



**anp**  
Agência Nacional  
do Petróleo,  
Gás Natural e Biocombustíveis

## Alerta de Segurança 010 - ANP/SSM

### Contaminação cruzada em trocador de calor de planta de produção offshore

Esta Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente alerta a indústria de petróleo, gás e demais partes interessadas sobre a possibilidade de ocorrência de mistura de correntes de processo devido a furo no lado tubo de trocador de calor primário em planta de produção *offshore*.

### O que ocorreu?

O evento ocorreu em unidade de produção. Devido à alta viscosidade do óleo, é necessário o aquecimento usando trocadores de calor que utilizam vapor como utilidade de aquecimento. O vapor é gerado na caldeira existente a bordo e circula em circuito fechado.

Foi detectada diminuição na eficiência da troca térmica no trocador de calor C com suspeita de vazamento entre as correntes de óleo e vapor. Após o isolamento do equipamento foram observados indícios de presença de óleo no purgador de vapor, no tanque de água de caldeira e no lado de vapor do trocador. Amostras de condensado foram analisadas e após a confirmação da presença de óleo cru na água de alimentação do boiler foi decidido parar a planta de processo.

A realização de testes de pressão nos três trocadores acusou a ocorrência de furos em todos os equipamentos. O diagrama e o perfil do trocador a seguir ilustram a sequência do incidente e as fotos refletem os resultados dos ensaios realizados.

