



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROJETO DE ENGENHARIA QUÍMICA 2

**PRODUÇÃO DE METIL-ETIL-CETONA A PARTIR DA DESIDROGENAÇÃO DO
SEC-BUTANOL**

BÁRBARA TORRES DA COSTA
EMANUELLA RIBEIRO LUZ
ISABELA MACEDO DE ANDRADE
JULIANO DE CASTRO NAKASA
LUIZA DINIZ CZARNEWSKI
NATÁLIA KAORI TODA
TIAGO BALDISSARA LEITE DA SILVA
VICTÓRIA RÉGIA MIRANDA ABRITTA
YASMIN MUSTAFA

Orientador: Prof. Dr. José Joaquín Linares León

BRASÍLIA – DF
2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
DIVISÃO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA
PROJETO DE ENGENHARIA QUÍMICA 2

**PRODUÇÃO DE METIL-ETIL-CETONA A PARTIR DA DESIDROGENAÇÃO DO
SEC-BUTANOL**

Projeto de graduação da disciplina Projetos de Engenharia Química 2 do Instituto de Química da Universidade de Brasília com como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de bacharel em engenharia química.

Orientador: Prof. Dr. José Joaquín Linares León

BRASÍLIA – DF
2018

BÁRBARA TORRES DA COSTA
EMANUELLA RIBEIRO LUZ
ISABELA MACEDO DE ANDRADE
JULIANO DE CASTRO NAKASA
LUIZA DINIZ CZARNEWSKI
NATÁLIA KAORI TODA
TIAGO BALDISSARA LEITE DA SILVA
VICTÓRIA MIRANDA ABRITTA
YASMIN MUSTAFA

**PRODUÇÃO DE METIL-ETIL-CETONA A PARTIR DA DESIDROGENAÇÃO DO
SEC-BUTANOL**

Projeto de graduação da disciplina Projetos de Engenharia Química 2 do Instituto de Química da Universidade de Brasília com como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de bacharel em engenharia química.

Data: ___/___/___

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Joaquín Linares León

Prof. Dr. Fábio Moreira da Silva

Prof.^a Dr.^a Fernanda Ribeiro do Carmo Damasceno

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gratificamos nossas famílias. Nossa essência é construída pelas experiências que passamos durante a vida e cada vitória é reflexo de influências que temos desde a infância. Desse modo, a família teve papel fundamental em nossa graduação, nos dando suporte, compreendendo ausências e, principalmente, formando as pessoas que somos e os profissionais que seremos.

Devemos sempre reconhecer a orientação de nossos mestres. Pessoas generosas o bastante para dividir seu conhecimento e auxiliar nosso desenvolvimento, nos capacitando para sermos a mudança que o mundo clama. Em especial, agradecemos ao professor José Linares que, com toda a paciência do mundo, deu base para que pudéssemos concluir esse projeto.

Por fim, agradecemos nossos amigos e companheiros. Sabemos que a jornada não foi fácil, mas esses momentos serão levados para a vida. Somos muito gratos à quinta turma de engenharia química por transformar toda a vivência universitária em algo divertido, mesmo nos momentos de pressão. O conceito de ressonância ultrapassa as avaliações acadêmicas e mostra que juntos somos mais fortes.

*“Quando penso que
cheguei ao meu limite, descubro
que tenho forças para ir além.”*

Ayrton Senna

RESUMO

O intuito deste trabalho foi realizar o projeto e análise da via de produção da Etil-Metil-Cetona (MEK) 99,7% pela desidrogenação de sec-butanol em reator de leito fixo catalítico, sendo usado catalisador de liga metálica. A produção anual almejada foi de dez mil toneladas do produto e assim, a simulação do processo foi implementada no software *AspenPlus*[®] com as especificações iniciais do projeto. Os dados retornados pelo simulador possibilitaram o cálculo de variáveis de *design* dos equipamentos que compõem a planta de produção de MEK, seguido de suas respectivas otimizações econômicas, bem como as tubulações, sistema de segurança, instrumentação de controle dos processos integrantes do sistema. Dispondo do ótimo econômico dos equipamentos da planta, preço dos reagentes e produtos, procedeu-se à avaliação econômica, considerando-se a demanda pelo produto, além de serviços como eletricidade, para assim validar a viabilidade de instalação da unidade produtiva. A capacidade produtiva poderá atender uma vasta gama de indústrias como as de tintas, resinas, colas, solventes.

Palavras chave: Metil-Etil-Cetona, MEK, sec-butanol, processo industrial, processo químico, viabilidade.

ABSTRACT

The purpose of this work was to carry out the design and analysis of the Ethyl-Methyl Ketone (MEK) 99.7% from the dehydrogenation of sec-butanol in a catalytic fixed bed reactor, using a metallic catalyst. The estimated annual yield was ten thousand tons of the product and thus, the process simulation was implemented in *AspenPlus*® with the initial specifications of the project. The data returned by the simulator made it possible to calculate the design variables of the equipment that compose the MEK production plant, followed by their respective economic optimizations, as well as the piping, safety system and process control instrumentation that are part of the system. With the economic optimization of the plant equipment, the price of the reagents and products, the economic evaluation was made, considering the demand for the product, as well as services such as electricity, in order to validate the viability of installing the production unit. The estimated production capacity can attend a wide range of industries such as paint, resins, glues, solvents industries.

Keywords: Methyl-Ethyl-Ketone, MEK, sec-butanol, industrial process, chemical process, viability.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Estrutura molecular da 2-butanona..... | 1 |
| Figura 2 - Estrutura molecular do peróxido de MEK..... | 5 |
| Figura 3 - Estrutura molecular da metil-etil-cetoxima. | 6 |
| Figura 4 - Consumo mundial de MEK em 2014 | 7 |
| Figura 5 - Parâmetros para custo dos equipamentos (continua)..... | 13 |
| Figura 6 - Parâmetros para custo dos equipamentos (continuação) | 14 |
| Figura 7 - Fator de correção para trocador de calor de casco-tubo do tipo 1-2..... | 25 |
| Figura 8 - Fator de correção para trocador de calor de casco-tubo do tipo 2-4..... | 25 |
| Figura 9 - Relação de espaçamento entre os tubos e a carcaça | 32 |
| Figura 10 - Comparação entre as configurações do reator | 34 |
| Figura 11 - Cálculo da altura de recipientes separadores com demisters..... | 37 |
| Figura 12 - Custo total do equipamento em 15 anos, em reais, pelo número de pratos teóricos .. | 41 |
| Figura 13 - Esquema da coluna de extração C-2..... | 43 |
| Figura 14 - Estrutura de uma coluna de extração tipo Scheibel..... | 44 |
| Figura 15 - Rotor tipo turbina Rushton | 45 |
| Figura 16 - Determinação do ótimo da coluna de extração..... | 50 |
| Figura 17 - Determinação do ótimo da coluna de destilação C-4 | 51 |
| Figura 18 - Determinação da alimentação ótima da coluna de destilação C-4..... | 51 |
| Figura 19 - Determinação do ótimo da coluna C-5 | 53 |
| Figura 20 - Determinação da alimentação ótima da coluna de destilação C-5..... | 54 |
| Figura 21 - Otimização do recipiente regulador de alimentação de sec-butanol..... | 57 |
| Figura 22 - Otimização do recipiente regulador de água de alimentação da coluna de absorção . | 58 |
| Figura 23 - Otimização do recipiente regulador de 1,1,2-tricloroetano de alimentação da coluna de extração..... | 58 |
| Figura 24 - Diagrama de fluxo simplificado da coluna C-05..... | 192 |
| Figura 25 - Evolução dos fluxos de caixa..... | 213 |
| Figura 26 - Fluxo de caixa acumulado | 214 |
| Figura 27 - Fluxo de caixa acumulado com 20% a mais de investimento | 215 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Propriedades físico-químicas da metil-etil-cetona | 3 |
| Tabela 2 - Condições de operação da alimentação | 10 |
| Tabela 3 - Valor das variáveis de interesse para ao dimensionamento das bombas | 15 |
| Tabela 4 - Custo das bombas | 17 |
| Tabela 5 - Custos total com os serviços auxiliares em 15 anos..... | 18 |
| Tabela 6 - Valor das variáveis de interesse para ao dimensionamento do compressor K-1..... | 19 |
| Tabela 7 - Valor das variáveis de interesse para ao dimensionamento do compressor K-1..... | 19 |
| Tabela 8 - Valores aproximados dos coeficientes individuais de troca térmica..... | 23 |
| Tabela 9 - Valores dos coeficientes de deposição | 24 |
| Tabela 10 - Parâmetros dos trocadores de calor | 26 |
| Tabela 11 - Investimento dos trocadores de calor | 27 |
| Tabela 12 - Custo dos serviços auxiliares | 28 |
| Tabela 13 - Especificações de projeto do reator..... | 29 |
| Tabela 14 - Especificações de projeto do catalisador..... | 29 |
| Tabela 15 - Cenários para um tubo..... | 34 |
| Tabela 16 - Reator otimizado | 35 |
| Tabela 17 - Dimensionamento do vaso flash | 38 |
| Tabela 18 - Parâmetros de dimensionamento..... | 42 |
| Tabela 19 - Parâmetros da coluna de extração. | 47 |
| Tabela 20 - Parâmetros de dimensionamento da coluna C-4 | 51 |
| Tabela 21 - Parâmetros preliminares da coluna de destilação C-5..... | 53 |
| Tabela 22 - Parâmetros de dimensionamento da coluna C-5 | 54 |
| Tabela 23 - Composição do produto de topo..... | 55 |
| Tabela 24 - Dimensões de vasos verticais e horizontais | 59 |
| Tabela 25 - Instrumentação utilizada..... | 60 |
| Tabela 26 - Alarmes utilizados..... | 61 |
| Tabela 27 - Análise Preliminar..... | 193 |
| Tabela 28 - Análise Hazop da Coluna de Destilação C-05 | 194 |
| Tabela 29 - Custos dos equipamentos da planta..... | 200 |
| Tabela 30 - Custo estimado para materiais..... | 202 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 31 - Custos de engenharia de detalhe | 203 |
| Tabela 32 - Custos de engenharia de processo | 203 |
| Tabela 33 - Custos construção e supervisão | 203 |
| Tabela 34 - Custo de limite de bateria interno da planta, relativo ao ano de 2017 | 204 |
| Tabela 35 - Capital de giro | 204 |
| Tabela 36 - Valor total do investimento. | 205 |
| Tabela 37 - Valores vendas anuais | 205 |
| Tabela 38 - Custos anuais | 206 |
| Tabela 39 - Preço dos serviços auxiliares..... | 207 |
| Tabela 40 - Custo anual dos serviços auxiliares..... | 207 |
| Tabela 41 - Dados para cálculo do VAL | 208 |
| Tabela 42 - Fluxo de caixa do projeto | 210 |
| Tabela 43 - Resultado VAL..... | 213 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|---------------------|--|
| A | Área de troca térmica (m ²) |
| A _{sup} | Área superficial em (m ²) |
| A _{sup,c} | Área superficial de catalisador (m ²) |
| A _t | Área do tubo (m ²) |
| A _w | Área molhada (m ²) |
| C | Custo |
| C.A. | Sobre-espessura de corrosão (mm) |
| C' | Constante (kmol/m ² .h) |
| C _{bombas} | Custo total das bombas (US\$) |
| C _C | Custo da carcaça (US\$ Gulf) |
| C _{cat} | Custo de catalisador |
| C _{elétr} | Custo elétrico da bomba (US\$) |
| C _l | Calor latente (kcal/kg) |
| C _M | Custo do motor (US\$) |
| C _P | Custo total dos pratos |
| C _p | Capacidade calorífica (kcal/kg°C) |
| C _{Prato} | Custo unitário do prato de destilação |
| C _T | Custo total |
| D | Diâmetro (m) |
| D _c | Diâmetro da casca (m) |
| D _{cat} | Diâmetro da partícula de catalisador (m) |
| D _r | Diâmetro do rotor (m) |
| D _t | Diâmetro do tubo (m) |
| D _{tocha} | Diâmetro da tocha (ft) |
| E | Constante de ajuste |
| e | Espessura (mm) |
| E' | Espaçamento (mm) |
| F | Vazão volumétrica (m ³ /s) |
| F _{leve} | Vazão volumétrica da fase leve (m ³ /h) |
| F _{LV} | Relação entre fluxos de líquido e vapor |

| | |
|----------------------|--|
| F_{pesada} | Vazão volumétrica da fase pesada (m^3/h) |
| F_{projeto} | Vazão do projeto em (m^3/h) |
| F_t | Fator de correção |
| g_c | Constante gravitacional (kg.m/N.s) |
| G_m | Taxa de fluxo de gás (m^3/h) |
| H | Altura (m) |
| H_f | Altura de líquido no fundo da coluna (m) |
| h_f | Coefficiente individual de transferência de calor do fluido frio ($\text{kcal/hm}^2\text{°C}$) |
| H_{fundo} | Altura de fundo (m) |
| H_{liq} | Altura de líquido (m) |
| H_{OG} | Altura de unidade teórica (m) |
| h_q | Coefficiente individual de transferência de calor do fluido quente ($\text{kcal/hm}^2\text{°C}$) |
| H_t | Altura da tocha (ft) |
| H_{tocha} | Altura da tocha (m) |
| H_{topo} | Altura de topo (m) |
| H_{Total} | Altura total (m) |
| H_{recheio} | Altura de recheio (m) |
| K | Constante de equilíbrio (bar) |
| K_4 | Parâmetro tabelado |
| k | Razão entre as capacidades caloríficas de pressão e volume constante adimensional |
| K_{cat} | Constante (bar^{-1}) |
| K_{sec} | Constante (bar^{-1}) |
| \bar{L} | Capacidade de líquido das correntes combinadas (m/h) |
| L_m | Taxa de fluxo líquido (m^3/h) |
| L_c | Comprimento do casco (m) |
| L_p | Espaçamento entre os pratos (m) |
| L_r | Comprimento do reator (m) |
| L_t | Comprimento do tubo (m) |
| L_w^* | fluxo mássico de líquido por unidade de área da seção transversal, ($\text{kg/m}^2\text{s}$) |
| m | Vazão mássica de serviço auxiliar (kg/h) |

| | |
|----------------------------------|--|
| m' | Coeficiente angular da reta de operação |
| m_{cond} | Vazão mássica da válvula de segurança em falha do condensador (kg/h) |
| m_{fogo} | Vazão mássica da válvula de segurança em caso de fogo (kg/h) |
| M_{mistura} | Massa molar da corrente que vai à tocha |
| m_{refe} | Vazão mássica da válvula de segurança em falha do refervedor (kg/h) |
| m_{tocha} | Vazão mássica de entrada na tocha (lb/h) |
| m_v | Vazão mássica de vapor superaquecido (kg/h) |
| N | Rotação do rotor (rpm) |
| N_{min} | Número mínimo de estágios teóricos |
| $N_{\text{min,R}}$ | Número mínimo de estágios reais |
| N_{OG} | Número de unidades teóricas |
| N_p | Número de pratos reais |
| NPSH | Carga líquida positiva de sucção (m) |
| N_t | Número de tubos |
| P | Pressão |
| P_{adm} | Pressão de admissão (bar) |
| $P_{\text{alimentação}}$ | Pressão da alimentação do compressor (kg/cm ² g) |
| P_{asp} | Pressão de aspiração (kg/cm ² g) |
| P_d | Pressão de desenho (kg/cm ² g) |
| P_e | Pressão de elevação |
| P_{entrada} | Pressão de entrada do fluido em bar |
| P_H | Pressão de hidrogênio |
| P_{imp} | Potência do impelidor (W) |
| P_{imp} | Pressão de impulsão em bar |
| P_{MEK} | Pressão de metil-etil-cetona |
| P_{proj} | Pressão de projeto (bar) |
| P_{sec} | Pressão de sec-butanol |
| $P_{\text{sec,0}}$ | Pressão de entrada do sec-butanol (bar) |
| $P_{\text{vapor superaquecido}}$ | Pressão do vapor superaquecido (bar) |
| Q | Fluxo de calor (kcal/h) |
| Q_{cond} | Fluxo de calor no condensador (kcal/h) |

| | |
|------------------------------------|---|
| q_f | Incidência (BTU/h.ft ²) |
| Q_{fogo} | Calor absorvido em caso de fogo (kcal/h) |
| Q_r | Calor da reação (kcal/h) |
| Q_{refe} | Fluxo de calor no refervedor (kcal/h) |
| r_f | Coefficiente de deposição do fluido frio (hm ² °C/kcal) |
| R_G | Constante dos gases (J/mol·K) |
| R_{min} | Razão de refluxo mínima |
| r_q | Coefficiente de deposição do fluido quente (hm ² °C/kcal) |
| r_{sec} | Velocidade da reação (kmol/m ² h) |
| S_S | Área sobredimensionada (m ²) |
| S_T | Parâmetro adimensional para cálculo da espessura |
| T_1 | Temperatura de entrada do fluido frio (°C) |
| t_1 | Temperatura de entrada do fluido quente (°C) |
| T_2 | Temperatura de saída do fluido frio (°C) |
| t_2 | Temperatura de saída do fluido quente (°C) |
| T_a | Temperatura na aspiração (°C) |
| T_r | Temperatura do reator (°C) |
| T_r' | Temperatura do reator (K) |
| $T_{\text{vapor superaquecido},0}$ | Temperatura de entrada do vapor superaquecido (°C) |
| U | Coefficiente global de transferência de calor (kcal/hm ² °C) |
| V | Volume (m ³) |
| V_f | Volume de líquido no fundo da coluna (m ³) |
| V_W^* | Fluxo mássico de gás por unidade de área da seção transversal (kg/m ² s) |
| v_o | Velocidade de escoamento do fluido (m/s) |
| W | Peso (kg) |
| W_a | Potência absorvida (W) |
| W_{cat} | Massa de catalisador (kg) |
| $W_{\text{hidráulico}}$ | Potência hidráulica (W) |
| W_{motor} | Potência do motor (W) |
| W_r | Potência do compressor (kW) |
| X | Fator de complexidade |

| | |
|-----------------------|---|
| x_f | Distância da base da tocha onde a incidência seja menor que o valor típico (ft) |
| x_{sec} | Conversão |
| y_1 | fração molar de soluto no gás no fundo da coluna |
| y_2 | fração molar de soluto no gás no topo da coluna |
| Z_1 | Fator de compressibilidade do gás adimensional |
| ϕ_c | Fração molar da fase contínua |
| ϕ_D | Fração molar da fase dispersa |
| $\lambda_{vap,fundo}$ | Calor latente de vaporização do líquido no fundo (kcal/kg) |
| $\lambda_{vap,topo}$ | Calor latente de vaporização do líquido topo (kcal/kg) |
| ΔT_{ml} | Temperatura média logarítmica |
| ΔP | Variação de pressão (mmH ₂ O) |
| μ_M | Viscosidade da mistura (Pa.s) |
| ε | Porosidade do catalisador |
| ΔP_{tubos} | Perda de carga nos tubos (bar) |
| η | Eficiência dos pratos |
| $\eta_{hidráulico}$ | Eficiência hidráulica adimensional |
| η_{motor} | Eficiência do motor adimensional |
| η_r | Eficiência do compressor adimensional |
| μ_c | Viscosidade dinâmica da fase contínua (Pa.s) |
| μ_d | Viscosidade dinâmica da fase dispersa (Pa.s) |
| ρ | Densidade (kg/m ³) |
| ρ_c | Densidade da fase contínua (kg/m ³) |
| ρ_D | Densidade da fase dispersa (kg/m ³) |
| ρ_M | Densidade média da mistura (kg/m ³) |
| ρ_L | massa específica da fase líquida, kg/m ³ |
| ρ_V | massa específica da fase vapor, kg/m ³ |
| τ | Tempo de residência (min) |
| $\%_{flooding}$ | Porcentagem de inundação |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 | Aplicações..... | 1 |
| 1.1.1 | Solvente | 1 |
| 1.1.2 | Tintas, revestimentos e cimentos..... | 2 |
| 1.1.3 | Polimerização | 2 |
| 1.1.4 | Processamento de alimentos..... | 2 |
| 1.1.5 | Limpeza e desengraxamento | 2 |
| 1.2 | Propriedades..... | 3 |
| 1.3 | Processos..... | 4 |
| 1.3.1 | Desidrogenação catalítica do sec-butanol em fase gasosa | 4 |
| 1.3.2 | Oxidação da fase líquida do n-butano | 4 |
| 1.3.3 | Oxidação direta de n-buteno (Processo de Hoescht-Wacker) | 4 |
| 1.4 | Derivados | 5 |
| 1.4.1 | Peróxido de Metil-Etil-Cetona | 5 |
| 1.4.2 | Metil-Etil-Cetoxima | 5 |
| 1.5 | Mercado | 6 |
| 2 | ESPECIFICAÇÕES DO PROCESSO | 9 |
| 2.1 | Objetivo | 9 |
| 2.2 | Critérios de projeto | 9 |
| 2.3 | Matéria-prima disponível..... | 9 |
| 2.4 | Qualidade da alimentação | 10 |
| 2.5 | Serviços auxiliares | 10 |
| 2.6 | Condições limítrofes | 10 |
| 2.7 | Descrição do processo | 11 |
| 2.8 | Estimativa de custos..... | 12 |
| 3 | DIMENSIONAMENTO E OTIMIZAÇÃO..... | 15 |
| 3.1 | Bombas | 15 |
| 3.1.1 | Custos Operativos..... | 18 |
| 3.2 | Compressor | 19 |
| 3.3 | Trocadores de Calor..... | 20 |
| 3.3.1 | Descrição Dos Equipamentos..... | 20 |
| 3.3.2 | Dimensionamento dos trocadores de calor..... | 23 |
| 3.4 | Reator..... | 29 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.5 | Vaso Flash..... | 36 |
| 3.6 | Coluna de Absorção..... | 39 |
| 3.7 | Coluna de Extração..... | 43 |
| 3.8 | Colunas de Destilação..... | 48 |
| 3.8.1 | Equações de dimensionamento..... | 48 |
| 3.8.2 | Coluna de destilação C-4..... | 49 |
| 3.8.3 | Coluna de destilação C-5..... | 52 |
| 3.9 | Reservatórios e Pulmões..... | 56 |
| 4 | CONTROLE E SEGURANÇA..... | 60 |
| 4.1 | Controle..... | 60 |
| 4.2 | Alarmes e Sistema de Encravamento..... | 61 |
| 4.3 | Válvulas de Segurança..... | 62 |
| 4.4 | Tubulação..... | 63 |
| 4.5 | Tocha..... | 64 |
| 5 | FOLHA DE ESPECIFICAÇÃO..... | 65 |
| 5.1 | Balanço de Massa..... | 65 |
| 5.2 | Vasos Verticais..... | 97 |
| 5.3 | Vasos Horizontais..... | 107 |
| 5.4 | Tanques de Armazenamento..... | 112 |
| 5.5 | Trocadores de Calor..... | 114 |
| 5.6 | Bombas..... | 124 |
| 5.7 | Compressor..... | 150 |
| 5.8 | Tubulações..... | 152 |
| 5.9 | Instrumentos de Controle..... | 160 |
| 5.10 | Serviços Auxiliares..... | 184 |
| 6 | DIAGRAMAS..... | 187 |
| 6.1 | Interconexões..... | 187 |
| 6.2 | P&ID..... | 188 |
| 7 | ANÁLISE HAZOP..... | 192 |
| 7.1 | Descrição do Equipamento Estudado..... | 192 |
| 7.2 | Análise Preliminar..... | 192 |
| 7.3 | Análise HAZOP da corrente de entrada da coluna C-05..... | 193 |
| 8 | ANÁLISE AMBIENTAL..... | 196 |
| 9 | ANÁLISE ECONÔMICA..... | 199 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 9.1 | Investimento..... | 199 |
| 9.1.1 | Capital imobilizado | 199 |
| 9.2 | Capital de giro..... | 204 |
| 9.3 | Investimento total | 205 |
| 9.4 | Rentabilidade do projeto | 205 |
| 9.5 | Vendas | 205 |
| 9.6 | Custos..... | 205 |
| 9.7 | Determinação da rentabilidade | 208 |
| 9.8 | Cálculo Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)..... | 214 |
| 10 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 216 |
| 11 | REFERÊNCIAS | 217 |

1 INTRODUÇÃO

A metil-etil-cetona (abreviação em inglês, MEK) ou 2-butanona, é um composto orgânico com a presença do grupo carbonila, de fórmula molecular C_4H_8O . Essa substância é uma cetona alifática que, juntamente com a acetona, é uma das moléculas da categoria mais importantes no âmbito comercial.

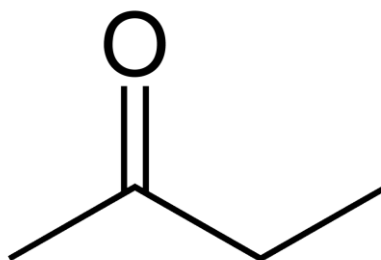


Figura 1 - Estrutura molecular da 2-butanona

O principal uso dessa substância é como solvente de baixo ponto de ebulição em processos envolvendo gomas, resinas, nitrato e acetato de celulose e revestimentos de superfície de vinil. Entretanto, a mesma também é utilizada na produção de borracha, cera de parafina e produtos domésticos como lacas, vernizes, removedores de tinta e colas. ^[1]

Tratando-se de propriedades organolépticas, o composto é um líquido incolor, razoavelmente volátil e de odor semelhante ao da acetona e pungente, apesar de agradável, causando irritação aos olhos, nariz e garganta. ^[2]

1.1 Aplicações

1.1.1 Solvente

De um modo geral para usos industriais, a MEK se apresenta como um solvente com algumas vantagens sobre outros com taxa de evaporação semelhantes pois tem um alto poder de dissolução, solubilizando uma quantidade razoável de matéria mantendo sua viscosidade e teor de sólidos, miscibilidade com diversos hidrocarbonetos e proporção volume/massa favorável em função de sua baixa densidade.

1.1.2 Tintas, revestimentos e cimentos

A MEK é utilizada na formulação de revestimentos e tintas por permitir que soluções de baixa viscosidade sejam obtidas simultaneamente a um alto teor de sólidos, sem afetar as propriedades do filme. Lacas produzidas com esse composto são utilizadas nas indústrias automotivas, de produtos elétricos e de móveis. Especificamente para tintas de impressão, agir como ligante de baixa temperatura e a função de solvente de separação azeotrópica o torna popular na área. Já para cimentos com base de borracha, a rápida taxa de evaporação atrai a atenção do mercado.

1.1.3 Polimerização

As polimerizações do poliestireno, acrilonitrilo-butadieno-estireno e borracha de estireno-butadieno precisam da 2-butanona como solvente para efetividade do processo, devido ao seu poder de dissolução dos compostos primários desses produtos que não é comum em outros solventes.

1.1.4 Processamento de alimentos

Na indústria alimentícia, a MEK é utilizada como solvente de extração para a industrialização de alguns produtos. A escolha desse composto é conveniente a esse tipo de manufatura pois além da 2-butanona ser uma substância naturalmente presente em uma ampla variedade de alimentos^[7], fazendo com que resíduos mínimos sejam aceitáveis, tem todas suas vantagens como solvente anteriormente citadas.

1.1.5 Limpeza e desengraxamento

Existem processos industriais em que a MEK é utilizada para o desengraxamento ou limpeza de partes do sistema. Um exemplo do poder de dissolução do produto nesse tipo de composto é o desenceramento de óleo, uma espécie de purificação do mesmo. A cetona em questão é adicionada ao óleo com cera, em seguida a mistura é aquecida até a homogeneização da mescla e depois resfriada, criando uma fase de cera que será decantada e filtrada.^[17]

1.2 Propriedades

Em seguida, tem-se uma tabela com algumas propriedades físico-químicas da MEK, as quais serão utilizadas no decorrer do projeto:

Tabela 1 - Propriedades físico-químicas da metil-etil-cetona

| Propriedade | Unidade de medida | Valor |
|---|--------------------------|--------------|
| Peso Molecular | g/mol | 72,1 |
| Ponto de Fusão | °C | -86,6 |
| Ponto de Ebulição | °C | 79,6 |
| Densidade a 25 °C | kg/m ³ | 799,7 |
| Calor Latente de Vaporização a 101,3 kPa | kJ/mol | 32,8 |
| Pressão de Vapor a 25 °C | kPa | 12,1 |
| Solubilidade em Água a 25 °C | kg/m ³ | 223 |
| Viscosidade a 25 °C | cP | 0,4 |
| Capacidade Calorífica da Fase Líquida a 20 °C | kJ/kg.K | 2,2 |
| Tensão Superficial a 20 °C | mN/m | 24,6 |
| Entalpia de Combustão a Pressão Constante e 25 °C | kJ/mol | 2444,3 |

Tratando-se de propriedades físicas, a 2-butanona é apenas parcialmente miscível em água, entretanto é completamente miscível com a maioria dos solventes orgânicos. O composto forma uma mistura azeotrópica com a água em uma proporção de 88,7% de MEK e não forma com o sec-butanol, matéria prima para o processo de produção explorado nesse projeto. É insaponificável e ao, contrário dos ésteres, não forma produtos corrosivos após hidrólise. Apresenta estabilidade em exposição a luz e calor, se decompondo apenas depois de longos períodos sobre radiação ultravioleta, produzindo etano, metano, monóxido de carbono, etileno e diacetil.

Quanto à toxicologia, o composto não é classificado como carcinogênico para humanos, entretanto, sua inalação pode causar tosse, dor de cabeça, tontura, náusea, vômito, sonolência, dormência e dificuldade de respiração. Em contato com a pele dá a sensação de secura e nos olhos dor e vermelhidão. A LD₅₀ oral em ratos é de 2500 a 3400 mg/kg, enquanto a cutânea em coelhos é acima de 8 mL/kg.

1.3 Processos

Existe mais de um modo de se obter a 2-butanona industrialmente. Pode-se citar os seguintes:

1.3.1 Desidrogenação catalítica do sec-butanol em fase gasosa

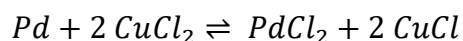
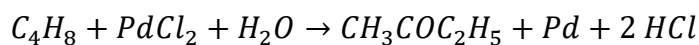
É uma reação endotérmica em que a concentração de MEK na mistura de reação aumenta com a temperatura e atinge seu máximo em aproximadamente 350 °C. Nesse método, o sec-butanol é desidrogenado em um reator multitubular no qual é fornecido o calor de reação através de uma corrente de óleo aquecendo o equipamento. Os produtos de reação deixam o reator na forma gasosa e são separados em MEK líquido bruto e hidrogênio. Esse é o processo mais utilizado na indústria, 88% da produção mundial, e o que será tratado nesse projeto, com mudança do fluido que fornece calor de reação.^[18]

1.3.2 Oxidação da fase líquida do n-butano

A auto oxidação do n-butano ocorre na fase líquida de acordo com um mecanismo radical produzindo 2-butanona como produto intermediário e ácido acético como produto final. O processo contínuo de fluxo em pistão desenvolvido pela Union Carbide permite a coleta parcial de MEK intermediário. A 150 °C, 65 bar e tempo de residência de 2,7 minutos, forma-se MEK e ácido acético a uma proporção mássica de 3:1, respectivamente.^[18]

1.3.3 Oxidação direta de n-butenos (Processo de Hoescht-Wacker)

Nesse processo, o oxigênio é transferido em uma fase homogênea para n-butenos usando um par de sais redox, PdCl₂ e 2 CuCl. Esse par de sais é subsequentemente reoxidado. Essa organização ocorre de acordo com as seguintes reações:



O n-buteno é convertido pode ser convertido em MEK com uma seletividade de 86%, entretanto, também pode ser convertido em butanonas cloradas e n-butiraldeído, o que se mostra como desvantagem do método, além da corrosão causada pelos ácidos livres.^[18]

1.4 Derivados

1.4.1 Peróxido de Metil-Etil-Cetona

Derivado da 2-butanona, é utilizado como catalisador para iniciar a polimerização da resina poliéster usado em plásticos reforçados com fibra de vidro. Essa substância é feita oxidando a 2-butanona em uma solução de 30% de peróxido de hidrogênio.

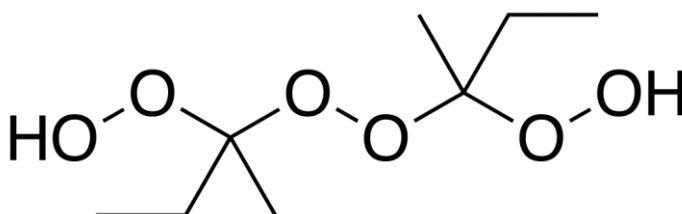


Figura 2 - Estrutura molecular do peróxido de MEK

1.4.2 Metil-Etil-Cetoxima

Esse aditivo, também chamado de MEKO, é um composto químico essencial usado como agente preventor de formação de peles e encolhimentos nas camadas superficiais de tintas e lacas devido a oxidação, bloqueando os isocianatos em poliuretanos. Também é utilizado como reticulador para selantes de silicone.

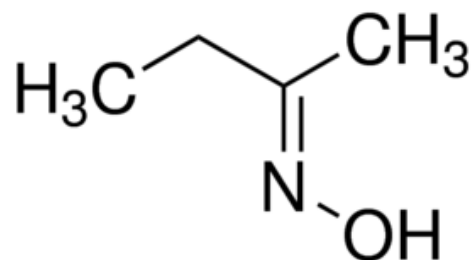


Figura 3 - Estrutura molecular da metil-etil-cetoxima.

1.5 Mercado

A demanda de MEK decaiu no final dos anos 80 nos EUA pois a *Environmental Protection Agency* (EPA) primeiramente propôs limitar componentes orgânicos voláteis e classificou a MEK como um poluente arriscado para o ar. Entretanto, em 2005, o composto foi retirado dessa lista.

A necessidade de mercado também foi reduzida na utilização da substância como um dos solventes na mistura para lacas uretânicas, usadas em fitas magnéticas de revestimento. Assim como em sua função de removedor de cera no refino de óleos lubrificantes, uma vez que atualmente os motores são mais eficientes e produzem menos emissões, reduzindo a demanda de MEK.

Em 2017 o maior consumidor global do produto era a região Ásia-Pacífico, seguido pela Europa e América do Norte. Essa área apresenta grande demanda devido à necessidade de tintas e revestimentos em função dos setores de construção e manufatura. O aumento do investimento em construções por parte, principalmente, dos governos indiano e chinês para suprir as necessidades de infraestrutura tem impulsionado o desenvolvimento das indústrias de construção, consequentemente a demanda por adesivos, tintas de impressão, plásticos, tintas e revestimentos.

[6]

Tendências de mercado global envolvendo a área de construção civil afetam diretamente procura por 2-butanona, tanto na iniciativa privada quanto na pública. Um exemplo de demanda específica que altera a visão econômica desse produto é a Copa do Mundo FIFA 2022 no Qatar. Apenas no ano de 2017, o país investiu cerca de 200 bilhões de dólares americanos em seu esquema de infraestrutura, com previsão de acréscimo nos próximos anos, movimentando assim o mercado de tintas, revestimentos e adesivos e, consequentemente, o de MEK. [6]

Os principais produtores dessa mercadoria são Exxon Mobil, Lanzhou Petrochemicals, Maruzen Petrochemical, Royal Dutch Shell e Sasol, com destaque para a Exxon Mobil que produz cerca de 135 mil toneladas por ano e assim, juntamente com a Maruzen Petrochemical, supriram cerca de 35% da demanda mundial em 2014. Entretanto, há diversas outras indústrias proeminentes no ramo, como AkzoNobel, Carboclor, Polinox e Tasco Chemical. A grande maioria dessas fábricas estão localizadas na China, devido aos custos gerais baixos e mão de obra barata e qualificada, além do fato do país ser um dos maiores consumidores da 2-butanona, facilitando questões logísticas.^[10,11]

O consumo de MEK de acordo com o país da demanda pode ser avaliado de acordo com a Figura 4:

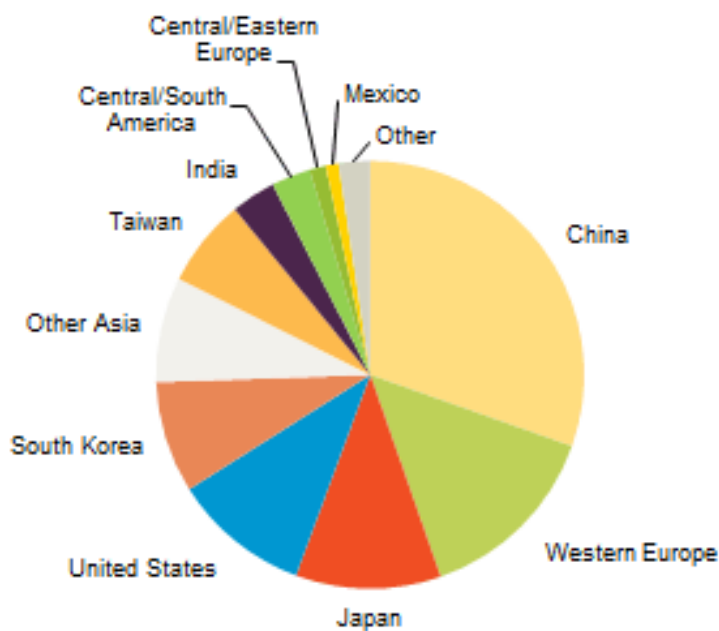


Figura 4 - Consumo mundial de MEK em 2014^[12]

Em 2014, a MEK teve um mercado de 2,51 bilhões de dólares americanos, dos quais 1,35 bilhão pertencia ao produto chinês e indiano, possuindo assim o maior *market share* global. A demanda mundial nesse ano foi de 1,42 milhão de toneladas de mercadoria, sendo 44% desse volume direcionado à produção de tintas e revestimentos e 17% para os adesivos.^[13,14]

O preço atual da 2-butanona é entre 1600 e 1700 dólares americanos/tonelada no mercado asiático, porém esse valor está vulnerável a variações da economia e incidentes nas grandes

produtoras. Um exemplo disso aconteceu em julho de 2017 quando a refinaria Pernis da companhia Shell passou por um incêndio e, por produzir um grande volume de MEK, 90 mil toneladas por ano, fez com que houvesse um grande salto no preço desse composto. ^[15,16]

2 ESPECIFICAÇÕES DO PROCESSO

2.1 Objetivo

Este projeto visa a realização da Engenharia de Processos de uma planta de produção de cerca de 10.000 toneladas por ano de Etil-Metil-Cetona (MEK) a partir da desidrogenação de sec-butanol em reator de leito fixo catalítico de meio aquecido, que consome, anualmente, cerca de 10.490 toneladas do álcool reagente, para uma capacidade de produção de 8000 horas/ano.

2.2 Critérios de projeto

- Fator de produção: 8000 horas/ano;
- Pureza do produto final: 99,7%;
- Capacidade mínima: 60% da capacidade de projeto;

O sobredimensionamento dos equipamentos foi determinado como:

- Bombas e compressores: 110%;
- Torres de destilação, extração, absorção: 120%;
- Trocadores de calor: 110%;
- Reator: 120%.

Os equipamentos que entram em contato com o gás hidrogênio gerado na reação (reator, condensador, vaso flash, coluna de absorção e tubulações que ligam esses equipamentos) precisam ser construídos com aço inoxidável, já que H_2 é um composto corrosivo.

2.3 Matéria-prima disponível

- Sec-butanol a 24 °C e 804,2 kg/m²;
- Catalisador heterogêneo composto por mistura metálica de Óxido de Zinco (ZnO) e Latão;
- 1,1,2-tricloroetano a 24°C, a uma pureza de 99,9%;

- Água destilada a 24°C:

2.4 Qualidade da alimentação

A Tabela 2 descreve as condições de entrada das três correntes de alimentação presentes no sistema como um todo, a matéria-prima principal inserida no preaquecedor, o fluido de absorção e solvente de extração, respectivamente:

Tabela 2 - Condições de operação da alimentação

| Local da Alimentação | Componente | Temperatura °C | Pressão (kg/cm²) | Vazão (ton/h) |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------|
| Preaquecedor inicial | 2-Butanol | 33,9 | 2,536 | 1,464 |
| Coluna de Absorção | Água destilada | 24,0 | 0,904 | 1,662 |
| Coluna de Extração | Tricloroetano | 29,6 | 1,312 | 0,249 |

2.5 Serviços auxiliares

- Água de refrigeração:
 - Temperatura de entrada: 24 °C;
 - Temperatura de saída: 45°C
 - Pressão máxima de projeto: 3,5 bar
- Vapor superaquecido: 40 bar e 540°C.
- Vapor saturado: 4,5 bar e 218°C.
- Eletricidade trifásica a 440V e 50 Hz.

2.6 Condições limítrofes

As condições limítrofes estabelecidas para o funcionamento dessa planta referem-se à operação do reator. É necessário que a temperatura de reação do sec-butanol esteja necessariamente entre 400 e 500°C. Assim, fixou-se:

$$T_{reação} = 450^{\circ}\text{C}$$

Além disto, a queda de pressão que o reator deve promover é de um valor inferior a 0,15 bar.

$$\Delta P_{\text{reator}} \leq 0,15 \text{ bar}$$

2.7 Descrição do processo

O caso de projeto em questão é baseado ao apêndice F.3 do livro *Chemical Engineering Design* [22], que sugere a produção de 10^7 kg/ano de MEK. O projeto de planta foi feito para a produção de de etil-metil-cetona pela desidrogenação do sec-butanol.

Sec-butanol é bombeado para o interior do sistema a partir do seu tanque de armazenamento numa vazão de $0,327 \text{ m}^3/\text{s}$. O componente é bombeado e passa por um preaquecedor até que a corrente atinja 100°C , temperatura próxima à de ebulição do composto, que em seguida é direcionado a um vaporizador onde o estado físico da corrente passa a ser gasoso. Após a vaporização, a corrente gasosa passa por um superaquecedor, que ajusta a corrente com a temperatura correta para entrada no reator, a 540°C . O vaporizador opera com integração energética com a corrente de gás que deixa o reator, funcionando como um resfriamento prévio da corrente de produto da reação para as próximas operações da planta.

O reator projetado é um reator encamisado de leito catalítico fixo. Os componentes do interior do reator são mantidos aquecidos por injeção de vapor superaquecido no interior do reator entre a carcaça e os dutos por onde passam os reagentes e produtos da reação. No processo de passagem da corrente pelo leito catalítico, sec-butanol é convertido em metil-etil-cetona e gás hidrogênio. Essa corrente está a aproximadamente 504°C , por isso, após passar pela integração energética, adentra um condensador parcial em que água de refrigeração é o fluido de troca de calor. O vapor superaquecido que passa pelo reator para favorecer a reação endotérmica integra energeticamente o trocador de calor anterior ao reator, aproveitando a temperatura do vapor na saída do sítio de reação, a qual ainda é elevada.

A corrente de saída do condensador parcial, que contém MEK, H_2 e resquícios de 2-butanol, já resfriada passa para um vaso flash, que separa as correntes líquida e gasosa, sendo essa última de topo canalizada para a coluna de absorção. A corrente de líquido do fundo é diretamente

bombeada à segunda coluna de destilação do sistema, onde o produto, MEK, sai em sua maior pureza.

A coluna de absorção opera a fim de se concentrar MEK na corrente líquida de fundo e direcionar o H₂, produto de topo, vendido para outra unidade produtiva que o utilize como matéria-prima. A alimentação de topo é de água destilada, o fluido de absorção. Assim, o produto de fundo desta coluna é encaminhado a uma coluna de extração em que MEK é desidratado pelo uso de 1,1,2-tricloroetano.

O resultado destas operações é encaminhado a duas colunas de destilação consecutivas. A primeira separa a MEK do 1,1,2-tricloroetano, produto do fundo, que será recirculado para o reservatório da destinado ao recipiente regulador da alimentação da coluna de extração, sendo aproveitado nessa operação.

A segunda coluna de destilação se destina a separar MEK do álcool que não reagiu na corrente. Assim, como produto de topo, a MEK com pureza de 99,7% é recuperada. O sec-butanol que até então estava associado à etil-metil-cetona retorna ao reservatório de alimentação inicial para que se possa, então, realizar o processo novamente com este reagente.

2.8 Estimativa de custos

A estimativa de custos é realizada de maneira preliminar para que seja possível prevê alternativas do projeto e otimizá-lo, para isto, é seguida a metodologia estabelecida no Towler ^[22]. O custo dos equipamentos, C_e em U.S. Gulf em 2006, é definido pela Equação 1 abaixo:

$$C_e = a + bS^n \quad (1)$$

Sendo a e b são as constantes presentes tabeladas, S é o critério de dimensionamento do equipamento (área para trocadores, peso para vaso, etc.), n é expoente para cada tipo de equipamento. Os valores dos parâmetros usados estão descritos nas figuras abaixo.

| Equipment | Units for Size, S | S_{Lower} | S_{Upper} | a | b | n | Note |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|----------|----------|-------------|
| <i>Agitators & mixers</i> | | | | | | | |
| Propeller | driver power, kW | 5.0 | 75.0 | 4,300 | 1,920 | 0.8 | |
| Spiral ribbon mixer | driver power, kW | 5.0 | 35.0 | 11,000 | 420 | 1.5 | |
| Static mixer | Liters/s | 1.0 | 50.0 | 780 | 62 | 0.8 | |
| <i>Boilers</i> | | | | | | | |
| Packaged, 15 to 40 bar | kg/h steam | 5,000.0 | 200,000.0 | 4,600 | 62 | 0.8 | |
| Field erected, 10 to 70 bar | kg/h steam | 20,000.0 | 800,000.0 | -90,000 | 93 | 0.8 | |
| <i>Centrifuges</i> | | | | | | | |
| High-speed disk | diameter, m | 0.26 | 0.49 | 63,000 | 260,000 | 0.8 | |
| Atmospheric suspended basket | power, kW | 2.0 | 20.0 | 37,000 | 1,200 | 1.2 | |
| <i>Compressors</i> | | | | | | | |
| Blower | m ³ /h | 200.0 | 5,000.0 | 4,200 | 27 | 0.8 | |
| Centrifugal | driver power, kW | 132.0 | 29,000.0 | 8,400 | 3,100 | 0.6 | |
| Reciprocating | driver power, kW | 100.0 | 16,000.0 | 240,000 | 1.33 | 1.5 | |
| <i>Conveyors</i> | | | | | | | |
| Belt, 0.5 m wide | length, m | 10.0 | 500.0 | 21,000 | 340 | 1.0 | |
| Belt, 1.0 m wide | length, m | 10.0 | 500.0 | 23,000 | 575 | 1.0 | |
| Bucket elevator, 0.5 m bucket | height, m | 10.0 | 35.0 | 14,000 | 1,450 | 1.0 | |
| <i>Crushers</i> | | | | | | | |
| Reversible hammer mill | tonne/h | 20.0 | 400.0 | 400 | 9,900 | 0.5 | |
| Pulverizers | kg/h | 200.0 | 4,000.0 | 3,000 | 390 | 0.5 | |
| <i>Crystallizers</i> | | | | | | | |
| Scraped surface crystallizer | length, m | 7.0 | 280.0 | 41,000 | 40,000 | 0.7 | |
| <i>Distillation columns</i> | | | | | | | |
| See pressure vessels, packing, and trays | | | | | | | |
| <i>Dryers</i> | | | | | | | |
| Direct contact rotary | area, m ² | 11.0 | 180.0 | -7,400 | 4,350 | 0.9 | 1 |
| Pan | area, m ² | 1.5 | 15.0 | -5,300 | 24,000 | 0.5 | 2 |
| Spray dryer | evap rate kg/h | 400.0 | 4,000.0 | 190,000 | 180 | 0.9 | |
| <i>Evaporators</i> | | | | | | | |
| Vertical tube | area, m ² | 11.0 | 640.0 | 17,000 | 13,500 | 0.6 | |
| Agitated falling film | area, m ² | 0.5 | 12.0 | 29,000 | 53,500 | 0.6 | |

Figura 5 - Parâmetros para custo dos equipamentos (continua)

| Equipment | Units for Size, S | S _{Lower} | S _{Upper} | a | b | n | Note |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|---------|--------|-----|------|
| <i>Exchangers</i> | | | | | | | |
| U-tube shell and tube | area, m ² | 10.0 | 1,000.0 | 10,000 | 88 | 1.0 | |
| Floating head shell and tube | area, m ² | 10.0 | 1,000.0 | 11,000 | 115 | 1.0 | |
| Double pipe | area, m ² | 1.0 | 80.0 | 500 | 1,100 | 1.0 | |
| Thermosiphon reboiler | area, m ² | 10.0 | 500.0 | 13,000 | 95 | 1.0 | |
| U-tube Kettle reboiler | area, m ² | 10.0 | 500.0 | 14,000 | 83 | 1.0 | |
| Plate and frame | area, m ² | 1.0 | 180.0 | 1,100 | 850 | 0.4 | 3 |
| <i>Filters</i> | | | | | | | |
| Plate and frame | capacity, m ³ | 0.4 | 1.4 | 76,000 | 54,000 | 0.5 | |
| Vacuum drum | area, m ² | 10.0 | 180.0 | -45,000 | 56,000 | 0.3 | |
| <i>Furnaces</i> | | | | | | | |
| Cylindrical | duty, MW | 0.2 | 60.0 | 53,000 | 69,000 | 0.8 | |
| Box | duty, MW | 30.0 | 120.0 | 7,000 | 71,000 | 0.8 | |
| <i>Packings</i> | | | | | | | |
| 304 ss Raschig rings | m ³ | | | 0 | 3,700 | 1.0 | |
| Ceramic intalox saddles | m ³ | | | 0 | 930 | 1.0 | |
| 304 ss Pall rings | m ³ | | | 0 | 4,000 | 1.0 | |
| PVC structured packing | m ³ | | | 0 | 250 | 1.0 | |
| 304 ss structured packing | m ³ | | | 0 | 3,200 | 1.0 | 4 |
| <i>Pressure vessels</i> | | | | | | | |
| Vertical, cs | shell mass, kg | 150.0 | 69,200.0 | -400 | 230 | 0.6 | 5 |
| Horizontal, cs | shell mass, kg | 250.0 | 69,200.0 | -2,500 | 200 | 0.6 | |
| Vertical, 304 ss | shell mass, kg | 90.0 | 124,200.0 | -10,000 | 600 | 0.6 | 5 |
| Horizontal, 304 ss | shell mass, kg | 170.0 | 114,000.0 | -15,000 | 560 | 0.6 | |
| <i>Pumps and drivers</i> | | | | | | | |
| Single-stage centrifugal | flow Liters/s | 0.2 | 500.0 | 3,300 | 48 | 1.2 | |
| Explosion-proof motor | power, kW | 1.0 | 2,500.0 | 920 | 600 | 0.7 | |
| Condensing steam turbine | power, kW | 100.0 | 20,000.0 | -19,000 | 820 | 0.8 | |
| <i>Reactors</i> | | | | | | | |
| Jacketed, agitated | volume, m ³ | 0.5 | 100.0 | 14,000 | 15,400 | 0.7 | |
| Jacketed, agitated, glass-lined | volume, m ³ | 0.5 | 25.0 | 13,000 | 34,000 | 0.5 | |
| <i>Tanks</i> | | | | | | | |
| Floating roof | capacity, m ³ | 100.0 | 10,000.0 | 53,000 | 2,400 | 0.6 | |
| Cone roof | capacity, m ³ | 10.0 | 4,000.0 | 5,700 | 700 | 0.7 | |
| <i>Trays</i> | | | | | | | |
| Sieve trays | diameter, m | 0.5 | 5.0 | 100 | 120 | 2.0 | 6 |
| Valve trays | diameter, m | 0.5 | 5.0 | 130 | 146 | 2.0 | 6 |
| Bubble cap trays | diameter, m | 0.5 | 5.0 | 200 | 240 | 2.0 | 6 |
| <i>Utilities</i> | | | | | | | |
| Cooling tower & pumps | flow liters/s | 100.0 | 10,000.0 | 61,000 | 650 | 0.9 | 7 |
| Packaged mechanical refrigerator | evaporator duty, kW | 50.0 | 1,500.0 | 4,900 | 720 | 0.9 | |
| Water ion exchange plant | flow m ³ /h | 1.0 | 50.0 | 6,200 | 4,300 | 0.7 | |

Figura 6 - Parâmetros para custo dos equipamentos (continuação)

3 DIMENSIONAMENTO E OTIMIZAÇÃO

3.1 Bombas

Para o transporte de fluidos ao longo da planta é necessária atingir as pressões requeridas para cada etapa do processo, no total foram necessárias 13 bombas do tipo. Para dimensionar as bombas utilizadas no processo, foram necessários vários dados fornecidos pela simulação no programa *AspenPlus*[®]. Desta forma, nesta parte terá os valores obtidos pela simulação e cálculos para o dimensionamento das bombas na planta.

Tabela 3 - Valor das variáveis de interesse para ao dimensionamento das bombas

| Bomba | ΔP (bar) | ρ (kg/m ³) | F (kg/h) | h_{adm} (m) | h_{imp} (m) |
|-------|------------------|-----------------------------|----------|---------------|---------------|
| B-0 | 5,00 | 794,34 | 1,61 | 3,00 | 15,91 |
| B-1 | 5,84 | 794,34 | 1,84 | 5,58 | 3,00 |
| B-2 | 5,49 | 801,31 | 1,69 | 3,00 | 21,33 |
| B-3 | 6,10 | 994,92 | 1,67 | 3,45 | 26,25 |
| B-4 | 4,07 | 981,95 | 1,77 | 10,35 | 3,45 |
| B-5 | 5,71 | 1.199,84 | 0,26 | 3,00 | 17,63 |
| B-6 | 4,65 | 1.399,48 | 0,18 | 3,27 | 8,03 |
| B-7 | 2,69 | 733,63 | 0,11 | 3,16 | 28,19 |
| B-8 | 3,92 | 1..225,66 | 0,19 | 5,28 | 4,08 |
| B-9 | 5,11 | 747,82 | 1,89 | 3,16 | 18,33 |
| B-10 | 6,38 | 701,77 | 0,21 | 5,76 | 15,91 |
| B-11 | 3,36 | 740,79 | 1,71 | 3,39 | 35,79 |
| B-12 | 5,17 | 734,79 | 1,57 | 3,39 | 7,58 |

Os parâmetros das bombas começam a ser projetados a partir da diferença de pressão entre a admissão e impulsão da bomba. A primeira é relacionada à pressão de entrada e da carga hidrostática em função da força exercida pela coluna de líquido anterior ao bocal.

$$P_{adm} = \rho \cdot g \cdot h + P_{entrada} \quad (2)$$

Sendo ρ a densidade da corrente de líquido de entrada, g a aceleração da gravidade e h a altura do equipamento.

A partir dos cálculos com base na Equação 2, os valores de pressão de aspiração para cada uma das bombas podem ser calculados.

Já a pressão de impulsão é a soma da pressão da coluna com a pressão hidrostática exercida pela altura de líquido da coluna inteira somada à suspensão do equipamento seguinte e a perda de carga.

$$P_{imp} = \rho \cdot g \cdot h + P_{saída} - \Delta P_{tubos} \quad (3)$$

Em que ΔP_{tubos} que representa a perda de carga devido a tubulação, admite valores entre 0,05 e 0,1. Nesse caso, as perdas de carga estão relacionadas não somente à tubulação, mas também equipamentos, como trocadores de calor. Logo, consideram-se as perdas de carga devido a tubulações igual a 0,1 e de trocadores de acordo com a diferença de pressão entre as correntes anteriores e seguintes ao trocador, e calcula-se as contribuições de pressão utilizando a altura dos equipamento e de sua elevação com base na Equação 2.

Além disso, $P_{saída}$ é a pressão da corrente de saída da bomba segundo o *AspenPlus*[®].

Para que não haja cavitação na bomba, é necessário que sua pressão de admissão seja maior do que a de vapor do líquido. Equacionando esse cuidado, a carga líquida positiva de sucção (NPSH) disponível deve ser maior do que o requerido para o sistema. Em que P_{vap} é a pressão de vapor da mistura da corrente de entrada.

$$NPSH (m) = \frac{(P_{adm} - P_{vap}) \cdot \rho}{10} \quad (4)$$

Tendo a diferença de pressão (ΔP) a qual a bomba está submetida é sobredimensionada em 10% para prevenção a possíveis variações, o cálculo da potência absorvida da bomba é possibilitado através da vazão volumétrica da corrente de entrada. A potência absorvida é calculada por meio da Equação 5:

$$W_a = \frac{F \cdot \Delta P}{27,4} \quad (5)$$

Em que ΔP é a diferença entre a pressão de admissão e de impulsão do equipamento, F é a vazão de impulsão e 27,4 é uma constante de proporcionalidade para correção da diferença dimensional utilizada.

Porém, o consumo de energia é maior devido à eficiência de cada bomba, necessitando-se assim de uma correção, logo pode-se calcular a potência hidráulica pela Equação 6. Por sua vez, a potência do motor se dá pela Equação 7:

$$W_{hidráulico} = \frac{W_a}{\eta_{hidráulico}} \quad (6)$$

$$W_{motor} = \frac{W_{hidráulico}}{\eta_{motor}} \quad (7)$$

Nesse tipo de processo, a rotatividade das bombas é consideravelmente alta, de modo que devem ser orçados dois aparelhos para que, caso um falhe, o processo não seja interrompido por muito tempo, devido à rápida substituição da reserva. Consequentemente, o custo das bombas, que é dividido em custo da centrífuga e do motor de explosão, é multiplicado por dois.

$$C_C = 6900 + 206.F^{0,9} \quad (8)$$

$$C_M = -950 + 1770.W_{motor}^{0,6} \quad (9)$$

$$C_{bombas} = 2.(C_C + C_M) \quad (10)$$

$$Imobilizado_{bomba} = 4,74.C_{bombas} \quad (11)$$

Tabela 4 - Custo das bombas

| Bombas | Custo (R\$) |
|---------------|--------------------|
| B-0 | 91.312,66 |
| B-1 | 93.177,36 |
| B-2 | 92.153,53 |
| B-3 | 92.804,73 |
| B-4 | 90.669,54 |
| B-5 | 85.539,29 |
| B-6 | 84.671,75 |
| B-7 | 73.729,89 |
| B-8 | 84.571,83 |
| B-9 | 92.445,51 |

(Continuação)

| Bombas | Custo (R\$) |
|---------------|--------------------|
| B-10 | 85.361,18 |
| B-11 | 82.909,66 |
| B-12 | 91.343,58 |

3.1.1 Custos Operativos

A energia elétrica requisitada pela bomba é precificada em uma função direta à potência, de modo que:

$$C_{eletr}(R\$) = 0,15 \cdot 8000 \cdot 15 \cdot W_{motor} \quad (12)$$

Em que 8000 é tempo de operação anual para uma projeção de 15 anos e 0,15 é o preço do kW.

Tabela 5 - Custos total com os serviços auxiliares em 15 anos

| Bombas | Custo em 15 anos (R\$) |
|---------------|-------------------------------|
| B-0 | 10.960,46 |
| B-1 | 14.624,06 |
| B-2 | 12.573,31 |
| B-3 | 13.866,97 |
| B-4 | 9.772,79 |
| B-5 | 2.032,86 |
| B-6 | 1.126,56 |
| B-7 | 848,36 |
| B-8 | 1.032,94 |
| B-9 | 13.148,62 |
| B-10 | 1.834,10 |
| B-11 | 16.091,13 |
| B-12 | 11.018,59 |

3.2 Compressor

O compressor possui a função de impulsionar o 2-butanol em sua forma gasosa desde o vaporizador até o superaquecedor, anterior ao reator, na planta em questão. Este equipamento tem seus parâmetros de dimensionamento dados pelo software de simulação *AspenPlus*[®] que estão explicitados na tabela abaixo.

