

Central Tejo Baixa Pressão 1914 – 1938



Caldeiras n^{os} 7 a 9

2^o Parte

A sua história. As suas atribuições...



As caldeiras n^{os} 7 e 9 tiveram uma “infância um tanto atribulada” graças à má experiência com as suas grelhas de projecto.

Foram as primeiras unidades que se instalaram num novo hall da sala de caldeiras, costas com costas com a fiada das n^{os} 2, 4 e 6. Prevendo-se

logo de início, que à bateria de caldeiras que ficaria em frente destas novas unidades n^{os} 7 e 9, se daria uma potência pelo menos 25% superior,

não se completou o edifício deste novo hall e deu-se à instalação de transporte e distribuição de carvão, uma capacidade suficiente para alimentar as 6 caldeiras que iriam existir na fase final.

Os estudos para a instalação das caldeiras n^{os} 7 e 9 iniciaram-se em 1922. A princípio, foi questão de as preparar para carvão pulverizado, mas como ainda não se fizera a aplicação deste sistema de queima à caldeira N^o 6, achou-se prudente não atrasar a encomenda destas novas unidades, provendo-as com grelhas “Paris-Stocker”, completadas com aquecedores de ar.

E em Dezembro de 1922, foi passada à Babcock encomenda de 2 caldeiras, completas com sobreaquecedores e economizadores, 511 m² de

superfície de vaporização, para uma produção de 15/19 ton/h de vapor a 17 kg/cm².

As grelhas não faziam parte da encomenda; mais à frente explicaremos a razão da tomada de decisão das CRGE em adquirir outro tipo de grelhas dum outro fabricante que não a B&W.

A encomenda das caldeiras

A encomenda foi passada por carta datada de 12 de Dezembro de 1922 à Babcock & Wilcox e constava de:

- Duas caldeiras equipadas com sobreaquecedor de vapor e economizador;
- Dois conjuntos de sopradores de fuligem do fabricante “Diamond Soot Blowers”;
- Dois reguladores de água de alimentação automáticos sistema B&W.

O custo total da encomenda foi de £ inglesas: 13792-8-0 (treze mil setecentas e noventa e duas libras e oito shillings). Em \$ portugueses à época o valor seria de aprox. 306205, ou seja: 306 contos... longe vão os tempos...

O prazo de entrega era de quatro meses após a recepção da encomenda.



Foto da sala das caldeiras de BP, com as caldeiras n.ºs 7 e 9 colocadas à direita

A especificação técnica

- Duas caldeiras do tipo marítimo CTM com as seguintes características:

Superfície de vaporização:511 m²

Superfície de sobreaquecimento:167 m²

Superfície do economizador: ... 301 m² (para 7 fiadas de tubos)

Superfície da grelha (por memória):20.8 m²

Pressão efectiva:17 Kg/cm²

- Produção e consumo à máxima carga:

