



**Faculdade de Engenharia
Da Universidade do Porto**

**Departamento de Engenharia
Metalúrgica e de Materiais**



Petróleos de Portugal

Petrogal, sa

**Direcção da Refinaria do Porto
Área de Inspecção**

Estágio Industrial na Área de Inspeção de Equipamento Estático da Refinaria do Porto da da Petrogal, SA.

18 / 07 / 2000

Realizado por:

José Miguel M. S. Vieira

Orientadores:

Prof. José R. T. Cavalheiro (FEUP)

Eng. António P. O. Vasconcelos (Petrogal)

Estágio Curricular co-financiado pelo:

**669(047.3)
LEMM 1999/VIEj**

COMUNIDADE EUROPEIA

Fundo Social Europeu



**UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu**



Mais Educação



**Faculdade de Engenharia
Da Universidade do Porto**

**Departamento de Engenharia
Metalúrgica e de Materiais**



Petróleos de Portugal

Petrogal, sa

**Direcção da Refinaria do Porto
Área de Inspecção**

Estágio Industrial na Área de Inspeção de Equipamento Estático da Refinaria do Porto da da Petrogal, SA.

18 / 07 / 2000

Realizado por:

José Miguel M. S. Vieira

Orientadores:

Prof. José R. T. Cavalheiro (FEUP)

Eng. António P. O. Vasconcelos (Petrogal)

Estágio Curricular co-financiado pelo:

prodep
PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCATIVO PARA PORTUGAL

COMUNIDADE EUROPEIA

Fundo Social Europeu



**UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu**

prodep III
Maid Educação

669(047.3)/LEMM 1999/viEj

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca M	
Nº	87331
CDU	
Data	23/04/2007



ÍNDICE

Capítulo I

Introdução à Empresa Petrogal SA	1
Refinação	1
Refinaria do Porto	2
Localização	3
História	3
Estrutura da Refinaria	5
Área de Inspeção	12

Capítulo II

RELBASE – Base de dados de relatórios efectuados	14
Introdução	14
Como funciona?	14
Regras de utilização da base de dados	16
Implementação	17
Elaboração e Estrutura	18

Capítulo III

Termografia	21
Conceitos Fundamentais	21
Inspeção por termografia	25
Relatórios de Inspeção por termografia	26

Capítulo IV

Inspeção ao Pipeline Refinaria/Terminal	62
Inspeção através de “porcos instrumentados”	62
Ferramentas de Inspeção In-line	63
Informação provenientes dos “porcos inteligentes”	64
Tipos de ferramentas disponíveis	65
Conclusões	68

Capítulo V

Trabalhos na Área de Inspeção de Equipamento ainda em curso	69
Introdução	69
Preparação da Inspeção ao Pipeway da Rua “M”	69

Capítulo VI

Conclusões	78
------------------	----

Referências Bibliográficas	79
----------------------------------	----

Anexos	80
--------------	----

Agradecimentos

Os meus agradecimentos ao Sr. Prof. José Cavalheiro, meu orientador na Faculdade de Engenharia e ao Sr. Eng. António Paulo Vasconcelos, meu orientador na Petrogal, por toda a ajuda prestada, pelos conhecimentos que me transmitiram e por terem permitido a realização deste Estágio.

A todo pessoal da Área de Inspeção da Refinaria do Porto da Petrogal S.A. pela sua ajuda sempre pronta e pela forma como me receberam.

À Sra. Eng^a. Maria José Oliveira, e pela cedência de toda a documentação necessária, e por toda a ajuda prestada nas Termografias.

Ao meu irmão pelas suas revisões habituais...



Capítulo I - Introdução à empresa Petrogal, SA

1. REFINAÇÃO

A actividade de refinação da Petrogal processa-se através das suas refinarias de Sines e do Porto, com uma capacidade global de destilação de petróleo bruto de 15,2 milhões de toneladas/ano. Em 1998 estas refinarias garantiram o abastecimento fiável de cerca de 86% de todos os produtos petrolíferos consumidos no nosso país a preços internacionais altamente competitivos.

A quantidade de petróleo e outras matérias primas tratadas durante 1998 atingiu 14,6 milhões de toneladas, o que representa uma taxa de utilização de 89%, valor muito próximo da média europeia (cerca de 90%), correspondendo a um crescimento de 5,4% em comparação com o ano de 1997.

Paralelamente, a Refinaria de Sines atingiu um novo recorde histórico, ao tratar 9,4 milhões de toneladas, enquanto a Refinaria do Porto se situou nos 5,0 milhões de toneladas.

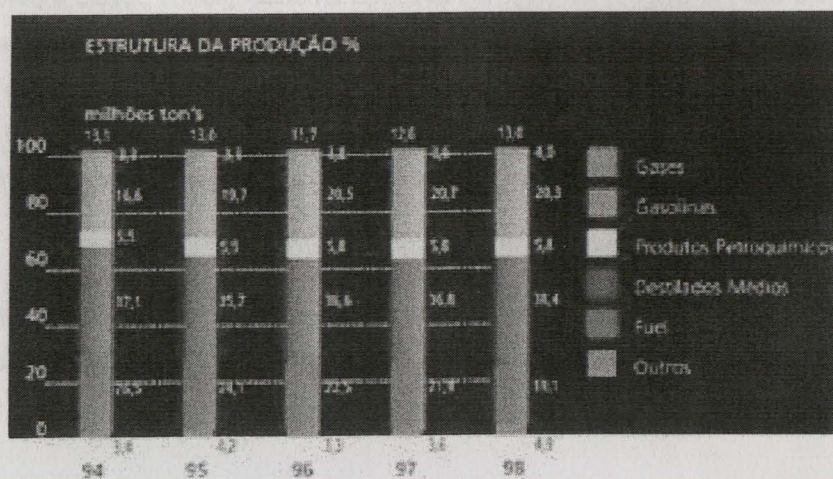


Figura nº 1 –Estrutura da Produção do ano de 1998

A indústria de refinação tem estado sujeita, desde o início da presente década, a uma situação de baixa rentabilidade económica. As margens associadas à destilação (atmosférica) primária têm sido praticamente nulas, enquanto as referentes aos processos de conversão têm sido insuficientes para gerar os fundos que suportem o investimento necessário ao cumprimento das progressivas exigências ambientais.

Esta situação tem afectado a Petrogal, face à sua exposição à forte concorrência do mercado global, onde se insere, que é um dos mais transparentes e competitivos a nível mundial. Perante estes desafios, a Empresa tem vindo a desenvolver grandes esforços no domínio da redução de custos e da optimização operacional.



Na sequência do trabalho desenvolvido, concluiu-se em 1998 o estudo de Reconfiguração Integrada do aparelho refinador e deu-se início à sua materialização com o arranque do projecto de construção de um Splitter de Reformado, para redução de benzeno nas gasolinas, e de uma unidade Tatoray, para aumentar a produção de xilenos e de benzeno a partir de aromáticos pesados e de tolueno.

No âmbito deste estudo, a Empresa vai ter de investir, nos próximos quatro anos, cerca de 175 milhões de contos nas suas Unidades Industriais, para cumprir as especificações ambientais relativas à qualidade da gasolina e do combustível para motores a diesel, consignadas na directiva europeia do programa Auto-Oil, e para poder satisfazer alterações na procura de produtos, especialmente os resultantes do fenómeno de dieselização do parque automóvel e da composição da oferta de petróleo bruto. A estes investimentos extraordinários sobrepõem-se ainda os investimentos ordinários a realizar anualmente nesta área, pelo que o esforço financeiro a suportar, neste período, no negócio da refinação da Empresa, irá ultrapassar os 210 milhões de contos.

Uma vez concretizados estes projectos, a Refinaria de Sines poderá assumir-se como uma das melhores refinarias de conversão da Europa e a Refinaria do Porto como uma das melhores refinarias europeias de especialidades.

2. Refinaria do Porto

O Complexo Industrial do Porto pode ser caracterizado do seguinte modo:

É constituído por linhas de:

- produção e tratamento de combustíveis;
- produção de óleos base e de óleos lubrificantes;
- produção de produtos aromáticos e de solventes
- fabricação de massas lubrificantes;
- fabricação e moldação de parafinas;
- produção de betumes
- produção de enxofre

Caracteriza-se pelo seu elevado grau de integração, automatismo, versatilidade, adequação tecnológica, eficiência e economia de funcionamento. Possui no seu conjunto cerca de trinta Unidades Processuais e dispõe de pessoal altamente qualificado.



Permite, devido à sua flexibilidade processual, o tratamento de ramas de proveniência e características muito diversificadas (22.1° a 44.6° API).

Fornece, através da Fábrica de Aromáticos e Solventes, matérias primas para indústrias a jusante, especialmente Petroquímica e está preparada para fabricar novos produtos para novas indústrias.

Fabrica produtos competitivos em qualidade e preço, para os diversos mercados.

3. Localização

As instalações do Complexo Industrial do Porto encontram-se situadas nas freguesias de Leça da Palmeira e de Perafita, no concelho de Matosinhos, a noroeste da costa portuguesa, na rota dos navios-tanque e com fácil acesso a importantes mercados consumidores.

Planta

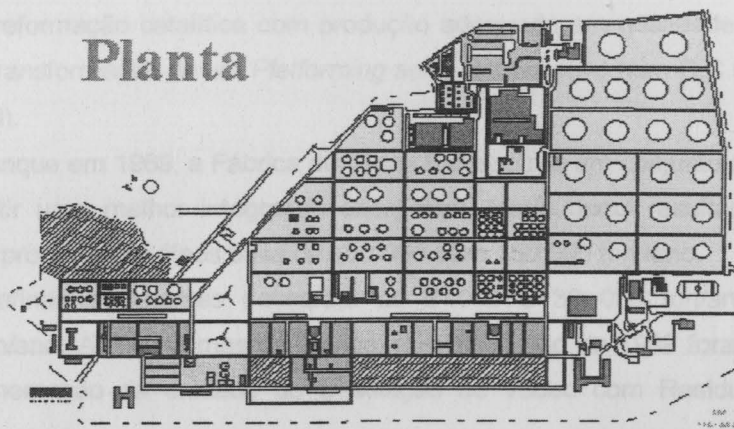


Figura 2 – Planta da refinaria. Zona de armazenamento a amarelo, zona de produção a azul e edifícios de serviços a vermelho.

4. História

O Complexo Industrial, localizado no concelho de Matosinhos, entre a Boa-

Nova e o Cabo do Mundo, possui uma área aproximada de 290 hectares e está interligada ao terminal para petroleiros no porto de Leixões por vários oleodutos com cerca de 2 Km de extensão.

Os trabalhos de construção iniciaram-se em Setembro de 1967, o arranque das unidade processuais foi efectuado dois anos mais tarde, em Setembro de 1969 e a inauguração oficial da Refinaria teve lugar em 5 de Junho de 1970.

Foi construída para processar 2 milhões de ton/ano de Petróleo Bruto (PB).

Possui uma capacidade de armazenagem da ordem dos 1 880 000 m³, dos quais cerca de 680 000 m³ são para ramas de petróleo e 1 200 000 m³ para produtos intermédios e finais.

Entre Setembro e Dezembro de 1973, foi efectuado um primeiro *revamping* para 4.5 milhões de ton/ano, que consistiu na transformação da unidade de viscorredução e craqueamento térmico numa nova unidade de viscorredução, sendo o equipamento entretanto disponível, reaproveitado para a implantação de uma nova destilação atmosférica (Un.1800).

Para poder responder ao crescimento do consumo de combustíveis, foi efectuado um segundo *revamping*, que consistiu na construção de uma nova linha de tratamento de PB - linha 3000.

Esta ampliação permitiu, a partir de 21 de Agosto de 1975, o processamento de 7.5 milhões de ton/ano de PB.



Como resultado do "choque" petrolífero de 1973/74 e o posterior arranque da Refinaria de Sines, verificou-se uma diminuição drástica do tratamento de PB na Refinaria do Porto, implicando a paragem de várias unidades da linha 1000 (linha inicial de processamento de PB) entre 1978 e 1982.

A capacidade da Refinaria ficou, pois, definida no seu valor actual de 4.4 milhões de ton/ano (335 dias/ano). Em Maio de 1981, diversificando a indústria da refinação, iniciou a laboração a Fábrica de Aromáticos, com uma capacidade de produção de 350 000 ton/ano (330 dias/ano) de Benzeno, Tolueno, Paraxileno, Ortóxileno e Solventes Aromáticos e Alifáticos, produtos que são maioritariamente colocados no mercado externo.

A necessidade de manter as unidades de reformação catalítica com produção adequada em qualidade e quantidade, implicou em Março de 1983 a transformação de um *Platforming semi-regenerativo* num C.C.R. – *Continuous Catalyst Regeneration* (U-3300).

Sem qualquer modificação desde o seu arranque em 1969, a Fábrica de Óleos Base sofreu um conjunto de alterações em 1984, no sentido de permitir uma melhor integração energética, tendo daqui resultado também um aumento da sua capacidade de produção de óleos base de 100 000 para 150 000 ton /ano.

Do mesmo modo, as produções de Parafinas e Betumes passaram de 5 000 e 30 000 ton/ano, respectivamente para 10 000 e 130 000 ton/ano. Ainda na mesma fábrica, durante o ano de 1989 foram efectuadas alterações para permitir a alimentação da unidade de Destilação de Vácuo com Resíduo Atmosférico proveniente do exterior.

Uma nova política de objectivos, na qual se insere a contratação para tratamento de Petróleo Bruto de terceiros na Refinaria e a necessidade de uma optimização global das unidades *Unifining* e *Platforming* da linha I de Combustíveis (Un.1200 e 1300), conduziu à sua reactivação em 1988 e posterior modificação, no sentido de um aumento de capacidade e de uma redução significativa dos consumos energéticos. Estas alterações ocorreram entre 15 de Março e 21 de Maio de 1991 e tiveram como consequência a paragem do *Unifining* da linha 3000 (Un.3200).

Correspondendo ao aumento de pureza e ao crescimento de consumo do Paraxileno no mercado internacional, foram ainda efectuadas em 1992 na Parex diversas modificações que permitiram o aumento de produção da Fábrica de Aromáticos para 440 000 ton/ano e uma melhor qualidade.

Em 1994 foi efectuada uma modernização na unidade de Destilação de Vácuo da Fábrica de Óleos Base, da qual resultou um aumento de capacidade e uma melhor eficiência energética.

As crescentes exigências no domínio ambiental, deram origem à construção, durante os anos de 1996/1997, de uma Estação de Enchimento de Carros Tanque por Baixo com unidade de Recuperação de Vapores (VRU), de uma nova unidade de Dessulfuração de Gasóleo e ainda das instalações que lhe estão associadas: Unidade de Produção de Enxofre, *Stripper* de Águas Ácidas e *Revamping* da Unidade de Aminas.

Finalmente, no sentido de aumentar a operacionalidade da Refinaria e com isso incrementar a sua rentabilização, foi instalada durante os anos de 1997/98 uma Monoboia ao largo do Porto de Leixões.



5. Estrutura da Refinaria

5.1 Fábrica de combustíveis

CAPACIDADE DE TRATAMENTO: cerca de 3.230.000 ton/ano de Petróleo Bruto

A Fábrica de Combustíveis é constituída por 14 Unidades Processuais que, utilizando o petróleo bruto e outras matérias primas, obtêm toda a gama de produtos combustíveis, incluindo grande parte de matéria prima que alimenta a Fábrica de Aromáticos e Solventes.

Dada a flexibilidade e interligação das suas instalações, é possível tratar uma grande variedade de petróleos brutos escolhendo-se para cada caso a solução mais adequada, de acordo com a qualidade de matéria prima a processar e as necessidades do mercado.

No sentido de minimizar os consumos de energia e as perdas inerentes ao processo de fabrico, têm sido implementados novos esquemas operacionais e tecnologias energeticamente mais eficientes.

Os produtos combustíveis são obtidos através de operações de separação física, tratamento químico ou ainda por processos de conversão da estrutura molecular de algumas famílias de hidrocarbonetos.

UNIDADES PROCESSUAIS

Destilação Atmosférica

Submete-se a carga (petróleo bruto) a uma destilação fraccionada de onde se obtêm produto de topo (gases, gasolina leve e gasolina pesada), petróleo, gasóleo e resíduo atmosférico. O produto de topo é ainda sujeito a um "*splitting*" para produzir gasolina leve posteriormente desbutanizada e gasolina pesada que segue como carga da Unidade de Dessulfuração de Gasolina Pesada (*Unifining*). Os restantes produtos são enviados para a armazenagem.

Tratamento do Petróleo (*Bender*)

Trata o petróleo vindo da Destilação transformando os "*mercaptans*" (compostos de enxofre corrosivos) em bissulfuretos; elimina o gás sulfídrico e os ácidos nafténicos e remove a maior parte dos compostos da Unidade de aromáticos. A carga desta é, deste modo, transformada num petróleo não corrosivo, com bom ponto de fumo e que satisfaz as exigências do mercado. A maior parte do petróleo tratado destina-se à produção de combustíveis para a aviação.

Dessulfuração de Gasolina Pesada I e II (*Unifining*)

Promove a conversão catalítica, em atmosfera de hidrogénio, dos compostos de enxofre, oxigénio, azoto e outros contaminantes e a respectiva remoção, por forma a tornar a gasolina pesada compatível com o catalisador da Unidade a jusante (*Platforming*). A gasolina pesada é ainda submetida a um "*stripping*" que liberta um efluente gasoso enviado para a Unidade de Tratamento de Gases por Amina, para depois ser incorporado no gás de refinaria.



Reformação Catalítica I e II (*Platforming*)

Sujeita a gasolina pesada dessulfurada e misturada com uma corrente de gás rico em hidrogénio a diversas reacções químicas na presença de um catalisador. O reformado de alto índice de octano obtido nesta unidade é utilizado como componente do "*blending*" de gasolinas e como carga da Fábrica de Aromáticos e Solventes.

Merox de Gases de Petróleo Liquefeitos e de Gasolina Leve

Remove, por tratamento químico das duas cargas, os "*mercaptans*" e transforma-os em bissulfuretos, portanto sem os inconvenientes que os caracterizam. A extracção dos "*mercaptans*" é feita por lavagem, em contracorrente, com soda, sendo a sua conversão conseguida por meio de um catalisador adequado. Os Gases de Petróleo Liquefeitos (G.P.L.) oriundos da Unidade de Recuperação de Gases são aqui tratados e voltam à mesma Unidade. A gasolina leve, depois de tratada, segue para a armazenagem para ser utilizada como componente no fabrico de vários produtos.

Tratamento de Gás por Amina I e II e Recuperação de Gases

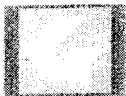
Processa a extracção do gás sulfídrico nas várias correntes gasosas, utilizando uma lavagem com dietanolamina em contracorrente e submete a uma desetanização os efluentes líquidos em que predominam os G.P.L. provenientes das diferentes Unidades. Os produtos resultantes são: gás sulfídrico que é enviado à Unidade de Recuperação de Enxofre e os G.P.L. que são enviados à Unidade Merox e que, regressando a estas Unidades, são separados em Propano e Butano comerciais.

Dessulfuração de Gasóleo I e II

É, na sua essência, um processo de hidrodessulfuração do gasóleo (tratamento na presença do hidrogénio e de um catalisador adequado) por forma a baixar drasticamente o seu teor de enxofre. Ao gasóleo tratado são ainda retiradas por "*stripping*" as fracções leves, de modo a que o produto final obedeça às exigências do mercado.

Recuperação de Enxofre

Baseia-se, fundamentalmente, na queima controlada dos efluentes ricos em gás sulfídrico e sua posterior conversão catalítica, obtendo-se assim enxofre elementar. Deste modo, consegue-se, simultaneamente, melhorar a qualidade do gás de refinaria e respeitar os limites de poluição estabelecidos.



5.2 Fábrica de aromáticos e solventes

PRODUÇÃO: 440.000 Ton/ano

Situada, na cadeia de produção, a jusante da Fábrica de Combustíveis da qual recebe a respectiva carga, complementa a indústria de refinação do Complexo, produzindo matéria prima para a indústria petroquímica e solventes de uso geral.

Incorpora recentes avanços tecnológicos, estando automatizada e com meios sofisticados de controlo de produção, destacando-se pela fiabilidade, economia do seu funcionamento e qualidade dos seus produtos.

UNIDADES PROCESSUAIS

Predestilação Atmosférica

Prepara as alimentações das Unidades a jusante. Recebe reformado produzido na Refinaria ou importado e dispõe de 3 colunas de destilação onde se preparam o corte de C6/C7 de alimentação à Unidade Arosolvan e o corte de C8 (xilenos) de alimentação às Unidades Parex e Isomar. A fracção leve em C5 e a fracção de aromáticos pesados são utilizadas como componentes da nafta química e dos diferentes tipos de gasolinas.

