# EB18-08

# AQUISIÇÃO DE NOVAS TORRES DE REFRIGERAÇÃO (TW)

- UT -

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Revisão | 0 | | | | | | 1/13 |
| Executado | DR | | | | | | |
| Aprovado | | | | | | | |
| Data | 23-03-2018 | | | | | | |

DC0 Público - (relvasdi)

# ÍNDICE

1. DESCRIÇÃO GERAL ..... 3
2. BASES DE PROJETO ..... 4
3. ANÁLISE DE RISCOS ..... 5
3.1 Lista de Alterações ..... 5
3.2 Impacte Ambiental ..... 5
3.2.1 Levantamento de Aspetos Ambientais ..... 5
3.2.2. Avaliação do Impacte Ambiental ..... 5
3.2.3 Identificação de Medidas de Mitigação ..... 5
3.3. Impacto na Segurança ..... 5
3.3.1 Identificação / Classificação das Zonas de Intervenção ..... 5
3.3.2 Identificação de Perigos ..... 6
3.3.3 Identificação de Riscos ..... 6
3.3.4 Identificação de Medidas de Mitigação ..... 6
3.4. Impacto na Qualidade do Produto e/ou Processo ..... 6
3.5. Impacto Energético ..... 7
4. ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO ..... 7
4.1 Equipamentos ..... 7
4.1.1 Lista de Equipamentos ..... 7
4.1.2 Especificação de Equipamentos ..... 8
4.2 Instrumentos ..... 9
4.2.1 Lista de Instrumentos ..... 9
4.2.2 Especificação de Instrumentos ..... 9
4.3 Motores ..... 9
4.3.1 Lista de Motores ..... 9
4.3.2 Especificação de Motores ..... 10
5. DIAGRAMAS ..... 11
6. ANEXOS ..... 12

# 1. DESCRIÇÃO GERAL

O presente projeto surge no seguimento da EB16-07, que visava melhorar o sistema de refrigeração de TW na Área UT, uma vez que as torres existentes já evidenciavam um elevado grau de degradação pondo em causa o funcionamento da fábrica. Com estas permitia-se também aumentar a eficiência, melhorar as condições da TW alimentada à fábrica e diminuir as elevadas perdas por arrastamento. No entanto verificou-se que os seis módulos adquiridos são insuficientes para as necessidades atuais e futuras.

O circuito de TW é constituído por seis módulos novos e por um módulo antigo e encontra-se localizado na área das Utilidades e permite abastecer a generalidade da fábrica, com exceção das Áreas SP e CB, que possuem circuitos independentes.

Os principais equipamentos consumidores de TW na área das Utilidades são as máquinas de água gelada (CW) e os compressores de ar. Na área SR a TW é consumida maioritariamente nos condensadores do 4º efeito, no condensador do sistema de remoção de sólidos, no permutador do circuito fechado do Processo SM e no circuito de refrigeração dos ejetores de vácuo. Na área CP os principais consumidores deste fluido são as camisas de arrefecimento dos reatores e os primeiros condensadores das colunas SS.

O objetivo desta intervenção consiste em aumentar o caudal e a capacidade de arrefecimento das torres de refrigeração da área UT.

## 2. BASES DE PROJETO

Como bases de projeto foram considerados os seguintes dados de processo:

**Tabela 1 -** Variáveis de Processo consideradas.

| CONDIÇÕES DE PROCESSO | |
|---|---|
| Caudal de água (total) | 1000m$^3$/h |
| Temperatura de entrada de água na torre | 40ºC |
| Temperatura de saída de água da torre | 23 ºC |
| Temperatura de termómetro húmido | 19 ºC |
| Temperatura de entrada do ar na torre | 25ºC |

| PROPRIEDADES DA ÁGUA | |
|---|---|
| Condutividade | 1100 - 2700 µS/cm |
| TDS estimado | 1000 a 1200 ppm |
| $Cl_2$ livre | 0,5 - 1 ppm |
| pH | 7.5 – 8,5 |
| Cl | 400 ppm |
| Si | 50 - 115 ppm |
| TH (dureza) | 75 - 400 ppm $CaCO_3$ |



DC0 Público - (relvasdi)

# 3. ANÁLISE DE RISCOS

## 3.1 LISTA DE ALTERAÇÕES

Listam-se em seguida as principais alterações inerentes ao projeto a implementar.