Vaporização em Kgs:15000

Temperatura de sobreaquecimento:345°C

Vaporização por m² em Kgs (vaporizador+econom.).....18.4

Kgs vapor por Kgs de carvão:.....6

Carga da grelha em Kgs:120

Rendimento:± 2%

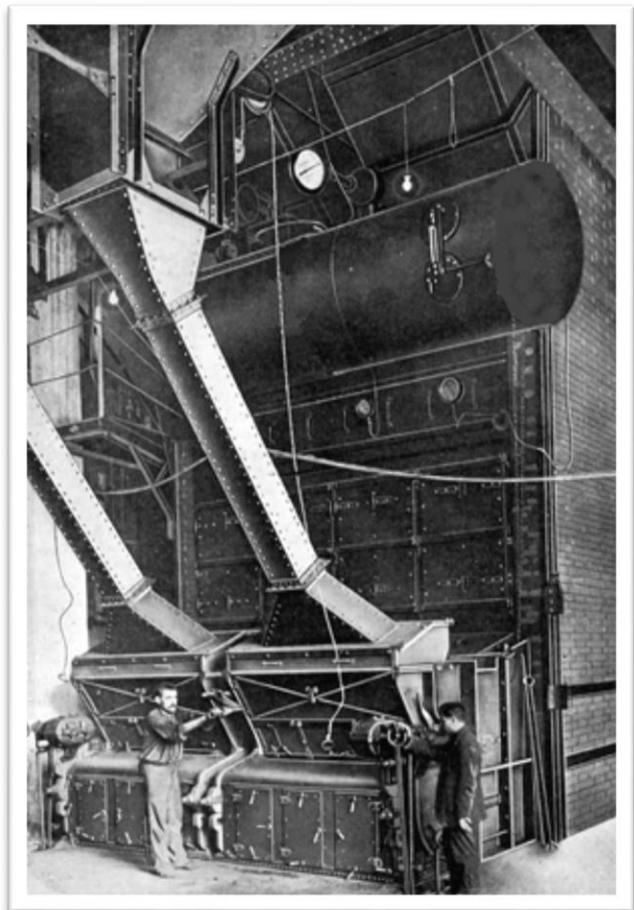
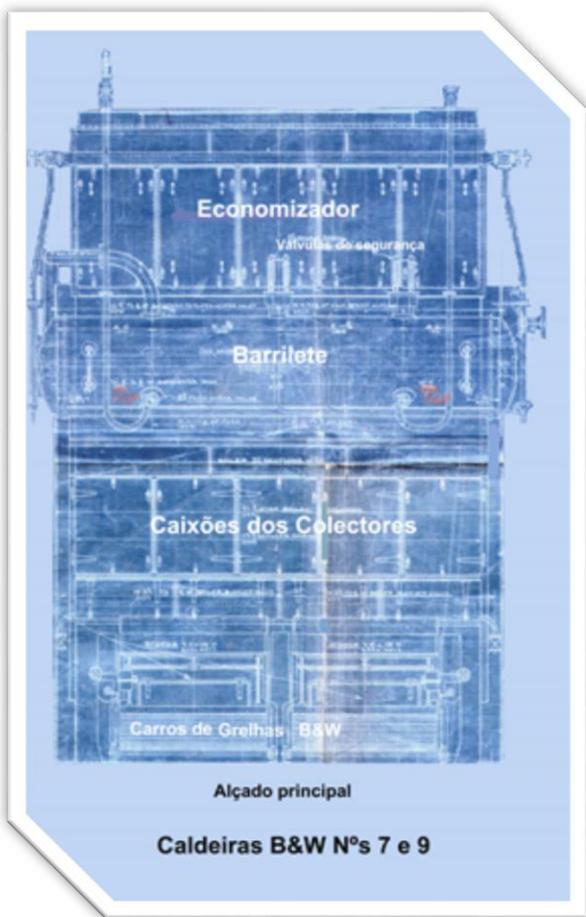
- Insuflação à máxima carga:

Pressão na grelha: 63.5 mm da coluna de água

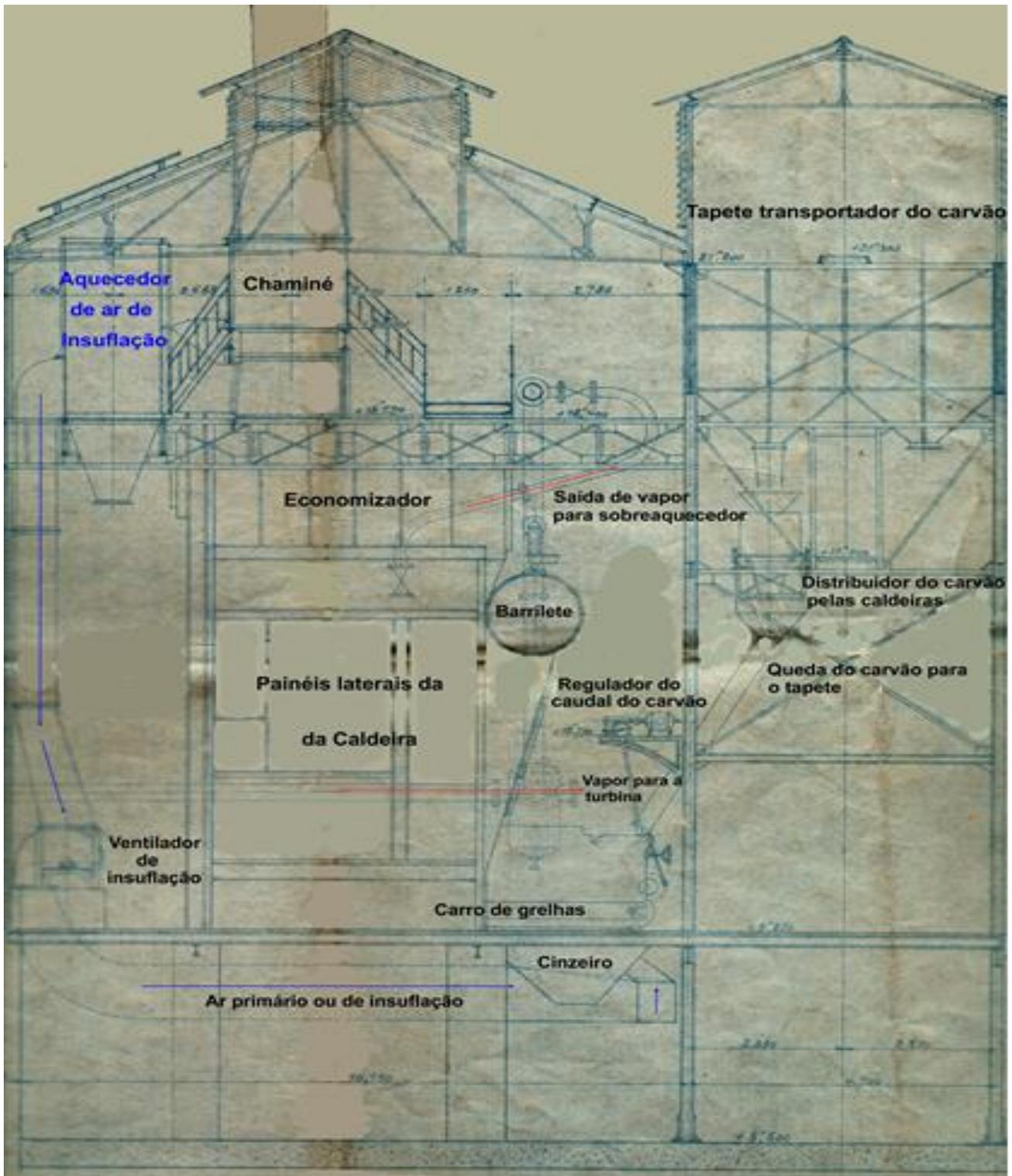
Depressão à saída do economizador: 40 mm

