

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
DIVISÃO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA**

**PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA
OXIDAÇÃO CATALÍTICA DO PROPILENO**

**ADILSON DOS ANJOS BRUNO JÚNIOR
CAIO AZEVEDO MOREIRA
LUCAS KIYOSHI TAKADA ITO
MATHEUS GONÇALVES DA SILVA E SOUZA
PEDRO MARQUES AIRES SAMPAIO
VICTOR ULISSES ELIAS PAIVA**

Orientador: PROF. DR. JOSÉ JOAQUÍN LINARES LEÓN

PROJETOS DE ENGENHARIA QUÍMICA 2

BRASÍLIA, 26 DE JUNHO DE 2017

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
DIVISÃO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA

**PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA
OXIDAÇÃO CATALÍTICA DO PROPILENO**

PROJETO DE GRADUAÇÃO DA DISCIPLINA PROJETOS DE ENGENHARIA QUÍMICA 2 DA DIVISÃO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA DO INSTITUTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA QUÍMICA.

APROVADO POR:

Prof. Dr. José Joaquín Linares León
Orientador

Prof. Dr. Alexandre Perez Umpierre
Examinador Interno

Prof. Dr. Fábio Moreira da Silva
Examinador Interno

BRASÍLIA, 26 DE JUNHO DE 2017

Agradecimentos

Agradecemos, primeiramente, a Deus. Sua onipresença e onisciência foram testemunhas de todos os momentos, vivências e sentimentos das nossas vidas. Não foi uma jornada fácil: falhas, tropeços, medos e vontade de desistir atuavam cotidianamente como alagoes para nos abalarem. Porém, foi por Ele que a nossa força sobrepujou todas as nossas angústias, nos permitindo, finalmente, ter a firmeza para focarmos no objetivo pretendido.

Ademais, nossa gratidão é estendida aos nossos familiares e amigos, pois todas as ideias que foram utilizadas neste trabalho, além de pautadas por ações da equipe em prol do resultado, foram nutridas pelos pilares familiares e fraternais mencionados. Estas pessoas nos alimentaram com boas vibrações, incentivos diários e, ainda, acreditaram no nosso potencial, motivo pelo qual, indistintivamente, reconhecemos a importância de todos.

Por fim, acreditando que todo o aqui escrito não será suficiente para demonstrar a relevância das contribuições das pessoas a seguir descritas, somos gratos por toda a prestatividade, disponibilidade, compartilhamento de conhecimento e assistência, estes fornecidos pelos Professores José Joaquin Linares León e Fabrício Machado Silva, ao longo do desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso. Ultrapassando os seus títulos e atribuições oriundos da docência, estes se mostraram verdadeiros companheiros de jornada

Resumo

O propósito deste trabalho foi realizar uma avaliação da implementação de uma planta de produção de ácido acrílico 99,9% a partir da oxidação parcial do propileno em um reator de leito fluidizado com catalisadores metálicos heterogêneos. Com esse objetivo, foi realizada a simulação do processo com a utilização do programa Aspen *HYSYS* a partir das especificações iniciais do projeto. Em seguida, com os dados fornecidos pelo simulador, foram efetuados os cálculos dos parâmetros de design dos equipamentos, além das tubulações e sistemas de segurança, com fins de determinação do ótimo econômico de toda planta para, então, proceder-se à avaliação financeira considerando-se, também, o preço dos reagentes e produtos aliado à quantidade utilizada destes e o mercado financeiro de 2017 para o produto desejado e, assim, provar a viabilidade da instalação do sistema de produção no complexo industrial. A capacidade da planta permitirá uma produção em larga escala do composto, o qual será destinado a diversas utilizações, como fabricação de adesivos, papéis, tecidos, tintas, vernizes, revestimentos, couro, entre outros.

Palavras-chave: ácido acrílico; propileno; avaliação financeira; processo industrial; catalisadores metálicos.

Abstract

The purpose of this work was to make an evaluation of the implementation of a plant for the production of acrylic acid 99,9% starting from the partial oxidation of propylene in a fluidized bed reactor with heterogeneous metallic catalysts. With that objective, a simulation of the process was made utilizing Aspen *HYSYS* program, with the initial specifications for the project. Afterwards, with the data provided by the simulator, the calculation of the design parameters of the equipments, including pipes and security systems to determine the overall economical optimum to proceed to the financial evaluation, also considering the reagent and product prices, allied to their respective quantities used in the plant, and the financial market in 2017 for the desired product and, by this, prove the viability of the installation of the production system in the industrial complex. The plant capacity will allow a large scale production of the compound, which will be destined to various uses, like the fabrication of adhesives, papers, textiles, paints, varnishes, coating, among others.

Key-words: acrylic acid; propylene; financial evaluation; industrial processes; metallic catalysts.

SUMÁRIO

<u>1. INTRODUÇÃO</u>	<u>1</u>
1.1. PRODUÇÃO	1
1.1.1. OXIDAÇÃO DO PROPENO	1
1.1.2. REAÇÃO COM ACETILENO (PROCESSO REPPE)	2
1.1.3. HIDRÓLISE DA ACRILONITRILA	2
1.1.4. PROCESSO B-PROPIOLACTONA	3
1.1.5. OBTENÇÃO A PARTIR DO ETILENO	3
1.1.6. OXIDAÇÃO DO PROPANO	3
1.1.7. BIOPROCESSOS	3
1.2. PROPRIEDADES	3
1.3. POLIMERIZAÇÃO	4
1.4. APLICAÇÃO	5
1.4.1. ACRILATO DE METILA	5
1.4.2. ACRILATO DE ETILA	5
1.4.3. BUTIL ACRILATO	6
1.4.4. 2-ETILHEXIL ACRILATO	6
1.4.5. POLÍMEROS SUPERABSORVENTES (SAP)	6
1.5. DERIVADOS	6
1.5.1. CIANOACRILATO	6
1.5.2. ACRILAMIDA	7
1.6. MERCADO	7
<u>2. ESPECIFICAÇÕES DO PROCESSO</u>	<u>9</u>
2.1. OBJETIVO	9
2.2. CRITÉRIOS DE PROJETO	10
2.3. MATÉRIA-PRIMA DISPONÍVEL	10
2.4. QUALIDADE DA ALIMENTAÇÃO	10
2.5. SERVIÇOS AUXILIARES	11
2.6. CONDIÇÕES LÍMITROFES	11
2.7. DADOS CINÉTICOS	11
<u>3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO</u>	<u>12</u>
<u>4. INTEGRAÇÃO NO COMPLEXO INDUSTRIAL</u>	<u>13</u>
<u>5. FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO. BALANÇO DE MASSA E ENERGIA:</u>	<u>16</u>
<u>6. FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO: RECIPIENTES, TORRES E REATORES</u>	<u>32</u>

<u>7. FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO: BOMBAS E COMPRESSORES</u>	44
<u>8. FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO: TROCADORES DE CALOR</u>	57
<u>9. FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO: SERVIÇOS AUXILIARES</u>	65
<u>10. FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO: TUBULAÇÕES</u>	67
<u>11. FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO: INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE</u>	70
<u>12. FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO: VÁLVULAS DE SEGURANÇA</u>	88
<u>13. DIAGRAMA MECÂNICO DE PROCESSOS</u>	98
<u>14. INVESTIMENTOS, VENDAS, CUSTOS E RENTABILIDADE</u>	101
14.1. AVALIAÇÃO ECONÔMICA	101
14.1.1. CAPITAL IMOBILIZADO	101
<u>15. CAPITAL DE GIRO</u>	103
<u>16. AVALIAÇÃO DE RENTABILIDADE DO PROJETO</u>	103
16.1. VENDAS	103
16.2. CUSTOS	104
<u>17. RENTABILIDADE</u>	105
<u>18. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE</u>	107
<u>19. SEGURANÇA DA PLANTA</u>	108
19.1. VÁLVULAS DE SEGURANÇA	108
<u>ANEXO I – DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS E COMPRESSORES</u>	111
I. BOMBAS G-1 À G-5	111
II. COMPRESSOR K-1	118
<u>ANEXO II – DIMENSIONAMENTO DE TROCADORES DE CALOR</u>	121
I. DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	121
II. CUSTO DOS TROCADORES	123

ANEXO III – DIMENSIONAMENTO DE TORRES E RECIPIENTES **125**

I. REATOR DE LEITO FLUIDIZADO R-1	125
II. TORRE DE RESFRIAMENTO T-1	128
III. COLUNA DE ABSORÇÃO T-2	129
IV. COLUNA DE EXTRAÇÃO T-3	132
V. SEPARADOR T-4	136
VI. COLUNA DE DESTILAÇÃO C-1	137
VII. COLUNA DE DESTILAÇÃO C-2	141
VIII. RECIPIENTES PULMÕES L-1 E L-2	145

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **146**

Lista de Abreviaturas e Siglas

CEPCI	Índice de Custo da Planta de Engenharia Química
<i>Aspen HYSYS</i> [®]	<i>HYprotech SYStems</i>
ISBL	<i>Inside Battery Limits</i>
OSBL	<i>Outside Battery Limits</i>
TEMA	<i>Tubular Exchanger Manufactures Association</i>

Lista de Variáveis

a	Constante para o cálculo do custo	
A	Área de troca térmica	m ²
b	Constante para o cálculo do custo	
BAI	Benefício antes dos impostos	
BDI	Benefício depois dos impostos	
C	Custo total do equipamento	U\$\$ Gulf
C_C	Custo da carcaça	U\$\$ Gulf
c_p	Calor específico da água	kcal/h.m ² .°C
C_p	Custo dos pratos	U\$\$ Gulf
d_0	Diâmetro externo do tubo	m
d_p	Diâmetro médio da partícula do catalisador	m
D_i	Diâmetro do recipiente i	m
D_b	Diâmetro do feixe (carcaça)	m
e	Espessura do recipiente	mm
ε	Porosidade da partícula	
ε_{mf}	Porosidade do leito na velocidade mínima de fluidização	
F_i	Fluxo de caixa	

F_f	Vazão de alimentação	m^3/h
F_t	Fator de correção para o cálculo da área de troca térmica	
H	Carga da bomba centrífuga	m
H_i	Altura total do equipamento i	m
h'	Coefficiente individual de transmissão térmica do fluido quente	$kcal/h.m^2.°C$
h''	Coefficiente individual de transmissão térmica do fluido frio	$kcal/h.m^2.°C$
k	Constante para o cálculo da velocidade limite	
K_l	Constante para o cálculo do diâmetro da carcaça	
L/D	Razão entre altura e diâmetro do recipiente	
L_P	Espaçamento entre pratos	m
\bar{L}	Capacidade de líquido	m/s
m	Vazão mássica de água de refrigeração	kg/h
n	Constante para o cálculo do custo	
n_l	Constante para o cálculo do diâmetro da carcaça	
N_p	Número de pratos da coluna	
$NPSH$	<i>Net Positive Suction Head</i>	m
N_t	Número de tubos do trocador de calor	
Φ	Fator de forma da partícula	
P	Pressão de operação	$kg/cm^2.g$
P_A	Pressão de aspiração	$kg/cm^2.g$
P_D	Pressão de desenho	$kg/cm^2.g$
P_e	Pressão de entrada na bomba	$kg/cm^2.g$