Arosolvan

Trata um corte rico em C6/C7, separando os componentes alifáticos dos aromáticos por extracção líquido/líquido e tratamento com argilas. Rectifica, por destilação, o Benzeno e Tolueno, obtendo-se produtos de elevada pureza. O refinado alifático obtido nesta Unidade poderá ser usado para produção de solventes alifáticos na Unidade de Solventes, ou utilizado como componente de gasolinas e nafta química.

Parex

Trata uma carga rica em isómeros de xilenos dos quais se extrai o Paraxileno, utilizando um sistema complexo de adsorção e desorção sucessivas, controladas por um computador analógico. O Paraxileno é depois rectificado até um elevado grau de pureza.

Isomar

Realiza a isomerização dos xilenos e etilbenzeno da corrente de retorno vinda da Parex, após extracção do Paraxileno. Pretende-se assim restabelecer o equilíbrio dos isómeros de xilenos, com uma perda mínima em saturados e aromáticos mais leves. A isomerização realiza-se em atmosfera de hidrogénio e na presença de um catalisador. Nesta mesma Unidade obtém-se e rectifica-se o Ortóxileno por destilação a um grau de pureza elevado.



Unidade de Produção de Solventes

A partir do refinado alifático proveniente do Arosolvan e da fracção de aromáticos pesados proveniente da unidade de predestilação, são produzidos por fraccionamento diversos tipos de solventes alifáticos e aromáticos.

Unidade Produtora de Azoto

O azoto é produzido por destilação do ar a temperaturas de cerca de 150°C negativos, sendo utilizado por razões de segurança de operação e ambientais.

5.3 Fábrica de óleos base

CAPACIDADE DE TRATAMENTO: Cerca de 1.180.000 ton/ano de Petróleo Bruto

Utilizando como matéria prima um petróleo bruto de constituição essencialmente parafínica, a Fábrica de Óleos Base, após uma separação prévia das fracções dos hidrocarbonetos mais leves que envia para a Fábrica de Combustíveis, fracciona o resíduo mais pesado, produzindo destilados que são o primeiro estágio da produção de óleos base.

As Unidades Processuais que constituem a Fábrica de Óleos Base utilizam técnicas de extração líquido/líquido com solventes apropriados, de molde a separar como subprodutos as famílias de hidrocarbonetos consideradas indesejáveis na constituição dos produtos lubrificantes.

A qualidade dos produtos lubrificantes que se obtêm, nomeadamente no que respeita aos óleos base, tem elevada cotação internacional, facto que tem permitido a sua exportação para os mercados mais exigentes.

UNIDADES PROCESSUAIS

Destilação Atmosférica e de Vácuo (Un. 2000)

Processa petróleos brutos parafínicos. A separação em diversos destilados é feita em duas colunas, uma à pressão atmosférica, outra sob vácuo.

Todos os destilados da coluna atmosférica são enviados para a Fábrica de Combustíveis com excepção do resíduo atmosférico que é transferido para a coluna de destilação de vácuo, na qual se obtêm os destilados de vácuo que originarão os óleos base após tratamento conveniente.

Desasfaltação pelo Propano (Un. 2100)

Trata o resíduo de vácuo proveniente da coluna de destilação sob vácuo, por um processo de extracção líquido/líquido, cujo solvente é o propano líquido. Desta extracção resulta um óleo desasfaltado (*bright stock*) e um resíduo asfáltico. O primeiro, é submetido a diversos tratamentos obtendo-se o óleo base correspondente; o segundo, é utilizado na produção de betumes ou incorporado no fuelóleo.



Extracção de Aromáticos pelo Furfural (Un. 2200)

Os destilados de vácuo e o desasfaltado, provenientes da unidade de destilação sob vácuo e da unidade de desasfaltação pelo propano, são submetidos a um processo de extracção líquido/líquido, cujo solvente é o furfural, no sentido de se obterem óleos refinados com índice de viscosidade elevado. Os extractos resultantes deste processo de tratamento, ricos em hidrocarbonetos aromáticos, podem ser comercializados como especialidades, fluxantes de fuelóleo ou utilizados como componente na produção de betumes.

Desparafinação pelos Solventes Mek e Tolueno (Un. 2300)

Retira dos refinados/destilados, as parafinas de ponto de fusão elevado, de modo a serem obtidos óleos desparafinados com baixos pontos de fluxão, utilizáveis a baixas temperaturas. O processo de tratamento nesta unidade, utiliza um solvente misto constituído por metiletilcetona (MEK) e tolueno. As parafinas obtidas na etapa de desparafinação são posteriormente fraccionadas, originando dois tipos de parafinas: duras e moles. As parafinas duras vão ser submetidas a um tratamento posterior de refinação e as parafinas moles são comercializadas como especialidades ou incorporadas como fluxante no fuelóleo.

Tratamento pelo Hidrogénio (Un. 2400)

Trata, por hidrogenação, os óleos desparafinados, na presença de um catalisador apropriado, para garantir adequadas características de cor, estabilidade térmica e à oxidação, necessárias ao produto final desta fábrica - o Óleo Base.

Percolação de Parafinas (Un. 2500)

Trata as parafinas duras, provenientes da unidade de desparafinação por solventes, por um processo de adsorção sólido-líquido, utilizando a bauxite activada como adsorvente. Na bauxite ficam retidos os componentes que conferem cor e instabilidade às parafinas, resultando deste tratamento, parafinas refinadas com características adequadas à comercialização como especialidade de grande valor acrescentado.

Produção de Betumes (Un. 2600)

Produz betumes para pavimentação por mistura adequada de resíduo asfáltico, resíduo vácuo e extracto aromático e betumes industriais, por partidas (BATCH) através da oxidação de uma carga apropriada constituída por resíduo vácuo e um destilado de vácuo. Nesta unidade produz-se uma diversificada gama de betumes com as características exigidas pelo mercado.



5.4 Fábrica de lubrificantes

A actividade desta Fábrica abrange dois grandes grupos de produtos:

- I. Óleos Lubrificantes, existindo três linhas de produção autónomas, sendo duas automáticas (uma em contínuo e a outra por partidas) e a terceira manual por partidas
- II. Massas Lubrificantes, para cuja produção existe uma linha por partidas.

As capacidades nominais de produção são de 80 000 ton/ano e 2 000 ton/ano de óleos e massas lubrificantes, respectivamente.

Tendo como matéria prima os óleos base parafínicos provenientes da Fábrica de Óleos Base deste Complexo, as variedades de óleos lubrificantes pretendidos são obtidas a partir de formulações desenvolvidas pela Galp Lubrificantes, assegurando as exigências do mercado e a satisfação das necessidades dos clientes, nas gamas de lubrificantes para automóvel, indústria e marinha.

No que respeita às massas lubrificantes há três grandes variedades, dependendo da sua composição: base lítio, cálcio e sódio.

Utilizando como facilidades de enchimento dez linhas automáticas e semi-automáticas das quais oito para óleos e duas para massas lubrificantes, os produtos são preparados para serem expedidos a granel, em pré-embalados, em baldes e em tambores.

A gestão desta fábrica é feita com recurso a três sistemas de informação, cobrindo as áreas de aprovisionamento e planeamento de fabrico, de controlo das operações de produção e de gestão de stock de produtos e encomendas.

5.5 Salas de controlo

Cada Fábrica do Complexo é constituída por várias unidades processuais com equipamentos interligados, havendo necessidade de controlar grande número de variáveis de operação de forma optimizante.

Para tornar possível este desiderato, todas as unidades estão equipadas com sistema de controlo, de que salientamos o controlo distribuído (DCS) que faz a recolha e o tratamento dos dados do processo e o controlo por computador (controlo avançado), existente em algumas unidades e que a partir dos dados tratados, minimiza o desvio das variáveis prefixadas.

Todas estes sistemas se encontram centralizados nas salas de controlo das Fábricas, Utilidades e Movimentação de Produtos, onde pessoal com formação adequada e experiente gere atentamente o processo.

Nas salas de controlo estão também instalados sistemas de segurança das unidades, geridos por controladores lógicos programáveis (PLC) interligados com os terminais de controlo dos operadores.



5.6 Terminal de petroleiros

O Porto de Leixões possui um Terminal para Petroleiros, construído sobre o quebra-mar natural submerso, com 700 metros de comprimento e 15 metros acima do nível do mar, servindo também de protecção à entrada da barra do Porto de Leixões.

Ligado ao Complexo por cerca de duas dezenas de oleodutos e gasodutos, o Terminal está equipado para recepção de petróleo bruto e de produtos refinados e expedição de extensa gama de produtos intermédios e acabados, combustíveis, lubrificantes, gases de petróleo liquefeitos, aromáticos, solventes e óleos base.

Os produtos fabricados que seguem via Terminal, embarcam com destino a portos nacionais (intercâmbio entre as Refinarias, Parques de Armazenagem da PETROGAL e instalações de terceiros), para abastecimento do mercado interno ou com destino a portos estrangeiros, ao serviço da exportação, em que predominam os óleos base e os produtos químicos.

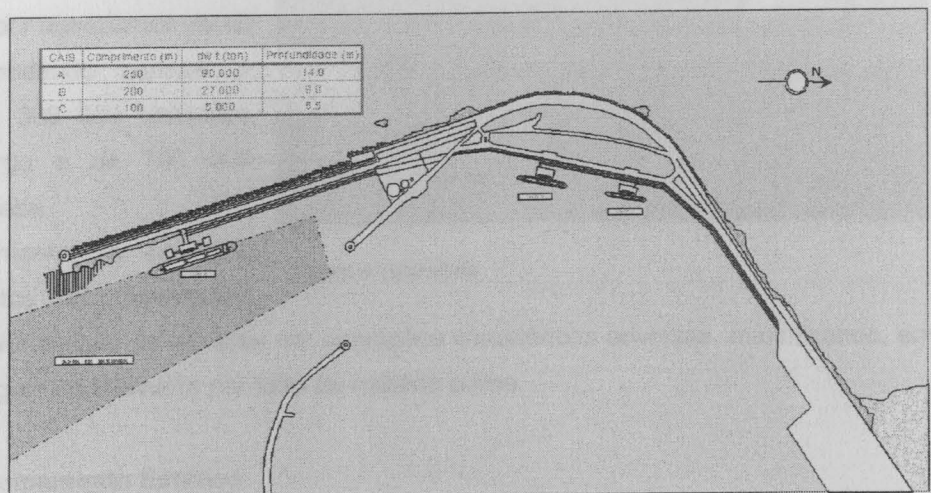


Figura 3 – Terminal marítimo de Leixões

Este Terminal dispõe dos seguintes postos de atracação:

- 1) Ramas de petróleo - para navios até 90.000 tdw e 13,50 metros de calado máximo.
- 2) Produtos refinados, incluindo combustíveis, óleos base, produtos químicos, etc. - para navios até 27.000 tdw e 8,70 metros de calado máximo.
- 3) Gases de Petróleo Liquefeitos (G.P.L.) - para navios até 5.000 tdw e 5,90 metros de calado máximo



5.7 Terminal oceânico

MONOBOIA PARA ATRACAÇÃO E DESCARGA DE PETROLEIROS

É uma infra-estrutura dedicada à descarga de Petróleo Bruto transportado por petroleiros, localizada no Oceano Atlântico a 3 100 m da costa, nas coordenadas 41° 12'N e 8° 45'W na batimétrica dos 30 metros.

Esta monoboia encontra-se ligada à armazenagem do Complexo por um colector de 40 polegadas de diâmetro, podendo permitir a atracação de petroleiros de 300 000 toneladas (VLCC), com 50% de carga e de 135 000 toneladas a 100% de capacidade.

A montagem deste equipamento, vai ter forte impacto na redução dos custos das sobrestadias

dos navios devido à inoperacionalidade do terminal em condições climáticas adversas, minimizando, em simultâneo, os riscos de paragem da Refinaria por falta de matéria prima.

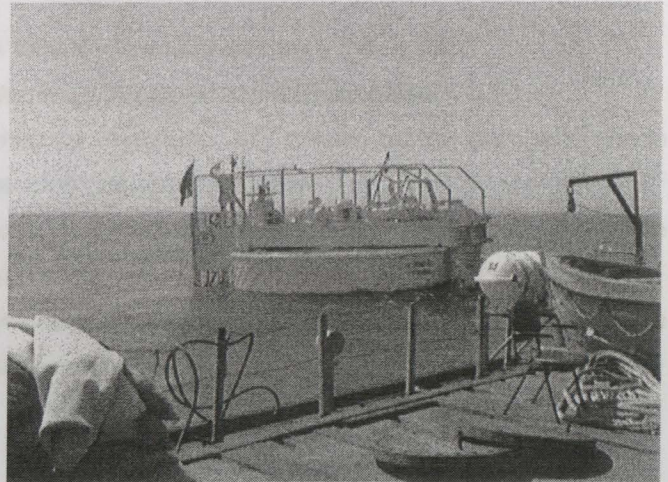


Figura 4 - Monoboia

6. Área de Inspeção de Equipamento Estático

A função principal da Área de Inspeção é assegurar que o equipamento de produção se mantenha em condições de segurança de pessoas e bens, fiabilidade e plena produção, contribuindo para a redução do número de interrupções do processo produtivo e, deste modo, para a diminuição dos custos de manutenção e maior preservação do meio ambiente.

Para cumprimento da sua função, a Área de Inspeção planifica e executa inspecções periódicas ao equipamento, para detecção e quantificação dos danos que ocorrem durante o processo produtivo, tais como:

- ✎ Erosão
- ✎ Corrosão
- ✎ Fadiga
- ✎ Fragilização
- ✎ Deformações
- ✎ Outros



Também procede a uma avaliação da evolução do equipamento, com vista a uma análise preditiva e uma manutenção preventiva. Para o efeito, socorre-se de meios técnicas de inspecção variadas que vão desde a simples inspecção visual até à utilização de métodos destrutivos se necessário.

A área de inspecção é responsável por uma série de funções relacionada com a Inspecção:

- Trabalhos desenvolvidos por entidades inspectoras exteriores à empresa
- Planeamento e gestão dos programas de inspecção, em serviço ou em paragem, sendo esta última coincidente com a paragem do complexo industrial.
- Elaboração de relatórios e emissão de pareceres técnicos sobre o equipamento inspeccionado ou outros que lhe sejam pedidos.
- Com os dados recolhidos, cálculo das velocidades de corrosão e determinação do período máximo entre inspecções ou vida útil do equipamento.

7. Referências bibliográficas para este capítulo

Toda a informação apresentada neste capítulo provém de documentação interna dos serviço de documentação e informação da Refinaria do Porto da Petrogal SA e da GALP SGPS SA.



Capítulo II - RELBASE / Base da dados de relatórios efectuados

1-Introdução

Foi elaborada uma pequena base da dados com o objectivo de compilar resumos de relatórios efectuados, para que se possa de uma maneira rápida e eficaz aceder a todo o historial de um equipamento. Deste modo é possível planificar de uma forma mais conveniente todas as acções a efectuar num determinado equipamento. Esta base de dados foi denominada de "RELBASE" e foi instalada na rede de computadores da Área de Inspeção, pelo que foi elaborado um documento para apresentação da RELBASE aos potenciais utilizadores. Esse documento foi elaborado nos moldes dos seguintes pontos 2, 3 e 4.

2- Como Funciona?

No Ambiente de trabalho existe um ícone com o nome "Base de Relatórios", simplesmente clique-o para abrir a base de dados.

Esta base de dados é elaborada no Microsoft Access®, pelo que estão activas todas as funcionalidades deste programa.

O menu inicial apresenta seis botões pelo que se passa a explicar a sua funcionalidade:

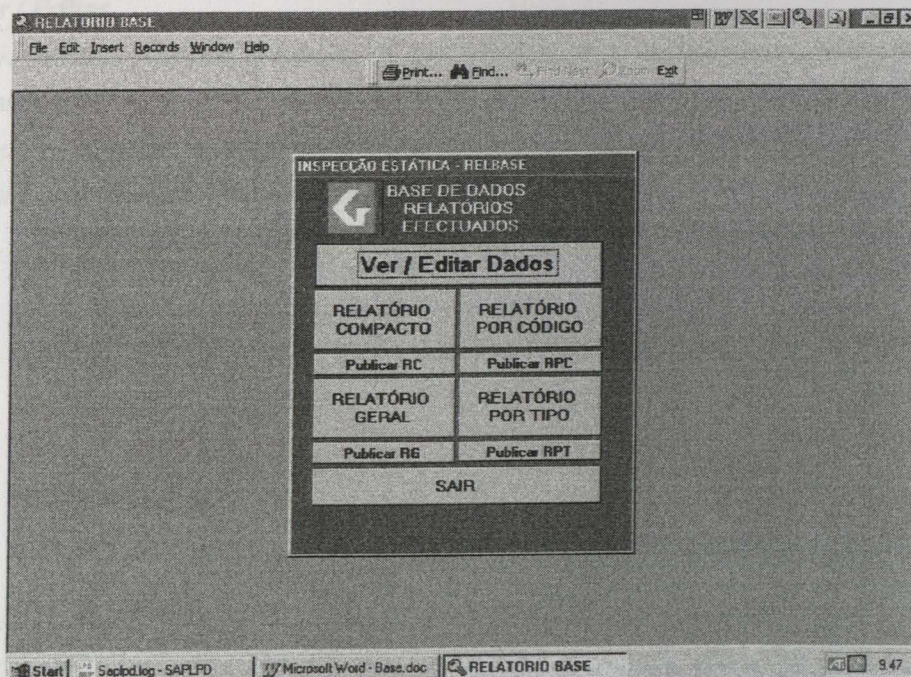


Figura 5 – Formulário inicial



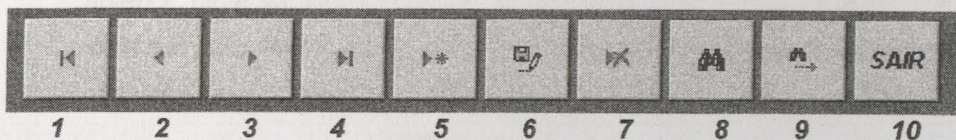
- Ver / editar dados – Abre um formulário de inserção e ou edição de dados.
- Relatório Compacto – Executa uma listagem compacta de todos os equipamentos inseridos na base de dados.
- Publicar RC – Publica um relatório compacto de equipamento em formato de ficheiro pdf, para fácil manipulação de informação.
- Relatório Geral – Executa uma listagem completa de toda a informação de todos os relatórios existentes na base de dados.
- Publicar RG – Publica um relatório geral de equipamento em formato de ficheiro pdf.
- Relatório por código – Executa listagem de um único equipamento especificado por código. (exemplo: TK-6007).
- Publicar RPC – Publica um relatório por código de equipamento em formato de ficheiro pdf.
- Relatório por tipo – Executa uma listagem de um todo um tipo de equipamento existente na base de dados. (exemplo: PERMUTADOR).
- Publicar RPT – Publica um relatório por tipo de equipamento em formato de ficheiro pdf.
- Sair – Sai da base de dados.

Formulário Ver / Editar

Neste formulário existem campos a preencher que identificam o equipamento, também se inserem os sumários dos relatórios.

Existe um campo para inserir o número do relatório a data e tipo de relatório, se ele é efectuado numa paragem, em funcionamento ou relativamente a uma falha.

Figura 6 – Formulário de edição de dados



BOTÃO

- 1- Primeiro registo
- 2- Registo anterior
- 3- Registo seguinte
- 4- Último registo
- 5- Adicionar novo registo
- 6- Gravar registo
- 7- Apagar registo
- 8- Procurar num campo seleccionado
- 9- Procurar o próximo ...
- 10- Sair

A ajuda sobre estes botões e outros, é apresentada deixando o ponteiro do rato parado sobre ele durante alguns segundos.

3- Regras de utilização da base de dados.

- **Código de equipamento** - É importante que os códigos sejam introduzidos de uma forma normalizada, para facilitar a busca de informação na base de dados, pois um equipamento identificado fora da norma é um equipamento perdido na base de dados, e não aparecerá em qualquer pesquisa que seja realizada:

Modo de proceder:

TK-6007A

()-() ()

(1 ou 2 letras)(traço)(4 ou 5 dígitos)(1 ou 2 letras)

Atenção a identificação não deverá conter nenhum espaço !



- **Equipamento** – Neste campo é introduzido o tipo de equipamento, tal como no campo anterior, deve ser inserido de forma normalizada de maneira a integrar a informação no local correcto. Para tal deve-se utilizar os tipos de equipamento já pré-definidos que são expostos de seguida.

- Permutador
- Fomalha
- Tanque
- Caldeira
- Aeroarrefecedor
- Coluna
- Flare
- Chaminé
- Acumulador
- Outro...

- **Produto** – Produto (permutador Corpo/Feixe, tanque)
- **Documento** – Localização do documento (a implementar numa segunda fase da base de dados)
- **N.I.-** Numero de intervenções efectuadas ao equipamento. Este valor não é editável, pois é gerado automaticamente pelo computador, representa a soma de todos os relatórios inseridos na base de dados para determinado equipamento.
- **Tipo de relatório** – Neste campo existe uma caixa de selecção para que se possa seleccionar entre 3 tipos de relatórios possíveis: Paragem. Funcionamento e Falha.