Teor de CO₂ (médio):12.5%

Temperat. dos gases à saída do econom.: 177 a 205°C

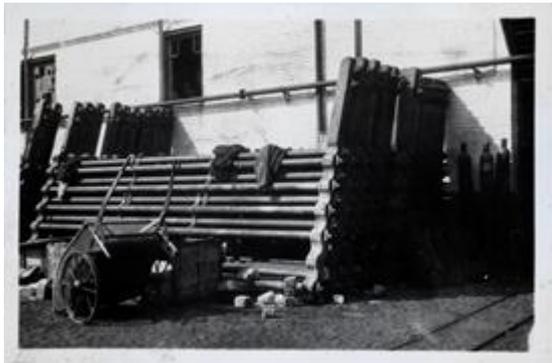


Caldeira B&W semelhante



• **Detalhes de construção e de fornecimento:**

O feixe vaporizador era constituído por 32 secções cada uma composta por 10 tubos de aço sem costura com 102 mm de diâmetro exterior, com o comprimento de 4267 mm e mandrilados em caixões colectores fabricados em aço macio com a resistência de 37/44 Kgs/mm².



O **barrilete** tinha um diâmetro de 1371 mm, estava equipado com uma entrada de homem e era fabricado em chapas de aço Siemens Martin com a resistência de 44/51 Kgs/mm². Os fundos copados das extremidades do barrilete eram fabricados em aço de resistência de pelo menos 41/47 Kgs/mm². O barrilete estava equipado com uma válvula de segurança de mola tripla para abertura a à pressão de 17.4 Kgs/cm².

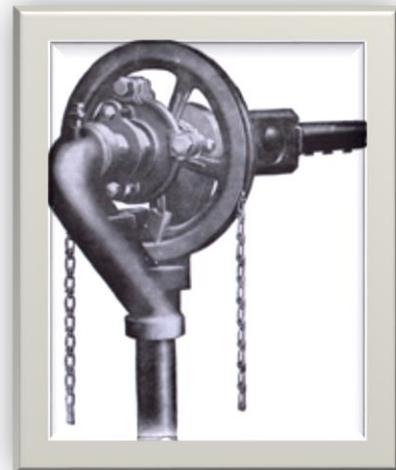
O **economizador** era constituído por 32 secções compostas cada por 7 tubos de aço sem costura com 102 mm de diâmetro e 4267 mm de comprimento mandrilados em colectores verticais.



O **sobreaquecedor** estava colocado por baixo das tubagens de retorno do vapor e era constituído por 176 tubos de aço sem costura com o diâmetro de 38 mm mandrilados nas extremidades em colectores fabricados em aço. O

sobreaquecedor estava ligado ao barrilete através de uma tubagem de aço sem costura. O sobreaquecedor estava equipado com uma tomada de saída com dimensão apropriada para receber a válvula principal de vapor. A válvula tinha o diâmetro de 178 mm e o corpo era fabricado em aço vazado.

Sopradores de fuligem. Cada caldeira estava equipada com uma instalação de sopragem de fuligem do fabricante “Diamond” compreendendo 10 unidades: 6 para altas temperaturas e 4 para baixas temperaturas.



Soprador de fuligem “Diamond”

Cada elemento era constituído por uma cabeça rotativa em aço vazado, com um “pescoço de cisne”, ligado a um tubo de sopragem que penetrava no interior da caldeira. A cabeça do soprador comportava uma válvula que por um processo de automatismo dava passagem ao vapor.

Salienta-se que as tubagens dos sopradores em contacto com os gases a alta temperatura eram feitos de um aço de liga especial à base de alumínio de alta resistência. As tubagens sujeitas a temperaturas mais baixas eram feitas de aço normal, embora de boa qualidade.

O vapor de sopragem necessitava de altas velocidades, que lhe eram conferidas através de “venturis” ou “agulhetas”.