$P_{elevação}$	Pressão devida à elevação do equipamento	kg/cm ² .g
P_s	Pressão de saída da bomba	kg/cm ² .g
P_V	Pressão de vapor	kg/cm ² .g
Q	Calor trocado	kcal/h
Q_B	Vazão volumétrica de fluido no fundo coluna	m ³ /h
Q_i	Vazão de impulsão da bomba	m ³ /h
Q_V	Vazão volumétrica de vapor na coluna	m ³ /h
r_q	Coefficiente de deposição do fluido quente	h.m ² .°C/kcal
r_f	Coefficiente de deposição do fluido frio	h.m ² .°C/kcal
R	Parâmetro adimensional para o cálculo do fator de correção	
R_G	Constante dos gases	J/mol.K
R_R	Razão de Refluxo da Torre	
S	Parâmetro adimensional para o cálculo do fator de Correção	
u_{mf}	Velocidade mínima de fluidização	m/s
t_1	Temperatura de entrada do fluido quente	°C
t_2	Temperatura de saída do fluido quente	°C
T_1	Temperatura de entrada do fluido frio	°C
T_2	Temperatura de saída do fluido frio	°C
T_D	Temperatura de desenho	°C
T_A	Temperatura de aspiração no compressor	°C
TIR	Taxa Interna de Retorno	
U	Coefficiente global de troca térmica	kcal/h.m ² .°C

U_P	Velocidade de operação	m/s
\hat{u}_v	Máxima velocidade de vapor no topo da torre	m/s
V_W	Máxima velocidade de vapor no topo da torre	kg/h
VAL	Valor Atualizado Líquido	
V_{LIQ}	Volume de líquido retido no recipiente	m ³
V_T	Volume total do recipiente	m ³
W	Peso do recipiente	kg
W_a	Potência absorvida	CV
W_{ad}	Potência adiabática	kW
W_h	Potência hidráulica	CV
W_m	Potência do motor da bomba	kW
W_r	Potência real (politrópica) necessária no compressor	kW
x_B	Composição molar do líquido no fundo da torre	
x_D	Composição molar do líquido no topo da torre	
x_F	Composição molar do líquido na alimentação	
x_N	Composição molar do líquido no prato N	
y_{N+1}	Composição molar do vapor no prato N+1	
z_I	Fator de compressibilidade do gás	
ΔT_{ml}	Diferença de temperatura média logarítmica	°C
ΔP_{carga}	Perda de carga	kg/cm ² .g
η_m	Eficiência do motor	
η_h	Eficiência hidráulica da bomba	
η_r	Eficiência real (politrópica) do compressor	
μ_g	Viscosidade do gás	cP
v_{lim}	Velocidade limite	m/s

ρ'	Densidade da corrente na aspiração	kg/m ³
ρ''	Densidade da corrente na impulsão	kg/m ³
ρ_l	Densidade do líquido	kg/m ³
ρ_g	Densidade do gás	kg/m ³
ρ_p	Densidade do catalisador	kg/m ³
τ	Tempo de residência	min

Lista de Tabelas

- Tabela 1. Propriedades físico-químicas do ácido acrílico.
- Tabela 2. Capacidade de produção de ácido acrílico bruto das maiores empresas em 2013.
- Tabela 3. Condições de operação da alimentação.
- Tabela 4. Condições-limite das correntes de entrada e saída da planta.
- Tabela 5. Parâmetros cinéticos das reações globais de obtenção do ácido acrílico.
- Tabela 6. Custo dos equipamentos relativos ao ano de 2016.
- Tabela 7. Custos de engenharia de detalhe relativos ao ano de 2016.
- Tabela 8. Custo de limite de bateria interno da planta, relativo ao ano de 2016.
- Tabela 9. Capitais de giro, imobilizado e de investimento.
- Tabela 10. Vendas do produto a partir de sua produção anual.
- Tabela 11. Relação de custos de produção.
- Tabela 12. Gastos de uma produção
- Tabela 13. Dados necessários para cálculo de fluxo de caixa.
- Tabela 14. Vazões de descarga para cada uma das válvulas de segurança
- Tabela 15. Descrição do sistema de encravamento.
- Tabela 16. Lista de alarmes e sua descrição
- Tabela 17. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-1 fornecidos pelo *HYSYS*.
- Tabela 18. Valor das variáveis de interesse para o projeto do bomba G-2 fornecidos pelo *HYSYS*.
- Tabela 19. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-3 fornecidos pelo *HYSYS*.
- Tabela 20. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-4 fornecidos pelo *HYSYS*.
- Tabela 21. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-5 fornecidos pelo *HYSYS*.
- Tabela 21. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-5 fornecidos pelo *HYSYS*.
- Tabela 22. Valores de potência do motor das bombas.
- Tabela 23. Valores de carga das bombas.

Tabela 24. Equações para cálculo da pressão de aspiração.

Tabela 25. Valores de pressão de aspiração para as bombas.

Tabela 26. Equações para cálculo da pressão de impulsão.

Tabela 27. Valores de vazão mínima e vazão de projeto das bombas.

Tabela 28. Valores de NPSH das bombas.

Tabela 29. Custo das bombas da planta.

Tabela 30. Valores das variáveis de interesse para projeto do compressor K-1 obtidos por meio do programa *HYSYS*.

Tabela 31. Parâmetros para o projeto do compressor.

Tabela 32. Valores aproximados de h.

Tabela 33. Parâmetros dos Trocadores.

Tabela 34. Custos dos Trocadores.

Tabela 35. Consumos de Água de Refrigeração e Vapor de Aquecimento.

Tabela 36. Parâmetros de projeto da torre de absorção T-2.

Tabela 37. Parâmetros de projeto da torre de extração T-3.

Tabela 38. Condições de pressão e temperatura de desenho e operação na C-1.

Tabela 39. Parâmetros de projeto da torre de destilação C-1.

Tabela 40. Parâmetros de projeto da coluna de destilação C-2.

Tabela 41. Parâmetros de projeto do recipiente pulmão L-1.

Tabela 42. Parâmetros de projeto do recipiente pulmão L-2.

Lista de Figuras

- Figura 1. Estrutura molecular do ácido acrílico.
- Figura 2. Polimerização do ácido acrílico.
- Figura 3. Reação de formação de acrilato de metila.
- Figura 4. Estrutura molecular do cianoacrilato.
- Figura 5. Estrutura molecular da acrilamida.
- Figura 6. Preço do ácido acrílico entre 2007 e 2009.
- Figura 7. Interconexão e armazenamento.
- Figura 8. Diagrama de processos.
- Figura 9. Fluxo de caixa anual
- Figura 10. Fluxo de caixa acumulado.
- Figura 11. Fluxo de Caixa acumulado para investimento 20% maior.
- Figura 12. Relação entre diâmetro de partícula adimensional e velocidade de operação adimensional para um leito fluidizado.
- Figura 13. Determinação do ótimo econômico para o número de pratos do extrator fixo.
- Figura 14. Determinação do ótimo econômico para o número de pratos da torre de destilação C-1 fixo.
- Figura 15. Otimização do separador T-4.
- Figura 15. Otimização do prato de alimentação de C-1.
- Figura 16. Diagrama de equilíbrio x-y para o par DIPE/Ácido acrílico.
- Figura 17. Otimização da Coluna C-2.
- Figura 18. Prato de alimentação da C-2 otimizada.
- Figura 19. Determinação do número de pratos teóricos da coluna C-2 pelo método de McCabe-Thiele. Linha azul: curva de equilíbrio; linha verde: traçamento dos pratos; linha marrom; retas de retificação e esgotamento.

1. Introdução

O ácido acrílico – abreviatura: AA (nome oficial: ácido 2-propenoico), também chamado de ácido acroleico e ácido vinilfórmico, é um composto do grupo dos ácidos carboxílicos, de fórmula $C_3H_4O_2$, sendo, junto com o ácido fórmico e o ácido acético, os ácidos com as cadeias mais simples desta família.^[1]

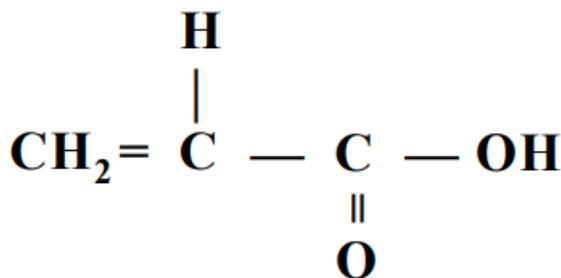


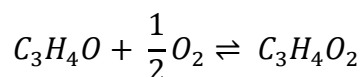
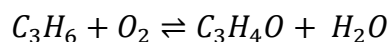
Figura 1. Estrutura molecular do ácido acrílico.

Esta substância (assim como seus polímeros e copolímeros) é utilizada na produção de tintas, vernizes, couro, adesivos, colas, tecidos, produtos de limpeza, plásticos, resinas e borrachas sintéticas e látex.^[2]

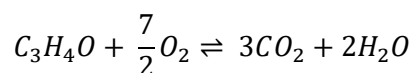
1.1. Produção

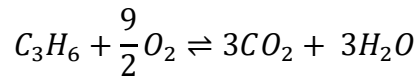
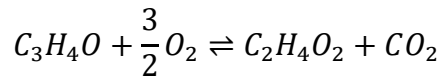
1.1.1. Oxidação do propeno

O principal meio de obtenção deste composto nas indústrias é por oxidação parcial do propileno (C_3H_6). O mecanismo de reação consiste na ocorrência de duas reações principais, em série: o propeno é, primeiramente, oxidado para a produção de acroleína (um composto cancerígeno)^[3] e água e, em seguida, a acroleína é oxidada para formar o ácido acrílico. As equações reacionais são dadas como segue:^[4]



Além das reações dadas acima, outros produtos podem ser obtidos pela ocorrência de reações laterais, como a oxidação da acroleína para formar dióxido de carbono e ácido acético e a oxidação do propileno para formar o dióxido de carbono, como demonstrado nas equações 3, 4 e 5.



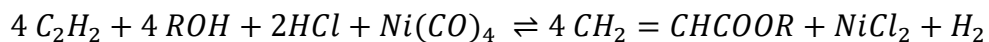


Por esse motivo, há a necessidade de uso de dois reatores para que a reação aconteça com máxima efetividade, rendimento e seletividade de componentes. O primeiro reator opera a uma temperatura menor que o segundo e utiliza um catalisador heterogêneo diferente deste. Na literatura, têm sido reportadas as utilizações de óxidos metálicos utilizando molibdênio, vanádio, cobalto, tungstênio e telúrio como catalisadores das reações de oxidação, sendo que a liga metálica formada pela mistura destes elementos tem como objetivo aumentar a seletividade da reação de oxidação da acroleína para ácido acrílico. [5,6,7,8]

As reações também podem ser realizadas em um só reator do tipo leito fluidizado, que confere a vantagem de haver melhor transferência de massa pelo processo contínuo, podendo operar a uma temperatura uniforme devido à mistura intensa dos sólidos catalisadores. Além disso, é possível descarregar o catalisador consumido e recarregar o catalisador fresco sem parar o processo de produção. [9,10,11]

1.1.2. Reação com acetileno (Processo Reppe)

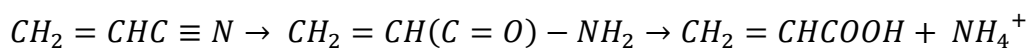
O ácido acrílico pode ser produzido também a partir do acetileno em presença de ácido e níquel tetracarbonilado como catalisador, como mostra a reação abaixo. O processo ocorre à pressão atmosférica e a 40 °C.