Tabela 6 - Valor das variáveis de interesse para ao dimensionamento do compressor K-1

| Variável | Valor | Unidade |
|----------|-------|---------------------|
| P_e | 2,19 | kg/m ³ g |
| O_s | 1,94 | kg/m ³ g |
| M | 1,46 | ton/h |
| W_r | 2,31 | kW |

O custo do compressor é calculado por

$$C = a + bW_r^{0,6} \quad (13)$$

Em que W_r é a potência. Desta forma os parâmetros para o cálculo do custo do compressor estão na Tabela 7.

Tabela 7 - Valor das variáveis de interesse para ao dimensionamento do compressor K-1

| Parâmetro | Valor | Unidade |
|-----------|-----------|-----------|
| a | 8.400,00 | |
| b | 3.100,00 | |
| C | 13.160,14 | US\$ 2017 |

3.3 Trocadores de Calor

O sistema de troca térmica da planta é composto por 10 trocadores de calor, 4 destes associados às colunas de destilação, nos quais ocorre transferência de calor entre dois fluidos que estão a temperaturas diferentes. Para determinar o tipo de equipamento mais adequado ao processo, deve-se levar em consideração fatores como: pressões e temperaturas de operação, propriedades dos fluidos de processo e vazão de escoamento. [22]

Os trocadores de calor utilizados no projeto possuem contato indireto entre os fluidos, ou seja, o fluxo de calor entre os fluidos quente e frio ocorre através de uma superfície que impede a sua mistura, e são do tipo tubular, classificados como trocadores de casco-tubo ou de tubos concêntricos. [30]

No trocador de tubos concêntricos, também chamado de tubo duplo, um dos fluidos escoam pelo tubo interno, enquanto o outro escoam pela parte externa entre os tubos em direção oposta. Este tipo de equipamento é de simples manutenção e é indicado para áreas de troca térmica de até 10 m². [30]

Já o trocador de casco-tubo é constituído por tubos, por onde passa um dos fluidos, que são envolvidos por uma carcaça, de forma que o outro tubo passa pelo espaço intermediário. Estes são utilizados nas mais diversas condições operacionais, como altas pressões e temperaturas, grande área de troca requerida, fluidos viscosos, corrosão, entre outras. Os trocadores de calor nos quais não houve cruzamento de temperatura possuem apenas uma carcaça e são do tipo 1-2, ao passo que os trocadores onde observou-se essa situação têm duas carcaças e são do tipo 2-4. [30,31]

3.3.1 Descrição Dos Equipamentos

O trocador E-01 é um preaquecedor de tubos concêntricos, cuja função principal é promover o aquecimento da corrente de alimentação composta por sec-butanol. Pelos tubos temos o vapor de aquecimento, a baixa pressão, passando à 218 °C, e pelo casco passa a corrente de alimentação que será aquecida de 35,32 °C a 100 °C, a uma pressão de 3,5 bar, sem que ocorra mudança de fase. Os tubos são de aço inoxidável 304. Para o vapor de aquecimento consideramos o coeficiente de deposição igual à $r_q = 0,0013 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$, enquanto para a corrente de

alimentação consideramos $r_f = 0,0002 \text{ hm}^2\text{C}/\text{kcal}$, por ser considerado um solvente orgânico. O fator de correção neste caso é considerado igual a 1.

O vaporizador E-02 é um trocador de calor do tipo casco-tubos de modelo AEP, escolhido desta forma por apresentar um alto valor de variação de temperatura, que aquecerá a corrente de alimentação de $100 \text{ }^\circ\text{C}$ até $158,29 \text{ }^\circ\text{C}$. Para isso, será utilizada a corrente que sai do reator a $450 \text{ }^\circ\text{C}$ para promover o aquecimento da corrente de alimentação, que então deixará o vaporizador a uma temperatura de $195,23 \text{ }^\circ\text{C}$. A corrente quente passa pelos tubos, de configuração triangular, enquanto a corrente de alimentação, composta apenas por sec-butanol, passa pela carcaça. Os tubos são de aço inoxidável 304. Para a corrente quente que adentra o vaporizador consideramos coeficiente de deposição igual à $r_q = 0,0002 \text{ hm}^2\text{C}/\text{kcal}$, por ser uma corrente de solvente orgânico evaporando e para a corrente fria temos $r_f = 0,0002 \text{ hm}^2\text{C}/\text{kcal}$ por ser composto orgânico sem mudança de fase. O fator de correção neste caso é $F_t=0,999$.

O trocador E-03 é um superaquecedor de casco-tubos do tipo BEM, cuja função principal é promover o aquecimento da corrente de alimentação que entrará no reator. Pelos tubos, de configuração triangular e aço inoxidável 304, temos a corrente de vapor superaquecido de $5444,08 \text{ kg/h}$, a $39,65 \text{ bar}$, passando a $460 \text{ }^\circ\text{C}$ e saindo a $376,42 \text{ }^\circ\text{C}$, e pelo casco passa a corrente de alimentação que será aquecida de $161 \text{ }^\circ\text{C}$ à $446 \text{ }^\circ\text{C}$. Foi considerado um coeficiente de deposição igual à $r_f = 0,0002 \text{ hm}^2\text{C}/\text{kcal}$ para a corrente fria e $r_q = 0,0013 \text{ hm}^2\text{C}/\text{kcal}$ para a corrente quente. O fator de correção neste caso é considerado igual a $0,999$.

O trocador E-04 é um cooler de casco-tubos do tipo AES, resfriando a corrente que alimenta a coluna de absorção de $195,72 \text{ }^\circ\text{C}$ para $29,58 \text{ }^\circ\text{C}$, com coeficiente de deposição igual à $r_q = 0,0002 \text{ hm}^2\text{C}/\text{kcal}$. A corrente quente passa pelos tubos, de configuração triangular e aço inoxidável 304. A água de refrigeração entra na carcaça a $24 \text{ }^\circ\text{C}$ e a deixa a $45,18 \text{ }^\circ\text{C}$, não havendo mudança de fase, de forma que podemos considerar o coeficiente de deposição igual à $r_f = 0,000235 \text{ hm}^2\text{C}/\text{kcal}$ e $F_t=1$. Percebe-se que se for utilizado um trocador tipo 1-2, haverá cruzamento de temperaturas, assim foi escolhido utilizar duas carcaças em série (2-4) para evitar esse problema.

O trocador E-05 é um preaquecedor de tubos concêntricos, cuja função principal é promover o aquecimento da corrente de produto destinada à primeira coluna de destilação. Para isso, será aproveitado o calor da corrente de fundo da primeira coluna de destilação. Pelos tubos temos o reciclo do fundo da primeira coluna de destilação entrando a $140 \text{ }^\circ\text{C}$ e saindo a $35 \text{ }^\circ\text{C}$ e

pela carcaça passa a corrente de produto, que será aquecida de 27,05 °C a 101,89 °C. Para o reciclo consideramos um coeficiente de deposição igual à $r_q = 0,0002 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$, enquanto para a corrente de produto consideramos $r_f = 0,0002 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$, por ser considerado um composto orgânico. O fator de correção é considerado igual a 1.

O condensador E-06 é um trocador casco-tubos do tipo AES que condensa a corrente de topo da primeira coluna de destilação, composta principalmente por MEK, que passa pelos tubos dispostos em configuração triangular. A corrente é resfriada de 94,71 °C até 86,30 °C com coeficiente de deposição de $r_q = 0,0002 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$. A água de refrigeração escoa pela carcaça entrando de a °C e saindo a 45 °C com $r_f = 0,00235 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$.

O refeedor E-07 é um casco-tubos tipo AKT que vaporiza a corrente de fundo da primeira coluna de destilação, composta por TCE, que passa pela carcaça, sendo aquecida de 145 °C a 147,49 °C com coeficiente de deposição de $r_f = 0,0002 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$. O vapor de aquecimento passa pela tubos a 218 °C com $r_q = 0,0013 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$, sem que haja mudança de fase, portanto $F_t=1$.

O trocador E-08 é um preaquecedor de tubos concêntricos, cuja função principal é promover o aquecimento da corrente de produto destinada à segunda coluna de destilação. Para aquecer a corrente, será utilizado o produto de topo da segunda coluna de destilação. Assim, pelos tubos, de configuração triangular e também de aço inoxidável 304, temos o produto de topo, composta principalmente por MEK, passando à 78,98 °C e saindo à 30 °C, e pela carcaça passa a corrente de produto que será aquecida de 27,74 °C a 69,75 °C. Para a corrente quente consideramos um coeficiente de deposição igual à $r_q = 0,0002 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$, enquanto para a corrente fria consideramos $r_f = 0,0002 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$, por ambos serem considerados solventes orgânicos. O fator de correção é considerado igual a 1.

O condensador E-09 é um casco-tubos AES o qual condensa a corrente de topo, composta por MEK, da segunda coluna de destilação. Pelo lado dos tubos passa a corrente de produto de topo da coluna que será resfriada de 88,68 °C até 78,95 °C com coeficiente de deposição de $r_q = 0,0002 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$. Pela carcaça passará a água de refrigeração a uma temperatura de 24 °C e com $r_f = 0,000235 \text{ hm}^2\text{°C/kcal}$. O fator de correção é considerado igual a 1.

O refeedor E-10 é um trocador de casco-tubos do tipo AKT que vaporiza a corrente de fundo da segunda coluna de destilação, rica em sec-butanol. O vapor de aquecimento passa a 218 °C pelos tubos, enquanto a corrente de processo, que passa pela carcaça, é aquecida de 114,76 °C

a 116, °C. A corrente fria possui coeficiente de deposição igual à $r_f = 0,0013 \text{ hm}^2\text{°C}/\text{kcal}$, enquanto a corrente quente $r_q = 0,0002 \text{ hm}^2\text{°C}/\text{kcal}$. O F_t possui valor igual à 1.

3.3.2 Dimensionamento dos trocadores de calor

No dimensionamento dos trocadores de calor tem-se como objetivo determinar a área de troca térmica. Para isso, utiliza-se a equação geral de um trocador de calor. ^[31]

$$Q = UAF_t\Delta T_{ml} \quad (14)$$

Em que Q é o fluxo de calor trocado, U é o coeficiente global de transferência de calor, F_t é o fator de correção, A corresponde à área de troca térmica e ΔT_{ml} é a temperatura média logarítmica, calculada por meio da Equação 15 ^[31].

$$\Delta T_{ml} = \frac{(t_1 - T_2) - (t_2 - T_1)}{\ln \frac{(t_1 - T_2)}{(t_2 - T_1)}} \quad (15)$$

Em que t é correspondente às temperaturas do fluido quente, T corresponde às temperaturas do fluido frio, e o subscrito 1 refere-se à entrada e o 2, à saída.

O coeficiente global de transferência de calor (U) é calculado a partir dos coeficientes de deposição, dos fluidos de processo (r_q para o quente e r_f para o frio), que estão diretamente ligadas aos coeficientes individuais de transferência de calor dos fluidos quente e frio (h_q e h_f , respectivamente), de acordo com a Equação 16. ^[31]

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_q} + \frac{1}{h_f} + r_q + r_f \quad (16)$$

Para a determinação dos coeficientes citados acima, dispomos da Tabela 8 e da Tabela 9.

Tabela 8 - Valores aproximados dos coeficientes individuais de troca térmica

| Valores Aproximados dos h (kcal/hm²°C) | |
|--|-------|
| Sem Mudança de Fase | |
| Água | 5.700 |
| Gases | 125 |

(Continuação)

| Sem Mudança de Fase | |
|-----------------------------|-------|
| Solventes Orgânicos | 1.350 |
| Hidrocarbonetos | 325 |
| Produtos Condensando | |
| Vapor de Água | 9.500 |
| Solventes Orgânicos | 1.550 |
| Hidrocarbonetos Leves | 1.450 |
| Hidrocarbonetos Pesados | 175 |
| Produtos Evaporando | |
| Vapor de Água | 6.850 |
| Solventes Orgânicos | 1.000 |
| Hidrocarbonetos Leves | 1.100 |
| Hidrocarbonetos Pesados | 150 |

Tabela 9 - Valores dos coeficientes de deposição

| Coeficiente de Deposição ($hm^2\text{C}/kcal$) | |
|--|---------|
| Fluídos Limpos | 0,00015 |
| Fluídos Sujos | 0,00120 |
| Água de Refrigeração | 0,00020 |
| Vapor de Água | 0,00015 |

O fator de correção (F_c) foi estipulado utilizando as Figuras 7 e 8, para trocadores de calor dos tipos 1-2 e 2-4, respectivamente. Para trocadores de tubos concêntricos, considera-se F_T igual a 1. Conhecendo-se as temperaturas de entrada e saída dos fluidos quentes e frios, podem ser calculados os fatores P e R, e então estipular graficamente o valor de F_c .

$$P = \frac{t_1 - t_2}{T_1 - t_1} \quad (17)$$

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} \quad (18)$$

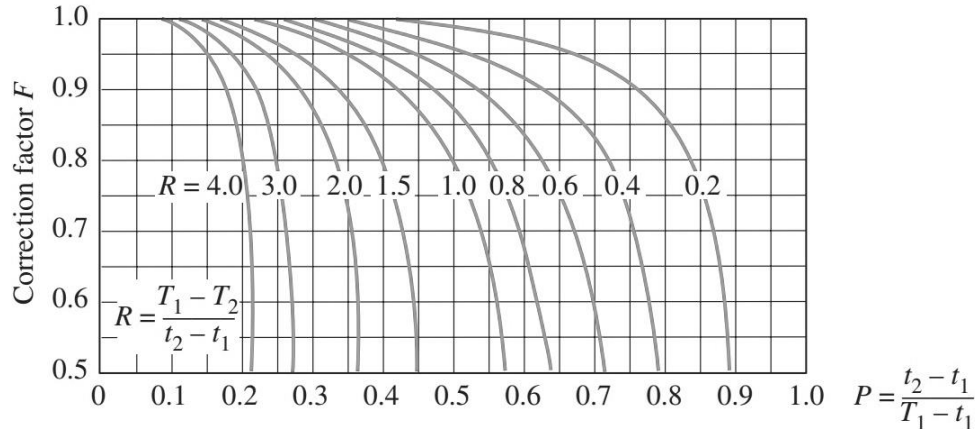


Figura 7 - Fator de correção para trocador de calor de casco-tubo do tipo 1-2 ^[31]

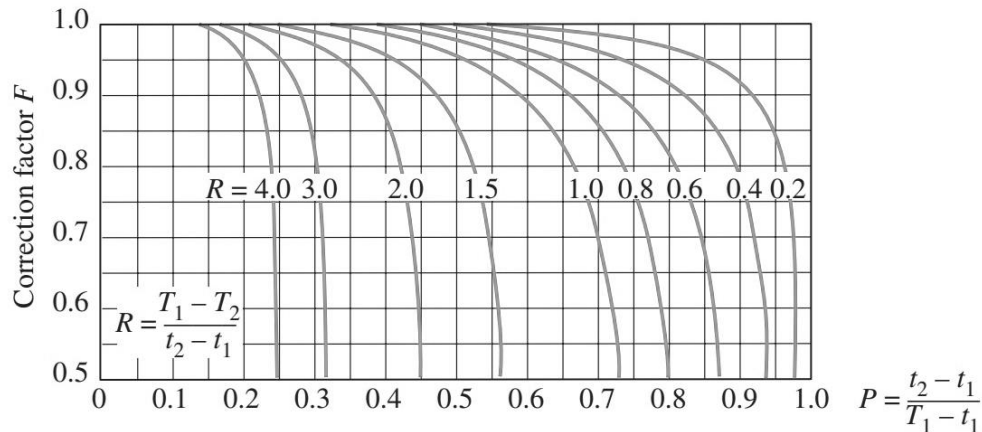


Figura 8 - Fator de correção para trocador de calor de casco-tubo do tipo 2-4 ^[31]

Para calcular o fluxo de calor trocado (Q) num trocador de calor, primeiramente, deve-se observar se há apenas variação na temperatura das correntes, onde será considerado o calor sensível do fluido (C_p) ou se ocorre uma mudança de fase no processo, que necessitará de ser considerando então o calor latente (C_l). Deve-se levar em consideração também a vazão mássica da corrente (m). É necessário considerar apenas uma das correntes que passam pelo trocador, e para obter Q por meio dos calores sensível e latente utiliza-se as Equações 19 e 20, respectivamente.

$$Q = mc_p \Delta T \quad (19)$$

$$Q = mc_l \quad (20)$$

A partir da área de troca térmica encontrada é possível determinar o número de tubos (N_t) como é indicado pela equação abaixo.

$$N_t = \frac{A}{A_t} \quad (13)$$

Em que A_t é a área de cada tubo, que é calculada a partir de seu diâmetro (D_t) e comprimento (L_t) por meio da Equação 22. Para efeito de projeto, considera-se o sobredimensionamento de segurança em 110% para o cálculo da área final do trocador de calor.

$$A_t = \pi D_t L_t \quad (22)$$

Por fim, o custo é calculado em dólares Gulf, com base no ano de referência de 2007, como já foi mostrado anteriormente, onde a é igual a 24000, b é igual a 46 e n é igual a 1,2.

O valor deve ser atualizado para o ano de 2017, conhecidos o CEPCI dos anos de 2006 e 2017, que são 525,4 e 567,5 respectivamente, e multiplicado por 4,74 para considerar os custos da instrumentação e anexos ao equipamento. O cálculo da conversão de custos considerando os valores dos CEPCI é mostrado abaixo. A Tabela 10 mostra os resultados obtidos.

Tabela 10 - Parâmetros dos trocadores de calor

| Equipamento | Q (Gcal/h) | U (kcal/hm ² °C) | Área (m ²) |
|-------------|------------|-----------------------------|------------------------|
| E-01 | 0,08 | 162,50 | 3,40 |
| E-02 | 0,23 | 250,88 | 5,83 |
| E-03 | 0,25 | 162,50 | 24,00 |
| E-04 | 0,27 | 1.155,94 | 5,98 |
| E-05 | 0,01 | 162,50 | 3,24 |
| E-06 | 0,05 | 676,70 | 0,64 |
| E-07 | 0,51 | 636,29 | 0,65 |
| E-08 | 0,03 | 162,50 | 41,09 |
| E-09 | 0,64 | 787,03 | 12,78 |
| E-10 | 0,66 | 740,47 | 6,65 |

Tabela 11 - Investimento dos trocadores de calor

| Trocador | Investimento (R\$ 2017) |
|-----------------|------------------------------------|
| E-01 | 163536,34 |
| E-02 | 455878,26 |
| E-03 | 448729,50 |
| E-04 | 456207,98 |
| E-05 | 165145,90 |
| E-06 | 449294,39 |
| E-07 | 471774,31 |
| E-08 | 2062998,83 |
| E-09 | 467033,57 |
| E-10 | 502408,20 |

Os custos de água de refrigeração, vapor de aquecimento de baixa pressão foram calculados com base nos preços de 0,12 R\$/m³, 25,96 R\$/ton. Para o vapor de aquecimento de alta pressão utilizado exclusivamente no superaquecedor e no reator, consideramos o preço de 37 R\$/ton. Considera-se para o cálculo do consumo anual, a aproximação do tempo de operação de cada equipamento dentro da indústria como 8000 h de operação. A Tabela 12 mostra os resultados dos custos dos serviços auxiliares.

Tabela 12 - Custo dos serviços auxiliares

| Trocador | Água de refrigeração em 15 anos (US\$) | Vapor de aquecimento em 15 anos (US\$) |
|-----------------|---|---|
| E-01 | - | 511.383,30 |
| E-02 | - | - |
| E-03 | - | 24.171.715,20 |
| E-04 | 184.441.019,80 | - |
| E-05 | - | - |
| E-06 | 19.286,92 | - |
| E-07 | - | 216.804,77 |
| E-08 | - | - |
| E-09 | 307.986,37 | - |
| E-10 | - | 3.132.303,20 |

3.4 Reator

A seleção de um sistema de reação que opere da maneira mais segura e mais eficiente pode ser a chave para o sucesso ou o fracasso econômico de uma planta química. [26] O reator onde se desenvolve a reação é tubular de leito fixo com catalisador e isotérmico. O sec-butanol, que entra superaquecido na temperatura de 450°C, é convertido no catalisador de óxido de zinco-latão em etil-metil-cetona, produto de interesse, hidrogênio e outros produtos. A reação se caracteriza como catalítica sólido-gás, portanto, as moléculas de gás de sec-butanol têm que interagir com a superfície sólida do catalisador para que a reação aconteça.

Esta é endotérmica, e pelo fato do reator ser isotérmico, tem-se vapor superaquecido a 540°C agindo como fonte energética para deste. Então, o projeto se assemelha a um trocador de casco e tubo, onde no tubo ocorre a reação e no casco passa o vapor que garante a transferência de calor.

A Tabela 13 indica as especificações de projeto e a Tabela 14 indica as especificações do catalisador.

Tabela 13 - Especificações de projeto do reator

| Parâmetro | Valor |
|------------------------------|--------------|
| T_r | 450 °C |
| $P_{sec,0}$ | 3 bar |
| $P_{vapor\ superaquecido}$ | 40 bar |
| $T_{vapor\ superaquecido,0}$ | 540 °C |
| X_{sec} | 0,9 |

Tabela 14 - Especificações de projeto do catalisador

| Parâmetro | Valor |
|------------------|----------------------|
| Área superficial | 40 m ² /g |
| D_{cat} | 0,046 m |
| ϵ | 0,4 |

A cinética é representada pela equação abaixo:

$$r_{sec} = \frac{C' (P_{sec} - P_{MEK} \cdot P_H / K)}{P_{MEK} (1 + K_{sec} \cdot P_{sec} + K_{cat} \cdot P_{sec} / P_{MEK})} \quad (23)$$

Onde as pressões são determinadas pelas Equações 24 a 26 e as demais constantes pelas Equações 27 e 30.

$$P_{sec} = P_{sec,0} (1 - x_{sec}) \quad (24)$$

$$P_{MEK} = P_{sec,0} \cdot x_{sec} \quad (25)$$

$$P_H = P_{sec,0} \cdot x_{sec} \quad (26)$$

$$\ln C' = \frac{-13732,6}{T_{r'}} + 19,4891 \quad (27)$$

$$\ln K_{sec} = \frac{-7886,35}{T_{r'}} + 12,0448 \quad (28)$$

$$\ln K_{cat} = \frac{1119,06}{T_{r'}} - 0,45315 \quad (29)$$

$$\ln K = \frac{-6424,21}{T_{r'}} + 1,510 \ln T_{r'} + 4,3081 \quad (30)$$

Ao avaliar a cinética de reação e balanço de massa de reator tubular, dada pela Equação 31, para a conversão de 0,90, obtemos 95,03 m² de área superficial de catalisador necessária.

$$\frac{A_{sup}}{F} = \int_0^{0,9} \frac{dx_{sec}}{r_{sec}} \quad (31)$$

Sabendo que 17,3 ft² de área de catalisador equivale a 1 ft de altura de reator^[27], é possível definir a altura do reator, 5394 m. A partir da configuração do reator usado, de diâmetro de 3 pol, para definir a equivalência anterior, estima-se o volume do reator, usando a equação abaixo.

$$V = \frac{\pi \cdot L_r \cdot D^2}{4} \quad (32)$$

Dessa forma, tem-se um reator de 24,60 m³. A partir desse volume, é necessário encontrar a relação comprimento e diâmetro que seja economicamente mais viável. A configuração multitubular pode ser avaliada como estratégia de dimensionamento do reator.

Foi escolhido que o reator projetado suporte queda de pressão máxima de 0,15 bar, verificado através da equação de Ergun para leito fixo [28], mostrada na Equação 33, e é necessário respeitar a limitação de $L/D > 20$. [29]

$$\left(150 \cdot \frac{\mu_M}{D_{cat}^2} \cdot \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \cdot v_o + 1,75 \cdot \frac{\rho_M}{D_{cat}} \cdot \frac{(1-\varepsilon)}{\varepsilon^3} \cdot v_o^2\right) L = \Delta P \quad (33)$$

Assim análise do ótimo econômico é feita variando diâmetro dos tubos do reator e o número de tubos. Vale ressaltar que o sobredimensionamento é feito em 20% do valor do diâmetro dos tubos.

O custo completo dessa operação é feito a partir do peso do reator, levando em consideração o peso dos tubos e da carcaça, o custo do catalisador e do vapor, que são necessários para operacionalização. Para determinar o custo do reator se usa a equação já descrita anteriormente, onde a variável S neste caso é representada pelo peso e os parâmetros a , b e n são respectivamente -2500, 200 e 0,6. Para definir o peso temos que:

$$W = 24,6 \cdot D \cdot (L + 0,8 \cdot D)(e + X) \cdot N_t \quad (34)$$

O fator de complexidade X assume valor 4 e a espessura pode ser calculada por:

$$e = \frac{P_{proj} \cdot D / 2 \cdot 1000}{1055 \cdot 0,85 - 0,6 \cdot P_{proj}} + 6 \quad (35)$$

A sobre-espessura assume o valor de 6 devido a presença de hidrogênio e a pressão de projeto é o máximo entre o aumento de 10% pressão do vapor e a adição de 1,8. No tubo, o diâmetro assume valores que cumpram a especificação de L/D citada anteriormente e temos o acréscimo de 30% do valor devido a necessidade de o tubo ser de aço inoxidável.

Para custo da carcaça também usa o método de Lang, S ainda representa o peso e os parâmetros assumem os valores de -400, 230 e 0,6, visto que o material é aço carbono, e temos definido por:

$$W = 24,6 \cdot D \cdot (L + 0,8 \cdot D)(e + X) \quad (36)$$

No diâmetro da carcaça, usa-se a abordagem de trocador de calor, então é preciso considerar o diâmetro dos tubos, o número de tubos e o espaçamento entre eles, como expresso na Equação 37, considerando que todo o tubo está trocando calor. Este foi definido a partir da Figura 9 variando em torno de 0,89 e 0,95 mm de espaçamento.

$$D_c = (N_t + 1) \cdot E' + (D_t \cdot N_t) \quad (37)$$

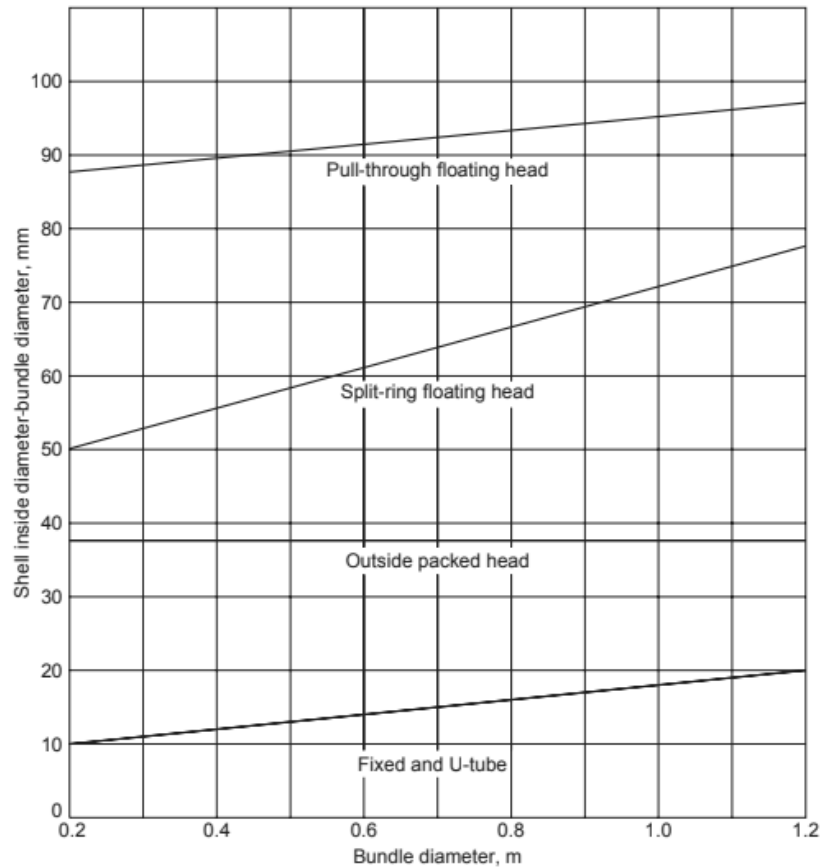


Figura 9 - Relação de espaçamento entre os tubos e a carcaça [22]

O fator de complexidade X assume valor 4 e a espessura pode ser calculada pela Equação 38, com sobre-espessura de 3:

$$e = \frac{P_{proj} \cdot D/2 \cdot 1000}{1055 \cdot 0,85 - 0,6 \cdot P_{proj}} + 3 \quad (38)$$

O custo do catalizador é definido pela massa utilizada, que é obtida a partir da equação:

$$W_{cat} = \frac{A_{sup,c}}{40} \cdot \frac{1 lb}{453,592 g} \quad (39)$$

$$C = C_{cat} \cdot W_{cat} \quad (40)$$

Sendo 40 a relação de área superficial em m² e gramas de catalisador. O valor da grama de catalisador, C_{cat}, foi estimado, de acordo com Towler, em 1 U\$/lb^[22]. Como o tempo de operação da planta é de 15 anos, o custo total de catalisador pode ser expresso por:

$$C = 15(1W_{cat}) \text{ (US\$)} \quad (41)$$

Para um cálculo de melhor aproximação é preciso considerar o esgotamento do catalisador, que vê do ciclo de vida do catalisador, entretanto, não foi encontrado tais dados na literatura sobre o catalisador usado neste trabalho para realizar o cálculo desta forma.

Primeiramente, para o cálculo custo do vapor superaquecido é definido através da simulação do *AspenPlus*[®], o calor fornecido para a reação, Q_r , de 237995,45 kcal/h, e como não há mudança de fase, este pode ser expresso pela Equação 4, onde o Q assume Q_r e m , m_v .

Sendo a diferença de temperatura definida para entrada e saída do vapor superaquecido, 540°C e 460°C. A partir da Equação 4, pode ser encontrado o fluxo mássico de vapor utilizado, m_v , em kg/h, e a partir do tempo de produção de 8000h/ano e uso durante 15 anos, temos o fluxo mássico total usada pela operação da planta. Assim, o custo do vapor foi calculado com base no preço de vapor superaquecido de alta pressão de 37 R\$/ton.

Em todos os custos aplica-se o CEPCI para 2017, obtendo o valor atual da operação do reator em dólar e é convertido para reais, assim obtém a estimativa do valor total do investimento necessário para operação do reator da planta.

As configurações analisadas foram para número de tubos igual a 1,2,5,10 e 15, podem ser vistas na Figura 10, e foi possível decidir o ótimo econômico está no cenário de um tubo e diâmetro de 1,15824 m e os dados estão expostos na Tabela 15.

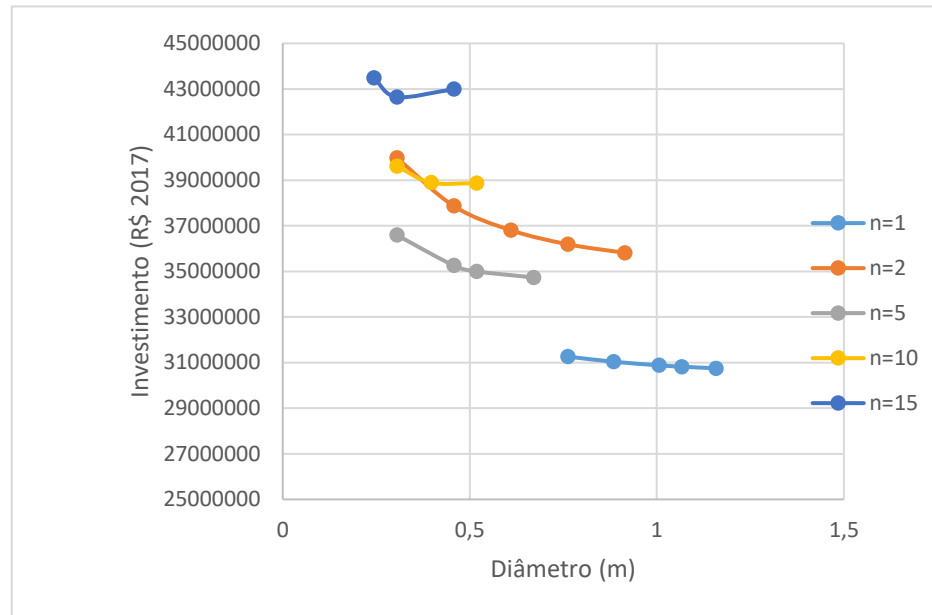


Figura 10 - Comparação entre as configurações do reator

Tabela 15 - Cenários para um tubo

| Número de tubos | Diâmetro do tubo (m) | Comprimento do reator (m) | Investimento reator (R\$ 2017) | Investimento total (R\$ 2017) |
|-----------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1,16 | 23,34 | 4.542.832,00 | 30.749.063,00 |
| | 1,07 | 27,52 | 4.580.338,00 | 30.819.975,00 |
| | 1,01 | 30,95 | 4.612.904,00 | 30.880.054,00 |
| | 0,88 | 40,08 | 4.699.874,00 | 31.037.881,00 |
| | 0,76 | 53,94 | 4.824.307,00 | 31.261.736,00 |

Tendo o ótimo definido podemos especificar o real dimensionamento do casco a partir do calor necessário, que pode ser expresso pela Equação 42, apresentada da seguinte maneira:

$$A = \frac{Q_r}{U \cdot \Delta T_{ml}} \quad (42)$$

$$L_c = \frac{A}{\pi \cdot D_c} \quad (43)$$

O coeficiente de global de troca térmica é obtido na literatura^[22]. Portanto, a carcaça tem comprimento de 5,37 m. Repetindo o processo de cálculo de custo do casco temos o custo final do ótimo, como mostra a Tabela 16.

Tabela 16 - Reator otimizado

| Número de tubos | Diâmetro do tubo (m) | Comprimento do reator (m) | Investimento do tubo (R\$ 2017) | Investimento dos cascos (R\$ 2017) | Investimento total (R\$ 2017) |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|---|--------------------------------------|
| 1 | 1,16 | 23,34 | 4.542.832,00 | 910.941,56 | 29.625.505,78 |

3.5 Vaso Flash

O vaso flash posterior ao reator de leito fixo que faz um atalho de parte da corrente de produto diretamente para a purificação da segunda destilação foi dimensionado também como um recipiente vertical.

Com a equação empírica de York, é possível calcular a velocidade limite para que não haja arraste no destilador, relacionando as densidades da fase gasosa, líquida e constante dependente da tensão superficial e viscosidade do líquido “k”, a qual tem um valor típico de 0,23. A última constante, 0,3048, é correspondente à transformação de unidade de ft para m.

$$v_{lim} = k \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_G}} \cdot 0,3048 \quad (44)$$

Nessa equação, V_{lim} é a velocidade limite, em m/s, ρ_L é a densidade da fase líquida, ρ_G é a densidade da fase vapor, ambas em kg/m³. Com v_{lim} , é calculada a área mínima da seção transversal da coluna de destilação, dada pela razão entre o fluxo mássico, em m³/s, e a velocidade limite, em m/s.

$$S_{min} = \frac{F}{v_{lim}} \quad (45)$$

Na qual F é vazão volumétrica de vapor. Com a área mínima, encontra-se o diâmetro mínimo da coluna pela relação geométrica:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} \quad (46)$$

Para determinar a altura necessária para manter um certo volume de líquido no vaso separador, utiliza-se a vazão de líquido que vai para o equipamento, considerando um tempo de residência (τ) de 10 minutos:

$$V_{util} = F \cdot \tau \quad (47)$$

Assim, a altura do vaso flash pode ser calculada através da relação geométrica com o diâmetro e área utilizando com o diâmetro calculado adicionada de 1,95 metros que é o padrão para recipientes separadores que utilizam *demisters* para evitar arraste de líquido, como é ilustrado na seguinte figura:

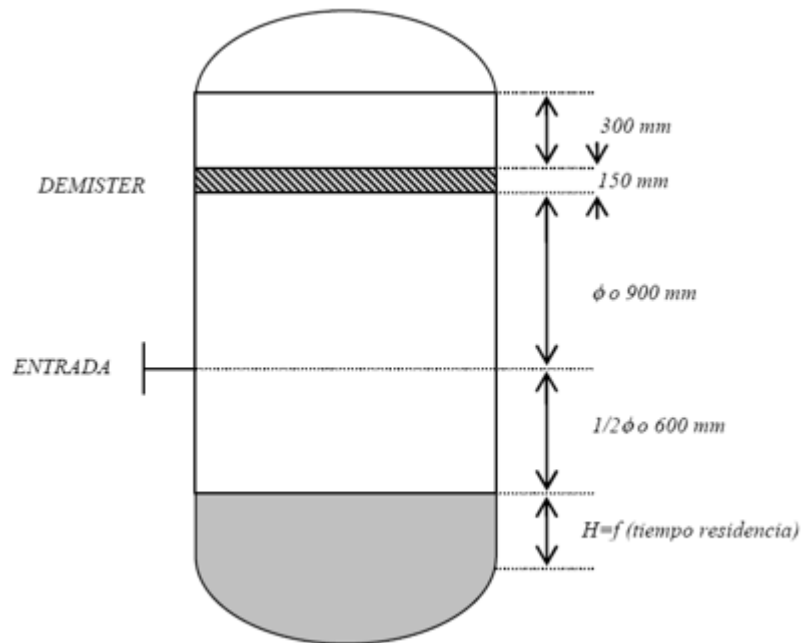


Figura 11 - Cálculo da altura de recipientes separadores com demisters

$$H = \frac{V_{\text{útil}}}{S} + 1,95 \quad (48)$$

Para o cálculo de espessura, peso do tanque e custo de colunas verticais, utilizam-se as seguintes equações:

$$e = \frac{P_D \left(\frac{D}{2}\right) 1000}{S_T E - 0,6 P_D} + C.A. \quad (49)$$

$$W = 24,6D(H + 0,8D)(e + X) \quad (50)$$

$$C_C = -400 + 230.W^{0,6} \quad (51)$$

Sendo P_D a pressão de desenho, a qual é correspondente à pressão da coluna acrescida de $1,75 \text{ kg/cm}^2$ ou $3,5 \text{ kg/cm}^2$ caso o ajuste de pressão siga menor do que esse valor, S_T é um parâmetro adimensional equivalente a 1055 para aço-carbono a pressão e temperatura moderada, E igual a 0,85, $C.A.$ a sobre-espessura de corrosão, a qual foi selecionada como 6 mm por se tratar de um equipamento de aço inox e X é o fator de complexidade que é correspondente a 4 em casos complexos como esse. ^[22]

O custo de carcaça vertical calculado na equação acima tem valores empíricos para dólares americanos no ano de 2006. Devido à presença do gás hidrogênio, o equipamento deve ser feito de

aço inox, de modo que foi usado um fator de conversão de 1,3 para ajuste de preço do material e corrigido para a moeda brasileira, como já explicado.

Assim, obteve-se os seguintes parâmetros para esse recipiente separador:

Tabela 17 - Dimensionamento do vaso flash

| Grandeza | Valor | Grandeza | Valor |
|-------------------------------|--------|---------------------------|--------------|
| ρ_L (kg/m ³) | 801,31 | F (m ³ /h) | 212,49 |
| ρ_G (kg/m ³) | 0,49 | H (m) | 2,42 |
| K | 0,23 | e (mm) | 11,45 |
| v_{lim} (m/s) | 2,83 | W (kg) | 38.024,97 |
| D (m) | 9,77 | C _c (R\$ 2017) | 2.204.602,51 |

3.6 Coluna de Absorção

A absorção é uma operação unitária de transferência de massa em que uma corrente gasosa é purificada por associação das partículas de um gás com as de um sólido ou líquido. Este processo é largamente utilizado para purificar misturas de gases, concentrar gases e separar compostos de alta toxicidade.

A absorção pode ser realizada em colunas com recheio ou coluna de pratos. Neste trabalho optou-se por utilizar coluna de recheio pois a queda de pressão na fase gasosa e o tempo de retenção de líquido são menores do que em coluna de pratos; não há a necessidade de refrigerar o líquido; não há correntes secundárias. ^[32] Além disso, o cálculo do diâmetro mínimo requerido para a queda de pressão estabelecida foi mais favorável à escolha de uma coluna de absorção de recheio, já que para diâmetros menores (menores que 0,6m) fazem com que pratos se tornem difíceis de se instalar e caros. ^[22]

A coluna C-2 existe no sistema no intuito de executar a primeira etapa de separação para concentrar a metil-etil-cetona. A corrente gasosa de MEK, H₂ e restante do sec-butanol que não reagiu no reator R-1 separada no interior vaso Flash C-1 é introduzida na coluna pelo fundo a 25°C e o solvente de tratamento, pelo topo a 24°C. O solvente em questão é água destilada. No interior da coluna as duas fases entram em contato entre elas pelo auxílio do recheio, em que se transfere o MEK para a água, concentrando o H₂ na fase gasosa. Assim, pelo fundo, em fase líquida, saem, em fração mássica, MEK a 4,28% com Sec-butanol a 0,13% em água (95,6%) e pelo topo saem gás hidrogênio (85%). Este H₂ será armazenado e vendido. A corrente líquida é canalizada à coluna de extração para a próxima etapa de purificação do produto.

A água destilada foi selecionada como solvente ao invés do etanol, sugerido para essa separação. Essa escolha foi feita no intuito de poupar uma etapa de purificação que existiria na planta, em que se separaria MEK do etanol. A água destilada produz uma purificação de eficiência próxima à produzida com a utilização do álcool etílico.

A coluna de absorção usada neste projeto foi dimensionada de acordo com o procedimento descrito no Capítulo 11 do livro *Chemical Engineering Design*, de Gavin Towler e Ray Sinnott. O diâmetro mínimo da coluna, para início do dimensionamento, foi calculado com base na Equação de York, e em seguida utilizado para projeto de velocidade limite e área transversal de coluna também citada anteriormente para colunas verticais.

A partir do valor encontrado, que foi favorável ao dimensionamento de uma coluna de recheio, escolheu-se o recheio não ordenado constituído de selas Intalox de cerâmica, uma vez que os componentes que entram em contato com este recheio são de natureza corrosiva.

Assim, pelos métodos de Cornell e Onda, valores tabelados, gráficos, relações, chega-se aos valores e constantes para o cálculo da altura de recheio da coluna. Em cada um dos métodos calcula-se um valor de H_{OG} e elege-se o maior entre eles para o projeto, que foi o valor obtido pelo método de Cornell.

Assim, foi possível encontrar o valor da altura de recheio. Para se chegar ao valor do diâmetro (capacidade) da coluna correlaciona as vazões de líquido e vapor, propriedades físicas do sistema, características do recheio, porcentagem de inundação e queda de pressão por altura de recheio. Essas são as relações:

$$V_W^* = \left[\frac{K_4 \text{ inundação} \rho_V (\rho_L - \rho_V)}{13,1 F_p (\mu_L / \rho_L)^{0,1}} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (52)$$

$$\% \text{flooding} = \sqrt{\frac{K_4 \text{ desenho}}{K_4 \text{ inundação}}} \times 100\% \quad (53)$$

Sendo A área de seção transversal, determinada por:

$$S = \frac{G_m \rho_V}{V_W^*} \quad (54)$$

$$D_{\text{coluna}} = \sqrt{\frac{4.S}{\pi}} \times 1,2 \quad (55)$$

Assim,

$$N_{OG} = \frac{1}{\left(1 - \frac{m'G_m}{L_m}\right)} \ln \left[\left(1 - \frac{m'G_m}{L_m}\right) \frac{y_1}{y_2} + \frac{m'G_m}{L_m} \right] \quad (56)$$

$$H_{\text{recheio}} = H_{OG} N_{OG} \quad (57)$$

A altura total da coluna é calculada contabilizando 0,91 metro de carcaça acima e abaixo do recheio, além da altura de acúmulo de líquido ao fundo da coluna, baseada no volume líquido de saída retido em um tempo de residência de 10 minutos.

$$H_{Liq} = \frac{F_{\text{saída liq}} \times 10 \text{min}}{S} \quad (58)$$

$$H_{\text{Total}} = H_{\text{Liq}} + H_{\text{recheio}} + 2 \times 0,91\text{m} \quad (59)$$

A otimização do equipamento foi realizada fazendo-se os cálculos de custo a partir do equipamento dimensionado primordialmente. Fixando-se a porcentagem de inundação no interior da coluna e seu diâmetro, para que assim, outros parâmetros pudessem ser recalculados.

A otimização é feita pelo cálculo do equipamento que opere no ótimo econômico, considerando seus serviços auxiliares. O preço do equipamento é obtido em função do seu peso (W) em kg que por sua vez depende da espessura (e) do recipiente em mm, por meio das equações 49, 50.

$$C = -10000 + 600W^{0,6} \quad (60)$$

Ainda com o auxílio do software de simulações AspenPlus®, foi realizada a simulação da planta com a coluna de absorção de 10, 12, 14, 16, 18, 20 e 22 pratos teóricos, para que então fossem recalculados os custos de equipamento e água em 15 anos. O preço por metro cúbico de água é de aproximadamente US\$ 0,45. Assim, abaixo está expressa a variação deste custo de acordo com o número de pratos.

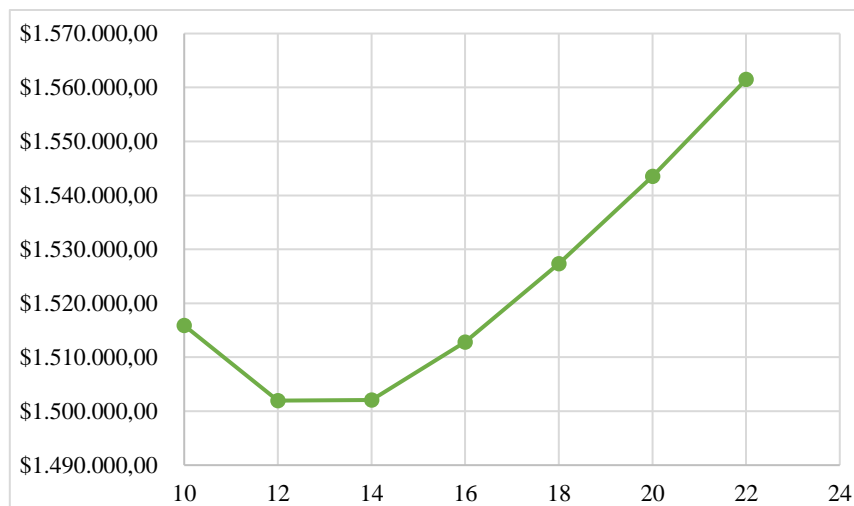


Figura 12 - Custo total do equipamento em 15 anos, em reais, pelo número de pratos teóricos

O valor total orçado para este equipamento em seu ótimo econômico, calculado para 15 anos de uso, foi de R\$ 1.387.837,63, sendo R\$ 1.217.491,63 o investimento na compra da carcaça e recheio. Vendo-se que o ótimo da coluna de absorção reside na casa dos 12 pratos teóricos, os

parâmetros de dimensionamento foram recalculados para esse valor. Assim, chega-se aos valores de projeto da coluna de absorção organizados na tabela a seguir.

Tabela 18 - Parâmetros de dimensionamento

| %flooding | N_{OG} | H_{OG} (m) | D_{coluna} (m) | H_{recheio} (m) | H_{Líq} (m) | H_{Total} (m) | $\Delta P /$ H_{recheio} (mmH₂O/m) |
|------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|
| 54,35 | 10,64 | 0,71 | 0,43 | 7,65 | 14,69 | 24,17 | 186,63 |

3.7 Coluna de Extração

A extração é um processo utilizado para separação de constituintes com diferentes graus de solubilidade. Com duas fases de composições diferentes, pode ocorrer a transferência de componentes de uma para a outra. Neste projeto, uma coluna de extração é inserida logo após o processo de absorção, para separar a corrente de água e a corrente orgânica, que tem como principal componente a metil-etil-cetona, utilizando 1,1,2-tricloroetano como solvente.

A corrente que deixa o absorvedor, por possuir menor densidade, é alimentada no fundo da coluna e o 1,1,2-tricloroetano, por sua vez, entra pelo topo, arrastando a MEK até a parte inferior da coluna, onde será recuperada. A figura a seguir mostra uma representação esquemática do processo.

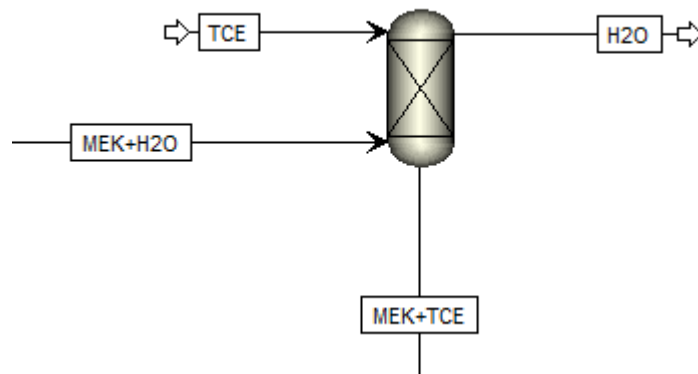


Figura 13 - Esquema da coluna de extração C-2

O modelo de coluna de extração escolhido foi o de torre agitada pois é o equipamento de aplicação típica para compostos orgânicos^[23] e adequado para processos que não necessitam de tempo de contato mínimo e tem um número considerável de estágios^[22]. Esse modelo conta um eixo acoplado a impelidores e anéis estabilizadores em sua carcaça para promover melhor mistura dos fluxos ao atravessarem o equipamento.

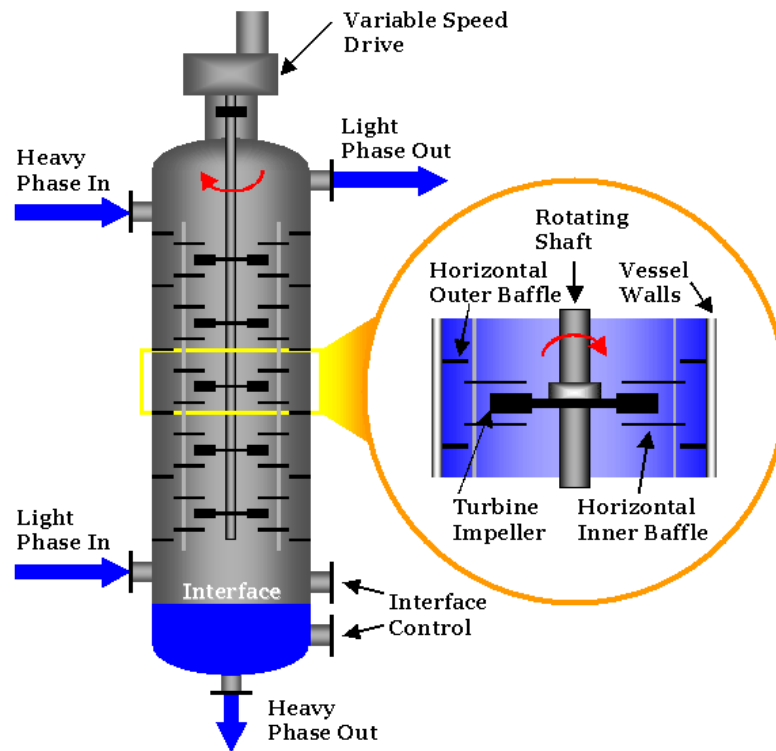


Figura 14 - Estrutura de uma coluna de extração tipo Scheibel

Existem três escalas fundamentais a serem determinadas para projetar uma coluna de extração: seu diâmetro, altura da torre e pressão de operação. O diâmetro pode ser calculado através da Equação 61.

$$D = \sqrt{\frac{F_{leve} + F_{pesada}}{L}} \quad (61)$$

Sendo F_{leve} , F_{pesada} e \bar{L} vazão da fase leve (m^3/h), vazão da fase pesada (m^3/h) e capacidade de líquido das correntes combinadas (m/h), respectivamente. Para esse último item, o valor máximo é de $30,48 m/h^{[23]}$, o qual é utilizado para o projeto. Esse valor foi sobredimensionado em 20% por questões de segurança do processo.

Já para o dimensionamento de altura do equipamento, é levado em conta alguns pontos. O primeiro é a quantidade de pratos, que foi otimizada para reduzir o custo do processo e estrutura utilizando o software *AspenPlus*[®], considerando a eficiência dos mesmos para esse tipo de coluna, que em média é dita como 90%^[23], de modo que a quantidade de pratos teóricos é dividida por 0,9 para se obter a quantidade de pratos reais. Possuindo o número de pratos reais (N_p), é calculada a extensão do meio da coluna pelo espaçamento entre os pratos, dado como 0,4572 m para torre

agitada^[23], multiplicando esse valor por $N_p - 1$. Em seguida adiciona-se o valor da altura de topo e de fundo, necessária devido ao acúmulo de fluidos no equipamento, que se encontra em uma faixa de 10 a 15% da altura dos pratos da coluna. Nesse projeto consideraremos cada altura, de topo e de fundo, como 10%. Desse modo a altura é reduzida matematicamente à equação:

$$H = H_{topo} + H_{fundo} + (N_p - 1)L_p \quad (62)$$

Uma vez que o modelo de coluna de extração escolhido para o processo foi o de torre agitada, deve-se adequar variáveis com tipo de impelidor, rotação do eixo acoplado ao rotor e potência requerida pela agitação para futura contabilização de gastos variáveis de energia elétrica. Para sistemas líquido-líquido, são utilizados os rotores tipo turbina Rushton^[24], o qual estará presente em cada prato da coluna, caracterizando uma espécie de torre agitada chamada coluna Scheibel.

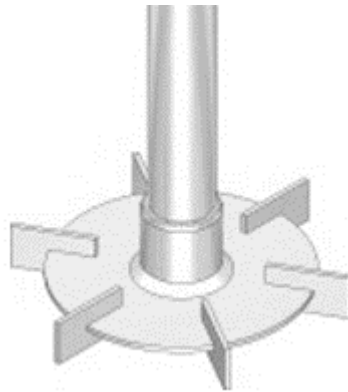


Figura 15 - Rotor tipo turbina Rushton

Uma vez simulado o processo com o auxílio do software *AspenPlus*[®], é possível saber, através da ferramenta virtual, as densidades das correntes de entrada, assim como suas quantidades molares, que resultam nas frações molares da mistura. Com esses dados, obtém-se a densidade média da mistura, através da seguinte equação:

$$\rho_M = \rho_C \phi_C + \rho_D \phi_D \quad (63)$$

Em que “C” é relacionado à fase contínua e “D” à dispersa, que são as fases com maior e menor quantidade de soluto, respectivamente. Por não se tratar de um composto puro na fase dispersa, as propriedades dessa corrente são retiradas da simulação virtual no software *AspenPlus*[®].

Utilizando a mesma referência de fases, para se calcular a viscosidade dinâmica média da mistura para um tanque com chicanas, que é o caso da coluna de extração devido aos anéis estabilizadores, temos a seguinte equação^[24]:

$$\mu_M = \frac{\mu_C}{\phi_C} \left(1 + \frac{1,5\mu_D\phi_D}{\mu_C + \mu_D} \right) \quad (64)$$

Possuindo a altura e o diâmetro da coluna, pode-se calcular o volume aproximado da coluna de extração e com ele, através do gráfico de seleção de rotores adaptado de Rase^[24], descobrir a rotação do rotor do extrator “N”, que, para esse processo, foi selecionada como 420 rpm.

A potência impelida por cada estágio de mistura da torre agitada em W pode ser traduzida pela seguinte equação^[25]:

$$P_{imp} = 1,85N_p \left(\frac{D_r^5 \rho_M N^3}{g_c} \right) \quad (65)$$

Em que g_c é a constante gravitacional considerada como 1 (kg.m)/(N.s).

O cálculo de espessura (e), peso (W) e consequentemente custo da carcaça (C_C) dos equipamentos de separação é semelhante, de modo que são descritos, também, pelas Equações 49, 50 e 51:

$$C_C = -400 + 230 \cdot W^{0,6} \quad (66)$$

Sendo P_{proj} a pressão de projeto, a qual é correspondente à pressão da coluna acrescida de 1,75 kg/cm² ou 3,5 kg/cm² caso o ajuste de pressão siga menor do que esse valor, S_T é um parâmetro adimensional, equivalente a 1055 para aço-carbono a pressão e temperatura moderada, E igual a 0,85, C.A. a sobre-espessura de corrosão, a qual foi selecionada como 3 mm por se tratar de um equipamento de aço-carbono e X é o fator de complexidade que é correspondente a 4 em casos complexos como esse^[22].

O custo relacionado aos pratos da coluna se relaciona com o valor do diâmetro da torre e o investimento soma os custos de carcaça e de pratos, ajustando esses valores com um fator de correção.

$$C_p = 100 + 120 \cdot D^2 \quad (67)$$

$$C_T = 4,74(C_C + N_p \cdot C_p) \quad (68)$$

Desse modo, os custos relacionados à coluna de extração se relacionam com o custo da carcaça do equipamento, o custo do solvente consumido que deve ser acrescido à entrada de reaproveitamento provindo da coluna de destilação seguinte, o custo do rotor e eixo de impelidores e o custo da energia elétrica gasta em função dessa agitação.

A otimização desse equipamento é feita simultaneamente à da destilação C-3, uma vez que a coluna seguinte à extração C-2 é quem dita o refluxo do solvente 1,1,2-tricloroetano. Desse modo, na próxima seção será explicado o processo de identificação de ótimo desse sistema integrado como um todo, variando número de pratos de ambas as colunas e refluxo na destilação.

Assim, dimensionando o equipamento em todas as variáveis explicitadas acima, obteve-se os seguintes parâmetros:

Tabela 19 - Parâmetros da coluna de extração.

| Parâmetro | Valor | Unidade | Parâmetro | Valor | Unidade |
|---------------------|--------------|-------------------|------------------|--------------|-------------------|
| F_{pesada} | 0,17 | m ³ /h | ρ_M | 990,61 | kg/m ³ |
| F_{leve} | 1,77 | m ³ /h | μ_M | 0,92 | cP |
| \bar{L} | 30,48 | m/h | e | 3,59 | mm |
| D | 0,30 | m | W | 298,43 | Kg |
| N_p | 10 | pratos | P_{imp} | 88,05 | W |
| H | 5,03 | m | C_C | 24.005,27 | R\$ 2017 |
| P_D | 3,50 | bar | C_P | 402,30 | R\$ 2017 |
| D_r | 0,10 | m | C_T | 132.853,85 | R\$ 2017 |

O custo do equipamento, contando o custo da carcaça, pratos, energia elétrica e solvente, em um horizonte de 15 anos é de R\$ 5.745.703,49.

3.8 Colunas de Destilação

Para o projeto da coluna de uma coluna de destilação, deve-se levar em consideração os custos do equipamento, relativo à carcaça e os pratos, assim como os custos associados ao funcionamento da coluna, relativo ao condensador, refeedor, recipiente pulmão e bomba, e serviços auxiliares de aquecimento, resfriamento e eletricidade.