• Pesos brutos

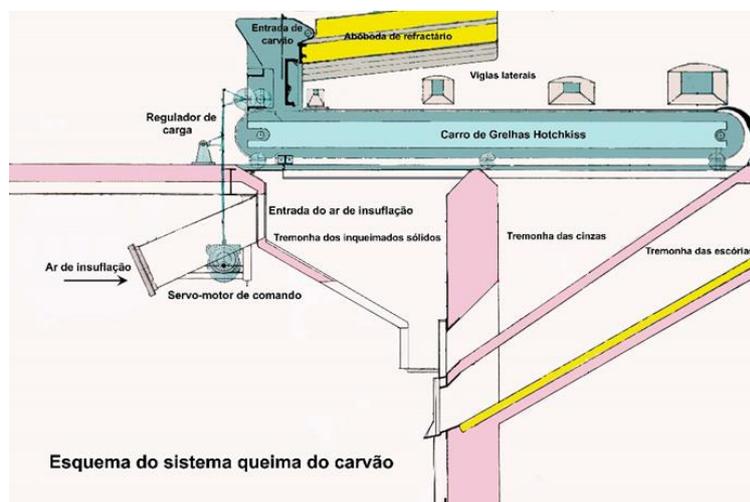
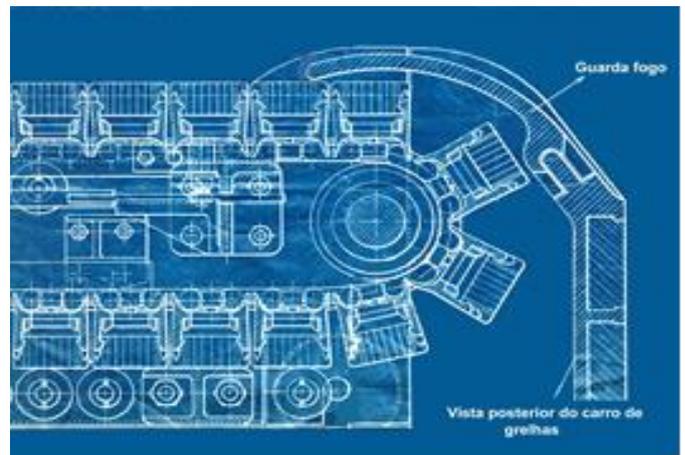
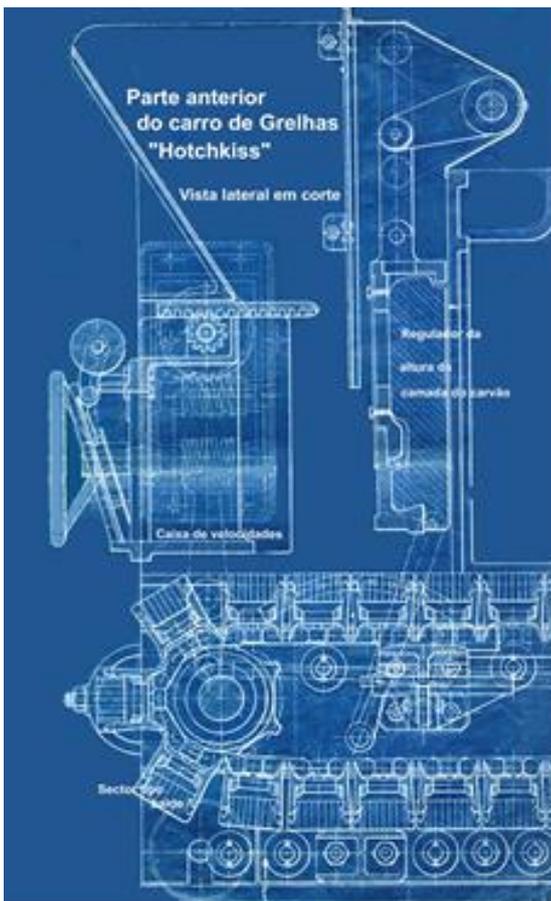
Da caldeira:65550 Kgs

Do sobreaquecedor:8150 Kgs

Do economizador:32500 Kgs

As grelhas não faziam parte da encomenda e não sendo encomendadas à B&W, foram encomendadas em Janeiro de 1923 ao fabricante Hotchkiss, pelo preço unitário de 53350 Francos Franceses, num total de 213400 F. F., equivalentes a 309643\$00 ao câmbio da altura.

Da mesma forma que as grelhas B&W, as grelhas Hotchkiss eram movimentadas através de cadeias sem-fim; diferiam apenas nos elementos transportadores do carvão, que no caso destas últimas eram constituídos por “caixas” em ferro fundido com a forma de U, as quais recebiam o carvão no seu interior, com a possibilidade de regular manualmente – por intermédio de dispositivo mecânico colocado no exterior – a entrada do ar de combustão através do fundo das “caixas”.