Essa forma de obtenção do ácido acrílico, descoberta em 1939 por Walter Reppe (daí o nome do processo), foi abandonada com o tempo e deu lugar ao método da oxidação do propeno, devido às dificuldades em manipular o níquel tetracarbonilado, que é tóxico e corrosivo. [12,13]

1.1.3. Hidrólise da acrilonitrila

O terceiro método de obtenção é a partir da reação de hidrólise da acrilonitrila numa solução contendo ácido sulfúrico para produzir ácido acrílico e hidrogenossulfato de amônio, tendo como intermediário a formação de acrilamida. Foi também perdendo seu espaço porque o rendimento do processo era baixo demais para valer a pena o gasto com os reagentes. [13]



Acrlonitrila

Acrlamida

Ácido acrílico Amônio

1.1.4. Processo β -Propiolactona

Nesse processo, uma cetena ($R_2C=C=O$) reage com o formaldeído na presença de um catalisador para obter β -propiolactona, que é tratada com ácido sulfúrico ou fosfórico aquoso e, então, por resfriamento, produz-se o ácido acrílico por precipitação da solução.^[13,14]

1.1.5. Obtenção a partir do etileno

O etileno, neste método, é epoxidado para óxido de etileno ao entrar em contato com o O_2 , para depois ser transformado em β -propiolactona através de uma carbonilação, com CO, e será rearranjada em ácido acrílico por tratamento com solução aquosa de ácido sulfúrico.^[15]

1.1.6. Oxidação do propano

Tem sido pesquisada a utilização do propano para produzir o AA diretamente por oxidação daquele, ou para servir de intermediário para produção do propeno por desidrogenação. Este método é vantajoso e atrativo devido ao menor custo de obtenção do propano comparado com o seu similar insaturado.^[9]

1.1.7. Bioprocessos

Finalmente, o ácido acrílico pode ser obtido pela desidratação do ácido láctico ($C_3H_6O_3$), uma substância produzida na fermentação da glicose ($R_2C=C=O$). Essa via de processo tem sido desenvolvida e tem apresentado atratividade em contraste com a alta do preço do ácido acrílico (Seção 1.6.), além do fato de ser obtida pela biomassa, uma fonte renovável de energia.^[9,16,17]

1.2. Propriedades

A Tabela 1 mostra as principais propriedades físico-químicas do ácido acrílico à temperatura ambiente.^[1,12,18]

Tabela 1. Propriedades físico-químicas do ácido acrílico.

Propriedades	Valor
Peso molecular ($g \cdot mol^{-1}$)	72,00
Ponto de ebulição ($^{\circ}C$)	141,3
Ponto de fusão ($^{\circ}C$)	13,00

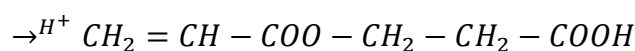
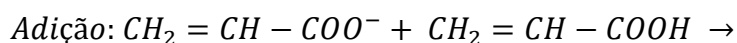
Índice de refração a 25 °C	1,418
Viscosidade a 25 °C (mPa.s)	1,150
Calor específico no estado líquido (kJ/kg.°C)	2,090
Calor latente de vaporização (kJ/kg)	621,0
Calor de polimerização (kJ/kg)	1074
Pressão de vapor a 30 °C (mbar)	8,000
Temperatura de auto-ignição (°C)	429,0
Constante de dissociação a 25 °C	5,5.10 ⁻⁵
pKa	4,26

O ácido acrílico é líquido incolor em condições normais de temperatura e pressão, sendo um composto altamente inflamável, corrosivo e volátil. Para uso comercial, no armazenamento é utilizado hidroquinona e/ou seu monometil-éter em concentração de 50 a 500 ppm para prevenir a polimerização do composto. Ventilação adequada deve ser garantida para evitar a formação de vapores, que são tóxicos.^[12,18]

Além de ter solubilidade infinita em água, o ácido acrílico é solúvel também em álcoois, ésteres e outros solventes orgânicos. Em relação ao seu impacto ambiental, ele é classificado como prontamente biodegradável e facilmente eliminável.^[1,12]

1.3. Polimerização

Espontaneamente, o ácido acrílico se dimeriza. Essa reação ocorre primeiramente por um mecanismo iônico e não há inibidores conhecidos que retardem ou previnam a ocorrência desse efeito. Após a ionização, ocorre uma adição conjugada de Michaels e o monômero liga-se a outro, formando o dímero. Ela é esquematizada como segue:^[1]



Na presença de quantidades suficientes de calor, luz ou peróxidos, o ácido acrílico desestabiliza-se e polimeriza-se de forma violenta e liberando grande

quantidade de calor. Em um processo industrial, nas etapas de purificação desse composto, para evitar a dimerização deste, as temperaturas de operação e de corrente não podem exceder 90 °C, por isso, os equipamentos de separação precisam ser operados a alto vácuo para que possam ser atingidas temperaturas abaixo do limite.^[4] A reação de polimerização está representada na Figura 2.

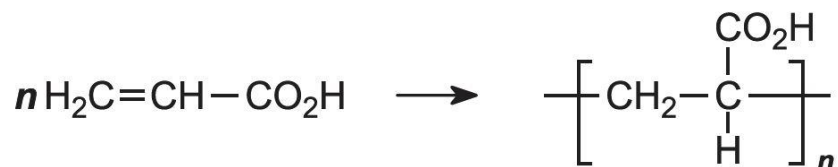


Figura 2. Polimerização do ácido acrílico.

1.4. Aplicação

O ácido acrílico é utilizado como material para produção de ésteres acrílicos, entre eles, os mais conhecidos são: o metil acrilato, etil acrilato, butil acrilato e 2-etilhexil acrilato.

1.4.1. Acrilato de metila

O acrilato de metila é produzido pela esterificação do ácido acrílico com o metanol, com a formação de água como outro produto. São utilizados na produção de fibras sintéticas que serão utilizadas na fabricação de tapetes; na produção de dendrímeros pela adição de Michaelis com uma amina; produção de acrilato de dimetiletilamina, monômero utilizado na produção de floculantes para tratamento de água residual.^[19-21]



Figura 3. Reação de formação de acrilato de metila.

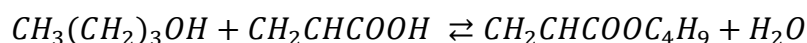
1.4.2. Acrilato de etila

Também produzido pela mesma reação que o acrilato de metila, mas dessa vez com o etanol como álcool da esterificação, o acrilato de etila encontra seu uso na

produção de látex e tinta a base de água e solvente, muito utilizadas para recobrir geladeiras e máquinas de lavar. [22]

1.4.3. Butil acrilato

Butil acrilato é produzido pela reação de esterificação do ácido acrílico com o n-butanol na presença de um catalisador heterogêneo, mais precisamente uma resina de troca iônica, e encontra aplicações industriais como precursor na produção de vernizes, adesivos, papéis e têxteis. [23,24] O esquema da reação é descrito abaixo.



Butanol Ácido acrílico Acrilato de butila

1.4.4.2-etilhexil acrilato

O 2-etilhexil acrilato é utilizado, pela copolimerização em emulsão com o metacrilato de metila, para produção em larga escala de adesivos sensíveis à pressão. [25,26]

1.4.5. Polímeros superabsorventes (SAP)

Os polímeros superabsorventes de acrílico são materiais que possuem a capacidade de absorver ou reter grandes quantidades de líquido aquoso, sendo estes compostos ideais para utilização na produção de fraldas para bebês e absorventes íntimos. [27] Além disso, os polímeros têm sido empregados em construção como selantes para impedir a penetração de água. Na agricultura, eles são usados no solo para evitar perda de hidratação destes terrenos em tempos e aridez. Na indústria têxtil, os tecidos são produzidos junto com o polímero previamente perfumado para absorver o suor do corpo e liberar, simultaneamente, a fragrância de dentro das partículas. [28]

1.5. Derivados

1.5.1. Cianoacrilato

Os cianoacrilatos, de fórmula geral $CH_2=C(CN)-COOR$, em que R é uma cadeia, são produzidos pela reação de condensação entre um formaldeído (metanal) e um éster de cianoacetato. Também pode ser produzido (com menor frequência) pela carbonilação de cianoetino em presença de níquel tetracarbonilado.

Os polímeros desses compostos são utilizados quase que exclusivamente na produção de adesivos e são conhecidos popularmente como “Super Cola”. Sua atuação se estende também à área da medicina, em que são utilizados para criação de adesivos

médicos para funcionar como suturas ou pontos numa determinada região do corpo.^[29-31]

Ainda sendo utilizados como cola, têm papel importante na ciência forense, pois revelam digitais pela exposição destas ao vapor de cianoacrilato de etila.^[32,33] Os cianoacrilatos ainda podem ser utilizados como matriz de células solares e como herbicidas.^[34,35]

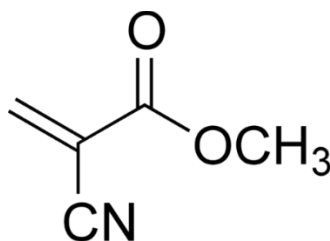


Figura 4. Estrutura molecular do cianoacrilato.

1.5.2. Acrilamida

2-propeno amida, ou acrilamida, é um composto tóxico produzido pela hidratação da acrilonitrila em solução de ácido sulfúrico a 80 °C. É bastante utilizada no tratamento de retirada de impurezas da água. O uso dessa substância e de seus devidos polímeros e copolímeros ainda inclui a produção de colas, agentes de espessamento, floculantes, revestimento de superfícies, recuperação de óleo.^[12,36]

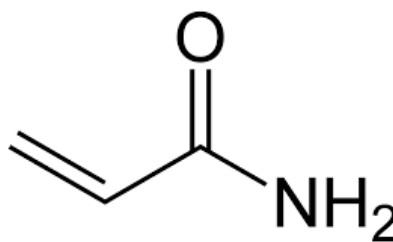


Figura 5. Estrutura molecular da acrilamida.

1.6. Mercado

A tabela 2 apresenta as principais empresas que produzem ácido acrílico bruto, em termos de capacidade produtiva, em milhões de toneladas/ano, para o ano de 2013, segundo dados fornecidos pela TranTech Consultants.^[37-39]

Tabela 2. Capacidade de produção de ácido acrílico bruto das maiores empresas em 2013.

Empresa	Capacidade de produção (10 ³ ton/ano)			
	AA bruto	AA glacial	SAP	Total
Arkema	475,00	272,00	-	747,00
BASF	1309,00	597,00	550,00	2456,00
CNPC	145,00	12,00	-	157,00
Dow Chemical	930,00	345,00	-	1275,00
Formosa Plastics	320,00	120,00	110,00	550,00
Gazprom	80,00	35,00	-	115,00
Jiangsu Jurong-Arkema	320,00	120,00	-	440,00
LG Chemical	350,00	210,00	244,00	804,00
Mitsubishi Chemical	200,00	110,00	-	310,00
Nippon	140,00	90,00	540,00	770,00
Stohaas	265,00	202,00	-	467,00
TASNEE	220,00	85,00	80,00	385,00

A BASF, empresa alemã, ocupa posição de liderança com folga na produção em larga escala, seguida pela americana DOW Chemical, a sul-coreana LG Chemical e a japonesa Nippon, que disputa com a BASF a liderança da produção dos polímeros superabsorventes.