Atenção: Todos os campos devem ser preenchidos.

4- Implementação

Todas as áreas deverão ter o cuidado de, após a emissão de um relatório, inserir um pequeno sumário do mesmo na base de dados. Conforme a disponibilidade, deverão também inserir relatórios antigos, arquivados.

5 – Elaboração e estrutura

Foi criada uma estrutura de tabelas com os campos necessários à elaboração da base de dados. Como se pode ver no figura seguinte, foram criadas as tabelas “equipamento” (onde irá ser introduzida a informação técnica de todo o equipamento), “relatório” (onde será inserido o conteúdo dos relatórios de inspeção) e uma terceira tabela “tipo de relatório” (para identificação dos diferentes tipos de relatório).

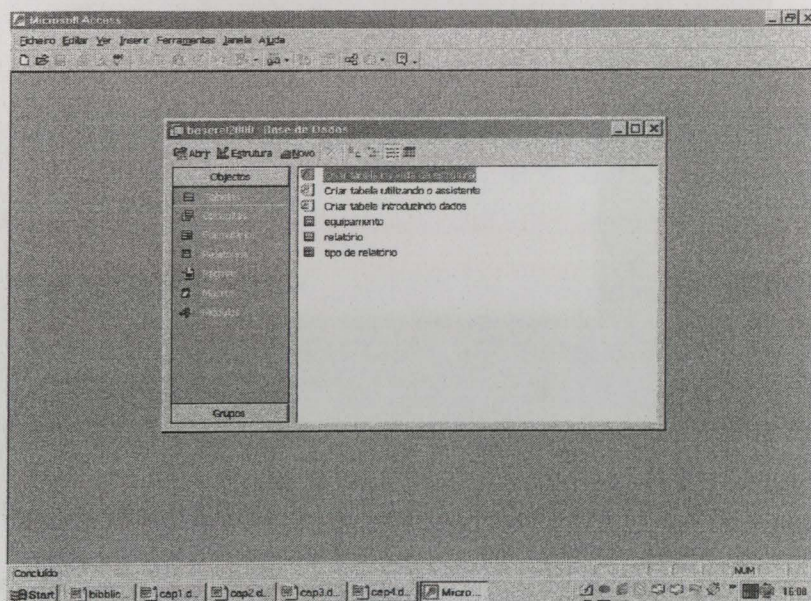
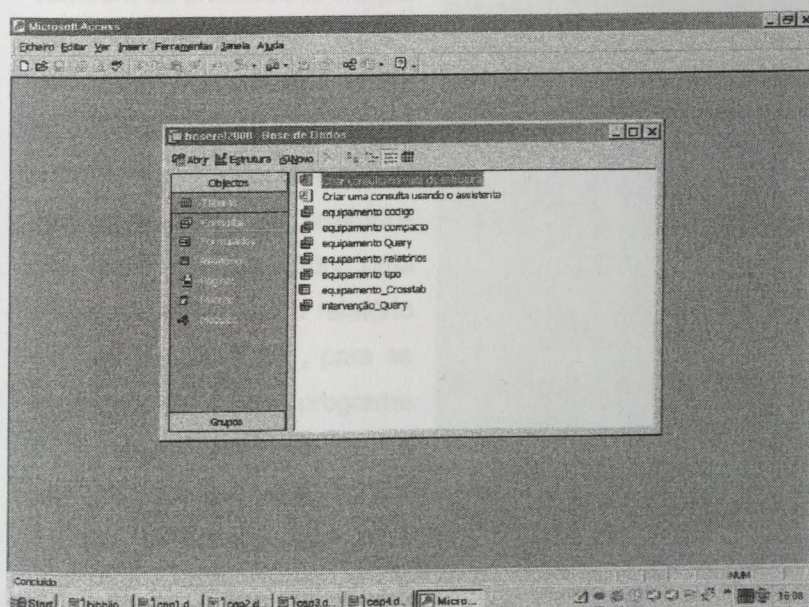


Figura 7 – Tabelas utilizadas na base de dados



Elaborou-se então, as consultas da base de dados onde são emitidos relatórios compactos, com informação resumida de todo o equipamento, relatório geral onde será publicada a totalidade da informação da base de dados, e uma pesquisa por tipologia de equipamento ou por código de equipamento.

Figura 8 – Consultas utilizadas na base de dados



De seguida foram criados os formulários necessários ao preenchimento da bases de dados bem como da manipulação da sua informação e emissão de relatórios.

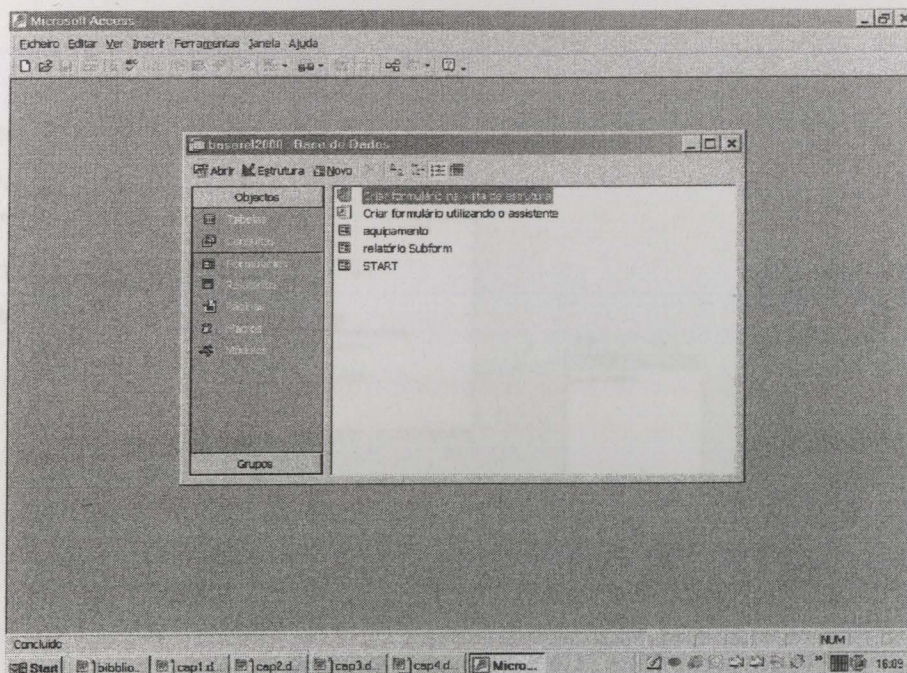


Figura 9 - Formulários utilizados na base de dados

Também se procedeu à criação dos formatos em que seriam publicados os relatórios finais, naturalmente associados à consultas anteriormente referidas, todas os relatórios são feitos em duplicado, uma vez que uma publica o relatório em formato ACCESS, para se visualizado no próprio programme e ser impresso e o outro tipo de relatório para ser publicado em formato de ficheiro PDF para que se possa guardar a pesquisa ou envia-la par onde seja necessário.

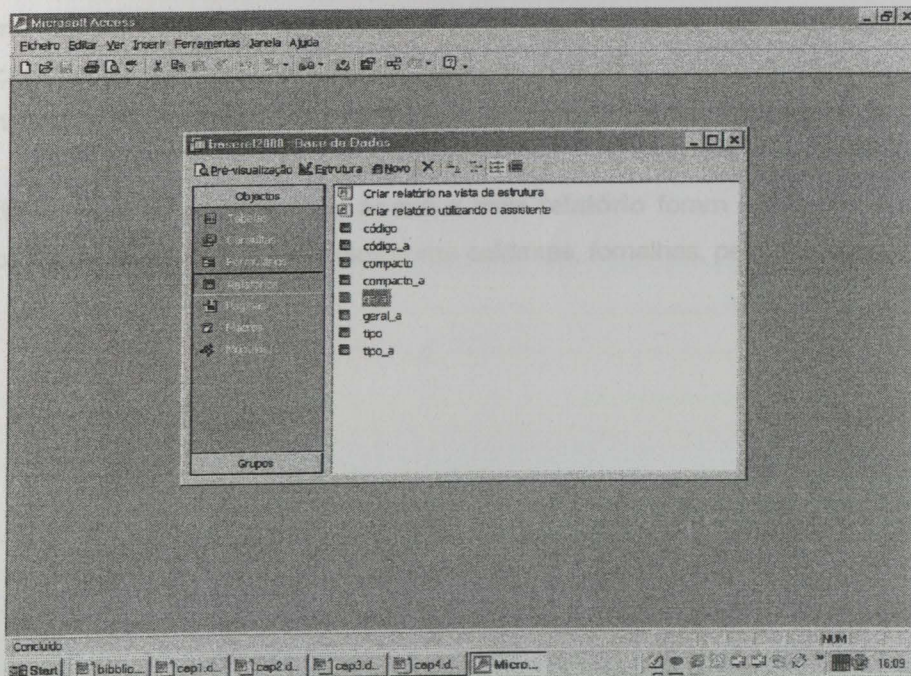


Figura 10 – Relatórios utilizados na base de dados



Po fim toda a informação da base de dados é associada, relacionando o “equipamento” com o “relatório” e classificando esse relatório no “tipo de relatório”.

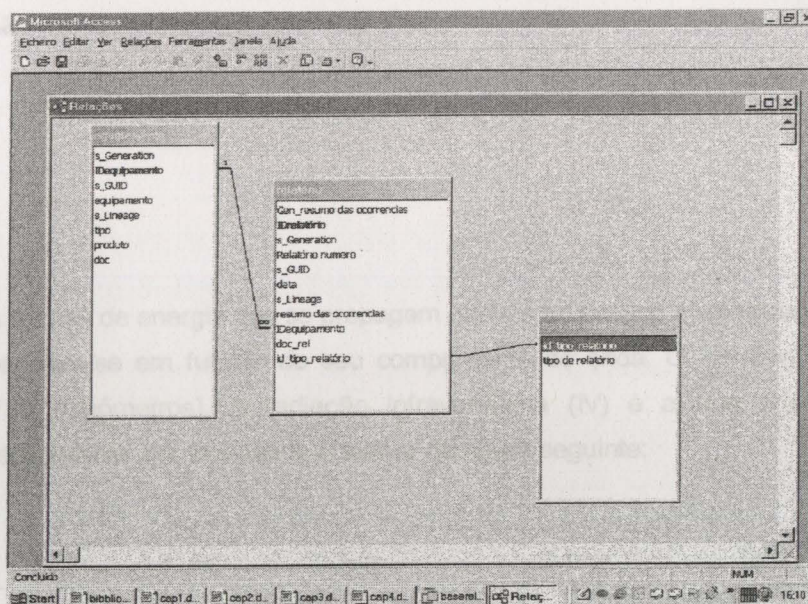


Figura 11 – Relações utilizadas entre tabelas

É de notar que a realização deste tipo de base de dados pressupõe um estudo exaustivo do conteúdo de informação existente nos relatórios de Inspeção ao equipamento da refinaria e afins. Só uma boa compreensão de toda a informação técnica existente no relatório, quer de anomalias, falhas ou mesmo pormenores e normas de construção do equipamento é que permitiu a elaboração da base de dados de uma forma eficaz e optimizada.

Como se pode ver na **base de dados que se encontra em anexo a este relatório** foram estudados e introduzidos cerca de 219 relatórios de equipamentos tão diversos como caldeiras, fornalhas, permutadores, e tanques.



Capítulo III - Termografia

1. Conceitos fundamentais

Energia Electromagnética

O meio ambiente contém diferentes formas de energia que se propagam através do espaço à velocidade da luz. Estas formas de energia diferenciam-se em função do seu comprimento de onda. O Homem vê o espectro de luz visível (400 a 700 nanómetros). A radiação infravermelha (IV) é a que continua imediatamente acima da luz do espectro visível como se pode observar na figura seguinte:

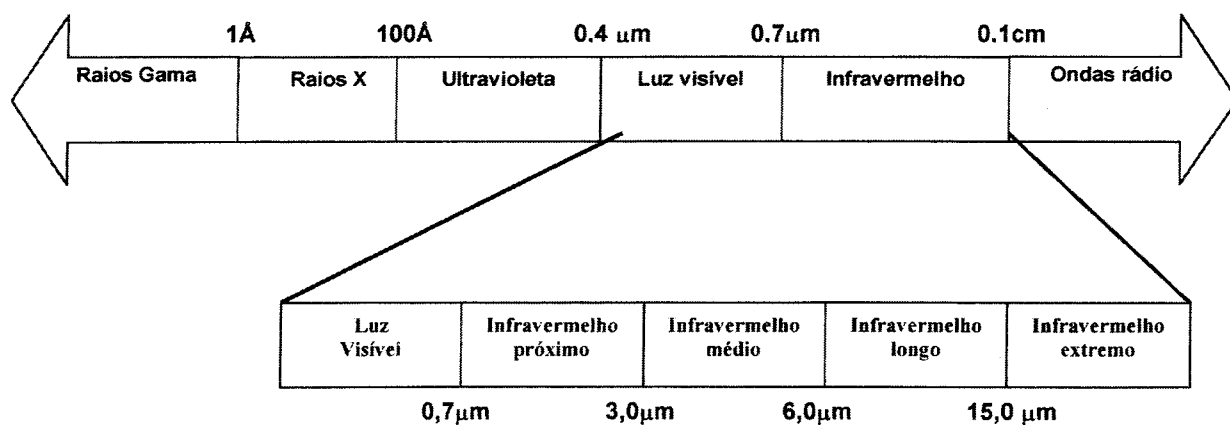


Figura 12 – Diferentes gamas de comprimentos de onda [2]

Todos os objectos com temperatura superior ao zero absoluto (-273°C) emitem radiação infravermelha. Este efeito natural tem origem na variação térmica das moléculas do objecto. Uma vez que as moléculas estão compostas por cargas eléctricas, as oscilações entre elas criam uma radiação electromagnéticas. A quantidade de radiação infravermelha está directamente relacionada com a sua temperatura e à medida que o objecto vai aumentando a sua temperatura, a energia emitida tem um comprimento de onda cada vez mais curto.[2]



Transferência de energia

Os dispositivos de captura de imagens por infravermelhos só detectam a energia radiada. Esta energia é em função da temperatura do objecto, para tal é necessário ter noção de três conceitos:

- ☛ **Transmissividade:** Percentagem de energia radiada IV que atravessa o objecto.
- ☛ **Reflectividade:** Percentagem de energia incidente que é reflectida pelo objecto.
- ☛ **Emissividade:** Percentagem de da energia IV de um corpo negro à mesma temperatura, emitida pelo objecto.

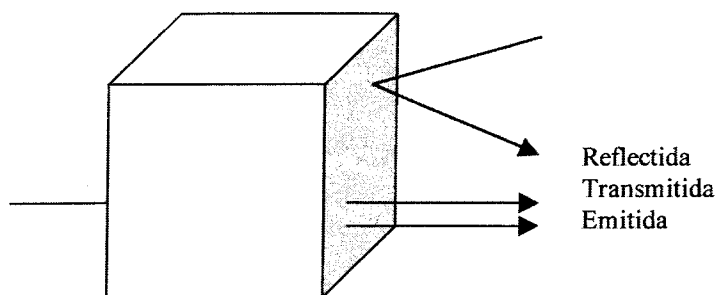


Figura 13 – tipos de energia radiada

Quando a energia IV radiada chega a um objecto, a quantidade total de energia é transmitida, reflectida ou absorvida pelo objecto. De acordo com a lei de Kirchhoff, a energia radiada por um objecto é igual à energia absorvida quando o corpo está em equilíbrio. Por isto, podemos supor que a energia total é a soma da energia radiada, reflectida e emitida^[3].

Um termo comum utilizado frequentemente quando nos referimos a uma imagem IV, é o corpo negro. Um corpo negro é um emissor térmico perfeito. A sua emissividade é de 100%, a sua reflexão e transmissividade é zero para qualquer comprimento de onda. Além disso, estas propriedades mantêm-se, independentemente das características espectrais da energia radiada. Um corpo negro é um instrumento desenhado especialmente para calibração e verificação dos instrumentos de medida de imagens IV.

Como podemos supor, os objectos naturais não são corpos negros perfeitos. Uma percentagem da energia total tem a sua origem em reflexões e/ou transmissões. Para uma maior complexidade, a reflectividade e/ou transmissividade característica(s) de um objecto podem mudar em função da sua temperatura e/ou comprimento de onda da energia IV.



Um objecto não é um emissor perfeito, mas tem uma emissividade que é independente do comprimento de onda, pode-se designar por “corpo cinzento”.

A emissividade de um corpo cinzento é a relação entre a quantidade de fotões emitidos por um corpo negro e pelos emitidos por um corpo cinzento quando ambos se encontram à mesma temperatura.

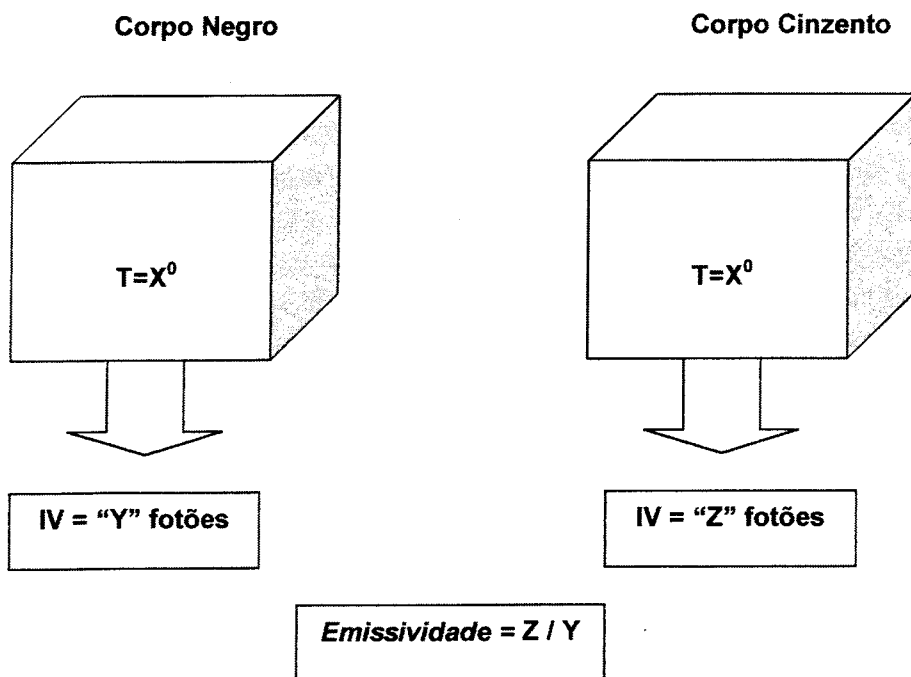


Figura 14 – Significado de emissividade_[2]

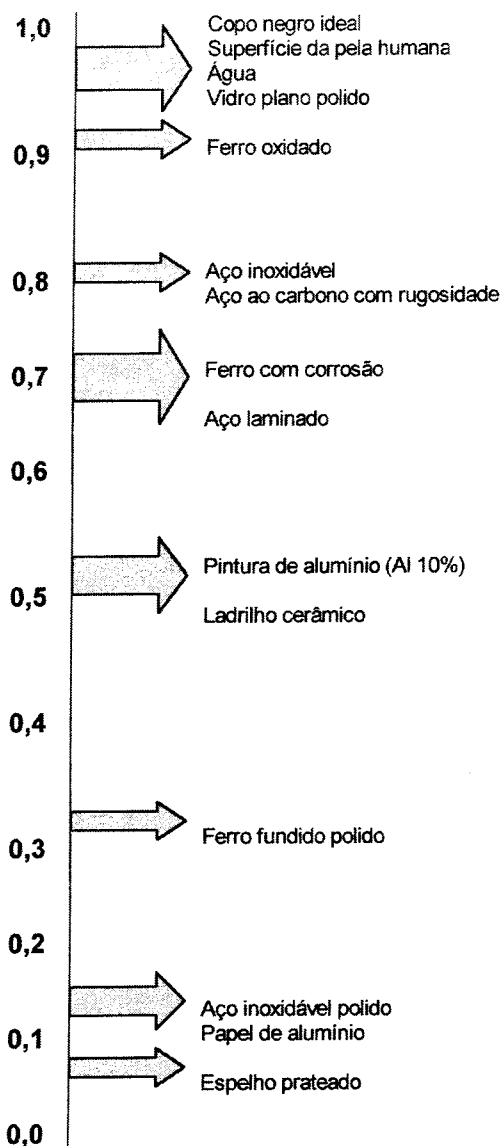
Um corpo negro tem uma emissividade de 1,0 e por definição é um emissor perfeito. Os objectos naturais nunca têm esta eficiência, por isso a sua emissividade é sempre menor. Um tijolo tem normalmente uma emissividade aproximada de 0,93 e é um bom emissor no espectro IV, o mercúrio por exemplo tem uma emissividade de 0,1 . Se ambos os materiais estiverem à mesma temperatura e se se medirem as radiações emitidas, a radiação infravermelha emitida pelo tijolo seria de 9,3 vezes a do mercúrio.