A propósito das grelhas Hotchkiss escrevia a Central:

Tinham escolhido para as novas caldeiras grelhas do fabricante Hotchkiss, porque comparadas com as “Paris Stocker” da Babcock, lhes parecia serem mais flexíveis sob o ponto de vista da regulação do ar insuflado e com uma manutenção menos onerosa.

E depois de se referir à sua concepção, achava que a tiragem teria uma regulação muito mais “fina” no que no sistema Paris – Stocker. Eram mais caras que as Babcock. Tinham colhido informações satisfatórias a seu respeito, pois num concurso organizado pelas minas do Sarre, tinham sido classificadas em 1º lugar a queimarem carvão de La Mure com 37% de cinzas e 1 a 2% de matérias voláteis. Desta maneira, julgavam-nas indicadas para se obter os melhores resultados com o carvão português. Nesse sentido, deveriam ser enviadas 5 ton da nossa antracite ao construtor para proceder a ensaios.

E apressadamente a Sofina passou encomenda desta “especialidade de grelhas” em Janeiro de 1923, com a indicação que deveriam queimar antracites de 4500 calorias, 3 a 5% de matéria volátil e 35% de cinzas.

Foi “um grande erro” como se iria ver ...

Em Março, foram encomendados os ventiladores e os aquecedores de ar à Empresa Etablissements Emile Prat Daniel – Paris. Para o comando dos primeiros foram previstos motores trifásicos de colectora.

O fornecimento compreendia duas instalações mecânicas de tiragem e aquecimento compostas cada uma por:

- 1 Ventilador de extracção de gases;
- 1 Ventilador de insuflação;
- 1 Aquecedor de ar do tipo “Thermix”.

O preço global da encomenda foi de 120000 F. F. equivalentes a 174120\$00 ao câmbio da altura.



Em Maio de 1923, foram comunicados os resultados dos ensaios feitos pela Hotchkiss com a antracite nacional. Descrevia esses ensaios e concluía que lhe parecia provado que mediante uma insuflação enérgica e o emprego de uma abóbada bastante baixa, o carvão português era perfeitamente inflamável e queimável nas grelhas escolhidas, e em condições susceptíveis de fazerem produzir à caldeira a sua tonelagem normal de vapor. Com as grandes possibilidades de regulação das Hotchkiss, ventiladores largamente calculados e o ar de que disporíamos, estavam persuadidos que se poderia encarar com optimismo a utilização da antracite nas novas caldeiras.

Em Junho de 1924, estando o montador da Hotchkiss em Lisboa para começar a montagem das grelhas, é recebido um telegrama da Sofina, logo seguido de uma carta, informando que aquele montador relatara aos “seus patrões” de Paris, que não podia começar a montar as grelhas porque nem o avanço na construção do edifício nem os trabalhos da montagem da caldeira, o permitiam.

Apesar de tudo, em Outubro, a caldeira nº 7 estava pronta para entrar ao serviço. Foi solicitado um novo montador da Hotchkiss para assistir ao lançamento da caldeira. Como chegasse a tardar o novo montador, tentou-se pôr a caldeira em marcha, mas teve de se desistir logo aos primeiros ensaios, porque as grelhas encravavam e partiam material.

E até ao fim do ano o novo montador não apareceu. Prometido por Hotchkiss para fim de Janeiro de 1925, mais uma vez faltou. Tentou-se novamente pôr a caldeira em funcionamento, mas as avarias das grelhas continuaram.

No fim de Fevereiro apareceu finalmente o montador. Logo que este chegou, foi-lhe mostrado o

inconveniente da existência de “barras-guia” para conseguir uma marcha regular das grelhas e propôs-se a sua supressão. Obtido o acordo da Hotchkiss fez-se a transformação das grelhas com o concurso das oficinas da Central e ao que consta, nos primeiros tempos que se seguiram, as grelhas começaram a funcionar satisfatoriamente, a ponto de a Central a 12 de Maio ter passado um certificado ao montador, que dizia:

“Certificamos que o montador trabalhou conscientemente durante 2.5 meses a corrigir os defeitos das 4 grelhas Hotchkiss instaladas na nossa Central. Desde o lançamento em serviço de 2 destas grelhas, efectuado a 30 de Abril não se partiram mais caixas, acidente outrora frequente. Os ensaios efectuados sobre estas duas grelhas durante os 10 últimos dias deram resultados satisfatórios, tanto sob o ponto de vista mecânico, como sob o ponto de vista combustão. Lamentamos no entanto não se ter conseguido queimar a antracite nacional sob forma de pó com 30% de cinzas e 8% de matérias voláteis”.

Contudo, o atestado de “bom comportamento” passado às grelhas foi prematuro... E em Novembro de 1925 foi pedido à Hotchkiss o reembolso integral do fornecimento, dizendo também estarem tratando da sua substituição por grelhas Riley ou Baily-Mathot.

Tinham vergonha de se dirigir à Babcock...