**Tabela 2** - Alterações a implementar.

| Nº | ALTERAÇÃO | TIPO DE ALTERAÇÃO |
|---|---|---|
| 1 | Torres de refrigeração - TW | 2 módulos novos |

## 3.2 IMPACTE AMBIENTAL

### 3.2.1 LEVANTAMENTO DE ASPETOS AMBIENTAIS

Não se prevê que esta substituição tenha qualquer impacto ambiental, ao nível da geração de efluentes.

### 3.2.2. AVALIAÇÃO DO IMPACTE AMBIENTAL

N/A

### 3.2.3 IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

N/A

## 3.3. IMPACTO NA SEGURANÇA

As condições de segurança não serão alteradas com a modificação proposta.

### 3.3.1 IDENTIFICAÇÃO / CLASSIFICAÇÃO DAS ZONAS DE INTERVENÇÃO

A implementação do sistema proposto será efetuada numa zona não ATEX

### 3.3.2 Identificação de Perigos

Não existem perigos acrescidos com a implementação desta medida, para além dos já existentes:

- O movimento mecânico das pás dos ventiladores das torres.
- A possibilidade de aparecimento de *legionella* na TW.

### 3.3.3 Identificação de Riscos

Os riscos associados aos perigos identificados no ponto anterior são:

- Risco de alguém ser colhido pelo movimento das pás dos ventiladores.
- Infeções pulmonares graves causadas pela bactéria *legionella*.

### 3.3.4 Identificação de Medidas de Mitigação

Como medidas de mitigação dos perigos identificados, propõe-se que:

- Os motores dos ventiladores a instalar contemplem um sistema de segurança por encravamento elétrico com cadeado, que impedirá que o ventilador funcione enquanto estiver em curso qualquer tipo de intervenção no topo da torre até que o cadeado seja removido.
- Cada módulo deverá ainda ter portas de acesso, escadas e plataformas adequadas para a execução em segurança de trabalhos de manutenção e/ou inspeção do equipamento.
- Deverá ser feito um tratamento químico eficiente à TW e uma monitorização regular da qualidade da mesma.

## 3.4. Impacto na Qualidade do Produto e/ou Processo

A alteração terá um impacto positivo na qualidade do produto e/ou processo por via do aumento da fiabilidade e do aumento de capacidade do sistema.

### 3.5. Impacto Energético

Haverá um acréscimo do consumo energético pois serão adicionados dois novos módulos.

# 4. ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

## 4.1 Equipamentos

### 4.1.1 Lista de Equipamentos

Apresenta-se de seguida a lista dos principais equipamentos afetos ao projeto.

**Tabela 3** - Lista de equipamentos sujeitos a alterações no âmbito do projeto.

| ID EP Nº | EQUIPAMENTO | CAPACIDADE | QTD. | ID Provisória | OBS. |
|---|---|---|---|---|---|
| UT-128A/B/C/D, 528, 628 e 138 | Torres de refrigeração | 150 m3/h/módulo | 6 | - | Existentes |
| | Torres de refrigeração | 150 m3/h/módulo | 2 | - | Novos |

### 4.1.2 Especificação de Equipamentos

| | |
|---|---|
| **ÁREA** | UT |
| **ID EP Nº** | UT-### |
| **NOME** | Torre de Refrigeração |
| **DESCRIÇÃO** | |
| **REGIME** | Contínuo |
| **CAPACIDADE** | 150 m³/h/módulo |
| **CONDIÇÕES DE SERVIÇO** | |
| **FLUIDO** | Água |
| **ESTADO** | Liquido |
| **TEMPERATURA (entrada)** | 40 ºC |
| **TEMPERATURA (saída)** | < 25 ºC |
| **MATERIAIS** | |
| **EQUIPAMENTO (estrutura)** | Aço galvanizado |
| **Exterior** | Poliéster |
| **ESPECIFICAÇÃO BOMBA** | |
| **TIPO** | Ventilação induzida (com enchimento) |
| **Potência Calorífica** | 2403 kW/módulo * |
| **ΔT da Torre** | 15 ºC |
| **Variador no Ventilador** | Não |
| **Perdas de Água** | < 2,5 % |
| **Caudal de Ar necessário estimado** | 44 m³/s * |
| **TUBULADURAS** | |
| **Entrada** | 12" |
| **Saída** | 12" |

