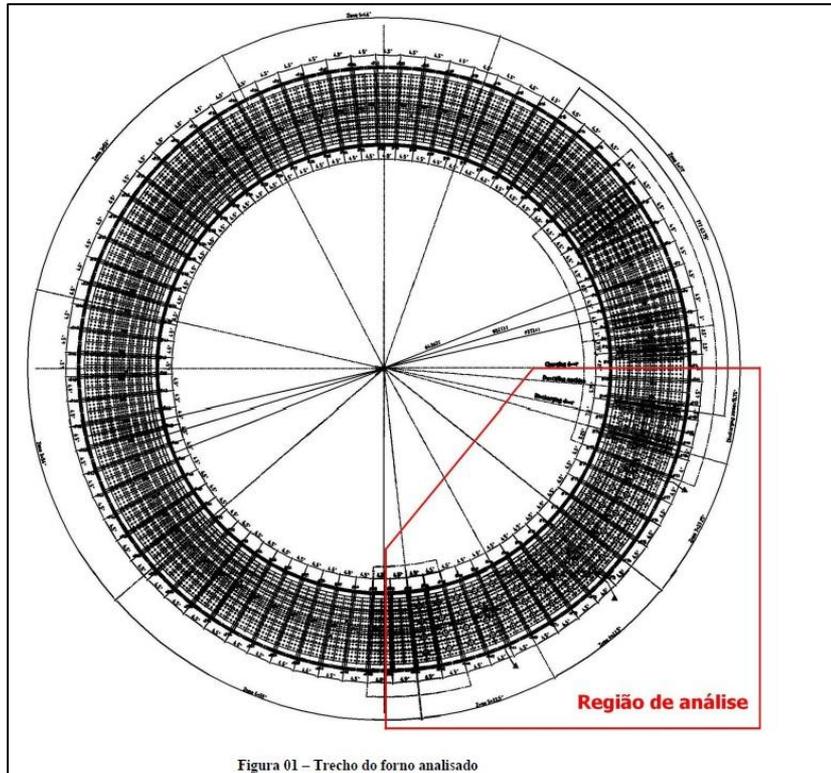
Imagem fotográfica estrutura externa



Imagem fotográfica estrutura interna



# Região crítica do forno Rotativo



**Obrigado**

**Contatos:**

**Guilherme Luiz: [glvieira@isqbrasil.com.br](mailto:glvieira@isqbrasil.com.br)**

**Inspetor de termografia Nivel 1**

**Telefone: (031) 94382534**