Devido à dificuldade de negociação com a Hotchkiss, foi decido manter a caldeira a funcionar em más condições e com bastante sacrifício para o pessoal. Basta dizer que a necessidade de se estar constantemente a “limpar as grelhas” obrigava a ter as portas da frente abertas e o ar insuflado quente saía quase todo para a sala das caldeiras, o que tornava o ambiente insustentável para o pessoal, a menos que se pusesse o esquentador de ar fora de serviço.

Em Outubro de 1927 foi proposta a aquisição de grelhas lap-link da Babcock, idênticas às das

caldeiras nºs 1 a 6. Em Abril de 1928 foram encomendadas à B&W e em 1929 foram instaladas.

A encomenda foi passada à B&W por carta datada de 4 de Abril de 1928 pelo valor total para ambas as caldeiras de £ inglesas: 2694 (duas mil seiscentas e noventa e quatro libras). Em \$ portugueses ao câmbio da época o valor foi de aprox. 60 contos...

Como curiosidade apresentam-se os custos referentes à mão-de-obra utilizada na montagem dos novos carros de grelhas B&W nas caldeiras N°s 7 e 9:

Importancia despendida em mão obra com a formação dos carros de grelhas da caldeira nº 4.

Trabalhos de montagem - 1.432\$09
 " em retractorio - 2.081\$03
 Total. 3.813\$12

Dr. Am. ...
 9/12/29

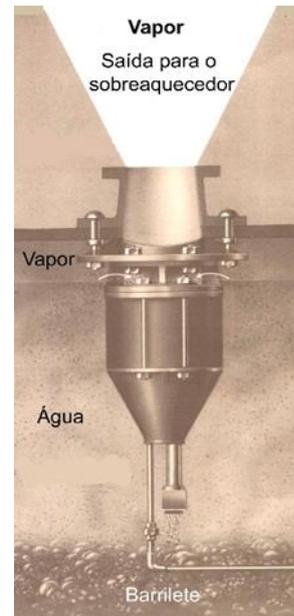
Despesa feita com a montagem de novos carros de grelhas da caldeira nº 9. (mão obra)

Item	Quantidade	Valor	Total
Pedreiro	1884	2824	420500
"	1847	2517	394594
"	1847	2517	238670
"	1888	96	208532
"	07	2817	167526
Ajustante	1907	112	1861
servente	1994	182	1845
"	1904	238	1845
"	1972	114	1845
"	40		
Total =			231994
Transporte.			
Caldeirino	1459	190	2812
"	1838	128	2503
Ajudante	1821	32	1898
"	1822	38	1898
"	1839	26	1898
"	1880	26	1898
"	1887	38	1898
"	1890	96	1898
"	1908	20	2810
"	1908	22	1896
"	1902	140	2518
"	1958	24	1888
"	1984	46	1885
"	2020	118	2806
"	1810		
Total =			552580
Trabalho	1902	48	1882
"	1906	40	1882
"	2037	26	1882
"	1948	8	1876
"	1988	24	1854
"	1963	8	1882
"	2027	8	1838
Total =			87536
servente	1914	22	2856
"	1862	22	1862
Total =			13312
Total =			5.443\$48

Daí em diante as caldeiras nºs 7 e 9, não deram muito que falar.

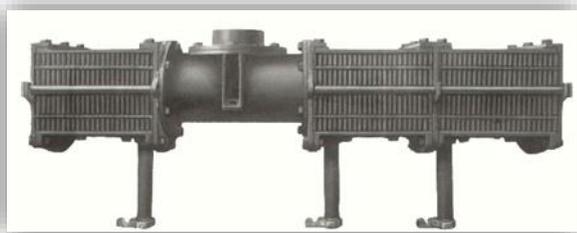
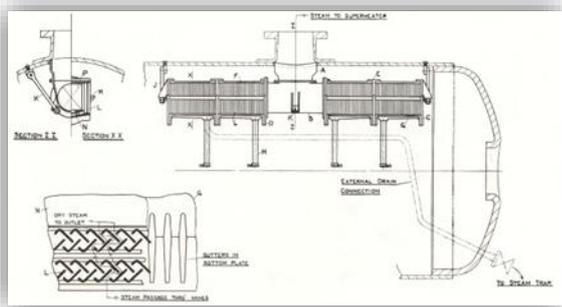
Passaram-se 3 anos calmos com estas unidades, pois só em 1932, é que os seus economizadores começaram a dar indícios de enfraquecimento por corrosão. No ano seguinte começou-se a fazer substituição dos tubos corroídos.