A demanda mundial do mercado do ácido acrílico em 2013 foi de $5,39 \cdot 10^6$ toneladas, com maior porcentagem de consumo da parte da Ásia/Pacífico, representados por um terço do total.^[37] Já em 2014, a demanda aumentou para $5,75 \cdot 10^6$ toneladas, com participação efetiva da francesa Arkema, além das já citadas acima. Essas foram responsáveis por 45% da produção mundial total do ácido acrílico bruto.^[40]

Com relação ao preço, o ácido acrílico glacial, por ter pureza maior que a do ácido acrílico bruto (99% comparado a 96%), é comercializado por U\$\$ 200/ton a mais.^[8] Mundialmente, segundo informações da Intratec, o preço da tonelada não varia muito de local para local, permanecendo no intervalo de U\$\$ 1.200,00/ton a U\$\$ 1.800,00/ton, mas enfrentou uma desvalorização no início de 2009, provavelmente devido à crise financeira.^[41] Mas em 2013, subiu para aproximadamente U\$\$ 2.100,00/ton^[37] e seu valor novamente decresceu, em 2016, para U\$\$ 1.500,00.

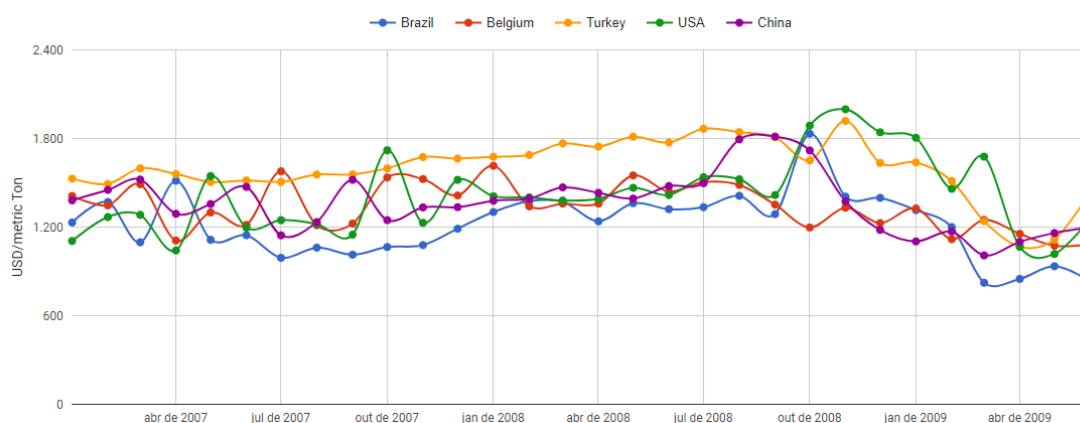


Figura 6. Preço do ácido acrílico entre 2007 e 2009. Fonte: Intratec.^[42]

No Brasil, o mercado interno para a obtenção de ácido acrílico é totalmente suprido pelas importações do produto, sendo que apenas as produções dos acrilatos de metila, etila e butila são de caráter interno. A instalação de uma unidade de produção de acrilato de butila da BASF em Guaratinguetá-SP, em 2003, aumentou o fluxo de importações dos produtos no país. Quanto à demanda, em 2012, de 160.000 ton no Brasil, pode-se concluir que o mercado brasileiro já comporta uma planta de escala mundial.^[8]

2. Especificações do Processo

2.1. Objetivo

Organização e determinação da Engenharia de Processo de uma planta de produção de ácido acrílico a partir da oxidação parcial catalítica do propileno que consome, anualmente, cerca de 43000 toneladas métricas do hidrocarboneto reagente, para uma capacidade de produção de 8000 horas/ano.

2.2. Critérios de projeto

- Fator de produção: 8000 horas/ano;
- Pureza do ácido acrílico: 99,9%;
- Capacidade mínima: 60% da capacidade de projeto;
- O sobredimensionamento dos equipamentos foi determinado como:
 - bombas e compressores: 110%;
 - torres de destilação, extração, absorção e resfriamento: 120%;
 - trocadores de calor: 110%.
- Os trocadores de calor têm tubos de comprimento de 6100 mm;
- Todos os equipamentos depois do reator precisam ser construídos com aço inoxidável, dado que passa um composto altamente corrosivo por eles (o ácido acrílico);
- O reator de leito fluidizado será construído com aço-carbono.

2.3. Matéria-prima disponível

- Propeno a 25 °C e 11,72 kg/cm²g;
- Água a 160 °C e 6 kg/cm²g;
- Nitrogênio, oxigênio e dióxido de carbono a 25 °C e 1 kg/cm²g;
- Catalisador heterogêneo composto por mistura metálica de MoO₃ e V₂O₅;

2.4. Qualidade da alimentação

A Tabela 3 descreve as condições de entrada das três correntes de gases no reator de leito fluidizado e da corrente líquida de água pura na torre de absorção.

Tabela 3. Condições de operação da alimentação.

Componente	Temperatura (°C)	Pressão (kg/cm ² g)	Vazão (ton/h)
Propeno	25	11,22	5,34
Ar	25	1,02	17,9
Água	160	6,12	39,0

2.5. Serviços auxiliares

Água de refrigeração:

- Temperatura de entrada: 25 °C;
- Temperatura de saída: 80% da temperatura de saída do fluido a ser refrigerado;
- Pressão de projeto: 1 kg/cm²g.

2.6. Condições limítrofes

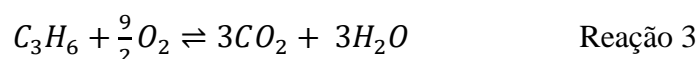
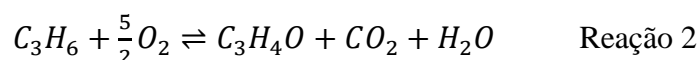
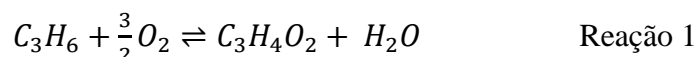
Como explicitado na Tabela 4, o ácido acrílico, na unidade de purificação, não pode estar a uma temperatura que exceda 90 °C, pois ocorre dimerização e perda da qualidade do produto requerido. O propeno é mantido nas condições de pressão e temperatura que possibilitam o seu armazenamento em um tanque no início da planta.

Tabela 4. Condições-limite das correntes de entrada e saída da planta.

Posição do sistema	Componente	<i>P</i> (bar)	<i>T</i> (°C)
Entrada	Propeno	11,5	25,0
	Ar	1,00	25,0
Saída	Ácido acrílico 99,9%	1,00	90,0

2.7. Dados cinéticos

A cinética da reação é controlada pelas condições do processo para que o equilíbrio esteja deslocado o máximo possível para a direita e não haja a ocorrência de reações inversas. As reações globais são consideradas para o processo com a utilização de catalisador, ou seja:



cuja lei cinética de reação é descrita pela equação (1):

$$r_i = -k_{o,i} \exp\left[-\frac{E_{a,i}}{RT}\right] p_{propileno} p_{oxigênio} \quad (1)$$

O índice i indica o número da reação, e a variável p_i indica a pressão parcial dos componentes. As energias de ativação e os fatores pré-exponenciais são descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros cinéticos das reações globais de obtenção do ácido acrílico.

i	$E_{a,i}$ (kcal/kmol)	$k_{o,i}$ [kmol/m ³ reator h/(kPa) ²]
1	1,5.10 ⁴	1,59.10 ⁵
2	2,0.10 ⁴	8,83.10 ⁵
3	2,5.10 ⁴	1,81.10 ⁸

3. Descrição do processo

As três correntes de alimentação contendo propeno, água e ar, oriundas de tanques de armazenamento nas pressões especificadas, são mescladas por um misturador que direcionará a resultante para a entrada do reator de leito fluidizado R-1. Como a reação é altamente exotérmica, por fora do reator há uma corrente de sal fundido que tem a função de diminuir o crescimento da temperatura dos fluidos dentro do leito, removendo o calor liberado pela reação.

Na saída do reator é imprescindível que haja resfriamento dos produtos para que: (1) o ácido acrílico não dimerize e assim afete a qualidade do produto final; (2) não ocorram reações de oxidação dos próprios produtos. Para isso, os efluentes do reator passam por uma torre de resfriamento T-1 cujo fluido refrigerante é justamente o ácido acrílico (AA) aquoso reciclado que sai como produto de fundo resfriado. O produto de topo contendo os gases que não reagiram é submetido a um processo de absorção na T-2, no qual eles entram em contato com uma corrente de água deionizada e saem pelo topo deste como *off-gas*. O ácido acrílico sai como uma fase aquosa no produto de fundo do absorvedor, a qual mistura-se à corrente de fundo da torre de resfriamento e a corrente resultante é impulsionada por uma bomba G-1 para ser então, dividida em dois segmentos: o primeiro volta como reciclo para a T-1 e o segundo é direcionado à coluna de extração T-3 para retirar a grande quantidade de água que acompanha o produto.

No extrator, o ácido acrílico e o acético serão extraídos da água pela inserção de um solvente orgânico, o di-iso-propil-éter (DIPE), e levados a um separador flash para a saída dos gases que ainda ficaram após a coluna de absorção. O refinado (produto de fundo), contendo água e pouca quantidade de ácido acético, é direcionado a uma estação de tratamento de efluentes. O extrato (produto de topo) é direcionado à torre de destilação C-1 para recuperação do solvente orgânico, o qual voltará para a coluna de extração por uma bomba e será resfriado para não haver gradiente de temperatura na coluna.

Finalmente, a corrente que sai do fundo de C-1 contém os ácidos separados do solvente, os quais serão submetidos à segunda torre de destilação C-2 para purificação final do ácido acrílico, que será obtido com pureza de 99,9% e resfriado para devido armazenamento.

4. Integração no complexo industrial

- Gases gerados na reação e os que não reagiram são levados, da coluna de absorção e separador flash, para tratamento por incineração;
- O ácido acrílico glacial a 99,9% é armazenado à temperatura ambiente com um inibidor de polimerização, a hidroquinona;
- O ácido acético e água que saem como produto de fundo da coluna de extração são enviados a uma estação de tratamento de efluentes.

A Figura 7 apresenta o esquema de interconexão e armazenamento da unidade de produção, com suas principais correntes de processo e serviços auxiliares.