Para isso, alguns parâmetros iniciais são calculados pelo software *AspenPlus*®. O número mínimo de pratos, a razão de refluxo mínima, a alimentação ótima, e alguns outros parâmetros são estimados através das equações de Winn-Underwood-Gilliland.^[33] Como dados de entrada, são especificadas as taxas de recuperação dos componentes-chave (*key components*) e pressões no topo e fundo da coluna. Através da equação de Fenske, é estimado o número mínimo de estágios, pela equação de Underwood estima-se a razão de refluxo mínima, a correlação de Gilliland é utilizada para correção do número de estágios dado uma razão de refluxo.

Como esse método utiliza algumas simplificações, como a equimolaridade de transbordamento, esses valores obtidos são utilizados como estimativas iniciais para os cálculos rigorosos, cujos resultados serão utilizados para calcular o ótimo.

3.8.1 Equações de dimensionamento

A velocidade limite para que não ocorra arrase de líquido pelo vapor ascendente na coluna é calculada pela equação de York, como já feito anteriormente, e com ela calculado o diâmetro mínimo da coluna, conforme as equações 44, 45 e 46 que, por questões de segurança é sobredimensionado em 20%.

Para determinar a altura necessária para manter um certo volume de líquido no fundo da coluna, utiliza-se a vazão de líquido que vai para o refeedor, considerando um tempo de residência (τ) de 10 minutos:

$$V_f = Q_f \cdot \tau \quad (69)$$

Assim, a altura do fundo pode ser calculada através da relação geométrica com o diâmetro e área calculada (SS) com o diâmetro sobredimensionado:

$$H_f = \frac{V_f}{S_s} \quad (70)$$

O espaçamento entre os pratos é de 0,46 m, com exceção do prato de alimentação, cujo espaçamento é 0,91 m. Além disso, há um espaçamento de 0,91 m entre o primeiro prato e o topo da coluna, e de 0,61 m entre o último prato e a altura de líquido retido no fundo da coluna, para retorno do vapor. Logo, a altura da coluna é dada pela seguinte equação, na qual NP é o número total de pratos:

$$H_t = (NP - 1) \cdot 0,46 + 0,61 + 2 \cdot 0,91 + H_f \quad (71)$$

A espessura da carcaça (e), é calculada com base na pressão de desenho (P_d) e o diâmetro, pela Equação 66, considerando uma sobre-espessura de corrosão de 3 mm, característica do aço-carbono. Com esse parâmetro, estima-se o peso da coluna (W) e o custo da carcaça vertical (C_{Cv}).

Além disso, também é calculado o custo unitário do prato valvulado, utilizado na coluna, com base no diâmetro da coluna, através da fórmula:

$$Custo_{prato} = 130 + 146 \cdot D^2 \quad (72)$$

3.8.2 Coluna de destilação C-4

A primeira coluna de destilação opera recuperando o solvente utilizado na extração. O produto de fundo, composto majoritariamente por 1,1,2-tricloroetano, é utilizado para preaquecer a alimentação desta coluna e é retornado ao pulmão L-4, enquanto o produto de topo, composto majoritariamente por metil-etil-cetona, 2-butanol e água é destinado à segunda coluna de destilação, para a purificação final do produto.

Para a indicação de ótimo econômico do sistema envolvendo a coluna de extração C-3 e a destilação sequente C-4, sendo o equipamento que promove o reaproveitamento de solvente 1,1,2-tricloroetano, foi feita uma espécie de iteração entre os dimensionamentos dos dois aparelhos. A princípio foram dimensionadas as torres de extração e volume de solvente necessário para a desidratação da corrente de produto provinda da coluna de absorção. Foram dimensionados extratores variando o número de estágio entre 2 e 21, calculando seus respectivos custos, incluindo o da carcaça, o de eletricidade gasta na agitação do líquido e o de solvente novo incluído na entrada da fase pesada em um horizonte de 15 anos de funcionamento de planta. Como foi fixada a taxa de recuperação de 1,1,2-tricloroetano, as dimensões da coluna foram o fator determinante para os custos da coluna, com o custo aumentando com o número de pratos.

Para cada um desses extratores, foi estimado o número de pratos necessário da destilação C-4 para a recuperação mínima de 99% do 1,1,2-tricloroetano, de forma a minimizar os custos de solvente, e em seguida orçados os preços de carcaça e de funcionamento, no mesmo horizonte anterior. O número de pratos mínimos estimado para a separação foi de 22 pratos, considerando eficiência de 0,7 para cada prato.

A soma dos custos desses dois equipamentos, para cada número de pratos correspondente do extrator, transformados adequadamente para os valores de dólar de 2017 e em seguida para reais, indicou um ótimo para a coluna de extração.

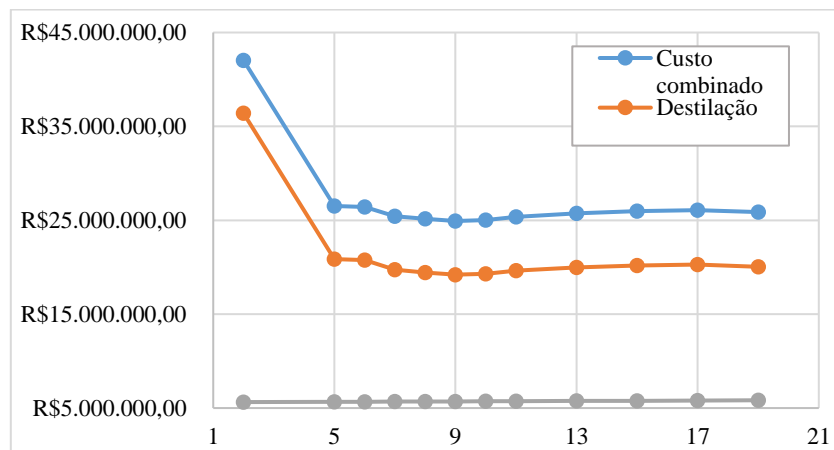


Figura 16 - Determinação do ótimo da coluna de extração

Uma vez que o extrator ótimo foi apontado, com 9 pratos, foi otimizada individualmente a coluna de destilação C-4. Para isso foi variada a quantidade de pratos de 22 a 47 e consequentemente o refluxo correspondente necessário para que a separação atingisse o nível demandado de recuperação do solvente. A partir disso, foram somados os custos de equipamento e variáveis da primeira destilação da planta, estes últimos sendo relativos ao vapor utilizado na recirculação da substância, e assim encontrado o número ótimo de pratos através do menor valor de custo no horizonte determinado, que no caso foi 40 pratos.

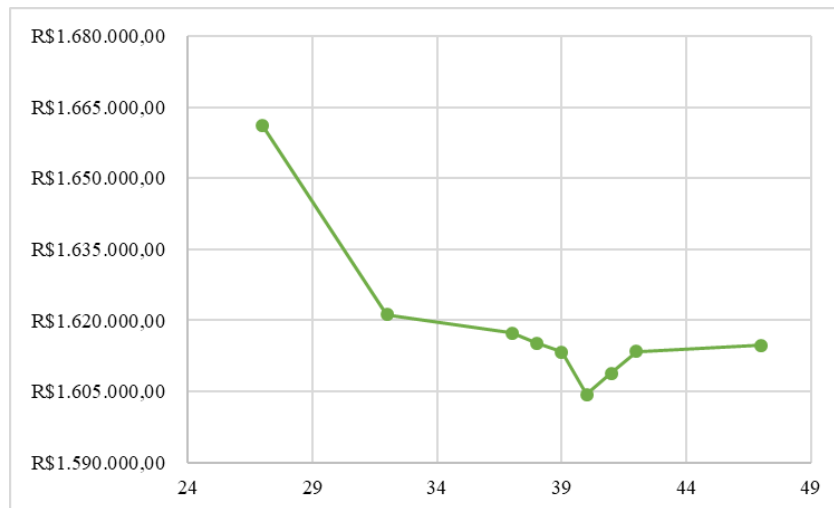


Figura 17 - Determinação do ótimo da coluna de destilação C-4

Além disso, variando-se o estágio de alimentação, foi encontrado o ótimo para a entrada.

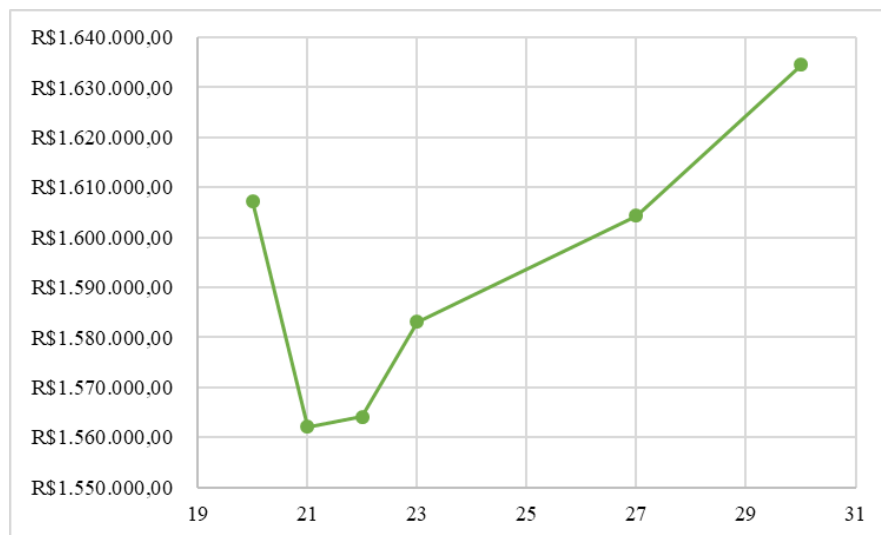


Figura 18 - Determinação da alimentação ótima da coluna de destilação C-4

As dimensões obtidas para dimensionamento da coluna estão descritas na tabela abaixo.

Tabela 20 - Parâmetros de dimensionamento da coluna C-4

| Parâmetro | Valor | Parâmetro | Valor |
|-------------------------------|--------------|------------------|--------------|
| F_L (m ³ /h) | 0,27 | τ (min) | 10 |
| F_G (m ³ /h) | 66,72 | H_T (m) | 25,19 |
| ρ_L (kg/m ³) | 726,68 | E (mm) | 3,37 |

| | | <i>(Continuação)</i> | |
|-------------------------------|--------------|----------------------|--------------|
| Parâmetro | Valor | Parâmetro | Valor |
| ρ_G (kg/m ³) | 4,07 | W (kg) | 876,73 |
| v_{lim} (m/s) | 0,93 | C_C (\$) | 47.144,44 |
| D (m) | 0,19 | C_P (\$) | 19.612,15 |
| N_P | 40 | C_T (R\$) | 66.756,60 |

3.8.3 Coluna de destilação C-5

A segunda coluna de destilação é a última etapa do processo de produção da etil-metil-cetona. A principal separação que ocorre nessa coluna é entre o nosso produto de interesse, a etil-metil-cetona e o s-butanol. A metil-etil-cetona, que possui ponto de ebulição menor que o s-butanol, é retirada pelo topo da coluna, com pureza mínima de 99,7% m/m, contendo 2-butanol, água e traços de 1,1,2-tricloroetano, e é utilizada para preaquecer a alimentação dessa coluna.

Pelo fundo, é retirado o 2-butanol que não foi convertido em etil-metil-cetona não reagido, junto com MEK, 1,1,2-tricloroetano e traços de água. Essa corrente é reciclada, sendo bombeada para o pulmão L-1 de todo o processo, junto com a corrente de alimentação de s-butanol.

A corrente de alimentação entra na coluna a 2 bar e 71,69 °C, preaquecida pelo produto de topo da coluna.

Para o dimensionamento da coluna, os cálculos utilizados são similares à coluna de destilação C-4, calculando-se a velocidade limite para que não ocorra arrase de líquido, pela equação de York, mostrada na Equação 44 seguido pelo cálculo do diâmetro mínimo pela equação 46 e da altura da coluna, considerado os espaçamentos entre os pratos, e as alturas entre o primeiro prato e o topo, entre o último prato e altura de líquido no fundo, assim como a altura do líquido presente no fundo da coluna. Assim, é calculada a espessura da coluna, o peso e o custo da carcaça e dos pratos, pelas equações 49, 50, 51 e 72.

Os parâmetros iniciais de quantidade de pratos e razão de refluxo, obtidos pela simulação não-rigorosa pelo software *AspenPlus*®.

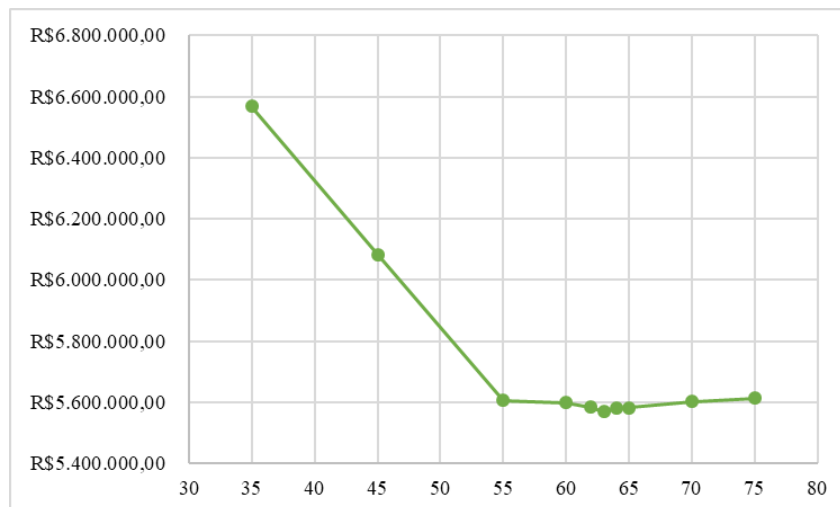
Tabela 21 - Parâmetros preliminares da coluna de destilação C-5

| Parâmetro | Valor |
|--|--------------|
| Número mínimo de estágios | 19 |
| Razão de refluxo mínima | 1,357 |
| Porcentagem de pratos na seção de enriquecimento | 56% |

Esses valores correspondem a uma eficiência de 100% para cada prato. Considerando que serão utilizados pratos valvulados, com eficiência média (η) de 70%, o número mínimo de pratos reais é dado por:

$$N_{min,R} = \frac{N_{min}}{\eta} = \frac{18,804}{0,70} + 2 = 24,006 \quad (14)$$

Para a otimização da coluna de destilação, foi fixada a fração mássica mínima de 99,7% m/m de etil-metil-cetona, com produção mínima de 1250 kg/h do produto final, variando-se, então, a quantidade de pratos e a razão de refluxo. Dessa forma, levou-se em consideração os gastos com equipamentos para essa destilação – coluna, recipiente pulmão, trocadores de calor e bomba – e os gastos com serviços auxiliares – vapor, água de resfriamento e eletricidade. A partir dos resultados obtidos pelo software de simulação *AspenPlus*®, os gastos foram calculados de forma semelhante aos dos trocadores de calor e bombas.

**Figura 19 - Determinação do ótimo da coluna C-5**

O ótimo econômico foi obtido com 63 pratos, e, em seguida, foi determinado o prato de alimentação ótima.

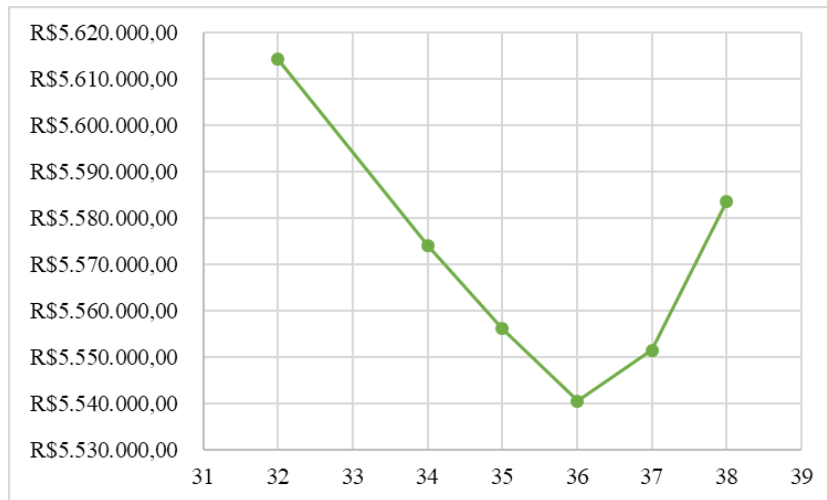


Figura 20 - Determinação da alimentação ótima da coluna de destilação C-5

As dimensões obtidas para dimensionamento da coluna estão na tabela abaixo.

Tabela 22 - Parâmetros de dimensionamento da coluna C-5

| Parâmetros | Valor | Parâmetros | Valor |
|-------------------------------|--------------|-------------------|--------------|
| F_L (m ³ /h) | 4,16 | τ (min) | 10 |
| F_G (m ³ /h) | 1246 | H_T (m) | 32,79 |
| ρ_L (kg/m ³) | 728,9 | E (mm) | 4,37 |
| ρ_G (kg/m ³) | 3,4 | W (kg) | 5436,85 |
| v_{lim} (m/s) | 1,017 | C_C (R\$) | 143.785,25 |
| D (m) | 0,79 | C_P (R\$) | 49.685,31 |
| N_P | 63 | C_T (R\$) | 193.470,55 |

O produto final obtido tem composição de 99,7% de pureza, o que permite vendê-lo a um preço um pouco acima do valor de mercado.

Tabela 23 - Composição do produto de topo

| Componente | Vazão mássica (kg/h) | Fração mássica (%) |
|---------------------|----------------------|--------------------|
| Metal-etil-cetona | 1.246,88 | 99,75 |
| 2-butanol | 2,75 | 0,22 |
| Água | 0,37 | 0,03 |
| 1,1,2-tricloroetano | 3,4E-7 | 2,7E-10 |
| Total | 1.250,00 | 100 |

3.9 Reservatórios e Pulmões

Os tanques de armazenamento ou pulmões são recipientes que armazenam matérias-primas, substâncias intermediárias do processo ou produtos finais. Esses reservatórios auxiliam a independência setorial do processo fazendo com que ele opere de modo seguro e contínuo, pois garantem menor oscilação de vazão para os equipamentos seguintes. ^[34]

O dimensionamento desse recipiente é feito projetando um volume total equivalente ao dobro do acúmulo de líquido no tempo de retenção do pulmão específico. No tanque de armazenamento, a vazão de líquido de entrada é igual à de saída, de modo que, a soma das vazões volumétricas de saída, ou a de entrada, multiplicada pelo tempo de retenção representa o volume útil, que de fato é preenchido. Entretanto, por questões de segurança, esse volume é dobrado para que variações de vazão não inundem o equipamento. O cálculo do volume total é traduzido na seguinte equação:

$$V_{Total} = Q_{in,total} \cdot 2 \cdot \tau \quad (15)$$

Sabendo que esse tipo de recipiente é geralmente em formato cilíndrico, temos a relação entre o comprimento e o diâmetro L/D . Esse parâmetro é variado para achar o ótimo econômico em função do custo da carcaça do pulmão, que é calculado do mesmo modo que a carcaça de recipientes separadores, através das Equações 49, 50, 51. Essa relação deve variar entre 2 e 5 para recipientes reguladores e valores menores do que 1 para recipientes de armazenamento, de modo que os valores inteiros desse intervalo são simulados, encontrando assim a escolha mais adequada pela ótica financeira. Para obtermos o diâmetro do tanque de armazenamento, que será usado em sequência para o cálculo do custo desses reservatórios, e o custo dos recipientes horizontais foram utilizadas as seguintes equações:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V_{Total}}{\pi \frac{L}{D}}} \quad (74)$$

$$C_{Ch} = -2500 + 200W^{0,6} \quad (75)$$

Nesse projeto, os tanques de armazenamento estruturados são os referentes às alimentações inicial, anterior ao primeiro trocador de calor, e ao vaso que guarda produto final, MEK em alta pureza. Esses equipamentos são dimensionados como tanques de teto flutuante por, tanto o 2-butanol e a metil-etil-cetona, serem líquidos com alta pressão de vapor. O tempo de retenção

utilizado no primeiro tanque de 2-butanol foi de 7 dias, pensando na logística de abastecimento dos fornecedores. O de armazenamento de produto final foi de 24 horas por precaução de parada de planta para que o envase siga de modo constante e o abastecimento do mercado não pare. O recipiente de armazenamento de H₂ resultante da absorção não foi dimensionado pois a fábrica canalizará diretamente o produto para uma indústria vizinha que utilize o insumo, com o auxílio de um medidor de vazão para cobrança da matéria-prima, onde ele será armazenado adequadamente. Para o tanque de armazenamento inicial, de sec-butanol, e final, de metil-etil-cetona, é utilizada a seguinte equação de custo, que é relacionada ao volume total, de modo que não é otimizado de acordo com a relação L/D, tomada como 1.

$$C_{arm} = 53000 + 2400 \cdot V_{total}^{0,6} \quad (76)$$

Os vasos que contém sec-butanol, água e 1,1,2-tricloroetano, por serem classificados como recipientes reguladores, são horizontais, entretanto suas dimensões são calculadas analogamente aos recipientes verticais. Os pulmões foram dimensionados para 20 minutos pela margem de segurança. Os recipientes de refluxo das colunas de destilação são tratados na seção específica dos destiladores desse trabalho. As vazões totais volumétricas dos recipientes inicial, de sec-butanol, de água, de 1,1,2-tricloroetano e de produto final são respectivamente 1,61 m³/h, 1,83 m³/h, 1,67 m³/h, 0,37 m³/h e 1,57 m³/h.

A seguir, temos a otimização dos recipientes de acordo com a variação da relação entre o comprimento ou altura sobre o diâmetro:

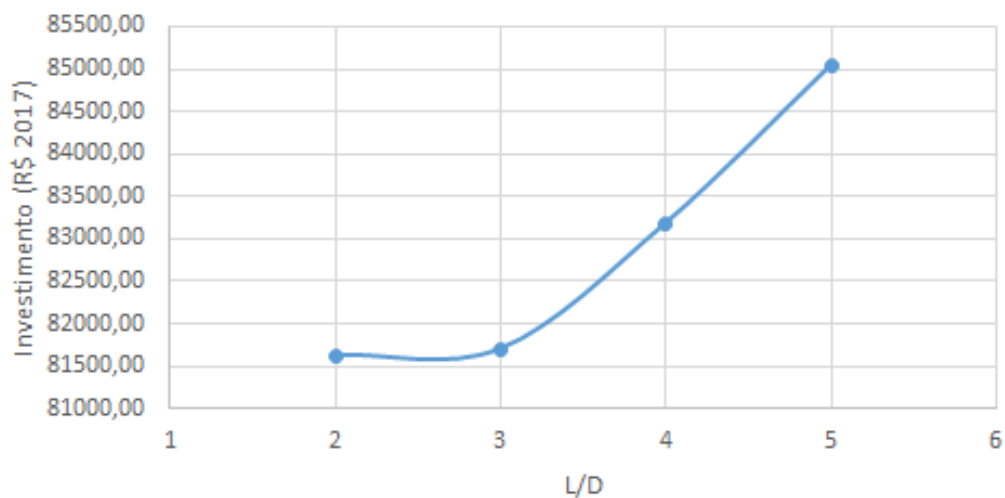


Figura 21 - Otimização do recipiente regulador de alimentação de sec-butanol

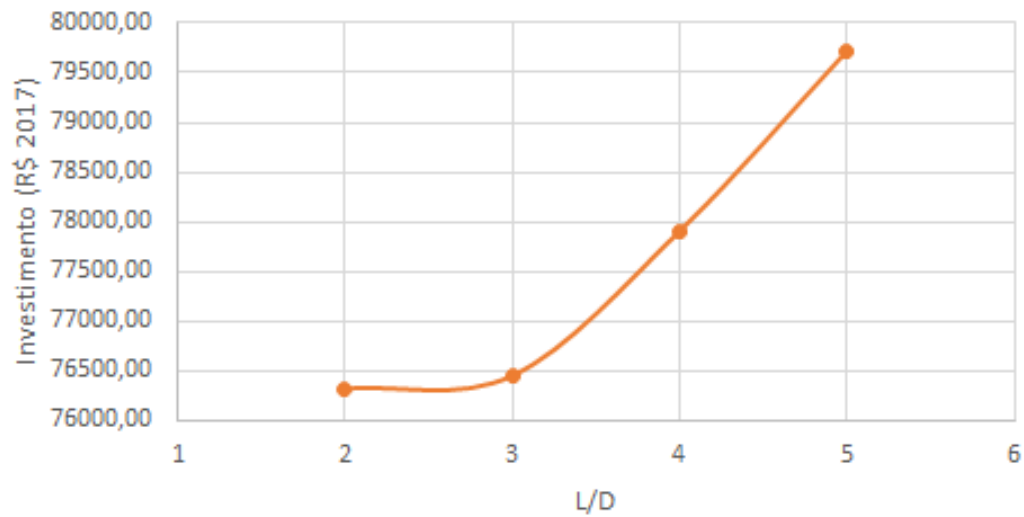


Figura 22 - Otimização do recipiente regulador de água de alimentação da coluna de absorção

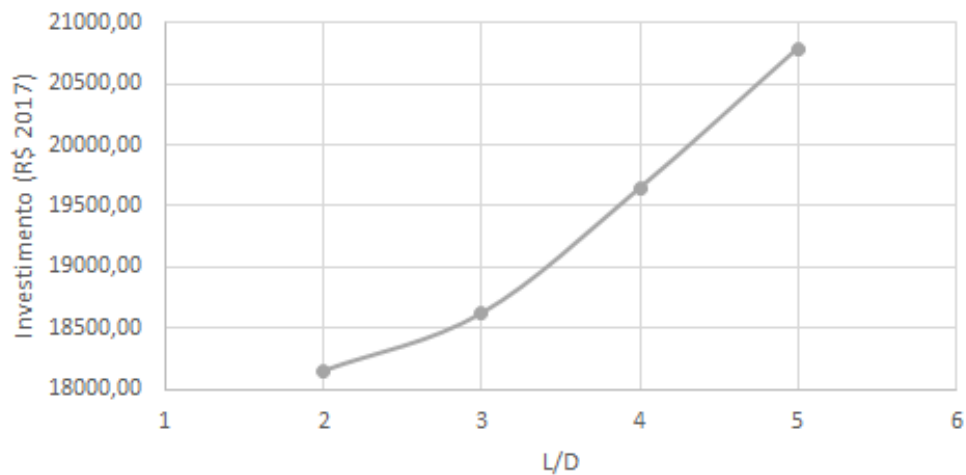


Figura 23 - Otimização do recipiente regulador de 1,1,2-tricloroetano de alimentação da coluna de extração

Desse modo, calculando o custo do recipiente como um recipiente ou carcaça de coluna, temos os seguintes investimentos em reais no ano de 2017 para diferentes relações entre comprimento e diâmetro:

Assim, as dimensões dos recipientes verticais e horizontais são as seguintes:

Tabela 24 - Dimensões de vasos verticais e horizontais

| Material Armazenado | Inicial | sec-butanol | Água Destilada | 1,1,2-tricloroetano | MEK |
|----------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|--------------|
| H/L (m) | 8,83 | 1,84 | 1,78 | 1,07 | 4,58 |
| D (m) | 8,83 | 0,92 | 0,89 | 0,54 | 4,58 |
| e (mm) | 20,27 | 4,80 | 4,74 | 4,05 | 11,96 |
| W (kg) | 76.925,31 | 397,27 | 369,44 | 121,16 | 12.951,10 |
| C _c (R\$ 2017) | 2.709.273,27 | 81.626,04 | 76.314,00 | 18.150,29 | 1.461.633,64 |

4 CONTROLE E SEGURANÇA

4.1 Controle

Um sistema de controle automático tem como objetivo manter as variáveis de um processo em um determinado valor. Essas variáveis podem ser temperatura, vazão, pressão e composição por exemplo. Ao manter tais variáveis em valores constantes é possível garantir a qualidade do produto e a produtividade, bem como a segurança do processo. ^[19]

O controle de um processo é realizado por meio de um conjunto de instrumentos. São eles medidores, transmissores, controladores, conversores e atuadores. Os medidores têm por função medir a variável em questão, como termopares e barômetros. O sinal medido pelos medidores são transformados em sinal elétrico pelos transmissores e enviados ao controlador. Este que, por sua vez, determina a ação a ser tomada para que a variável medida alcance o valor desejado (*Set Point*). O sinal enviado pelo controlador chega ao atuador, modificando condições do processo. Alguns dos atuadores mais comuns são válvulas de controle e motores elétricos.

Os instrumentos utilizados são representados em um diagrama mecânico (*Piping and Instrumentation Diagram* ou P&ID) utilizando a simbologia normatizada pela Sociedade Internacional de Automação (ISA). A norma define as siglas usadas para cada instrumento, bem como deve ser feita a identificação de cada numerando os laços de controle. A Tabela 25 apresenta os instrumentos presentes na planta para produção da metil-etil-cetona.

Tabela 25 - Instrumentação utilizada

| Variável | Indicador | Transmissor | Indicador/ Controlador | Válvula de Controle |
|-------------|-----------|-------------|---------------------------|------------------------|
| Fluxo | FI | FT | FIC | FCV |
| Temperatura | TI | TT | TIC | TCV |
| Pressão | PI | PT | PIC | PCV |
| Qualidade | XI | XT | XIC | XCV |

4.2 Alarmes e Sistema de Encravamento

Caso os laços de controle falhem em manter as condições dos processos, é necessário ter outras formas de garantir a segurança da planta. Utiliza-se alarmes sonoros e visuais para alertar os operadores de situações em que o processo desviou de suas condições normais chegando a apresentar riscos. Ao ser disparado, o operador deve realizar ações para retornar o processo à normalidade, como fechar ou abrir válvulas, desligar bombas. [22]

Os alarmes são acionados quando alguma variável chega em valores altos (AH), baixos (AL), muito altos (AHH) e/ou muito baixos (ALL). A Tabela 26 apresenta os alarmes utilizados em cada equipamento.

Tabela 26 - Alarmes utilizados

| Variável | Alarmes | Instrumento | Equipamento |
|-----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| Nível | LAL/LAH | LIC-002 | L-01 |
| | LAL/LAH | LIC-048 | L-02 |
| | LAL/LAH | LIC-064 | L-03 |
| | LAL/LAH | LIC-090 | L-04 |
| | LAL/LAH | LIC-035 | C-01 |
| | LAL/LAH | LIC-039 | C-02 |
| | LAL/LAH | LIC-053 | C-03 |
| | LAL/LAH | LIC-073 | C-04 |
| | LAL/LAH | LIC-097 | C-05 |
| | Pressão | PAH/PAHH | PIC-015 |
| PAH/PAHH | | PIC-024 | R-01B |
| PAH | | PIC-059 | C-04 |
| PAH | | PIC-084 | C-04 |
| Temperatura | TAH/TAHH | TIC-016 | R-01A |
| | TAH/TAHH | TIC-025 | R-01B |

(continuação)

| Variável | Alarmes | Instrumento | Equipamento |
|-----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| | FAL | FIC-012 | R-01A |
| | FAL | FIC-021 | R-01B |
| Vazão | FAL | FIC-064 | C-04 |
| | FAL | FIC-094 | C-05 |

Os alarmes, entretanto, não são suficientes para garantir a segurança em uma falha de controle. Por depender de um operador, o tempo de resposta é maior ou pode não ocorrer resposta para normalização e, dependendo do processo, o perigo pode intensificar-se rapidamente. Portanto, são acrescentados aos alarmes, sistemas de encravamento. Os sistemas de encravamentos agem automaticamente fechando válvulas, desligando bombas e acionando sistemas de emergência. ^[22]

O sistema de encravamento é associado ao controlador por um seletor de muito alta (SHH) ou seletor de muita baixa (SLL). Por exemplo, se uma temperatura aumenta muito além do Set Point o seletor de muita alta temperatura (TSHH) aciona o sistema de encravamento cortando o fornecimento de calor. Os sistemas de encravamento são representados em um P&ID pela sigla SE seguida de seu número de identificação.

4.3 Válvulas de Segurança

As válvulas de segurança são acopladas aos vasos como proteção contra aumento excessivo de pressão que pode levar a estouro ou explosão do mesmo. Quando a pressão de seu interior supera a pressão de projeto do vaso, a válvula estoura aliviando a pressão. O gás liberado pela válvula é encaminhado para uma tocha ou liberado para atmosfera. Condições de pressão elevadas podem ocorrer devido fogo externo ou condições do processo que gerem muito calor. ^[20]

O dimensionamento de uma válvula é feito pela maior vazão mássica dentre todas as possibilidades de aumento de pressão. Em caso de fogo, é calculado a vazão do vapor gerado ao evaporizar o líquido acumulado no fundo do recipiente. Para isso é calculado o calor absorvido pela área molhada do recipiente. A área molhada (A_w) é dada por:

$$A_w = \pi \cdot D \cdot H_{liq} \quad (77)$$

Onde D é o diâmetro do vaso em metros e H_{liq} é a altura de líquido em metros. O calor absorvido (Q_{fogo}) em kcal/h é:

$$Q_{fogo} = 37139 \cdot A_w^{0,82} \quad (78)$$

A vazão mássica vai ser, então:

$$m_{fogo} = \frac{Q_{fogo}}{\lambda_{vap,fundo}} \quad (79)$$

Onde, $\lambda_{vap,fundo}$ é o calor latente de vaporização do líquido no fundo do vaso em kcal/kg.

Em caso de falha de refrigeração de uma coluna, a vazão de vapor gerado deve ser calculada para o condensador e refeedor. Para o refeedor utiliza-se:

$$m_{refe} = \frac{Q_{refe}}{\lambda_{vap,fundo}} \quad (80)$$

Onde Q_{refe} é o fluxo de calor do refeedor. Para o condensador:

$$m_{cond} = \frac{Q_{cond}}{\lambda_{vap,topo}} \quad (81)$$

Onde Q_{cond} é o fluxo de calor do condensador e $\lambda_{vap,topo}$ é o calor latente de vaporização do líquido do topo.

Além dessas vazões, outra falha que pode aumentar pressão é caso haja bloqueio de válvula. Assim deve-se considerar também as vazões que saem do vaso por tais válvulas. A vazão mássica que a válvula de segurança deve suportar é a maior vazão das mencionadas anteriormente, uma vez que não consideramos falhas duplas.

4.4 Tubulação

As tubulações foram todas projetadas por meio de simulação no *software AspenPlus®* de forma que não haja uma perda de carga maior que 0,12 kg/cm². As correntes com presença de gás hidrogênio, possuem tubulações de aço carbono 304, uma vez que é um composto corrosivo. As demais tubulações são de aço carbono.

4.5 Tocha

A tocha tem como principal função converter vapores inflamáveis, tóxicos ou corrosivos em compostos degradáveis a partir da combustão destes. [3] ela também pode ser usada como estratégia final de segurança da unidade industrial, evitando que, em situações de anormalidades, tenha-se parâmetros com valores máximos que os admissíveis de operação.

O dimensionamento da tocha é feito considerando o caso maior crítico onde seria necessário queimar todas as correntes naturalmente gasosas da planta e as líquidas em a situação de fogo. Vale ressaltar que em caso de recipientes molhados pelo líquido e expostos ao fogo com coluna de líquido acima de 8 m o procedimento de segurança é responsabilidade dos bombeiros, portanto, estas correntes não entram para o dimensionamento. Dessa forma, temos a vazão total que pode ir a tocha representada por:

$$m_{tocha} = 2,2046(\sum m_{vapor} + \sum m_{d,>8}) \quad (82)$$

Com o auxílio do *AspenPlus*®, simula-se uma tubulação de 1300m, com vazão de entrada encontrada e encontra-se o diâmetro necessário para obter um diferencial de pressão de no máximo 0,2 bar. Assim, temos que o diâmetro da tocha é 14 in (1,167 ft). A partir da equação abaixo, é possível obter a altura da tocha:

$$H_t = -60 \cdot D_{tocha} + \sqrt{(120 \cdot D_{tocha})^2 - \left(\frac{4 \cdot \pi \cdot q_f \cdot x_f - 960 \cdot m_{tocha} \cdot \sqrt{M_{mistura}}}{\pi \cdot q_f} \right)} \quad (83)$$

$$H_{tocha} = 0,3048 \cdot H_t \quad (84)$$

A incidência e a distância, q_f e x_f , assumem valor típico de 1500 BTU/h.ft² e 20ft respectivamente. Assim a tocha desta planta química tem 34,31 m de altura.

5 FOLHA DE ESPECIFICAÇÃO

5.1 Balanço de Massa

| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
|-----------|--|---|---|----------------------|--------------------|-----------------------------|-------------|----|----|
| UNIDADE : | | | | | | Pág. | 1 | de | 16 |
| R | | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | |
| e | | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | |
| v | | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | |
| 1 | | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | |
| 2 | | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | |
| 3 | | Nº DE CORRENTE | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 4 | | DESCRIÇÃO | | Entrada de s-butanol | S-butanol para L-1 | Para B-1 | Entrada E-1 | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | -0,014 | -0,010 | -0,014 | 2,504 | | |
| 7 | | TEMPERATURA | °C | 24,000 | 24,000 | 33,874 | 33,873 | | |
| 8 | | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1297,000 | 1297,000 | 1464,065 | 1464,056 | | |
| 9 | | % VAPOR | %p | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 10 | | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | | | | | |
| 11 | | INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...) | kg/h | | | | | | |
| 12 | | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | |
| 13 | | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | |
| 14 | | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 1297,000 | 1297,000 | 1464,065 | 1464,056 | | |
| 15 | | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | |
| 16 | | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | |
| 17 | | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -1,436 | -1,436 | -1,603 | -1,603 | | |
| 18 | | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 0 | 0 | 748 | 748 | | |
| 19 | | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | |
| 20 | | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | |
| 21 | | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | |
| 22 | | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | | | | | |
| 23 | | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | | | | | |
| 24 | | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | | | |
| 25 | | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | | | | | | |
| 26 | | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | | | | | |
| 27 | | VISCOSIDADE @T | cP | | | | | | |
| 28 | | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | | | | | |
| 29 | | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | | | | | |
| 30 | | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | | | | | | |
| 31 | | Cp / Cv | | | | | | | |
| 32 | | ENTALPIA | Gcal/h | | | | | | |
| 33 | | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | |
| 34 | | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 1,613 | 1,613 | 1,843 | 1,843 | | |
| 35 | | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 1,604 | 1,604 | 1,809 | 1,809 | | |
| 36 | | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 804,287 | 804,287 | 794,343 | 794,339 | | |
| 37 | | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 808,803 | 808,803 | 809,252 | 809,253 | | |
| 38 | | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | 3,956 | 3,956 | 2,760 | 2,756 | | |
| 39 | | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,116 | 0,116 | 0,115 | 0,115 | | |
| 40 | | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,752 | 0,752 | 0,756 | 0,756 | | |
| 41 | | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 23,065 | 23,065 | 21,992 | 21,992 | | |
| 42 | | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 0,022 | 0,022 | 0,045 | 0,045 | | |
| 43 | | ENTALPIA | Gcal/h | -1,436 | -1,436 | -1,603 | -1,603 | | |
| 44 | | MISCELÂNEOS | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | | NOTAS : | | | | | | | |
| 51 | | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | | Rev. | Por | | | | | | |
| | | Data | Aprovado | | | | | | |

| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
|-----------|---|---|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|---|----|----|
| UNIDADE : | | | | | | Pág. | 2 | de | 16 |
| R | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| e | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| v | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 1 | Nº DE CORRENTE | | 5 | 6 | 7 | 8 | | | |
| 2 | DESCRIÇÃO | | Entrada E-2 | Entrada K-1 | Entrada E-3 | Entrada R-1 | | | |
| 3 | PRESSIONO (1) | kg/cm ² g | 1,966 | 1,938 | 2,136 | 2,021 | | | |
| 4 | TEMPERATURA | °C | 100,000 | 157,462 | 160,371 | 446,079 | | | |
| 5 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1464,056 | 1464,056 | 1464,056 | 1464,056 | | | |
| 6 | % VAPOR | %p | 0 | 100 | 100 | 100 | | | |
| 7 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | 1464,056 | 1464,056 | 1464,056 | | | |
| 8 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 9 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 10 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 11 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 1464,056 | | | | | | |
| 12 | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | ENTALPIÁ TOTAL | Gcal/h | -1,527 | -1,299 | -1,297 | -1,049 | | | |
| 15 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 748 | 748 | 748 | 748 | | | |
| 16 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | | |
| 17 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | | |
| 18 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | |
| 19 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | 229,403 | 216,070 | 391,911 | | | |
| 20 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | - | - | - | | | |
| 21 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | 74,130 | 74,130 | 74,130 | | | |
| 22 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | | 6,382 | 6,776 | 3,736 | | | |
| 23 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | - | - | - | | | |
| 24 | VISCOSIDADE @T | cP | | 0,011 | 0,011 | 0,017 | | | |
| 25 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | 0,026 | 0,026 | 0,054 | | | |
| 26 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | 0,512 | 0,515 | 0,674 | | | |
| 27 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | | 0,945 | 0,943 | 0,994 | | | |
| 28 | Cp / Cv | | | 1,081 | 1,082 | 1,044 | | | |
| 29 | ENTALPIA | Gcal/h | | -1,299 | -1,297 | -1,049 | | | |
| 30 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 31 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 2,035 | | | | | | |
| 32 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 1,809 | | | | | | |
| 33 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 719,270 | | | | | | |
| 34 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 809,253 | | | | | | |
| 35 | VISCOSIDADE DE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,508 | | | | | | |
| 36 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,105 | | | | | | |
| 37 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,808 | | | | | | |
| 38 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 14,831 | | | | | | |
| 39 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 1,060 | | | | | | |
| 40 | ENTALPIA | Gcal/h | -1,527 | | | | | | |
| 41 | MISCELÂNEOS | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|-----------|-------------|-----------------|-----------------------------|---|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 3 | de | 16 |
| R e v | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| 1 | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| 2 | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 3 | Nº DE CORRENTE | | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| 4 | DESCRIÇÃO | | Saída R-1 | Entrada E-4 | Alimentação C-1 | Produto de topo C-1 | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 1,721 | 1,411 | 1,277 | 0,992 | | | |
| 7 | TEMPERATURA | °C | 450,000 | 196,296 | 31,565 | 25,000 | | | |
| 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1464,056 | 1464,056 | 1464,056 | 112,492 | | | |
| 9 | % VAPOR | %p | 100 | 100 | 88 | 100 | | | |
| 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | 1464,056 | 1464,056 | 129,145 | 112,492 | | | |
| 11 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 35,154 | 35,154 | 35,146 | 35,147 | | | |
| 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | | | 1334,910 | | | | |
| 15 | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | | |
| 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 17 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -0,804 | -1,033 | -1,306 | -0,062 | | | |
| 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 469320 | 469320 | 469320 | 942000 | | | |
| 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | | |
| 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Umida) | | | | | | | | |
| 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 827,196 | 600,744 | 209,759 | 231,274 | | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | - | - | - | - | | | |
| 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | 39,369 | 39,369 | 6,893 | 6,079 | | | |
| 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | 1,770 | 2,437 | 0,616 | 0,486 | | | |
| 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | - | - | - | - | | | |
| 27 | VISCOSIDADE @T | cP | 0,020 | 0,013 | 0,011 | 0,010 | | | |
| 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,103 | 0,058 | 0,119 | 0,122 | | | |
| 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,679 | 0,545 | 1,188 | 1,306 | | | |
| 30 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | 0,999 | 0,992 | 1,001 | 1,001 | | | |
| 31 | Cp / Cv | | 1,081 | 1,109 | 1,325 | 1,337 | | | |
| 32 | ENTALPIA | Gcal/h | -0,804 | -1,033 | -0,074 | -0,062 | | | |
| 33 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | | 1,681 | | | | |
| 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | | | 1,652 | | | | |
| 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | | | 794,339 | | | | |
| 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | | | 807,974 | | | | |
| 38 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | | | 0,562 | | | | |
| 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | | 0,122 | | | | |
| 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | | 0,523 | | | | |
| 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | | | 23,124 | | | | |
| 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | | | 3,090 | | | | |
| 43 | ENTALPIA | Gcal/h | | | -1,232 | | | | |
| 44 | ENTALPIA | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|---|----|----|
| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
| UNIDADE : | | | | | | Pág. | 4 | de | 16 |
| R | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| e | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| v | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 1 | Nº DE CORRENTE | | 13 | 14 | 15 | 16 | | | |
| 2 | DESCRIÇÃO | | Produto de fundo C-1 | Bombeado para E-8 | Saída de topo C-2 | Saída do fundo C-2 | | | |
| 3 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 1,006 | 1,009 | 0,853 | 1,006 | | | |
| 4 | TEMPERATURA | °C | 25,000 | 25,008 | 24,267 | 26,446 | | | |
| 5 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1351,563 | 1351,557 | 41,180 | 1734,122 | | | |
| 6 | % VAPOR | %p | 0 | 0 | 100 | 0 | | | |
| 7 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | | 41,180 | | | | |
| 8 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | 35,110 | | | | |
| 9 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | 5,258 | | | | |
| 10 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 11 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 1351,563 | 1351,557 | | 1734,122 | | | |
| 12 | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -1,252 | -1,252 | -0,018 | -6,347 | | | |
| 15 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 779 | 779 | 983000 | 1 | | | |
| 16 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 17 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 18 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Umida) | | | | | | | | |
| 19 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 0,000 | 0,000 | 237,220 | 0,000 | | | |
| 20 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | 0,000 | 0,000 | - | 0,000 | | | |
| 21 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | 0,000 | 0,000 | 2,324 | 0,000 | | | |
| 22 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | 0,000 | 0,000 | 0,174 | 0,000 | | | |
| 23 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | 0,000 | 0,000 | - | 0,000 | | | |
| 24 | VISCOSIDADE @T | cP | 0,000 | 0,000 | 0,009 | 0,000 | | | |
| 25 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,000 | 0,000 | 0,147 | 0,000 | | | |
| 26 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,000 | 0,000 | 2,974 | 0,000 | | | |
| 27 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | 0,000 | 0,000 | 1,002 | 0,000 | | | |
| 28 | Cp / Cv | | 0,000 | 0,000 | 1,405 | 0,000 | | | |
| 29 | ENTALPIA | Gcal/h | 0,000 | 0,000 | -0,018 | 0,000 | | | |
| 30 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 31 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 1,687 | 1,686 | 0,000 | 1,766 | | | |
| 32 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 1,673 | 1,673 | 0,000 | 1,757 | | | |
| 33 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 801,310 | 801,418 | 0,000 | 981,955 | | | |
| 34 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 807,978 | 808,061 | 0,000 | 987,255 | | | |
| 35 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,607 | 0,608 | 0,000 | 0,890 | | | |
| 36 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,124 | 0,124 | 0,000 | 0,396 | | | |
| 37 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,518 | 0,518 | 0,000 | 0,943 | | | |
| 38 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 23,864 | 23,867 | 0,000 | 71,826 | | | |
| 39 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 2,757 | 0,115 | 0,000 | 2,930 | | | |
| 40 | ENTALPIA | Gcal/h | -1,252 | -1,252 | 0,000 | -6,347 | | | |
| 41 | ENTALPIA | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|----|---|---|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|---|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 5 | de | 16 |
| R | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| e | | | | | | | | | |
| v | | | | | | | | | |
| 1 | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| 2 | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 3 | Nº DE CORRENTE | | 17 | 18 | 19 | 20 | | | |
| 4 | DESCRIÇÃO | | Entrada fundo C-3 | Saída de topo C-3 | Saída de fundo C-3 | Entrada E-5 | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 1,056 | 0,904 | 1,203 | 1,210 | | | |
| 7 | TEMPERATURA | °C | 26,449 | 27,871 | 27,079 | 27,079 | | | |
| 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1734,122 | 1676,580 | 307,084 | 307,084 | | | |
| 9 | % VAPOR | %p | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | | | | | | |
| 11 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | | | | | |
| 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 1734,122 | 1676,580 | 307,084 | 307,084 | | | |
| 15 | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | | |
| 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 17 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -6,347 | -6,280 | -0,154 | -0,154 | | | |
| 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 1 | 584 | 599095 | 599095 | | | |
| 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | |
| 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | | | | | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | | | | | | |
| 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | | | | |
| 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | | | | | | | |
| 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | | | | | | |
| 27 | VISCOSIDADE @T | cP | | | | | | | |
| 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | | | | | | |
| 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | | | | | | |
| 30 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | | | | | | | |
| 31 | Cp / Cv | | | | | | | | |
| 32 | ENTALPIA | Gcal/h | | | | | | | |
| 33 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 1,766 | 1,691 | 0,256 | 0,256 | | | |
| 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 1,757 | 1,680 | 0,255 | 0,255 | | | |
| 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 981,952 | 991,370 | 1199,841 | 1199,841 | | | |
| 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 987,255 | 998,015 | 1203,450 | 1203,450 | | | |
| 38 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,890 | 0,863 | 0,602 | 0,602 | | | |
| 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,396 | 0,489 | 0,116 | 0,116 | | | |
| 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,943 | 0,960 | 0,334 | 0,334 | | | |
| 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 71,825 | 72,036 | 31,565 | 31,565 | | | |
| 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 0,036 | 2,864 | 0,072 | 0,072 | | | |
| 43 | ENTALPIA | Gcal/h | -6,347 | -6,280 | -0,154 | -0,154 | | | |
| 44 | ENTALPIA | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
|-----------|---|---|----------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------|-------|----|
| UNIDADE : | | | | | | Pág. | 6 | de | 16 |
| R | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| e | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| v | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 1 | Nº DE CORRENTE | | 21 | 22 | 23 | 24 | | | |
| 2 | DESCRIÇÃO | | Entrada C-4 | Entrada E-6 (condensador) | Entrada L-5 (condensado) | Saída L-5 (refluxo e topo) | | | |
| 3 | 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 1,196 | 0,598 | 0,241 | 0,241 | | |
| 4 | 7 | TEMPERATURA | °C | 106,024 | 93,232 | 83,710 | 83,710 | | |
| 5 | 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 307,084 | 254,620 | 254,620 | 254,620 | | |
| 6 | 9 | % VAPOR | %p | 0 | 100 | 0 | 0 | | |
| 7 | 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | 254,620 | | | | |
| 8 | 11 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | | | | |
| 9 | 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | |
| 10 | 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | |
| 11 | 14 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 307,084 | 0,000 | 190,965 | 190,965 | | |
| 12 | 15 | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | |
| 13 | 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | |
| 14 | 17 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -0,144 | -0,203 | -0,174 | -0,174 | | |
| 15 | 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 599095 | 0 | 0 | 0 | | |
| 16 | 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | 0,000 | | | | | |
| 17 | 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | 0,000 | | | | 0,000 | |
| 18 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | |
| 19 | 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 65,550 | 65,552 | | | | |
| 20 | 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | 0,000 | - | | | | |
| 21 | 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | 70,950 | 70,954 | | | | |
| 22 | 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | 3,960 | 3,959 | | | | |
| 23 | 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | 0,000 | - | | | | |
| 24 | 27 | VISCOSIDADE @T | cP | 0,010 | 0,009 | | | | |
| 25 | 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,010 | 0,014 | | | | |
| 26 | 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,420 | 0,419 | | | | |
| 27 | 30 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | 0,940 | 0,940 | | | | |
| 28 | 31 | Cp / Cv | | 1,100 | 1,105 | | | | |
| 29 | 32 | ENTALPIA | Gcal/h | -0,200 | -0,203 | | | | |
| 30 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 31 | 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 0,000 | | 0,259 | 0,259 | | |
| 32 | 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 0,000 | | 0,236 | 0,236 | | |
| 33 | 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 0,000 | | 737,746 | 737,746 | | |
| 34 | 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 0,000 | | 809,294 | 809,294 | | |
| 35 | 38 | VISCOSIDADE DE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,000 | | 0,313 | 0,313 | | |
| 36 | 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,000 | | 0,113 | 0,113 | | |
| 37 | 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,000 | | 0,546 | 0,546 | | |
| 38 | 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 0,000 | | 19,516 | 19,516 | | |
| 39 | 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 0,000 | | 0,122 | 0,122 | | |
| 40 | 43 | ENTALPIA | Gcal/h | 0,000 | | -0,174 | -0,174 | | |
| 41 | ENTALPIA | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|----|----|--|
| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | | |
| UNIDADE : | | | | | | Pág. | 7 | de | 16 | |
| R | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | | |
| e | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | | |
| v | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | | |
| 1 | Nº DE CORRENTE | | 25 | 26 | 27 | 28 | | | | |
| 2 | DESCRIÇÃO | | Refluxo de topo C-4 | Saída fundo C-4 (reboiler e fundo) | Refluxo fundo C-4 | Produto de fundo C-4 | | | | |
| 3 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 0,241 | 1,245 | 1,261 | 1,312 | | | | |
| 4 | TEMPERATURA | °C | 83,710 | 136,166 | 140,915 | 142,013 | | | | |
| 5 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 190,965 | 725,293 | 474,475 | 242,220 | | | | |
| 6 | % VAPOR | %p | 0 | 0 | 100 | 0 | | | | |
| 7 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | | 474,475 | | | | | |
| 8 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | | | | | | |
| 9 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | | | |
| 10 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | | |
| 11 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 190,965 | 725,293 | 0,000 | 242,220 | | | | |
| 12 | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | | |
| 14 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -0,174 | -0,258 | -0,143 | -0,083 | | | | |
| 15 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 0 | 868146 | 868146 | 868146 | | | | |
| 16 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | | | | |
| 17 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | | | | |
| 18 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | | |
| 19 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 0,000 | | 56,762 | | | | | |
| 20 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | 0,000 | | - | | | | | |
| 21 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | 0,000 | | 120,579 | | | | | |
| 22 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | 0,000 | | 8,359 | | | | | |
| 23 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | 0,000 | | - | | | | | |
| 24 | VISCOSIDADE @T | cP | 0,000 | | 0,012 | | | | | |
| 25 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,000 | | 0,012 | | | | | |
| 26 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,000 | | 0,227 | | | | | |
| 27 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | 0,000 | | 0,943 | | | | | |
| 28 | Cp / Cv | | 0,000 | | 1,106 | | | | | |
| 29 | ENTALPIA | Gcal/h | 0,000 | | -0,143 | | | | | |
| 30 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | | |
| 31 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 0,259 | 0,204 | | 0,204 | | | | |
| 32 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 0,236 | 0,176 | | 0,176 | | | | |
| 33 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 737,746 | 1188,542 | | 1188,528 | | | | |
| 34 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 809,294 | 1378,553 | | 1378,553 | | | | |
| 35 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,313 | 0,231 | | 0,231 | | | | |
| 36 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,113 | 0,090 | | 0,090 | | | | |
| 37 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,546 | 0,406 | | 0,406 | | | | |
| 38 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 19,516 | 19,683 | | 19,683 | | | | |
| 39 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 0,122 | 2,508 | | 2,509 | | | | |
| 40 | ENTALPIA | Gcal/h | -0,174 | -0,258 | | -0,083 | | | | |
| 41 | ENTALPIA | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|---------------------------------|-----------|------------------|-----------------------------|---|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 8 | de | 16 |
| R e v | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| 1 | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| 2 | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 3 | Nº DE CORRENTE | | | | | | | | |
| 4 | | | 29 | 30 | 31 | 32 | | | |
| 5 | DESCRIÇÃO | | Entrada L-4 (produto fundo C-4) | Saída L-4 | Entrada topo C-3 | Bombeado para E-8 | | | |
| 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 1,294 | 1,294 | 1,312 | 1,057 | | | |
| 7 | TEMPERATURA | °C | 35,000 | 35,000 | 29,589 | 85,063 | | | |
| 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 242,220 | 242,220 | 249,542 | 64,861 | | | |
| 9 | % VAPOR | %p | 0 | | 0 | 0 | | | |
| 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | | | | | | |
| 11 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | | | | | |
| 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 242,220 | 249,542 | 249,542 | 64,861 | | | |
| 15 | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | | |
| 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 17 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -0,093 | -0,087 | -0,087 | -0,058 | | | |
| 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 868146 | 933506 | 933506 | 241 | | | |
| 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | | |
| 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | |
| 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | | | | | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | | | | | | |
| 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | | | | |
| 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | | | | | | | |
| 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | | | | | | |
| 27 | VISCOSIDADE @T | cP | | | | | | | |
| 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | | | | | | |
| 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | | | | | | |
| 30 | FACTOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | | | | | | | |
| 31 | Cp / Cv | | | | | | | | |
| 32 | ENTALPIA | Gcal/h | | | | | | | |
| 33 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 0,177 | 0,178 | 0,178 | 0,088 | | | |
| 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 0,176 | 0,177 | 0,177 | 0,080 | | | |
| 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 1364,802 | 1399,482 | 1399,482 | 734,869 | | | |
| 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 1378,552 | 1406,961 | 1406,961 | 808,431 | | | |
| 38 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,620 | 0,676 | 0,676 | 0,309 | | | |
| 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,113 | 0,114 | 0,114 | 0,112 | | | |
| 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,320 | 0,271 | 0,271 | 0,544 | | | |
| 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 33,541 | 33,710 | 33,710 | 18,253 | | | |
| 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 0,063 | 0,044 | 0,044 | 1,218 | | | |
| 43 | ENTALPIA | Gcal/h | -0,093 | -0,087 | -0,087 | -0,058 | | | |
| 44 | ENTALPIA | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------------|---|---|-------------|-------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------|--|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 9 de 16 | |
| R e v | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | |
| 1 | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | |
| 2 | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | |
| 3 | Nº DE CORRENTE | | 33 | 34 | 35 | 36 | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | DESCRIÇÃO | | Entrada E-8 | Entrada C-5 | Saida fundo C-5 (reboiler e fundo) | Refluxo fundo C-5 | | |
| 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 1,000 | 1,001 | 0,996 | 1,006 | | |
| 7 | TEMPERATURA | °C | 27,764 | 73,594 | 117,394 | 118,529 | | |
| 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1416,418 | 1416,418 | 4669,610 | 4523,752 | | |
| 9 | % VAPOR | %p | 0 | 0 | 0 | 100 | | |
| 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | | 0,000 | 4523,752 | | |
| 11 | INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...) | kg/h | | | | | | |
| 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | | 1416,418 | 4669,610 | 0,000 | | |
| 15 | AGUA LIVRE | kg/h | 1416,418 | | | | | |
| 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | |
| 17 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -1,310 | -1,275 | -4,770 | -4,068 | | |
| 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 0 | 754 | 754 | 754 | | |
| 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | |
| 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | |
| 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | | | 936,506 | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | | | | | |
| 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | 73,985 | | |
| 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | | | | 4,830 | | |
| 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | | | | | |
| 27 | VISCOSIDADE @T | cP | | | | 0,010 | | |
| 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | | | 0,022 | | |
| 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | | | 0,489 | | |
| 30 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | | | | 0,941 | | |
| 31 | C _p / C _v | | | | | 1,093 | | |
| 32 | ENTALPIA | Gcal/h | | | | -4,068 | | |
| 33 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | |
| 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 1,774 | 1,894 | 6,701 | | | |
| 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 1,753 | 1,753 | 5,774 | | | |
| 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 798,541 | 747,812 | 696,813 | | | |
| 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 808,078 | 808,078 | 808,711 | | | |
| 38 | VISCOSIDADE DE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,583 | 0,365 | 0,355 | | | |
| 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,123 | 0,114 | 0,102 | | | |
| 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,519 | 0,555 | 0,811 | | | |
| 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 23,610 | 18,516 | 13,049 | | | |
| 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 0,131 | 0,807 | 0,939 | | | |
| 43 | ENTALPIA | Gcal/h | -1,310 | -1,275 | -4,770 | | | |
| 44 | MISCELÂNEOS | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | |

| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
|-----------|---|---|----------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|----|----|----|
| UNIDADE : | | | | | | Pág. | 10 | de | 16 |
| R | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| e | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| v | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 1 | Nº DE CORRENTE | | 37 | 38 | 39 | 40 | | | |
| 2 | DESCRIÇÃO | | Produto de fundo C-5 | Entrada L-2 (refluxo s-butanol) | Para E-9 (condensador) | Entrada L-6 (condensado) | | | |
| 3 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 2,522 | -0,014 | 0,343 | -0,014 | | | |
| 4 | TEMPERATURA | °C | 112,310 | 94,541 | 88,555 | 78,805 | | | |
| 5 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 167,056 | 167,056 | 4993,387 | 4993,387 | | | |
| 6 | % VAPOR | %p | 0 | 0 | 100 | 0 | | | |
| 7 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | 18,472 | 4992,387 | 0,000 | | | |
| 8 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | | | | | |
| 9 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | | |
| 10 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 11 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 167,056 | 148,584 | 0,000 | 3744,291 | | | |
| 12 | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -0,167 | -0,167 | -3,856 | -3,298 | | | |
| 15 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 6558 | 6558 | 0 | 0 | | | |
| 16 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | | |
| 17 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | | |
| 18 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | |
| 19 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | 7,354 | 1459,716 | | | | |
| 20 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | - | | | | | |
| 21 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | 73,777 | 71,974 | | | | |
| 22 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | | 2,512 | 3,420 | | | | |
| 23 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | - | | | | | |
| 24 | VISCOSIDADE @T | cP | | 0,009 | 0,009 | | | | |
| 25 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | 0,019 | 0,014 | | | | |
| 26 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | 0,444 | 0,412 | | | | |
| 27 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | | 0,961 | 0,945 | | | | |
| 28 | Cp / Cv | | | 1,089 | 1,102 | | | | |
| 29 | ENTALPIA | Gcal/h | | -0,016 | -3,856 | | | | |
| 30 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 31 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 0,236 | 0,204 | | 5,053 | | | |
| 32 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 0,206 | 0,183 | | 4,637 | | | |
| 33 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 706,839 | 729,181 | | 741,024 | | | |
| 34 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 812,766 | 813,014 | | 807,505 | | | |
| 35 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,373 | 0,519 | | 0,319 | | | |
| 36 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,103 | 0,106 | | 0,113 | | | |
| 37 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,777 | 0,766 | | 0,534 | | | |
| 38 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 13,713 | 15,576 | | 18,094 | | | |
| 39 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 1,770 | 0,961 | | -0,019 | | | |
| 40 | ENTALPIA | Gcal/h | -0,167 | -0,151 | | -3,298 | | | |
| 41 | MISCELÂNEOS | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|--|---|------------------|--------------|--------------|-----------------------------|----|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 11 | de | 16 |
| R e v | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| 1 | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| 2 | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 3 | Nº DE CORRENTE | | 41 | 42 | 43 | 44 | | | |
| 4 | DESCRIÇÃO | | Saída L-6 | Refluxo topo | Produto topo | Produto final | | | |
| 5 | | | (refluxo e topo) | C-5 | C-5 | resfriado | | | |
| 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | -0,014 | -0,014 | 1,002 | 1,002 | | | |
| 7 | TEMPERATURA | °C | 78,805 | 78,805 | 84,021 | 30,000 | | | |
| 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 4993,387 | 3743,291 | 1250,000 | 1250,000 | | | |
| 9 | % VAPOR | %p | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | | | | | | |
| 11 | INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...) | kg/h | | | | | | | |
| 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 3744,291 | 3744,291 | 1249,362 | 1249,362 | | | |
| 15 | AGUA LIVRE | kg/h | | | | | | | |
| 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 17 | ENTALPIÁ TOTAL | Gcal/h | -3,298 | -3,298 | -1,096 | -1,131 | | | |
| 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | | |
| 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | | |
| 21 | PROPRIEIDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | |
| 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | | | | | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | | | | | | |
| 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | | | | |
| 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | | | | | | | |
| 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | | | | | | |
| 27 | VISCOSIDADE @T | cP | | | | | | | |
| 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | | | | | | |
| 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | | | | | | |
| 30 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | | | | | | | |
| 31 | Cp / Cv | | | | | | | | |
| 32 | ENTALPIA | Gcal/h | | | | | | | |
| 33 | PROPRIEIDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 5,053 | 5,053 | 1,700 | 1,571 | | | |
| 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 4,637 | 4,637 | 1,547 | 1,547 | | | |
| 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 741,024 | 741,024 | 734,793 | 795,421 | | | |
| 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 807,505 | 807,505 | 807,455 | 807,455 | | | |
| 38 | VISCOSIDADE DE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,319 | 0,319 | 0,308 | 0,472 | | | |
| 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,113 | 0,113 | 0,112 | 0,124 | | | |
| 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,534 | 0,534 | 0,539 | 0,495 | | | |
| 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 18,094 | 18,094 | 17,463 | 23,454 | | | |
| 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | -0,019 | -0,019 | 1,190 | 0,158 | | | |
| 43 | ENTALPIA | Gcal/h | -3,298 | -3,298 | -1,096 | -1,131 | | | |
| 44 | MISCELÂNEOS | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|----|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 12 | de | 16 |
| R e v | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| 1 | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| 2 | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 3 | Nº DE CORRENTE | | 45 | 46 | 47 | 48 | | | |
| 4 | DESCRIÇÃO | | Entrada vapor E-1 | Água condensada E-1 | Entrada vapor R-1 | Entrada vapor E-3 | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 7,000 | 7,000 | 39,800 | 39,399 | | | |
| 7 | TEMPERATURA | °C | 218,000 | 218,000 | 540,000 | 460,000 | | | |
| 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1464,060 | 1464,060 | 5444,080 | 5444,080 | | | |
| 9 | % VAPOR | %p | 100 | 0 | 100 | 100 | | | |
| 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | 1464,060 | | 5444,080 | 5444,080 | | | |
| 11 | INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...) | kg/h | | | | | | | |
| 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | 1464,060 | | 5444,080 | 5444,080 | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | | 1464,060 | | | | | |
| 15 | AGUA LIVRE | kg/h | | 1464,060 | | | | | |
| 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 17 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -4,575 | -5,246 | -16,148 | -16,380 | | | |
| 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | | |
| 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | |
| 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 323,192 | | 493,355 | 445,776 | | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | - | | - | - | | | |
| 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | 18,020 | | 18,015 | 18,015 | | | |
| 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | 4,530 | | 11,035 | 12,213 | | | |
| 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | - | | - | - | | | |
| 27 | VISCOSIDADE @T | cP | 0,017 | | 0,030 | 0,027 | | | |
| 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,039 | | 0,062 | 0,054 | | | |
| 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 1,630 | | 0,534 | 0,534 | | | |
| 30 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | 1,000 | | 0,967 | 0,960 | | | |
| 31 | C _p / C _v | | 1,128 | | 1,280 | 1,296 | | | |
| 32 | ENTALPIA | Gcal/h | 0,031 | | -16,148 | -16,380 | | | |
| 33 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | 1,879330203 | | | | | |
| 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | | 1,466881614 | | | | | |
| 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | | 887,13 | | | | | |
| 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | | 998,076 | | | | | |
| 38 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | | 0,1459 | | | | | |
| 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | 0,552365 | | | | | |
| 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | 0,510676 | | | | | |
| 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | | 29,455 | | | | | |
| 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | | 1,00278 | | | | | |
| 43 | ENTALPIA | Gcal/h | | 0,0311395 | | | | | |
| 44 | MISCELÂNEOS | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Pbr | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | | |
|-----------|---|---|-----------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------|----|----|----|--|
| UNIDADE : | | | | | | Pág. | 13 | de | 16 | |
| R | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | | |
| e | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | | |
| v | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | | |
| 1 | Nº DE CORRENTE | | 49 | 50 | 51 | 52 | | | | |
| 2 | DESCRIZAÇÃO | | Saída vapor E-3 | Água refrigeração E-4 | Água residual E-4 | Entrada de água na absorção | | | | |
| 3 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 39,390 | 1,108 | 1,058 | 0,904 | | | | |
| 4 | TEMPERATURA | °C | 375,383 | 24,000 | 45,149 | 24,000 | | | | |
| 5 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 5444,080 | 13279,700 | 13279,700 | 1662,810 | | | | |
| 6 | % VAPOR | %p | 100 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 7 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | 5444,080 | | | | | | | |
| 8 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | | | | | | |
| 9 | VAPOR DE AGUA | kg/h | 5444,080 | | | | | | | |
| 10 | ORGÂNICOS | kg/h | | | | | | | | |
| 11 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | | 13279,700 | 13279,700 | 1662,810 | | | | |
| 12 | AGUA LIVRE | kg/h | | 13279,700 | 13279,700 | 1662,810 | | | | |
| 13 | ORGÂNICOS | kg/h | | | | | | | | |
| 14 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | -16,628 | -50,341 | 0,271 | 6,365 | | | | |
| 15 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 16 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | | | |
| 17 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | | | |
| 18 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | | |
| 19 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 388,353 | | | | | | | |
| 20 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | - | | | | | | | |
| 21 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | 18,015 | | | | | | | |
| 22 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | 14,018 | | | | | | | |
| 23 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | - | | | | | | | |
| 24 | VISCOSIDADE @T | cP | 0,024 | | | | | | | |
| 25 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,045 | | | | | | | |
| 26 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,549 | | | | | | | |
| 27 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | 0,945 | | | | | | | |
| 28 | Cp / Cv | | 1,321 | | | | | | | |
| 29 | ENTALPIA | Gcal/h | -16,628 | | | | | | | |
| 30 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | | |
| 31 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | 13,347 | 1,671 | 0,186 | | | | |
| 32 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | | 13,305 | 1,666 | 0,186 | | | | |
| 33 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | | 994,921 | 994,921 | 1433,480 | | | | |
| 34 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | | 998,076 | 998,076 | 1434,610 | | | | |
| 35 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | | 0,938 | 0,938 | 0,739 | | | | |
| 36 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | 0,520 | 0,520 | 0,114 | | | | |
| 37 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | 0,961 | 0,961 | 0,221 | | | | |
| 38 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | | 72,873 | 72,873 | 33,888 | | | | |
| 39 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | | 0,030 | 1,003 | 1,003 | | | | |
| 40 | ENTALPIA | Gcal/h | | -50,341 | 6,365 | 0,000 | | | | |
| 41 | MISCELÂNEOS | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | |

| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
|-----------|---|---|------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|----|----|----|
| UNIDADE : | | | | | | Pág. | 14 | de | 16 |
| R | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| e | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| v | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| 1 | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| 2 | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 3 | Nº DE CORRENTE | | 53 | 54 | 55 | 56 | | | |
| 4 | DESCRIÇÃO | | Entrada topo C-2 | Entrada solvente novo L-4 | Água de refrigeração E-6 | Água residual E-6 | | | |
| 5 | DESCRIÇÃO | | Entrada topo C-2 | Entrada solvente novo L-4 | Água de refrigeração E-6 | Água residual E-6 | | | |
| 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 0,904 | 1,312 | 3,100 | 3,100 | | | |
| 7 | TEMPERATURA | °C | 24,000 | 24,000 | 24,000 | 45,000 | | | |
| 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1662,810 | 7,320 | 1339,370 | 1339,370 | | | |
| 9 | % VAPOR | %p | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | | | | | | |
| 11 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | | | | | |
| 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 1662,810 | 7,320 | 1339,370 | 1339,370 | | | |
| 15 | AGUA LIVRE | kg/h | | | 1339,370 | 1339,370 | | | |
| 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 17 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | 6,365 | -0,002 | 0,029 | 0,029 | | | |
| 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 0 | 1000000 | 0 | 0 | | | |
| 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | | |
| 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | |
| 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | | | | | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | | | | | | |
| 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | | | | |
| 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | | | | | | | |
| 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | | | | | | |
| 27 | VISCOSIDADE @T | cP | | | | | | | |
| 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | | | | | | |
| 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | | | | | | |
| 30 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | | | | | | | |
| 31 | Cp / Cv | | | | | | | | |
| 32 | ENTALPIA | Gcal/h | | | | | | | |
| 33 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 1,671 | 0,005 | 1,346 | 1,375 | | | |
| 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 1,666 | 0,005 | 1,342 | 1,342 | | | |
| 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 994,921 | 1433,484 | 994,921 | 974,304 | | | |
| 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 998,076 | 1434,608 | 998,076 | 998,076 | | | |
| 38 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,938 | 0,739 | 0,938 | 0,626 | | | |
| 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,520 | 0,114 | 0,520 | 0,543 | | | |
| 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,961 | 0,221 | 0,961 | 0,971 | | | |
| 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 72,873 | 33,888 | 72,873 | 68,768 | | | |
| 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 1,003 | 0,030 | 1,003 | 0,935 | | | |
| 43 | ENTALPIA | Gcal/h | 6,365 | -0,087 | 0,029 | 0,029 | | | |
| 44 | MISCELÂNEOS | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|-------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|----|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanços de calor e matéria | | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 15 | de | 16 |
| R e v | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | | |
| 1 | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | | |
| 2 | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | | |
| 3 | Nº DE CORRENTE | | 57 | 58 | 59 | 60 | | | |
| 4 | DESCRIÇÃO | | Entrada vapor E-7 | Água condensada E-7 | Entrada vapor E-10 | Água condensada E-10 | | | |
| 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 7,000 | 7,000 | 7,000 | 7,000 | | | |
| 7 | TEMPERATURA | °C | 218,000 | 218,000 | 218,000 | 218,000 | | | |
| 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 69,596 | 69,596 | 3946,330 | 3946,330 | | | |
| 9 | % VAPOR | %p | 100 | 0 | 100 | 0 | | | |
| 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | 69,596 | 0,000 | 3946,330 | 0,000 | | | |
| 11 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | | | | | |
| 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | 69,596 | 0,000 | 3946,330 | 0,000 | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 0,000 | 69,596 | | 3946,330 | | | |
| 15 | AGUA LIVRE | kg/h | 0,000 | 69,596 | | 3946,330 | | | |
| 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | 0,000 | | | |
| 17 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | 0,031 | 0,031 | 0,457 | 0,457 | | | |
| 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | | |
| 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | | |
| 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 15,363 | | 871,155 | | | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | | | | | | |
| 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | 18,020 | | 18,020 | | | | |
| 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | 4,530 | | 4,530 | | | | |
| 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | | | | | | |
| 27 | VISCOSIDADE @T | cP | 0,017 | | 0,017 | | | | |
| 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,039 | | 0,039 | | | | |
| 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 1,630 | | 1,630 | | | | |
| 30 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | 1,000 | | 1,000 | | | | |
| 31 | Cp / Cv | | 1,128 | | 1,128 | | | | |
| 32 | ENTALPIA | Gcal/h | 0,031 | | 0,457 | | | | |
| 33 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | | |
| 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | 0,078 | | 4,448 | | | |
| 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | | | | | | | |
| 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | | 887,130 | | 887,130 | | | |
| 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | | | | | | | |
| 38 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | | 0,146 | | 0,146 | | | |
| 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | 0,552 | | 0,552 | | | |
| 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | 0,511 | | 0,511 | | | |
| 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | | 29,455 | | 29,455 | | | |
| 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | | | | | | | |
| 43 | ENTALPIA | Gcal/h | | 0,031 | | 0,457 | | | |
| 44 | MISCELÂNEOS | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | Balanços de calor e matéria | | | |
|-----------|---|---|--------------------------|-------------------|-----------------------------|----|----|----|
| UNIDADE : | | | | | Pág. | 16 | de | 16 |
| R | BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA | | | | | | | |
| e | | | | | | | | |
| v | | | | | | | | |
| 1 | DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES | | | | | | | |
| 2 | CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO | | | | | | | |
| 3 | Nº DE CORRENTE | | 61 | 62 | | | | |
| 4 | DESCRIÇÃO | | Água de refrigeração E-9 | Água residual E-9 | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | PRESSÃO (1) | kg/cm ² g | 3,100 | 3,100 | | | | |
| 7 | TEMPERATURA | °C | 24,000 | 45,000 | | | | |
| 8 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 4139,340 | 4139,340 | | | | |
| 9 | % VAPOR | %p | 0 | 0 | | | | |
| 10 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR | kg/h | | | | | | |
| 11 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | | | | | | |
| 12 | VAPOR DE AGUA | kg/h | | | | | | |
| 13 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO | kg/h | 4139,340 | 4139,340 | | | | |
| 15 | AGUA LIVRE | kg/h | 4139,340 | 4139,340 | | | | |
| 16 | HIDROCARBONETOS | kg/h | | | | | | |
| 17 | ENTALPIA TOTAL | Gcal/h | 0,449 | 0,449 | | | | |
| 18 | COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS | % p / ppm p | 0 | 0 | | | | |
| 19 | SÓLIDOS : QUANTIDADE | % | | | | | | |
| 20 | SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA | Micras | | | | | | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida) | | | | | | | |
| 22 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | | | | | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C) | Nm ³ /h | | | | | | |
| 24 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | | | |
| 25 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | | | | | | |
| 26 | DENSIDADE @(1 atm, 0°C) | kg/Nm ³ | | | | | | |
| 27 | VISCOSIDADE @T | cP | | | | | | |
| 28 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | | | | | | |
| 29 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | | | | | | |
| 30 | FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T | | | | | | | |
| 31 | Cp / Cv | | | | | | | |
| 32 | ENTALPIA | Gcal/h | | | | | | |
| 33 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos) | | | | | | | |
| 34 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T | m ³ /h | 4,249 | 4,160 | | | | |
| 35 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C | m ³ /h | 4,147 | 4,147 | | | | |
| 36 | DENSIDADE @T | kg/m ³ | 974,304 | 994,921 | | | | |
| 37 | DENSIDADE @15°C | kg/m ³ | 998,076 | 998,076 | | | | |
| 38 | VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T | cSt | 0,626 | 0,938 | | | | |
| 39 | CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T | kcal/h m °C | 0,543 | 0,520 | | | | |
| 40 | CALOR ESPECÍFICO @T | kcal/kg °C | 0,971 | 0,961 | | | | |
| 41 | TENSÃO SUPERFICIAL @P,T | dinas/cm | 68,768 | 72,873 | | | | |
| 42 | PRESSÃO DE VAPOR @T | kg/cm ² a | 0,935 | 1,003 | | | | |
| 43 | ENTALPIA | Gcal/h | 0,029 | 0,029 | | | | |
| 44 | MISCELÂNEOS | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | |
| 50 | NOTAS : | | | | | | | |
| 51 | (1) | A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|-------|---------|-------|---------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 1 | de | 16 |
| R | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| e | | | | | | | | | | | |
| v | | | | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 4 | Água | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,77 | 1,81 | 1,77 | 1,81 | | |
| 7 | 2-Butanol | 100 | 100 | 100 | 100 | 98,1 | 98,11 | 98,1 | 98,11 | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 0,08 | 0,13 | 0,08 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 1297,00 | | 1297,00 | | 1464,06 | | 1464,06 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 17,50 | | 17,50 | | 19,75 | | 19,75 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 2 | de | 16 |
| R e v | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 4 | Água | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 1,77 | 1,81 | 1,77 | 1,81 | 1,77 | 1,81 | 1,77 | 1,81 | | |
| 7 | 2-Butanol | 98,1 | 98,11 | 98,1 | 98,11 | 98,1 | 98,11 | 98,1 | 98,11 | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0,13 | 0,08 | 0,13 | 0,08 | 0,13 | 0,08 | 0,13 | 0,08 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | 19,75 | 19,75 | 19,75 | 19,75 | 19,75 | 19,75 | 19,75 | 19,75 | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|-------|---------|-------|---------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 3 | de | 16 |
| R | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| e | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| v | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | | |
| 1 | Nº CORRENTE | | | | | | | | | | |
| 2 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 3 | Água | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 4 | H ₂ | 2,40 | 46,89 | 2,40 | 46,89 | 2,40 | 46,89 | 31,24 | 94,21 | | |
| 5 | Metil Etil Cetona | 87,65 | 47,86 | 87,65 | 47,86 | 87,65 | 47,86 | 66,76 | 5,63 | | |
| 6 | 2-Butanol | 9,81 | 5,21 | 9,81 | 5,21 | 9,81 | 5,21 | 1,97 | 0,16 | | |
| 7 | 1,1,2-Tricloroetano | 0,13 | 0,04 | 0,13 | 0,04 | 0,13 | 0,04 | 0,03 | 0 | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | - | | 0,00 | | 0,00 | | - | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | - | | 0,00 | | 0,00 | | - | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | 1464,06 | | 1464,06 | | 1464,06 | | 112,49 | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | 37,19 | | 37,19 | | 37,19 | | 18,51 | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|-------|---------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 4 | de | 16 |
| R | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| e | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| v | | 13 | | 14 | | 15 | | 16 | | | |
| 1 | Nº CORRENTE | | | | | | | | | | |
| 2 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 3 | Água | 0 | 0 | 0 | 0 | 12,77 | 1,65 | 95,59 | 98,85 | | |
| 4 | H ₂ | 0 | 0,02 | 0 | 0,02 | 85,26 | 98,29 | 0 | 0 | | |
| 5 | Metil Etil Cetona | 89,39 | 89,7 | 89,39 | 89,7 | 1,92 | 0,06 | 4,28 | 1,12 | | |
| 6 | 2-Butanol | 10,46 | 10,22 | 10,46 | 10,22 | 0 | 0 | 0,13 | 0,03 | | |
| 7 | 1,1,2-Tricloroetano | 0,15 | 0,08 | 0,15 | 0,08 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 1351,57 | | 1351,57 | | - | | 1734,12 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 18,68 | | 18,68 | | - | | 93,09 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | 41,18 | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | 17,72 | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|-------|---------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 5 | de | 16 |
| R e v | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 17 | | 18 | | 19 | | 20 | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 4 | Água | 95,59 | 98,85 | 99,22 | 99,85 | 0,7 | 4,13 | 0,7 | 4,13 | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 4,28 | 1,12 | 0,27 | 0,07 | 23,86 | 35,27 | 23,86 | 35,27 | | |
| 7 | 2-Butanol | 0,13 | 0,03 | 0,08 | 0,03 | 0,48 | 0,69 | 0,48 | 0,69 | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0 | 0 | 0,43 | 0,06 | 74,96 | 59,91 | 74,96 | 59,91 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 1734,12 | | 1676,58 | | 307,08 | | 307,08 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 93,09 | | 92,09 | | 4,33 | | 4,33 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|-------|--------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 6 | de | 16 |
| R | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| e | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| v | | 21 | | 22 | | 23 | | 24 | | | |
| 1 | Nº CORRENTE | | | | | | | | | | |
| 2 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 3 | Água | 0,7 | 4,13 | 0,55 | 2,18 | 0,55 | 2,18 | 0,55 | 2,18 | | |
| 4 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 5 | Metil Etil Cetona | 23,86 | 35,27 | 98,81 | 97,23 | 98,81 | 97,23 | 98,81 | 97,23 | | |
| 6 | 2-Butanol | 0,48 | 0,69 | 0,59 | 0,56 | 0,59 | 0,56 | 0,59 | 0,56 | | |
| 7 | 1,1,2-Tricloroetano | 74,96 | 59,91 | 0,05 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 307,08 | | 254,62 | | 254,62 | | 254,62 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 4,33 | | 3,59 | | 3,59 | | 3,59 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|-------|--------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 7 | de | 16 |
| R | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| e | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| v | | 25 | | 26 | | 27 | | 28 | | | |
| 1 | Nº CORRENTE | | | | | | | | | | |
| 2 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 3 | Água | 0,55 | 2,18 | 0,74 | 5,01 | 0,74 | 5,01 | 0,74 | 5,01 | | |
| 4 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 5 | Metil Etil Cetona | 98,81 | 97,23 | 4,37 | 7,42 | 4,37 | 7,42 | 4,37 | 7,42 | | |
| 6 | 2-Butanol | 0,59 | 0,56 | 0,45 | 0,75 | 0,45 | 0,75 | 0,45 | 0,75 | | |
| 7 | 1,1,2-Tricloroetano | 0,05 | 0,03 | 94,44 | 86,82 | 94,44 | 86,82 | 94,44 | 86,82 | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 190,96 | | 716,70 | | 474,48 | | 242,22 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 2,70 | | 5,94 | | 3,94 | | 2,01 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|-------|--------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 8 | de | 16 |
| R e v | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 29 | | 30 | | 31 | | 32 | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 4 | Água | 0,55 | 2,18 | 0,36 | 2,52 | 0,36 | 2,52 | 0,55 | 2,18 | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 98,81 | 97,23 | 2,11 | 3,75 | 2,11 | 3,75 | 98,81 | 97,23 | | |
| 7 | 2-Butanol | 0,59 | 0,56 | 0,22 | 0,38 | 0,22 | 0,38 | 0,59 | 0,56 | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0,05 | 0,03 | 97,31 | 93,35 | 97,31 | 93,35 | 0,05 | 0,03 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 242,22 | | 249,54 | | 249,54 | | 64,86 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 2,01 | | 1,95 | | 1,95 | | 0,91 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|-------|---------|-------|---------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 9 | de | 16 |
| R | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| e | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| v | | 33 | | 34 | | 35 | | 36 | | | |
| 1 | Nº CORRENTE | | | | | | | | | | |
| 2 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 3 | Água | 0,03 | 0,1 | 0,03 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 4 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 5 | Metil Etil Cetona | 89,82 | 90,06 | 89,82 | 90,06 | 15,50 | 15,94 | 15,50 | 15,94 | | |
| 6 | 2-Butanol | 10,01 | 9,76 | 10,01 | 9,76 | 83,32 | 83,4 | 83,32 | 83,4 | | |
| 7 | 1,1,2-Tricloroetano | 0,14 | 0,08 | 0,14 | 0,08 | 1,18 | 0,66 | 1,18 | 0,66 | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 1416,42 | | 1416,42 | | 4669,61 | | 4502,23 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 19,59 | | 19,59 | | 62,94 | | 60,69 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|-------|--------|-------|---------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 10 | de | 16 |
| R | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| e | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| v | | 37 | | 38 | | 39 | | 40 | | | |
| 1 | Nº CORRENTE | | | | | | | | | | |
| 2 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 3 | Água | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0,11 | 0,03 | 0,11 | | |
| 4 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 5 | Metil Etil Cetona | 15,50 | 15,94 | 15,50 | 15,94 | 99,76 | 99,69 | 99,76 | 99,69 | | |
| 6 | 2-Butanol | 83,32 | 83,4 | 83,32 | 83,4 | 0,21 | 0,2 | 0,21 | 0,2 | | |
| 7 | 1,1,2-Tricloroetano | 1,18 | 0,66 | 1,18 | 0,66 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 167,38 | | 148,91 | | 4993,39 | | 4993,39 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 2,25 | | 2,00 | | 69,31 | | 69,31 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | 18,47 | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | 0,25 | | - | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|---|-------|---------|-------|---------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 11 | de | 16 |
| R | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| e | | | | | | | | | | | |
| v | | | | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 41 | | 42 | | 43 | | 44 | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 4 | Água | 0,03 | 0,11 | 0,03 | 0,11 | 0,03 | 0,11 | 0,03 | 0,11 | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 99,76 | 99,69 | 99,76 | 99,69 | 99,76 | 99,69 | 99,76 | 99,69 | | |
| 7 | 2-Butanol | 0,21 | 0,2 | 0,21 | 0,2 | 0,21 | 0,2 | 0,21 | 0,2 | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 4993,39 | | 3743,29 | | 1250,00 | | 1250,00 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 69,31 | | 51,95 | | 17,43 | | 17,43 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | - | | 10,75 | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|-------|---------|-------|---------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 12 | de | 16 |
| R e v | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 45 | | 46 | | 47 | | 48 | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 4 | Água | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 7 | 2-Butanol | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | - | | 1465,06 | | - | | | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | - | | 81,39 | | - | | | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | 1464,06 | | | | 5444,08 | | 5444,08 | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | 81,34 | | | | 302,45 | | 302,45 | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|-------|----------|-------|----------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 13 | de | 16 |
| R e v | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 49 | | 50 | | 51 | | 52 | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 4 | Água | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 7 | 2-Butanol | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | | | 13297,70 | | 13297,70 | | 1662,81 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | | | 738,76 | | 738,76 | | 92,38 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | 5444,08 | | - | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | 302,45 | | - | | - | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

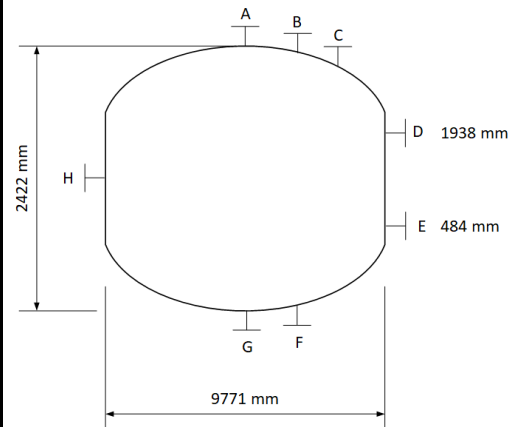
| | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|-------|--------|-------|---------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 14 | de | 16 |
| R e v | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 53 | | 54 | | 55 | | 56 | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 4 | Água | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 7 | 2-Butanol | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 1662,81 | | 7,32 | | 1339,37 | | 1339,37 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 92,38 | | 0,05 | | 74,41 | | 74,41 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | - | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|-------|--------|-------|---------|-------|--------------------------|-------|----|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | | | Pág. | 15 | de | 16 |
| R e v | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 57 | | 58 | | 59 | | 60 | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | | |
| 4 | Água | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 7 | 2-Butanol | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | - | | 69,60 | | | | 3946,33 | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | - | | 3,87 | | | | 219,24 | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | 69,60 | | - | | 3946,33 | | - | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | 3,87 | | - | | 219,24 | | - | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|-------|---------|-------|--------------------------|-------|--------|-------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | Balanço de calor e massa | | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 16 | de | 16 |
| R e v | BALANÇO DE CALOR E MASSA | | | | | | | | |
| 1 | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | |
| 2 | Nº CORRENTE | 61 | | | 62 | | | | |
| 3 | Componente / pseudocomp. | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol | % peso | % mol |
| 4 | Água | 100 | 100 | 100 | 100 | | | | |
| 5 | H ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 6 | Metil Etil Cetona | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 7 | 2-Butanol | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 8 | 1,1,2-Tricloroetano | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | Total | 100 | 100 | 100 | 100 | | | | |
| 45 | Vazão total seca (kg/h) | 4139,34 | | 4139,34 | | | | | |
| 46 | Vazão total seca (kmol/h) | 229,96 | | 229,96 | | | | | |
| 47 | Vazão total úmida (kg/h) | - | | - | | | | | |
| 48 | Vazão total úmida (kmol/h) | - | | - | | | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

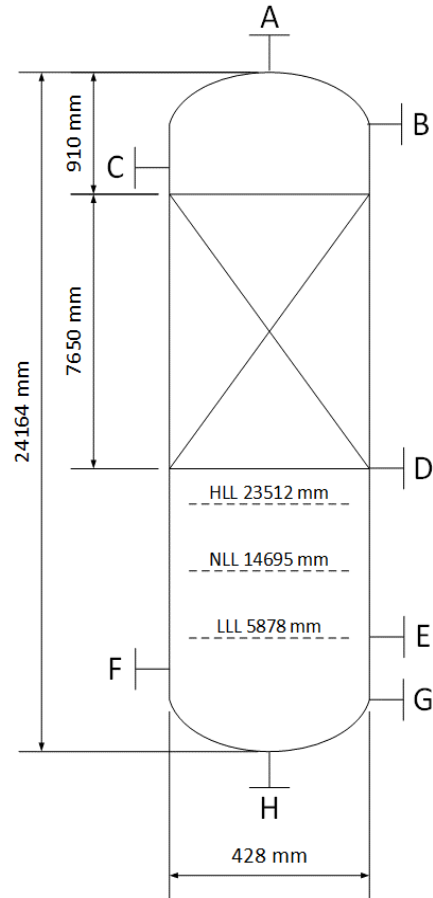
5.2 Vasos Verticais

| PROJETO | | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | EQUIPAMENTO r | | C-1 | |
|-----------|--|--|---------------|---------------|---------------------------|------|-------|---|
| UNIDADE : | | | | | Pág. | 1 | de | 1 |
| R | | RECIPIENTES VERTICAIS | | | | | | |
| 1 | | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | C-1 | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | Coluna de Destilação Flash | | | | | | |
| 4 | CONDIÇÕES | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | | TEMPERATURA (°C) | | | |
| 5 | POSIÇÃO (1) | Topo | Fundo | Topo | Fundo | Topo | Fundo | |
| 6 | DE OPERAÇÃO NORMAL | 2 | 2 | 25 | 25 | | | |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO | 3,8 | 3,8 | 80 | 80 | | | |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | | |
| 9 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | | |
| 10 | À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | | |
| 11 | DE LIMPEZA COM VAPORE/INERTIZADO | | | | | | | |
| 12 | | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | ESQUEMA | | | |
| 13 | FLUÍDO | ORGÂNICO/ÁGUA | | | | | | |
| 14 | COMPOSTOS. CORROSIVOS | H2 | | | | | | |
| 15 | TEOR (% / ppm.p) | 465000 | | | | | | |
| 16 | DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) | 0,62 | | | | | | |
| 17 | DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³) | 794,34 | | | | | | |
| 18 | NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm) | 472 | | | | | | |
| 19 | | MATERIAL | | | | | | |
| 20 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | | | | |
| 21 | Envolvente | Aço Inox | 6 mm | | | | | |
| 22 | Fundo | Aço Inox | 7 mm | | | | | |
| 23 | Internos | Aço Inox | 8 mm | | | | | |
| 24 | Pratos | Aço Inox | 9 mm | | | | | |
| 25 | Isolamento | Não | | | | | | |
| 26 | | CONEXÕES | | | | | | |
| 27 | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | Serviço | | | |
| 28 | A | | | | Purga de Vapor | | | |
| 29 | B | | | | Saída de Vapor | | | |
| 30 | C | | | | Indicador de Temperatura | | | |
| 31 | D | | | | Medidor de Nível Superior | | | |
| 32 | E | | | | Medidor de Nível Inferior | | | |
| 33 | F | | | | Saída de Líquido | | | |
| 34 | G | | | | Purga de Líquido | | | |
| 35 | H | | | | Alimentação | | | |
| 36 | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | |
| 51 | NOTAS : | | | | | | | |
| 52 | (1) | Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho. | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | |



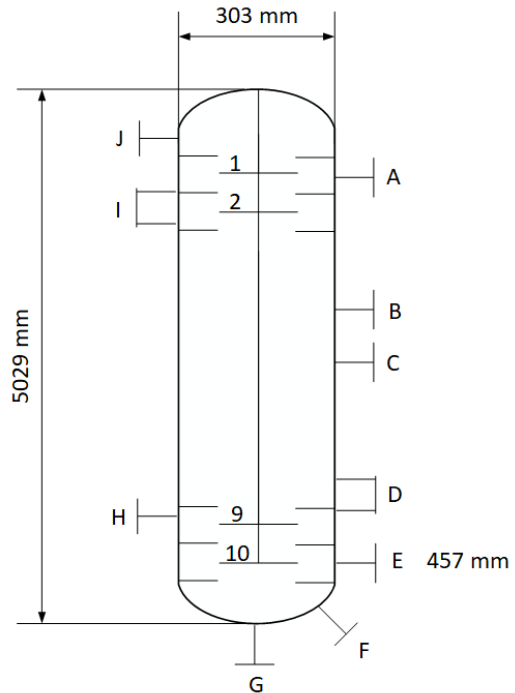
Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

| PROJETO | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | EQUIPAMENTO nº | | C-2 | |
|-----------|--|--|-----------------------|---------------|---|----------------|------------------|-----|-------|
| UNIDADE : | | | | | | Pág. | 1 | de | 2 |
| R | RECIPIENTES VERTICAIS | | | | | | | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| v | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| 1 | EQUIPAMENTO Nº | | C-2 | | | | | | |
| 2 | SERVIÇO | | Coluna de Absorção | | | | | | |
| 3 | CONDIÇÕES | | | | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | TEMPERATURA (°C) | | |
| 4 | POSIÇÃO (1) | | Topo | | Fundo | | Topo | | Fundo |
| 5 | DE OPERAÇÃO NORMAL | | 0,853 | | 1,0062 | | 24,27 | | 26,44 |
| 6 | DE DESENHO MECÂNICO | | 3,5 | | 3,5 | | 80 | | 80 |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | | | |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | | | |
| 9 | À MINIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | | | |
| 10 | DE LIMPEZA COM VA POR/INERTIZADO | | | | | | | | |
| 11 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | | ESQUEMA | | | | |
| 12 | FLUÍDO | | Água, MEK, Secbutanol | | | | | | |
| 13 | COMPOSTOS. CORROSIVOS | | H2, Tricloroetano | | | | | | |
| 14 | TEOR (% / ppm p) | | 1,94E+06 | | | | | | |
| 15 | DENSIDADE FLUIDO LEVE @T (kg/m3) | | 0,174 | | | | | | |
| 16 | DENSIDADE FLUIDO PESADO @T (kg/m3) | | 981,955 | | | | | | |
| 17 | NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm) | | 23.512,00 | | | | | | |
| 18 | MATERIAL | | | | | | | | |
| 19 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | | | | | |
| 20 | Envolvente | Aço inoxidável | 6 mm | - | | | | | |
| 21 | Fundo | Aço inoxidável | 6 mm | - | | | | | |
| 22 | Internos | Aço inoxidável | 6 mm | - | | | | | |
| 23 | Recheio | Cerâmico | - | - | | | | | |
| 24 | Isolamento | | | | | | | | |
| 25 | CONEXÕES | | | | | | | | |
| 26 | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | Serviço | | | | |
| 27 | A | 1 | 3 | - | Válvula de segurança | | | | |
| 28 | B | 1 | 1 1/2 | - | Saída de gás H2 | | | | |
| 29 | C | 1 | 1 1/4 | - | Entrada de água | | | | |
| 30 | D | 1 | 1 | - | Medidor de alto nível | | | | |
| 31 | E | 1 | 3 | - | Saída de água e MEK | | | | |
| 32 | F | 1 | 2 1/2 | - | Entrada de gás | | | | |
| 33 | G | 1 | 1 | - | Medidor de baixo nível | | | | |
| 34 | H | 1 | 3 | - | Purga | | | | |
| 35 | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados... | | | | |
| 50 | | | | | | | | | |
| 51 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 52 | (1) | Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho. | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |



| | | | | | | | |
|-------------|--|---|------------------------------|----------|----------------|------|------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO n° | C-02 | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. | 2 | de 2 |
| R e v | PRATOS / RECHEIOS | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | C-2 | | | | | |
| 3 | SERVIÇO / CASO DE DESENHO : | Recheio - Coluna de Absorção | | | | | |
| 4 | SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1) | | | | | | |
| 5 | SEÇÃO | | | | | | |
| 6 | DE PRATO REAL / A PRATO REAL | | DE | | A | | DE |
| 7 | PRESSÃO, P | Kg/cm ² g | | | | | |
| 8 | PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL | kg/cm ² | | | | | |
| 9 | NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS | - | | | | | |
| 10 | CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2) | Gcal/h | | | | | |
| 11 | VAPOR AO PRATO (TOPO, FUNDO nesta sequência) | | | | | | |
| 12 | VAZÃO MÁSSICA | kg/h | 41,18 | 112,492 | | | |
| 13 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T | m ³ /h | 237,219 | 229,632 | | | |
| 14 | DENSIDADE @ P,T | Kg/m ³ | 0,174 | 0,489 | | | |
| 15 | VISCOSIDADE @ T | cP | 0,00939 | 0,0104 | | | |
| 16 | TEMPERATURA, T | °C | 24,266 | 25 | | | |
| 17 | VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN. | % | 120/60 | 120/60 | | | |
| 18 | LÍQUIDO DO PRATO (TOPO E FUNDO nesta sequência) | | | | | | |
| 19 | VAZÃO MÁSSICA | kg/h | 1662,81 | 1734,122 | | | |
| 20 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T | m ³ /h | 1,672 | 1,765 | | | |
| 21 | DENSIDADE @ T | Kg/m ³ | 994,921 | 981,955 | | | |
| 22 | VISCOSIDADE @ T | cSt | 0,938 | 0,89 | | | |
| 23 | TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T | Dinas/cm | 72,873 | 7,826 | | | |
| 24 | TEMPERATURA, T | °C | 24 | 26,446 | | | |
| 25 | VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN. | % | 120/60 | | | | |
| 26 | CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA | | | | | | |
| 27 | SYSTEM (FOAMING) FACTOR | - | | | | | |
| 28 | TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto) | - | | | | | |
| 29 | COMP. CORROSIVOS / TEOR | % p / ppm p | | | | | |
| 30 | LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (3) | | | | | | |
| 31 | JET FLOODING, MÁX. | % | | | | | |
| 32 | DOWNCOMER BACKUP, MÁX. | % | | | | | |
| 33 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4) | | | | | | |
| 34 | DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA | mm | 428 | | | | |
| 35 | NÚMERO DE PRATOS | - | - | | | | |
| 36 | DISTÂNCIA ENTRE PRATOS | mm | - | | | | |
| 37 | NÚMERO DE PASSES POR PRATO | - | - | | | | |
| 38 | TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...) | - | - | | | | |
| 39 | ALTURA DE RECHEIO | mm | 7649,5 | | | | |
| 40 | TIPO DE RECHEIO | - | Selas Intalox cerâmicas 1 in | | | | |
| 41 | NOTAS : | | | | | | |
| 42 | (1) | Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial. | | | | | |
| 43 | | | | | | | |
| 44 | (3) | Valor positivo é calor agregado, negativo calor retirado. | | | | | |
| 45 | (3) | Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor. | | | | | |
| 46 | (4) | A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor | | | | | |
| 47 | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | Para materiais ver folha de seleção de materiais. | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| PROJETO | | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | EQUIPAMENTO r | | C-3 | |
|-----------|--|--|---------------|---------------|--------------------------------|-------|------------------|-------|
| UNIDADE : | | | | | Pág. | 1 | de | 2 |
| R | RECIPIENTES VERTICAIS | | | | | | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | |
| v | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | C-3 | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | COLUNA DE EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO | | | | | | |
| 4 | CONDIÇÕES | | | | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | TEMPERATURA (°C) | |
| 5 | POSIÇÃO (1) | | | | Topo | Fundo | Topo | Fundo |
| 6 | DE OPERAÇÃO NORMAL | | | | 0,9 | 1 | 27,87 | 27,05 |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO | | | | 3,5 | 3,5 | 80 | 80 |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | | |
| 9 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | | |
| 10 | À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | | |
| 11 | DE LIMPEZA COM VAPORES/INERTIZADO | | | | | | | |
| 12 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | | ESQUEMA | | | |
| 13 | FLUÍDO | | | ORGÂNICO/ÁGUA | | | | |
| 14 | COMPOSTOS. CORROSIVOS | | | NÃO | | | | |
| 15 | TEOR (% / ppm p) | | | - | | | | |
| 16 | DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m3) | | | 981,95 | | | | |
| 17 | DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m3) | | | 1399,48 | | | | |
| 18 | NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm) | | | - | | | | |
| 19 | MATERIAL | | | | | | | |
| 20 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | | | | |
| 21 | Envolvente | Aço Carbono | 3 mm | | | | | |
| 22 | Fundo | Aço Carbono | 3 mm | | | | | |
| 23 | Internos | Aço Carbono | 3 mm | | | | | |
| 24 | Pratos | Aço Carbono | 3 mm | | | | | |
| 25 | Isolamento | NÃO | | | | | | |
| 26 | CONEXÕES | | | | | | | |
| 27 | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | Serviço | | | |
| 28 | A | - | - | - | Alim. do Líquido Pesado | | | |
| 29 | B | - | - | - | Medidor de Temperatura | | | |
| 30 | C | - | - | - | Medidor de Pressão | | | |
| 31 | D | - | - | - | Boca de Inspeção | | | |
| 32 | E | - | - | - | Medidor de Nível Inferior | | | |
| 33 | F | - | - | - | Saída de Líquido Pesado | | | |
| 34 | G | - | - | - | Purga | | | |
| 35 | H | - | - | - | Alimentação de Líquido Leve | | | |
| 36 | I | - | - | - | Boca de Inspeção | | | |
| 37 | J | - | - | - | Saída de Líquido Leve | | | |
| 38 | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | |
| 51 | NOTAS : | | | | | | | |
| 52 | (1) | Para colunas e recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal e em desenho. | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | |



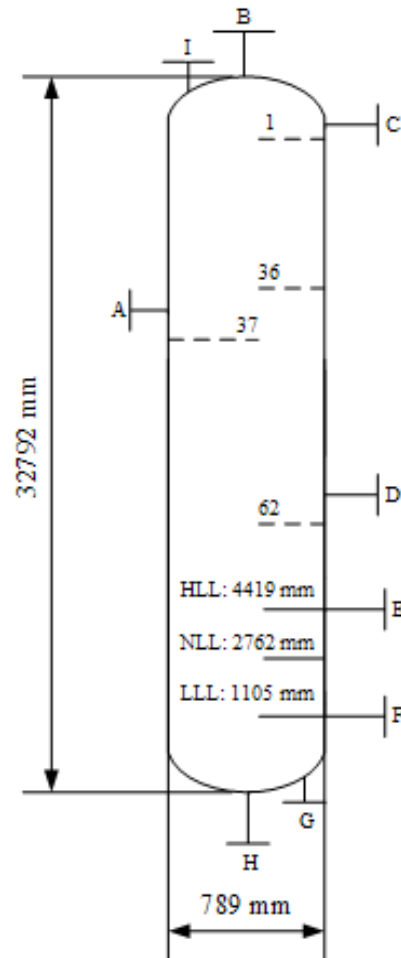
Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

| | | | | | | | |
|-------------|--|---|--|-------------|----------------|--------|--|
| | PROJETO : | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | EQUIPAMENTO n° | C-3 | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. | 2 | de 2 |
| R e v | PRATOS / RECHEIOS | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | C-3 | | | | | |
| 3 | SERVIÇO / CASO DE DESENHO : | Coluna de Extração Líquido-Líquido | | | | | |
| 4 | SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1) | | | | | | |
| 5 | SEÇÃO | | | Topo | | | Fundo |
| 6 | DE PRATO REAL / A PRATO REAL | | | 1 | | | 10 |
| 7 | PRESSÃO, P | Kg/cm ² g | | 0,9 | | | 1,01 |
| 8 | PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL | kg/cm ² | | 0,15 | | | 0,15 |
| 9 | NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS | - | | | | 10 | |
| 10 | CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2) | Gcal/h | | - | | | - |
| 11 | LÍQUIDO LEVE | | | | | | |
| 12 | VAZÃO MÁSSICA | kg/h | | - | | | 1734,12 |
| 13 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T | m ³ /h | | - | | | 1,76 |
| 14 | DENSIDADE @ P,T | Kg/m ³ | | - | | | 981,95 |
| 15 | VISCOSIDADE @ T | cP | | - | | | 89,04 |
| 16 | TEMPERATURA, T | °C | | - | | | 26,45 |
| 17 | VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. | % | | | | 120/80 | |
| 18 | LÍQUIDO PESADO | | | | | | |
| 19 | VAZÃO MÁSSICA | kg/h | | 249,54 | | | - |
| 20 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T | m ³ /h | | 0,18 | | | - |
| 21 | DENSIDADE @ T | Kg/m ³ | | 1399,48 | | | - |
| 22 | VISCOSIDADE @ T | cSt | | 67,57 | | | - |
| 23 | TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T | Dinas/cm | | 33,71 | | | - |
| 24 | TEMPERATURA, T | °C | | 29,59 | | | - |
| 25 | VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. | % | | | | 120/80 | |
| 26 | CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA | | | | | | |
| 27 | SYSTEM (FOAMING) FACTOR | - | | | | | |
| 28 | TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto) | - | | | | | |
| 29 | COMP. CORROSIVOS / TEOR | % p / ppm p | | | | | |
| 30 | LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (3) | | | | | | |
| 31 | JET FLOODING, MÁX. | % | | | | | |
| 32 | DOWNCOMER BACKUP, MÁX. | % | | | | | |
| 33 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4) | | | | | | |
| 34 | DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA | mm | | | | | 303 |
| 35 | NÚMERO DE PRATOS | - | | | | | 10 |
| 36 | DISTÂNCIA ENTRE PRATOS | mm | | | | | 457 |
| 37 | NÚMERO DE PASSES POR PRATO | - | | | | | |
| 38 | TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...) | - | | | | | Impelidor com anel estabilizador de torre agitada |
| 39 | ALTURA DE RECHEIO | mm | | | | | |
| 40 | TIPO DE RECHEIO | - | | | | | |
| 41 | NOTAS : | | | | | | |
| 42 | (1) | Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial. | | | | | |
| 43 | | | | | | | |
| 44 | (3) | Valor positivo é calor agregado, negativo calor retirado. | | | | | |
| 45 | (3) | Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor. | | | | | |
| 46 | (4) | A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor | | | | | |
| 47 | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | Para materiais ver folha de seleção de materiais. | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|--|--|---------------|------------------|-----------------------------|-----|------|---------------|----------------------------|
| | PROJETO | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | C-4 | | | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. | 1 | de 2 | | |
| R e v | RECIPIENTES VERTICAIS | | | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | C-4 | | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | COLUNA DE DESTILAÇÃO | | | | | | | |
| 4 | CONDIÇÕES | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | TEMPERATURA (°C) | | | | | |
| 5 | POSIÇÃO (1) | Topo | Fundo | Topo | Fundo | | | | |
| 6 | DE OPERAÇÃO NORMAL | 0,61 | 1,26 | 94,71 | 142,1 | | | | |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO | 3,5 | 3,5 | 124,71 | 172,1 | | | | |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | | | |
| 9 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | | | |
| 10 | À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | | | |
| 11 | DE LIMPEZA COM VAPORES/INERTIZADO | | | | | | | | |
| 12 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | ESQUEMA | | | | | |
| 13 | FLUÍDO | Mistura de compostos | | | | | | | |
| 14 | COMPOSTOS. CORROSIVOS | - | | | | | | | |
| 15 | TEOR (% / ppm p) | - | | | | | | | |
| 16 | DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m3) | 724,971 | | | | | | | |
| 17 | DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m3) | 1225,66 | | | | | | | |
| 18 | NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm) | 8452,16 | | | | | | | |
| 19 | MATERIAL | | | | | | | | |
| 20 | | Material | Sob. Corrosão | | | | | Trat. Térmico | |
| 21 | Envolvente | Aço carbono | | | | | | | |
| 22 | Fundo | Aço carbono | | | | | | | |
| 23 | Internos | Aço carbono | | | | | | | |
| 24 | Pratos | Aço carbono | | | | | | | |
| 25 | Isolamento | | | | | | | | |
| 26 | CONEXÕES | | | | | | | | |
| 27 | SIGLA | Nº | DIA (") | | | | | FLANGE | Serviço |
| 28 | A | 1 | | | | | | | Entrada da alimentação |
| 29 | B | 1 | | | | | | | Saída para condensador |
| 30 | C | 1 | | | | | | | Entrada do refluxo de topo |
| 31 | D | 1 | | | Entrada do refluxo de fundo | | | | |
| 32 | E | 1 | | | Medidor de nível | | | | |
| 33 | F | 1 | | | Medidor de nível | | | | |
| 34 | G | 1 | | | Purga de líquido | | | | |
| 35 | H | 1 | | | Saída do fundo | | | | |
| 36 | I | 1 | | | Válvula de segurança | | | | |
| 37 | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | |
| 51 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 52 | (1) | Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho. | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|----------|----------|-----------|----------------|-----|------|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | EQUIPAMENTO n° | C-4 | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 2 | de 2 | |
| R e v | PRATOS / RECHEIOS | | | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | C-4 | | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO / CASO DE DESENHO : | Coluna de destilação | | | | | | | |
| 4 | SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1) | | | | | | | | |
| 5 | SEÇÃO | Enriquecimento | | | | Esgotamento | | | |
| 6 | DE PRATO REAL / A PRATO REAL | DE | 1 | A | 20 | DE | 21 | A | 40 |
| 7 | PRESSÃO, P | Kg/cm ² g | 0,611 | 0,926 | 0,943 | 1,257 | | | |
| 8 | PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL | kg/cm ² | - | - | - | - | | | |
| 9 | NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS | - | - | - | - | - | | | |
| 10 | CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2) | Gcal/h | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 11 | VAPOR AO PRATO (TOPO, ALIMENTAÇÃO E FUNDO nesta sequência) | | | | | | | | |
| 12 | VAZÃO MÁSSICA | kg/h | 263,455 | 356,516 | 361,199 | 536,875 | | | |
| 13 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T | m ³ /h | 65,4421 | 57,8889 | 58,0201 | 58,9398 | | | |
| 14 | DENSIDADE @ P,T | Kg/m ³ | 4,02578 | 6,15862 | 6,22542 | 9,10887 | | | |
| 15 | VISCOSIDADE @ T | cP | 0,00897 | 0,00974 | 0,00985 | 0,0121 | | | |
| 16 | TEMPERATURA, T | °C | 94,71 | 122,27 | 123,51 | 142,1 | | | |
| 17 | VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN. | % | 120/60 | | | | | | |
| 18 | LÍQUIDO DO PRATO (TOPO, ALIMENTAÇÃO E FUNDO nesta sequência) | | | | | | | | |
| 19 | VAZÃO MÁSSICA | kg/h | 194,768 | 284,478 | 641,223 | 774,029 | | | |
| 20 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T | m ³ /h | 0,2687 | 0,2599 | 0,5875 | 0,6288 | | | |
| 21 | DENSIDADE @ T | Kg/m ³ | 724,971 | 1094,43 | 1091,48 | 1230,99 | | | |
| 22 | VISCOSIDADE @ T | cSt | 0,3130 | 0,3028 | 0,2556 | 0,2388 | | | |
| 23 | TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T | Dinas/cm | 19,5155 | 19,12519 | 19,051731 | 18,8631 | | | |
| 24 | TEMPERATURA, T | °C | 94,71 | 122,27 | 123,51 | 142,1 | | | |
| 25 | VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MIN. | % | 120/60 | | | | | | |
| 26 | CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA | | | | | | | | |
| 27 | SYSTEM (FOAMING) FACTOR | - | | | | | | | |
| 28 | TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto) | - | | | | | | | |
| 29 | COMP. CORROSIVOS / TEOR | % p / ppm p | | | | | | | |
| 30 | LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (3) | | | | | | | | |
| 31 | JET FLOODING, MÁX. | % | | | | | | | |
| 32 | DOWNCOMER BACKUP, MÁX. | % | | | | | | | |
| 33 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4) | | | | | | | | |
| 34 | DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA | mm | 191 | 191 | 191 | 191 | | | |
| 35 | NÚMERO DE PRATOS | - | 20 | 20 | 20 | 20 | | | |
| 36 | DISTÂNCIA ENTRE PRATOS | mm | 460 | 460 | 460 | 460 | | | |
| 37 | NÚMERO DE PASSES POR PRATO | - | | | | | | | |
| 38 | TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...) | - | Válvulas | | | Válvulas | | | |
| 39 | ALTURA DE RECHEIO | mm | | | | | | | |
| 40 | TIPO DE RECHEIO | - | | | | | | | |
| 41 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 42 | (1) | Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial. | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | (3) | Valor positivo é calor agregado, negativo calor retirado. | | | | | | | |
| 45 | (3) | Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor. | | | | | | | |
| 46 | (4) | A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | |
| 58 | | Para materiais ver folha de seleção de materiais. | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|--|--|---------------|------------------|-----------------------------|-----|------|
| | PROJETO | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | C-5 | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. | 1 | de 2 |
| R e v | RECIPIENTES VERTICAIS | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | C-5 | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | COLUNA DE DESTILAÇÃO | | | | | |
| 4 | CONDIÇÕES | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | TEMPERATURA (°C) | | | |
| 5 | POSIÇÃO (1) | Topo | Fundo | Topo | Fundo | | |
| 6 | DE OPERAÇÃO NORMAL | 0,388 | 1,098 | 88,67 | 114,97 | | |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO | 3,5 | 3,5 | 118,67 | 144,97 | | |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | |
| 9 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | |
| 10 | À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | |
| 11 | DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO | | | | | | |
| 12 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | ESQUEMA | | | |
| 13 | FLUÍDO | Mistura de compostos | | | | | |
| 14 | COMPOSTOS. CORROSIVOS | - | | | | | |
| 15 | TEOR (% / ppm p) | - | | | | | |
| 16 | DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) | 734,97 | | | | | |
| 17 | DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³) | 707,12 | | | | | |
| 18 | NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm) | 4419 | | | | | |
| 19 | MATERIAL | | | | | | |
| 20 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | | | |
| 21 | Envolvente | Aço carbono | | | | | |
| 22 | Fundo | Aço carbono | | | | | |
| 23 | Internos | Aço carbono | | | | | |
| 24 | Pratos | Aço carbono | | | | | |
| 25 | Isolamento | | | | | | |
| 26 | CONEXÕES | | | | | | |
| 27 | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | Serviço | | |
| 28 | A | 1 | | | Entrada da alimentação | | |
| 29 | B | 1 | | | Saída para condensador | | |
| 30 | C | 1 | | | Entrada do refluxo de topo | | |
| 31 | D | 1 | | | Entrada do refluxo de fundo | | |
| 32 | E | 1 | | | Medidor de nível | | |
| 33 | F | 1 | | | Medidor de nível | | |
| 34 | G | 1 | | | Purga de líquido | | |
| 35 | H | 1 | | | Saída do fundo | | |
| 36 | I | 1 | | | Válvula de segurança | | |
| 37 | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 51 | NOTAS : | | | | | | |
| 52 | (1) | Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho. | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |



| | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--|----|---------|---|----------------|-----|---------|---|----------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | | EQUIPAMENTO nº | C-5 | | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 2 | de 2 | | |
| R e v | PRATOS / RECHEIOS | | | | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | C-5 | | | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO / CASO DE DESENHO : | Coluna de destilação | | | | | | | | |
| 4 | SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1) | | | | | | | | | |
| 5 | SEÇÃO | Enriquecimento | | | | Esgotamento | | | | |
| 6 | DE PRATO REAL / A PRATO REAL | | DE | 1 | A | 35 | DE | 36 | A | 64 |
| 7 | PRESSÃO, P | Kg/cm ² g | | 0,388 | | 0,772 | | 0,783 | | 1,097 |
| 8 | PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL | kg/cm ² | | - | | - | | - | | - |
| 9 | NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS | | | - | | - | | - | | - |
| 10 | CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2) | Gcal/h | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| 11 | VAPOR AO PRATO (TOPO, ALIMENTAÇÃO E FUNDO nesta sequência) | | | | | | | | | |
| 12 | VAZÃO MÁSSICA | kg/h | | 4156,12 | | 4245,36 | | 4244,52 | | 3853,52 |
| 13 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T | m ³ /h | | 1214,24 | | 1007,09 | | 1001,01 | | 795,59 |
| 14 | DENSIDADE @ P,T | Kg/m ³ | | 3,42282 | | 4,21547 | | 4,24024 | | 4,8436 |
| 15 | VISCOSIDADE @ T | cP | | 0,00877 | | 0,00943 | | 0,00950 | | 0,00979 |
| 16 | TEMPERATURA, T | °C | | 88,67 | | 97,15 | | 97,38 | | 140,97 |
| 17 | VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. | % | | 120/60 | | | | | | |
| 18 | LÍQUIDO DO PRATO (TOPO, ALIMENTAÇÃO E FUNDO nesta sequência) | | | | | | | | | |
| 19 | VAZÃO MÁSSICA | kg/h | | 3030,90 | | 2977,57 | | 2976,08 | | 3960,53 |
| 20 | VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T | m ³ /h | | 4,1564 | | 4,1386 | | 4,1391 | | 5,6401 |
| 21 | DENSIDADE @ T | Kg/m ³ | | 729,22 | | 719,46 | | 719,02 | | 702,21 |
| 22 | VISCOSIDADE @ T | cSt | | 0,3186 | | 0,3378 | | 0,3393 | | 0,3553 |
| 23 | TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T | Dinas/cm | | 18,094 | | 15,018 | | 14,615 | | 13,049 |
| 24 | TEMPERATURA, T | °C | | 88,67 | | 97,15 | | 97,38 | | 140,97 |
| 25 | VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. | % | | 120/60 | | | | | | |
| 26 | CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA | | | | | | | | | |
| 27 | SYSTEM (FOAMING) FACTOR | | | - | | | | | | |
| 28 | TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto) | | | - | | | | | | |
| 29 | COMP. CORROSIVOS / TEOR | % p / ppm p | | | | | | | | |
| 30 | LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (3) | | | | | | | | | |
| 31 | JET FLOODING, MÁX. | % | | | | | | | | |
| 32 | DOWNCOMER BACKUP, MÁX. | % | | | | | | | | |
| 33 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4) | | | | | | | | | |
| 34 | DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA | mm | | 789 | | | | 789 | | |
| 35 | NÚMERO DE PRATOS | | | 35 | | | | 29 | | |
| 36 | DISTÂNCIA ENTRE PRATOS | mm | | 460 | | | | 460 | | |
| 37 | NÚMERO DE PASSES POR PRATO | | | | | | | | | |
| 38 | TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...) | | | | | Válvulas | | | | Válvulas |
| 39 | ALTURA DE RECHEIO | mm | | | | | | | | |
| 40 | TIPO DE RECHEIO | | | | | | | | | |
| 41 | NOTAS : | | | | | | | | | |
| 42 | (1) | Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de | | | | | | | | |
| 43 | | correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial. | | | | | | | | |
| 44 | (3) | Valor positivo é calor agregado, negativo calor retirado. | | | | | | | | |
| 45 | (3) | Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor. | | | | | | | | |
| 46 | (4) | A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | |
| 58 | | Para materiais ver folha de seleção de materiais. | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|--|---|---------|------------------|---|-----|------|----------|---------------|
| | PROJETO | Produção de metililecetona a partir 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | R-1 | | | |
| | UNIDADE : | Reator R-1 | | | Pág. | 1 | de 1 | | |
| R e v | RECIPIENTES VERTICAIS | | | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | R-1 | | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | Reator tubular de leito fixo | | | | | | | |
| 4 | CONDIÇÕES | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | TEMPERATURA (°C) | | | | | |
| 5 | POSIÇÃO (1) | Entrada | Saída | Entrada | Saída | | | | |
| 6 | DE OPERAÇÃO NORMAL | 2 | 2 | 450 | 450 | | | | |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO | 39,8 | 39,8 | 480 | 480 | | | | |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | - | - | - | - | | | | |
| 9 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | - | - | - | - | | | | |
| 10 | À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | - | - | - | - | | | | |
| 11 | DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO | - | - | - | - | | | | |
| 12 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | ESQUEMA | | | | | |
| 13 | FLUÍDO | | | | | | | | |
| 14 | COMPOSTOS CORROSIVOS | | | | | | | | |
| 15 | TEOR (% / ppm p) | | | | | | | | |
| 16 | DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) | | | | | | | | |
| 17 | DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³) | | | | | | | | |
| 18 | NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm) | | | | | | | | |
| 19 | MATERIAL | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | Material | Sub. Corrosão |
| 21 | Envolvente | Aço inoxidável | 6 | | | - | | | |
| 22 | Fundo | Aço inoxidável | 6 | | | - | | | |
| 23 | Internos | Aço inoxidável | 6 | | | - | | | |
| 24 | Pratos | - | 6 | | | - | | | |
| 25 | Isolamento | | | | | | - | | |
| 26 | CONEXÕES | | | | | | | | |
| 27 | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | Serviço | | | | |
| 28 | A | 1 | - | - | Saída de produtos | | | | |
| 29 | B | 1 | - | - | Válvula de segurança | | | | |
| 30 | C | 1 | - | - | Medidores de temperatura | | | | |
| 31 | D | 1 | - | - | Entrada de vapor superaquecido | | | | |
| 32 | E | 1 | - | - | Medidor superior de pressão | | | | |
| 33 | F | 1 | - | - | Medidor inferior de pressão | | | | |
| 34 | G | 1 | - | - | Saída de vapor superaquecido | | | | |
| 35 | H | 1 | - | - | Entrada de reagente | | | | |
| 36 | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados... | | | | |
| 51 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 52 | (1) | A reação que ocorre é endotérmica e necessário fonte externa de calor para manter o reator isoterma. Isto é feito pelo vapor superaquecido. | | | | | | | |
| 53 | (2) | A diferença de pressão entre a de operação e de desenho se dá pelo vapor superaquecido ser de alta pressão. | | | | | | | |
| 54 | (3) | A carga tem 1,35 m de diâmetro e 5,37 m de comprimento. | | | | | | | |
| 55 | (4) | O consumo de vapor superaquecido é de 5444,08 kg/h | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