Como estas caldeiras não dispunham – como as nºs 1 a 6 de balões separadores por cima do reservatório água-vapor – decidiu-se dotá-las com epuradores-secadores dentro do reservatório, sendo um do construtor Hopkinson e o outro de construção Babcock. Os secadores de vapor têm como função principal reter as gotículas de água em suspensão no vapor e que se iriam dirigir ao sobreaquecedor. Fizeram-se ensaios para determinação da secagem e sobreaquecimento do vapor, os quais em princípio mostraram haver uma ligeira superioridade a favor dos aparelhos Babcock. A montagem destes acessórios fez-se em 1934-35, ano em que se procedeu também à revisão dos aquecedores de ar que estavam bastante corroídos e obstruídos. Reconheceu-se não valer a pena a sua reconstrução.

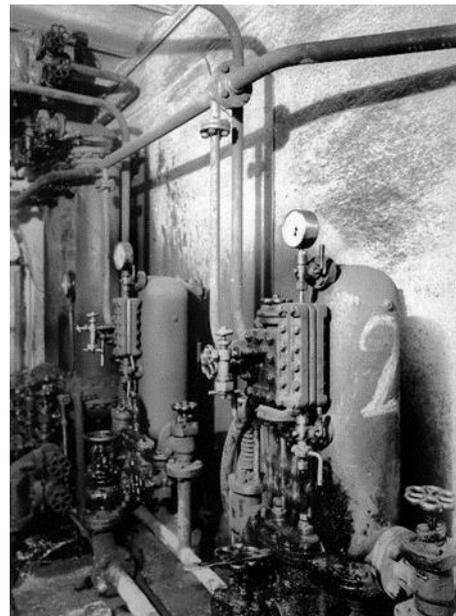


Secador de vapor HOPKINSONS

Nada a assinalar no funcionamento destas caldeiras até que com a eclosão da 2ª Guerra Mundial a diminuição dos stocks de carvão obrigou a que se utilizassem lenhas, mas dificuldades também com este combustível, obrigaram a continuar a utilizar carvão na nº 7. Em 1945, a caldeira nº 7, foi adaptada para queimar nafta, utilizando parte dos equipamentos adquiridos em 1920, para a queima deste combustível.

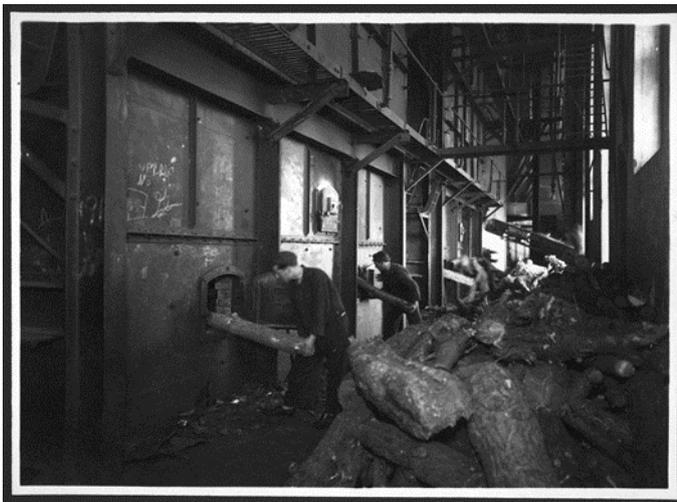


Secador de vapor Be&W





Queima de nafta (aquecedor e queimadores)



Queima de lenha

Felizmente, em Junho de 1923 tinha sido passada uma encomenda à B&W para o fornecimento de quatro portas de acesso a serem colocadas na parte posterior das caldeiras (zona da fornalha) pelo valor total de £ inglesas: 23/5 (vinte e três libras e cinco shillings), correspondentes em moeda portuguesa a pouco mais 500\$00.

A montagem destas portas veio facilitar em muito a queima da lenha e de outras matérias combustíveis, pois facilitavam a sua introdução na fornalha.

Em 1946 esta caldeira fez uma campanha muito regular, utilizando nafta.

A caldeira nº 9 também foi adaptada para a queima deste combustível mas em regime de “boosting” ao carvão. Em 1948, devido ao aumento do preço da nafta, a caldeira nº 7 voltou a ser adaptada para queimar carvão. Porém no ano seguinte, houve nova modificação no preço da nafta, que a tornou equivalente ao carvão no custo da caloria.

Durante os anos de 1947 a 1949, fizeram-se nestas caldeiras substituições relativamente importantes em tubos de economizador.

Depois, estas unidades entraram em beneficiações e reparações gerais como as demais caldeiras da Central quando esta era dispensada de prestar apoio à Rede Eléctrica Nacional, até ao dia em que foram desclassificadas e vendidas para a sucata...