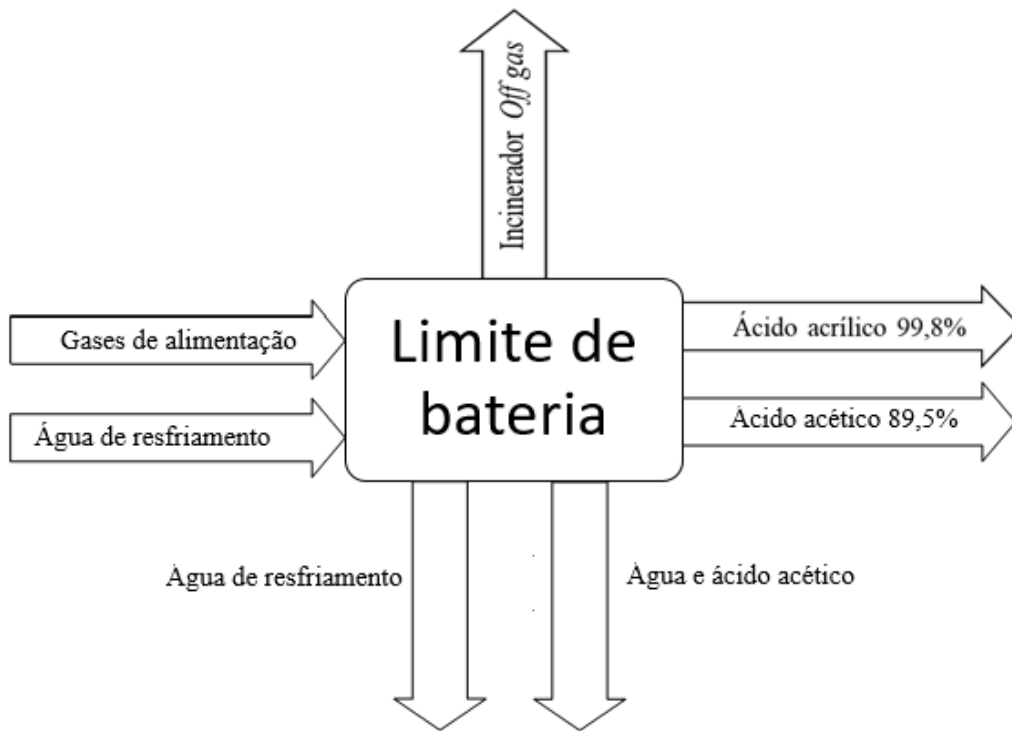


Figura 7. Interconexão e armazenamento.

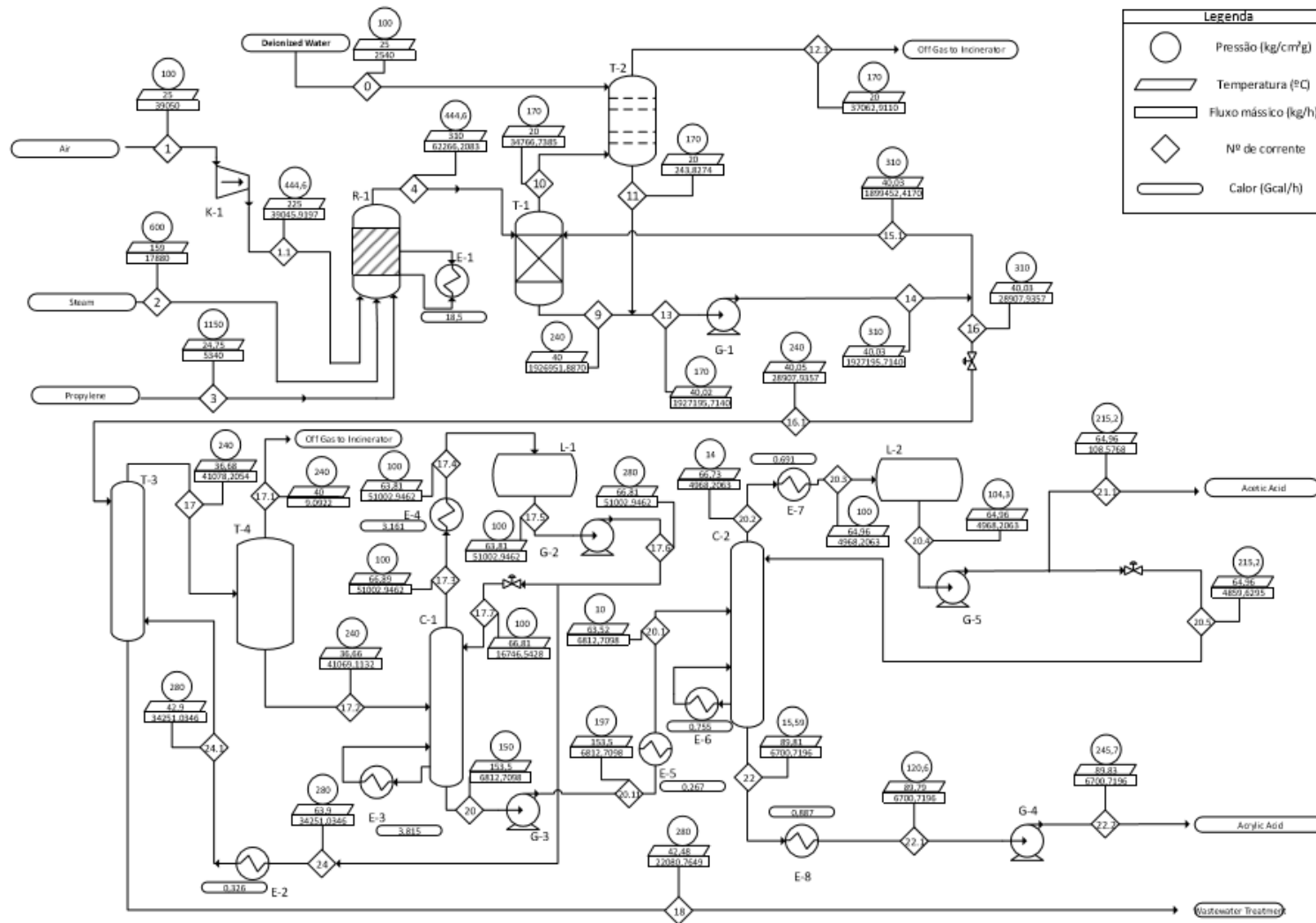


Figura 8. Diagrama de processos.