Outra consideração importante é a que se um objecto tem uma emissividade de 0,93 , então 7% da emissividade detectada pelo sistema IV é energia reflectida. Esta consideração é verdadeira se não existir energia transmitida.

Para a maioria dos materiais comuns, a emissividade espectral é quase independente da temperatura do objecto. No entanto ocorrem mudanças significativas na emissividade quando o objecto apresenta uma mudança do seu estado, podendo ser esta uma vaporização, fusão, oxidação, ou mesmo variações no estado da sua superfície, no revestimento da superfície, na distância do objecto e no ângulo de observação._[3]



Tabela 1 - Valores de emissividade para diversos materiais[4]



Sistemas de termografia[2]

A maioria dos sistemas de termografia operam nas regiões do infravermelho médio e longo. Estas gamas são as que permitem uma classificação do equipamento de termografia: os de onda curta (SW)¹, que captam a radiação na gama dos 3 a 5 microns e os de onda longa (LW)² que captam a radiação de 8 a 12 microns, existem no entanto sistemas que trabalham na gama dos 0,6 a 2 microns, sendo muito raros e quase nenhum trabalha acima dos 14 microns. Isto deve-se às características de resposta dos detectores e em parte à atmosfera que é particularmente transparente para estes comprimentos de onda, apresentando uma interferência relativamente baixa.

¹ SW – Short Wave

² LW – Long Wave



As câmaras termográficas classificam-se em dois grandes grupos em função do seu varrimento:

Varrimento Mecânico

O HgCdTe é o material do detector que é utilizado quase universalmente nos sistemas de varrimento de onda longa. O HgCdTe e o InSb são os mais comuns nos sistemas de onda média. O desenho do detector é muito similar ao de um pirómetro pontual, mas com a complexidade associada à geração de uma imagem, o que requer certas alterações no detector.

O detector pode consistir num único elemento detector, por uma fila ou coluna de elementos ou por uma fila de linhas. Independentemente de como estão configurados os detectores, são utilizados espelhos externos para varrer a imagem por todo o detector. Um espelho giratório (normalmente poligonal) move uma imagem horizontalmente ao longo dos elementos do detector e um espelho galvanométrico realiza o varrimento vertical. É gerado um formato de vídeo controlando a velocidade de rotação e a frequência do varrimento vertical. O pequeno tamanho do detector relativamente à imagem obtida permite uma elevada resolução.

Varrimento Electrónico

Para reduzir a complexidade mecânica e o tamanho físico dos sistemas, foram desenvolvidas matrizes de detectores que associam a cada pixel o seu próprio elemento detector (*focal plane arrays* ou FPA). Esta técnica elimina a necessidade de espelhos de varrimento. As matrizes dos detectores são normalmente feitas de silicato de platina (PtSi), InSb e ocasionalmente, de HgCdTe. Sendo isto um conceito simples, os equipamentos são de construção bastante complexa. Uma matriz de 320 por 244 pontos contém 78080 detectores individuais para uma espaço de aproximadamente 8,3 a 6,1 mm. A geração actual de FPA de sensores de PtSi permite a produção de câmaras muito portáteis e mecanicamente muito simples capazes de uma qualidade de vídeo elevada e de uma boa resolução térmica.

2. Inspeção por termografia

No decorrer do estágio foram realizadas diversas inspecções por termografia a vários equipamentos, pelo que se apresenta de seguida os resultados obtidos e os relatórios emitidos na sequência dessa inspecção.

É apresentado um primeiro relatório para experimentação e optimização da técnica de recolha de imagens termográficas, sendo de seguida apresentados 3 relatórios de inspecções realizadas às fornalhas H-2001, H-2301 e H-1301.

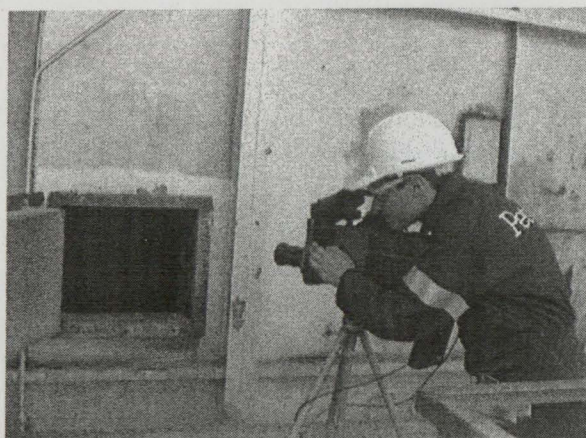


Figura 15 – Recolha de imagens termográficas



Petrogal S.A.

Relatório de Inspeção por Termografia

Petrogal - Refinaria do Porto

Data

15-05-2000

Elaborado por:

José Miguel Vieira

Petrogal S.A.

Equipamento/Circuito	Unidade	Inspector
TESTE	0000	José Miguel Vieira

Descrição do Trabalho

Testes relacionados com o equipamento de recolha de termografias e com o software de tratamento dos dados resultantes de uma inspecção por termografia.

Foram realizadas duas fotografias a equipamento onde se possa avaliar as potencialidades técnicas deste método de inspecção.

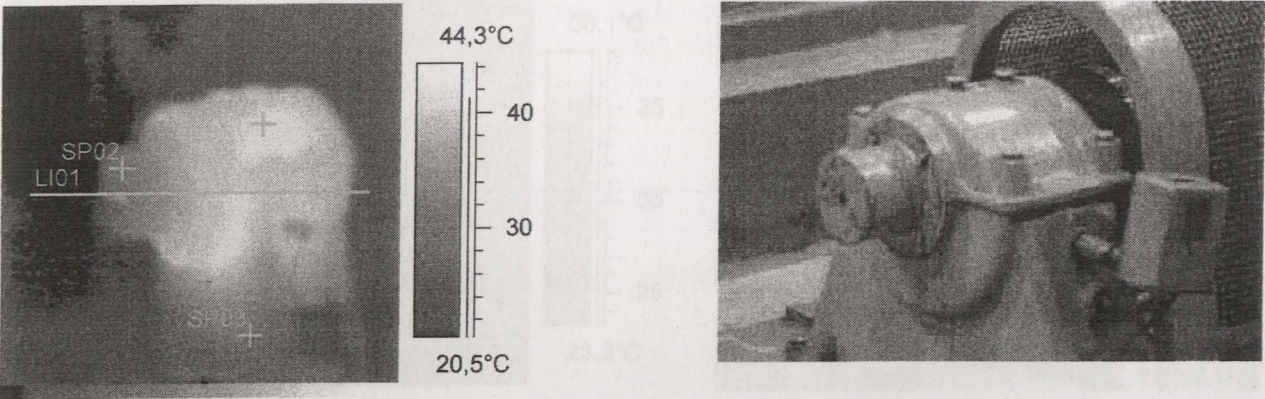
Equipamento utilizado

Câmara Agema Thermovision 470, equipada com lente de 12°X12°.

O tratamento das imagens e elaboração do respectivo relatório, foi feito recorrendo ao Software IRwin Report 3.1.1. da AGEMA.

Resultados

Imagens

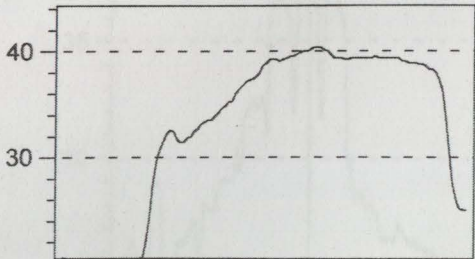


Termografia de teste nº1: Corpo de um motor a 1 metro de distância.

Object parameter	Value
Emissivity	0,92
Object distance	1,0 m
Ambient temperature	25,0°C

Análise

Label	Value
SP01	40,8°C
SP02	31,6°C
SP03	32,2°C
LI01 : max	40,3°C
LI01 : min	<20,5°C
LI01 : avg	<33,0°C

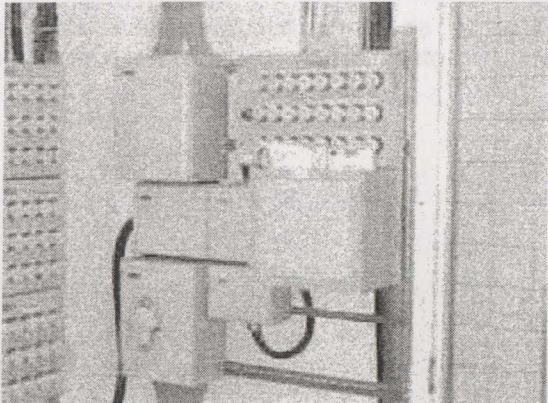
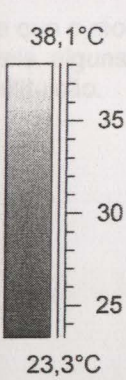
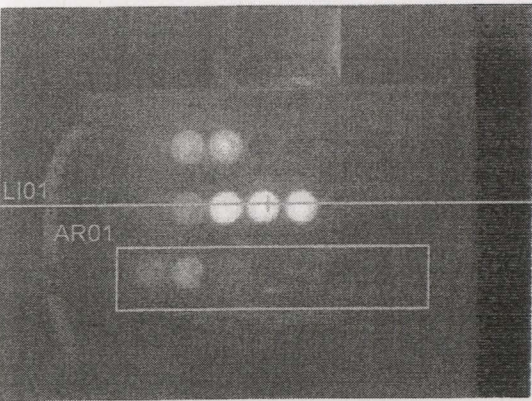


A tabela acima apresenta os valores de temperatura para os pontos SPO1, SPO2 e SPO3, bem como temperaturas para a linha LI01. O gráfico ao lado mostra o perfil de temperaturas ao longo da linha LI01.

Resultados

Conclusões/Recomendações

Imagens

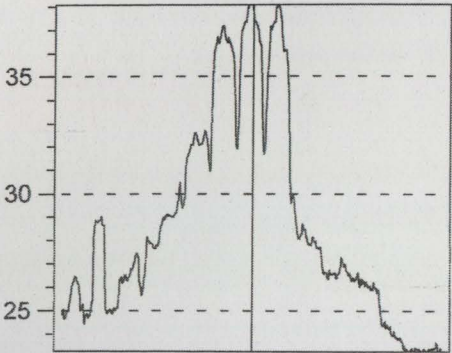


Termografia de teste nº 2: Caixa de fusíveis.

Object parameter	Value
Emissivity	0,70
Object distance	1,5 m
Ambient temperature	19,0°C

Análise

Label	Value
LI01 : max	38,3°C
LI01 : min	23,1°C
LI01 : avg	28,7°C
AR01 : max	33,7°C
AR01 : min	25,2°C
AR01 : avg	27,7°C



A tabela demonstra os valores de temperatura para a linha LI01 e para a área AR01.
O gráfico ao lado demonstra o perfil de temperatura ao longo da linha LI01.

Conclusões/Recomendações

Os resultados do teste são óptimos pois foi possível otimizar a técnica de recolha de imagens com a Câmara Agema Thermovision 470, equipada com lente de 12°X12°.

O tratamento das imagens e elaboração do respectivo relatório foi realizado recorrendo ao Software IRwin Report 3.1.1. da AGEMA.

Quanto ao equipamento observado, verifica-se que o motor se encontra em condições normais de funcionamento, mas no caso da caixa de fusíveis, alguns dos fusíveis apresentam um aquecimento anormal o que seria de recomendar a sua substituição.



Relatório de Inspeção por Termografia

Petrogal - Refinaria do Porto

Data

17-05-2000

Elaborado por:

José Miguel Vieira

Equipamento/Circuito	Unidade	Inspector
H-2001/Exterior	2000	José Miguel Vieira

Descrição do Trabalho

Este trabalho teve por objectivo avaliar o estado do isolamento térmico da Fornalha H-2001.

Condições de trabalho

As imagens foram recolhidas em condições de céu encoberto, vento fraco do quadrante leste e Temperatura ambiente de 9°C.

No sentido de se obter termogramas (perfis térmicos) abrangentes de toda a área da Fornalha, foram recolhidas imagens parciais a partir de 3 estações de medida, que se encontram marcadas no local.

Equipamento utilizado

Câmara Agema Thermovision 470, equipada com lente de 12°X12°.

O tratamento das imagens e elaboração do respectivo relatório, foi feito recorrendo ao Software IRwin Report 3.1.1. da AGEMA.

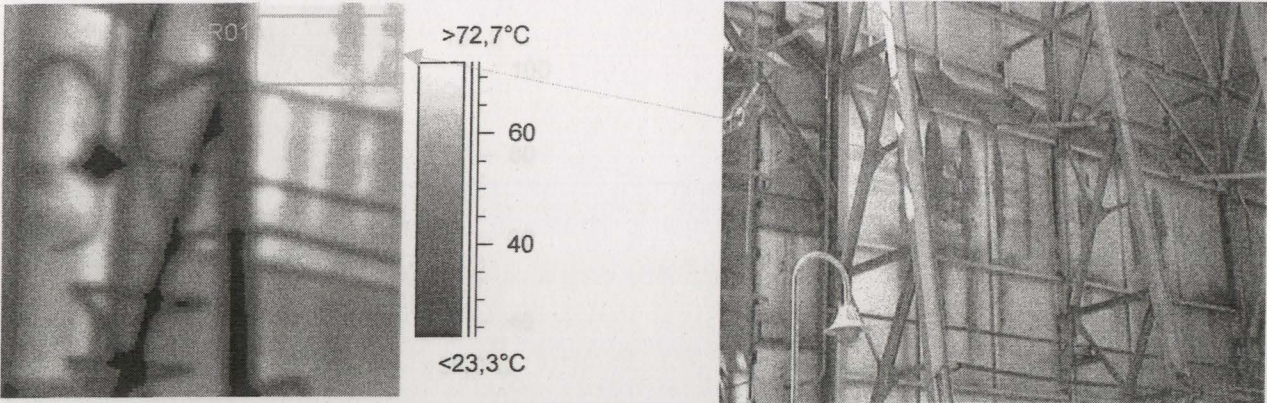
Observações

Apesar da superfície a medir encontrar-se pintada com tinta de alumínio, dado que a mesma está oxidada (com particular incidência em algumas áreas), considerou-se a emissividade para aço oxidado, variando de 0.7 a 0.9 , conforme menor ou maior grau de oxidação (a emissividade variaria de 0.2 a 0.5 para pintura de alumínio).

Para a determinação das distâncias constantes de cada termograma, foi considerado o comprimento entre a estação de medida e o eixo da Fornalha bem como a altura máxima da zona a controlar.

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Radiação lado Nascente
Hora	10:06:10

Object parameter	Value
Emissivity	0,85
Object distance	18,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Parede da fornalha lado Nascente.
Nota-se uma menor eficiência na zona de refractário no interior da fornalha, zona assinalada na termografia por AR01.

Análise

Label	Value
AR01 : max	>72,7°C
AR01 : min	51,7°C
AR01 : avg	>68,5°C

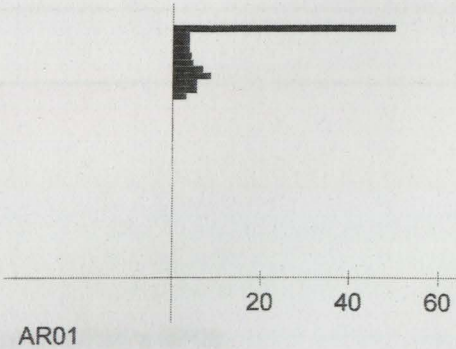
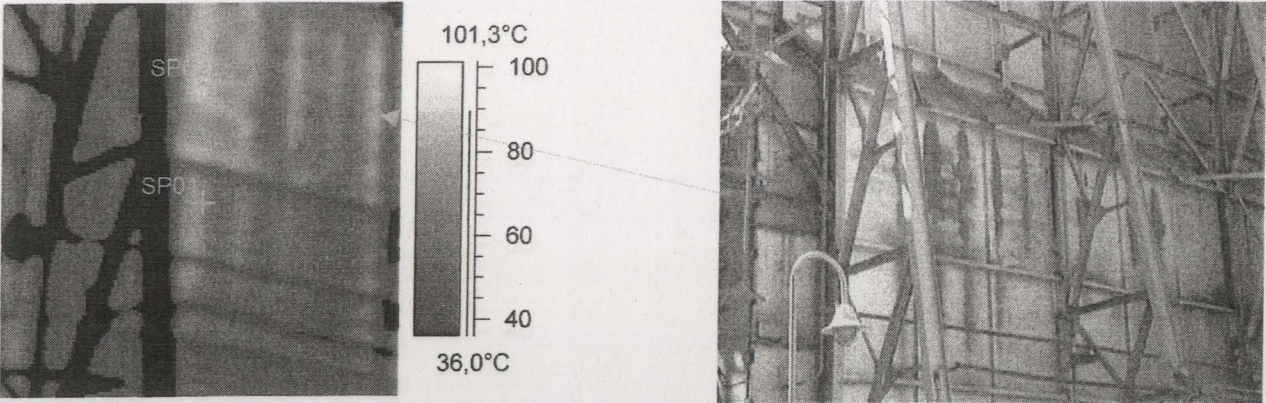


Tabela com valores de temperatura para a área AR01 e respectivo histograma com distribuição de temperaturas para essa área. É de notar a grande quantidade de valores com temperaturas acima de 50°C.

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Radiação lado Nascente
Hora	10:06:58

Object parameter	Value
Emissivity	0,85
Object distance	18,0 m
Ambient temperature	9,0°C

A termografia mostra pormenor da zona lateral da fornalha do lado nascente, uma zona onde o isolamento está a ser menos eficiente.

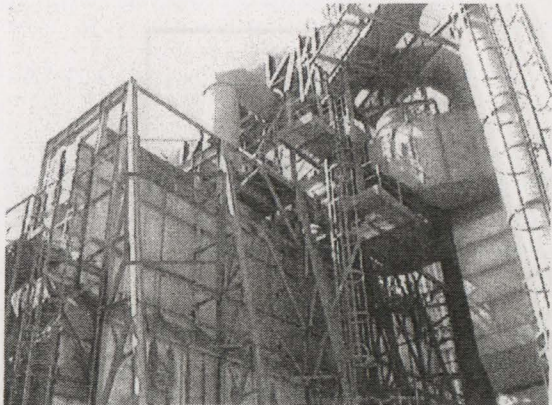
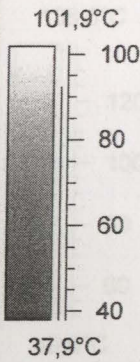
Análise

Label	Value
SP01	78,4°C
SP02	86,6°C

Temperaturas dos dois pontos assinalados na imagem, denominados de SP01 e SP02.

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Radiação lado Nascente
Hora	10:14:37

Object parameter	Value
Emissivity	0,85
Object distance	18,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Termografia de uma zona superior.
Nada a assinalar.

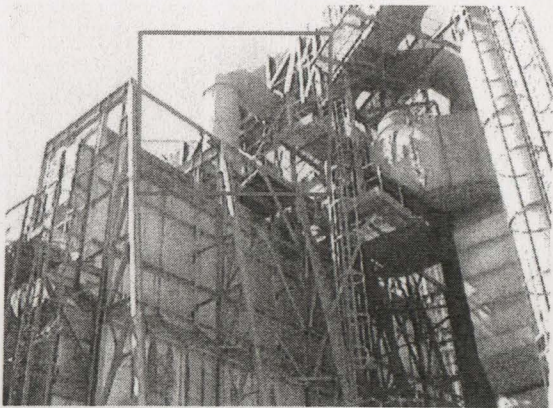
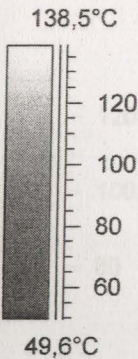
Análise

Label	Value
SP01	82,9°C

Valor de temperatura do ponto assinalado SP01

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Conduta lado Nascente
Hora	10:28:24

Object parameter	Value
Emissivity	0,85
Object distance	23,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Pormenor da conduta de saída de gases.
Nada a assinalar.

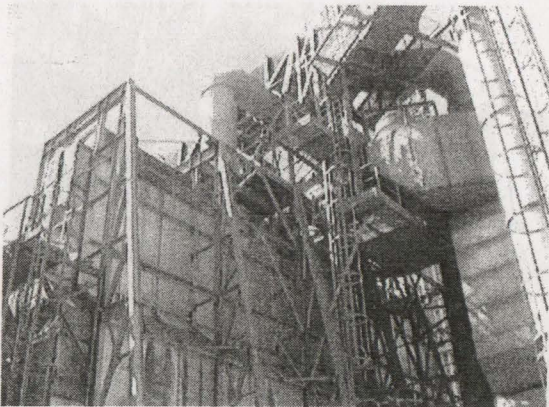
Análise

Label	Value
SP01	89,0°C

Valor de temperatura superficial da conduta, ponto SP01

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Conduta lado Nascente
Hora	10:36:20

Object parameter	Value
Emissivity	0,94
Object distance	23,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Pormenor da conduta superior de saída de gases
Zona com isolamento menos eficiente.