* Valor indicado pelo fornecedor das torres existentes

## 4.2 INSTRUMENTOS

### 4.2.1 LISTA DE INSTRUMENTOS

**Tabela 4 –** Lista de instrumentos.

| Nº | Instrumento | Tipo | Quantidade | OBS. |
|---|---|---|---|---|
| | Manómetro | Bourdon | 2 | 2 novos |

### 4.2.2 ESPECIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

**Tabela 5 –** Especificação do manómetro.

| | |
|---|---|
| **Função** | Medir a pressão de alimentação aos módulos |
| **Tipo** | Bourdon |
| **Fluido** | Água de refrigeração |
| **Gama** | 0 – 200 $m^3/h$ |
| **Temperatura** | 10 – 50 ºC |
| **Gama** | 0 – 1 bar |
| **Diâmetro tubagem** | 12" |

## 4.3 MOTORES

### 4.3.1 LISTA DE MOTORES

**Tabela 6 –** Lista de motores.

| M - -nº | Nome | Quantidade | Capacidade* | Tipo Proteção |
|---|---|---|---|---|
| A Definir | Motor ventilador Torre de Refrigeração | 2 | 22 kW | IP55 |

* Valor indicado pelo fornecedor das torres existentes

### 4.3.2 Especificação de Motores

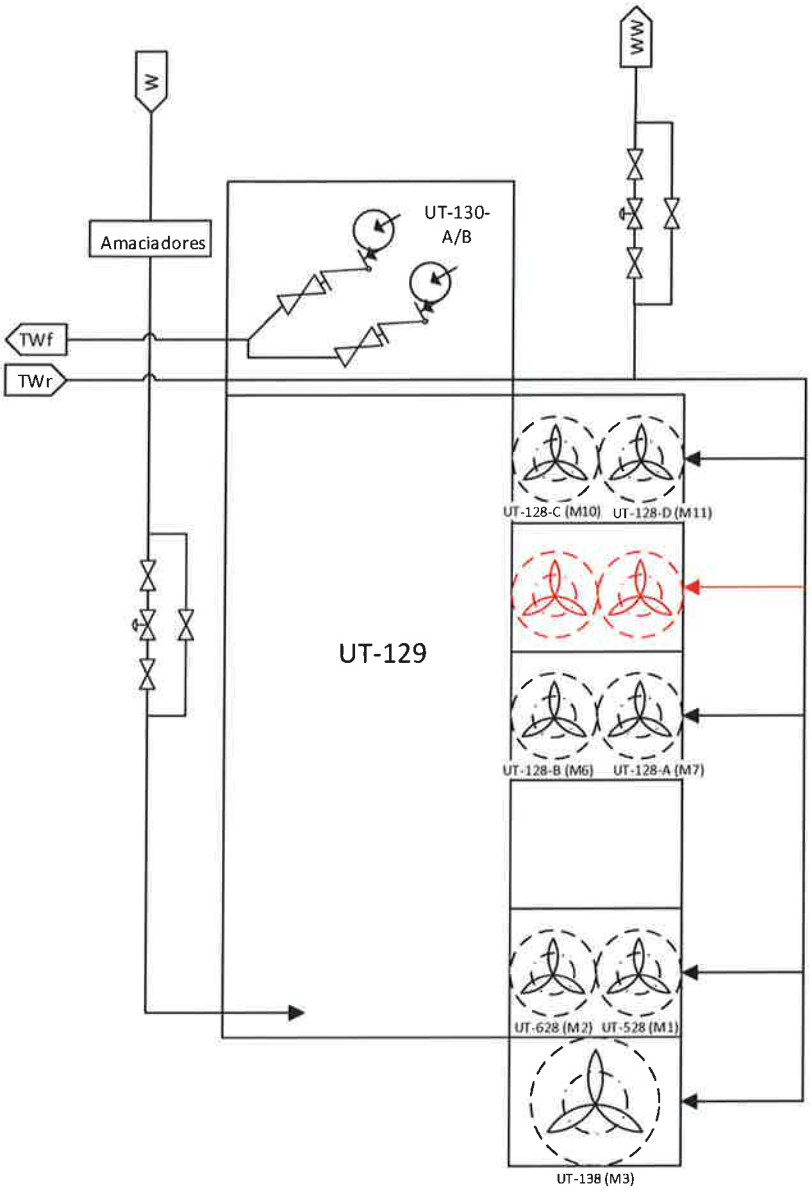
**Tabela 7 –** Especificação de motores.