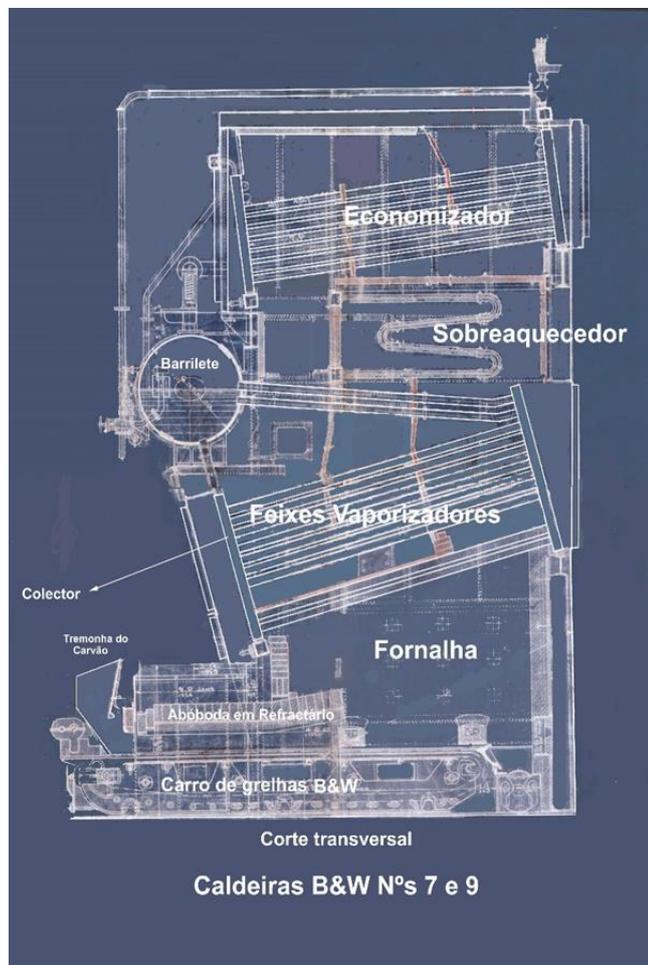
7. Descrição do funcionamento das caldeiras

Como já referido, as caldeiras eram de fabrico Babcock & Wilcox, do tipo aquitubular, tiragem equilibrada, queimando carvão numa grelha rotativa.

A sua superfície de vaporização era de 511 m², com uma capacidade de vaporização de 15 ton/h à pressão de timbre de 17 kg/cm². As superfícies do sobreaquecedor e do economizador eram de respectivamente 167 e 301 m², tendo a grelha do carvão uma superfície de 20.8 m².

O consumo nominal de carvão era da ordem dos 2500 kg/h em condições normais de carga. A temperatura do vapor sobreaquecido à saída da caldeira era de 345°C.

Em condições normais de serviço, a temperatura dos gases à saída do economizador era da ordem dos 177 a 205°C com uma tiragem de 40 mm da coluna de H₂O.



Esquema das caldeiras B&W n.ºs 7 e 9

No esquema acima estão representados os equipamentos principais que constituíam as caldeiras.

As caldeiras eram constituídas pelas fornalhas onde se realizava a combustão, espaço envolvido pelas paredes revestidas a tijolo refractário. A fornalha possuía no seu interior, a partir do teto, o economizador, o sobreaquecedor e o feixe vaporizador.

O sobreaquecedor e o feixe vaporizador encontravam-se na zona de radiação de calor. No circuito ar – fumos, após a fornalha, situava-se a câmara de convecção, que comportava o economizador.

A água de alimentação entrava na caldeira através do economizador onde recebia o calor de convecção proveniente dos gases da combustão. Da saída do economizador, a água ia dar entrada no barrilete.

O barrilete e os colectores descendente e ascendente do feixe vaporizador formavam a zona de recirculação natural água-vapor da caldeira.

A partir do barrilete, a água já aquecida descia pela tubagem “descendente” até ao colector inferior do feixe vaporizador e após passagem pelo interior deste, voltava a subir pelo colector “ascendente” dirigindo-se ao barrilete.

No interior do barrilete, uma parte do vapor produzido voltava a condensar, funcionando como fonte de calor para a água mais fria que vinha do economizador. Por diferença de densidades este condensado voltava a cair na parte inferior do barrilete e ia dar novamente entrada no feixe vaporizador.

A passagem do condensado pelo vaporizador permitia acelerar o processo de vaporização, reforçando a “circulação natural”.

A parte restante da mistura água-vapor, isto é, o vapor concentrado na parte superior do barrilete, dirigia-se ao sobreaquecedor.

No sobreaquecedor, tinha lugar a fase de sobreaquecimento do vapor por efeito da transferência de calor por radiação-convecção a partir dos gases quentes da combustão.

O sobreaquecedor era constituído por dois colectores, o de entrada e o de saída ligados entre si por um feixe tubular e tinha a função de fornecer ao vapor as condições ideais para entrada na turbina, pressão de 17 kg/cm² e temperatura de 345 °C.

O ar de combustão era fornecido pelo ventilador de insuflação, o qual aspirava o ar atmosférico na parte superior das caldeiras, comprimindo-o para a câmara de combustão após passagem pelo aquecedor de ar.

Os gases que se formavam na fornalha resultantes da combustão eram expelidos para a atmosfera por intermédio do ventilador de extracção que os enviava para a chaminé.

Circuito do ar e dos gases