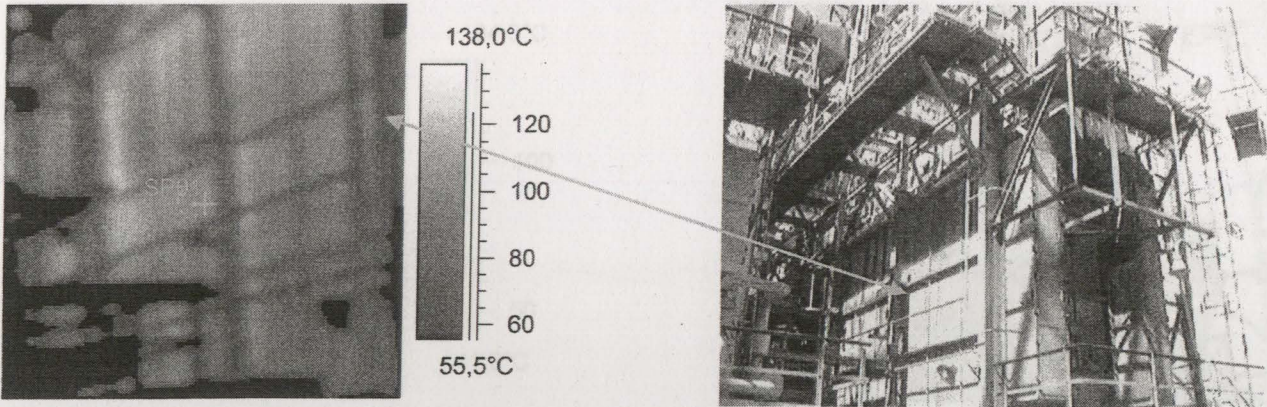
Análise

Label	Value
SP01	130,6°C

Valor da temperatura na conduta superior, ponto SP01, temperatura superior devido à utilização de um tipo de isolamento diferente.

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Radiação lado Poente
Hora	10:40:47

Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	27,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Parede lateral do lado Oeste.
Nada a assinalar.

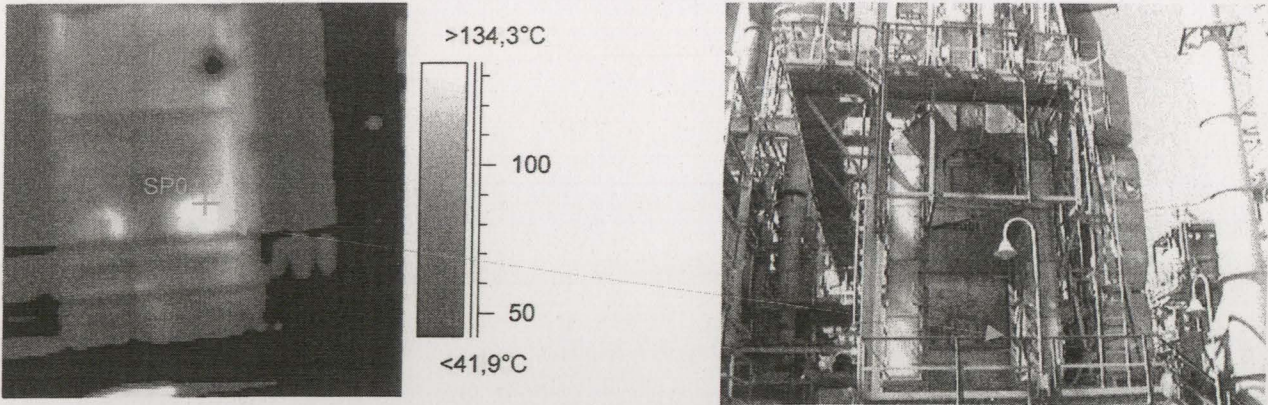
Análise

Label	Value
SP01	106,7°C

Valor da temperatura assinalada na imagem, ponto denominado de SP01.

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Radiação lado Sul
Hora	11:01:20

Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	27,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Zona frontal da fornalha, lado sul.
Nota-se aqui, a falha de isolamento junto às portas de vigia.

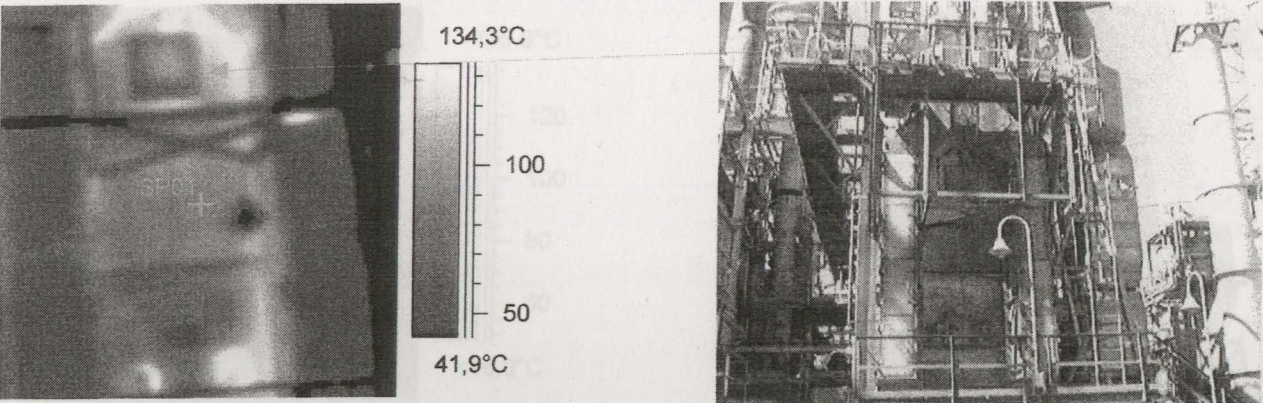
Análise

Label	Value
SP01	>134,3°C

Valor de temperatura do ponto SP01, recolhido por cima da porta de vigia.

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Radiação lado Sul
Hora	11:02:00

Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	27,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Zona Sul, nota-se a menor eficiência do isolamento das portas de vigia na zona inferior e ui melhor eficiência do isolamento na zona porta de explosão na zona superior.

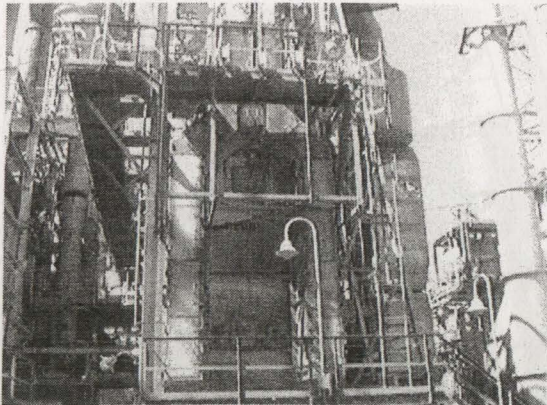
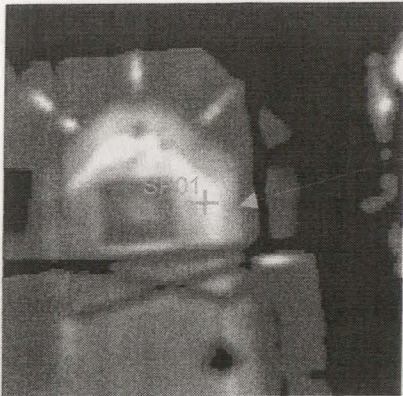
Análise

Label	Value
SP01	94,2°C

Valor de temperatura no ponto SP01. ito à porta de explosão, no ponto SP01

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Radiação lado Sul
Hora	11:04:08

Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	27,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Isolamento menos eficiente na zona adjacente à porta de explosão, na zona superior.

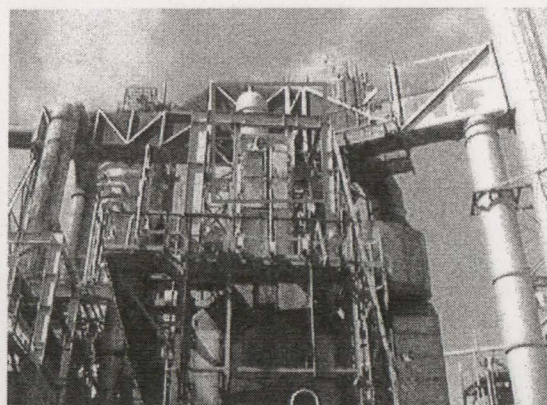
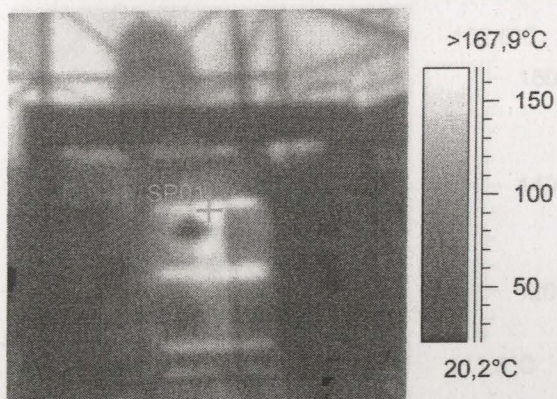
Análise

Label	Value
SP01	132,4°C

Valor de temperatura encontrado junto à porta de explosão, no ponto SP01.

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-2001/Convecção e Conduta lado Sul
Hora	11:11:36

Object parameter	Value
Emissivity	0,85
Object distance	29,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Parte superior da fornalha, zona de convecção
Temperatura conduzida para o exterior por
condução pela estrutura interna que
atravessa o refractário.

Análise

Label	Value
SP01	>167,9°C

Valor de temperatura no ponto SP01.

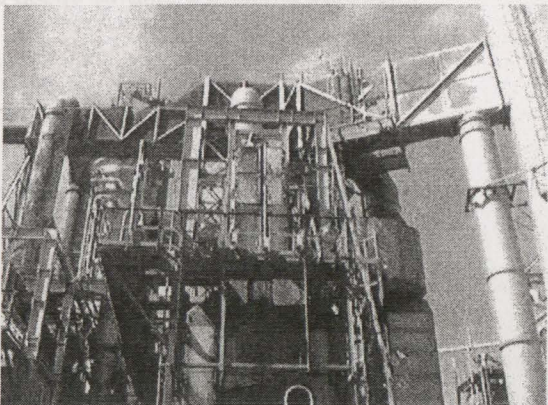
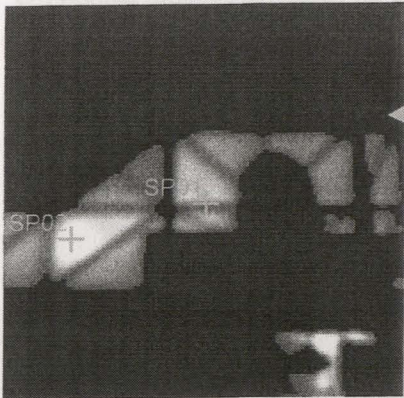
Valores de temperatura para os pontos SP01 e SP02

Resultados

Conclusões

Imagens

Não é de salientar nenhuma situação crítica, pois que é reconhecível a bondade do isolamento nos pontos de inspeção da conduta superior de saída dos gases durante a operação.



Equipamento/Secção	H-2001/Conduta lado Sul
Hora	11:16:06

Object parameter	Value
Emissivity	0,94
Object distance	29,0 m
Ambient temperature	9,0°C

Conduta superior de ligação com a chaminé.
Nota-se uma zona de isolamento menos eficiente em SP02.

Análise

Label	Value
SP01	137,6°C
SP02	>162,8°C

Valores de temperatura para os pontos SP01 e SP02 .

Conclusões

Não é de salientar nenhuma situação crítica, pelo que é recomendável a beneficiação do isolamento em pontos muito localizados na conduta superior de saída de gases durante a próxima paragem.



Relatório de Inspeção por Termografia

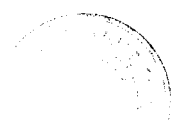
Petrogal - Refinaria do Porto

Data

18-05-2000

Elaborado por:

José Miguel Vieira



Equipamento/Circuito	Unidade	Inspector
H-2301/Exterior	2300	José Miguel Vieira

Descrição do Trabalho

Este trabalho teve por objectivo avaliar o estado de isolamento térmico da fornalha H-2301, particularmente na zona de radiação.

Condições de trabalho

As imagens foram recolhidas em condições de céu encoberto, vento fraco do quadrante leste e temperatura ambiente da área envolvente da Fornalha de cerca de 11°C.

No sentido de se obter termogramas abrangentes de toda a área da Fornalha, foram recolhidas imagens parciais a partir de 4 estações de medida assinaladas no local.

Equipamento utilizado

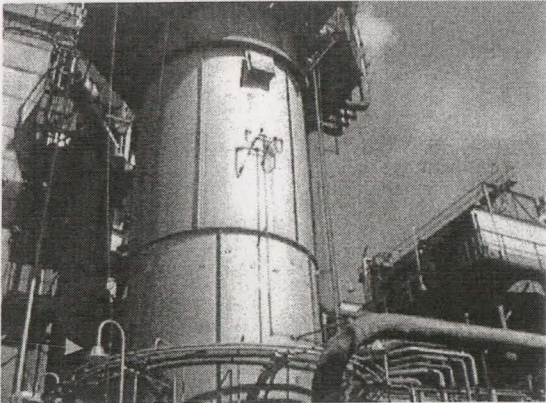
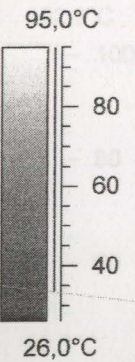
Câmara Agema Thermovision 470, equipada com lente de 12°X12°.
O tratamento das imagens e elaboração do respectivo relatório foi feito recorrendo ao Software IRwin Report 3.1.1. da Agema.

Observações

- Foi considerada uma emissividade de 0.5, por a superfície a medir encontrar-se pintada com tinta de alumínio. Trata-se de um valor tabelado, pelo que as temperaturas não devem ser tidas como rigorosas. Os valores de temperatura apresentados para a envolvente da Fornalha (estruturas, escadas, etc.), não devem ser levados em consideração, dado terem sido obtidos para aquele valor de emissividade.
- Para a determinação das distâncias constantes de cada termograma, foi considerado o comprimento entre a estação de medida e o eixo da Fornalha, bem como a altura máxima da zona a controlar.

Resultados

Imagens



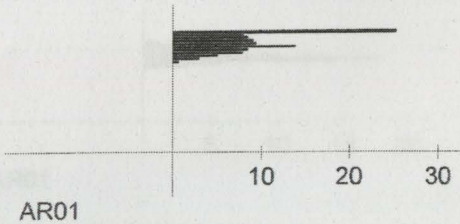
Equipamento/Secção	H-2301/Oeste
Hora	15:43:52

Object parameter	Value
Emissivity	0,50
Object distance	35,0 m
Ambient temperature	11,0°C

Lado oeste da fornalha, verifica-se uma zona com o isolamento menos eficiente.
Nota-se aqui, diversos pontos mais quentes, referentes a suportes aos tubos do interior da fornalha que atravessam o refractário que transportam o calor para o exterior por condução.

Análise

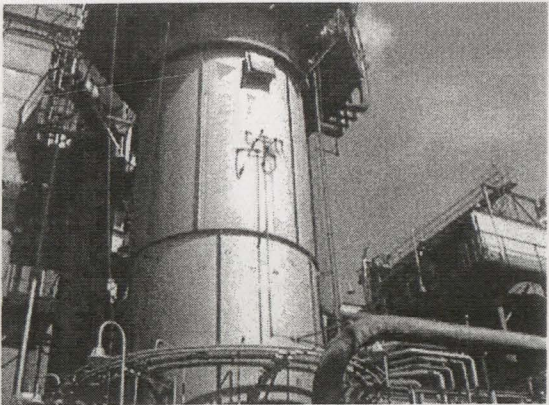
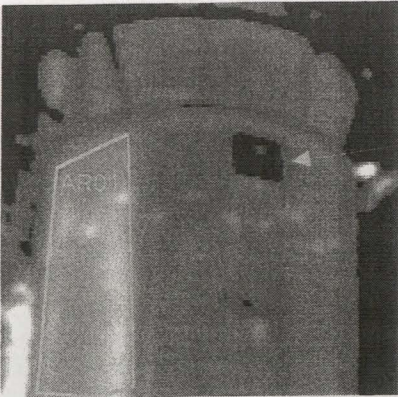
Label	Value
SP01	90,5°C
AR01 : max	>94,5°C
AR01 : min	70,2°C
AR01 : avg	>86,6°C



Valores de temperatura referentes ao ponto SP01 e à área AR01 assinaladas na termografia, ao lado apresenta-se um histograma representativo das temperaturas encontradas nessa área.

Resultados

Imagens



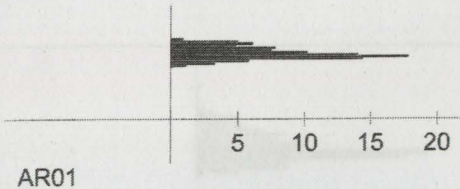
Equipamento/Secção	H-2301/Oeste
Hora	15:47:28

Object parameter	Value
Emissivity	0,50
Object distance	35,0 m
Ambient temperature	11,0°C

Lado oeste , zona com isolamento menos eficiente.
Na termografia nota-se perfeitamente a zona da porta de explosão.

Análise

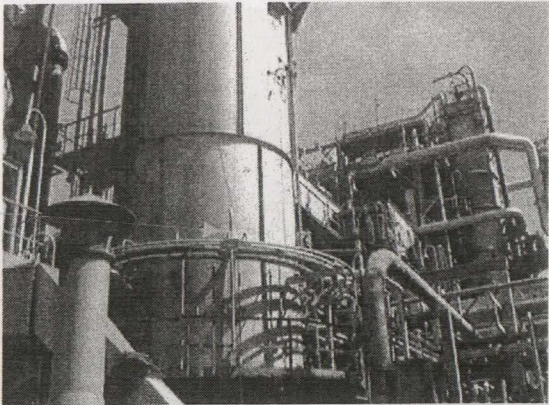
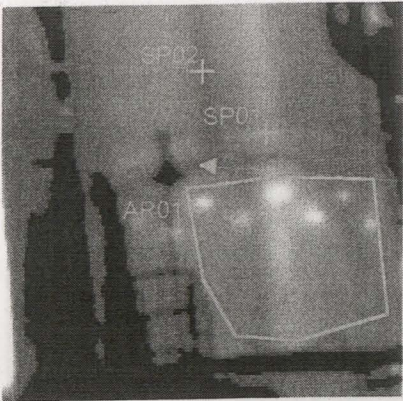
Label	Value
AR01 : max	95,9°C
AR01 : min	69,4°C
AR01 : avg	84,0°C



Valores de temperatura para a área AR01 e histograma da gama de temperatura presentes nessa área.

Resultados

Imagens



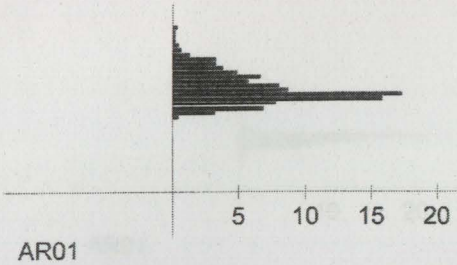
Equipamento/Secção	H-2301/Oeste
Hora	15:53:50

Object parameter	Value
Emissivity	0,50
Object distance	42,0 m
Ambient temperature	11,0°C

De notar a área AR01 onde se pode ver alguns suportes internos que transferem por condução o calor para o exterior.
No ponto SP01 pode-se ver uma zona de temperatura mais elevada correspondente a uma junta de expansão do tijolo refractário.
O Ponto SP01 de temperatura mais baixa é referente à junta de união da chapa exterior.

Análise

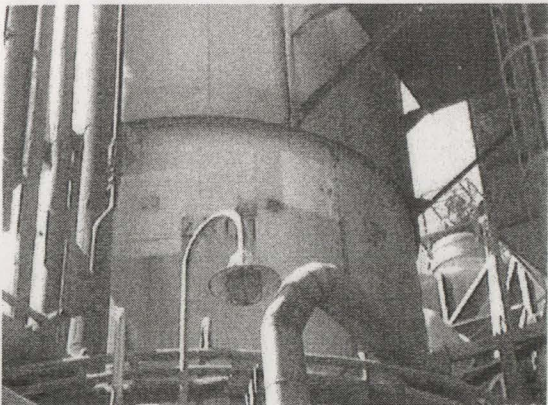
Label	Value
SP01	86,9°C
SP02	74,5°C
AR01 : max	>104,7°C
AR01 : min	73,1°C
AR01 : avg	>83,7°C



Valores de temperaturas para os pontos e área assinalados e histograma de temperaturas referente à área AR01.