| Motor | Nº Pólos | Corrente | Potência* | Eficiência | Tipo Proteção |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilador Torre de Refrigeração | ≥ 4 (50Hz) | Trifásica (400V) | 22 kW | IE3 | IP55 |

* Valor indicado pelo fornecedor das torres existentes

## 5. DIAGRAMAS

Nos diagramas que seguem identificam-se a vermelho as linhas afetas ao projeto.




**Vermelho** - modificações;
**Preto** - equipamentos/tubagens existentes.

# 6. ANEXOS

Nas tabelas seguintes são apresentadas as condições máximas (previsíveis) necessárias em termos de consumos de TW na área CP e SR.

## Área CP

| Parâmetro | Cond SS L3 | Cond SS P2 | Reactor A L3 | Reactor B L3 | Reactor C L3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Temp_entrada (°C) | 25 | 25 | 18 | 18 | 18 |
| Temp_saída (°C) | 35 | 35 | 50 | 50 | 50 |
| Caudal (ton/h) | 75 | 30 | 20 | 30 | 20 |
| Energia transferida (kW) | 872,92 | 349,17 | 744,89 | 1117,33 | 744,89 |

| Parâmetro | Reactor D L3 | Reactor A P2 | Reactor B P2 | Total |
|---|---|---|---|---|
| Temp_entrada (°C) | 18 | 18 | 18 | |
| Temp_saída (°C) | 50 | 50 | 50 | |
| Caudal (ton/h) | 30 | 15 | 15 | 235 |
| Energia transferida (kW) | 1117,33 | 558,67 | 558,67 | 6063,86 |

## Área SR

| Parâmetro | Compressores | Condensador CW | Condensador DMA | Arrefecedor DIW |
|---|---|---|---|---|
| Temp_entrada (°C) | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Temp_saída (°C) | 47 | 27 | 40 | 43 |
| Caudal (ton/h) | 15 | 200 | 60 | 45 |
| Energia transferida (kW) | 384,08 | | 1047,50 | 942,75 |

| Parâmetro | Condensador AC2 | Condensador 4º ef | Pan-dyer | Total |
|---|---|---|---|---|
| Temp_entrada (°C) | 25 | 25 | 25 | |
| Temp_saída (°C) | 38 | 43 | 38 | |
| Caudal (ton/h) | 45 | 550 | 50 | 765 |
| Energia transferida (kW) | 680,88 | 11522,50 | 756,53 | 15334,24 |

## Cálculos

| Parâmetro | Total (Máximo) | Total (atual) |
|---|---|---|
| Caudal (ton/h) | 1000 | 905 * |
| Energia transferida (kW) | 21398,10 | 18674,60 |

* O consumo atual de TW foi calculado com base em menos 1 reator de 12 $m^3$, não considerando o 2º reator de P2 e uma redução de 50 $m^3/h$ ao caudal para o 4º efeito

| Torres | Energia transferida (kW) (teórica) | Energia transferida (kW) (estimada) |
|---|---|---|
| 6 módulos (novos) | 14421 | 11592,33 ** |
| Cada módulo novo | 2403,5 | 1932,06 |
| Transferência de calor UT-138 | 5500 | 3300,00 |

** A estimativa da energia transferida nas torres novas foi calculada com base no seu desempenho atual

| Parâmetro | Total (Máximo) | Total (actual) | N.º torres necessárias teórico (máximo) | N.º torres necessárias teórico (atual) | N.º torres necessárias estimado (máximo) | N.º torres necessárias estimado (atual) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Caudal (ton/h) | 1000 | 905 | 1 | -1 | 3 | 2 |
| Energia (kW) | 21398,10 | 18674,60 | | | | |

Assumindo que a torre UT-138 tem uma capacidade de 60 % da capacidade definida no caderno de máquinas e assumindo as transferências de calor estimados, seria necessário adquirir 2 módulos novos iguais aos existentes.

Aquando da introdução de mais um reator de P2 será necessário reavaliar as condições de operação das torres existentes e estudar a possibilidade da aquisição de mais um módulo.