5. Folhas de Especificação. BALANÇO DE MASSA E ENERGIA

PROJETO :		PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO				Balanços de calor e matéria		
UNIDADE:				Pág.	1	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		0	1	1.1	2		
4	DESCRIÇÃO							
5								
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	5,10	1,02	4,53	6,12		
7	TEMPERATURA	°C	25,00	50,00	225,00	159,00		
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	2,54E+03	3,90E+04	3,90E+04	1,79E+04		
9	% VAPOR	%p	0	100	100	100		
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	0,00E+00	3,90E+04	3,90E+04	1,79E+04		
11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	0,00E+00	3,86E+04	3,86E+04	0,00E+00		
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	0,00E+00	4,56E+02	4,56E+02	1,79E+04		
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	0,00E+00	-	-	0,00E+00		
14	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	2,54E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		
15	AGUA LIVRE	kg/h	2,54E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-9,62E+00	-1,23E+00	4,79E-01	-5,63E+01		
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	-	-		
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-		
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-		
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)							
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	3,66E+04	1,27E+04	1,79E+04		
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	-		
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	2,86E+01	2,86E+01	1,80E+01		
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	1,07E+00	3,07E+00	3,12E+00		
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	-		
27	VISCOSIDADE @T	cP	-	1,97E-02	2,69E-02	1,42E-02		
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	2,37E-02	3,37E-02	2,53E-02		
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	2,45E-01	2,55E-01	4,75E-01		
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	1,00E+00	1,00E+00	9,65E-01		
31	Cp / Cv	~	-	1,40E+00	1,38E+00	1,36E+00		
32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-1,23E+00	4,79E-01	-5,63E+01		
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)							
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	2,52E+00	-	-	-		
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	2,50E+00	-	-	-		
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	1,01E+03	-	-	-		
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1,01E+03	-	-	-		
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	8,84E-01	-	-	-		
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	5,51E-01	-	-	-		
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	2,94E-01	-	-	-		
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	2,00E-01	-	-	-		
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	5,25E-01	-	-	-		
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	9,66E-01	-	-	-		
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	7,21E+01	-	-	-		
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	6,82E-02	-	-	-		
46	ENTALPIA	Gcal/h	-9,62E+00	-	-	-		
47	MISCELÂNEOS							
48								
49								
50								
51								
52								
53	NOTAS :							
54	(1)	A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais						
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO				Balanços de calor e matéria	
	UNIDADEE :				Pág.	2	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		3	4	9	10	
4	DESCRIÇÃO						
5							
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	11,73	4,53	2,45	1,73	
7	TEMPERATURA	°C	24,75	310,00	40,00	20,00	
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	5,34E+03	6,23E+04	1,93E+06	3,48E+04	
9	% VAPOR	%p	100,00	100,00	0,00	97,93	
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	5,34E+03	6,23E+04	-	3,41E+04	
11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	0,00E+00	3,06E+04	-	3,06E+04	
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	0,00E+00	2,12E+04	-	3,04E+02	
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	5,34E+03	1,97E+02	-	1,96E+02	
14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	-	-	1,93E+06	6,26E+02	
15	AGUA LIVRE	kg/h	-	-	1,45E+06	3,88E+02	
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	0,00E+00	1,65E-02	
17	ENTALPIÁ TOTAL	Gcal/h	5,79E-01	-7,68E+01	-6,10E+03	-9,10E+00	
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	11,77	24,62	1,13	
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-	
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-	
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Umida)						
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	2,21E+02	2,65E+04	-	1,69E+04	
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	-	
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	4,21E+01	2,55E+01	-	2,90E+01	
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	2,42E+01	2,35E+00	-	2,03E+00	
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	-	
27	VISCOSIDADE @T	cP	9,13E-03	2,28E-02	-	1,79E-02	
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	1,58E-02	3,72E-02	-	2,13E-02	
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	4,19E-01	3,55E-01	-	2,47E-01	
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-	9,98E-01	
31	Cp / Cv	~	1,31E+00	1,29E+00	-	1,39E+00	
32	ENTALPIA	Gcal/h	5,79E-01	-7,68E+01	-	-7,32E+00	
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)						
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	-	1,93E+03	6,13E-01	
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	-	-	1,89E+03	7,35E-01	
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	-	-	1,00E+03	1,04E+03	
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	-	-	1,02E+03	1,04E+03	
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	-	-	9,02E-01	1,34E+00	
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	7,57E-01	1,04E+01	
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-	1,33E+01	
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	7,09E+00	1,66E+01	
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	4,24E-01	1,82E-01	
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	8,40E-01	4,72E-01	
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	-	3,88E+01	
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	2,43E+00	1,66E+00	
46	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-6,10E+03	-3,42E-01	
47	MISCELÂNEOS						
48							
49							
50							
51							
52							
53	NOTAS :						
54	(1)	A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			Balanços de calor e matéria	
	UNIDADEE :				Pág. 3 de 16	
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
1	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP					
3	Nº DE CORRENTE		11	12.1	13	14
4	DESCRIÇÃO					
5						
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	1,73	1,73	1,73	3,16
7	TEMPERATURA	°C	20,00	20,00	40,02	40,03
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	2,44E+02	3,67E+04	1,93E+06	1,93E+06
9	% VAPOR	%p	0,00	100,00	0,00	0,00
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	-	3,41E+04	-	-
11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	3,06E+04	-	-
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	3,04E+02	-	-
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	1,96E+02	-	-
14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	2,44E+02	-	1,93E+06	1,93E+06
15	AGUA LIVRE	kg/h	1,08E+01	-	1,45E+06	1,45E+06
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-3,42E-01	-7,32E+00	-6,10E+03	-6,10E+03
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	95,47	4,52	24,63	7,64
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	1,69E+04	-	-
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	-
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	2,90E+01	-	-
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	2,03E+00	-	-
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	-
27	VISCOSIDADE @T	cP	-	1,79E-02	-	-
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	4,10E-03	-	-
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	2,47E-01	-	-
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	-	-	9,98E-01	-	-
31	Cp / Cv	-	-	1,39E+00	-	-
32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-7,32E+00	-	-
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	2,35E-01	-	1,95E+03	1,93E+03
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	2,34E-01	-	1,89E+03	1,89E+03
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	1,04E+03	-	9,87E+02	1,00E+03
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1,04E+03	-	4,57E+01	1,02E+03
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	1,34E+00	-	9,99E-01	9,01E-01
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	8,88E-01	-	8,74E-01	7,57E-01
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	4,80E-01	3,44E-01
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	1,82E-01	-	4,24E-01	4,24E-01
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	4,72E-01	-	8,40E-01	8,40E-01
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	3,88E+01	-	-	-
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	1,69E+00	-	2,43E+00	2,43E+00
46	ENTALPIA	Gcal/h	-3,42E-01	-	-6,10E+03	-6,10E+03
47	MISCELÂNEOS					
48						
49						
50						
51						
52						
53	NOTAS :					
54	(1)	A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais				
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO				Balanços de calor e matéria		
	UNIDADEEE :					Pág.	4 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		15.1	16	16.1	17		
4	DESCRIÇÃO							
5								
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	3,162	3,162	2,448	2,448		
7	TEMPERATURA	°C	40,03	40,03	40,05	36,68		
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	1,90E+06	2,89E+04	2,89E+04	4,11E+04		
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	1,90E+06	2,89E+04	2,89E+04	4,11E+04		
15	AGUA LIVRE	kg/h	1,43E+06	2,18E+04	2,18E+04	1,59E+02		
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-		
17	ENTALPIÁ TOTAL	Gcal/h	-6,01E+03	-9,15E+01	-9,15E+01	-3,71E+01		
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	24,62	24,63	24,63	16,66		
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-		
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTICULA	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	1,90E+03	2,89E+01	2,89E+01	5,43E+01		
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	1,86E+03	2,83E+01	2,83E+01	5,27E+01		
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	1,00E+03	1,00E+03	1,00E+03	7,56E+02		
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1,02E+03	1,02E+03	1,02E+03	7,79E+02		
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	9,01E-01	9,01E-01	9,01E-01	4,82E-01		
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	7,57E-01	7,57E-01	7,57E-01	4,25E-01		
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	3,43E-01	3,44E-01	4,80E-01	2,83E-01		
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	5,47E+00	-	-		
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	4,24E-01	4,24E-01	4,24E-01	1,15E-01		
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	8,40E-01	8,40E-01	8,40E-01	4,98E-01		
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	3,80E+01	3,80E+01	3,80E+01	1,98E+01		
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	2,37E+00	2,43E+00	2,43E+00	4,52E-01		
46	ENTALPIA	Gcal/h	-6,01E+03	-9,15E+01	-9,15E+01	-3,71E+01		
47	MISCELÂNEOS							
48								
49								
50								
51								
52								
53	NOTAS :							
54	(1)	A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais						
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO				Balanços de calor e matéria			
	UNIDADEE :					Pág.	5	de	16
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA								
1	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES								
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP								
3	Nº DE CORRENTE		17.1	17.2	17.3	17.7			
4	DESCRIÇÃO								
5									
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	2,45	2,45	1,02	1,02			
7	TEMPERATURA	°C	36,66	36,66	66,89	63,81			
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	9,09E+00	4,11E+04	5,10E+04	1,67E+04			
9	% VAPOR	%p	100	0	100	0			
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	9,09E+00	-	5,10E+04	-			
11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	2,11E+00	-	-	-			
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	2,37E+02	-			
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	4,16E-01	-	-	-			
14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	-	4,11E+04	-	1,67E+04			
15	AGUA LIVRE	kg/h	-	1,59E+02	-	7,78E+01			
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-			
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-1,40E-02	-3,71E+01	-3,79E+01	-1,37E+01			
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	16,67	0,10	0,17			
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-			
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-			
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)								
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	2,52E+00	-	1,38E+04	-			
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	-			
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	3,89E+01	-	9,99E+01	-			
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	3,61E+00	-	3,69E+00	-			
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	-			
27	VISCOSIDADE @T	cP	1,66E-02	-	7,25E-03	-			
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	1,79E-02	-	1,35E-02	-			
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	2,28E-01	-	4,10E-01	-			
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	9,92E-01	-	9,58E-01	-			
31	Cp / Cv	~	1,30E+00	-	1,06E+00	-			
32	ENTALPIA	Gcal/h	-1,40E-02	-	-3,79E+01	-			
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)								
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	5,43E+01	-	2,48E+01			
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	-	5,27E+01	-	2,31E+01			
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	-	7,56E+02	-	6,74E+02			
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	-	7,79E+02	-	7,26E+02			
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	-	4,83E-01	-	3,21E-01			
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	4,25E-01	-	3,61E-01			
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	2,82E-01	-	-			
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-			
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	1,15E-01	-	1,02E-01			
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	4,98E-01	-	5,40E-01			
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	1,99E+01	-	1,42E+01			
45	PRESSÃO DE VAPORE @T	kg/cm ² a	-	3,23E-01	-	4,02E-01			
46	ENTALPIA	Gcal/h	-	-3,71E+01	-	-1,37E+01			
47	MISCELÂNEOS								
48									
49									
50									
51									
52									
53	NOTAS :								
54	(1)	A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais							
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO				Balanços de calor e matéria			
	UNIDADE DEE :					Pág.	6	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		18	20	20.1	20.2			
4	DESCRIÇÃO								
5									
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	2,86	1,53	0,10	0,14			
7	TEMPERATURA	°C	42,48	153,50	63,51	66,90			
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	2,21E+04	6,81E+03	6,81E+03	4,97E+03			
9	% VAPOR	%p	0	0	0	1			
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	-	-	-	4,97E+03			
11	INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...)	kg/h	-	-	-	-			
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-			
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-			
14	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	2,21E+04	6,81E+03	6,81E+03	-			
15	AGUA LIVRE	kg/h	2,18E+04	2,04E-03	2,04E-03	-			
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-			
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-8,27E+01	-8,36E+00	-8,67E+00	-8,17E+00			
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	1,37	99,95	99,96	100,00			
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-			
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-			
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)								
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	-	-	1,63E+04			
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	-			
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	6,13E+01			
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	-	3,05E-01			
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	-			
27	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	6,60E-03			
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-	1,15E-02			
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	2,91E-01			
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-	9,95E-01			
31	Cp / Cv	~	-	-	-	1,13E+00			
32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-	-8,17E+00			
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)								
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	2,22E+01	7,66E+00	6,81E+00	-			
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	2,17E+01	6,45E+00	6,45E+00	-			
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	9,95E+02	8,90E+02	1,00E+03	-			
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1,02E+03	1,06E+03	1,06E+03	-			
38	VISCOSIDADE DE CINEMÁTICA @T	cSt	5,86E-01	3,69E-01	7,93E-01	-			
39	VISCOSIDADE DE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	5,11E-01	9,22E-01	9,22E-01	-			
40	VISCOSIDADE DE CINEMÁTICA @100°C	cSt	2,21E-01	5,57E-01	-	-			
41	VISCOSIDADE DE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	3,78E-01	-	-			
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	5,43E-01	1,08E-01	1,33E-01	-			
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	9,57E-01	5,43E-01	4,75E-01	-			
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	6,89E+01	1,69E+01	2,72E+01	-			
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	6,72E-02	1,28E-02	1,28E-02	-			
46	ENTALPIA	Gcal/h	-8,27E+01	-8,36E+00	-8,67E+00	-			
47	MISCELÂNEOS								
48									
49									
50									
51									
52									
53	NOTAS :								
54	(1)	A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais							
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO				Balanças de calor e matéria		
	UNIDADEE :					Pág.	7 de 16	
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA							
1	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES							
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP							
3	Nº DE CORRENTE		20.5	21.1	22	22.1		
4	DESCRIÇÃO							
5								
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	0,14	0,14	0,16	1,18		
7	TEMPERATURA	°C	65,03	65,03	89,79	89,79		
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	4885,860989	108,5543033	6700,742138	6700,742138		
9	% VAPOR	%p	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+02	0,00E+00		
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	-	-	6,70E+03	-		
11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-	-		
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-		
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-		
14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	4,89E+03	1,09E+02	4,33E-01	6,70E+03		
15	AGUA LIVRE	kg/h	-	-	-	-		
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-		
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-8,82E+00	-1,96E-01	-7,35E+00	-8,39E+00		
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	100	100	100	100		
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-		
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-		
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)							
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	-	1,79E+04	-		
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	-		
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	7,21E+01	-		
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	3,74E-01	-		
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	-		
27	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	7,09E-03	-		
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	1,16E-02	-		
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	2,99E-01	-		
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	-	-	-	9,95E-01	-		
31	Cp / Cv	-	-	-	1,10E+00	-		
32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-7,35E+00	-		
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)							
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	4,84E+00	1,07E-01	4,47E-04	6,91E+00		
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	4,57E+00	1,01E-01	6,34E+00	6,34E+00		
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	1,01E+03	1,01E+03	9,70E+02	9,70E+02		
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1,07E+03	1,07E+03	1,06E+03	1,06E+03		
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	6,62E-01	6,62E-01	6,16E-01	6,16E-01		
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	7,84E-01	7,84E-01	9,28E-01	9,28E-01		
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-	5,63E-01		
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-		
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	1,38E-01	1,38E-01	1,26E-01	1,26E-01		
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	4,60E-01	4,60E-01	4,92E-01	4,92E-01		
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	2,70E+01	2,70E+01	2,42E+01	2,42E+01		
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	3,82E-02	3,82E-02	1,08E-02	1,08E-02		
46	ENTALPIA	Gcal/h	-8,82E+00	-1,96E-01	-5,42E-04	1,08E-02		
47	MISCELÂNEOS							
48								
49								
50								
51								
52								
53	NOTAS :							
54	(1)	A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais						
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			Balanços de calor e matéria			
	UNIDADEEE :				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		22.2	24	24.1			
4	DESCRIÇÃO							
5								
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	2,51	2,86	2,86			
7	TEMPERATURA	°C	89,83	63,90	42,90			
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	6,70E+03	3,43E+04	3,43E+04			
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	6,70E+03	3,43E+04	3,43E+04			
15	AGUA LIVRE	kg/h	-	1,59E+02	1,59E+02			
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-			
17	ENTALPIÁ TOTAL	Gcal/h	-8,386100277	-27,91429352	-28,29370279			
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	100	0,8	0,8			
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	6,91E+00	5,08E+01	4,91E+01			
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	6,34E+00	4,71E+01	4,71E+01			
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	9,70E+02	6,75E+02	6,98E+02			
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1,06E+03	7,27E+02	7,27E+02			
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	6,16E-01	3,21E-01	3,85E-01			
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	9,28E-01	3,61E-01	3,61E-01			
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	5,63E-01	2,43E-01	2,43E-01			
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	3,83E-01	-	-			
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	1,26E-01	1,02E-01	1,08E-01			
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	2,47E-01	5,40E-01	5,15E-01			
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	2,42E+01	1,42E+01	1,63E+01			
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	1,08E-02	4,02E-01	4,02E-01			
46	ENTALPIA	Gcal/h	-8,386100277	-2,79E+01	-2,83E+01			
47	MISCELÂNEOS							
48								
49								
50								
51								
52								
53	NOTAS :							
54	(1)	A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais						
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO						Balanco de calor e massa			
	UNIDADEE :							Pág.	9	de	16
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA										
1	COMPOSIÇÃO										
2	Nº CORRENTE	0		1		1.1		2			
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol		
4	Propeno	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5	Nitrogênio	0,000	0,000	0,758	0,775	0,758	0,775	0,000	0,000		
6	Oxigênio	0,000	0,000	0,230	0,206	0,230	0,206	0,000	0,000		
7	Dióxido de carbono	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
8	Água	1,000	1,000	0,012	0,019	0,012	0,019	1,000	1,000		
9	Ácido acético	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
10	Ácido acrílico	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
11	Di-iso-propil éter	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
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	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
45	Vazão total seca (kg/h)	2,54E+03		0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00			
46	Vazão total seca (kmol/h)	1,41E+02		0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00			
47	Vazão total úmida (kg/h)	0,00E+00		3,91E+04		3,90E+04		1,79E+04			
48	Vazão total úmida (kmol/h)	0,00E+00		1,36E+03		1,36E+03		9,92E+02			
49	NOTAS :										
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
	Rev.	Por									
	Data	Aprovado									