Resultados

Imagens



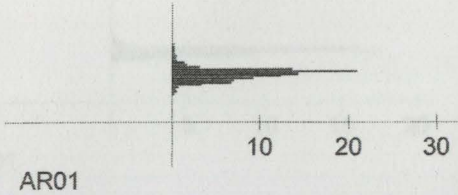
Equipamento/Secção	H-2301/Sudeste
Hora	16:07:40

Object parameter	Value
Emissivity	0,50
Object distance	30,0 m
Ambient temperature	11,0°C

Zona sudeste, observam-se alguns pontos quentes referentes a suportes internos.
É curioso verificar na termografia a legibilidade do número do equipamento pintado no exterior, não porque esteja a temperatura muito diferente, mas devido à diferente emissividade da cor da tinta.

Análise

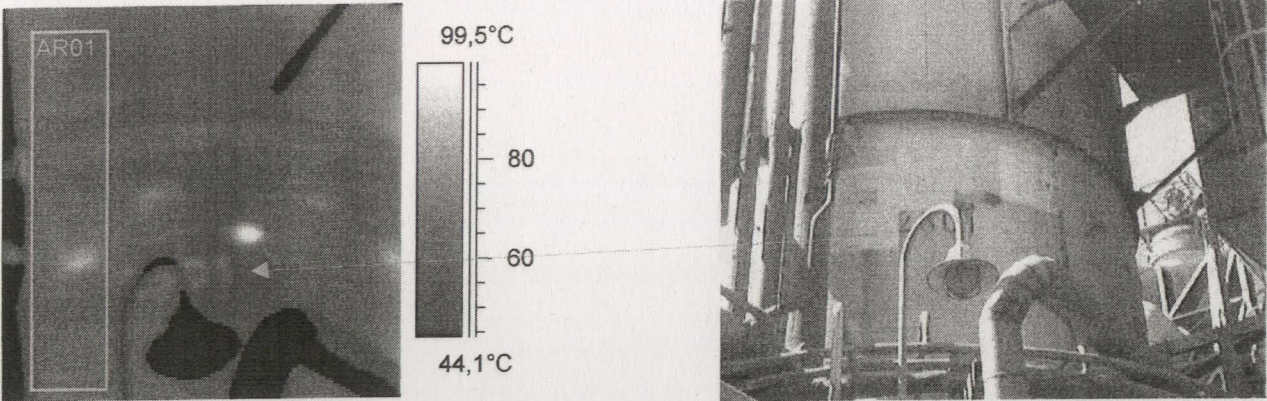
Label	Value
AR01 : max	87,7°C
AR01 : min	47,5°C
AR01 : avg	63,8°C



Valores de temperatura da área assinalada AR01 e respectivo histograma

Resultados

Imagens



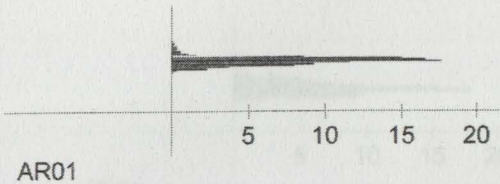
Equipamento/Secção	H-2301/Sudeste
Hora	16:08:06

Object parameter	Value
Emissivity	0,50
Object distance	30,0 m
Ambient temperature	11,0°C

Mais uma vez se verifica o ponto quente do apoio.

Análise

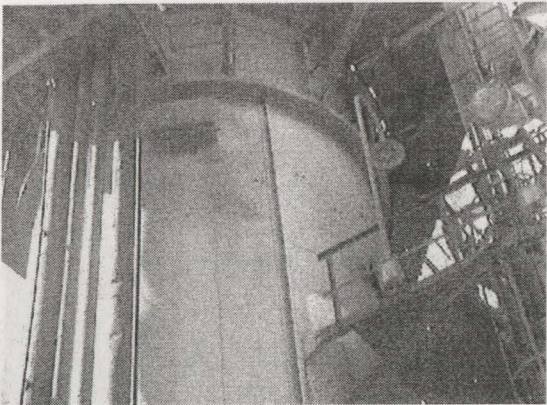
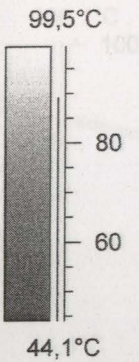
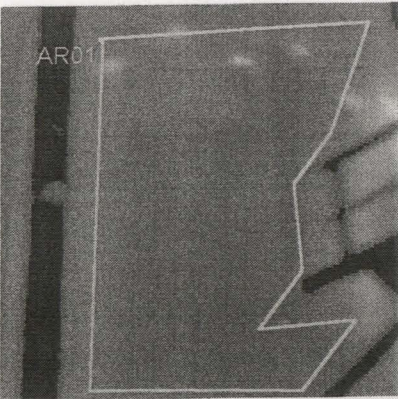
Label	Value
AR01 : max	86,8°C
AR01 : min	48,9°C
AR01 : avg	62,8°C



Valores de temperatura da área assinalada AR01 e respectivo histograma

Resultados

Imagens



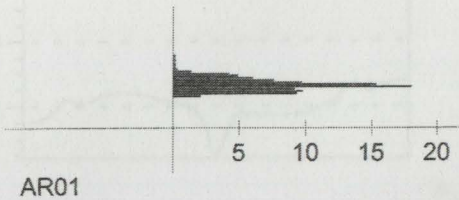
Equipamento/Secção	H-2301/Sudeste
Hora	16:08:14

Object parameter	Value
Emissivity	0,50
Object distance	30,0 m
Ambient temperature	11,0°C

Zona sudeste, nada a assinalar.

Análise

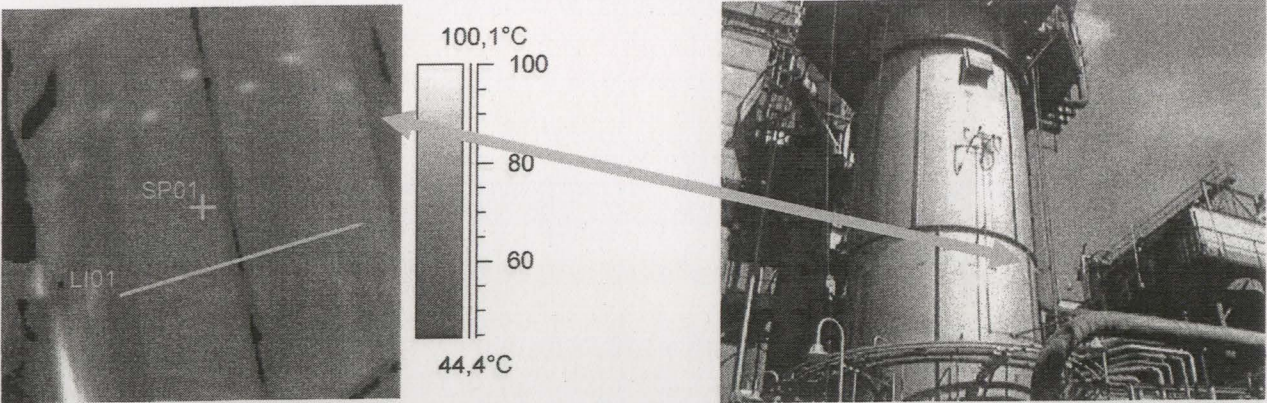
Label	Value
AR01 : max	83,8°C
AR01 : min	47,5°C
AR01 : avg	56,9°C



Valores de temperatura para a área AR01 e respectivo histograma.

Resultados

Imagens



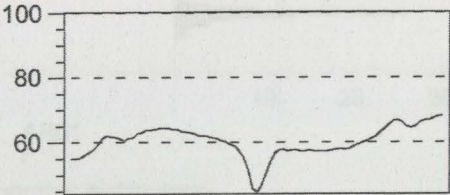
Equipamento/Secção	H-2301/Sudoeste
Hora	16:14:21

Object parameter	Value
Emissivity	0,50
Object distance	34,0 m
Ambient temperature	11,0°C

Zona sudoeste, nada a assinalar.

Análise

Label	Value
SP01	60,5°C
LI01 : max	68,4°C
LI01 : min	44,8°C
LI01 : avg	60,3°C



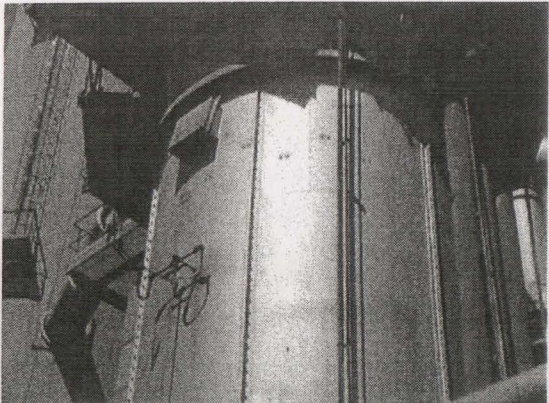
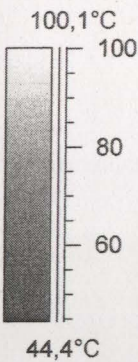
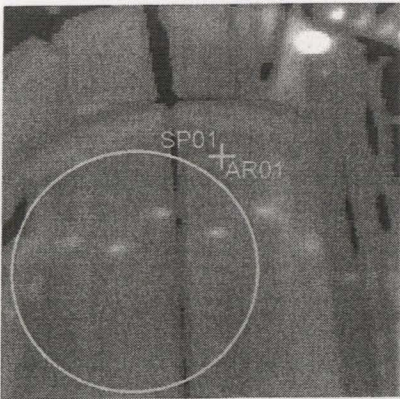
Valores de temperatura para o ponto SP01 e para a linha LI01, ao lado mostra-se um gráfico com as temperaturas registadas ao longo da linha LI01.

Resultados

Conclusões

Imagens

Realizar uma caracterização da reflectividade numa das paredes do lado oeste.



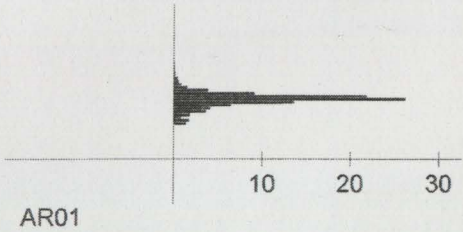
Equipamento/Secção	H-2301/Sudoeste
Hora	16:16:47

Object parameter	Value
Emissivity	0,50
Object distance	34,0 m
Ambient temperature	11,0°C

Zona sudoeste, nada a assinalar.

Análise

Label	Value
SP01	57,4°C
AR01 : max	83,0°C
AR01 : min	<44,4°C
AR01 : avg	<59,0°C



Valores de temperatura para o ponto SP01 e para a área AR01 e respectivo histograma.

Conclusões

Não foi encontrada nenhuma situação crítica, no entanto, é recomendável durante a próxima paragem fazer uma beneficiação do refractário numa das paredes do lado oeste.



Petrogal S.A.

Relatório de Inspeção por Termografia

Petrogal - Refinaria do Porto

Data

06-07-2000

Elaborado por:

José Miguel Vieira

Equipamento/Circuito	Unidade	Inspector
H-1301	1300	José Miguel Vieira

Descrição do Trabalho

Este trabalho teve por objectivo avaliar o estado da tubagem na zona de radiação da fornalha H-1301. Para tal procedeu-se à recolha de termografias com o equipamento em funcionamento por portas de vigia construídas especificamente para este trabalho.

Condições de trabalho

As imagens foram recolhidas em condições de céu encoberto, vento fraco do quadrante norte e temperatura ambiente da área envolvente da Fornalha de cerca de 19°C, na zona envolvente aos tubos no interior da fornalha a temperatura variava entre 500 e 800°C.

Equipamento utilizado

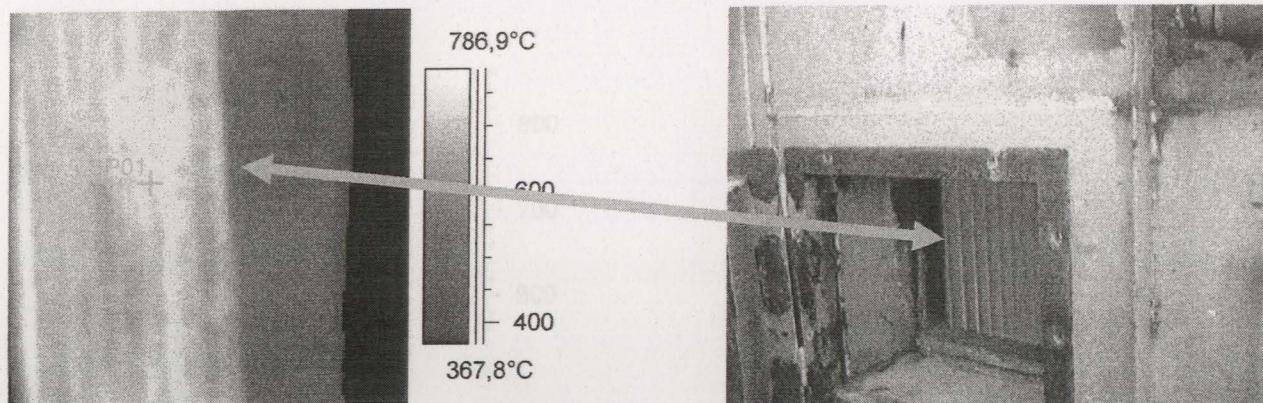
Câmara Agema Thermovision 470, equipada com lente de 12°X12° com um filtro para chama. O tratamento das imagens e elaboração do respectivo relatório foi feito recorrendo ao Software IRwin Report 3.1.1. da Agema.

Observações

- Foi considerada uma emissividade de 0.79, por a superfície a medir ser um aço carbono.
- Para a determinação das distâncias constantes de cada termograma, foi considerado o comprimento entre a estação de medida e o eixo da Fornalha, bem como a altura máxima da zona a controlar.

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	1301 zona oeste
Hora	15:15:43

Object parameter	Value
Emissivity	0,79
Object distance	5,0 m
Ambient temperature	550,0°C

Tubagem processual na zona de radiação.
Nada a assinalar.

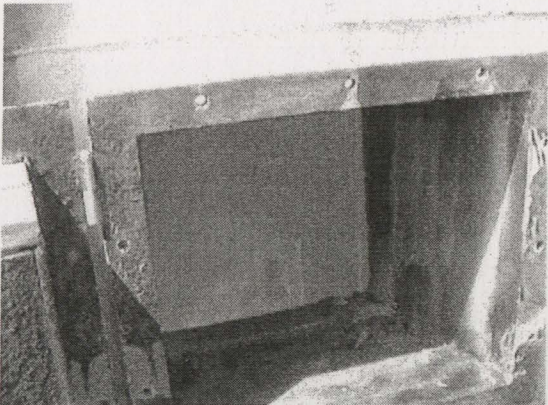
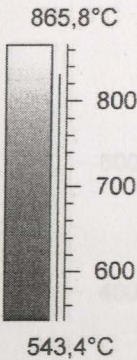
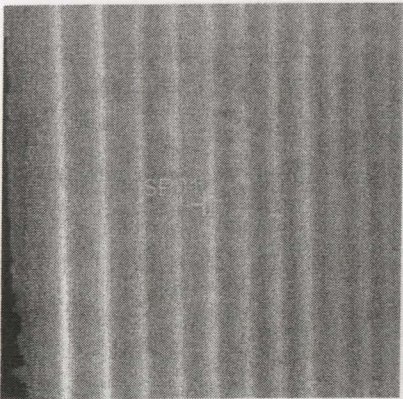
Análise

Label	Value
SP01	727,3°C

Valor de temperatura verificada na superfície do tubo, zona SP01.

Resultados

Imagens



Equipamento/Secção	H-1301 zona nascente
Hora	15:21:49

Object parameter	Value
Emissivity	0,79
Object distance	5,0 m
Ambient temperature	575,0°C

Tubagem do lado este.
Nada a assinalar.

Análise

Label	Value
SP01	743,7°C

Valor de temperatura verificada na superfície do tubo, zona SP01.

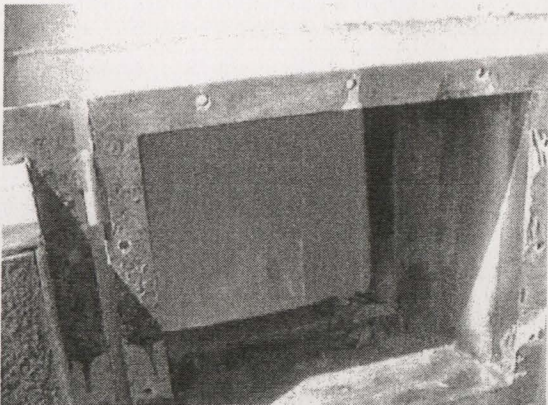
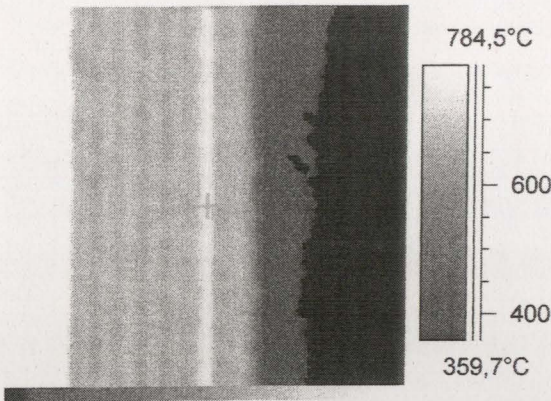
Valor de temperatura verificada na superfície do tubo, zona SP02 e valor do refractivo SP01

Resultados

Conclusões

Imagens

Não foi observada nenhuma temperatura fora das condições normais de funcionamento do equipamento.



Equipamento/Secção	H-1301 lado sul
Hora	15:43:43

Object parameter	Value
Emissivity	0,79
Object distance	5,0 m
Ambient temperature	760,0°C

Tubagem do lado sul.
Nada a assinalar.

Análise

Label	Value
SP01	769,7°C
SP02	673,9°C

Valor de temperatura verificada na superfície do tubo, zona SP02 e valor do refractário SP01.

Conclusões

Não foi observada nenhuma temperatura fora das condições normais de funcionamento do equipamento, pelo que não há nada a assinalar.



Capítulo IV - Inspecção ao Pipeline Refinaria /Terminal

O funcionamento de um oleoduto enterrado entre a Refinaria do Porto e o Terminal do Porto de Leixões com cerca de 1750 metros de comprimento, cuja a construção data de 1969, pressupõe a utilização de tecnologias sofisticadas, de desenvolvimento recente, para inspecção às tubagens que o constituem, no sentido de manter o seu funcionamento dentro dos parâmetros de segurança internacionalmente estabelecidos.

Neste sentido tive ocasião de participar, no decorrer do estágio, na apreciação de várias propostas internacionais para execução do trabalho. Seguidamente far-se-á uma apresentação teórica, técnica deste tipo de tecnologia de forma a englobar as várias opções técnicas apresentadas.

1. Inspecção de Oleodutos através de “ Porcos Instrumentados ”

Um grande numero de oleodutos chegaram já ao fim do tempo para que foram projectados originalmente, e não há nenhuma razão para sejam postos fora de serviço se a sua integridade for monitorizada regularmente de maneira apropriada. No entanto, no que concerne ao calculo do risco, reabilitação ou reparação , existe um requisito fundamental: estabelecer com precisão o estado presente do oleoduto. [5]

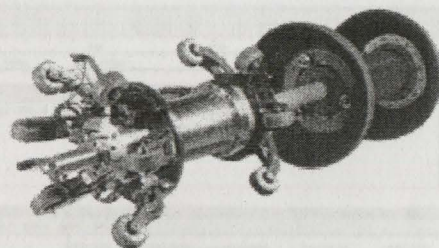


Figura 16 – Porco Instrumentado de Calibração_[7]

É de acordo geral, que os oleodutos são um dos meios mais seguros para o transporte de grandes quantidades de líquidos ou gás. Hoje, a cadeia de oleodutos mundial tem uma extensão de vários milhões de quilómetros e está a crescer todos os anos. Um oleoduto, como qualquer outro componente técnico,

está sujeito a desgaste e degradação, como tal, pode falhar se não existir uma manutenção adequada. Considerando isto, e o facto de que os oleodutos constituírem um investimento principal, é aconselhado para bem dos operadores que se estabeleça uma manutenção eficiente e programada. Uma Inspecção integrada, assegura que uma companhia de inspecção de oleodutos efectuar todos os serviços requeridos e podendo administrar todos os aspectos de inspecção e manutenção ao oleoduto. Uma parte deste procedimento de manutenção consiste num programa que monitoriza satisfatoriamente o oleoduto recorrendo a inspecções que utilizam “porcos inteligentes”.