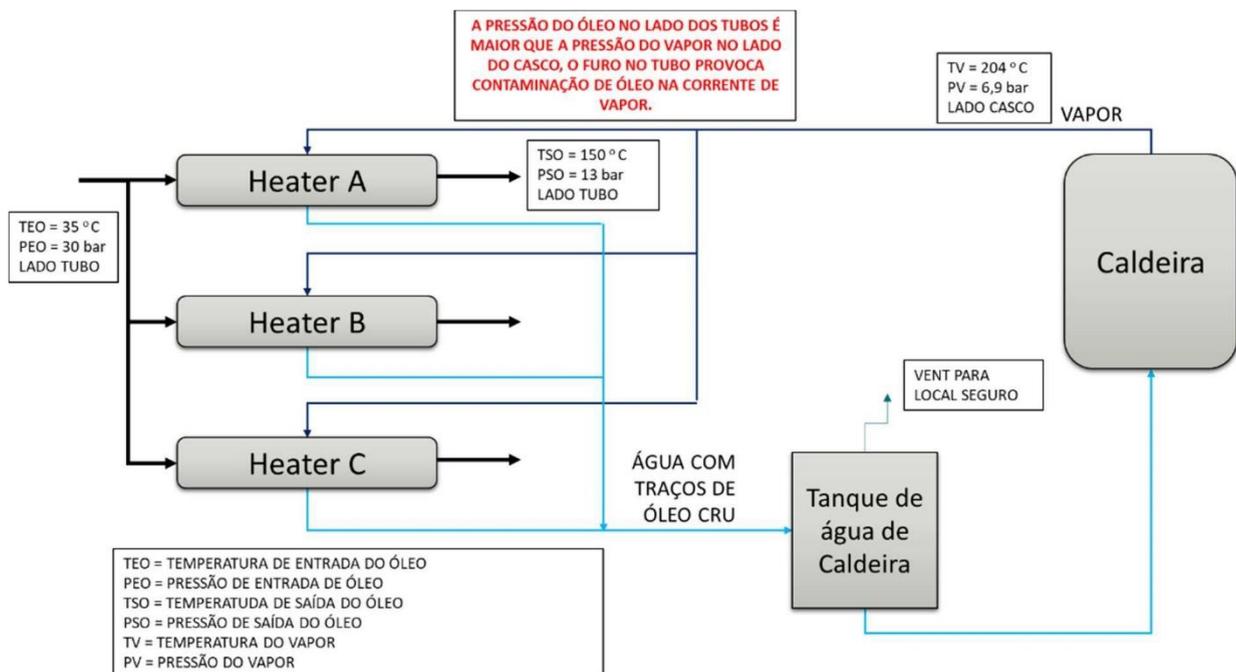


Figura 1 – Esquemático do sistema de trocadores de calor a vapor e caldeira

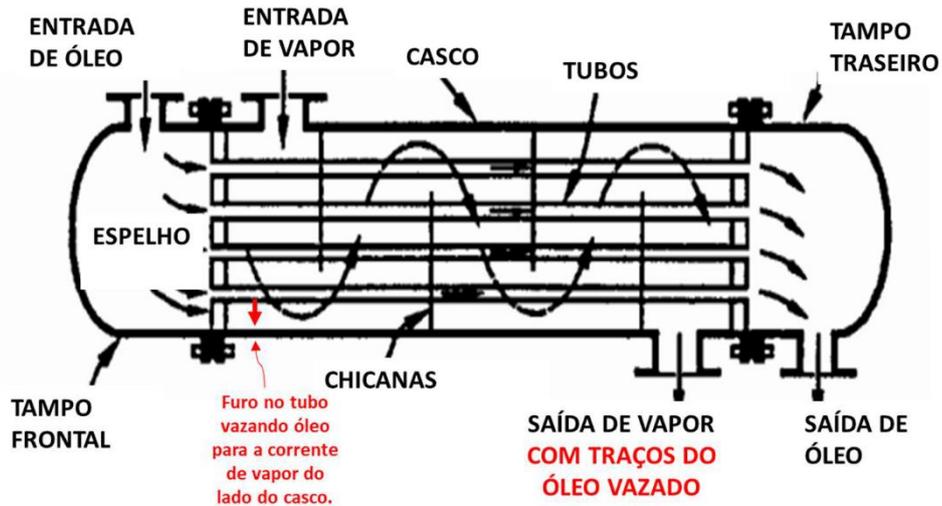


Figura 2 – Desenho esquemático com vista em corte do trocador de calor

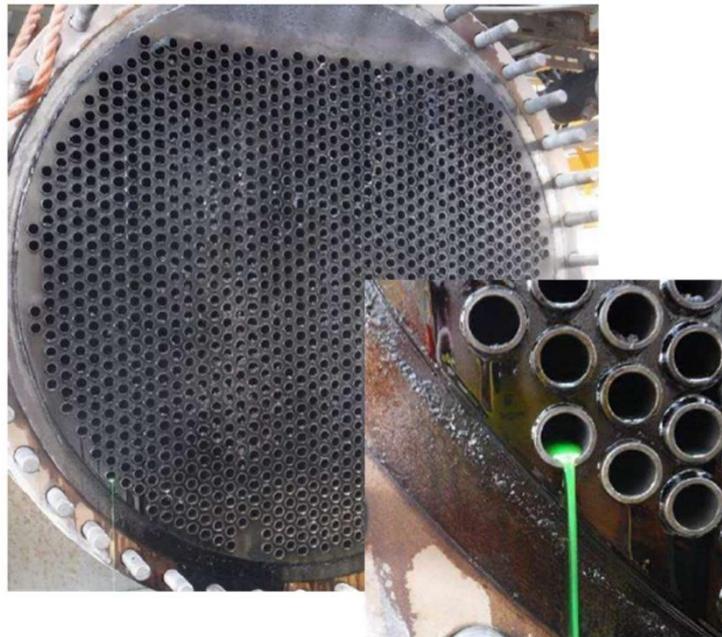


Figura 3 – Espelho com os tubos do trocador de calor e evidência de vazamento durante teste

### *Possíveis consequências*

O evento ocorrido resultou em parada da planta de produção com prejuízos materiais e de perda de produção por período superior a três meses.

O incidente não atingiu sua consequência potencial total. Sob diferentes condições, uma rachadura dos tubos dos trocadores de calor primários poderia ocorrer, e uma quantidade maior de gás / óleo poderia ser liberada no sistema de vapor / condensado, o que poderia resultar em explosões ao aquecer o condensado contaminado na caldeira e a perda total de aquecimento a vapor para a planta de processo.

## Causas identificadas

A investigação realizada pela operadora determinou como causa imediata dos furos nos trocadores a ocorrência de corrosão nos tubos de aço carbono. Foram identificados três mecanismos de corrosão atuantes nesse caso: corrosão por CO<sub>2</sub>, corrosão por influência microbológica e corrosão por incrustação, devido à presença de água livre na corrente de óleo cru. Assim, as causas raízes identificadas para o evento foram ligadas ao projeto do equipamento ou da unidade, a saber:

- Falha na identificação das premissas de projeto para a melhor seleção de material do equipamento;
- Falha na avaliação da possibilidade de aumento do BSW durante a vida útil dos poços.

## Lições aprendidas

- Avaliar na fase de projeto todas as variáveis de processo atuais e possíveis alterações durante a vida útil do empreendimento.
- Instalar e manter barreiras adequadas ao cenário de presença de hidrocarbonetos na água de caldeira, como os detetores de hidrocarbonetos na ventilação do tanque de água das caldeiras, instrumentação e sistemas de alívio que evitam o escalonamento do cenário caso o vazamento aumentasse. No caso de eventual rachadura dos tubos com vazamento para o lado do vapor, o escalonamento para um incidente com maior gravidade seria evitado em função das seguintes barreiras instaladas, conforme indicado na norma API RP 14C seção A10 incluindo:
  - Sensores de pressão alta e baixa no lado dos tubos e do casco;
  - Válvulas de alívio no lado dos tubos e do casco;
  - Sensores de temperatura alta e baixa no lado dos tubos e do casco.
- Necessidade de atualização das análises de riscos sempre que as condições de processo forem alteradas.
- Necessidade de verificar a abrangência do cenário para todos os equipamentos similares e implementar as medidas necessárias ao controle do risco.

## Legislação

De acordo com o item 10.3 do Regulamento Técnico do Sistema de Gestão de Segurança Operacional (RT-SGSO), anexo à Resolução ANP nº 43/2007, o operador da Instalação deverá estabelecer um sistema de forma que: a) Todos os aspectos que possam introduzir riscos à Segurança Operacional sejam devidamente considerados no projeto da Instalação e em suas revisões subsequentes nas fases de projeto, construção, instalação e desativação.

Ademais, o item 10.2.1 do RT-SGSO preconiza que o Operador da Instalação deve atender aos critérios de projeto e considerar as normas, os padrões da indústria e boas práticas de engenharia no planejamento do projeto, construção, instalação e desativação da Instalação. Ressalta-se que os trocadores de calor são equipamentos que devem seguir os requisitos da NR-13 (Caldeiras, vasos de pressão, tubulações e tanques metálicos de armazenamento) e as boas práticas previstas pelo API – *American Petroleum Institute* e pela TEMA – *Tubular Exchanger Manufacturers Association*.

## Contato

Para informações adicionais sobre esse Alerta de Segurança, entrar em contato com a Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente da ANP através do e-mail [incidentes@anp.gov.br](mailto:incidentes@anp.gov.br).