PROJETO :		PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO						Balanço de calor e massa			
UNIDADE DE :								Pág.	10	de	16
R	BALANÇO DE CALOR E MASSA										
e	COMPOSIÇÃO										
v											
1											
2	Nº CORRENTE	3		4		9		10			
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol		
4	Propeno	1,000	1,000	0,003	0,002	0,000	0,000	0,006	0,004		
5	Nitrogênio	0,000	0,000	0,475	0,433	0,000	0,000	0,851	0,879		
6	Oxigênio	0,000	0,000	0,016	0,013	0,000	0,000	0,029	0,026		
7	Dióxido de carbono	0,000	0,000	0,046	0,027	0,753	0,000	0,083	0,054		
8	Água	0,000	0,000	0,341	0,483	0,012	0,923	0,020	0,032		
9	Ácido acético	0,000	0,000	0,007	0,003	0,014	0,005	0,001	0,000		
10	Ácido acrílico	0,000	0,000	0,111	0,039	0,232	0,071	0,011	0,004		
11	Di-iso-propil éter	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
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	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
45	Vazão total seca (kg/h)	2,54E+03		0,00E+00		1,93E+06		2,44E+02			
46	Vazão total seca (kmol/h)	1,41E+02		0,00E+00		8,73E+04		3,85E+00			
47	Vazão total úmida (kg/h)	5,34E+03		6,23E+04		0,00E+00		3,41E+04			
48	Vazão total úmida (kmol/h)	1,27E+02		2,44E+03		0,00E+00		1,18E+03			
49	NOTAS :										
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
	Rev.	Por									
	Data	Aprovado									

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO						Balança de calor e massa			
	UNIDADE:							Pág.	11	de	16
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA										
1	COMPOSIÇÃO										
2	Nº CORRENTE	11		12.1		13		14			
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol		
4	Propeno	0,000	0,000	0,006	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000		
5	Nitrogênio	0,000	0,000	0,867	0,897	0,000	0,000	0,000	0,000		
6	Oxigênio	0,000	0,000	0,030	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000		
7	Dióxido de carbono	0,001	0,001	0,084	0,055	0,000	0,000	0,000	0,000		
8	Água	0,044	0,155	0,009	0,014	0,753	0,923	0,753	0,924		
9	Ácido acético	0,019	0,020	0,000	0,000	0,014	0,005	0,014	0,005		
10	Ácido acrílico	0,936	0,823	0,004	0,002	0,232	0,071	0,232	0,071		
11	Di-iso-propil éter	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
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	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
45	Vazão total seca (kg/h)	2,44E+02		0,00E+00		1,93E+06		1,93E+06			
46	Vazão total seca (kmol/h)	3,85E+00		0,00E+00		8,73E+04		8,73E+04			
47	Vazão total úmida (kg/h)	0,00E+00		3,41E+04		0,00E+00		0,00E+00			
48	Vazão total úmida (kmol/h)	0,00E+00		1,18E+03		0,00E+00		0,00E+00			
49	NOTAS :										
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
	Rev.	Por									
	Data	Aprovado									

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO						Balança de calor e massa			
	UNIDADEE :							Pág.	12	de	16
R	BALANÇO DE CALOR E MASSA										
e											
v											
1	COMPOSIÇÃO										
2	Nº CORRENTE	15.1		16		16.1		17			
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol		
4	Propeno	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5	Nitrogênio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
6	Oxigênio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
7	Dióxido de carbono	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
8	Água	0,754	0,924	0,753	0,924	0,753	0,924	0,004	0,020		
9	Ácido acético	0,014	0,005	0,014	0,005	0,014	0,005	0,003	0,005		
10	Ácido acrílico	0,232	0,071	0,232	0,071	0,232	0,071	0,163	0,213		
11	Di-iso-propil éter	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,829	0,762		
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	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
45	Vazão total seca (kg/h)	1,90E+06		2,89E+04		2,89E+04		4,11E+04			
46	Vazão total seca (kmol/h)	8,60E+04		1,31E+03		1,31E+03		4,38E+02			
47	Vazão total úmida (kg/h)	0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00			
48	Vazão total úmida (kmol/h)	0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00			
49	NOTAS :										
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
	Rev.	Por									
	Data	Aprovado									

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO						Balanço de calor e massa			
	UNIDADEE :							Pág.	13	de	16
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA										
1	COMPOSIÇÃO										
2	Nº CORRENTE	17.1		17.2		17.3		17.7			
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol		
4	Propeno	0,046	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5	Nitrogênio	0,213	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
6	Oxigênio	0,020	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
7	Dióxido de carbono	0,722	0,639	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
8	Água	0,000	0,000	0,004	0,020	0,005	0,026	0,005	0,026		
9	Ácido acético	0,000	0,000	0,003	0,005	0,001	0,002	0,001	0,002		
10	Ácido acrílico	0,000	0,000	0,163	0,213	0,000	0,000	0,000	0,000		
11	Di-iso-propil éter	0,000	0,000	0,829	0,762	0,994	0,973	0,994	0,973		
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	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
45	Vazão total seca (kg/h)	0,00E+00		4,11E+04		0,00E+00		1,67E+04			
46	Vazão total seca (kmol/h)	0,00E+00		4,38E+02		0,00E+00		1,68E+02			
47	Vazão total úmida (kg/h)	9,09E+00		0,00E+00		5,10E+04		0,00E+00			
48	Vazão total úmida (kmol/h)	2,34E-01		0,00E+00		5,10E+02		0,00E+00			
49	NOTAS :										
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
	Rev.	Por									
	Data	Aprovado									

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO						Balanço de calor e massa			
	UNIDADEE :							Pág.	14	de	16
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA										
1	COMPOSIÇÃO										
2	Nº CORRENTE	18		20		20.1		20.2			
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol		
4	Propeno	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5	Nitrogênio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
6	Oxigênio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
7	Dióxido de carbono	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
8	Água	0,986	0,996	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000		
9	Ácido acético	0,014	0,004	0,015	0,018	0,015	0,002	0,876	0,895		
10	Ácido acrílico	0,000	0,000	0,985	0,982	0,985	0,000	0,124	0,105		
11	Di-iso-propil éter	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
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	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
45	Vazão total seca (kg/h)	2,21E+04		6,81E+03		6,81E+03		0,00E+00			
46	Vazão total seca (kmol/h)	1,21E+03		9,48E+01		9,48E+01		0,00E+00			
47	Vazão total úmida (kg/h)	0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00		4,96E+03			
48	Vazão total úmida (kmol/h)	0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00		8,10E+01			
49	NOTAS :										
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58	Rev.	Por									
	Data	Aprovado									

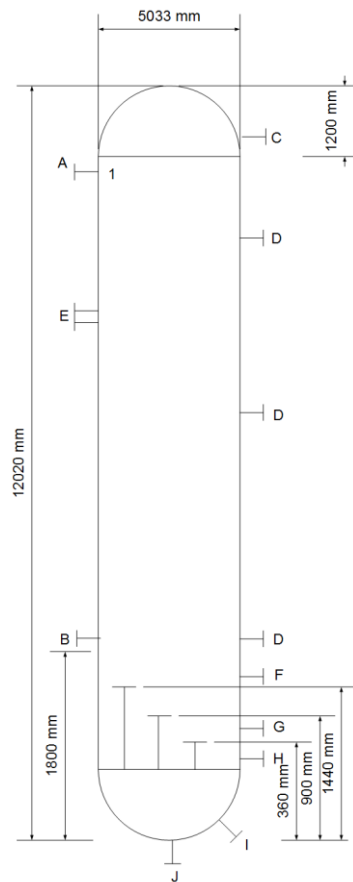
	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO						Balanço de calor e massa			
	UNIDADEEE :							Pág.	15	de	16
R	BALANÇO DE CALOR E MASSA										
e											
v											
1	COMPOSIÇÃO										
2	Nº CORRENTE	20.5		21.1		22		22.1			
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol		
4	Propeno	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5	Nitrogênio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
6	Oxigênio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
7	Dióxido de carbono	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
8	Água	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
9	Ácido acético	0,876	0,895	0,876	0,986	0,007	0,001	0,007	0,001		
10	Ácido acrílico	0,124	0,105	0,124	0,105	0,999	0,999	0,999	0,999		
11	Di-iso-propil éter	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
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	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
45	Vazão total seca (kg/h)	0,00E+00		1,09E+02		0,00E+00		6,70E+03			
46	Vazão total seca (kmol/h)	0,00E+00		1,77E+00		0,00E+00		9,30E+01			
47	Vazão total úmida (kg/h)	4,86E+03		0,00E+00		6,70E+03		0,00E+00			
48	Vazão total úmida (kmol/h)	7,92E+01		0,00E+00		9,30E+01		0,00E+00			
49	NOTAS :										
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
	Rev.	Por									
	Data	Aprovado									

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO					Balança de calor e massa			
	UNIDADEE :						Pág.	16	de	16
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA									
1	COMPOSIÇÃO									
2	Nº CORRENTE	22.2		24		24.1				
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	
4	Propeno	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
5	Nitrogênio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
6	Oxigênio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
7	Dióxido de carbono	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
8	Água	0,000	0,000	0,005	0,026	0,005	0,026			
9	Ácido acético	0,001	0,007	0,001	0,001	0,001	0,001			
10	Ácido acrílico	0,999	0,999	0,000	0,000	0,000	0,000			
11	Di-iso-propil éter	0,000	0,000	0,995	0,973	0,995	0,973			
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	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000			
45	Vazão total seca (kg/h)	6,70E+03		3,43E+04		3,43E+04				
46	Vazão total seca (kmol/h)	9,30E+01		3,43E+02		3,43E+02				
47	Vazão total úmida (kg/h)	0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00				
48	Vazão total úmida (kmol/h)	0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00				
49	NOTAS :									
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
	Rev.	Pbr								
	Data	Aprovado								