5.3 Vasos Horizontais

| | | | | | | | | | |
|----|---|---|--------------------------------|---------------|------------------|---------|--------|---------------------------|---------------------------|
| | PROJETO | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | EQUIPAMENTO n | L-1 | | | |
| | UNIDADE: | | | | Pág. | 1 | de 1 | | |
| R | RECIPIENTES HORIZONTAIS | | | | | | | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| v | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | L-1 | | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | Pulmão de Sec-Butanol | | | | | | | |
| 4 | CONDIÇÕES | | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | TEMPERATURA (°C) | | | | |
| 5 | DE OPERAÇÃO NORMAL | | 1,02 | | 24 | | | | |
| 6 | DE PROJETO MECÂNICO | | 3,5 | | 80 | | | | |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | | | |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | | | |
| 9 | A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | | | |
| 10 | DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO | | | | | | | | |
| 11 | ESQUEMA | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | |
| 31 | Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados... | | | | | | | | |
| 32 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | | CONEXÕES | | | | |
| 33 | FLUÍDO | Orgânico | | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | SERVIÇO | |
| 34 | COMP. CORROSIVOS | Não | | A | - | - | - | Alimentação | |
| 35 | TEOR (% / ppm p) | - | | B | - | - | - | Válvula de Segurança | |
| 36 | DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) | 794,39 | | C | - | - | - | Venteio | |
| 37 | DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³) | - | | D | - | - | - | Boca de Inspeção | |
| 38 | NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm) | - | | E | - | - | - | Medidor de Nível Superior | |
| 39 | MATERIAL | | | | F | - | - | - | Medidor de Nível Inferior |
| 40 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | G | - | - | - | Válvula de Saída |
| 41 | Envolvente | Aço-carbono | 3 mm | | H | - | - | - | Purga |
| 42 | Fundos | Aço-carbono | 3 mm | | | | | | |
| 43 | Internos | Aço-carbono | 3 mm | | | | | | |
| 44 | Isolamento | Não | | | | | | | |
| 45 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|---------------|---------------|------------------|---------|--------|
| | PROJETO | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | EQUIPAMENTO n° | L-2 | |
| | UNIDADE: | | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | RECIPIENTES HORIZONTAIS | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | L-2 | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | Pulmão de Água | | | | | |
| 4 | CONDIÇÕES | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | | TEMPERATURA (°C) | | |
| 5 | DE OPERAÇÃO NORMAL | 1,02 | | | 24 | | |
| 6 | DE PROJETO MECÂNICO | 3,5 | | | 80 | | |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | |
| 9 | A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | |
| 10 | DE LIMPEZA COM VAPORES/INERTIZADO | | | | | | |
| 11 | ESQUEMA | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |
| 31 | Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados... | | | | | | |
| 32 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | | CONEXÕES | | |
| 33 | FLUÍDO | Água | | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE |
| 34 | COMP. CORROSIVOS | Não | | A | - | - | - |
| 35 | TEOR (% / ppm p) | - | | B | - | - | - |
| 36 | DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) | 994,92 | | C | - | - | - |
| 37 | DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³) | - | | D | - | - | - |
| 38 | NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm) | - | | E | - | - | - |
| 39 | MATERIAL | | | F | - | - | - |
| 40 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | G | - | - |
| 41 | Envolvente | Aço-carbono | 3 mm | | H | - | - |
| 42 | Fundos | Aço-carbono | 3 mm | | | | |
| 43 | Internos | Aço-carbono | 3 mm | | | | |
| 44 | Isolamento | Não | | | | | |
| 45 | NOTAS: | | | | | | |
| 46 | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|----|---|---|---------------|------------------|-----------------|--------|---------------------------|
| | PROJETO | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | EQUIPAMENTO n° | L-3 | |
| | UNIDADE: | | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R | RECIPIENTES HORIZONTAIS | | | | | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| v | | | | | | | |
| 1 | EQUIPAMENTO Nº | L-3 | | | | | |
| 2 | SERVIÇO | Pulmão de 1,1,2-Tricloroetano | | | | | |
| 3 | CONDIÇÕES | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | TEMPERATURA (°C) | | | |
| 4 | DE OPERAÇÃO NORMAL | 1,02 | | 24 | | | |
| 5 | DE PROJETO MECÂNICO | 3,5 | | 80 | | | |
| 6 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | |
| 8 | A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | |
| 9 | DE LIMPEZA COM VAPORES/INERTIZADO | | | | | | |
| 10 | ESQUEMA | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |
| 31 | Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados... | | | | | | |
| 32 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | | CONEXÕES | | |
| 33 | FLUÍDO | Orgânico | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | SERVIÇO |
| 34 | COMP. CORROSIVOS | Não | A | - | - | - | Alimentação |
| 35 | TEOR (% / ppm p) | - | B | - | - | - | Válvula de Segurança |
| 36 | DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) | 1399,48 | C | - | - | - | Venteio |
| 37 | DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³) | - | D | - | - | - | Boca de Inspeção |
| 38 | NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm) | - | E | - | - | - | Medidor de Nível Superior |
| 39 | MATERIAL | | | F | - | - | Medidor de Nível Inferior |
| 40 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | G | - | Válvula de Saída |
| 41 | Envolvente | Aço-carbono | 3 mm | | H | - | Purga |
| 42 | Fundos | Aço-carbono | 3 mm | | | | |
| 43 | Internos | Aço-carbono | 3 mm | | | | |
| 44 | Isolamento | Não | | | | | |
| 45 | NOTAS: | | | | | | |
| 46 | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|---------------|---------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| | PROJETO | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | EQUIPAMENTO n° | L-4 | |
| | UNIDADE: | | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | RECIPIENTES HORIZONTAIS | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | L-4 | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | Pulmão de Coluna de Destilação C-4 | | | | | |
| 4 | CONDIÇÕES | | | | PRESSÃO (kg/cm ² g) | TEMPERATURA (°C) | |
| 5 | DE OPERAÇÃO NORMAL | | | | 1,25 | 83,71 | |
| 6 | DE PROJETO MECÂNICO | | | | 3,5 | 113,71 | |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | |
| 9 | A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | |
| 10 | DE LIMPEZA COM VAPORES/INERTIZADO | | | | | | |
| 11 | ESQUEMA | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |
| 31 | Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados... | | | | | | |
| 32 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | | CONEXÕES | | |
| 33 | FLUÍDO | Orgânico | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | SERVIÇO |
| 34 | COMP. CORROSIVOS | Não | A | - | - | - | Alimentação |
| 35 | TEOR (% / ppm p) | - | B | - | - | - | Válvula de Segurança |
| 36 | DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) | 735,04 | C | - | - | - | Venteio |
| 37 | DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³) | - | D | - | - | - | Boca de Inspeção |
| 38 | NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm) | - | E | - | - | - | Medidor de Nível Superior |
| 39 | MATERIAL | | | F | - | - | Medidor de Nível Inferior |
| 40 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | G | - | Válvula de Saída |
| 41 | Envolvente | Aço-carbono | 3 mm | | H | - | Purga |
| 42 | Fundos | Aço-carbono | 3 mm | | | | |
| 43 | Internos | Aço-carbono | 3 mm | | | | |
| 44 | Isolamento | Não | | | | | |
| 45 | NOTAS: | | | | | | |
| 46 | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|---------------|---------------|------------------|--------|---------------------------|
| | PROJETO | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | EQUIPAMENTO n° | L-5 | |
| | UNIDADE: | | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | RECIPIENTES HORIZONTAIS | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | L-5 | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | Pulmão de Coluna de Destilação C-5 | | | | | |
| 4 | CONDIÇÕES | PRESSÃO (kg/cm ² g) | | | TEMPERATURA (°C) | | |
| 5 | DE OPERAÇÃO NORMAL | 1 | | | 78,81 | | |
| 6 | DE PROJETO MECÂNICO | 3,5 | | | 108,81 | | |
| 7 | DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.) | | | | | | |
| 8 | DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO | | | | | | |
| 9 | A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc) | | | | | | |
| 10 | DE LIMPEZA COM VAPORES/INERTIZADO | | | | | | |
| 11 | ESQUEMA | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |
| 31 | Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados... | | | | | | |
| 32 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | | CONEXÕES | | |
| 33 | FLUÍDO | Orgânico | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | SERVIÇO |
| 34 | COMP. CORROSIVOS | Não | A | - | - | - | Alimentação |
| 35 | TEOR (% / ppm p) | - | B | - | - | - | Válvula de Segurança |
| 36 | DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) | 734,97 | C | - | - | - | Venteio |
| 37 | DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³) | - | D | - | - | - | Boca de Inspeção |
| 38 | NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm) | - | E | - | - | - | Medidor de Nível Superior |
| 39 | MATERIAL | | | F | - | - | Medidor de Nível Inferior |
| 40 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | G | - | Válvula de Saída |
| 41 | Envolvente | Aço-carbono | 3 mm | | H | - | Purga |
| 42 | Fundos | Aço-carbono | 3 mm | | | | |
| 43 | Internos | Aço-carbono | 3 mm | | | | |
| 44 | Isolamento | Não | | | | | |
| 45 | NOTAS: | | | | | | |
| 46 | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

5.4 Tanques de Armazenamento

| | | | | | | | | | | |
|----|--|---|---------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | PROJETO : | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | | EQUIPAMENTO n° | A1 | | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 1 | de | 1 | |
| R | | TANQUES | | | | | | | | |
| 1 | | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | A1 | | | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | Tanque de Armazenamento de Matéria-Prima | | | | | | | | |
| 4 | | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | CARACTERÍSTICAS DO TANQUE | | | VENTILAÇÃO | | |
| 5 | COMP. CORROSIVOS ID | - | - | TIPO DE TANQUE | Vertical | | GÁS DE BLANKETING | | - | |
| 6 | COMP. CORROSIVOS | % p | - | TIPO DE TETO | Flutuante | | VAZÃO ENT. MÁX. | m³/h | - | |
| 7 | SÓLIDOS SUSPENSÃO | % p | - | Capacidade total | m³ | 541 | VAZÃO SAL. MÁX. | m³/h | - | |
| 8 | TEMP. ARMAZENAGEM | °C | 24 | Capacidade útil | m³ | 270,5 | ACESSÓRIOS | | | |
| 9 | DENSIDADE LÍQUIDO @ T | kg/m³ | 804,29 | altura | m | - | AGITAÇÃO | sim / não | Não | |
| 10 | VISCOSIDADE @ T | cSt | 3,96 | ALTURA | m | 8,83 | SERPENTINA | sim / não | Não | |
| 11 | TEMP. MÁX. ARM., Tmáx. | °C | 90 | MÁX. NÍVEL | m | 7,06 | AQUECIMENTO | | | |
| 12 | PRES. VAPOR @ Tmáx. | kg/cm² a | - | MIN. NÍVEL | m | 1,77 | DUTY | Gcal/h | - | |
| 13 | PONTO DE FULGOR | °C | 23,9 | PRESSÃO DESENHO | kg/cm² g | 3,5 | PRESSÃO DE DESENHO | kg/cm² g | - | |
| 14 | PONTO FLUIDEZ | °C | - | TEMPERAT. DESENHO | °C | 80 | TEMPERAT. DESENHO | °C | - | |
| 15 | | CLASSIFICAÇÃO DO FLUÍDO SEGUNDO REGULAMENTO | | | | | | | | |
| 16 | | TANQUE A ATMOSFÉRICO | | | TANQUE A PRESSÃO | | | RECIPIENTE A PRESSÃO / ESFERA | | |
| 17 | | API 650 | | | API 620 | | | ASME VIII / API 2510 / API 2350 | | |
| 18 | | Pres. Vapor @ Tmáx (kg/cm² a) < 1 | | | 1<Pres. Vapor @ Tmáx (kg/cm² a)<2 | | | Pvap. @ 15°C (kg/cm² a) > 2 | | |
| 19 | | Pvap @ Tmáx: 0 < T. Fijo < 0.05 < T. Flotante < 1 | | | Techo fijo | | | Recipiente / Esfera | | |
| 20 | B1 <input checked="" type="checkbox"/> | Pto. fulgor < 38 °C | | | B1 <input type="checkbox"/> | Pto. fulgor < 38 °C | | | A1 <input type="checkbox"/> | Temp. Armazen. < 0°C |
| 21 | B2 <input type="checkbox"/> | 38°C < Pto. fulgor < 55 °C | | | B2 <input type="checkbox"/> | 38°C < Pto. fulgor < 55 °C | | | A2 <input type="checkbox"/> | Temp. Armazen. > 0°C |
| 22 | C <input type="checkbox"/> | 55°C < Pto. fulgor < 100 °C | | | | | | | | |
| 23 | D <input type="checkbox"/> | Pto. fulgor > 100 °C | | | | | | | | |
| 24 | | ESQUEMA | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | |
| 43 | | MATERIAL | | | | CONEXÕES | | | | |
| 44 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | SERVIÇO | |
| 45 | | Envolv./ fundos | Aço-Carbono | 3 mm | | | | | Medidor de Nível Superior | |
| 46 | | Teto | Aço-Carbono | 3 mm | A | - | - | - | Saída de Matéria-Prima | |
| 47 | | Internos | Aço-Carbono | 3 mm | B | - | - | - | Medidor de Nível Inferior | |
| 48 | | Isolamento | Não | | C | - | - | - | Purga | |
| 49 | | NOTAS : | | | D | - | - | - | Entrada de Matéria-Prima | |
| 50 | | | | | E | - | - | - | | |
| 51 | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|--|---|---------------|----------------------------------|------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------|
| | PROJETO : | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | | EQUIPAMENTO n° | A2 | | |
| | UNIDADE : | | | | | Pág. | 1 | de | 1 |
| R e v | TANQUES | | | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | A2 | | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | Tanque de Armazenamento de Produto Final | | | | | | | |
| 4 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO | | | CARACTERÍSTICAS DO TANQUE | | | VENTILAÇÃO | | |
| 5 | COMP. CORROSIVOS ID | Não | | TIPO DE TANQUE | Vertical | | GÁS DE BLANKETING | - | |
| 6 | COMP. CORROSIVOS | % p | - | TIPO DE TETO | Flutuante | | VAZÃO ENT. MÁX. | m³/h | - |
| 7 | SÓLIDOS SUSPENSÃO | % p | - | Capacidade total | m³ | 75,36 | VAZÃO SAL. MÁX. | m³/h | - |
| 8 | TEMP. ARMAZENAGEM | °C | 30 | Capacidade útil | m³ | 37,68 | ACESSÓRIOS | | |
| 9 | DENSIDADE LÍQUIDO @ T | kg/m³ | 795,42 | alla | m | - | AGITAÇÃO | sim / não | Não |
| 10 | VISCOSIDADE @ T | cSt | 0,47 | ALTURA | m | 4,58 | SERPENTINA | sim / não | Não |
| 11 | TEMP. MÁX. ARM., Tmáx. | °C | 70 | MÁX. NÍVEL | m | 3,66 | AQUECIMENTO | | |
| 12 | PRES. VAPOR @Tmáx. | kg/cm² a | - | MIN. NÍVEL | m | 0,92 | DUTY | Gcal/h | - |
| 13 | PONTO DE FULGOR | °C | -5,5 | PRESSÃO DE DESENHO | kg/cm² g | 3,5 | PRESSÃO DE DESENHO | kg/cm² g | - |
| 14 | PONTO FLUIDEZ | °C | - | TEMPERAT. DESENHO | °C | 80 | TEMPERAT. DESENHO | °C | - |
| 15 | CLASSIFICAÇÃO DO FLUÍDO SEGUNDO REGULAMENTO | | | | | | | | |
| 16 | TANQUE A T.M.S.FÉRICO | | | TANQUE A PRESSÃO | | | RECIPIENTE A PRESSÃO / ESFERA | | |
| 17 | API 650 | | | API 620 | | | ASME VIII / API 2510 / API 2350 | | |
| 18 | Pres. Vapor @ Tmax (kg/cm² a) < 1 | | | 1<Pres. Vapor @Tmáx (kg/cm² a)<2 | | | Pvap. @15°C (kg/cm² a) > 2 | | |
| 19 | Pvap @Tmáx: 0 <T. Fijo<0.05<T. Flotante < 1 | | | Techo fijo | | | Recipiente / Esfera | | |
| 20 | B1 <input checked="" type="checkbox"/> | Pto. fulgor < 38 °C | | B1 <input type="checkbox"/> | Pto. fulgor < 38 °C | | A1 <input type="checkbox"/> | Temp. Armazen. < 0°C | |
| 21 | B2 <input type="checkbox"/> | 38°C<Pto. fulgor<55 °C | | B2 <input type="checkbox"/> | 38°C<Pto. fulgor<55 °C | | A2 <input type="checkbox"/> | Temp. Armazen. > 0°C | |
| 22 | C <input type="checkbox"/> | 55°C<Pto. fulgor<100 °C | | | | | | | |
| 23 | D <input type="checkbox"/> | Pto. fulgor > 100 °C | | | | | | | |
| 24 | ESQUEMA | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | MATERIAL | | | | CONEXÕES | | | | |
| 44 | | Material | Sob. Corrosão | Trat. Térmico | SIGLA | Nº | DIA (") | FLANGE | SERVIÇO |
| 45 | Envolv./ fundos | Aço-Carbono | 3 mm | | A | - | - | - | Medidor de Nível Superior |
| 46 | Teto | Aço-Carbono | 3 mm | | B | - | - | - | Saída de Produto Final |
| 47 | Internos | Aço-Carbono | 3 mm | | C | - | - | - | Medidor de Nível Inferior |
| 48 | Isolamento | Não | | | D | - | - | - | Purga |
| 49 | NOTAS : | | | | E | - | - | - | Entrada de Produto Final |
| 50 | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

5.5 Trocadores de Calor

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------|-------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | E-01 | |
| | UNIDADE : | Sistema de pré aquecimento | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | E-01 | | | | | |
| 3 | CASO DE DESENHO | Planta de produção de metil-etil-cetona | | | | | |
| 4 | SERVIÇO | Pré-aquecedor | | | | | |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Tubo duplo | | TIPO TEMA | | | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | | Circulação (Termostif., forçada) | | Forçada | |
| 7 | NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS | 1 | | Em série / paralelo | | | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | | TUBOS | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | | 0 | | 0 | |
| 11 | NATUREZA | Alimento | | | Vapor a baixa pressão | | |
| 12 | | Entrada | | Saída | | Entrada | Saída |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1464,06 | 1464,06 | 193,50 | 193,50 | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO | kg/h | 0 | 0 | 193,50 | 0 | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0 | 0 | 193,50 | 0 | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 1464,06 | 1464,06 | 0 | 193,50 | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 0 | 0 | 0 | 193,50 | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 1464,06 | 1464,06 | 0 | 0 | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (úmida) | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/kmol | | | | 18,02 | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | | | | 4,53 | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | | | | 0,02 | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | | | 0,04 | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | | | 1,63 | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para org.) | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | 794,34 | 719,27 | | 887,13 | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | 2,76 | 0,51 | | 0,15 | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 0,11 | 0,10 | | 0,55 | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 0,76 | 0,81 | | 0,51 | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | 21,99 | 14,83 | | 29,46 | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 34 | 100 | | 218 | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | | 2,5 | | 7,0 | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | | 0,7 | | 0,7 | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² h°C / kcal | | 2,00E-04 | | 1,30E-03 | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | | 0,08 | | -0,08 | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | Temperatura | Pressão | Temperatura | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 44 | À MÍNIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS E LIMITAÇÕES NO PROJETO TÉRMICO | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESSURA (BWG) | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | | 1" △ | |
| 51 | VEL. MÁX./MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | VEL. MÁX./MÍN. PERM. CASCO (m/s) | | | | |
| 52 | NOTAS : | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------------|---|---|----------------------------------|-------------|----------------|-------------|------|--|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | E-02 | | |
| | UNIDADE : | Sistema de pré aquecimento | | | Pág. | 1 | de 1 | |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | E-02 | | | | | | |
| 3 | CASO DE DESENHO | Planta de produção de metil-etil-cetona | | | | | | |
| 4 | SERVIÇO | Vaporizador | | | | | | |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Casco-tubo | TIPO TEMA | | | AEP | | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | Circulação (Termosif., forçada) | | | Termosifão | | |
| 7 | NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS | 1 | Em série / paralelo | | | | | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | TUBOS | | | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 11 | NATUREZA | Alimento | | | Reação | | | |
| 12 | | | Entrada | Saída | Entrada | Saída | | |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR UMIDO | kg/h | 0 | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 1464,06 | 1464,06 | 1464,06 | | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 1464,06 | 0 | 0 | 0 | | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 1464,06 | 0 | 0 | 0 | | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida) | | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/mol | | 74,13 | 39,37 | 39,37 | | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | | 6,38 | 1,77 | 2,51 | | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | | 0,01 | 0,02 | 0,01 | | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | 0,03 | 0,10 | 0,06 | | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | 0,51 | 0,68 | 0,55 | | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.) | | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | 719,27 | | | | | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | 0,51 | | | | | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 0,10 | | | | | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 0,81 | | | | | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | 14,83 | | | | | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 100 | 157 | 450 | 196 | | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | | 1,97 | | 1,72 | | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | | 0,7 | | 0,7 | | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² h°C / kcal | | 2,00E-04 | | 2,00E-04 | | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | | 0,23 | | -0,23 | | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | Temperatura | Pressão | Temperatura | | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | | |
| 44 | À MINIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1) | | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESSURA (BWG) | | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | 1" | △ | | |
| 51 | VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s) | | | | | |
| 52 | NOTAS : | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|--|---|-----------------------------------|-------------|----------------------|-------------|------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | E-03 | |
| | UNIDADE : | Sistema de pré aquecimento | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | E-03 | | | | | |
| 3 | CASO DE DESENHO | Planta de produção de metil-etil-cetona | | | | | |
| 4 | SERVIÇO | Super aquecedor | | | | | |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Casco-tubo | TIPO TEMA | | | BEM | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | Circulação (Termosif., forçada) | | | Termosifão | |
| 7 | NUMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS | 1 | Em série / paralelo | | | | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | | TUBOS | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 11 | NATUREZA | Alimento | | | Vapor a alta pressão | | |
| 12 | | Entrada | Saída | Entrada | Saída | | |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1464,06 | 1464,06 | 5444,08 | 5444,08 | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR UMIDO | kg/h | 1464,06 | 1464,06 | 5444,08 | 5444,08 | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2...) | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0 | 0 | 5444,08 | 5444,08 | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 1464,06 | 1464,06 | 0 | 0 | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida) | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/kmol | 74,13 | 74,13 | 18,02 | 18,02 | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | 6,78 | 3,79 | 12,21 | 14,02 | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 0,52 | 0,67 | 0,53 | 0,55 | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.) | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | | | | | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | | | | | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | | | | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | | | | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | | | | | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 160 | 446 | 460 | 375 | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | 2,1 | | 39,4 | | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | 0,7 | | 0,7 | | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² hPC / kcal | 2,00E-04 | | 1,30E-03 | | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | 0,25 | | -0,25 | | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | Temperatura | Pressão | Temperatura | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 44 | À MÍNIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1) | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESSURA (BWG) | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | | 1" △ | |
| 51 | VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s) | | | | |
| 52 | NOTAS : | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|-----------------------------------|-------------|----------------|-------------|----|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | E-04 | |
| | UNIDADE : | | Pág. | 1 | de | 1 | |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | E-04 | | | | | |
| 3 | CASO DE DESENHO | Planta de produção de metil-etil-cetona | | | | | |
| 4 | SERVIÇO | Refrigerador | | | | | |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Casco-tubo | TIPO TEMA | | | AES | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | Circulação (Termosif., forçada) | | | Termosifio | |
| 7 | NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS | 2 | Em série / paralelo | | | Série | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | | TUBOS | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | NATUREZA | Água de refrigeração | | | Reação | | |
| 12 | | Entrada | Salida | Entrada | Salida | | |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 13279,70 | 13279,70 | 11407,67 | 11407,67 | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR UMIDO | kg/h | 0 | 0 | 11407,67 | 0 | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 11407,67 | 0 | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 13279,70 | 13279,70 | 0 | 11407,67 | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 13279,70 | 13279,70 | 0 | 0 | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 0 | 11407,67 | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida) | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/kmol | | | 39,37 | | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | | | 2,44 | | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | | | 0,01 | | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | | 0,06 | | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | | 21,47 | | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.) | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | 994,92 | 974,10 | | 795,17 | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | 0,93 | 0,61 | | 0,45 | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 1 | 1 | | 0,12 | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 0,96 | 0,97 | | 0,58 | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | 72,87 | 68,73 | | 23,21 | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 24 | 45 | 196 | 31 | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | | 1,1 | | 1,5 | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | | 0,3026 | | 0,1559 | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² hPC / kcal | | 2,73E-04 | | 2,73E-04 | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | | 0,27 | | -0,27 | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | Temperatura | Pressão | Temperatura | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 44 | À MÍNIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1) | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESURA (BWG) | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | | | 1" |
| 51 | VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s) | | | | △ |
| 52 | NOTAS : | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|-----------------------------------|---------------------------------|----------------|-------------|------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | E-05 | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | E-05 | | | | | |
| 3 | CASO DE DESENHO | Planta de produção de metil-etil-cetona | | | | | |
| 4 | SERVIÇO | Pré-aquecedor | | | | | |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Tubo duplo | | TIPO TEMA | | | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | | Circulação (Termosif., forçada) | | Forçada | |
| 7 | NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS | 1 | | Em série / paralelo | | | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | | TUBOS | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | | | 0 | | |
| 11 | NATUREZA | Fluido de processo | | | TCE | | |
| 12 | | Entrada | | Saída | | Entrada | |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 314,46 | 314,46 | 250,98 | 250,98 | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR UMIDO | kg/h | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 314,46 | 314,46 | 250,98 | 250,98 | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 2,20 | 2,20 | 1,43 | 1,43 | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 312,26 | 312,26 | 249,55 | 249,55 | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida) | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/kmol | | | | | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | | | | | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | | | | | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | | | | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | | | | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.) | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | 1199,84 | 1083,74 | 1364,81 | 719,27 | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | 0,72 | 0,31 | 0,27 | | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 3344,00 | 0,46 | 0,41 | 0,78 | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | 31,57 | 21,66 | 19,68 | 33,54 | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 27 | 102 | 141 | 35 | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | 1,2 | | 1,3 | | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | 0,1 | | 0,1 | | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² hPC / kcal | 2,33E-04 | | 2,33E-04 | | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | 0,0094 | | -0,0094 | | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | Temperatura | Pressão | Temperatura | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 44 | À MÍNIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1) | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESSURA (BWG) | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | 1" | △ | |
| 51 | VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s) | | | | |
| 52 | NOTAS : | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|--|---|--------------------------------|---------------------------------|----------------|-------------|---|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | E-06 | |
| | UNIDADE : | Coluna de destilação | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO N° | | | | | | E-06 |
| 3 | CASO DE DESENHO | | | | | | Planta de produção de metil-etil-cetona |
| 4 | SERVIÇO | | | | | | Condensador |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Casco-tubo | | TIPO TEMA | | AES | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | | Circulação (Termosif., forçada) | | Termosifão | |
| 7 | NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS | 1 | | Em série / paralelo | | | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | | TUBOS | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | | 0 | | 0 | 0 |
| 11 | NATUREZA | Água de refrigeração | | | MEK | | |
| 12 | | Entrada | | Saída | | Entrada | Saída |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1339,37 | 1339,37 | 254,62 | 63,65 | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR UMIDO | kg/h | 0 | 0 | 254,62 | 0 | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0 | 0 | 7,51 | 0 | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 247,11 | 0 | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 1339,37 | 1339,37 | 0 | 63,65 | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 1339,37 | 1339,37 | 0 | 0,78 | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 0 | 62,87 | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida) | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/kmol | | | | | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | | | 4,07 | | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | | | 0,32 | | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | | 0,10 | | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | | 0,46 | | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.) | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | 994,92 | 974,10 | | 737,75 | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | 0,93 | 0,61 | | 0,31 | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 1 | 1 | | 0,11 | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 0,96 | 0,97 | | 0,55 | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | 72,87 | 68,73 | | 19,52 | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 24 | 45 | 93 | 84 | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | 3,10 | | 0,598 | | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | 0,1 | | 0,7 | | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² hPC / kcal | 2,35E-04 | | 1,50E-04 | | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | 0,03 | | -0,03 | | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | Temperatura | Pressão | Temperatura | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 44 | À MÍNIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1) | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESURA (BWG) | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | | | |
| 51 | VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | 1" | | △ | | |
| 52 | NOTAS : | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|--|---|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | E-07 | |
| | UNIDADE : | Coluna de destilação | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | E-07 | | | | | |
| 3 | CASO DE DESENHO | Planta de produção de metil-etil-cetona | | | | | |
| 4 | SERVIÇO | Refervedor | | | | | |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Casco-tubo | TIPO TEMA | | AKT | | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | Circulação (Termosif., forçada) | | Termosifão | | |
| 7 | NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS | 1 | Em série / paralelo | | | | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | | TUBOS | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 11 | NATUREZA | TCE | | | Vapor a baixa pressão | | |
| 12 | | Entrada | Salida | Entrada | Salida | | |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 725,29 | 250,82 | 69,60 | 69,60 | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR UMIDO | kg/h | 0 | 0 | 69,60 | 0 | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0 | 0 | 69,60 | 0 | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 725,29 | 250,82 | 0 | 69,60 | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 1,63 | 1,43 | 0 | 69,60 | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 723,66 | 249,39 | 0 | 0 | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida) | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/kmol | | | 18,02 | | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | | | 4,53 | | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | | | 0,02 | | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | | 0,04 | | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | | 1,63 | | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.) | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | 1089,64 | 1183,93 | | 887,130 | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | 0,291118 | 0,23316 | | 0,146 | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 0,100264 | 0,09 | | 0,552 | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 0,45837 | 0,385725 | | 0,511 | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | 22,1548 | 19,3741 | | 29,455 | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 136 | 141 | 218 | 218 | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | 1,24 | | 7,00 | | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | 0,70 | | 0,07 | | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² h°C / kcal | 1,50E-04 | | 1,30E-03 | | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | 0,03 | | -0,03 | | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | Temperatura | Pressão | Temperatura | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 44 | À MÍNIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1) | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESSURA (BWG) | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | 1" | △ | |
| 51 | VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s) | | | | |
| 52 | NOTAS : | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|--|---|-----------------------------------|---------------------------------|----------------|------------|------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona | | | EQUIPAMENTO nº | E-08 | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | E-08 | | | | | |
| 3 | CASO DE DESENHO | Planta de produção de metil-etil-cetona (MEK) | | | | | |
| 4 | SERVIÇO | Pré-aquecedor | | | | | |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Tubo duplo | | TIPO TEMA | | | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | | Circulação (Termosif., forçada) | | Termosifão | |
| 7 | NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS | 1 | | Em série / paralelo | | | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | | TUBOS | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | | 0 | | 0 | |
| 11 | NATUREZA | Fluido de processo | | | MEK | | |
| 12 | | Entrada | | Saída | | Entrada | |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1416,43 | 1416,43 | 1249,36 | 1249,00 | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR UMIDO | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 1416,43 | 1416,43 | 1249,36 | 1249,36 | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 1416,07 | 1416,07 | 1249,00 | 1249,00 | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida) | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/kmol | | | | | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | | | | | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | | | | | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | | | | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | | | | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.) | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | 798,55 | 747,82 | 734,79 | 795,42 | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | 0,47 | 0,27 | 0,23 | 0,38 | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 0,52 | 0,55 | 0,54 | 0,50 | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | 23,61 | 18,52 | 17,46 | 14,83 | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 28 | 70 | 79 | 30 | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | 1,00226 | | 1,0062 | | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | 0,004 | | 0,004 | | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² hPC / kcal | 2,33E-04 | | 2,33E-04 | | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | 0,03 | | -0,03 | | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | | Temperatura | | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 44 | À MÍNIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1) | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESURA (BWG) | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | 1" | △ | |
| 51 | VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s) | | | | |
| 52 | NOTAS : | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|--|---|---------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona | | | EQUIPAMENTO nº | E-09 | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO N° | E-10 | | | | | |
| 3 | CASO DE DESENHO | Planta de produção de metil-etil-cetona (MEK) | | | | | |
| 4 | SERVIÇO | Refervedor | | | | | |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Casco-tubo | TIPO TEMA | AKT | | | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | Circulação (Termosif., forçada) | Termosifão | | | |
| 7 | NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS | 1 | Em série / paralelo | | | | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | | TUBOS | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 11 | NATUREZA | Sec-butanol | | | Vapor a baixa pressão | | |
| 12 | | Entrada | Salida | Entrada | Salida | | |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 1416,42 | 167,06 | 3946 | 3946 | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR UMIDO | kg/h | 0 | 0 | 3946 | 3946 | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0 | 0 | 3946 | 3946 | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 1416,42 | 167,06 | 0 | 0 | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 0,36 | 0,00 | 0 | 0 | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 1416,06 | 167,06 | 0 | 0 | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida) | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/kmol | | | 18,02 | | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | | | 4,53 | | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | | | 0,02 | | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | | 0,04 | | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | | 1,63 | | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.) | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | 747,81 | 707,12 | 887,13 | | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | 0,27 | 0,26 | 0,15 | | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 0,11 | 0,10 | 0,55 | | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 0,55 | 0,78 | 0,51 | | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | 18,52 | 13,74 | 29,46 | | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 115 | 116 | 218 | 218 | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | | 0,996 | 7,00 | | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | | 0,005 | 0,07 | | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² hPC / kcal | | 2,73E-04 | 1,30E-03 | | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | | 0,46 | -0,46 | | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | Temperatura | Pressão | Temperatura | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 44 | À MÍNIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1) | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESURA (BWG) | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | | | |
| 51 | VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | | | 1" | △ | |
| 52 | NOTAS : | | | | | | |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------|--|---|---------------------------------|-------------|----------------|-------------|------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona | | | EQUIPAMENTO nº | E-10 | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. | 1 | de 1 |
| R e v | TROCADORES DE CALOR | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº | E-09 | | | | | |
| 3 | CASO DE DESENHO | Planta de produção de metil-etil-cetona (MEK) | | | | | |
| 4 | SERVIÇO | Condensador | | | | | |
| 5 | TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo) | Casco-tubo | TIPO TEMA | | | AES | |
| 6 | DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.) | Horizontal | Circulação (Termosif., forçada) | | | Termosifão | |
| 7 | NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS | 1 | Em série / paralelo | | | | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO | | | | | | |
| 9 | LADO | CASCO | | | TUBOS | | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 11 | NATUREZA | Água de refrigeração | | | MEK | | |
| 12 | | Entrada | Salida | Entrada | Salida | | |
| 13 | VAZÃO TOTAL | kg/h | 4139,34 | 4139,34 | 1416,43 | 1249,36 | |
| 14 | VAZÃO TOTAL DE VAPOR UMIDO | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 15 | INCONDENSÁVEIS (N2,...) | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18 | VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO | kg/h | 4139,34 | 4139,34 | 1416,43 | 1249,36 | |
| 19 | ÁGUA LIVRE | kg/h | 4139,34 | 4139,34 | 0,36 | 0,36 | |
| 20 | ORGÂNICOS | kg/h | 0 | 0 | 1416,07 | 1249,00 | |
| 21 | PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida) | | | | | | |
| 22 | Peso molecular | kg/kmol | | | | | |
| 23 | Densidade @P,T | Kg/m ³ | | | | | |
| 24 | Viscosidade @T | cP | | | | | |
| 25 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | | | | | |
| 26 | Calor específico @T | kcal/kg °C | | | | | |
| 27 | PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.) | | | | | | |
| 28 | Densidade @P,T | kg/m ³ | 994,92 | 974,10 | 747,82 | 734,97 | |
| 29 | Viscosidade @T | cSt | 0,93 | 0,61 | 0,27 | 0,23 | |
| 30 | Condutividade térmica @T | kcal/h m K | 0,52 | 0,54 | 0,11 | 0,11 | |
| 31 | Calor específico @T | kcal/kg °C | 0,96 | 0,97 | 0,55 | 0,54 | |
| 32 | Tensão superficial @P,T | dinas/cm | 72,87 | 68,73 | 18,52 | 17,48 | |
| 33 | TEMPERATURA | °C | 24 | 45 | 78 | 89 | |
| 34 | PRESSÃO DE ENTRADA | kg/cm ² g | 3,10 | | 0,343389 | | |
| 35 | PERDA DE CARGA PERMITIDA | kg/cm ² | 0,1 | | 0,8 | | |
| 36 | FATOR DE DEPOSIÇÃO | m ² hPC / kcal | 2,35E-04 | | 2,33E-04 | | |
| 37 | CALOR TROCADO | Gcal/h | 0,45 | | -0,45 | | |
| 38 | VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX. | % | | | | | |
| 39 | PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX. | kg/cm ² | | | | | |
| 40 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 41 | CONDIÇÕES DE... | | Pressão | Temperatura | Pressão | Temperatura | |
| 42 | PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 43 | PROJETO MECÂNICO A VAZIO | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 44 | À MÍNIMA TEMPERATURA | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 45 | | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 46 | FLUSHING OU STEAM OUT | kg/cm ² g ; °C | | | | | |
| 47 | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1) | | | | | | |
| 48 | MÁX. DIÂMETRO CASCO | 60" | MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t) | | | | |
| 49 | DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS | 0,75" | MÍNIMO ESPESURA (BWG) | | | | |
| 50 | COMPRIMENTO TUBOS (mm) | 6100 | PITCH / TIPO | | | | |
| 51 | VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s) | | 1" | | | | |
| 52 | NOTAS : | | | | | | △ |
| 53 | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

5.6 Bombas

| | | | |
|--|--|---|----------------|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-0 | |
| UNIDADE : Bomba B-0 | | Pág. 1 de 2 | |
| R | BOMBAS | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | | |
| 2 | CASO DE PROJETO | Planta de produção de metil-etil-cetona | |
| 3 | SERVIÇO | Transporte a L-2 | |
| 4 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | B-0 | |
| 5 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | 1 | 1 |
| 6 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | Centrífuga | |
| 7 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | Contínuo/Paralelo | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO MECÂNICO | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | Alimento | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | Não | Não |
| 11 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | Não | Não |
| 12 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C | - |
| 13 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C | - |
| 14 | TEMPERATURA DE BOMBEIO | °C | 33,87 |
| 15 | Densidade @T BOMBEIO | kg/m ³ | 794,34 |
| 16 | Viscosidade @T BOMBEIO | cSt | 2,76 |
| 17 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO | kg/cm ² a | 0,05 |
| 18 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | |
| 19 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m ³ /h | 1,77 |
| 20 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m ³ /h | 0,98 |
| 21 | VAZÃO NORMAL | m ³ /h | 1,61 |
| 22 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 6,37 |
| 23 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 1,26 |
| 24 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm ² | 5,11 |
| 25 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m | - |
| 26 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m | 15,78 |
| 27 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm ² | - |
| 28 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,38 |
| 29 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm ² g | 7 |
| 30 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas | 1,25 1,25 |
| 31 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | | - |
| 32 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | | - |
| 33 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | |
| 34 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C | 63,87 |
| 35 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 8,16 |
| 36 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico | Motor Elétrico |
| 37 | CONSUMO ELÉTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h | 0,61 0,61 |
| 38 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h | - - |
| 39 | NOTAS : | | |
| 40 | | | |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | | | |
| 49 | | | |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | | |
|-------------|--|---------------------------|-------------------------|
| | PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | EQUIPAMENTO nº B-0 | |
| | UNIDADE : Bomba B-0 | Pág. 2 de 2 | |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Transporte a L-2 | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | NATUREZA DO FLUÍDO | - | Alimento |
| 17 | T de BOMBEIO | °C | 33,87 |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 2,76 |
| 19 | Densidade @T | kg/m ³ | 794,34 |
| 20 | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor Q des |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - - |
| 23 | Vazão volumétrica | m ³ /h | 1,61 1,77 |
| 24 | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor Q des |
| 26 | P. recipiente | kg/cm ² g | - - |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm ² | - - |
| 28 | ΔP linha | kg/cm ² | - - |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm ² | - - |
| 30 | ΔP otros | kg/cm ² | - - |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,05 1,26 |
| 32 | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor Q des |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm ² a | 1,26 |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm ² a | 0,05 |
| 36 | Diferença | kg/cm ² | 1,25 |
| 37 | NPSHA | m | 15,78 |
| 38 | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor Q des |
| 40 | HHP | CV | - - |
| 41 | Eficiência bomba | % | - 45 |
| 42 | BHP | CV | - - |
| 43 | Motor | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - 90 |
| 45 | Eletricidade | kWh/h | - - |
| 46 | Turbina | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - - |
| 48 | Eficiência turbina | % | - - |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - - |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|--------------------|--|---------|---------|-------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm ² g ó kg/cm ² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 5,31 | - | - | 6,37 |

| P. Diferencial @ Q des | | Q des |
|------------------------|----------------------|-------------|
| P. IMPULSÃO | kg/cm ² g | 6,37 |
| P. ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,26 |
| P. Diferencial | kg/cm ² | 5,11 |
| Altura Diferencial | m | - |

| P. máx. ASPIRAÇÃO | | |
|-------------------------|----------------------|-------------|
| P. Recipiente (1) | kg/cm ² g | - |
| H (HHL-Center line) | kg/cm ² | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,38 |

| P. máx. IMPULSÃO | | |
|----------------------------|----------------------|-------------|
| P difer. máx. motor (2) | kg/cm ² g | - |
| P difer. máx. turbina (2) | kg/cm ² g | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | kg/cm ² g | 8,16 |

| | | | | | |
|------|----------|--|--|--|--|
| Rev. | Por | | | | |
| Data | Aprovado | | | | |

| | | | |
|--|--|---|-------------------------|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-1 | |
| UNIDADE : Bomba B-1 | | Pág. 1 de 2 | |
| R e v | BOMBAS | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| 2 | CASO DE PROJETO | Planta de produção de metil-etil-cetona | |
| 3 | SERVIÇO | Transporte a E-1 e E-2 | |
| 4 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | B-1 | |
| 5 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | 1 | 1 |
| 6 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | Centrífuga | |
| 7 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | Contínuo/Paralelo | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | Alimento | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | Não | Não |
| 11 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | Não | Não |
| 12 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C | - |
| 13 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C | - |
| 14 | TEMPERATURA DE BOMBEO | °C | 33,87 |
| 15 | Densidade @T BOMBEO | kg/m ³ | 794,34 |
| 16 | Viscosidade @T BOMBEO | cSt | 2,76 |
| 17 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO | kg/cm ² a | 0,05 |
| 18 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | | |
| 19 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m ³ /h | 2,03 |
| 20 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m ³ /h | 1,11 |
| 21 | VAZÃO NORMAL | m ³ /h | 1,84 |
| 22 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 7,43 |
| 23 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 1,46 |
| 24 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm ² | 5,96 |
| 25 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m | - |
| 26 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m | 17,85 |
| 27 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm ² | - |
| 28 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,61 |
| 29 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm ² g | 8,17 |
| 30 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas | 1,5 1,5 |
| 31 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | | - |
| 32 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | | - |
| 33 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | |
| 34 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C | 63,87 |
| 35 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 9,23 |
| 36 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | |
| 37 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico | Motor Elétrico |
| 38 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h | 0,81 0,81 |
| 39 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h | - - |
| 40 | NOTAS : | | |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | | | |
| 49 | | | |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | | |
|--|--|--|-------------------------|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol UNIDADE : Bomba B-1 | | EQUIPAMENTO n° B-1 Pág. 2 de 2 | |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Transporte a E-1 e E-2 | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | NATUREZA DO FLUÍDO | | Alimento |
| 17 | T de BOMBEIO | °C | 33,87 |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 2,76 |
| 19 | Densidade @T | kg/m³ | 794,34 |
| 20 | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor Q des |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - - |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h | 1,84 2,02 |
| 24 | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor Q des |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g | - - |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² | - - |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² | - - |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² | - - |
| 30 | ΔP outros | kg/cm² | - - |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,22 1,46 |
| 32 | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor Q des |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a | - 1,46 |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a | - 0,05 |
| 36 | Diferença | kg/cm² | - 5,91 |
| 37 | NPSHA | m | - 17,85 |
| 38 | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor Q des |
| 40 | HHP | CV | - - |
| 41 | Eficiência bomba | % | - 45 |
| 42 | BHP | CV | - - |
| 43 | Motor | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - 90 |
| 45 | Eletricidade | kWh/h | - - |
| 46 | Turbina | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - - |
| 48 | Eficiência turbina | % | - - |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - - |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |
| 59 | Rev. | Por | |
| 60 | Data | Aprovado | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|-------------------------------|------------------------|----------|---------|--------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 6,19 | - | - | 7,43 |
| P. Diferencial @ Q des | | | | Q des |
| P. IMPULSÃO | | kg/cm² g | | 7,43 |
| P. ASPIRAÇÃO | | kg/cm² g | | 1,46 |
| P. Diferencial | | kg/cm² | | 5,96 |
| Altura Diferencial | | m | | - |
| P. máx. ASPIRAÇÃO | | | | |
| P. Recipiente (1) | | kg/cm² g | | - |
| H (HHL-Center line) | | kg/cm² | | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | | kg/cm² g | | 1,61 |
| P. máx. IMPULSÃO | | | | |
| P difer. máx. motor (2) | | kg/cm² g | | - |
| P difer. máx. turbina (2) | | kg/cm² g | | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | | kg/cm² g | | 9,23 |

| | | | |
|--|--|--|--|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-2 | |
| UNIDADE : Bomba B-2 | | Pág. 1 de 2 | |
| R | BOMBAS | | |
| e | 1 CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | 2 | CASO DE PROJETO | Planta de produção de metil-etil-cetona |
| | 3 | SERVIÇO | Trasporte da C-1 a C-5 |
| | 4 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | B-2 |
| | 5 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | 1 1 |
| | 6 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | Centrífuga |
| | 7 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | Contínuo/Paralelo |
| | 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | |
| | 9 | NATUREZA DO FLUIDO | MEK |
| | 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | Sim Não |
| | 11 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | Não Não |
| | 12 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C - |
| | 13 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C - - |
| | 14 | TEMPERATURA DE BOMBEO | °C 25 |
| | 15 | Densidade @T BOMBEO | kg/m³ 801,32 |
| | 16 | Viscosidade @T BOMBEO | cSt 0,61 |
| | 17 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO | kg/cm² a 2,76 |
| | 18 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | |
| | 19 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m³/h 1,86 |
| | 20 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m³/h 1,01 |
| | 21 | VAZÃO NORMAL | m³/h 1,69 |
| | 22 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm² g 6,85 |
| | 23 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm² g 1,25 |
| | 24 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm² 5,6 |
| | 25 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m - |
| | 26 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m - |
| | 27 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm² - |
| | 28 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm² g 1,37 |
| | 29 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm² g 7,53 |
| | 30 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas 1,25 1,25 |
| | 31 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | - |
| | 32 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | - |
| | 33 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | |
| | 34 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C 55 |
| | 35 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm² g 8,65 |
| | 36 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | |
| | 37 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico Motor Elétrico |
| | 38 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h 0,7 0,7 |
| | 39 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h - - |
| | 40 | NOTAS : | |
| | 41 | | |
| | 42 | | |
| | 43 | | |
| | 44 | | |
| | 45 | | |
| | 46 | | |
| | 47 | | |
| | 48 | | |
| | 49 | | |
| | 50 | | |
| | 51 | | |
| | 52 | | |
| | 53 | | |
| | 54 | | |
| | 55 | | |
| | 56 | | |
| | 57 | | |
| | 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | |
| | | Rev. | Por |
| | | Data | Aprovado |

| | | | | | | |
|-------------|--|---------------------------|-------------------------|---------------------------|----|------------|
| | PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | EQUIPAMENTO nº B-2 | | | | |
| | UNIDADE : Bomba B-2 | Pág. 2 de 2 | | | | |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | | | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Trasporte da C-1 a C-5 | | | | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | NATUREZA DO FLUÍDO | - | MEK |
| 17 | | | | T de BOMBEIO | °C | 25 |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 0,61 | | | |
| 19 | Densidade @T | kg/m³ | 801,32 | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor Q des | | | |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - - | | | |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h | 1,69 1,86 | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor Q des | | | |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g | - - | | | |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² | - - | | | |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² | - - | | | |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² | - - | | | |
| 30 | ΔP otros | kg/cm² | - - | | | |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,04 1,25 | | | |
| 32 | | | | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor Q des | | | |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a | 1,25 | | | |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a | 2,76 | | | |
| 36 | Diferença | kg/cm² | - | | | |
| 37 | NPSHA | m | - | | | |
| 38 | | | | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor Q des | | | |
| 40 | HHP | CV | - - | | | |
| 41 | Eficiência bomba | % | - 45 | | | |
| 42 | BHP | CV | - - | | | |
| 43 | Motor | | | | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - 90 | | | |
| 45 | Eleticidade | kWh/h | - - | | | |
| 46 | Turbina | | | | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - - | | | |
| 48 | Eficiência turbina | % | - - | | | |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - - | | | |
| 50 | | | | | | |
| 51 | | | | | | |
| 52 | | | | | | |
| 53 | | | | | | |
| 54 | | | | | | |
| 55 | | | | | | |
| 56 | | | | | | |
| 57 | | | | | | |
| 58 | | | | | | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|--------------------|------------------------|---------|---------|-------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 5,7 | - | - | 6,85 |

| P. Diferencial @ Q des | | Q des |
|------------------------|----------|-------------|
| P. IMPULSÃO | kg/cm² g | 6,85 |
| P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,25 |
| P. Diferencial | kg/cm² | 5,6 |
| Altura Diferencial | m | - |

| P. máx. ASPIRAÇÃO | | Q des |
|-------------------------|----------|-------------|
| P. Recipiente (1) | kg/cm² g | - |
| H (HHL-Center line) | kg/cm² | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,37 |

| P. máx. IMPULSÃO | | Q des |
|----------------------------|----------|-------------|
| P difer. máx. motor (2) | kg/cm² g | - |
| P difer. máx. turbina (2) | kg/cm² g | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | kg/cm² g | 8,65 |

| | | | | | | |
|------|----------|--|--|--|--|--|
| Rev. | Por | | | | | |
| Data | Aprovado | | | | | |