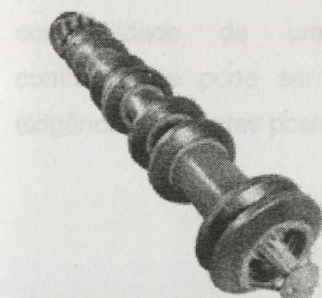


Figura 17 – Porco Instrumentado de Fluxo Magnético_[7]

Através desta tecnologia, devem ser conhecidas as possíveis falhas e defeitos e o impacto deles/delas antes de se iniciar o reparação ou medidas de reabilitação. [6]



2. Ferramentas de Inspeção In-line.

Em geral, pode-se dizer que ferramentas de inspeção in-line (dentro da linha), designados por "porcos inteligentes" ou "porcos instrumentados", utilizam métodos não destrutivos (NDT) para detectar falhas ou defeitos nos oleodutos. Idealmente, uma característica num oleoduto deveria ser descoberta por uma ferramenta de inspeção on-line (fora da linha) como por exemplo, uma falha (corrosão), ou um defeito (derrame). Infelizmente nenhuma ferramenta existente pode descobrir todas as possíveis falhas e defeitos que potencialmente podem acontecer.[5]

No entanto, hoje em dia está disponível um inteiro arsenal de ferramentas e cada tipo de ferramenta está especializado para tarefas específicas. É de grande importância que a ferramenta certa seja escolhida para uma aplicação particular e que o formato do relatório de inspeção final esteja completamente adaptado às capacidades dessa ferramenta particular, às suas vantagens, desvantagens e limitações.[7]

Escolher a ferramenta mais satisfatória para uma determinada exigência é um processo longo e o operador do oleoduto e o vendedor de ferramenta de inspeção in-line têm que trabalhar em conjunto na troca de informação e preparação de procedimentos para assegurar uma pesquisa próspera e eficiente. [8]

As ferramentas de inspeção in-line modernas formam parte de um " sistema monitorizado " para assegurar a confiabilidade de um determinado oleoduto. A confiabilidade pode ser entendida como a soma das exigências seguintes postas num sistema:

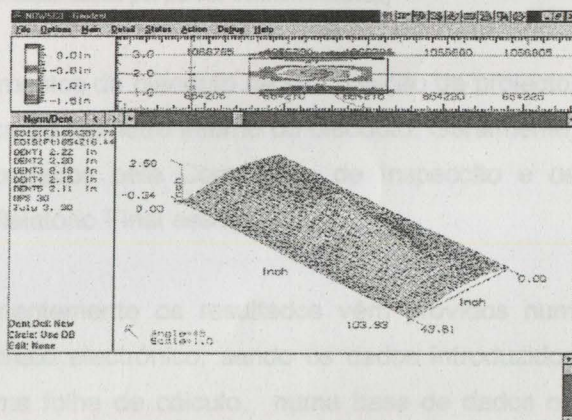
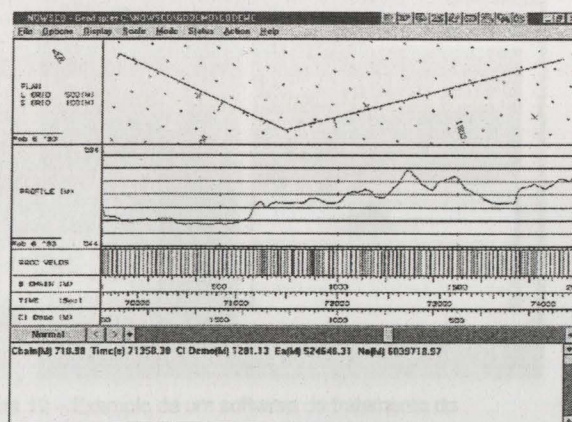
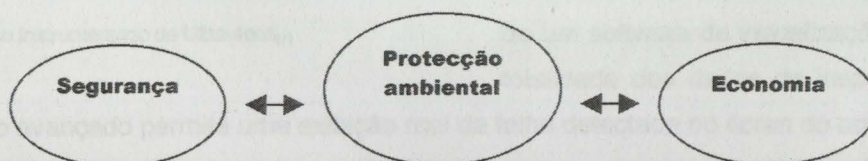


Figura 18 – Software da tratamento de dados recolhidos do Porcos Instrumentados.[7]



A mais recente geração de “porcos inteligentes” alcançou um nível de precisão e resolução que permitem a aplicação de taxas de integridade e análise de aptidão/propósito. A informação recolhida deve ser processada por software que nos realize um relatório de precisão para que se tome a decisão mais acertada do sentido de reabilitação e concerto do oleoduto.

3 .Informação Proveniente dos “Porcos Inteligentes”

As ferramentas de inspecção in-line são dispositivos que se deslocam livremente (flutuam) dentro da linha e utilizam uma variedade de métodos não destrutivos (NDT) para inspecionar as paredes do tubo. São normalmente bombeados através do meio que existe dentro do tubo, razão pela qual se dá o nome de In-line a estes equipamentos. A informação proveniente dos “porcos inteligentes” consiste em dados de carácter geométrico para qualquer falha que se detecte. Normalmente, o comprimento, largura, profundidade, localização e orientação da uma falha será detectada e quantificada. Além disto, certas ferramentas, como

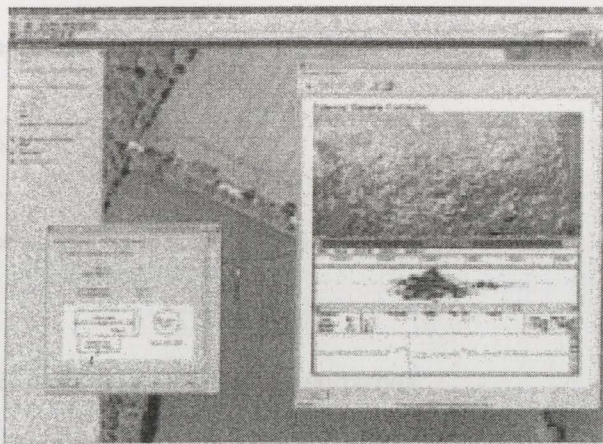


Figura 19 – Exemplo de um software de tratamento de informação obtida por porcos instrumentados^[7]

as ferramentas de inércia, podem-nos informar de deslocamentos do oleoduto da sua posição de projecto, ferramentas de calibração, que informam qualquer mudança de diâmetro interno do oleoduto. Geralmente, os dados obtidos por um porco inteligente serão interpretados pela Companhia de Inspeção e os resultados serão dados ao operador de oleoduto como um Relatório Final escrito.^[6]

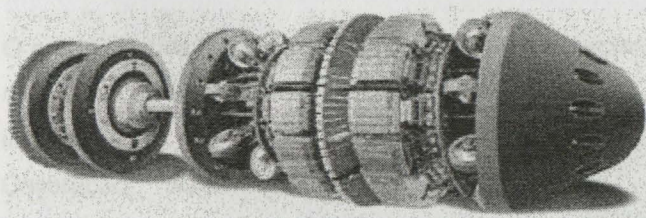


Figura 20 – Porco Instrumentado de Ultra-sons^[7]

Recentemente os resultados vêm providos num formato electrónico, sendo os dados introduzidos numa folha de cálculo, numa base de dados ou como um programa específico que permite visualização dos resultados e mesmo ver as suas características. Um passo seguinte é a obtenção de um software de visualização que permite ver a totalidade dos dados de inspeção. Um software

de visualização avançado permite uma exibição real da falha detectada no écran do computador. ^[6]

Cada vez mais operadores de oleodutos, estão a exigir o acesso ao valores obtidos além da interpretação disponibilizada. Este tipo de informação adicional consiste numa tabela da posição das falhas detectadas de acordo com profundidade ou qualquer outro critério geométrico. Além disso, as normas, como a ASME B31G, podem ser aplicadas para fornecerem os valores máximos de pressão permitidos.



4. Tipos de Ferramentas de Inspeção On-line disponíveis

Uma avaliação geral nos tipos de porcos, sejam eles tradicionais ou inteligentes é mostrada na tabela 2. Inspeções baseadas na utilização de ferramentas de inspeção in-lines inteligentes normalmente requerem antes um programa de limpeza.

Tabela 2 Funções dos diferentes tipos de porcos instrumentados [7].

Tipo de Porco Inteligente	Princípio físico	Função da Ferramenta
Calibrador	Mecânico, Indução.	Inspeção geométrica
Porco de inércia	Giroscópio	Inspecciona o percurso, Perfil e Curvas .
Porco de pesquisa de fugas	Diferença de pressão ou Ultra-sons	Descoberta e Localização de derrames.
Porco de pesquisa de fissuras	Correntes de Eddy , Ultra-sons	Pesquisa e classificação segundo o tamanho de interno, externo das fissuras.
Porco de Perda de metal	Fluxo magnético, Ultra-sons	Pesquisa e classifica segundo a quantidade de perda de metal interna e externa

Ferramentas de calibração

O propósito das ferramentas de Calibração é detectar, medir e localizar anomalias geométricas numa linha, em geral, qualquer mudança do diâmetro interno livre. Algumas ferramentas de Calibração fazem uso de dispositivos mecânicos, como aranhas providas com dedos mecânicos. Outros tipos ferramentas utilizam os princípios de indução magnéticos que se pressupõem no facto que uma mudança no campo magnético induzido que pode ser descoberto e avaliado. Estes tipos de ferramentas detectam entalhes e mudanças de diâmetro interno e outras anomalias geométricas que afectam o diâmetro interno livre. [5]



Figura 21 – Porco Instrumentado de Fluxo Magnético de pequeno diâmetro.[7]



Ferramentas de inércia

As ferramentas de inércia que são utilizadas no oleoduto dirigem as Inspeções. Giroscópios, como por exemplo os utilizados nos sistemas de navegação de aeronaves, são utilizados para registrar as coordenadas x , y e z da ferramenta quando se desloca por um determinado oleoduto. Um software especial é usado para traduzir a informação obtida e ser representada em num sistema de coordenadas que podem ser imprimidas em mapas.

Nas ferramentas de inércia mais sofisticadas provem informação com precisão que permite registrar movimentos mínimos no interior do tubo, dados que podem ser usados mais adiante para cálculos de tensão induzida. Alguns sistemas de transmissão de localização muito precisos incorporam GPS¹, o que provem uma excelente monitorização da inspecção in-line. [7]

Pesquisa de fugas

Uma variedade de ferramentas de detecção de derrames já está disponível no mercado de hoje.

Alguns tipos de ferramentas de pesquisa de fugas podem descobrir derrames minuciosos, mas exigem tirar um oleoduto de serviço durante a pesquisa, podem ser utilizadas outras ferramentas on-line mas exigem uma taxa mínima de derrame. Dois sistemas estão disponíveis e são baseados no método de diferença de pressão e no princípio de emissão acústica. O primeiro consiste numa ferramenta provida com um dispositivo de medição de pressão. O oleoduto ou secção de oleoduto inspeccionadas são postos fora de serviço e são enchidas de um líquido satisfatório. O derrame constitui uma área de mais baixa pressão na linha. No segundo método o oleoduto inspeccionado pode permanecer em serviço. A ferramenta utiliza o facto de que os derrames geram um som característico na gama dos 20-40 kHz. Este som característico é detectado através de *hydrophones* e provido com uma frequência electrónica selectiva. [5]

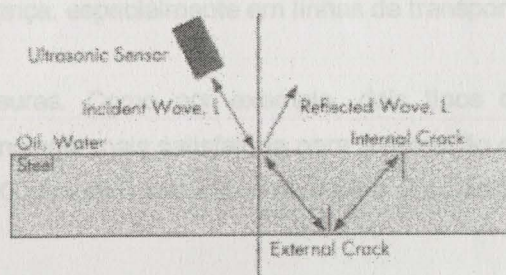


Figura 22 – Princípio de ultrassons[7]

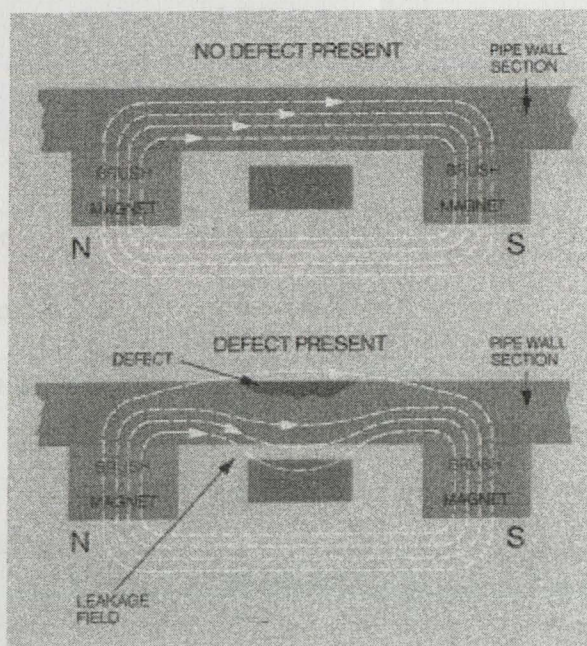


Figura 23- Princípio de Fluxo Magnético[7]

¹ GPS- Global Posicional System



Pesquisa de fissuras

A descoberta fidedigna de fissuras constitui um desafio adicional para a indústria de inspecção de oleodutos. Novamente, potenciais falhas e defeitos têm que ser definidos. Dependendo do tipo de oleoduto, do tipo de material da linha e as condições operacionais, diferentes tipos de fissuras ou anomalias poderão acontecer.

Foi realizada a nível mundial, muita investigação na busca da compreensão de como estes defeitos dos materiais são iniciados, como eles se propagam e como podem ser evitados.

Cargas cíclicas, são um exemplo possível em linhas de líquidos, que podem conduzir à formação de fissuras por fadiga. Também é importante lembrar que todas as fissuras incorporam uma componente de corrosão a menos que elas estejam num ambiente inerte.

As fissuras de corrosão podem iniciar em qualquer ponto onde a intensidade de tensão local ultrapassa a resistência do material. Estão a ser levadas a cabo investigações sobre o crescimento da fissura e sua dinâmica, isto é de importância suprema no que refere à segurança, especialmente em linhas de transporte de gases a alta pressão.^[6]

Já estão disponíveis ferramentas que podem descobrir fissuras. Como por exemplo, dois tipos de ferramentas utilizam técnicas de ultrasons. Esta deve ser a tecnologia mais satisfatória para a detecção de fissuras. Uma experiência de campo e um registro de quase 1000 km de inspecção provaram o alto padrão desta ferramenta e das suas capacidades soberbas.

Tabela 3 – Características da Ferramenta de detecção de fissuras.^[7]

Alcance	approx. 100 km
Velocidade óptima	1 m/s
Espaçamento Circunferencial	8 mm
Resolução longitudinal	3 mm
Comprimento mínimo do defeito para detecção	20 mm
Profundidade mínima do defeito para detecção	1 mm
Precisão da localização (com referência para próxima junta de soldadura)	± 0.2 m
Capacidade de "dobra"	3 D
Pressão	Até 120 bar



Detecção de Corrosão

Estão comercialmente disponíveis três métodos não destrutivos que foram implementados em porcos inteligentes com a finalidade de detecção de corrosão. Detecção e quantificação da corrosão interna e externa são possíveis utilizando os princípios de fluxo magnético e/ou ultra-som.

Todos os métodos têm vantagens e desvantagens. Da alta resolução da ferramentas de fluxo magnético provêm precisões muito elevadas. [7]

Tabela 4 – Ferramentas mais apropriadas à inspecção segundo a PII[7]

Ferramenta	MagneScan HR	MagneScan XHR	UltraScan WM
Princípio físico	Fluxo magnético	Fluxo magnético	Ultra-sons
Diâmetros disponíveis	6 " a 56 "	20", 30", 40"	6 " a 60 "
Detecção de Corrosão Generalizada	Diâmetro > 3WT Profundidade > 10% WT	Diâmetro > 3 %WT profundidade > 5% WT	Diâmetro > 20 mm Profundidade > 1 mm
Precisão	Corrosão geral: $\pm 10\%$ WT Pittings: $\pm 20\%$ WT	Corrosão geral: $\pm 5\%$ WT Pittings: $\pm 10\%$ WT	Corrosão geral ± 0.5 mm Pittings: $+0.5$ mm
Discriminação de Interno/Externo	Sim	sim	sim

WT – Espessura da parede

5. Conclusões

Os oleodutos internacionais estão a envelhecer e algumas instalações já estão em serviço para além da vida de serviço para que tinham sido projectados originalmente. É então crescente a importância das inspecções e da sua precisão para os operadores de oleodutos.

Um oleoduto de Integridade fidedigna requer uma grande variedade de serviços e técnicas de inspecção. Devido à grande variedade de possíveis falhas e defeitos, técnicas de inspecção diferentes têm que ser aplicadas. Por razões económicas e técnicas é aconselhável trabalhar com companhias de inspecção que têm capacidades de Inspeção Integrada , fornecendo serviços globais de Preparação , Inspeção e Reabilitação.



Capítulo V – Trabalhos na Área de Inspecção de Equipamento ainda em curso

1 – Introdução

Durante o estágio foram efectuados diversos trabalhos que se encontram ainda em curso. Sendo assim, não se justifica uma apresentação extensiva deste trabalho, mas sim um ponto de situação em que os mesmos se encontram e dos resultados já obtidos. Entre estes encontram-se uma preparação de inspecção a um *pipeway* (*pipeline* no interior da refinaria de pequena dimensão para interligação das diversas fábricas e áreas da refinaria), uma análise de uma falha na tubagem de uma fornalha e elaboração de diversos procedimentos de soldadura.

2- Preparação da Inspecção ao *Pipeway* da rua “M”

No sentido de se preparar a inspecção a um *pipeway* existente no interior das instalações da refinaria foi iniciado o seguinte trabalho, denominado de “***Pipeway* da rua M**”.

Para tal discriminou-se todas as etapas de preparação da inspecção referidas abaixo de 1 a 6, encontrando-se no entanto o trabalho ainda em curso no ponto número 5.

É de salientar que todo o trabalho desenvolvido neste campo até ao momento foi feito com o estudo extensivo dos desenhos de implantação do *pipeway* e dos PID (*pipe integration diagram*) tanto das linhas de utilidades (produtos como água de serviço, azoto, vapor, etc.) como das linhas de produtos (petróleo bruto, gasolinas, etc.). Verifica-se aqui, uma imensa quantidade de informação, visto que à partida calcula-se que nesta inspecção abrangerá cerca de 80 Km de tubagem.



Assunto: Inspeção do *pipeway* da rua M (em curso)

Pretende-se com este trabalho identificar as anomalias e elaborar relatórios detalhados sobre a situação das linhas e estruturas que compõe este *pipeway*.

Para o efeito será considerada a área (em anexo) indicada, sob o nome genérico de "*pipeway* da rua M":

- Desde os limites da unidade 3000 até aos bl's da linha 2 (ao longo da rua "4")
- Ao longo da rua "M" (entre as ruas "4" e "2")
- Desvio desde a rua "M" até ao D-7102
- Desde a rua "2" até ao desvio para a FAR.

Para o efeito será seguido o seguinte esquema de trabalho:

1. Reunir uma colecção completa dos desenhos de implantação e detalhe das linhas e estruturas dessas zonas.
2. Elaborar uma lista identificando correctamente todas as linhas, seu início e fim (de acordo com as áreas de intervenção definidas).
3. Fazer o agrupamento das linhas por fábrica (FCO,FAR e 7000).
4. Agendar e fazer reuniões com as fábricas para definição de :
 - Linhas que estão fora de serviço.
 - Lista de prioridades de intervenção, atendendo à redundância, perigosidade e importância para o funcionamento da fábrica.
 - Proposta de planeamento para execução das intervenções (paragem, em funcionamento).
5. Elaborar relatório detalhado, linha a linha, referindo secções entre apoios, relatando anomalias de metalomecânica e pintura, em capítulos separados.
6. Elaborar relatório detalhado das anomalias da estrutura de suporte (betão e estruturas metálicas) com referência às mesmas secções anteriormente indicadas.



**INSPECÇÃO À TUBAGEM E ESTRUTURAS
DOS PIPEWAYS DA RUAS "4" E "M"1**

Pipe way ruas " M " e " 4 "

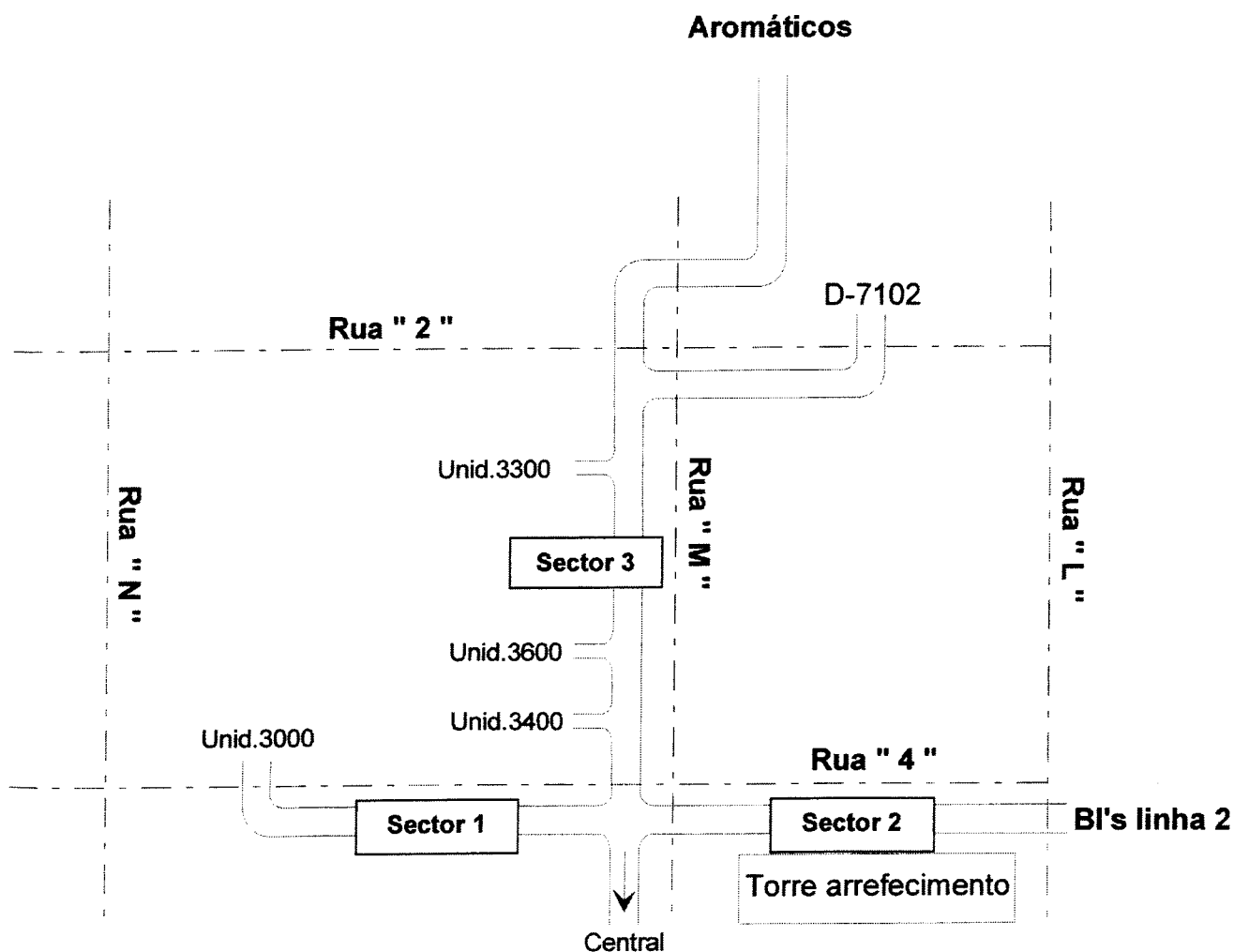


Figura 20 - Zona a intervir

Este *Pipeway* encontra-se dividido em 3 sectores para efeitos de inspecção:

- Sector 1 – Com percurso ao longo da rua "4", entre os BL's da U3000 e a rua "M".
- Sector 2 - Com percurso ao longo da rua "4", entre os BL's da linha 2 e a rua "M".
- Sector 3 - Com percurso ao longo da rua "M", entre ruas "4" e desvio para a FAR.





Desenhos de referência:
I Implementação Geral

Nº Desenho
5276-79-A-13101.1

Sector 1

Tipo de desenho	Nº Desenho
PID Utilidades Isométrica , linha de BFW	5278-69-B-00304.6 RP/86/2-1318
PID Processual	5278-69-B-00211.5 D583-A0-001-6900-11.4
Implantação	5278-69A-13152.5 5278-69A-13151.3 válv. Controlo de vapor 5276-39A-14101.4

Sector 2

Tipo de desenho	Nº Desenho
PID Utilidades	5278-69-A-00301.8 5278-69-B-00304.6
PID Processual	5278-69-A-00201.15 D583-A0-001-6900N-2.6
PID Processual e Utilidades	5278-69-A-13125.15
Implantação	5278-69-A-14139.7

Sector 3

Tipo de desenho	Nº Desenho
PID Utilidades Isométrica , linha de BFW	5758J39-A-00301.10 RP/86/2-1318
PID Processual	5276-39-B-00201.8 D583-A0-001-3900N-1.7 E900-A1-001-3903.0 (Splitter)
Implantação	5276-39-A-13111.12 5276-39-A-13112.8 5276-39-A-13113.4 5276-39-A-13114.6 BL's1941-24111 B até S (16 desenhos)
Isométricas ¾"	ER-72101.1 P-70101.2
4"	P-70111.2
3"	SA-72101.1
6"	SB-72101.2A
36"	VM-72101 folhas 1 a 5
4"	



II LISTAGEM DE LINHAS (por sector e por diagrama)

Numero – Especificação – Diâmetro (polegadas) – HC (com isolamento) – NI (sem Isolamento) – Produto – Percurso -

Sector1

Linhas Processuais							
5278.69.B.00211.5 D583.A0.001.6900.11.4							
Nº	Esp.	Ø	HC	NI	Produto	Percurso	Int.
PDM.21101.1	Alr	6		X	Gasolina		
PDM.204.09	Alr	6		X	Gasolina		
PDM.204.01	Alr	4					
P.61901.1	Aw	12		X	PB Alimentação	Arm → U300	P
P.61902.1	Blr	8	X		Slops pesados	U 3000 → Arm	F
P.61903.1	Aw	6		X	Gasolina pesada Sr	U3000 → U3200 → Arm	P
P.61904.1	Blr	10	X		Resíduo atmosférico	U3000 → Arm	P
P.61905.1	Aw	3		X	Gasolina leve SR	U3000 → U3400	P
P.61906.1	Aw	4		X	Petróleo	U 3000 → Arm	P
P.61907.1	Aw	4		X	Petróleo SR	U 3100 → Arm	P
P.61924.1	Aw	6		X	Petróleo SR	Arm → U 3100	P
P.61908.1	Aw	6		X	Gasóleo	U3000 → Arm	P
P.61909.1	Bc	3		X	LPG	U3000 → U3600 → Arm	P
P.61910.1	Aw	6		X	Slops leves	U3000 → Arm	P
P.61911.1	Aw	3		X	Gasolina leve SR	U3000 → Arm	P
P.61912.1	Aw	1 1/2		X	Gás ácido	U3400 → U3000	P
P.3901	Alr	6			Gasolina ?	U 3000 T.3004 →	P

Linhas Utilidades							
5278.69.B.00304.6							
Nº	Esp.	Ø	HC	NI	Produto	Percurso	Int.
VB.69901.1	Af	8	X		Vapor BP	U3000 ↔	P
ER.69902.2	Lm	6		X	Água arrefecimento	U3000 →	P
ER.69901.2	Lm	6		X	Água arrefecimento	→ U3000	P
ES.69901.1	Lm	3		X	Água serviço	→ U3000	F
EP.69901.1	La	1		X	Água potável	→ U3000	F
SA.69901.1	Als	2		X	Flare Ácida	U3000 →	P
VM.69901.1	Bb	10	X		Vapor MP	→ 3000	P
VI 69901.1.	Af	8	X		Vapor PI	U3000 ↔	P
FG.69901.2	Ac	6		X	Fuel Gás	Central → 3000	P
ED.69901.1	Bb	3	X		Água desmineralizada	Central → 3000	F
AI 69901.1	Lm	11/2		X	Ar de Instrumentos	Central → 3000	P
AS 69901.1	Lm	3		X	Ar de Serviço	Central → 3000	F
CB 69901.1	Af	4		X	Condensado BP	U3000 → Central	F
ET 69901.1	Af	3		X	Água tratada	Central → 3000	F
ZS 69902.1	Bc	3		X	Soda	Central → 3000	F
GI 69901.1	Aw	11/2		X	Gás Inerte	→ 3000	F
FO 69901.1	Blr	4	X		Fuel Óleo alimentação	Central → 3000	P
FO 69902.1	Blr	4	X		Fuel Óleo retorno	U3000 → Central	P
ZS 69903.1	Ac	2		X	Soda	Central → 3000	F
P 69901.1	Aw	4		X	Água de Salmoura	SR-3001 → U7000	F
P.69902.1	Aw	3		X		3000 →	
ER 69107.1	Lm	10		X	Água de arrefecimento	Central → E.3069	P
ER 30972.1	Lm	10		X	Água de arrefecimento	E.3069 → Central	P



Sector 2

Linhas Processuais D583-A0-001-6900N-2.6

Nº	Esp.	Ø	HC	NI	Produto	Percurso	Int.
PDM0301	Aw	4		X			
PDM21101	Alr	6		X			
P.61.901.1	Aw	12		X	P.B.	Armazenagem → 3000	P
P.61914.1	Als	6		X		U3500←	
P.61902.1	Blr	8	X		Slops pesados	3000 → Armazenagem	F
P.61913.1	Aw	3		X	Gasolina leve	3400 → Armazenagem	P
P.61903.1	Aw	6		X	Gasolina pesada SR	3000 → 3200	P
P.61904.1	Blr	10	X		Resíduo atmosférico	3000 → Armazenagem	P
P.61918.1	Aw	6		X	Gasolina pesada dessulf.	→ 3200/3300	P
P.61905.1	Aw	3		X	Gasolina SRL	U.3000 → 3400	P
P.61919.1	Aw.	4		X	Reformado	3300 → Armazenagem	P
P.61906.1	Aw	4		X	Petróleo	U.3100 → Armazenagem	P
P.61915.1	Bc	3		X	C3-C4 off spec	U3600 → Armazenagem	F
P.61916.1	Bc	2		X	Propano	U3600 → Armazenagem	P
P.61924.1	Aw	6		X	Petróleo SR	U3100 → ← Armazenagem	P
P.61920.1	Aw	4		X	Gasolina pesada dessulf.	3200 → Armazenagem	P
P.61917.1	Ac	3		X	Butano	3600 → Armazenagem	P
P.61908.1	Aw	6		X	Gasóleo	3000 → Armazenagem	P
P.61921.1	Blr	4		X	Hidrogénio	U3300→U3200	P
P.61922.1	Blr	1		X	Hidrogénio	U3300→	F
P.61909.1	Bc	3		X	LGP	U3000→	P
P.61910.1	Aw	6		X	Slops leves	U30/31→Arm	P
P.61923.1	Aw	1		X	Aminas	←→U3500	F
P.61907.1	Aw	4		X	Petróleo SR	U3000→	P
P.3901	Alr	6		X		U3000 (T-3004) →	
P.6901	Alr	6		X		U1200→U3200(E-3301A/B)	

Linhas de Utilidades

5278-69-A-00301.8

5278-69-B-00304.6

ER.69107.1	Lm	10		X	Água de arrefecimento	U4400→	P
ER.30972.1	Lm	10		X	Água de arrefecimento	→U4400	P
ER.69902.1	Lm	36		X	Água de arrefecimento	→U4400	P
ER.69901.1	Lm	36		X	Água de arrefecimento	→U4400	P
VB.69902.1	Af	10	X		Vapor BP	Central←→	P
ES.69901.1	Lm	3		X	Água de serviço	U4400→	F
EP.69901.1	La	1		N	Água potável	U4400→	F
VM.69901.1	Bb	12	X		Vapor MP	U4000→	P
FG.69901.1	Ac	8		X	Fuel Gás	U4000→	P
FO.69901.1	Blr	6	X		Fuel óleo	U4000→	P
FO.69902.1	Blr	4	X		Fuel Óleo	→U4000	P
ED.69901.1	Bb	4	X		Água desmineralizada	U4000→	F
AI.69901.1	Lm	3		X	Ar de instrumentos	U4000→	P
AS.69901.1	Lm	4		X	Ar de serviço	U4000→	F
CB.69901.2	Af	4	PP		Condensado BP	→Central	F
ET.69901.1	Af	3		X	Água tratada	U4000→	F
GI.69901.1	Alr	2		X	Gás inerte	Central→	F
ZS.69901.1	Ac	2		X	Soda	Central→	F



Sector 3

Linhas Processuais							
5276-39-B-00201.8				D583-A0-001-3900N-1.7			
Nº	Esp.	Ø	HC	NI	Produto	Percurso	Int.
P.39131.1	Aw	1 1/2		X	Gás ácido	U3400→U3000	P
P.39113.1	Aw	3		X	Gasolina leve tratada	U3400→Arm	P
P.39130.1	Aw	3		X	Gasolina leve SR	U3000→U3400→Arm	P
P.39116.1	Als	6		X		Arm→U3600	
P.39117.1	Bc	3		X	C3 – C4 Off Spec	U3600→Arm	F
P.39118.1	Bc	2		X	Propano	U3200←U3500 ←→Arm	P
P.39132.1	Bc	3		X	LPG	U3000→U3400←→Arm	P
P.39119.1	Ac	3		X	Butano	U3500→Arm	P
P.39133.1	Aw	6		X	Gasolina Pesada SR	U3000→U3200→Arm	P
P.39124.1	Aw	6		X	Gasolina Pesada Dessulf.	Arm→U3200	F
P.39125.1	Aw	4		X	Reformado	U3200→Arm	P
P.39126.1	Aw	4		X	Gasolina pesada dessulf.	U3200→Arm	P
P.39127.1	Blr	4		X	Hidrogénio	U3300←→U1300	P
P.39128.1	Blr	1		X	Hidrogénio	U3300←→U1300	
P.39129.1	Aw	1 1/2		X	Aminas	U3500←→	F
P.39135.1	Aw	3		X	Slops	→Arm	
P.6901.1	Alr	6		X	Gasolina dessulfurada	→U3200 / U3300	P
P.01503	Ba2a	6		X	Hidrogénio	U3300→U3700	P
P.01502	Aa2a	8		X	Hidrogénio	U3300→U1600	F
P.01501	Aa5h	2		X	Gás Sulfídrico	U3600→U3800	P
Linhas de ligação entre unidades do sector 3							
P.39120.1	B1s	2		X	Stabilized net gas (C1/C2)	D-3304→U3500/3600	P
P.39122.1	Bc	2		X	Stabilized net liquid	U32/33→U35/36	P
P.39123.1	B1s	3		X	Stripper net gas (C1/C2)	U32/33→U35/36	P
P.39114.1	Bc	3		X	LPG	U35/36→U3400	P
P.39115.1	Bc	3		X	LPG tratada	U3400→U35/36	P



Sector 3 (cont.)

Linhas de utilidades 5758J39-A-00301.10							
Nº	Esp.	Ø	HC	NI	Produto	Percurso	Int.
ZS.39106.2	Ac	2		X	Soda	TK-3953→Central	F
ZS.39104.1	Ac	2		X	Soda	Central → TK-3953	F
SA.39101.2	Als	2		X	Flare ácida	Central→U3500	F
SB.39101.6	Aw	1 1/2		X	Flare BP	Central→U3400→FAR	P
ER.39102.1	Lm	36		X	Água de arrefecimento	U3300→central	P
ER.39101.1	Lm	36		X	Água de arrefecimento	Central→U3300	P
VB.39101.1	Af	12	X		Vapor BP	Central←→U3300	P
ES.39101.1	Lm	3		X	Água de serviço	Central →3300	F
EP.39101.1	La	1		X	Água potável	Central →3300	F
VM.39101.1	Bb	10	X		Vapor PM	Central →3300	P
VL.39101.1	Af	3	X		Vapor PI	Central → U35/36	P
ED.39101.1	Bb	4	X		Água desmineralizada	Central →U3300	F
FO.39101.1	B1r	4	X		Fuel Óleo	Central →U3300	P
FO.39102.1	B1r	4	X		Fuel Óleo	U3300 → Central	P
FG.39102.1	Ac	8		X	Fuel gás	Central←→U3300	F
AI.39101.1	Lm	3		X	Ar instrumentos	Central →U3300	P
AS.39101.1	Lm	4		X	Ar de serviço	Central →U3300	F
CB.39103.1	Af	4	PP		Condensado de baixa	U3300 → Central	F
ET.39101.1	Af	2		X	Água tratada	Central →U3300	F
ZS.39101.1	Bc	3		X	Soda	U3400 →Central	F
GI.39101.1	Aw	2		X	Gás inerte	→U3300	F
P.39502.1	Aw	4		X	Água de salmoura	SR 3001→7000	F
P.39501.1	Aw	3		X		→FAR	
Linhas de interligação							
FG.39101.1	A1r	4		X	Fuel gás	U3600→D-3951	P
CB.39101.1	Af	3	PP		Condensado BP	U3300→U3500	F
Linhas do projecto Spliter E900-A1-001-3903							
P.3372.12	AA2A	4		X	Reformado tratado	E-3374/77→TK-3901	P
P.3372.21	AA2A	3		X	Reformado leve	E-3374→TK-6121A/B	P
P.3372.07	AA2A	3		X	Benzeno	E-3375→TK-3902A/B	P
P.3371.39	AA2A	3		X	Gás de purga	D-3371→D-1610	P
P.1301.01	BA2A	4	PP		Reformado	E-1308→E-3376	P



Sector 3 (cont.)

Linhas dos aromáticos BL 1941-24111D. IX							
MS.400001	BB	20	X		Vapor MP	Central→FAR	
HS.400001	EP	8	X		Vapor AP	Central→FAR	
LS.400001	AF	14	X		Vapor BP	Central→FAR	
MCP.400001	AF	10	X		Condensado	FAR→Central	
FOR.47001	BLR	4	X		Fuel óleo	FAR→Central	
FOS.47001	BLR	6	X		Fuel óleo	Central→FAR	
BFW.40001	EM	30	X		Água de Caldeiras	Central→FAR	
IA.430001	LA	4		X	Ar instrumentos	Central→FAR	
C.69001	AD	2		X	Soda caustica	Central→FAR	
DW.41013	AF	3		X	Água bruta	Central→FAR	
RW.45005	LC	4		X	Água de arrefecimento	Central→FAR	
FG.47001	AC	8		X	Fuel gás		
PA.43001	LM	4		X	Ar geral		
IG.09001	LM	3		X	Gás inerte		
N.09001	LM	3		X	Azoto		
H.09001	DVS	6		X	Hidrogénio		
CO.4011	AD	1 1/2		X			
SW.70121	LM	6		X	Água de serviço		

Legenda:

Numero	- Designação da linha
Esp.	- Especificação da linha
Ø	- Diâmetro da linha (polegadas)
HC	- Com isolamento térmico
NI	- Sem isolamento térmico
Produto	- Produto que circula no interior da linha
Percurso	- Percurso da linha
Int.	- Intervenção com a linha em:

P = Paragem

F = Funcionamento



Capítulo VI – Conclusões

Pode-se concluir, que o estágio industrial na Área de Inspeção da Refinaria do Porto foi muito satisfatório, visto que foi possível aprofundar e complementar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso, bem como observar como aplicar na prática todos os conhecimentos teóricos adquiridos.

Um estágio nesta área permitiu desenvolver/aplicar um vasto leque de conhecimentos multidisciplinares envolvendo termografias, ensaios mecânicos, resolução de problemas de corrosão, selecção e identificação de materiais, processos de união, programação de bases de dados orientadas para falhas ocorridas nos diversos equipamentos, organização de trabalho em campo e também desenvolver o contacto com os diversos departamentos da Refinaria, como a Produção, Manutenção, Ambiente, Segurança e outros.



Referências Bibliográficas

- [1] Petrogal, SA , DIDC (documentos internos) , 1999.
- [2] Preditec – “*Inspeccion y Analisis Termografico*”, Departamento De Formación, PRM, Saragoça, Espanha, 1995.
- [3] Preditec – “*Técnicas Predictivas y Instrumentación*”, PRM , Saragoça, Espanha, 1996.
- [4] Academy of Infrared Termography – “*Emissivities of various common materials*”, AIRT, Canada, 1997.
- [5] Tiratsoo, J. N. – “*Pipeline Pigging Technology*” – Gulf Pub. ,2nd Ed., Houston, 1992.
- [6] Beller, M., Germerdonk, K., Mattheck, C., Munz, D., Schneider, U., “*On the Problem of Detecting and Assessing Cracks in Pipelines*”, Proc. Int. Conf. In Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Vol. V, Pipeline Technology, Stavanger, 1991.
- [7] PII , Pipeline Integrity Internacional, <http://www.piigroup.com>, Internet, 2000.
- [8] Beller, M. Mattheck, C., “*A Theoretical Study of Cracks in Pipelines Initiated due to the Presence of Dents*”, Proc. Localised Damage, Vol. 3, Springer-Verlag, 1990.



PETRÓLEOS DE PORTUGAL S.A.

Petrogal, sa

Direcção da Refinaria do Porto
ÁREA DE INSPECÇÃO

Relatório de Estágio



Faculdade de
Engenharia da
Universidade do
Porto

Departamento de Engenharia
Metalúrgica e de Materiais

ANEXOS

✎ Em anexo são disponibilizadas duas disquetes com a base de dados "**BASEREL**".

Nota: Para utilizar a base de dados tem que possuir instalado no computador o software Microsoft Access®. Escolha a disquete referente à versão do programa que quer correr, Access 97 ou Access 2000 e execute o ficheiro que se encontra na disquete.





FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000087331