| | | | |
|--|--|---------------------------|---|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-3 | |
| UNIDADE : Bomba B-3 | | Pág. 1 de 2 | |
| R | BOMBAS | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | 1 CASO DE PROJETO | | Planta de produção de metil-etil-cetona |
| | 2 SERVIÇO | | Transporte a C-2 |
| | 3 EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | | B-3 |
| | 4 NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | | 1 1 |
| | 5 TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | | Centrífuga |
| | 6 FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | | Contínuo/Paralelo |
| | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | |
| | 9 NATUREZA DO FLUIDO | | Água |
| | 10 COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | | Sim Não |
| | 11 SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | | Não Não |
| | 12 PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C | - |
| | 13 TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C | - - |
| | 14 TEMPERATURA DE BOMBEO | °C | 24 |
| | 15 Densidade @T BOMBEO | kg/m³ | 994,92 |
| | 16 Viscosidade @T BOMBEO | cSt | 0,94 |
| | 17 PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO | kg/cm² a | 0,03 |
| | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | | |
| | 19 VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m³/h | 1,84 |
| | 20 VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m³/h | 1 |
| | 21 VAZÃO NORMAL | m³/h | 1,67 |
| | 22 PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm² g | 7,6 |
| | 23 PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm² g | 1,36 |
| | 24 PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm² | 6,23 |
| | 25 ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m | - |
| | 26 NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m | 13,39 |
| | 27 MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm² | - |
| | 28 PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,5 |
| | 29 PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm² g | 8,36 |
| | 30 DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas | 1,25 1,25 |
| | 31 IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | | - |
| | 32 TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | | - |
| | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | |
| | 34 TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C | 54 |
| | 35 PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm² g | 9,4 |
| | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | |
| | 37 TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico | Motor Elétrico |
| | 38 CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h | 0,77 0,77 |
| | 39 CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h | - - |
| | 40 NOTAS : | | |
| | 41 | | |
| | 42 | | |
| | 43 | | |
| | 44 | | |
| | 45 | | |
| | 46 | | |
| | 47 | | |
| | 48 | | |
| | 49 | | |
| | 50 | | |
| | 51 | | |
| | 52 | | |
| | 53 | | |
| | 54 | | |
| | 55 | | |
| | 56 | | |
| | 57 | | |
| | 58 Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| R | | PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-3 | | | | | |
|----|-------------------------------------|---|--------------|--------------------|--|--|----------------|----------------|--------------------|
| e | | UNIDADE : Bomba B-03 | | Pág. 2 de 2 | | | | | |
| v | | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | | | | | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : | Transporte a C-2 | | | | | | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | NATUREZA DO FLUÍDO | | | | | - | Água | | P. IMPULSÃO |
| 17 | T de BOMBEIO | °C | 24 | | | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 0,94 | | | kg/cm ² g ó kg/cm ² (ΔP) | | | |
| 19 | Densidade @T | kg/m ³ | 994,92 | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor | Q des | | | | | |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - | - | | | | | |
| 23 | Vazão volumétrica | m ³ /h | 1,67 | 1,84 | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor | Q des | | | | | |
| 26 | P. recipiente | kg/cm ² g | - | - | | | | | |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm ² | - | - | | | | | |
| 28 | ΔP linha | kg/cm ² | - | - | | | | | |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm ² | - | - | | | | | |
| 30 | ΔP otros | kg/cm ² | - | - | | | | | |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,14 | 1,37 | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor | Q des | | | | | |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm ² a | | 1,37 | | | | | |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm ² a | | 0,03 | | | | | |
| 36 | Diferença | kg/cm ² | | 1,33 | | | | | |
| 37 | NPSHA | m | | 13,39 | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor | Q des | | | | | |
| 40 | HHP | CV | - | - | | | | | |
| 41 | Eficiência bomba | % | - | 45 | | | | | |
| 42 | BHP | CV | - | - | | | | | |
| 43 | Motor | | | | | | | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - | 90 | | | | | |
| 45 | Eleticidade | kWh/h | - | - | | | | | |
| 46 | Turbina | | | | | | | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - | - | | | | | |
| 48 | Eficiência turbina | % | - | - | | | | | |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - | - | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| | | | |
|--|--|---|----------------|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-4 | |
| UNIDADE : Bomba B-4 | | Pág. 1 de 2 | |
| R | BOMBAS | | |
| e | 1 CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | 2 CASO DE PROJETO | Planta de produção de metil-etil-cetona | |
| | 3 SERVIÇO | Transporte da C-2 a C-3 | |
| | 4 EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | B-4 | |
| | 5 NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | 1 | 1 |
| | 6 TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | Centrífuga | |
| | 7 FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | Contínuo/Paralelo | |
| | 8 CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | |
| | 9 NATUREZA DO FLUIDO | MEK e Água | |
| | 10 COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | Sim | Não |
| | 11 SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | Não | Não |
| | 12 PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C | - |
| | 13 TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C | - |
| | 14 TEMPERATURA DE BOMBEO | °C | 26,45 |
| | 15 Densidade @T BOMBEO | kg/m ³ | 981,95 |
| | 16 Viscosidade @T BOMBEO | cSt | 0,89 |
| | 17 PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO | kg/cm ² a | 2,93 |
| | 18 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | | |
| | 19 VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m ³ /h | 1,94 |
| | 20 VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m ³ /h | 1,06 |
| | 21 VAZÃO NORMAL | m ³ /h | 1,77 |
| | 22 PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 6,18 |
| | 23 PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 2,02 |
| | 24 PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm ² | 4,16 |
| | 25 ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m | - |
| | 26 NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m | - |
| | 27 MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm ² | - |
| | 28 PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 2,22 |
| | 29 PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm ² g | 6,8 |
| | 30 DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas | 3 3 |
| | 31 IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | | - |
| | 32 TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | | - |
| | 33 CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | |
| | 34 TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C | 56,45 |
| | 35 PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 7,98 |
| | 36 CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | |
| | 37 TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico | Motor Elétrico |
| | 38 CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h | 0,54 0,54 |
| | 39 CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h | - - |
| | 40 NOTAS : | | |
| | 41 | | |
| | 42 | | |
| | 43 | | |
| | 44 | | |
| | 45 | | |
| | 46 | | |
| | 47 | | |
| | 48 | | |
| | 49 | | |
| | 50 | | |
| | 51 | | |
| | 52 | | |
| | 53 | | |
| | 54 | | |
| | 55 | | |
| | 56 | | |
| | 57 | | |
| | 58 Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | | |
|-------------|--|---------------------------|-------------------------|
| | PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | EQUIPAMENTO nº B-4 | |
| | UNIDADE : Bomba B-4 | Pág. 2 de 2 | |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Transporte da C-2 a C-3 | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | NATUREZA DO FLUÍDO | - | MEK e Água |
| 17 | T de BOMBEIO | °C | 26,45 |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 0,89 |
| 19 | Densidade @T | kg/m³ | 981,95 |
| 20 | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor Q des |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - - |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h | 1,77 1,94 |
| 24 | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor Q des |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g | - - |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² | - - |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² | - - |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² | - - |
| 30 | ΔP otros | kg/cm² | - - |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,68 2,02 |
| 32 | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor Q des |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a | - 2,02 |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a | - 2,93 |
| 36 | Diferença | kg/cm² | - - |
| 37 | NPSHA | m | - - |
| 38 | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor Q des |
| 40 | HHP | CV | - - |
| 41 | Eficiência bomba | % | - 45 |
| 42 | BHP | CV | - - |
| 43 | Motor | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - 90 |
| 45 | Eleticidade | kWh/h | - - |
| 46 | Turbina | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - - |
| 48 | Eficiência turbina | % | - - |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - - |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|-------------------------------|------------------------|---------|---------|--------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 5,15 | - | - | 6,18 |
| P. Diferencial @ Q des | | | | Q des |
| P. IMPULSÃO | kg/cm² g | | | 6,18 |
| P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | | | 2,02 |
| P. Diferencial | kg/cm² | | | 4,16 |
| Altura Diferencial | m | | | - |
| P. máx. ASPIRAÇÃO | | | | |
| P. Recipiente (1) | kg/cm² g | | | - |
| H (HHL-Center line) | kg/cm² | | | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | | | 2,22 |
| P. máx. IMPULSÃO | | | | |
| P difer. máx. motor (2) | kg/cm² g | | | - |
| P difer. máx. turbina (2) | kg/cm² g | | | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | kg/cm² g | | | 7,98 |

| | | | |
|--|--|---|----------------|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-5 | |
| UNIDADE : Bomba B-5 | | Pág. 1 de 2 | |
| R e v | BOMBAS | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| 2 | CASO DE PROJETO | Planta de produção de metil-etil-cetona | |
| 3 | SERVIÇO | Transporte da C-3 para C-4 | |
| 4 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | B-5 | |
| 5 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | 1 | 1 |
| 6 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | Centrífuga | |
| 7 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | Contínuo/Paralelo | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | MEK e Tricloroetano | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | Não | Sim |
| 11 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | Não | Não |
| 12 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C | - |
| 13 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C | - |
| 14 | TEMPERATURA DE BOMBEO | °C | 27,08 |
| 15 | Densidade @T BOMBEO | kg/m ³ | 1199,84 |
| 16 | Viscosidade @T BOMBEO | cSt | 0,6 |
| 17 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO | kg/cm ² a | 0,07 |
| 18 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | | |
| 19 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m ³ /h | 0,29 |
| 20 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m ³ /h | 0,16 |
| 21 | VAZÃO NORMAL | m ³ /h | 0,26 |
| 22 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 7,39 |
| 23 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 1,56 |
| 24 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm ² | 5,83 |
| 25 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m | - |
| 26 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m | 12,42 |
| 27 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm ² | - |
| 28 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,72 |
| 29 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm ² g | 8,13 |
| 30 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas | 0,75 0,75 |
| 31 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | | - |
| 32 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | | - |
| 33 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | |
| 34 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C | 57,08 |
| 35 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 9,19 |
| 36 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | |
| 37 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico | Motor Elétrico |
| 38 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h | 0,11 0,11 |
| 39 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h | - - |
| 40 | NOTAS : | | |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | | | |
| 49 | | | |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | | |
|-------------|--|---------------------------|-------------------------|
| | PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | EQUIPAMENTO nº B-5 | |
| | UNIDADE : Bomba B-5 | Pág. 2 de 2 | |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Transporte da C-3 para C-4 | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | T de BOMBEIO | °C | 27,08 |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 0,6 |
| 19 | Densidade @T | kg/m³ | 1199,84 |
| 20 | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor Q des |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - - |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h | 0,26 0,29 |
| 24 | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor Q des |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g | - - |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² | - - |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² | - - |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² | - - |
| 30 | ΔP otros | kg/cm² | - - |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,3 1,56 |
| 32 | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor Q des |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a | 1,56 |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a | 0,07 |
| 36 | Diferença | kg/cm² | 5,76 |
| 37 | NPSHA | m | 12,42 |
| 38 | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor Q des |
| 40 | HHP | CV | - - |
| 41 | Eficiência bomba | % | - 45 |
| 42 | BHP | CV | - - |
| 43 | Motor | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - 90 |
| 45 | Eleticidade | kWh/h | - - |
| 46 | Turbina | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - - |
| 48 | Eficiência turbina | % | - - |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - - |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |
| 59 | Rev. | Por | |
| 60 | Data | Aprovado | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|----------------------------|------------------------|---------|---------|-------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 6,16 | - | - | 7,39 |
| | | | | |
| P. Diferencial @ Q des | | | | Q des |
| P. IMPULSÃO | kg/cm² g | | | 7,39 |
| P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | | | 1,56 |
| P. Diferencial | kg/cm² | | | 5,83 |
| Altura Diferencial | m | | | - |
| | | | | |
| P. máx. ASPIRAÇÃO | | | | |
| P. Recipiente (1) | kg/cm² g | | | - |
| H (HHL-Center line) | kg/cm² | | | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | | | 1,72 |
| | | | | |
| P. máx. IMPULSÃO | | | | |
| P difer. máx. motor (2) | kg/cm² g | | | - |
| P difer. máx. turbina (2) | kg/cm² g | | | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | kg/cm² g | | | 9,19 |

| | | | |
|--|--|---|----------------|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-6 | |
| UNIDADE : Bomba B-6 | | Pág. 1 de 2 | |
| R e v | BOMBAS | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| 2 | CASO DE PROJETO | Planta de produção de metil-etil-cetona | |
| 3 | SERVIÇO | Transporte da L-4 a C-3 | |
| 4 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | B-6 | |
| 5 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | 1 | 1 |
| 6 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | Centrífuga | |
| 7 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | Contínuo/Paralelo | |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | Tricloroetano | |
| 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | Não | Sim |
| 11 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | Não | Não |
| 12 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C | - |
| 13 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C | - |
| 14 | TEMPERATURA DE BOMBEO | °C | 29,59 |
| 15 | Densidade @T BOMBEO | kg/m ³ | 1399,48 |
| 16 | Viscosidade @T BOMBEO | cSt | 0,68 |
| 17 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO | kg/cm ² a | 0,04 |
| 18 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | | |
| 19 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m ³ /h | 0,2 |
| 20 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m ³ /h | 0,11 |
| 21 | VAZÃO NORMAL | m ³ /h | 0,18 |
| 22 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 6,52 |
| 23 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 1,77 |
| 24 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm ² | 4,75 |
| 25 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m | - |
| 26 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m | 12,32 |
| 27 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm ² | - |
| 28 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,95 |
| 29 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm ² g | 7,17 |
| 30 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas | 0,75 0,75 |
| 31 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | | - |
| 32 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | | - |
| 33 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | |
| 34 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C | 59,59 |
| 35 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 8,32 |
| 36 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | |
| 37 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico | Motor Elétrico |
| 38 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h | 0,06 0,06 |
| 39 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h | - - |
| 40 | NOTAS : | | |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | | | |
| 49 | | | |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | | |
|-----------|---|----------------|--------|
| PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | EQUIPAMENTO nº | B-6 |
| UNIDADE : | Bomba B-6 | Pág. | 2 de 2 |

| | | | | | | | | |
|-------------|--|----------|--------------|--------------|---------------------------|----|----------------------|--|
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | | | | | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Transporte da L-4 a C-3 | | | | | | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 16 | | | | | NATUREZA DO FLUÍDO | - | Tricloroetano | |
| 17 | | | | | T de BOMBEIO | °C | 29,59 | |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 0,68 | | | | | |
| 19 | Densidade @T | kg/m³ | 1399,48 | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor | Q des | | | | |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - | - | | | | |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h | 0,18 | 0,2 | | | | |
| 24 | | | | | | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor | Q des | | | | |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g | - | - | | | | |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² | - | - | | | | |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² | - | - | | | | |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² | - | - | | | | |
| 30 | ΔP otros | kg/cm² | - | - | | | | |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,48 | 1,77 | | | | |
| 32 | | | | | | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor | Q des | | | | |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a | | 1,77 | | | | |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a | | 0,04 | | | | |
| 36 | Diferença | kg/cm² | | 1,73 | | | | |
| 37 | NPSHA | m | | 12,32 | | | | |
| 38 | | | | | | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor | Q des | | | | |
| 40 | HHP | CV | - | - | | | | |
| 41 | Eficiência bomba | % | - | 45 | | | | |
| 42 | BHP | CV | - | - | | | | |
| 43 | Motor | | | | | | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - | 90 | | | | |
| 45 | Eletricidade | kWh/h | - | - | | | | |
| 46 | Turbina | | | | | | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - | - | | | | |
| 48 | Eficiência turbina | % | - | - | | | | |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - | - | | | | |
| 50 | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|--------------------|------------------------|---------|---------|-------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 5,43 | - | - | 6,52 |

| P. Diferencial @ Q des | | Q des |
|------------------------|----------|-------|
| P. IMPULSÃO | kg/cm² g | 6,52 |
| P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,77 |
| P. Diferencial | kg/cm² | 4,75 |
| Altura Diferencial | m | - |

| P. máx. ASPIRAÇÃO | | |
|----------------------------|----------|-------------|
| P. Recipiente (1) | kg/cm² g | - |
| H (HHL-Center line) | kg/cm² | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,95 |
| P. máx. IMPULSÃO | | |
| P difer. máx. motor (2) | kg/cm² g | - |
| P difer. máx. turbina (2) | kg/cm² g | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | kg/cm² g | 8,32 |

| | | | |
|--|--|---------------------------|--|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-7 | |
| UNIDADE : Bomba B-7 | | Pág. 1 de 2 | |
| R | BOMBAS | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | CASO DE PROJETO | | Planta de produção de metil-etil-cetona |
| 1 | SERVIÇO | | Refluxo da C-5 |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | | B-7 |
| 3 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | | 1 1 |
| 4 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | | Centrífuga |
| 5 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | | Contínuo/Paralelo |
| 6 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | |
| 7 | NATUREZA DO FLUIDO | | MEK |
| 8 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | | Não |
| 9 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | | Não Não |
| 10 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C | - |
| 11 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C | - |
| 12 | TEMPERATURA DE BOMBEO | °C | 84,92 |
| 13 | Densidade @T BOMBEO | kg/m ³ | 0,31 |
| 14 | Viscosidade @T BOMBEO | cSt | 733,63 |
| 15 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO | kg/cm ² a | 1,35 |
| 16 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | | |
| 17 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m ³ /h | 0,28 |
| 18 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m ³ /h | 0,15 |
| 19 | VAZÃO NORMAL | m ³ /h | 0,25 |
| 20 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 3,8 |
| 21 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 1,5 |
| 22 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm ² | 2,3 |
| 23 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m | - |
| 24 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m | 2,22 |
| 25 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm ² | - |
| 26 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,66 |
| 27 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm ² g | 4,18 |
| 28 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas | 0,75 0,75 |
| 29 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | | - |
| 30 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | | - |
| 31 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | |
| 32 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C | 84,92 |
| 33 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 5,6 |
| 34 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | |
| 35 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico | Motor Elétrico |
| 36 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h | 0,05 0,05 |
| 37 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h | - - |
| 38 | NOTAS : | | |
| 39 | | | |
| 40 | | | |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | | | |
| 49 | | | |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | | B-7 | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------------------------|---|---------------|--------------|--|-------------|----------------------|--------------|---------------------------|----|--------------|--|--------------------|----------------|----------------|---------------|
| UNIDADE : | | Bomba B-7 | | | Pág. | | 2 de 2 | | | | | | | | | |
| R | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Refluxo da C-5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | NATUREZA DO FLUÍDO | - | MEK | | P. IMPULSÃO | | | Q Des. |
| 17 | | | | | | | | | T de BOMBEIO | °C | 84,92 | | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 0,31 | | kg/cm ² g ó kg/cm ² (ΔP) | | | | | | | | | | | |
| 19 | Densidade @T | kg/m ³ | 733,63 | | P. destino | - | - | - | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor | Q des | ΔP distribuidor | - | - | - | | | | | | | | |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - | - | Altura estática | - | - | - | | | | | | | | |
| 23 | Vazão volumétrica | m ³ /h | 0,25 | 0,28 | ΔP linha | - | - | - | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor | Q des | ΔP filtro | - | - | - | | | | | | | | |
| 26 | P. recipiente | kg/cm ² g | - | - | ΔP | - | - | - | | | | | | | | |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm ² | - | - | ΔP | - | - | - | | | | | | | | |
| 28 | ΔP linha | kg/cm ² | - | - | ΔP | - | - | - | | | | | | | | |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm ² | - | - | ΔP placa | - | - | - | | | | | | | | |
| 30 | ΔP otros | kg/cm ² | - | - | ΔP Válv. Cont. | - | - | - | | | | | | | | |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,25 | 1,5 | P. IMPULSÃO | 3,17 | - | 3,8 | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor | Q des | P. Diferencial @ Q des | | | Q des | | | | | | | | |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm ² a | | 1,5 | P. IMPULSÃO | | kg/cm ² g | 3,8 | | | | | | | | |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm ² a | | 1,35 | P. ASPIRAÇÃO | | kg/cm ² g | 1,5 | | | | | | | | |
| 36 | Diferença | kg/cm ² | | 1,61 | P. Diferencial | | kg/cm ² | 2,3 | | | | | | | | |
| 37 | NPSHA | m | | 2,22 | Altura Diferencial | | m | - | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor | Q des | P. máx. ASPIRAÇÃO | | | | | | | | | | | |
| 40 | HHP | CV | - | - | P. Recipiente (1) | | kg/cm ² g | - | | | | | | | | |
| 41 | Eficiência bomba | % | - | 45 | H (HIL-Center line) | | kg/cm ² | - | | | | | | | | |
| 42 | BHP | CV | - | - | P máx. ASPIRAÇÃO | | kg/cm ² g | 1,66 | | | | | | | | |
| 43 | Motor | | | | P. máx. IMPULSÃO | | | | | | | | | | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - | 90 | P difer. máx. motor (2) | | kg/cm ² g | - | | | | | | | | |
| 45 | Eleticidade | kWh/h | - | - | P difer. máx. turbina (2) | | kg/cm ² g | - | | | | | | | | |
| 46 | Turbina | | | | P máx. IMPULSÃO (3) | | kg/cm ² g | 5,6 | | | | | | | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - | - | | | | | | | | | | | | |
| 48 | Eficiência turbina | % | - | - | | | | | | | | | | | | |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - | - | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|--|---------------------------|--|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-8 | |
| UNIDADE : Bomba B-8 | | Pág. 1 de 2 | |
| R | BOMBAS | | |
| e | 1 CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | CASO DE PROJETO | | Planta de produção de metil-etil-cetona |
| 1 | SERVIÇO | | Transporte do C-4 ao L-4 |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | | B-8 |
| 3 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | | 1 1 |
| 4 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | | Centrífuga |
| 5 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | | Contínuo/Paralelo |
| 6 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | |
| 7 | NATUREZA DO FLUIDO | | Tricloroetano |
| 8 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | | Não Sim |
| 9 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | | Não Não |
| 10 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C | - |
| 11 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C | - |
| 12 | TEMPERATURA DE BOMBEO | °C | 142 |
| 13 | Densidade @T BOMBEO | kg/m ³ | 1225,66 |
| 14 | Viscosidade @T BOMBEO | cSt | 0,23 |
| 15 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO | kg/cm ² a | 2,51 |
| 16 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | | |
| 17 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m ³ /h | 0,21 |
| 18 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m ³ /h | 0,11 |
| 19 | VAZÃO NORMAL | m ³ /h | 0,19 |
| 20 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 5,91 |
| 21 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 1,91 |
| 22 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm ² | 4 |
| 23 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m | - |
| 24 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m | - |
| 25 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm ² | - |
| 26 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 2,1 |
| 27 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm ² g | 6,5 |
| 28 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas | 0,75 0,75 |
| 29 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | | - |
| 30 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | | - |
| 31 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | |
| 32 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C | 142 |
| 33 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 7,71 |
| 34 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | |
| 35 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico | Motor Elétrico |
| 36 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h | 0,06 0,06 |
| 37 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h | - - |
| 38 | NOTAS : | | |
| 39 | | | |
| 40 | | | |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | | | |
| 49 | | | |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | | |
|-------------|--|---------------------------|-------------------------|
| | PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | EQUIPAMENTO nº B-8 | |
| | UNIDADE : Bomba B-8 | Pág. 2 de 2 | |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Transporte do C-4 ao L-4 | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | T de BOMBEIO | °C | 142 |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 0,23 |
| 19 | Densidade @T | kg/m³ | 1225,66 |
| 20 | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor Q des |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - - |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h | 0,19 0,21 |
| 24 | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor Q des |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g | - - |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² | - - |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² | - - |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² | - - |
| 30 | ΔP otros | kg/cm² | - - |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,59 1,91 |
| 32 | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor Q des |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a | 1,91 |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a | 2,51 |
| 36 | Diferença | kg/cm² | - |
| 37 | NPSHA | m | - |
| 38 | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor Q des |
| 40 | HHP | CV | - - |
| 41 | Eficiência bomba | % | - 45 |
| 42 | BHP | CV | - - |
| 43 | Motor | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - 90 |
| 45 | Eleticidade | kWh/h | - - |
| 46 | Turbina | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - - |
| 48 | Eficiência turbina | % | - - |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - - |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |
| 59 | Rev. | Por | |
| 60 | Data | Aprovado | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|----------------------------|------------------------|----------|---------|-------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 4,93 | - | - | 5,91 |
| | | | | |
| P. Diferencial @ Q des | | | | Q des |
| P. IMPULSÃO | | kg/cm² g | | 5,91 |
| P. ASPIRAÇÃO | | kg/cm² g | | 1,91 |
| P. Diferencial | | kg/cm² | | 4 |
| Altura Diferencial | | m | | - |
| | | | | |
| P. máx. ASPIRAÇÃO | | | | |
| P. Recipiente (1) | | kg/cm² g | | - |
| H (HHL-Center line) | | kg/cm² | | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | | kg/cm² g | | 2,1 |
| | | | | |
| P. máx. IMPULSÃO | | | | |
| P difer. máx. motor (2) | | kg/cm² g | | - |
| P difer. máx. turbina (2) | | kg/cm² g | | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | | kg/cm² g | | 7,71 |

| | | | |
|--|--|---------------------------|--|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-9 | |
| UNIDADE : Bomba B-9 | | Pág. 1 de 2 | |
| R | BOMBAS | | |
| e | 1 CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | CASO DE PROJETO | | Planta de produção de metil-etil-cetona |
| 1 | SERVIÇO | | Transporte do L-5 a C-5 |
| 2 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | | B-9 |
| 3 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | | 1 1 |
| 4 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | | Centrífuga |
| 5 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | | Contínuo/Paralelo |
| 6 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | |
| 7 | NATUREZA DO FLUIDO | | MEK |
| 8 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | | Não Não |
| 9 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | | Não Não |
| 10 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | °C | - |
| 11 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | °C | - |
| 12 | TEMPERATURA DE BOMBEO | °C | 27,76 |
| 13 | Densidade @T BOMBEO | kg/m ³ | 747,82 |
| 14 | Viscosidade @T BOMBEO | cSt | 0,58 |
| 15 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEO | kg/cm ² a | 0,13 |
| 16 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | | |
| 17 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | m ³ /h | 2,08 |
| 18 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | m ³ /h | 1,14 |
| 19 | VAZÃO NORMAL | m ³ /h | 1,89 |
| 20 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 6,46 |
| 21 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | kg/cm ² g | 1,24 |
| 22 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | kg/cm ² | 5,22 |
| 23 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | m | - |
| 24 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | m | 14,84 |
| 25 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | kg/cm ² | - |
| 26 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 1,37 |
| 27 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | kg/cm ² g | 7,1 |
| 28 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | polegadas | 0,5 0,5 |
| 29 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | | - |
| 30 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | | - |
| 31 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | |
| 32 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | °C | 57,76 |
| 33 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 8,26 |
| 34 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | |
| 35 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico | Motor Elétrico |
| 36 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | kWh/h | 0,73 0,73 |
| 37 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | Kg/h | - - |
| 38 | NOTAS : | | |
| 39 | | | |
| 40 | | | |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | | | |
| 49 | | | |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | | |
|-------------|--|---------------------------|---------------------------|
| | PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | EQUIPAMENTO nº B-9 | |
| | UNIDADE : Bomba B-9 | Pág. 2 de 2 | |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Transporte do L-5 a C-5 | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | NATUREZA DO FLUÍDO | - | MEK |
| 17 | T de BOMBEIO | °C | 27,76 |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 0,58 |
| 19 | Densidade @T | kg/m³ | 747,82 |
| 20 | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor Q des |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - - |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h | 1,89 2,08 |
| 24 | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor Q des |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g | - - |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² | - - |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² | - - |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² | - - |
| 30 | ΔP otros | kg/cm² | - - |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,03 1,24 |
| 32 | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor Q des |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a | 1,24 |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a | 0,13 |
| 36 | Diferença | kg/cm² | 1,11 |
| 37 | NPSHA | m | 14,84 |
| 38 | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor Q des |
| 40 | HHP | CV | - - |
| 41 | Eficiência bomba | % | - 45 |
| 42 | BHP | CV | - - |
| 43 | Motor | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - 90 |
| 45 | Eleticidade | kWh/h | - - |
| 46 | Turbina | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - - |
| 48 | Eficiência turbina | % | - - |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - - |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|-------------------------------|------------------------|----------|---------|--------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 5,38 | - | - | 6,46 |
| P. Diferencial @ Q des | | | | Q des |
| P. IMPULSÃO | | kg/cm² g | | 6,46 |
| P. ASPIRAÇÃO | | kg/cm² g | | 1,24 |
| P. Diferencial | | kg/cm² | | 5,22 |
| Altura Diferencial | | m | | - |
| P. máx. ASPIRAÇÃO | | | | |
| P. Recipiente (1) | | kg/cm² g | | - |
| H (HIL-Center line) | | kg/cm² | | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | | kg/cm² g | | 1,37 |
| P. máx. IMPULSÃO | | | | |
| P difer. máx. motor (2) | | kg/cm² g | | - |
| P difer. máx. turbina (2) | | kg/cm² g | | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | | kg/cm² g | | 8,26 |

| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-10 | |
|--|---------------------------------------|--|-------------------------------|
| UNIDADE : Bomba B-10 | | Pág. 1 de 2 | |
| R | BOMBAS | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | 1 | | |
| | 2 | Planta de produção de metil-etil-cetona | |
| | 3 | Trasnporte da C-5 a L-2 | |
| | 4 | B-10 | |
| | 5 | 1 | 1 |
| | 6 | Centrífuga | |
| | 7 | Contínuo/Paralelo | |
| | 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | |
| | 9 | Alimento | |
| | 10 | Não | Não |
| | 11 | Não | Não |
| | 12 | °C | - |
| | 13 | °C | - |
| | 14 | °C | 112,09 |
| | 15 | kg/m ³ | 701,77 |
| | 16 | cSt | 0,37 |
| | 17 | kg/cm ² a | 1,76 |
| | 18 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | |
| | 19 | m ³ /h | 0,23 |
| | 20 | m ³ /h | 0,13 |
| | 21 | m ³ /h | 0,21 |
| | 22 | kg/cm ² g | 7,73 |
| | 23 | kg/cm ² g | 1,23 |
| | 24 | kg/cm ² | 6,51 |
| | 25 | m | - |
| | 26 | m | - |
| | 27 | kg/cm ² | - |
| | 28 | kg/cm ² g | 1,35 |
| | 29 | kg/cm ² g | 8,51 |
| | 30 | polegadas | 1 1 |
| | 31 | | - |
| | 32 | | - |
| | 33 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | |
| | 34 | °C | 112,09 |
| | 35 | kg/cm ² g | 9,53 |
| | 36 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | |
| | 37 | | Motor Elétrico Motor Elétrico |
| | 38 | kWh/h | 0,1 0,1 |
| | 39 | Kg/h | - - |
| | 40 | NOTAS : | |
| | 41 | | |
| | 42 | | |
| | 43 | | |
| | 44 | | |
| | 45 | | |
| | 46 | | |
| | 47 | | |
| | 48 | | |
| | 49 | | |
| | 50 | | |
| | 51 | | |
| | 52 | | |
| | 53 | | |
| | 54 | | |
| | 55 | | |
| | 56 | | |
| | 57 | | |
| | 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | | |
|--|--|----------------------------|-------------------------|
| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-10 | |
| UNIDADE : Bomba B-10 | | Pág. 2 de 2 | |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Trasporte da C-5 a L-2 | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | T de BOMBEIO | °C | 112,09 |
| 18 | Viscosidade @T | cSt | 0,37 |
| 19 | Densidade @T | kg/m³ | 701,77 |
| 20 | | | |
| 21 | Capacidade | | Q Nor Q des |
| 22 | Vazão mássica | kg/h | - - |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h | 0,21 0,23 |
| 24 | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | | Q Nor Q des |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g | - - |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² | - - |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² | - - |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² | - - |
| 30 | ΔP outros | kg/cm² | - - |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,03 1,23 |
| 32 | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | | Q Nor Q des |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a | - 1,23 |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a | - 1,76 |
| 36 | Diferença | kg/cm² | - - |
| 37 | NPSHA | m | - - |
| 38 | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | | Q Nor Q des |
| 40 | HHP | CV | - - |
| 41 | Eficiência bomba | % | - 45 |
| 42 | BHP | CV | - - |
| 43 | Motor | | |
| 44 | Eficiência motor | % | - 90 |
| 45 | Electricidade | kWh/h | - - |
| 46 | Turbina | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg | - - |
| 48 | Eficiência turbina | % | - - |
| 49 | Consumo vapor | kg/h | - - |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|-----------------|------------------------|---------|---------|-------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 6,44 | - | - | 7,73 |

| P. Diferencial @ Q des | | Q des | |
|------------------------|----------|-------|-------------|
| P. IMPULSÃO | kg/cm² g | | 7,73 |
| P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | | 1,23 |
| P. Diferencial | kg/cm² | | 6,51 |
| Altura Diferencial | m | | - |

| P. máx. ASPIRAÇÃO | | Q des | |
|---------------------|----------|-------|-------------|
| P. Recipiente (1) | kg/cm² g | | - |
| H (HHL-Center line) | kg/cm² | | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | | 1,35 |

| P. máx. IMPULSÃO | | Q des | |
|---------------------------|----------|-------|-------------|
| P difer. máx. motor (2) | kg/cm² g | | - |
| P difer. máx. turbina (2) | kg/cm² g | | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | kg/cm² g | | 9,53 |

| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-11 | |
|--|---------------------------------------|--|---|
| UNIDADE : Bomba B-11 | | Pág. 1 | de 2 |
| R | BOMBAS | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | 1 | | |
| | 2 | CASO DE PROJETO Planta de produção de metil-etil-cetona | |
| | 3 | SERVIÇO Refluxo da C-2 | |
| | 4 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA B-11 | |
| | 5 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | 1 1 |
| | 6 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | Centrífuga |
| | 7 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | Contínuo/Paralelo |
| | 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | |
| | 9 | NATUREZA DO FLUIDO | MEK |
| | 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | Não Não |
| | 11 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | Não Não |
| | 12 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) °C | - |
| | 13 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO °C | - - |
| | 14 | TEMPERATURA DE BOMBEIO °C | 106,02 |
| | 15 | Densidade @T BOMBEIO kg/m ³ | 740,79 |
| | 16 | Viscosidade @T BOMBEIO cSt | 0,28 |
| | 17 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO kg/cm ² a | 1,19 |
| | 18 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | |
| | 19 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) m ³ /h | 4,26 |
| | 20 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) m ³ /h | 2,33 |
| | 21 | VAZÃO NORMAL m ³ /h | 3,88 |
| | 22 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated kg/cm ² g | 4,13 |
| | 23 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated kg/cm ² g | 1,27 |
| | 24 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated kg/cm ² | 2,85 |
| | 25 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) m | - |
| | 26 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) m | 1,12 |
| | 27 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) kg/cm ² | - |
| | 28 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO kg/cm ² g | 1,39 |
| | 29 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO kg/cm ² g | 4,54 |
| | 30 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO polegadas | 2 2 |
| | 31 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | - |
| | 32 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | - |
| | 33 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | |
| | 34 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO °C | 106,02 |
| | 35 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO kg/cm ² g | 5,93 |
| | 36 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | |
| | 37 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | Motor Elétrico Motor Elétrico |
| | 38 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO kWh/h | 0,89 0,89 |
| | 39 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO Kg/h | - - |
| | 40 | NOTAS : | |
| | 41 | | |
| | 42 | | |
| | 43 | | |
| | 44 | | |
| | 45 | | |
| | 46 | | |
| | 47 | | |
| | 48 | | |
| | 49 | | |
| | 50 | | |
| | 51 | | |
| | 52 | | |
| | 53 | | |
| | 54 | | |
| | 55 | | |
| | 56 | | |
| | 57 | | |
| | 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | |
|-------------|---|---|
| | PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol UNIDADE : Bomba B-11 | EQUIPAMENTO nº B-11 Pág. 2 de 2 |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Refluxo da C-2 | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | NATUREZA DO FLUÍDO | - MEK |
| 17 | T de BOMBEO | °C 106,02 |
| 18 | Viscosidade @T | cSt 0,28 |
| 19 | Densidade @T | kg/m³ 740,79 |
| 20 | | |
| 21 | Capacidade | Q Nor Q des |
| 22 | Vazão mássica | kg/h - - |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h 3,88 4,26 |
| 24 | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | Q Nor Q des |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g - - |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² - - |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² - - |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² - - |
| 30 | ΔP outros | kg/cm² - - |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g 1,06 1,27 |
| 32 | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | Q Nor Q des |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a 1,27 |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a 1,19 |
| 36 | Diferença | kg/cm² 0,82 |
| 37 | NPSHA | m 1,12 |
| 38 | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | Q Nor Q des |
| 40 | HHP | CV - - |
| 41 | Eficiência bomba | % - 45 |
| 42 | BHP | CV - - |
| 43 | Motor | |
| 44 | Eficiência motor | % - 90 |
| 45 | Eleticidade | kWh/h - - |
| 46 | Turbina | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg - - |
| 48 | Eficiência turbina | % - - |
| 49 | Consumo vapor | kg/h - - |
| 50 | | |
| 51 | | |
| 52 | | |
| 53 | | |
| 54 | | |
| 55 | | |
| 56 | | |
| 57 | | |
| 58 | | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|-----------------|------------------------|---------|---------|-------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 3,44 | - | - | 4,13 |

| P. Diferencial @ Q des | | Q des |
|------------------------|----------|-------------|
| P. IMPULSÃO | kg/cm² g | 4,13 |
| P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,27 |
| P. Diferencial | kg/cm² | 2,86 |
| Altura Diferencial | m | - |

| P. máx. ASPIRAÇÃO | | Q des |
|---------------------|----------|-------------|
| P. Recipiente (1) | kg/cm² g | - |
| H (HHL-Center line) | kg/cm² | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 1,39 |

| P. máx. IMPULSÃO | | Q des |
|---------------------------|----------|-------------|
| P difer. máx. motor (2) | kg/cm² g | - |
| P difer. máx. turbina (2) | kg/cm² g | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | kg/cm² g | 4,54 |

| | | | | | | |
|------|----------|--|--|--|--|--|
| Rev. | Por | | | | | |
| Data | Aprovado | | | | | |

| PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | EQUIPAMENTO nº B-12 | |
|--|---------------------------------------|--|-------------|
| UNIDADE : Bomba B-12 | | Pág. 1 | de 2 |
| R | BOMBAS | | |
| e | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | |
| v | 1 | | |
| | 2 | CASO DE PROJETO | |
| | 3 | SERVIÇO | |
| | 4 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | |
| | 5 | NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA | |
| | 6 | TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa) | |
| | 7 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo) | |
| | 8 | CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | |
| | 9 | NATUREZA DO FLUIDO | |
| | 10 | COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS | |
| | 11 | SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente) | |
| | 12 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | |
| | 13 | TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO | |
| | 14 | TEMPERATURA DE BOMBEIO | |
| | 15 | Densidade @T BOMBEIO | |
| | 16 | Viscosidade @T BOMBEIO | |
| | 17 | PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO | |
| | 18 | CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA | |
| | 19 | VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) | |
| | 20 | VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2) | |
| | 21 | VAZÃO NORMAL | |
| | 22 | PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated | |
| | 23 | PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated | |
| | 24 | PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated | |
| | 25 | ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) | |
| | 26 | NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) | |
| | 27 | MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) | |
| | 28 | PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO | |
| | 29 | PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO | |
| | 30 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO | |
| | 31 | IMPULSOR / FECHAMENTO (5) | |
| | 32 | TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6) | |
| | 33 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | |
| | 34 | TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO | |
| | 35 | PRESSÃO PROJETO MECÂNICO | |
| | 36 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | |
| | 37 | TIPO OPERAÇÃO / RESERVA | |
| | 38 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | |
| | 39 | CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO | |
| | 40 | NOTAS : | |
| | 41 | | |
| | 42 | | |
| | 43 | | |
| | 44 | | |
| | 45 | | |
| | 46 | | |
| | 47 | | |
| | 48 | | |
| | 49 | | |
| | 50 | | |
| | 51 | | |
| | 52 | | |
| | 53 | | |
| | 54 | | |
| | 55 | | |
| | 56 | | |
| | 57 | | |
| | 58 | Para materiais ver la folha de seleção de materiais. | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| | | | |
|-------------|---|---|--|
| | PROJETO : Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol UNIDADE : Bomba B-12 | EQUIPAMENTO nº B-12 Pág. 2 de 2 | |
| R e v | FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : Transporte do L-6 a L-7 | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO : | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | NATUREZA DO FLUÍDO | MEK | |
| 17 | T de BOMBEO | 83,87 | |
| 18 | Viscosidade @T | 0,31 | |
| 19 | Densidade @T | 734,79 | |
| 20 | | | |
| 21 | Capacidade | Q Nor Q des | |
| 22 | Vazão mássica | kg/h - - | |
| 23 | Vazão volumétrica | m³/h 1,57 1,73 | |
| 24 | | | |
| 25 | P. ASPIRAÇÃO | Q Nor Q des | |
| 26 | P. recipiente | kg/cm² g - - | |
| 27 | H (LT a center line) | kg/cm² - - | |
| 28 | ΔP linha | kg/cm² - - | |
| 29 | ΔP filtro | kg/cm² - - | |
| 30 | ΔP outros | kg/cm² - - | |
| 31 | P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g 0,33 0,4 | |
| 32 | | | |
| 33 | NPSH DISPONÍVEL | Q Nor Q des | |
| 34 | PRESSÃO ASPIRAÇÃO | kg/cm² a - 0,4 | |
| 35 | P. vapor @T | kg/cm² a - 1,19 | |
| 36 | Diferença | kg/cm² - - | |
| 37 | NPSHA | m - - | |
| 38 | | | |
| 39 | Consumo estimado ACIONAMENTO | Q Nor Q des | |
| 40 | HHP | CV - - | |
| 41 | Eficiência bomba | % - 45 | |
| 42 | BHP | CV - - | |
| 43 | Motor | | |
| 44 | Eficiência motor | % - 90 | |
| 45 | Eleticidade | kWh/h - - | |
| 46 | Turbina | | |
| 47 | ΔH vapor isoentrópica. | kJ/Kg - - | |
| 48 | Eficiência turbina | % - - | |
| 49 | Consumo vapor | kg/h - - | |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |

| P. IMPULSÃO | Q Nor | | | Q Des. |
|-----------------|------------------------|---------|---------|-------------|
| | Circ. 1 | Circ. 2 | Circ. 3 | |
| | kg/cm² g ó kg/cm² (ΔP) | | | |
| P. destino | - | - | - | - |
| ΔP distribuidor | - | - | - | - |
| Altura estática | - | - | - | - |
| ΔP linha | - | - | - | - |
| ΔP filtro | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP | - | - | - | - |
| ΔP placa | - | - | - | - |
| ΔP Válv. Cont. | - | - | - | - |
| P. IMPULSÃO | 4,73 | - | - | 5,68 |

| P. Diferencial @ Q des | | Q des |
|------------------------|----------|-------------|
| P. IMPULSÃO | kg/cm² g | 5,68 |
| P. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 0,4 |
| P. Diferencial | kg/cm² | 5,27 |
| Altura Diferencial | m | - |

| P. máx. ASPIRAÇÃO | | Q des |
|---------------------|----------|-------------|
| P. Recipiente (1) | kg/cm² g | - |
| H (HHL-Center line) | kg/cm² | - |
| P máx. ASPIRAÇÃO | kg/cm² g | 0,45 |

| P. máx. IMPULSÃO | | Q des |
|---------------------------|----------|-------------|
| P difer. máx. motor (2) | kg/cm² g | - |
| P difer. máx. turbina (2) | kg/cm² g | - |
| P máx. IMPULSÃO (3) | kg/cm² g | 7,48 |

| | | | | | | |
|------|----------|--|--|--|--|--|
| Rev. | Por | | | | | |
| Data | Aprovado | | | | | |

5.7 Compressor

| | | | | | | | |
|----|--|--|---------------|----------------|----------------|------|------|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona por 2-butanol | | | EQUIPAMENTO nº | K-01 | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. | 1 | de 2 |
| R | COMPRESSORES | | | | | | |
| e | | | | | | | |
| v | | | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 2 | CASO DE PROJETO | | | | | | |
| 3 | SERVIÇO | | | Compressor | | | |
| 4 | EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA | | | K1 | | | |
| 5 | NÚMERO REQUERIDO OPERAÇÃO / RESERVA | | | 1 | | - | |
| 6 | TIPO DE COMPRESOR (centrífugo / desplazamiento positivo) | | | Isentrópico | | | |
| 7 | FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo) | | | Contínuo | | | |
| 8 | VAZÕES E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO | | | | | | |
| 9 | NÚMERO DE ETAPAS | | | - | | | |
| 10 | ETAPA | | | - | | | |
| 11 | NATUREZA DO FLUIDO | | | Gás | | | |
| 12 | COMPONENTES CORROSIVOS/TÓXICOS | | | Sim | | | |
| 13 | VAZÃO MÁSSICA OPERAÇÃO | | kg/h | | | | |
| 14 | VAZÃO MÁSSICA PROJETO | | kg/h | | | | |
| 15 | CONDIÇÕES NA ASPIRAÇÃO | | | | | | |
| 16 | PRESSÃO | kg/cm ² a | 2,97 | | | | |
| 17 | TEMPERATURA | ° C | 157,46 | | | | |
| 18 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | 74,13 | | | | |
| 19 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T | ~ | 0,95 | | | | |
| 20 | DENSIDADE @P,T | kg/m ³ | 6,38 | | | | |
| 21 | K = Cp / Cv @P,T | ~ | 1,08 | | | | |
| 22 | PONTO DE ORVALHO @P ASPIRAÇÃO | °C | - | | | | |
| 23 | VAZÃO VOLUMÉTRICA PROJETO @P,T (1) | m ³ /h | 252,34 | | | | |
| 24 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO | polegadas | 3,00 | | | | |
| 25 | CONDIÇÕES NA IMPULSÃO (2) | | | | | | |
| 26 | PRESSÃO | kg/cm ² a | 3,23 | | | | |
| 27 | TEMP. CALC. / MÁX PERMITIDA PROCESSO | °C / °C | 160,37/190,37 | | | | |
| 28 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T | ~ | 0,94 | | | | |
| 29 | K = Cp / Cv @P,T | ~ | 1,08 | | | | |
| 30 | DIÂMETRO TUBULAÇÃO IMPULSÃO | polegadas | 3,00 | | | | |
| 31 | CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO (2) | | | | | | |
| 32 | RELAÇÃO DE COMPRESSÃO | ~ | 1,09 | | | | |
| 33 | EFICIENCIA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA | % | 72,00 | | | | |
| 34 | ALTURA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA | kNm/kg | 3,77 | | | | |
| 35 | POTENCIA REQUERIDA PELO GÁS (3) | kW | 1,51 | | | | |
| 36 | POTENCIA TOTAL NO EIXO (3) | kW | 2,31 | | | | |
| 37 | REQUERIMENTOS DE CONTROLE E PROCESSO | | | | | | |
| 38 | VAZÃO VOL. MÍNIMA DE PROCESSO (4) | m ³ /h | 151,40 | | | | |
| 39 | CONTROLE DE CAPACIDADE | | | | | | |
| 40 | TIPO DE CONTROLE | | | | | | |
| 41 | INJEÇÃO DE LÍQUIDO DE FLUSHING (sim / não) | | | | | | |
| 42 | CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO | | | | | | |
| 43 | PRESSÃO PROJETO NA ASPIRAÇÃO | kg/cm ² g | 3,69 | | | | |
| 44 | PRESSÃO PROJETO NA IMPULSÃO | kg/cm ² g | 3,94 | | | | |
| 45 | TEMPERATURA DE PROJETO | °C | 190,37 | | | | |
| 46 | CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO | | | | | | |
| 47 | TIPO DE ACIONAMENTO OPERAÇÃO / RESERVA | | | Motor elétrico | | | |
| 48 | EFICIENCIA ESTIMADA | | | 72,00 | | | |
| 49 | CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO, Q Des. | | | 1,51 | | | |
| 50 | CONSUMO VAPOR ESTIMADO, Q Des. | | | - | | | |
| 51 | NOTAS : | | | | | | |
| 52 | (1) | Capacidade no ponto de garantia. | | | | | |
| 53 | (2) | As condições interetapas e de funcionamento são estimações. A confirmar e. de detalhe/vendedor. | | | | | |
| 54 | (3) | Potências para vazão de projeto. PERDAs mecânicas consideradas: % | | | | | |
| 55 | (4) | Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A E. de detalhe / vendedor devem especificar a vazão mínima requerida PELO compressor E el sistema de proteção / recirculação en su caso. | | | | | |
| 56 | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | |
| 58 | Para materiais ver a folha de seleção de materiais. | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----------------|---------------|------|------|
| | PROJETO : | | EQUIPAMENTO n | K-01 | |
| | UNIDADE : | | Pág. | 2 | de 2 |
| R | COMPRESSORES | | | | |
| e | | | | | |
| v | | | | | |
| 1 | SERVIÇO / CASO : | Compressor K-1 | | | |
| 2 | ESQUEMA DE FLUXO | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | COMPOSIÇÃO EM ASPIRAÇÃO | | | | |
| 19 | ETAPA | | 1 | | PEM |
| 20 | COMPONENTES / PSEUDO. | PM | | %mol | |
| 21 | Secbutanol | 74,10 | 98,10 | | |
| 22 | Tricloroetano | 133,40 | 0,07 | | |
| 23 | MEK | 72,10 | 1,82 | | |
| 24 | | | | | |
| 25 | | | | | |
| 26 | | | | | |
| 27 | | | | | |
| 28 | | | | | |
| 29 | | | | | |
| 30 | | | | | |
| 31 | | | | | |
| 32 | | | | | |
| 33 | | | | | |
| 34 | | | | | |
| 35 | | | | | |
| 36 | | | | | |
| 37 | | | | | |
| 38 | | | | | |
| 39 | | | | | |
| 40 | | | | | |
| 41 | | | | | |
| 42 | | | | | |
| 43 | | | | | |
| 44 | | | | | |
| 45 | | | | | |
| 46 | | | | | |
| 47 | | | | | |
| 48 | | | | | |
| 49 | Total | | 100 | | |
| 50 | VAZÃO total úmida (kg/h) | | | | |
| 51 | VAZÃO total úmida (kmol/h) | | | | |
| 52 | NOTAS : | | | | |
| 53 | | | | | |
| 54 | | | | | |
| 55 | | | | | |
| 56 | | | | | |
| 57 | | | | | |
| 58 | | | | | |
| | Rev. | Por | | | |
| | Data | Aprovado | | | |

5.8 Tubulações

| PROJETO : | | Produção de Metil Etil Cetona a partir de 2-butanol | | | | | | | | | | | TUBULAÇÕES DE PROCESSO | | |
|-----------|---|---|----------|----------|---------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|--|--|
| UNIDADE : | | | | | | | | | | | | | Pág. 1 de 8 | | |
| R | e | TUBULAÇÕES DE PROCESSO | | | | | | | | | | | | | |
| v | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | TUBULAÇÃO Nº | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | | | | | |
| 2 | IDENTIFICAÇÃO NO P&ID | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | DE | | L-01 | P-01 | | E-01 | E-01 | E-02 | K-01 | E-03 | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | A | L-01 | B-01 | E-01 | E-01 | | E-02 | K-01 | E-03 | R-01A | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | NATUREZA DO FLUIDO | NATUREZA, FASE E VAZÃO | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p) | Orgânico | Orgânico | Orgânico | Água | Água | Orgânico | Orgânico | Orgânico | Orgânico | Orgânico | Orgânico | Orgânico | | |
| 9 | FASE (1) / VAPOORIZADO (% peso) | L | L | L | V | L | L | V | V | V | V | V | V | | |
| 10 | VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T | | | | 42,72 | | | 226,49 | | | | | | | |
| 11 | VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T | 1,61 | 1,82 | 1,82 | | 0,22 | 2,01 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | PROPRIEDADES | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | PESO MOLECULAR GAS | | | | 18,02 | 18,02 | | | | | 74,12 | 74,12 | | | |
| 15 | DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T | | 804,29 | 793,87 | 793,576 | 4,53 | 887,13 | 718,88 | 6,37 | | 6,77 | 3,80 | | | |
| 16 | VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T | | 3,96 | 2,83 | 2,81 | 0,017 | 0,15 | 0,51 | 2,23 | | 2,23 | 2,23 | | | |
| 17 | PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO | 33,9 | 80 | 33,9 | 80 | 34,2 | 80 | 218,0 | 248,0 | 218,0 | 248,0 | 100,0 | 130,0 | | |
| 20 | PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO | | | 0,013 | 3,5 | 2,51 | 4,31 | 7,00 | 8,8 | 1 | 3,50 | 1,97 | 3,5 | | |
| 21 | | DADOS TUBULAÇÃO | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | DÍAMETRO NOMINAL | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/4 | 3 | 3 | | |
| 23 | AP CALCULADA / PERMITIDA (2) | 0,07 | 0,12 | 0,03 | 0,12 | 0,03 | 0,12 | 0,06 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 0,06 | 0,12 | | |
| 24 | VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (2) | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | ISOLAMENTO, TRACELADO (3) | NA | NA | NA | NA | NA | H | H | NA | H | H | H | H | | |
| 26 | NOTAS: | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | (1) | Especificar se é vapor (V), líquido (L), o fase mista (M). | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | (2) | Indicar Ap e velocidade máxima permitida só se é um requerimento de processo, corrosão, sólidos, fluidos especiais, etc. | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | (3) | Se é requerido especificar. P : proteção pessoal, H : conservação flo. ST : trachejado com vapor, ET : trachejado elétrico, SJ : encamisado com vapor, etc. | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | Para materiais ver a folha de seleção de materiais. | | | | | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | | | | | | | |

5.9 Instrumentos de Controle

| PROJETO : | | Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | | | | Instrumentos de vazão | |
|-----------------------|--|---|--|-----------------------------|--|--------------------------|-----------------------|---------------------------|
| UNIDADE : | | | | | | | Página 1 de 7 | |
| INSTRUMENTOS DE VAZÃO | | | | | | | | |
| R | | | | | | | | |
| e | | | | | | | | |
| v | | | | | | | | |
| 1 | INSTRUMENTO Nº | FT-001 | | FT-004 | | FT-005 | | FT-013 |
| 2 | SERVICO | Entrada L-01 | | Entrada fluido frio em E-01 | | Entrada de vapor em E-01 | | Entrada reagente em R-01A |
| 3 | CASO DE PROJETO | | | | | FT-009 | | FT-012 |
| 4 | | | | | | Saída prod do reator | | Saída vapor do R-01A |
| 5 | NATUREZA DO FLUIDO | Orgânico | | Orgânico | | Vapor de água | | Vapor |
| 6 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p) | 0 | | 747,7 | | - | | - |
| 7 | FASE (1) | L | | L | | V | | V |
| 8 | VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C | 1,61 | | 1,84 | | 1,464 | | 5,44 |
| 9 | GAS @ 0°C y 1 atm | | | | | | | |
| 10 | VAZÃO DE ÁGUA | | | | | | | |
| 11 | VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA | | | | | | | |
| 12 | TEMPERATURA ENTRADA | 24 | | 33,9 | | 218 | | 450 |
| 13 | PRESSÃO ENTRADA | -0,01 | | -0,01 | | | | 2,19 |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | FESO MOLECULAR GAS | 74,12 | | 74,13 | | 18 | | 18 |
| 16 | DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4 °C | 804,3 | | 809,3 | | - | | - |
| 17 | POUR POINT DO LÍQUIDO | - | | - | | - | | - |
| 18 | DENSIDADE @ P. T | | | | | 1,76 | | 3,74 |
| 19 | VISCOSIDADE @ T | 3,96 | | 0,51 | | 0,02 | | 0,17 |
| 20 | | | | | | | | |
| 21 | TIPO DE EVENTO PRIMÁRIO | | | | | | | |
| 22 | SITUAÇÃO (2) | | | | | | | |
| 23 | PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%) | | | | | | | |
| 24 | ALARME ALTO / MUITO ALTO | % | | | | | | |
| 25 | ALARME BAIXO / MUITO BAIXO | % | | | | | | |
| 26 | ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO | % | | | | | | |
| 27 | TRANCELIADO / DIAFRAGMA / FLUSHING | | | | | | | |
| 28 | LOCALIZADO EM / IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO | | | | | | | |
| 29 | NOTAS : | | | | | | | |
| 30 | (1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V). | | | | | | | |
| 31 | (2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL). | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | |

| PROJETO : Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidratação do Sec-Butanol | | Instrumentos de Vazão | | | | | |
|---|--|---------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| UNIDADE : | | Pag. 3 de 7 | | | | | |
| R | | INSTRUMENTOS DE VAZÃO | | | | | |
| e | | | | | | | |
| v | | | | | | | |
| 1 | INSTRUMENTO Nº | FIG-036 | FIG-038 | FIG-040 | FIG-041 | FI-044 | FIG-046 |
| 2 | SERVIÇO | Fluxo da corrente 51 | Fluxo da corrente 22 | Fluxo corrente 26 | Fluxo corrente 24 | Fluxo corrente 25 | Fluxo da corrente 27 |
| 3 | CASO DE PROBLEMA | | | | | | |
| 4 | | DATOS GENERALES DE OPERACION | | | | | |
| 5 | NATURALEZA DO FLUIDO | Orgânico | H2/Orgânico | H2O/Orgânico | H2O | H2 | Agua/Orgânico |
| 6 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TOXICOS (% peso / ppm) | 778 | 943000 | - | - | 982900 | - |
| 7 | FASE (1) | L | V | L | L | V | L |
| 8 | VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C | 1,69 | - | 1,77 | 1,67 | - | 1,77 |
| 9 | GAS @ 0° C y 1 atm | Nm³/h | - | - | - | - | - |
| 10 | VAPOR DE AGUA | kg/h | - | - | - | - | - |
| 11 | VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA | % | - | - | - | - | - |
| 12 | TEMPERATURA ENTRADA | °C | 25 | 25 | 26,45 | 24 | 24,27 |
| 13 | PRESSÃO ENTRADA | kg/cm² g | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 0,9 | 0,85 |
| 14 | | PROPIEDADES DO FLUIDO | | | | | |
| 15 | PESO MOLECULAR GAS | 72,35 | 6,07 | 18,63 | 18,01 | 2,32 | 18,63 |
| 16 | DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4 °C | 807,98 | - | 1,76 | 998,08 | - | 987,26 |
| 17 | POUR POINT DO LÍQUIDO | °C | | | | | |
| 18 | DENSIDADE @ P. T | kg/m³ | 801,3 | 0,49 | 981,96 | 994,92 | 981,95 |
| 19 | VISCOSIDADE @ T | cP (G) / cSt (L) | 60,650/61 | 1,04/0,01 | 89,05/0,89 | 93,77/0,94 | 0,94/0,009 |
| 20 | | CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO | | | | | |
| 21 | TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO | | | | | | |
| 22 | SITUAÇÃO (2) | | | | | | |
| 23 | PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%) | | | | | | |
| 24 | ALARME ALTO / MUITO ALTO | % | | | | | |
| 25 | ALARME BAIXO / MUITO BAIXO | % | | | | | |
| 26 | ENGRAVAMENTO ALTO / BAIXO | % | | | | | |
| 27 | TRAVEJADO / DAFRAÇA / FLUSHING | | | | | | |
| 28 | LOCALIZADO EM / IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO | | | | | | |
| 29 | NOTAS : | | | | | | |
| 30 | (1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V). | | | | | | |
| 31 | (2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL). | | | | | | |
| 32 | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| PROJETO : Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidrogenação do Sec-Butanol | | Instrumentos de Vazão | | | | | |
|---|--|---------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| UNIDADE : | | Pág. 4 de 7 | | | | | |
| INSTRUMENTOS DE VAZÃO | | | | | | | |
| 1 | INSTRUMENTO Nº | FIG-047 | FIG-051 | FIG-052 | FIG-054 | FIG-056 | FIG-057 |
| 2 | SERVIÇO | Fluxo da corrente 31 | Fluxo de corrente 28 | Fluxo corrente 32 | Fluxo corrente 33 | Fluxo corrente 34 | Fluxo da corrente 35 |
| 3 | CASO DE PROJETO | | | | | | |
| 4 | | DATOS GENERALES DE OPERACIÓN | | | | | |
| 5 | NATURZA DO FLUIDO | Orgânico | Orgânico | H2O | Orgânico/H2O | Orgânico/H2O | Água/Orgânico |
| 6 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p) | 1000000 | 933000 | 70000 | 599000 | 599001 | 599095 |
| 7 | FASE (1) | L | L | L | L | L | L |
| 8 | VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C | 1,76 | 0,18 | 1,68 | 0,26 | 1,26 | 1,77 |
| 9 | GAS @ 0°C y 1 atm | Nm³/h | - | - | - | - | - |
| 10 | VAPOR DE AGUA | kg/h | - | - | - | - | - |
| 11 | VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA | % | - | - | - | - | - |
| 12 | TEMPERATURA ENTRADA | °C | 26,45 | 29,59 | 27,87 | 27,08 | 27,08 |
| 13 | PRESSÃO ENTRADA | kg/cm² g | 1,06 | 1,31 | 1,01 | 1,2 | 1,2 |
| 14 | | PROPIEDADES DO FLUIDO | | | | | |
| 15 | PESO MOLECULAR GAS | 18,63 | 127,97 | 18,12 | 106,61 | 106,61 | 106,61 |
| 16 | DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4 °C | 987,26 | 1406,96 | 998,01 | 1203,45 | 1203,45 | 1203,45 |
| 17 | POUR POINT DO LÍQUIDO | °C | | | | | |
| 18 | DENSIDADE @ P. T | kg/m³ | 981,95 | 1399,48 | 991,37 | 1199,84 | 1083,73 |
| 19 | VISCOSIDADE @ T | cp (G) / cSt (L) | 89,04/0,89 | 67,57/0,67 | 86,27/0,86 | 60,21/0,60 | 60,21/0,61 |
| 20 | | CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO | | | | | |
| 21 | TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO | | | | | | |
| 22 | SITUAÇÃO (2) | | | | | | |
| 23 | PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%) | | | | | | |
| 24 | ALARME ALTO / MUITO ALTO | % | | | | | |
| 25 | ALARME BAIXO / MUITO BAIXO | % | | | | | |
| 26 | ENGRAVAMENTO ALTO / BAIXO | % | | | | | |
| 27 | TRAVESSIA / DIÁFRAGMA / FLUSHING | | | | | | |
| 28 | LOCALIZADO EM / IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO | | | | | | |
| 29 | NOTAS : | | | | | | |
| 30 | (1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V). | | | | | | |
| 31 | (2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL). | | | | | | |
| 32 | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| PROJETO : Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidratação do Sec-Butanol | | Instrumentos de Vazão | |
|---|--|-----------------------|----------------------|
| UNIDADE : | | Página 5 de 7 | |
| INSTRUMENTOS DE VAZÃO | | | |
| 1 | INSTRUMENTO Nº | FT-058 | Fluxo da corrente 46 |
| 2 | SERVIÇO | Fluxo da corrente 46 | Fluxo da corrente 46 |
| 3 | CASO DE PROBLETO | | |
| 4 | | | |
| 5 | NATUREZA DO FLUIDO | Fluxo de corrente 37 | Fluxo de corrente 38 |
| 6 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm) | Fluxo corrente 38 | Fluxo corrente 41 |
| 7 | FASE (1) | Fluxo corrente 41 | Fluxo corrente 42 |
| 8 | VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C | Fluxo corrente 42 | Fluxo corrente 45 |
| 9 | GAS @ 0°C y 1 atm | | |
| 10 | VAPOR DE AGUA | | |
| 11 | VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA | | |
| 12 | TEMPERATURA ENTRADA | | |
| 13 | PRESSÃO ENTRADA | | |
| 14 | | | |
| 15 | PESO MOLECULAR GAS | | |
| 16 | DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4 °C | | |
| 17 | POUR POINT DO LÍQUIDO | | |
| 18 | DENSIDADE @ P. T | | |
| 19 | VISCOSIDADE @ T | | |
| 20 | | | |
| 21 | TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO | | |
| 22 | SITUAÇÃO (2) | | |
| 23 | PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%) | | |
| 24 | ALARME ALTO / MUITO ALTO | | |
| 25 | ALARME BAIXO / MUITO BAIXO | | |
| 26 | ENGRAVAMENTO ALTO / BAIXO | | |
| 27 | TRABEJADO / DIAFRAGMA / FLUSHING | | |
| 28 | LOCALIZADO EM / IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO | | |
| 29 | NOTAS : | | |
| 30 | (1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V). | | |
| 31 | (2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL). | | |
| 32 | | | |
| 33 | | | |
| 34 | | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| PROJETO : Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidratação do Sec-Butanol | | INSTRUMENTOS DE VAZÃO | | | | | | Instrumentos de Vazão | |
|---|--|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--|
| UNIDADE : | | | | | | | | Pag. 6 de 7 | |
| R | | | | | | | | | |
| e | | | | | | | | | |
| v | | | | | | | | | |
| 1 | INSTRUMENTO Nº | FT-076 | FT-081 | FT-083 | FT-086 | FT-095 | FT-098 | | |
| 2 | SERVIÇO | Fluxo da corrente 49 | Fluxo de corrente 37 | Fluxo de corrente 63 | Fluxo de corrente 64 | Fluxo de corrente 62 | Fluxo de corrente 56 | | |
| 3 | CASO DE PROBLEMA | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | NATUREZA DO FLUIDO | Água | Orgânico | Orgânico | Água | Orgânico | Orgânico | | |
| 6 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm) | | | | | | | | |
| 7 | FASE (1) | V | L | L | L | L | L | | |
| 8 | VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C | 0,54 | 1,75 | 1,55 | 5,77 | 4,64 | 0,21 | | |
| 9 | GÁS @ 0° C y 1 atm | | | | | | | | |
| 10 | VAPOR DE ÁGUA | | | | | | | | |
| 11 | VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA | | | | | | | | |
| 12 | TEMPERATURA ENTRADA | 136,17 | 27,76 | 84,02 | 117,39 | 78,81 | 112,09 | | |
| 13 | PRESSÃO ENTRADA | 1,24 | 1 | 1 | 0,99 | -0,01 | 0,82 | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | PESO MOLECULAR GÁS | | | | | | | | |
| 16 | DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4 °C | Sp. Gr. | | | | | | | |
| 17 | POUR POINT DO LÍQUIDO | °C | | | | | | | |
| 18 | DENSIDADE @ P. T | kg/m ³ | 798,54 | 734,79 | 696,81 | 741,02 | 707,12 | | |
| 19 | VISCOSIDADE @ T | cp (G) / cSt (L) | 0,24 | 0,58 | 0,36 | 0,32 | 0,37 | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO | | | | | | | | |
| 22 | SITUAÇÃO (2) | | | | | | | | |
| 23 | PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%) | | | | | | | | |
| 24 | ALARME ALTO / MUITO ALTO | % | | | | | | | |
| 25 | ALARME BAIXO / MUITO BAIXO | % | | | | | | | |
| 26 | ENGRAVAMENTO ALTO / BAIXO | % | | | | | | | |
| 27 | TRAVEJADO / DAFRAÇMA / FLUSHING | | | | | | | | |
| 28 | LOCALIZADO EM / IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO | | | | | | | | |
| 29 | NOTAS : | | | | | | | | |
| 30 | (1) Especificar se é gás (G), líquido (L) ou vapor de água (V). | | | | | | | | |
| 31 | (2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL). | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | | |

| PROJETO : Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidratação do Sec-Butanol | | INSTRUMENTOS DE VAZÃO | | Instrumentos de Vazão | |
|--|--|-----------------------|--------|-----------------------|--|
| UNIDADE : | | | | Pag. 7 de 7 | |
| R | | | | | |
| e | | | | | |
| v | | | | | |
| 1 | INSTRUMENTO Nº | FT-103 | | | |
| 2 | SERVIÇO | Fluxo da corrente 59 | | | |
| 3 | CASO DE PROJEITO | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | NATUREZA DO FLUIDO | Água | | | |
| 6 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm) | | | | |
| 7 | FASE (1) | V | | | |
| 8 | VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C | m ³ /h | 5,77 | | |
| 9 | GAS @ 0° C y 1 atm | Nm ³ /h | | | |
| 10 | VAPOR DE ÁGUA | kg/h | | | |
| 11 | VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA | % | | | |
| 12 | TEMPERATURA ENTRADA | °C | 117,39 | | |
| 13 | PRESSÃO ENTRADA | kg/cm ² g | 0,99 | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | PESO MOLECULAR GAS | | | | |
| 16 | DENSIDADE LÍQUIDO @ 15,4 °C | Sp. Gr. | | | |
| 17 | POUR POINT DO LÍQUIDO | °C | | | |
| 18 | DENSIDADE @ P. T | kg/m ³ | 696,81 | | |
| 19 | VISCOSIDADE @ T | cP (G) / cSt (L) | 0,36 | | |
| 20 | | | | | |
| 21 | TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO | | | | |
| 22 | SITUAÇÃO(2) | | | | |
| 23 | PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%) | | | | |
| 24 | ALARME ALTO / MUITO ALTO | % | | | |
| 25 | ALARME BAIXO / MUITO BAIXO | % | | | |
| 26 | ENGRAVAMENTO ALTO / BAIXO | % | | | |
| 27 | TRAVEJADO / DAFRAÇA / FLUSHING | | | | |
| 28 | LOCALIZADO EM / IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO | | | | |
| 29 | NOTAS : | | | | |
| 30 | (1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V). | | | | |
| 31 | (2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL). | | | | |
| 32 | | | | | |
| 33 | | | | | |
| 34 | | | | | |
| | Rev. | Por | | | |
| | Data | Aprovado | | | |

| PROJETO : Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidratação do Sec-Butanol | | Instrumentos de Nível | |
|---|---|-----------------------|------------------------------|
| UNIDADE : | | Pag. 1 de 2 | |
| INSTRUMENTOS DE NÍVEL | | | |
| R | | | |
| e | | | |
| v | | | |
| 1 | INSTRUMENTO Nº | LIC-002 | LIC-035 |
| 2 | SERVIÇO | Nível do Pulmão L-01 | Nível do Flash C-01 |
| 3 | CASO DE PROBLEMA | | |
| 4 | | | |
| 5 | NATUREZA DO FLUIDO SUPERIOR / INFERIOR | Orgânico | DATOS GENERALES DE OPERACIÓN |
| 6 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p) | - | Orgânico/Agua/H2 |
| 7 | TIPO DE INTERFASE (1) | L | L-G |
| 8 | TEMPERATURA | 33,87 | 31,57 |
| 9 | PRESSÃO | -0,01 | 1,28 |
| 10 | | | PROPIEDADES DO FLUIDO |
| | DENSIDADE FASE SUP. @ P. T | kg/m³ | 0,62 |
| | VISCOSIDADE FASE SUP. @ T | cP / cSt | 0,01/0,0001 |
| 11 | DENSIDADE FASE INF. @ P. T | kg/m³ | 794,34 |
| 12 | VISCOSIDADE FASE INF. @ T | cP / cSt | 794,34 |
| 13 | | | 56,18/0,56 |
| 14 | TIPO ELEMENTO PRIMARIO | | 89,05/0,89 |
| 15 | SITUAÇÃO (2) | | 67,57/0,68 |
| 16 | PONTOS CONSIGNA (NÍVEL NORMAL :) (3) | | 735,04 |
| 17 | ALARME ALTO / MUITO ALTO | mm | 1399,48 |
| 18 | ALARME BAIXO / MUITO BAIXO | mm | 1188,54 |
| 19 | ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO | mm | 30,90/0,31 |
| 20 | TRAVEZADO, FLUSHING | | 23,11/0,23 |
| 21 | LOCALIZADO EM RECHENTE | | |
| 22 | NOTAS : | | |
| 23 | (1) Especificar se é líquido - líquido (L-L) ou líquido - vapor (L-V) | | |
| 24 | (2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL) | | |
| 25 | (3) Indicar o nível normal em mm sobre LT o % intervalo medido e os pontos de consigna de ALARMES e encravamentos nas mesmas unidades | | |
| 28 | | | |
| 29 | | | |
| 30 | | | |
| 31 | | | |
| 32 | | | |
| 33 | | | |
| 34 | | | |
| | Rev. | Por | |
| | Data | Aprovado | |

| PROJETO : Produção de Metil Etil Cetona a Partir da Desidratação do Sec-Butanol | | INSTRUMENTOS DE NÍVEL | | Instrumentos de NÍVEL | |
|---|---|-----------------------|---------------------|-----------------------|--|
| UNIDADE : | | | | Pag. 2 de 2 | |
| R | | | | | |
| e | | | | | |
| v | | | | | |
| 1 | INSTRUMENTO Nº | LIC-090 | LIC-097 | | |
| 2 | SERVIÇO | Nível do Pulmão I-04 | Nível de Fundo C-05 | | |
| 3 | CASO DE PROJEIO | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | NATUREZA DO FLUIDO SUPERIOR / INFERIOR | Orgânico | Orgânico | | |
| 6 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p) | - | 6557 | | |
| 7 | TIPO DE INTERFASE (1) | L | L | | |
| 8 | TEMPERATURA | 83,87 | 112,09 | | |
| 9 | PRESSÃO | kg/cm ² g | 0,82 | | |
| 10 | | | | | |
| | DENSIDADE FASE SUP. @ P. T | kg/m ³ | - | | |
| | VISCOSIDADE FASE SUP. @ T | cP / cSt | - | | |
| 11 | DENSIDADE FASE INF. @ P. T | kg/m ³ | 734,97 | 707,12 | |
| 12 | VISCOSIDADE FASE INF. @ T | cP / cSt | 30,81/0,31 | 37,42/0,37 | |
| 13 | | | | | |
| 14 | TIPO ELEMENTO PRIMARIO | | | | |
| 15 | SITUAÇÃO (2) | | | | |
| 16 | PONTOS CONSIGNA (NÍVEL NORMAL :) (3) | | | | |
| 17 | ALARME ALTO / MUITO ALTO | mm | | | |
| 18 | ALARME BAIXO / MUITO BAIXO | mm | | | |
| 19 | ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO | mm | | | |
| 20 | TRAVEJADO, FLUSHING | | | | |
| 21 | LOCALIZADO EM RECHENTE | | | | |
| 22 | NOTAS : | | | | |
| 23 | (1) Especificar se é líquido - líquido (L-L) ou líquido - vapor (L-V) | | | | |
| 24 | (2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL) | | | | |
| 25 | (3) Indicar o nível normal em mm sobre LT o % intervalo medida e os pontos de consigna de ALARMES e encravamentos nas mesmas unidades | | | | |
| 28 | | | | | |
| 29 | | | | | |
| 30 | | | | | |
| 31 | | | | | |
| 32 | | | | | |
| 33 | | | | | |
| 34 | | | | | |
| | Rev. | Por | | | |
| | Data | Aprovado | | | |

| PROJETO : | | ANALISADORES | | Pág. | 1 | de | 1 |
|---------------------|--|---|----------------------|------|---|----|---|
| UNIDADE: | | | | | | | |
| R | | | | | | | |
| e | | | | | | | |
| v | | | | | | | |
| ANALISADORES | | | | | | | |
| 1 | INSTRUMENTO Nº | XT-040 | | | | | |
| 2 | SERVIÇO | C-02 | | | | | |
| 3 | CASO DE PROJETO | | | | | | |
| 4 | DATOS GENERALES DE OPERACIÓN | | | | | | |
| 5 | NA TUREZA DO FLUIDO | Orgânico | | | | | |
| 6 | COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppmP) | 0,5643 | | | | | |
| 7 | FASE (1) | L | | | | | |
| 8 | TEMPERATURA | 26,44600021 | °C | | | | |
| 9 | PRESSÃO | 1,006204973 | kg/cm ² g | | | | |
| 10 | PROPIEDADES DO FLUIDO (2) | | | | | | |
| 11 | PROPIEDAD A ANALISAR | Fração molar | | | | | |
| 12 | VALOR NORMAL | 0,0111 | | | | | |
| 13 | VALOR MÍNIMO | 0,0110 | | | | | |
| 14 | VALOR MÁXIMO | 0,0112 | | | | | |
| 15 | CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO | | | | | | |
| 16 | PRINCÍPIO DE MEDIDA (2) | | | | | | |
| 17 | SITUAÇÃO (3) | | | | | | |
| 18 | PONTOS CONSIGNA | | | | | | |
| 19 | ALARME ALTA / MUITO ALTA | % | | | | | |
| 20 | ALARME BAIXA / MUITO BAIXA | % | | | | | |
| 21 | ENGRAVAMENTO BAIXO / ALTO | % | | | | | |
| 22 | LOCALIZADO NA PLANTA / EQUIPAMENTO | | | | | | |
| 23 | NOTAS: | | | | | | |
| 24 | (1) | Especificar se é gás (G), líquido (L), vapor de água (V) o mista (M). | | | | | |
| 25 | (2) | Para cromatográficos especificar composição da corrente no formato J-6. | | | | | |
| 26 | (3) | Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) o painel local (PL) | | | | | |
| 27 | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | |

| RESUMO DE VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | | | | | | | | | | Resumo Válv. de segurança | | |
|---------------------------------|---|-------------|--------------------------|--------------------------------------|-------|------|----------|------|----------------|------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------|
| PROJETO: | | | | | | | | | | | | Pág. | de | |
| UNIDADE | | | | | | | | | | | | | | |
| R | | | | | | | | | | | | | | |
| e | | | | | | | | | | | | | | |
| V | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | VÁLVULA | SERVIÇO (1) | TAMANHO (2) ETIPO (3) | SET Pres. kg/cm ² g | FOGO | | FALHA CW | | FALHA ELÉTRICA | | CASOS DE DESCARGA | | OUTRAS | |
| 2 | | | | | PM | (°C) | kg/h | PM | (°C) | kg/h | PM | (°C) | VAPOR | LÍQUIDO |
| 3 | | | | | | | | | | | kg/h | PM | m ³ /h | Dens. |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | FSV-01 | L-01 | | 3,5 | 15142 | | | 1464 | | | | | | |
| 7 | FSV-02 | C-01 | | 3,9 | 1367 | | | 1351 | | | | | | |
| 8 | FSV-03 | L-02 | | 3,7 | 374 | | | 1734 | | | | | | |
| 9 | FSV-04 | C-02 | | 3,5 | 1293 | | | 250 | | | | | | |
| 10 | FSV-05 | C-03 | | 3,7 | 1061 | | | 307 | | | | | | |
| 11 | FSV-06 | C-04 | | 3,5 | 1534 | | | 187 | | | | | | |
| 12 | FSV-07 | L-03 | | 3,5 | 272 | | | 263 | | | | | | |
| 13 | FSV-08 | C-05 | | 3,5 | 1724 | | | 4389 | | | | | | |
| 14 | FSV-09 | L-04 | | 3,5 | 2005 | | | 263 | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | TOTAL | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | NOTAS : | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | (1) Equipamento protegido e descrição | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | (2) Indicar tamanho do orifício | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | (3) Balanceada (B) ou não (NB) | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | (4) Bloqueio, falha válvula controle, falha refluxo, etc. | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | |

Rev.

Por

Data

Aprovado

| | | | | |
|---|--|---------------|-------------|-----------------------|
| PROJETO : | | | | Válvulas de segurança |
| UNIDADE : | | | | Pág. 1 de 9 |
| R e v | VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | |
| CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | | |
| VÁLVULA Nº | PSV-01 | | | |
| Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA) | | | | |
| EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S) | L-01 | | | |
| PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO | kg/cm ² g | -0,014 | | |
| TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO | °C | 24 | | |
| PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 3,5 | | |
| TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO | °C | 80 | | |
| NATUREZA DO FLUIDO | Orgânico | | | |
| COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p) | 747,67 | | | |
| CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1) | Fogo | Falha válvula | | |
| CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA | | | | |
| PRESSÃO DE AÇIONAMENTO | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | |
| MÁXIMA SOBREPRESSÃO | % | | | |
| PRES. DE DESCARGA (P _{disp} +SOBREPRESSÃO) | kg/cm ² g | | | |
| TEMPERATURA DE DESCARGA | °C | 80 | 80 | |
| VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR | kg/h | | | |
| PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| Cp/Cv | - | | | |
| FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2) | m ³ /h | 19,06113568 | 1,843042245 | |
| DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 794,34 | 794,34 | |
| VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T | cSt | 2,756 | 2,756 | |
| CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA | | | | |
| TEMPERATURA | °C | 80 | 80 | |
| VAZÃO DE GAS O VAPOR | kg/h | | | |
| PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T | m ³ /h | 19,06113568 | 1,843042245 | |
| DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 794,34 | 794,34 | |
| VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3) | - | TOCHA | TOCHA | |
| CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED | kg/cm ² g | | | |
| CONTRAPRESSÃO BUILT-UP | kg/cm ² g | | | |
| CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA | kg/cm ² g | | | |
| CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA | | | | |
| PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA) | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | |
| PRESSÃO DE DISPARO (outras) | kg/cm ² g | | | |
| BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA | polegadas 2 | | | |
| ORIFÍCIO A PI ESTIMADO | ~ | | | |
| COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES | | | | |
| MARCA E MODO DA VÁLVULA | kg/cm ² g | | | |
| PRESSÃO DE DISPARO | kg/cm ² g | | | |
| BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| ORIFÍCIO A PI INSTALADO | ~ | | | |
| VALIDEZ DA VÁLVULA (4) | ~ | | | |
| NOTAS : | | | | |
| (1) | Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc. | | | |
| (2) | No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado. | | | |
| (3) | Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido. | | | |
| (4) | Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma. | | | |
| Rev. | Por | | | |
| Data | Aprovado | | | |

| | | | | | | |
|-------------|---|--|-----------------------|----------------------|----------------------|--|
| | PROJETO : | | Válvulas de segurança | | | |
| | UNIDADE : | | Pág. | | de | |
| R e v | VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | | | |
| 2 | VÁLVULA Nº | | PSV-02 | | | |
| 3 | Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA) | | | | | |
| 4 | EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S) | | C-01 | | | |
| 5 | PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO | kg/cm ² g | | 1,277 | | |
| 6 | TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO | °C | | 31,6 | | |
| 7 | PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | | 3,9 | | |
| 8 | TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO | °C | | 80 | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | | Orgânico | | | |
| 10 | COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm) | | 469319,8 | | | |
| 11 | CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1) | | Fogo | Falha válvula | Falha válvula | |
| 12 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA | | | | | |
| 13 | PRESSÃO DE ACIONAMENTO | kg/cm ² g | 3,9 | 3,9 | 3,9 | |
| 14 | MÁXIMA SOBREPRESSÃO | % | | | | |
| 15 | PRES. DE DESCARGA (P _{disp} +SOBREPRESSÃO) | kg/cm ² g | | | | |
| 16 | TEMPERATURA DE DESCARGA | °C | 80 | 80 | 80 | |
| 17 | VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR | kg/h | | | 112,49 | |
| 18 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | 6,08 | |
| 19 | Cp/Cv | - | | | 1,337 | |
| 20 | FACTOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | 1,001 | |
| 21 | VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2) | m ³ /h | 1,71 | 1,69 | | |
| 22 | DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 801,31 | 801,31 | | |
| 23 | VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T | cSt | 0,607 | 0,607 | | |
| 24 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA | | | | | |
| 25 | TEMPERATURA | °C | 80 | 80 | 80 | |
| 26 | VAZÃO DE GAS O VAPOR | kg/h | | | 1366,60 | |
| 27 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | 6,08 | |
| 28 | FACTOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | 1,337 | |
| 29 | VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T | m ³ /h | 1,71 | 1,71 | | |
| 30 | DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 801,31 | 801,31 | | |
| 31 | VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3) | - | TOCHA | TOCHA | TOCHA | |
| 32 | CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED | kg/cm ² g | | | | |
| 33 | CONTRAPRESSÃO BUILT-UP | kg/cm ² g | | | | |
| 34 | CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA | kg/cm ² g | | | | |
| 35 | CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA | | | | | |
| 36 | PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA) | kg/cm ² g | 3,9 | 3,9 | 3,9 | |
| 37 | PRESSÃO DE DISPARO (outras) | kg/cm ² g | | | | |
| 38 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 39 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 40 | ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA | polegadas 2 | | | | |
| 41 | ORIFÍCIO API <u>ESTIMADO</u> | ~ | | | | |
| 42 | COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES | | | | | |
| 43 | MARCA E MODO DA VÁLVULA | kg/cm ² g | | | | |
| 44 | PRESSÃO DE DISPARO | kg/cm ² g | | | | |
| 45 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 46 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 47 | ORIFÍCIO API INSTALADO | ~ | | | | |
| 48 | VALIDEZ DA VÁLVULA (4) | ~ | | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | |
| 50 | (1) | Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc. | | | | |
| 51 | (2) | No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado. | | | | |
| 52 | (3) | Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido. | | | | |
| 53 | (4) | Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma. | | | | |
| 54 | | | | | | |
| 55 | | | | | | |
| 56 | | | | | | |
| 57 | | | | | | |
| 58 | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | |

| | | | | | |
|-------------|---|--|-----------------------|---------------|---------------|
| | PROJETO : | | Válvulas de segurança | | |
| | UNIDADE : | | Pág. | de | |
| R e v | VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | | |
| 2 | VÁLVULA Nº | | PSV-03 | | |
| 3 | Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA) | | | | |
| 4 | EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S) | | C-02 | | |
| 5 | PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO | kg/cm ² g | 1,006 | | |
| 6 | TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO | °C | 26,45 | | |
| 7 | PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 3,7 | | |
| 8 | TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO | °C | 80 | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | | Orgânico | | |
| 10 | COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p) | | 778,7 | | |
| 11 | CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1) | | Fogo | Falha válvula | Falha válvula |
| 12 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA | | | | |
| 13 | PRESSÃO DE ACIONAMENTO | kg/cm ² g | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| 14 | MÁXIMA SOBREPRESSÃO | % | | | |
| 15 | PRES. DE DESCARGA (Pd _{isp} +SOBREPRESSÃO) | kg/cm ² g | | | |
| 16 | TEMPERATURA DE DESCARGA | °C | 80 | 80 | 80 |
| 17 | VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR | kg/h | | | 41,18 |
| 18 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | 2,32 |
| 19 | C _p /C _v | - | | | 1,405 |
| 20 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | 1,002 |
| 21 | VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2) | m ³ /h | 1,32 | 1,77 | |
| 22 | DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 981,96 | 981,96 | |
| 23 | VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T | cSt | 0,890 | 0,890 | |
| 24 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA | | | | |
| 25 | TEMPERATURA | °C | 80 | 80 | 80 |
| 26 | VAZÃO DE GAS O VAPOR | kg/h | | | 1734,12 |
| 27 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | 2,32 |
| 28 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | 1,405 |
| 29 | VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T | m ³ /h | 1,77 | 1,77 | |
| 30 | DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 981,96 | 981,96 | |
| 31 | VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3) | - | TOCHA | TOCHA | TOCHA |
| 32 | CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED | kg/cm ² g | | | |
| 33 | CONTRAPRESSÃO BUILT-UP | kg/cm ² g | | | |
| 34 | CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA | kg/cm ² g | | | |
| 35 | CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA | | | | |
| 36 | PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA) | kg/cm ² g | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| 37 | PRESSÃO DE DISPARO (outras) | kg/cm ² g | | | |
| 38 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 39 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 40 | ÁREA CALCULADA / SELECIONADA | polegadas 2 | | | |
| 41 | ORIFÍCIO API ESTIMADO | ~ | | | |
| 42 | COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES | | | | |
| 43 | MARCA E MODO DA VÁLVULA | kg/cm ² g | | | |
| 44 | PRESSÃO DE DISPARO | kg/cm ² g | | | |
| 45 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 46 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 47 | ORIFÍCIO API INSTALADO | ~ | | | |
| 48 | VALIDEZ DA VÁLVULA (4) | ~ | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | |
| 50 | (1) | Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc. | | | |
| 51 | (2) | No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado. | | | |
| 52 | (3) | Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido. | | | |
| 53 | (4) | Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma. | | | |
| 54 | | | | | |
| 55 | | | | | |
| 56 | | | | | |
| 57 | | | | | |
| 58 | | | | | |
| | Rev. | Por | | | |
| | Data | Aprovado | | | |

| | | | | | |
|-------------|---|--|-----------------------|----------------------|--|
| | PROJETO : | | Válvulas de segurança | | |
| | UNIDADE : | | Pág. | de | |
| R e v | VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | | |
| 2 | VÁLVULA Nº | | PSV-04 | | |
| 3 | Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA) | | | | |
| 4 | EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S) | | L-02 | | |
| 5 | PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO | kg/cm ² g | | 1,312 | |
| 6 | TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO | °C | | 29,59 | |
| 7 | PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | | 3,5 | |
| 8 | TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO | °C | | 80 | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | | Orgânico | | |
| 10 | COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p) | | 599095,5 | | |
| 11 | CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1) | | Fogo | Falha válvula | |
| 12 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA | | | | |
| 13 | PRESSÃO DE ACIONAMENTO | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | |
| 14 | MÁXIMA SOBREPRESSÃO | % | | | |
| 15 | PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO) | kg/cm ² g | | | |
| 16 | TEMPERATURA DE DESCARGA | °C | 80 | 80 | |
| 17 | VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR | kg/h | | | |
| 18 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| 19 | Cp/Cv | - | | | |
| 20 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| 21 | VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2) | m ³ /h | 0,27 | 0,18 | |
| 22 | DENSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 1399,48 | 1399,48 | |
| 23 | VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | cSt | 0,676 | 0,676 | |
| 24 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA | | | | |
| 25 | TEMPERATURA | °C | 80 | 80 | |
| 26 | VAZÃO DE GAS O VAPOR | kg/h | | | |
| 27 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| 28 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| 29 | VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T | m ³ /h | 0,27 | 0,27 | |
| 30 | DENSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 1399,48 | 1399,48 | |
| 31 | VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3) | - | TOCHA | TOCHA | |
| 32 | CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED | kg/cm ² g | | | |
| 33 | CONTRAPRESSÃO BUILT-UP | kg/cm ² g | | | |
| 34 | CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA | kg/cm ² g | | | |
| 35 | CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA | | | | |
| 36 | PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA) | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | |
| 37 | PRESSÃO DE DISPARO (outras) | kg/cm ² g | | | |
| 38 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 39 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 40 | ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA | polegadas 2 | | | |
| 41 | ORIFÍCIO API ESTIMADO | ~ | | | |
| 42 | COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES | | | | |
| 43 | MARCA E MODO DA VÁLVULA | kg/cm ² g | | | |
| 44 | PRESSÃO DE DISPARO | kg/cm ² g | | | |
| 45 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 46 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 47 | ORIFÍCIO API INSTALADO | ~ | | | |
| 48 | VALIDEZ DA VÁLVULA (4) | ~ | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | |
| 50 | (1) | Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc. | | | |
| 51 | | | | | |
| 52 | (2) | No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado. | | | |
| 53 | | | | | |
| 54 | (3) | Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido. | | | |
| 55 | (4) | Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma. | | | |
| 56 | | | | | |
| 57 | | | | | |
| 58 | | | | | |
| | Rev. | Por | | | |
| | Data | Aprovado | | | |

| | | | | | |
|-------------|---|--|-----------------------|---------------|--------|
| | PROJETO : | | Válvulas de segurança | | |
| | UNIDADE : | | Pág. | de | |
| R e v | VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | | |
| 2 | VÁLVULA Nº | | PSV-05 | | |
| 3 | Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA) | | | | |
| 4 | EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S) | | C-03 | | |
| 5 | PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO | kg/cm ² g | 0,904 | | |
| 6 | TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO | °C | 27,87 | | |
| 7 | PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 3,7 | | |
| 8 | TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO | °C | 80 | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | | Orgânico | | |
| 10 | COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p) | | 599095,5 | | |
| 11 | CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1) | | Fogo | Falha válvula | |
| 12 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA | | | | |
| 13 | PRESSÃO DE ACIONAMENTO | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | |
| 14 | MÁXIMA SOBREPRESSÃO | % | | | |
| 15 | PRES. DE DESCARGA (Pd _{isp} +SOBREPRESSÃO) | kg/cm ² g | | | |
| 16 | TEMPERATURA DE DESCARGA | °C | 80 | 80 | |
| 17 | VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR | kg/h | | | |
| 18 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| 19 | C _p /C _v | - | | | |
| 20 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| 21 | VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2) | m ³ /h | 0,89 | 0,26 | 1,68 |
| 22 | DENSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 1199,84 | 1199,84 | 991,37 |
| 23 | VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | cSt | 0,602 | 0,676 | 0,863 |
| 24 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA | | | | |
| 25 | TEMPERATURA | °C | 80 | 80 | |
| 26 | VAZÃO DE GAS O VAPOR | kg/h | | | |
| 27 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| 28 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| 29 | VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T | m ³ /h | 0,885 | 0,885 | |
| 30 | DENSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 1199,84 | 1199,84 | |
| 31 | VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3) | - | TOCHA | TOCHA | |
| 32 | CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED | kg/cm ² g | | | |
| 33 | CONTRAPRESSÃO BUILT-UP | kg/cm ² g | | | |
| 34 | CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA | kg/cm ² g | | | |
| 35 | CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA | | | | |
| 36 | PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA) | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| 37 | PRESSÃO DE DISPARO (outras) | kg/cm ² g | | | |
| 38 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 39 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 40 | ÁREA CALCULADA / SELECIONADA | polegadas 2 | | | |
| 41 | ORIFÍCIO API ESTIMADO | ~ | | | |
| 42 | COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES | | | | |
| 43 | MARCA E MODO DA VÁLVULA | kg/cm ² g | | | |
| 44 | PRESSÃO DE DISPARO | kg/cm ² g | | | |
| 45 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 46 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 47 | ORIFÍCIO API INSTALADO | ~ | | | |
| 48 | VALIDEZ DA VÁLVULA (4) | ~ | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | |
| 50 | (1) | Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc. | | | |
| 51 | (2) | No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado. | | | |
| 52 | (3) | Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido. | | | |
| 53 | (4) | Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma. | | | |
| 54 | | | | | |
| 55 | | | | | |
| 56 | | | | | |
| 57 | | | | | |
| 58 | | | | | |
| | Rev. | Por | | | |
| | Data | Aprovado | | | |

| | | | | | | |
|-------------|---|--|-----------------------|------------|---------------|--|
| | PROJETO : | | Válvulas de segurança | | | |
| | UNIDADE : | | Pág. | | de | |
| R e v | VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | | | |
| 2 | VÁLVULA Nº | | PSV-06 | | | |
| 3 | Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA) | | | | | |
| 4 | EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S) | | C-04 | | | |
| 5 | PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO | kg/cm ² g | | 0,904 | | |
| 6 | TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO | °C | | 136,66 | | |
| 7 | PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | | 3,5 | | |
| 8 | TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO | °C | | 166,66 | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | | Orgânico | | | |
| 10 | COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p) | | 599095,5 | | | |
| 11 | CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1) | | Fogo | Falha refe | Falha válvula | |
| 12 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA | | | | | |
| 13 | PRESSÃO DE ACIONAMENTO | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | 3,5 | |
| 14 | MÁXIMA SOBREPRESSÃO | % | | | | |
| 15 | PRES. DE DESCARGA (Pd _{isp} +SOBREPRESSÃO) | kg/cm ² g | | | | |
| 16 | TEMPERATURA DE DESCARGA | °C | 136,66 | 136,66 | 136,66 | |
| 17 | VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR | kg/h | | | | |
| 18 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | |
| 19 | C _p /C _v | - | | | | |
| 20 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | | |
| 21 | VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2) | m ³ /h | 1,29 | 0,43 | 0,19 | |
| 22 | DENSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 1188,54 | 1188,54 | 991,37 | |
| 23 | VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | cSt | 0,602 | 0,602 | 0,863 | |
| 24 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA | | | | | |
| 25 | TEMPERATURA | °C | 166,66 | 0,00 | 0,00 | |
| 26 | VAZÃO DE GAS O VAPOR | kg/h | | | | |
| 27 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | |
| 28 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | | |
| 29 | VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T | m ³ /h | 0,19 | 0,19 | 0,19 | |
| 30 | DENSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 1188,54 | 1188,54 | 991,37 | |
| 31 | VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3) | - | TOCHA | TOCHA | TOCHA | |
| 32 | CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED | kg/cm ² g | | | | |
| 33 | CONTRAPRESSÃO BUILT-UP | kg/cm ² g | | | | |
| 34 | CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA | kg/cm ² g | | | | |
| 35 | CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA | | | | | |
| 36 | PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA) | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | 3,5 | |
| 37 | PRESSÃO DE DISPARO (outras) | kg/cm ² g | | | | |
| 38 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 39 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 40 | ÁREA CALCULADA / SELECIONADA | polegadas 2 | | | | |
| 41 | ORIFÍCIO API ESTIMADO | ~ | | | | |
| 42 | COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES | | | | | |
| 43 | MARCA E MODO DA VÁLVULA | kg/cm ² g | | | | |
| 44 | PRESSÃO DE DISPARO | kg/cm ² g | | | | |
| 45 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 46 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 47 | ORIFÍCIO API INSTALADO | ~ | | | | |
| 48 | VALIDEZ DA VÁLVULA (4) | ~ | | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | |
| 50 | (1) | Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc. | | | | |
| 51 | (2) | No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado. | | | | |
| 52 | (3) | Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido. | | | | |
| 53 | (4) | Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma. | | | | |
| 54 | | | | | | |
| 55 | | | | | | |
| 56 | | | | | | |
| 57 | | | | | | |
| 58 | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | |

| | | | | | |
|-------------|---|--|-----------------------|---------------|--|
| | PROJETO : | | Válvulas de segurança | | |
| | UNIDADE : | | Pág. | de | |
| R e v | VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | | |
| 2 | VÁLVULA Nº | | PSV-07 | | |
| 3 | Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA) | | | | |
| 4 | EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S) | | L-03 | | |
| 5 | PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO | kg/cm ² g | 1,057 | | |
| 6 | TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO | °C | 85,06 | | |
| 7 | PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | 3,500 | | |
| 8 | TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO | °C | 115,06 | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | | Orgânico | | |
| 10 | COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p) | | 240,7870369 | | |
| 11 | CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1) | | Fogo | Falha válvula | |
| 12 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA | | | | |
| 13 | PRESSÃO DE ACIONAMENTO | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | |
| 14 | MÁXIMA SOBREPRESSÃO | % | | | |
| 15 | PRES. DE DESCARGA (Pd _{isp} +SOBREPRESSÃO) | kg/cm ² g | | | |
| 16 | TEMPERATURA DE DESCARGA | °C | 115,06 | 115,06 | |
| 17 | VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR | kg/h | | | |
| 18 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| 19 | Cp/Cv | - | | | |
| 20 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| 21 | VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2) | m ³ /h | 0,27 | 0,27 | |
| 22 | DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 991,37 | 991,37 | |
| 23 | VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T | cSt | 0,863 | 0,863 | |
| 24 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA | | | | |
| 25 | TEMPERATURA | °C | | | |
| 26 | VAZÃO DE GAS O VAPOR | kg/h | | | |
| 27 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| 28 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| 29 | VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T | m ³ /h | 0,27 | 0,27 | |
| 30 | DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 991,37 | 991,37 | |
| 31 | VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3) | - | TOCHA | TOCHA | |
| 32 | CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED | kg/cm ² g | | | |
| 33 | CONTRAPRESSÃO BUILT-UP | kg/cm ² g | | | |
| 34 | CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA | kg/cm ² g | | | |
| 35 | CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA | | | | |
| 36 | PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA) | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | |
| 37 | PRESSÃO DE DISPARO (outras) | kg/cm ² g | | | |
| 38 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 39 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 40 | ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA | polegadas 2 | | | |
| 41 | ORIFÍCIO API ESTIMADO | ~ | | | |
| 42 | COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES | | | | |
| 43 | MARCA E MODO DA VÁLVULA | kg/cm ² g | | | |
| 44 | PRESSÃO DE DISPARO | kg/cm ² g | | | |
| 45 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 46 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 47 | ORIFÍCIO API INSTALADO | ~ | | | |
| 48 | VALIDEZ DA VÁLVULA (4) | ~ | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | |
| 50 | (1) | Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc. | | | |
| 51 | (2) | No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado. | | | |
| 52 | (3) | Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido. | | | |
| 53 | (4) | Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma. | | | |
| 54 | | | | | |
| 55 | | | | | |
| 56 | | | | | |
| 57 | | | | | |
| 58 | | | | | |
| | Rev. | Por | | | |
| | Data | Aprovado | | | |

| | | | | | | |
|-------------|---|--|-----------------------|------------|---------------|--|
| | PROJETO : | | Válvulas de segurança | | | |
| | UNIDADE : | | Pág. | | de | |
| R e v | VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | | | |
| 2 | VÁLVULA Nº | | PSV-08 | | | |
| 3 | Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA) | | | | | |
| 4 | EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S) | | C-05 | | | |
| 5 | PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO | kg/cm ² g | | 1,220 | | |
| 6 | TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO | °C | | 109,14 | | |
| 7 | PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | | 3,500 | | |
| 8 | TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO | °C | | 139,14 | | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | | Orgânico | | | |
| 10 | COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p) | | 6557,747813 | | | |
| 11 | CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1) | | Fogo | Falha refe | Falha válvula | |
| 12 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA | | | | | |
| 13 | PRESSÃO DE ACIONAMENTO | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | 4,5 | |
| 14 | MÁXIMA SOBREPRESSÃO | % | | | | |
| 15 | PRES. DE DESCARGA (Pd _{isp} +SOBREPRESSÃO) | kg/cm ² g | | | | |
| 16 | TEMPERATURA DE DESCARGA | °C | 139,14 | 139,14 | 139,14 | |
| 17 | VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR | kg/h | | | | |
| 18 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | |
| 19 | C _p /C _v | - | | | | |
| 20 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | | |
| 21 | VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2) | m ³ /h | 2,44 | 6,21 | 3,91 | |
| 22 | DENSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 706,84 | 706,84 | 734,79 | |
| 23 | VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | cSt | 0,373 | 0,373 | 0,308 | |
| 24 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA | | | | | |
| 25 | TEMPERATURA | °C | 139,14 | 139,14 | 139,14 | |
| 26 | VAZÃO DE GAS O VAPOR | kg/h | | | | |
| 27 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | | |
| 28 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | | |
| 29 | VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T | m ³ /h | 6,21 | 6,21 | 6,21 | |
| 30 | DENSIDADE DE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 706,84 | 706,84 | 734,79 | |
| 31 | VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3) | - | TOCHA | TOCHA | TOCHA | |
| 32 | CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED | kg/cm ² g | | | | |
| 33 | CONTRAPRESSÃO BUILT-UP | kg/cm ² g | | | | |
| 34 | CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA | kg/cm ² g | | | | |
| 35 | CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA | | | | | |
| 36 | PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA) | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | 3,5 | |
| 37 | PRESSÃO DE DISPARO (outras) | kg/cm ² g | | | | |
| 38 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 39 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 40 | ÁREA CALCULADA / SELECIONADA | polegadas 2 | | | | |
| 41 | ORIFÍCIO API ESTIMADO | ~ | | | | |
| 42 | COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES | | | | | |
| 43 | MARCA E MODO DA VÁLVULA | kg/cm ² g | | | | |
| 44 | PRESSÃO DE DISPARO | kg/cm ² g | | | | |
| 45 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 46 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | | |
| 47 | ORIFÍCIO API INSTALADO | ~ | | | | |
| 48 | VALIDEZ DA VÁLVULA (4) | ~ | | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | | |
| 50 | (1) | Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc. | | | | |
| 51 | (2) | No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado. | | | | |
| 52 | (3) | Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido. | | | | |
| 53 | (4) | Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma. | | | | |
| 54 | | | | | | |
| 55 | | | | | | |
| 56 | | | | | | |
| 57 | | | | | | |
| 58 | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | |

| | | | | | |
|-------------|---|--|-----------------------|---------------|--|
| | PROJETO : | | Válvulas de segurança | | |
| | UNIDADE : | | Pág. | de | |
| R e v | VÁLVULAS DE SEGURANÇA | | | | |
| 1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS | | | | |
| 2 | VÁLVULA Nº | | PSV-09 | | |
| 3 | Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA) | | | | |
| 4 | EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S) | | L-04 | | |
| 5 | PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO | kg/cm ² g | | 1,057 | |
| 6 | TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO | °C | | 84,02 | |
| 7 | PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO | kg/cm ² g | | 3,500 | |
| 8 | TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO | °C | | 114,02 | |
| 9 | NATUREZA DO FLUIDO | | Orgânico | | |
| 10 | COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p) | | 0,000146 | | |
| 11 | CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1) | | Fogo | Falha válvula | |
| 12 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA | | | | |
| 13 | PRESSÃO DE ACIONAMENTO | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | |
| 14 | MÁXIMA SOBREPRESSÃO | % | | | |
| 15 | PRES. DE DESCARGA (Pd _{isp} +SOBREPRESSÃO) | kg/cm ² g | | | |
| 16 | TEMPERATURA DE DESCARGA | °C | 114,02 | 114,02 | |
| 17 | VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR | kg/h | | | |
| 18 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| 19 | C _p /C _v | - | | | |
| 20 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| 21 | VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2) | m ³ /h | 5,63 | 0,36 | |
| 22 | DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 734,79 | 734,79 | |
| 23 | VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T | cSt | 0,308 | 0,308 | |
| 24 | CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA | | | | |
| 25 | TEMPERATURA | °C | | | |
| 26 | VAZÃO DE GAS O VAPOR | kg/h | | | |
| 27 | PESO MOLECULAR | kg/kmol | | | |
| 28 | FATOR DE COMPRESSIBILIDADE | - | | | |
| 29 | VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T | m ³ /h | 5,63 | 5,63 | |
| 30 | DENSIDADE LÍQUIDO @P, T | kg/m ³ | 734,79 | 734,79 | |
| 31 | VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3) | - | TOCHA | TOCHA | |
| 32 | CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED | kg/cm ² g | | | |
| 33 | CONTRAPRESSÃO BUILT-UP | kg/cm ² g | | | |
| 34 | CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA | kg/cm ² g | | | |
| 35 | CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA | | | | |
| 36 | PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA) | kg/cm ² g | 3,5 | 3,5 | |
| 37 | PRESSÃO DE DISPARO (outras) | kg/cm ² g | | | |
| 38 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 39 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 40 | ÁREA CALCULADA / SELECIONADA | polegadas 2 | | | |
| 41 | ORIFÍCIO API ESTIMADO | ~ | | | |
| 42 | COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES | | | | |
| 43 | MARCA E MODO DA VÁLVULA | kg/cm ² g | | | |
| 44 | PRESSÃO DE DISPARO | kg/cm ² g | | | |
| 45 | BALANCEADA (sim/não) | ~ | | | |
| 46 | PILOTADA (sim/não) | ~ | | | |
| 47 | ORIFÍCIO API INSTALADO | ~ | | | |
| 48 | VALIDEZ DA VÁLVULA (4) | ~ | | | |
| 49 | NOTAS : | | | | |
| 50 | (1) | Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc. | | | |
| 51 | (2) | No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado. | | | |
| 52 | (3) | Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido. | | | |
| 53 | (4) | Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma. | | | |
| 54 | | | | | |
| 55 | | | | | |
| 56 | | | | | |
| 57 | | | | | |
| 58 | | | | | |
| | Rev. | Por | | | |
| | Data | Aprovado | | | |

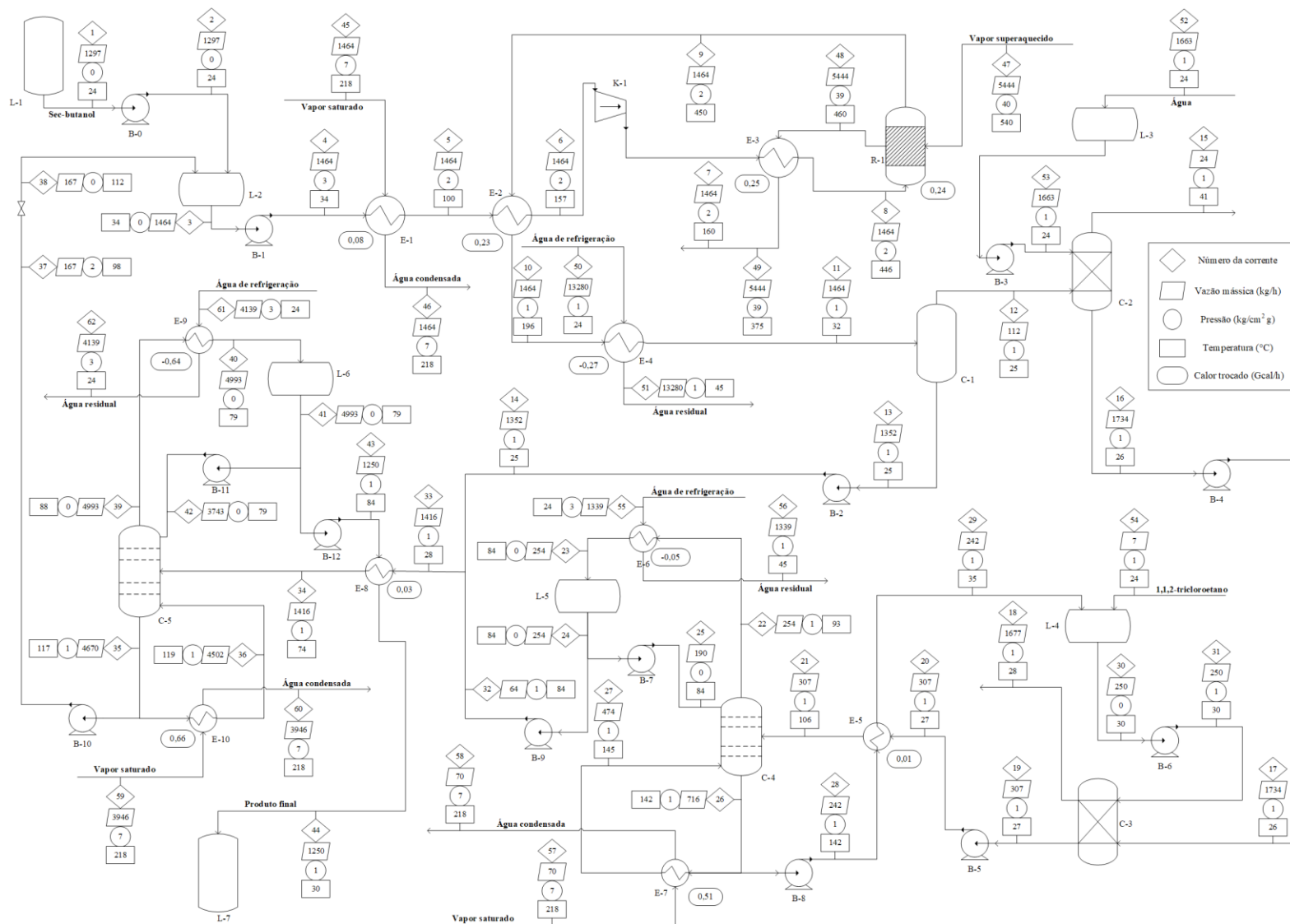
5.10 Serviços Auxiliares

| | | | | | | |
|-------------|---|---|----------------------|-------|---------------------|--|
| | PROJETO : | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | SERVIÇOS AUXILIARES | |
| | UNIDADE : | | | | Pág. 1 de 2 | |
| R e v | CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (AGUA DE ARREFECIMENTO) | | | | | |
| 1 | CASO DE PROJETO : | Planta de produção de metil-etil-cetona | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO | DESCRIÇÃO | CONSUMO (m³/h) (1,2) | NOTAS | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | E-04 | Refrigerador | 13,6299 | | | |
| 5 | E-06 | Condensador da coluna de destilação 1 | 1,3462 | | | |
| 6 | E-09 | Condensador da coluna de destilação 2 | 4,4484 | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |
| 22 | | | | | | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |
| 26 | | | | | | |
| 27 | | | | | | |
| 28 | | | | | | |
| 29 | | | | | | |
| 30 | | | | | | |
| 31 | | | | | | |
| 32 | | | | | | |
| 33 | | | | | | |
| 34 | | | | | | |
| 35 | | | | | | |
| 36 | | | | | | |
| 37 | | | | | | |
| 38 | | | | | | |
| 39 | | | | | | |
| 40 | | | | | | |
| 41 | TOTAL | | | | | |
| 42 | NOTAS : | | | | | |
| 43 | | | | | | |
| 44 | | | | | | |
| 45 | | | | | | |
| 46 | | | | | | |
| 47 | | | | | | |
| 48 | | | | | | |
| 49 | | | | | | |
| 50 | | | | | | |
| 51 | | | | | | |
| 52 | | | | | | |
| 53 | | | | | | |
| 54 | | | | | | |
| 55 | | | | | | |
| 56 | | | | | | |
| 57 | | | | | | |
| 58 | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | |

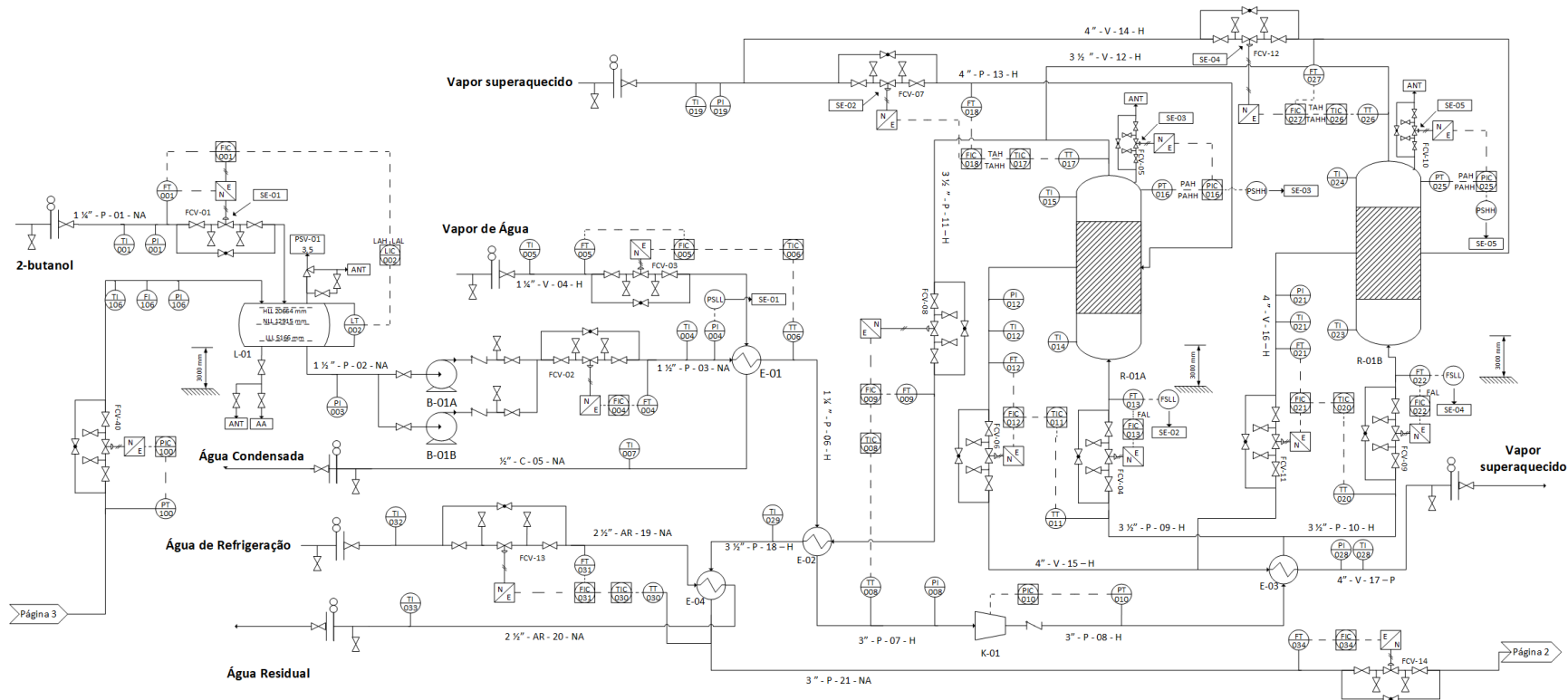
| | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---------------------|--|---------------------|---|-------|---|
| PROJETO : | | Produção de metil-etil-cetona a partir de 2-butanol | | | SERVIÇOS AUXILIARES | | | |
| UNIDADE : | | | | | Pág. | 1 | de | 1 |
| R | CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (ELETRICIDADE) | | | | | | | |
| e | | | | | | | | |
| v | | | | | | | | |
| 1 | CASO DE PROJETO : | | | | | | | |
| 2 | EQUIPAMENTO | | DESCRIÇÃO | | CONSUMO (kw h/h) | | NOTAS | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | B-0 | | Transporte para L-2 | | 0,61 | | | |
| 5 | B-1 | | Transporte para E-2 | | 0,81 | | | |
| 6 | B-2 | | Tramporte para C-5 | | 0,70 | | | |
| 7 | B-3 | | Tramporte para C-2 | | 0,77 | | | |
| 8 | B-4 | | Transporte para C-3 | | 0,54 | | | |
| 9 | B-5 | | Transporte para C-4 | | 0,11 | | | |
| 10 | B-6 | | Transporte para C-3 | | 0,06 | | | |
| 11 | B-7 | | Refluxo de topo C-4 | | 0,05 | | | |
| 12 | B-8 | | Transporte para L-4 | | 0,06 | | | |
| 13 | B-9 | | Transporte para C-5 | | 0,73 | | | |
| 14 | B-10 | | Transporte para L-2 | | 0,10 | | | |
| 15 | B-11 | | Refluxo de topo C-5 | | 0,89 | | | |
| 16 | B-12 | | Transporte para L-7 | | 0,61 | | | |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | |
| 41 | TOTAL | | | | | | | |
| 42 | NOTAS : | | | | | | | |
| 43 | (1) Valores com sinais positivos são consumo, valores com sinais negativos são produções | | | | | | | |
| 44 | (2) Os valores entre parênteses são consumos de equipamentos em reserva não aditivos para o consumo total da unidade | | | | | | | |
| 45 | (3) Os valores entre aspas são consumos intermitentes para alguma operação especial. Nestes casos se se adicionará uma nota | | | | | | | |
| 46 | indicando a circunstância em que se necessita o serviço. | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | |
| | Rev. | Por | | | | | | |
| | Data | Aprovado | | | | | | |

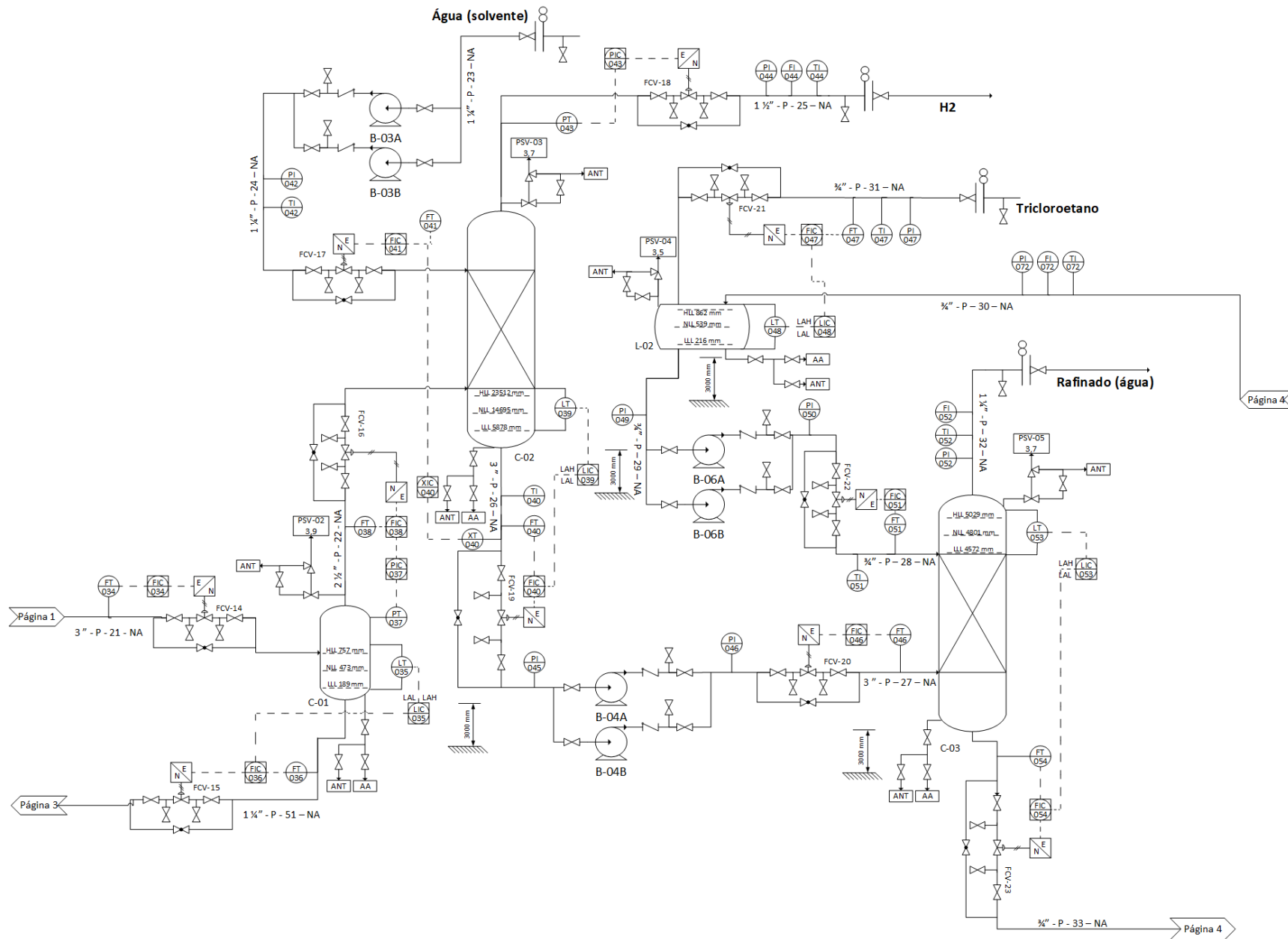
6 DIAGRAMAS

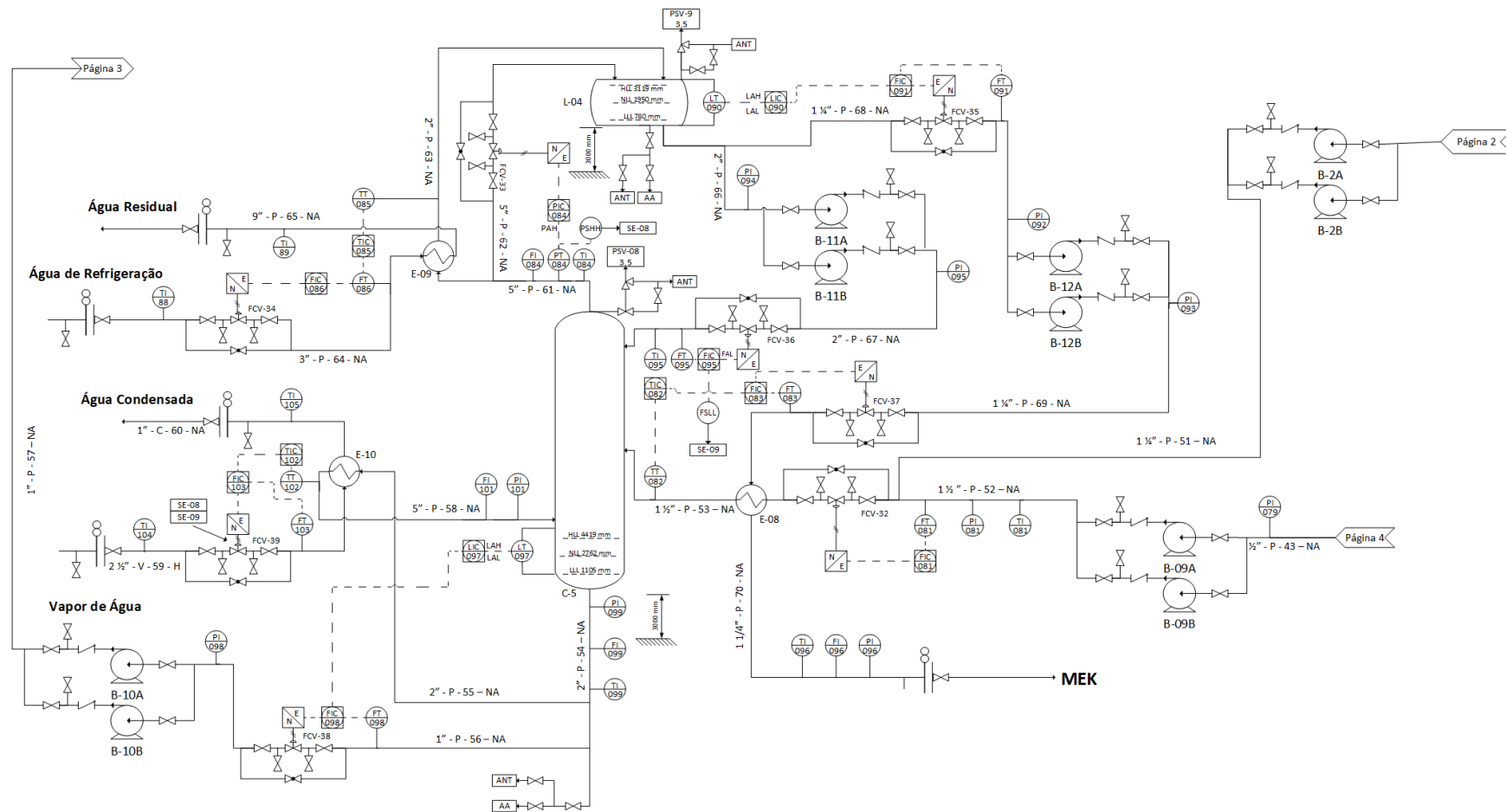
6.1 Interconexões

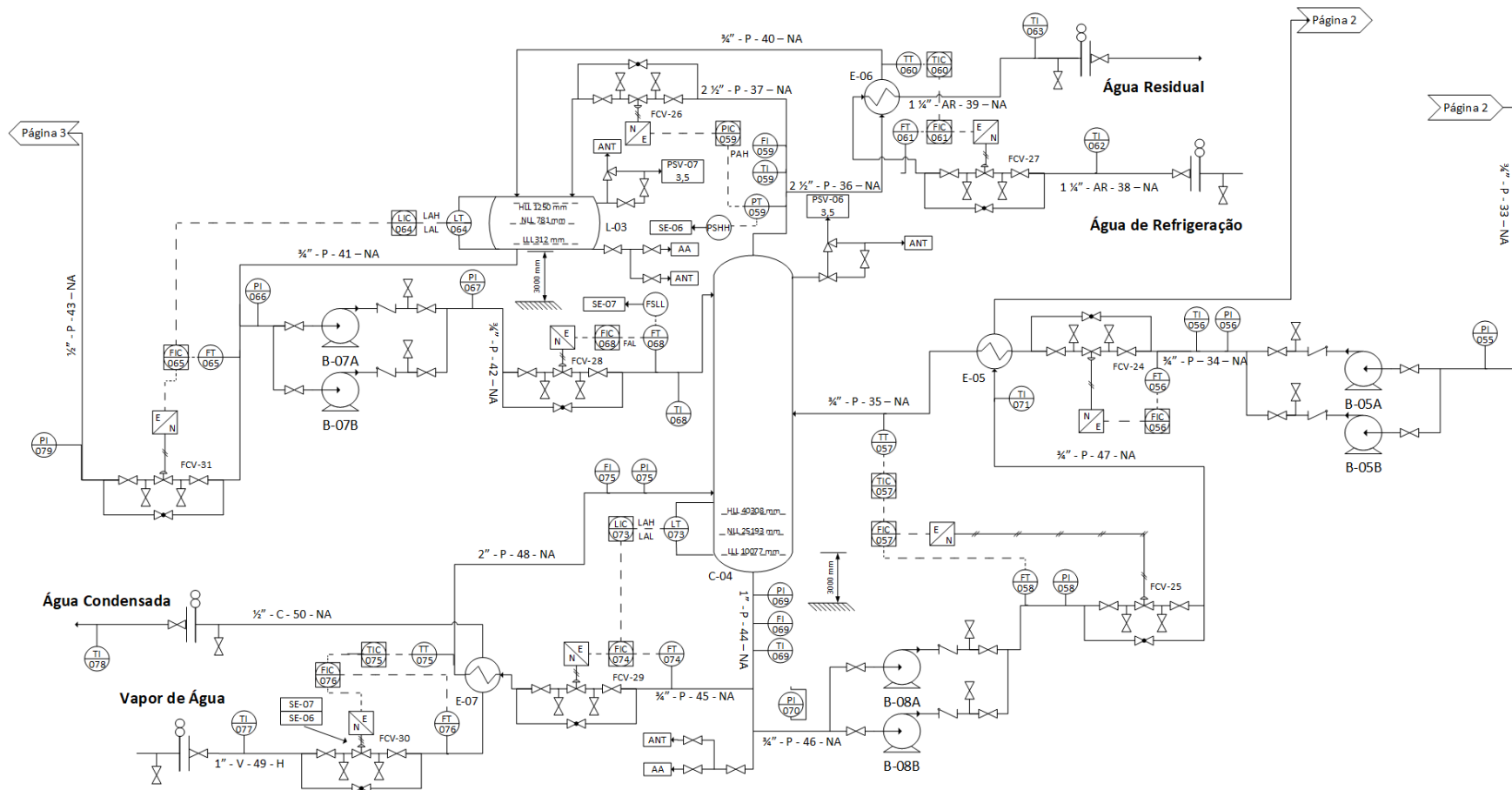


6.2 P&ID









7 ANÁLISE HAZOP

O equipamento com a operação mais perigosa da planta é a coluna de destilação C-05. E por este motivo, foi o equipamento escolhido para a realização de um estudo HAZOP (*Hazard and Operability Studies*) para verificar o seu sistema de controle e segurança.

7.1 Descrição do Equipamento Estudado

O equipamento analisado é a coluna de destilação C-05 responsável pela separação final de MEK de uma corrente contendo água, 2-butanol e alguns traços residuais de 1,1,2-Tricloroetano. A corrente de saída contendo esses três componentes é bombeada para o recipiente L-01, no início de processo afim de reutilizar o 2-butanol não reagido. A corrente de entrada da coluna entra a 106,02°C e 1,2 bar e tem sua vazão controlada pela válvula FCV-32. Um esquema simplificado é mostrado na Figura 24.

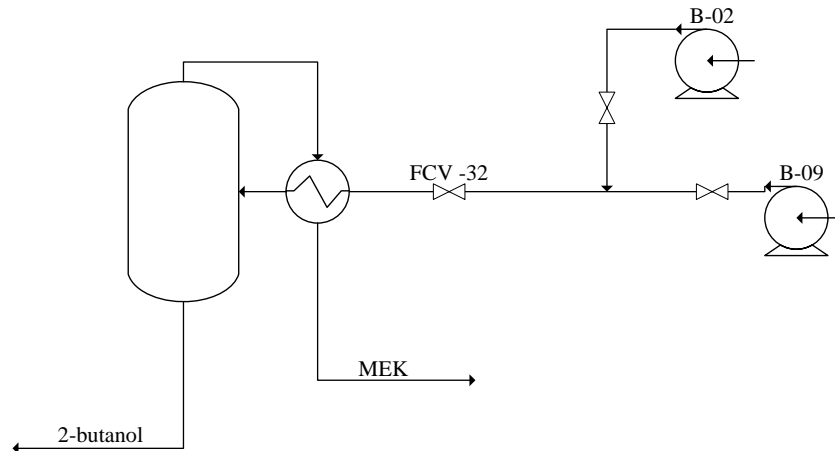


Figura 24 - Diagrama de fluxo simplificado da coluna C-05

7.2 Análise Preliminar

Considerando que o processo ocorre em condições normais, pode-se assumir:

- As bombas B-02A e B-09A impulsionam a corrente de entrada para o preaquecedor e em seguida para a coluna.
- As bombas B-02B e B-09B são bombas reservas que entram em ação apenas quando detectada uma queda de pressão na corrente de entrada.

- A tabela abaixo mostra a matriz de interação dentro da coluna, para a determinação da periculosidade das condições de processo

Tabela 27 - Análise Preliminar

| | MEK | H ₂ O | 2-Butanol | 1,1,2- Tricloroetano | Comentários |
|-------------------------|-----|------------------|-----------|-------------------------|-------------|
| MEK | - | - | - | - | - |
| H ₂ O | - | - | - | - | - |
| 2-Butanol | - | - | - | - | - |
| 1,1,2- Tricloroetano | - | - | - | - | Traços |

- Pela análise preliminar é possível inferir que não existe risco de reação dentro da coluna, de modo que não há atmosfera perigosa ou reativa dentro da coluna.

7.3 Análise HAZOP da corrente de entrada da coluna C-05

Tabela 28 - Análise Hazop da Coluna de Destilação C-05

| Variável | Palavra Guia | Causas possíveis | Consequências Possíveis | Proteção do Sistema | Medidas Corretivas |
|-------------|--------------|--|---|---|---|
| Temperatura | Maior | <ol style="list-style-type: none"> 1. Falha no controle da temperatura de preaquecimento; 2. Vazão baixa devido a falhas na bomba B-09 ou B-02; 3. Vazão de vapor alta; 4. Falha no condensador. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Degradação do produto; 2. Autoignição; 3. Impedimento da separação; 4. Aumento da pressão; 5. Mudança de fase. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Detecção da temperatura alta e atuação do controlador, exceto em caso de defeito do mesmo. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalação de indicadores de temperatura. |
| | Menor | <ol style="list-style-type: none"> 1. Falha no controle da temperatura de preaquecimento; 2. Vazão alta devido a falhas na bomba B-09 ou B-02. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Menor rendimento de separação; 2. Perda de produto; 3. Qualidade inferior do produto; 4. Mudança de fase. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Detecção da temperatura baixa e atuação do controlador, exceto em caso de defeito do mesmo. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalação de indicadores de temperatura. |
| Vazão | Não /Menos | <ol style="list-style-type: none"> 1. Falha na bomba B-09 ou B-02; 2. Falha no controle das válvulas FCV-32 ou FCV-37; 3. Bloqueio da tubulação; 4. Vazamento na tubulação. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento da pressão na coluna; 2. Diminuição do nível de líquido na coluna; 3. Esvaziamento da coluna; 4. Parada da unidade; 5. Diminuição da qualidade do produto. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Detecção da vazão baixa e atuação do controlador da válvula, exceto em caso de defeito do mesmo. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalação de alarme de nível baixo; 2. Bypass; 3. Aumento da frequência de manutenção; 4. Interrupção de emergência da planta. |
| | Mais | <ol style="list-style-type: none"> 1. Falha na bomba B-09 ou B-02; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Diminuição da pressão na coluna; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Detecção da vazão alta e atuação do | <ol style="list-style-type: none"> 1. Alarme de nível alto; 2. Bypass; |

| | | | | | |
|----------------|-------|--|--|---|---|
| | | 2. Falha no controle das válvulas FCV-32 ou FCV-37. | 2. Aumento do nível de líquido na coluna; 3. Diminuição da temperatura; 4. Inundação da coluna. | controlador da válvula, exceto em caso de defeito do mesmo. | 3. Aumento da frequência de manutenção; 4. Instalação de indicador de vazão. |
| Pressão | Maior | 1. Válvula de alívio da coluna travada fechada; 2. Maior vazão devido à falha no controle da bomba B-09 ou B-02; 3. Maior vazão devido à falha no controle das válvulas FCV-32 ou FCV-37. | 1. Rompimento da tubulação; 2. Cavitação da bomba; 3. Desgaste do casco e pratos da coluna; 4. Aumento de temperatura na coluna; 5. Menor rendimento de separação; 6. Perda de Produto. | 1. Detecção da pressão alta e atuação do controlador da válvula ou da bomba, exceto em caso de defeito do mesmo. | 1. Instalar indicador de pressão |
| | Menor | 1. Válvula de alívio da coluna travada aberta; 2. Menor vazão devido à falha no controle da bomba B-09 ou B-02; 3. Menor vazão devido à falha no controle das válvulas FCV-32 ou FCV-37; 4. Vazamento de vapor. | 1. Diminuição da temperatura na coluna 2. Diminuição do nível de líquido na coluna 3. Menor rendimento de separação; 4. Perda de Produto. | 1. Detecção da pressão baixa e atuação do controlador da válvula ou da bomba, exceto em caso de defeito do mesmo. | 1. Instalar indicador de pressão |

8 ANÁLISE AMBIENTAL

Com o intenso crescimento das demandas, expansão da atuação da indústria e desenvolvimento tecnológico vem sendo cada vez mais necessária a análise acerca do impacto ambiental dos processos, com o empenho de amenizar ou conter os efeitos negativos causados na natureza e alcançar objetivos econômicos sustentáveis.

Por essa razão, a *International Standardization Organization* criou as normas ISO 14000, que estabelecem condutas a serem tomadas por empresas em relação ao Sistema de Gestão Ambiental (SGA), a fim de garantir o equilíbrio e a conservação do ambiente, por meio de regulamentações e padronizações, realizando fiscalizações periódicas para verificar o cumprimento dos requisitos estabelecidos.^[35] As normas ISO 14000 são padrões de gerenciamento ambiental de caráter voluntário que as empresas utilizam para seguir um sistema de gestão ambiental. Esse sistema auxilia as empresas a identificar, gerenciar, monitorar e controlar questões ambientais. A finalidade dessa norma é equilibrar a proteção ambiental e a prevenção de poluição.^[36, 37] Para atender aos requisitos previstos na ISO 14000, a empresa deve:

- a) Desenvolver uma política ambiental com um compromisso com as necessidades de prevenção da poluição, e melhoria contínua;
- b) Conduzir um plano que identifique os aspectos ambientais de uma operação e as exigências legais, além de estabelecer um programa de gerenciamento ambiental;
- c) Implementar e operacionalizar um programa que inclua estrutura e responsabilidades definidas, treinamento, comunicação, documentação, controle operacional e preparação para atendimento a emergências;
- d) Desenvolver ações corretivas incluindo monitoramento, correção e auditoria.^[38]

Neste projeto pretende-se reduzir ao máximo a quantidade de rejeitos do processo através do reaproveitamento de matérias-primas e serviços auxiliares, bem como sugerir o tratamento adequado dos resíduos e rejeitos descartados dando a destinação correta, com o objetivo de causar o menor impacto possível na natureza. Nenhum resíduo será tratado diretamente na planta, sendo proposto apenas sugestões para o tratamento adequado e posterior disposição.

Para evitar o gasto excessivo de serviços auxiliares dentro da planta, optamos por realizar ciclos de correntes do próprio processo para promover o aquecimento dos equipamentos e troca térmica. Assim, temos a corrente de topo e fundo das colunas de destilação promovendo o aquecimento de correntes que precisam ser aquecidas durante o processo.

O primeiro resíduo que é gerado na planta é o catalisador utilizado no reator. O catalisador escolhido para atuar nessa planta é composto de óxido de zinco-latão. Com o uso, o catalisador diminui sua capacidade de catálise devendo ser substituído constantemente no processo. ^[39] O catalisador retirado do processo pode ser recuperado em outras unidades ou descartado como resíduo. Além disso, ao passo que a reação está acontecendo, partículas do catalisador ficam retidas no reator formando resíduos sólidos de catalisador dentro do reator. Com o tempo faz-se necessário dispor adequadamente o coque gerado dentro do reator. Hoje, existem várias tecnologias para reciclagem de cinzas e óxidos de zinco, deste modo todo o resíduo do catalisador gerado nessa planta será destinado para indústrias de reciclagem do material. O processo consiste nas operações cominuição, coqueificação, redução e destilação para gerar zinco como produto final. A cominuição é uma operação unitária de briquetagem e moagem, para que a partícula seja reduzida a uma granulometria conveniente. A coqueificação é um processo onde o material é cozido a fim de expulsar matérias voláteis e produzir o coque. A redução e destilação terminam de separar o zinco de compostos voláteis. Assim, o zinco está pronto para ser reutilizado novamente. ^[40]

O próximo resíduo gerado é referente à formação de gás hidrogênio (H_2) como subproduto da reação, o qual é separado na coluna de absorção, com grau de pureza já elevado, entretanto na mesma corrente existe também água e resquícios de MEK e 2-butanol. Tendo em vista que o H_2 é um produto muito valioso no mercado devido às suas propriedades de combustão e altos níveis de energia acumulados, a comercialização do gás remanescente como produto da absorção é extremamente rentável. Logo, o H_2 gerado nessa planta será todo comercializado. O tratamento sugerido para a corrente de H_2 consiste apenas na etapa de secagem, onde o material será aquecido a temperaturas elevadas para a retirada da água, o qual é suficiente para remover quaisquer impurezas provenientes das etapas anteriores do processo, assim será obtido o gás com um nível de pureza adequado. ^[41]

Ainda na etapa de absorção, é necessário realizar o tratamento da água, que é utilizada como solvente de tratamento, a qual sai no topo da coluna de extração com resíduos de MEK, 2-butanol

e 1,1,2-tricloroetano. Tendo em vista que a principal fonte de contaminação da água de processo provém de resíduos de compostos orgânicos, é possível promover a sua purificação através de um filtro de leito com o uso de carvão ativado. Esse método tem como base a adsorção de partículas na superfície porosa do carvão ativado granular, que retém os compostos e tem como produto a água purificada, que pode ser disposta propriamente, ou até mesmo reutilizada. [42, 43]

Por fim, a água utilizada para lavar os equipamentos também deve ser tratada, podendo ser descartada adequadamente ou reutilizada para o mesmo fim. Para isso, o tratamento pode ser realizado na própria planta (*in plant design*) ou em uma estação de tratamento de esgoto, o que depende da finalidade a ser dada para o material, bem como o tipo e origem dos contaminantes. [44]

Nesse processo, a água de lavagem pode conter resquícios de materiais orgânicos, como MEK, 2-butanol e traços de TCE, além de resíduos provenientes da exposição à poluição e contaminantes suspensos no ar. O tratamento do efluente consiste de etapas de tratamento preliminar, para promover sua equalização e neutralização, e tratamento secundário no qual será removida a matéria orgânica a partir de processos biológicos. [45]

9 ANÁLISE ECONÔMICA

Nenhum projeto deve passar para as etapas finais sem antes seus custos serem considerados, ou seja, a primeira análise a ser feita antes de se colocar um projeto em funcionamento é a sua avaliação econômica. O engenheiro químico ou engenheiro de custos deve estimar todos os custos brutos para poder decidir a melhor alternativa de projeto e otimizá-lo ao máximo. A maioria dos projetos, não só os de engenharia química, são feitos para produzir lucro, e é preciso avaliar previamente a estimativa do investimento requerido e o custo de produção para saber a rentabilidade do projeto. A rentabilidade só será aceitável se for maior do que qualquer uso alternativo que possa ser dado aos fundos próprios das empresas ou maior do que os juros no caso de fundos emprestados por terceiros. ^[22]

Não se tem certeza do custo de investimento total de um projeto antes da planta ser colocada em funcionamento. Porém, se o engenheiro de projeto estiver bem familiarizado com os vários métodos de estimativa, é possível fazer estimativas de custo muito boas antes mesmo que o projeto final forneça especificações detalhadas. ^[47]

Na avaliação econômica são necessárias diversas aproximações e geralmente ela é dividida em duas etapas sendo elas a preliminar e a definitiva. A preliminar é menos precisa do que a definitiva, pois é feita nas etapas iniciais sem o conhecimento detalhado dos equipamentos, ela deve ser capaz de fornecer uma base para a gestão da empresa decidir ou não investir capital. ^[47]

A avaliação econômica realizada no projeto foi a preliminar e para sua estimativa dividiu-se em 3 partes, sendo elas: Investimento, vendas e custos.

9.1 Investimento

9.1.1 Capital imobilizado

O capital imobilizado consiste no conjunto de bens adquiridos que são necessários para o funcionamento e para a manutenção das operações de trabalho, nele é somado os valores do espaço físico de funcionamento, maquinário e equipamentos. E pode ainda ser qualificado pelo capital em que a empresa disponha e use por mais de doze meses, e com expectativas de aumentar os benefícios econômicos em detrimento da sua utilização. ^[48]

Para a sua estimação primeiramente estima-se o custo dos equipamentos e então aplica-se o método das porcentagens. No método das porcentagens o imobilizado é dividido em várias partes, descritas a seguir.

9.1.1.1 Equipamentos principais: maquinaria e aparelhos

O custo da planta ISBL (Inside Battery Limits) corresponde aos custos de aquisição e instalação de cada equipamento que constitui a planta. O método proposto para o cálculo pode ser expresso por:

$$C = F \times \sum C_e \quad (85)$$

Onde F é o fator de Lang, cujo valor é 4,74 para processos que envolvem fluidos. Dado que a moeda varia ao longo do tempo, é necessário converter os valores para 2017 e por isso utiliza-se o índice de CEPCI (*Chemical Engineering Plant Cost Index*) de 2018 e 2006, 567,5 e 499,6 respectivamente, e para converter o valor em reais considera-se a média de US\$ = 3,19 R\$, como mostrado abaixo.

$$C_{2017} (US\$) = \frac{C_{2006} \cdot CEPCI_{2017}}{CEPCI_{2006}} \quad (86)$$

$$C_{2017} (R\$) = C_{2017} (US\$) \cdot 3,19 \quad (87)$$

Em resumo, os custos dos equipamentos da planta podem ser expressos na Tabela 29.

Tabela 29 - Custos dos equipamentos da planta

| Lista dos equipamentos | Nome do equipamento na planta | Custo do equipamento (R\$ 2017) |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| Reator | R-1 | 10.907.607,34 |
| Preaquecedor | E-01 | 163.536,34 |
| Vaporizador | E-02 | 455.878,26 |
| Super aquecedor | E-03 | 448.729,50 |
| Refrigerador | E-04 | 456.207,98 |
| Preaquecedor | E-05 | 165.145,90 |
| Condensador Coluna 1 | E-06 | 449.294,39 |

(Continuação)

| Lista dos equipamentos | Nome do equipamento na planta | Custo do equipamento (R\$ 2017) |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| Refervedor Coluna 1 | E-07 | 471.774,31 |
| Preaquecedor | E-08 | 2.062.998,83 |
| Condensador Coluna 2 | E-09 | 467.033,57 |
| Refervedor Coluna 2 | E-10 | 502.408,20 |
| Bomba | B-0 | 91.312,66 |
| Bomba | B-1 | 93.177,36 |
| Bomba | B-2 | 92.153,53 |
| Bomba | B-3 | 92.804,73 |
| Bomba | B-4 | 90.669,54 |
| Bomba | B-5 | 85.539,29 |
| Bomba | B-6 | 84.671,75 |
| Bomba | B-7 | 73.729,89 |
| Bomba | B-8 | 84.571,83 |
| Bomba | B-9 | 92.445,51 |
| Bomba | B-10 | 85.361,18 |
| Bomba | B-11 | 82.909,66 |
| Bomba | B-12 | 91.343,58 |
| Vaso inicial | A-01 | 2.709.273,27 |
| Vaso sec-butanol | L-02 | 81.626,00 |
| Vaso água | L-03 | 76.314,00 |
| Vaso TCE | L-04 | 18.150,29 |
| Vaso MEK | L-07 | 1.461.633,64 |
| Vaso da destilação 1 | L-05 | 89.885,73 |
| Vaso da destilação 2 | L-06 | 197.289,93 |
| Flash | C-1 | 4.336.041,18 |
| Absorção | C-2 | 1.217.491,63 |
| Extração | C-3 | 132.853,85 |
| Coluna de destilação | C-4 | 316.426,27 |

(Continuação)

| Lista dos equipamentos | Nome do equipamento na planta | Custo do equipamento (R\$ 2017) |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| Coluna de destilação | C-5 | 925.751,60 |
| Compressor | K-1 | 198.989,15 |
| Total | | 30.593.722,17 |

9.1.1.2 Materiais

A estimativa do valor total gasto com materiais é dividida em obra civil e edifícios, tubulações e infraestruturas, instrumentação, eletricidade, isolamento e pintura. Os valores encontrados assim como a porcentagem de cada material estão dispostos na Tabela 30.

Tabela 30 - Custo estimado para materiais

| | Porcentagem (%) | Custo 2017 (MR\$) |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------|
| Equipamento (E) | 100 | 30.593.722,17 |
| Materiais (M) | 65 | 19.885.919,41 |
| Obra Civil e Edifícios | 28 | 5.568.057,44 |
| Tubulações e Infraestrutura | 45 | 8.948.663,74 |
| Instrumentação | 10 | 1.988.591,94 |
| Eletricidade | 10 | 1.988.591,94 |
| Isolamento | 5 | 994.295,97 |
| Pintura | 2 | 397.718,39 |
| Total | 165 | 50.479.641,58 |

9.1.1.3 Gastos Em Engenharia De Detalhe

Segundo o método das porcentagens, o seu custo é relacionado com o tamanho do projeto. Este projeto foi considerado um projeto pequeno, então a porcentagem utilizada foi de 45% do custo total dos equipamentos e materiais que é o valor para este tamanho de projeto.

Tabela 31 - Custos de engenharia de detalhe

| | Porcentagem (%) | Custo 2017 (R\$) |
|--------------------------|-----------------|------------------|
| Equipamentos e materiais | 100 | 50.479.641,58 |
| Engenharia de detalhes | 45 | 22.715.838,71 |

9.1.1.4 Gastos em engenharia de processo

Tabela 32 - Custos de engenharia de processo

| | Custo 2017 (R\$) |
|-------------------|---------------------|
| Licença | 2.800.000,00 |
| Engenharia básica | 3.000.000,00 |
| Total | 5.800.000,00 |

9.1.1.5 Construção e supervisão

Para o cálculo com os gastos com construção e supervisão é usado 70% da soma dos equipamentos e materiais. Sendo esses 70% divididos em 60% na construção e 10% na supervisão da própria.

Tabela 33 - Custos construção e supervisão

| | Porcentagem (%) | Custo 2017 (R\$) |
|--------------|-----------------|----------------------|
| Construção | 60 | 30.287.784,95 |
| Supervisão | 10 | 5047964,16 |
| Total | | 35.335.749,11 |

9.1.1.6 Gastos gerais de processo

A soma de todos os valores supracitados é chamada de ISBL (*Inside Battery Limits*), e é a partir da qual se estimam custos de serviços auxiliares, gastos de arranque, *off-sites*, contingências e imprevistos. Os valores obtidos encontram-se na Tabela 34.

Tabela 34 - Custo de limite de bateria interno da planta, relativo ao ano de 2017

| | Porcentagem (%) | Custo 2017 (R\$) |
|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| ISBL | 100 | 114.331.229,41 |
| Serviços Auxiliares | 4 | 4.573.249,18 |
| <i>Off-Sites</i> | 8 | 9.146.498,353 |
| Gastos de Arranque | 3,5 | 4.573.249,18 |
| Contingências e Imprevistos | 10 | 17.149.684,41 |
| Investimento total | | 35.442.681,12 |

9.2 Capital de giro

É o capital necessário para o funcionamento normal da empresa, caracteriza-se primordialmente, por ser o capital que financia a continuidade das operações de trabalho e econômicas da empresa: despesas operacionais; aquisições para estoque; pagamento de fornecedores; impostos; salários. Ele pode ser facilmente transformado em dinheiro, já que é o capital que é movimentado constantemente pela empresa. ^[48]

Para este processo, o capital de giro é calculado como o investimento necessário para estocar matéria prima suficiente para operação de 168h da planta. Este pode ser encontrado na Tabela 35.

Tabela 35 - Capital de giro

| | Vazão mássica (ton/h) | Preço (R\$/ton) | Valor (R\$) |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|
| Sec-butanol ⁴ | 1,297 | 2.572,58 | 560.554,89 |
| Água destilada ⁵ | 3,066 | 1.030,78 | 530.915,89 |
| Tricloroetano ⁶ | 0,007 | 6.380,00 | 7.845,87 |
| Total | | | 1.099.316,65 |

9.3 Investimento total

O investimento total do projeto é a soma do capital de giro e do capital imobilizado, como expresso na Tabela 36.

Tabela 36 - Valor total do investimento.

| | Valor (R\$) |
|---------------------------|-----------------------|
| Capital de Giro | 1.099.316,65 |
| Capital Imobilizado | 149.773.910,52 |
| Investimento total | 150.873.227,18 |

9.4 Rentabilidade do projeto

A rentabilidade de um projeto deve-se às vendas, aos custos anuais e aos impostos. E para uma análise mais precisa, é necessário levar em consideração a passagem do tempo, tanto em termos do andamento do empreendimento, como de desvalorização do dinheiro. No ramo de indústrias químicas, costuma-se considerar 3 anos de projeto e 15 anos de operação.

9.5 Vendas

O valor das vendas anuais é obtido pela produção anual de MEK, a 99,7% de pureza, multiplicados pelo preço de venda destes no mercado, dados na Tabela 37. O H₂ é um subproduto da reação que têm grande valor agregado, este pode ser destinado a outra indústria, mas não foi considerado seu valor de venda, pois ele é obtido no estado gasoso e impuro, portanto, seria necessário um tratamento para caracteriza-lo na forma comercializável.

Tabela 37 - Valores vendas anuais

| Produto | Produção anual (ton) | Preço de venda ⁷ (R\$/t) | Vendas (R\$) |
|---------|-------------------------|--|----------------|
| MEK | 10.000 | 22.649,00 | 226.490.000,00 |

9.6 Custos

O custo nada mais significa que o valor pago ao trabalho de uma produção de bens e/ou serviços utilizados (muito embora o conceito de custo seja associado erroneamente aos conceitos

“preço” e “despesa”, é corriqueiro falar que um bem ou um serviço de alto preço possui um alto custo), de forma geral, um custo é o investimento implícito da produção de algo. Podem ser classificados como fixos (como por exemplo: valor de aluguéis) e variáveis (como por exemplo: valores de matérias primas), onde a soma dos custos fixos e variáveis gera o custo total. E ainda, os custos fixos e variáveis podem ocorrer de forma direta e indireta. ^[48]

Neste projeto foram estimados os custos de fabricação diretos, indiretos que podem ser fixos ou variáveis. Sendo considerado diretos matérias primas, mão de obra e patentes. Os indiretos são mão de obra indireta, serviços gerais (inclui serviços auxiliares), fornecimentos, manutenção e embalagem. Também se tem os custos fixos como expedição, diretivos e empregados, amortização, alugueis, impostos e seguros.

Tabela 38 - Custos anuais

| Recurso | Custo (R\$) |
|----------------------------|-----------------------|
| Matéria-prima | 51.974.799,25 |
| Mão de obra | 864.000,00 |
| Mão de obra indireta | 259.200,00 |
| Serviços gerais | 14.223.075,76 |
| Abastecimento | 8.689.173,43 |
| Manutenção | 6.859.873,76 |
| Embalagens | 62.284.750,00 |
| Diretivos e empregados | 216.000,00 |
| Amortização | 14.977.391,05 |
| Impostos | 857.484,22 |
| Seguros | 1.143.312,29 |
| Gastos comerciais | 7.504.823,23 |
| Gerência | 4.002.572,39 |
| Pesquisa e serviço técnico | 2.264.900,00 |
| TOTAL | 176.121.355,40 |

Considerações para o cálculo do custo anual:

- Para o cálculo da mão de obra foi considerada 4 vagas de trabalho sendo 6 operadores por vaga no valor de R\$ 3.000/operador;

- O valor da mão de obra indireta foi considerada 30% da mão de obra direta.
- Abastecimento e manutenção representam 7,6% e 6% do ISBL.
- As despesas com laboratório e patentes são nulas por se tratar de tecnologia bem estabelecida.
- Os custos de derivativos e empregados são estimados para 25% da mão de obra direta.
- Para essa seção os impostos, a amortização e seguro são considerados em 10%.
- Os gastos comerciais são 7,5% da soma dos custos de fabricação.
- Os gastos de gerência são de 4% da soma dos custos de fabricação
- Pesquisa e serviço técnico foram considerados 10%
- Os serviços gerais incluem os serviços auxiliares.
- Os gastos com embalagem são 27,5% da receita anual.

Os valores de preço de serviços auxiliares utilizados nesta planta são indicados na tabela abaixo.

Tabela 39 - Preço dos serviços auxiliares

| Serviço auxiliar | Valor |
|----------------------|-------------------------|
| Eletricidade | 0,15 R\$/KW |
| Água de refrigeração | 0,12 R\$/m ³ |
| Vapor saturado | 25,96 R\$/ton |
| Vapor superaquecido | 37,00 R\$/ton |
| Ar de instrumentação | 0,04 R\$/m ³ |

E portanto, o custo anual dos serviços auxiliares está indicado na Tabela 40.

Tabela 40 - Custo anual dos serviços auxiliares

| Serviço auxiliar | Custo anual (R\$) |
|----------------------|-------------------|
| Eletricidade | 10.136,66 |
| Água de refrigeração | 12.317.886,21 |
| Vapor saturado | 1.868.812,89 |
| Vapor superaquecido | 1.611.446,81 |
| Válvula de controle | 26.240,00 |

9.7 Determinação da rentabilidade

Um método para indicar a rentabilidade do projeto é o método do valor atualizado líquido (VAL) que é a soma de todos os movimentos dos fundos ao longo da vida do projeto, com seu sinal, corrigidos ao ano atual. Os dados importantes, o horizonte temporal do projeto e o valor cronológico do dinheiro (inflação), para o método seguem na tabela abaixo:

Tabela 41 - Dados para cálculo do VAL

| Parâmetro | Valor |
|-----------------------|--|
| Horizonte temporal | 3 anos de posta em funcionamento + 15 anos de operação |
| Imobilizado | R\$ 149.773.910,52 |
| Curva de investimento | Ano 0: 10 % |
| | Ano 1: 60 % |
| | Ano 2: 30 % |
| Capital de giro | R\$ 1.099.316,65 |
| Vendas | R\$ 226.490.000,00 |
| Amortização | Linear 10 % por 10 anos |
| Impostos | 35% |
| Inflação | 5% |
| Juros de referência | 10% |

Com os dados da acima tabela foram feitos os cálculos para avaliar a rentabilidade pelo fluxo de caixa, expresso na Tabela 42. Considerou-se para preencher a tabela de fluxo de caixa:

- O capital de giro é gasto no segundo ano e recuperado ao final dos quinze anos de operação.
- Os fundos investidos em um ano são a soma do capital imobilizado e do de giro (investimento) do ano.
- Considera-se a inflação de 5% a cada ano para o cálculo das vendas e dos custos anuais.
- Os benefícios brutos (BAI), ou seja, antes dos impostos são as vendas menos a soma dos custos e amortização.
- Os benefícios líquidos (BDI) são os benefícios brutos menos a amortização.

- Os fundos gerados são os benefícios líquidos menos a amortização.
- Os fluxos de caixa (*cash flow*) são os fundos gerados menos os investidos de cada ano.

Tabela 42 - Fluxo de caixa do projeto

| ANO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Imobilizado | -14.977.391,00 | -89.864.346,00 | -44.932.173,00 | | | |
| Giro | | | -1.099.316,70 | | | |
| Fundos Investidos | -14.977.391,00 | -89.864.346,00 | -46.031.490,00 | | | |
| Vendas | | | | 226.490.000,00 | 237.814.500,00 | 249.705.225,00 |
| Custos | | | | 176.121.355,00 | 184.927.423,00 | 194.173.794,00 |
| Amortização | | | | 14.977.391,10 | 14.977.391,10 | 14.977.391,10 |
| Benefícios antes de impostos | | | | 35.391.253,50 | 37.909.685,80 | 40.554.039,60 |
| Impostos | | | | 12.386.938,70 | 13.268.390,00 | 14.193.913,90 |
| Benefícios depois de impostos | | | | 23.004.314,80 | 24.641.295,80 | 26.360.125,80 |
| Fundos Gerados | | | | 37.981.705,90 | 39.618.686,80 | 41.337.516,80 |
| Cash Flow (CF) | -14.977.391,00 | -89.864.346,00 | -46.031.490,00 | 37.981.705,90 | 39.618.686,80 | 41.337.516,80 |
| CF atualizado anual | -14.977.391,00 | -81.694.860,00 | -38.042.554,00 | 28.536.217,80 | 27.060.096,20 | 25.667.345,60 |
| CF atualizado acumulado | -14.977.391,00 | -96.672.251,00 | -134.714.805,00 | -106.178.587,00 | -79.118.491,00 | -53.451.145,00 |

(Continuação)

| ANO | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--------------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Imobilizado | | | | | | |
| Giro | | | | | | |
| Fundos Investidos | | | | | | |
| Vendas | 262190486 | 275.300.011,00 | 289.065.011,00 | 303.518.262,00 | 318.694.175,00 | 334.628.883,00 |
| Custos | 203882484 | 214.076.608,00 | 224.780.439,00 | 236.019.461,00 | 247.820.434,00 | 260.211.455,00 |
| Amortização | 14977391,1 | 14.977.391,10 | 14.977.391,10 | 14.977.391,10 | 14.977.391,10 | 14.977.391,10 |
| Benefícios antes de impostos | 43330611,2 | 46.246.011,30 | 49.307.181,40 | 52.521.410,00 | 55.896.350,10 | 59.440.037,10 |
| Impostos | 15165713,9 | 16.186.103,90 | 17.257.513,50 | 18.382.493,50 | 1.956.722,50 | 20.804.013,00 |
| Benefícios depois de impostos | 28164897,2 | 30.059.907,30 | 32.049.667,90 | 34.138.916,50 | 36.332.627,50 | 38.636.024,10 |
| Fundos Gerados | 43142288,3 | 45.037.298,40 | 47.027.058,90 | 49.116.307,60 | 51.310.018,60 | 53.613.415,20 |
| Cash Flow (CF) | 43142288,3 | 45.037.298,40 | 47.027.058,90 | 49.116.307,60 | 51.310.018,60 | 53.613.415,20 |
| CF atualizado anual | 24352697 | 23111255,30 | 21.938.470,10 | 20.830.109,10 | 19.782.233,30 | 18.791.174,90 |
| CF atualizado acumulado | -29098448 | -5.987.193,00 | 15.951.277,10 | 36.781.386,10 | 56.563.619,50 | 75.354.794,40 |

(Continuação)

| ANO | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Imobilizado | | | | | | |
| Giro | | | | | | |
| Fundos | | | | | | |
| Investidos | | | | | | |
| Vendas | 351.360.328,00 | 368.928.344,00 | 387.374.761,00 | 406.743.499,00 | 427.080.674,00 | 448.434.708,00 |
| Custos | 273.222.028,00 | 286.883.129,00 | 301.227.286,00 | 316.288.650,00 | 332.103.083,00 | 348.708.237,00 |
| Amortização | 14.977.391,10 | | | | | |
| Benefícios antes de impostos | 63.160.908,50 | 82.045.214,50 | 86.147.475,30 | 90.454.849,00 | 94.977.591,50 | 99.726.471,10 |
| Impostos | 22.106.318,00 | 28.715.825,10 | 30.151.616,30 | 31.659.197,20 | 33.242.157,00 | 34904..264,90 |
| Benefícios depois de impostos | 41.054.590,50 | 53.329.389,50 | 55.995.858,90 | 58.795.651,90 | 61.735.434,50 | 64.822.206,20 |
| Fundos Gerados | 56.031.981,60 | 53.329.389,50 | 55.995.858,90 | 58.795.651,90 | 61.735.434,50 | 64.822.206,20 |
| Cash Flow (CF) | 56.031.981,60 | 53.329.389,50 | 55.995.858,90 | 58.795.651,90 | 61.735.434,50 | 64.822.206,20 |
| CF atualizado anual | 17.853.516,10 | 15.447.624,50 | 14.745.459,80 | 14.075.211,60 | 13.435.429,30 | 12.824.727,90 |
| CF atualizado acumulado | 93.208.310,50 | 108.655.935,00 | 123.401.395,00 | 137.476.606,00 | 150.912.036,00 | 163.736.764,00 |

Para o cálculo do VAL usa-se a seguinte equação:

$$VAL_k = \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1+k)^i} \quad (89)$$

Onde F_i é o fluxo de caixa de cada ano i e k é o juros de referência do projeto que neste caso é 0,10. Assim, tem-se que a planta é rentável, já que o VAL é maior que zero, como expresso na Tabela 43.

Tabela 43 - Resultado VAL

| Rentabilidade (R\$) | |
|---------------------|----------------|
| VAL | 163.736.763,60 |

A seguir apresenta-se um gráfico do fluxo de caixa ao decorrer dos anos.

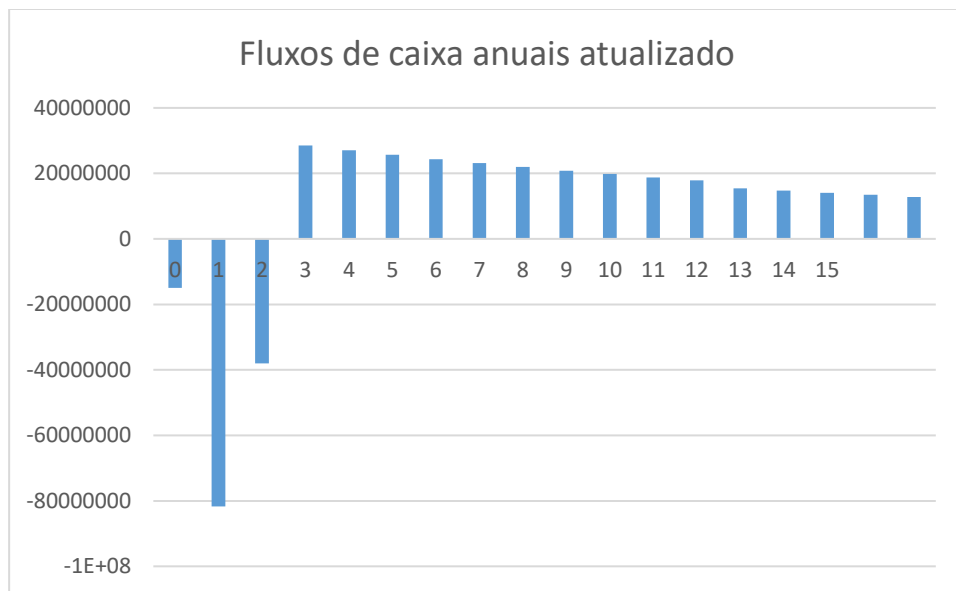


Figura 25 - Evolução dos fluxos de caixa

Pelos fluxos de caixa anuais atualizado é possível verificar quando a planta começa a funcionar, tem-se fluxo de caixa positivo. É feito o fluxo de caixa acumulado e pelo gráfico é possível observar também que a partir de que ano de operação a planta já obtém lucro, ou seja, a partir do quinto ano de operação a planta é rentável.

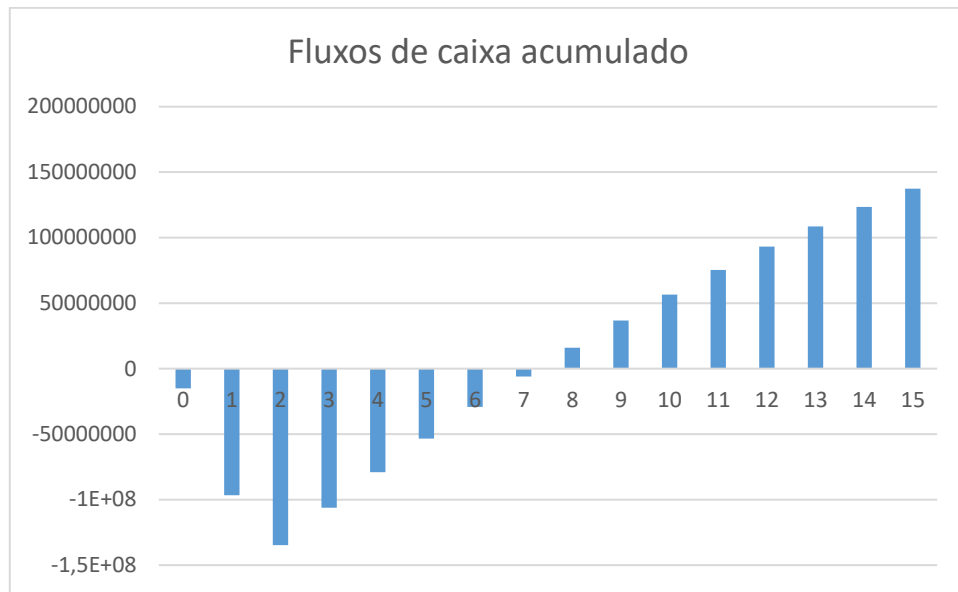


Figura 26 - Fluxo de caixa acumulado

9.8 Cálculo Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)

O valor da TIR é o valor de juros de referência quando o VAL se iguala a zero, ou seja, é feita a variação do k na fórmula do VAL até convergir a zero.

$$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1+TIR)^i} = 0 \quad (90)$$

Se o valor de TIR for maior do que o k de referência (juros) significa que o projeto é rentável. Observa-se que o valor para taxa interna de rentabilidade, foi de 24% que indica o quanto é rentável. Simulando um caso de um aumento de 20% no imobilizado, para avaliar a sensibilidade do projeto, o novo histograma de fluxo de caixa é mostrado na figura abaixo.

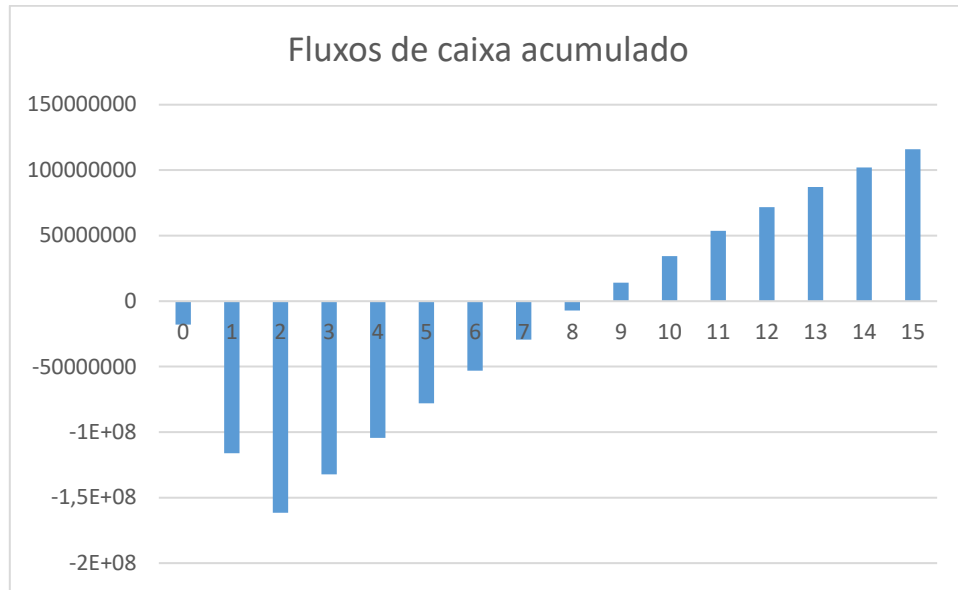


Figura 27 - Fluxo de caixa acumulado com 20% a mais de investimento

Pode-se observar que a planta continua dando lucro em seu primeiro ano de operação. Neste caso, a TIR atinge o valor de 20%.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Projetar uma planta química envolve o estudo de diversas áreas, desde dimensionamento e otimização, análise ambiental e de fatores de segurança para alcançar um projeto viável. Foi projetada uma unidade para produção de metil-etil-cetona a partir da desidrogenação de sec-butanol e a operacionalização da via de processo escolhida se mostrou viável. Também vale ressaltar que se tem uma vazão de produto significativa para o mercado com 99,7% de pureza, que é potencializado pelo reciclo de sec-butanol, apresentando indicativos de alta eficiência do processo.

Fica evidente que pela complexidade de operacionalização que a unidade apresenta é válido uma análise mais detalhada dos custos em um geral para aproximar de maneira ainda mais precisa os investimentos necessários e garantir que este projeto ainda será rentável para aquele que o executar. Assim como também avaliar com mais rigor a necessidade econômica e ambiental de recuperação do vapor não condensado ao sair do vaso flash.

11 REFERÊNCIAS

- [1]<<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2-Butanone#section=Use-and-Manufacturing>>. Acesso em: 04 de junho de 2018.
- [2]<<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2-Butanone#section=Experimental-Properties>>. Acesso em: 04 de junho de 2018.
- [3]<<https://www.icis.com/resources/news/2007/11/05/9076041/methyl-ethyl-ketone-mek-uses-and-market-data/>> Acesso em: 04 de junho de 2018.
- [4]<https://search.epa.gov/epasearch/epasearch?querytext=methyl+ethyl+ketone&areaname=&areacontacts=&areasearchurl=&typeofsearch=epa&result_template=2col.ftl> Acesso em: 04 de junho de 2018.
- [5]<<https://www.cheméo.com/cid/23-903-3/2-Butanone>> Acesso em: 04 de junho de 2018.
- [6]<<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/methyl-ethyl-ketone-market>> Acesso em: 04 de junho de 2018.
- [7]<https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/318348/hpa_Methyl_ethyl_ketone__General_Information_v1.pdf> Acesso em: 07 de junho de 2018.
- [8]<<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2-Butanone#section=Human-Toxicity-Excerpts>> Acesso em: 07 de junho de 2018.
- [9]<https://www51.honeywell.com/sm/common/documents/Public_Risk_Summary_MEK_O.pdf> Acesso em: 07 de junho de 2018.
- [10]<<https://www.prnewswire.com/news-releases/global-methyl-ethyl-ketone-mek-market-2015-2019-with-exxon-mobil-lanzhou-petrochemicals-maruzen-petrochemical-royal-dutch-shell--sasol-dominating-300120531.html>> Acesso em: 07 de junho de 2018.
- [11]<<https://www.icis.com/resources/news/2010/06/07/9365325/us-chemical-profile-methyl-ethyl-ketone/>> Acesso em: 11 de junho de 2018.
- [12]<<https://ihsmarkit.com/products/methyl-ethyl-ketone-chemical-economics-handbook.html>> Acesso em: 11 de junho de 2018.
- [13]<<http://www.crossroadstoday.com/story/38248603/methyl-ethyl-ketone-market-size-expected-to-raise-due-to-growing-pharmaceutical-and-personal-care-industry-by-2024-grand-view-research-inc>> Acesso em: 11 de junho de 2018.

- [14]<<https://globenewswire.com/news-release/2016/05/09/837593/0/en/Methyl-Ethyl-Ketone-MEK-Market-size-forecast-to-reach-3-64-Billion-by-2022-Global-Market-Insights-Inc.html>> Acesso em: 11 de junho de 2018.
- [15]<<https://www.japanchemicaldaily.com/2018/02/13/mek-price-remains-high-in-asian-market/>> Acesso em: 11 de junho de 2018.
- [16]<<https://www.icis.com/resources/news/2017/08/15/10133593/europe-mek-prices-up-over-40-on-pernis-force-majeure/?redirect=english>> Acesso em: 11 de junho de 2018.
- [17]As'ad AM, Yeneneh AM, Obanijesu EO (2015) Solvent Dewaxing of Heavy Crude Oil with Methyl Ethyl Ketone. *J Pet Environ Biotechnol* 6: 213.
- [18]Ullmann, F., Gerhartz, W., Yamamoto, Y. S., Campbell, F. T., Pfefferkorn, R., Rounsaville, J. F., & Ullmann, F. (1985). *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*. Weinheim, Federal Republic of Germany: VCH.
- [19] SMITH, Carlos A.; CORRIPIO, Armando B. *Principles and Practice of Automatic Process Control*. New York: J. Wiley, 1997.
- [20] LIPTÁK, Béla G. *Instrument Engineers' Handbook: Process Measurement and Analysis*, v. 01. p, 1014 - 1031, 4 ed. Boca Raton: CRC Press, 1995.
- [21] API, API Standard 521 - Pressure-relieving and Depressuring Systems, 6^o edição, 2014.
- [22] TOWLER, Gavin. SINNOTT, Ray. *Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*. Elsevier: 1^a edição, 2008.
- [23] McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1993). *Unit operations of chemical engineering* (5th ed.). New York ; London: McGraw-Hill.
- [24] TERRON, L. R., *Operações Unitárias para Químicos Farmacêuticos e Engenheiros*, 2012, Editora LTC.
- [25] ROBBINS, L. A. e CUSACK, R. W., *Section 15 Liquid-Liquid Extraction Operations and Equipment*, 1999, Editora McGraw-Hill.
- [26] FOGLER, S. C., *Elementos de Engenharia das Reações Químicas*, 4^a ed., Editora LTC, 2012.
- [27] Perona, J. J. Thodos, G. Reaction kinetic studies: Catalytic dehydrogenation of sec-butyl alcohol to methyl ethyl ketone. *AIChE Journal*, v. 3: p.230-235, Illinois 1957.
- [28] Pardo, G. C., *Introducción a la Ingeniería Química*, 1^aEd, Editorial Síntesis, S.A., 1999.

- [29] <http://s1.downloadmienphi.net/file/downloadfile2/200/1402405.pdf>
- [30] SAUNDERS, E. A. D., Heat Exchangers: Selection, Rating and Thermal Design and Construction, 1988.
- [31] ÇENGEL, Y. A. Transferência de calor e massa: Um Enfoque Prático. Terceira Edição. Mac Graw Hill. 2007.
- [32] Treybal, R. E. Mass-Transfer Operations. Singapura: McGraw-Hill International Editions, 1980.
- [33] SANDLER, Stanley I. Using AspenPlus® in thermodynamics instructions: A step-by-step Guide. 1a ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2015.
- [34] Brito, Felipe de Oliveira, Avaliação da Influência da Pressão, Temperatura e Condições de Operação sobre um Sistema de Destilação Fracionada de uma Solução Glicerínica Proveniente de uma Unidade de Produção de Biodiesel. 2010. 60f. Monografia – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- [35] Série Iso 14000. Disponível Em: <<https://www.normastecnicas.com/iso/serie-iso-14000/>> Acesso Em 22 Jun.2018.
- [36] Gestão Ambiental Em Pequenas E Média Empresas. Reis, Luís Filipe Sousa Dias; Queiroz, Sandra Mara Pereira De. Rio De Janeiro: Qualitymark, 2002. 123 P. Isbn 9788573033410.
- [37] Estratégia E Implantação De Sistema De Gestão Ambiental: (Modelo Iso 14000). Moreira, Maria Suely. Belo Horizonte: Dg, C2001. 286 P. Isbn 8586948314.
- [38] Entendendo a Iso 14000. Silva, Danilo José P. Universidade Federal De Viçosa, 2011.
- [39] Características Dos Resíduos De Catalisador Gerados No. Brasil E As Potencialidades Do Seu Reuso. U. S. Prado. 1. , J. R. Martinelli.
- [40] Zinco. Reciclagem De Materiais Metálicos. Disponível Em: <<https://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/reciclagem-materiais-etolicos/pag12.php>> Acesso Em: 22 Jun. 2018.
- [41] Patnaik, P. A Comprehensive Guide To The Hazardous Properties Of Chemical Substances. Wiley-Interscience, 2007.
- [42] “Os Benefícios Do Carvão Ativado No Tratamento Da Água Industrial”. Disponível Em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/carvao-ativado-tratamento-agua-industrial/>> . Acesso Em 18 Jun. 2018.

[43] Coal Mine Water Treatment. Disponível Em: <[Http://Www.Miwatekwater.Com/Solutions/Coal-Mine-Water-Treatment](http://Www.Miwatekwater.Com/Solutions/Coal-Mine-Water-Treatment)> Acesso Em 20 Jun. 2018.

[44] Manual De Conservação E Reuso De Água Na Indústria. Disponível Em: <[Https://Www2.Cead.Ufv.Br/Sgal/Files/Apoio/Saibamais/Saibamais4.Pdf](https://Www2.Cead.Ufv.Br/Sgal/Files/Apoio/Saibamais/Saibamais4.Pdf)> Acesso Em 22 Jun. 2018.

[45] Biological Wastewater Treatment. Disponível Em: <[Https://Www.Watertoday.Org/Article%20archieve/Aquatech%2012.Pdf](https://Www.Watertoday.Org/Article%20archieve/Aquatech%2012.Pdf)> Acesso Em 22 Jun. 2018.

[46] MATOS, Juliana Schmitz Guarilha Costa. Aplicação do Hazop Dinâmico na Avaliação de Perigo Operacional em uma Coluna de Destilação de uma Planta de Separação de Ar. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

[47] PETERS, Max S. TIMMERHAUS, Klaus D. Plant Design And Economics For Chemical Engineers. McGraw-Hill: 4ª edição, 1991.

[48] MANKIW, Gregory N. Princípios da Macroeconomia 5ª edição 2009.

[49] High Quality 2-Butanol And Formic Acid Msds Molarity. Disponível em: <https://www.alibaba.com/product-detail/high-quality-2-butanol-and-formic_60707192650.html?spm=a2700.7724857.normalList.1.6fc327085x4WEG&s=p>. Acesso em: 24 jun 2018.

[50] Process Water Price History & Forecast. Disponível em: <<https://www.intratec.us/chemical-markets/process-water-price>>. Acesso em 24 jun 2018.

[51] Methyl Ethyl Ketone. Disponível em: <<https://dir.indiamart.com/impcat/methyl-ethyl-ketone.html>>. Acesso em 24 jun 2018.