6. Folhas de Especificação: RECIPIENTES, TORRES E REATORES

	PROJETO	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DE PROPILENO	EQUIPAMENTO r		R-1
	UNIDADE :	REATOR DE LEITO FLUIDIZADO	Pág.	1	de 1
R e v	RECIPIENTES VERTICAIS				
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO				
2	EQUIPAMENTO Nº	R-1			
3	SERVIÇO	Reator de leito fluidizado para a síntese de ácido acrílico			
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)	
5	POSIÇÃO (1)	Entrada	Saída	Entrada	Saída
6	DE OPERAÇÃO NORMAL	580	444,6	180,82	310
7	DE DESENHO MECÂNICO	638	489,06	210,82	340
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	Propileno/N2/O2/H2O			
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS	-			
15	TEOR (% / ppm.p)	-			
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m3)	-			
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m3)	-			
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	-			
19	MATERIAL				
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	
21	Envolvente	Aço inoxidável	6 mm		
22	Fundo	Aço inoxidável	6 mm		
23	Internos	Aço inoxidável	6 mm		
24	Pratos	Aço inoxidável	6 mm		
25	Isolamento	-			
26	CONEXÕES				
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço
28	A	1	-	-	Produto
29	B	2	-	-	Medidor de pressão
30	C	2	-	-	Grade suporte de catalisador
31	D	3	-	-	Medidor de temperatura
32	E	1	-	-	Descarga do catalisador
33	F	1	-	-	Alimentação
34					
35					
36					
37					
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	(2)	O produto formado durante a reação é corrosivo, o que justifica tamanha sobresspessura de corrosão e também o material			
54					
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

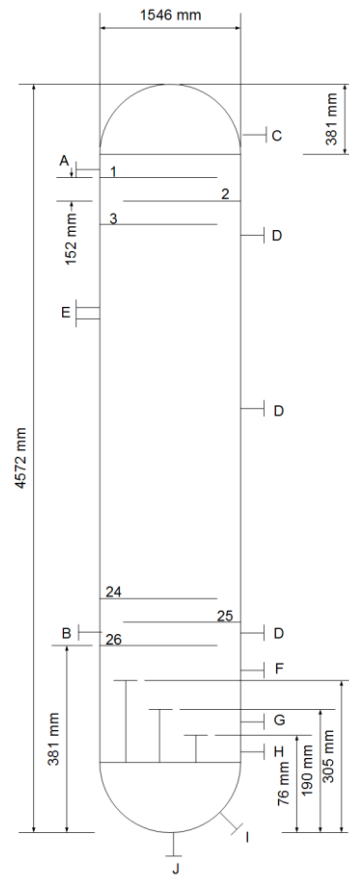
	PROJETO	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO nº	T-1	
	UNIDADE DE:				Pág.	1	de 1
R e v	RECIPIENTES VERTICAIS						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	T-1					
3	SERVIÇO	TORRE DE RESFRIAMENTO					
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)			
5	POSIÇÃO (1)	Topo	Fundo	Topo	Fundo		
6	DE OPERAÇÃO NORMAL	1,734	3,162	20	50,82		
7	DE DESENHO MECÂNICO	3,5	4,962	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 VAPOR/INERTIZADO						
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO			ESQUEMA			
13	FLUIDO	ORGÂNICO					
14	COMPOSTOS CORROSIVOS	SIM (2)					
15	TEOR (% / ppm p)	-					
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)	999,5 (3)					
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³)	1038					
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	-					
19	MATERIAL						
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico			
21	Envolvente	Aço inoxidável	6 mm	-			
22	Fundo	Aço inoxidável	6 mm	-			
23	Internos	Aço inoxidável	6 mm	-			
24	Pratos	Aço inoxidável	6 mm	-			
25	Isolamento	SIM					
26	CONEXÕES						
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço		
28	A	1	-	-	Entrada do fluido de reciclo		
29	B	1	-	-	Entrada do produto da reação		
30	C	1	-	-	Saída do vapor		
31	D	3	-	-	Medidor de temperatura		
32	E	1	-	-	Bocal de inspeção		
33	F	1	-	-	Indicador de nível Superior		
34	G	1	-	-	Indicador de nível Neutro		
35	H	1	-	-	Indicador de nível Inferior		
36	I	1	-	-	Purga de líquido		
37	J	1	-	-	Saída do fluido resfriado		
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 e T no topo e no fundo em operação normal e condição de desenho					
53	(2)	Ácido acético e ácido acrílico.					
54	(3)	O produto de topo é um vapor que sai da torre a uma pressão de 1,734 kg/cm ² g e temperatura de 20 °C					
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DE PROPILENO			EQUIPAMENTO nº	T-2	
	UNIDADE:	ABSORVEDOR			Pág.	1	de 1
R e v	RECIPIENTES VERTICAIS						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	T2					
3	SERVIÇO	Absorvedor para retirada de ácido acrílico da corrente de vapor					
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)			
5	POSIÇÃO (1)	Topo	Fundo	Topo	Fundo		
6	DE OPERAÇÃO NORMAL	170	170	20	20		
7	DE DESENHO MECÂNICO	187	187	50	50		
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)	-	-	-	-		
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO	-	-	-	-		
10	À MINIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)	-	-	-	-		
11	DE LIMPEZA COM VAPORES/INERTIZADO	-	-	-	-		
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO			ESQUEMA			
13	FLUÍDO	Gás/H2O/Acético/AA					
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS	SIM (2)					
15	TEOR (% / ppm p)	0,014					
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)	-					
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³)	-					
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	8000					
19	MATERIAL						
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico			
21	Envolvente	Aço inoxidável	6 mm				
22	Fundo	Aço inoxidável	6 mm				
23	Internos	Aço inoxidável	6 mm				
24	Pratos	Aço inoxidável	6 mm				
25	Isolamento	-					
26	CONEXÕES						
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço		
28	A	1	-	-	Purga de vapor		
29	B	1	-	-	Saída de vapor		
30	C	1	-	-	Entrada de líquido		
31	D	1	-	-	Medidor de alto nível		
32	E	1	-	-	Bocal de inspeção		
33	F	1	-	-	Medidor de baixo nível		
34	G	1	-	-	Entrada de vapor		
35	H	1	-	-	Saída de líquido		
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	(2)	Ácido acético e ácido acrílico					
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

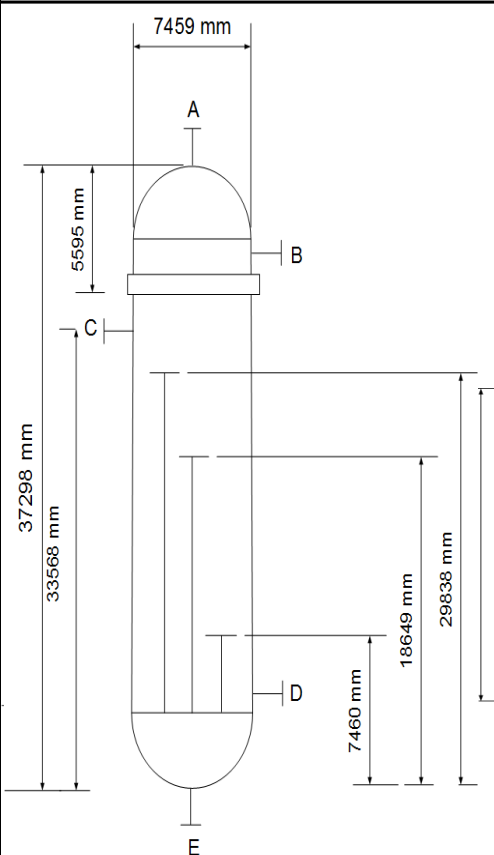
	PROJETO	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO nº	T-3	
	UNIDADE:				Pág.	1	de 2
R e v	RECIPIENTES VERTICAIS						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	T-3					
3	SERVIÇO	COLUNA DE EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO					
4	CONDIÇÕES			PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)	
5	POSIÇÃO (1)			Topo	Fundo	Topo	Fundo
6	DE OPERAÇÃO NORMAL			2,448	2,856	36,68	42,48
7	DE DESENHO MECÂNICO			4,198	4,606	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 VAPOR/INERTIZADO						
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO			ESQUEMA			
13	FLUÍDO		ORGÂNICO				
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS		SIM (2)				
15	TEOR (% / ppm p)		-				
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)		756,2 (3)				
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³)		994,6				
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)						
19	MATERIAL						
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico			
21	Envolvente	Aço inoxidável	6 mm	-			
22	Fundo	Aço inoxidável	6 mm	-			
23	Internos	Aço inoxidável	6 mm	-			
24	Pratos	Aço inoxidável	6 mm	-			
25	Isolamento	SIM					
26	CONEXÕES						
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço		
28	A	-	-	-	Alimentação do Liq. Leve		
29	B	-	-	-	Alimentação do solvente		
30	C	-	-	-	Saída do Liq. Leve		
31	D	-	-	-	Medidor de Temperatura		
32	E	-	-	-	Boca de inspeção		
33	F	-	-	-	Indicador de nível Superior		
34	G	-	-	-	Boca de inspeção		
35	H	-	-	-	Indicador de nível inferior		
36	I	-	-	-	Purga de líquido		
37	J	-	-	-	Saída do Liq. Pesado		
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 e T no topo e no fundo em operação normal e condição de desenho					
53	(2)	Ácido acético e ácido acrílico.					
54	(3)	O produto de topo é um líquido que sai da coluna a uma pressão de 2,448 kg/cm ² g e temperatura de 36,68 °C					
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DE PROPENO			EQUIPAMENTO nº	T-3	
	UNIDADE:				Pág.	2	de 2
R e v	PRATOS / RECHEIOS						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	T-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	26			
7	PRESSÃO, P	Kg/cm ² g	2,448	2,856			
8	PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm ²	2,00E-02	2,00E-02			
9	NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS	-		26			
10	CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h	-	-			
11	LÍQUIDO PESADO						
12	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	2,26E+04	-			
13	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h	22,56	-			
14	DENSIDADE @ P,T	Kg/m ³	994,56	-			
15	VISCOSIDADE @ T	cP	0,58	-			
16	TEMPERATURA, T	°C	36,68	42,48			
17	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. (3)	%		120/60			
18	LÍQUIDO LEVE						
19	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	-	3,41E+04			
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h	-	47,08			
21	DENSIDADE @ T	Kg/m ³	-	756,18			
22	VISCOSIDADE @ T	cSt	-	0,48			
23	TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm	-	19,85			
24	TEMPERATURA, T	°C	36,68	42,48			
25	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN.	%		120/60			
26	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA						
27	SYSTEM (FOAMING) FACTOR	-	-	-			
28	TENDÊNCIA A O FOULING (baixo/moderado/alto)	-	Baixo	Baixo			
29	COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p	-	-			
30	LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (4)						
31	JET FLOODING, MÁX.	%	-	-			
32	DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%	-	-			
33	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (5)						
34	DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm		1546,3			
35	NÚMERO DE PRATOS	-	12	14			
36	DISTÂNCIA ENTRE PRATOS (6)	mm	152,4	152,4			
37	NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-	1	1			
38	TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-	VALVULADO	VALVULADO			
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.					
43		Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.					
44	(2)	O processo foi considerado adiabático visto que não há perdas de calor consideráveis ao longo da coluna.					
45	(3)	Para o máximo considerar 120% da vazão de operação e, para o mínimo, considerar 60% da vazão de operação.					
46	(4)	Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor.					
47	(5)	A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor					
48	(6)	Considera-se uma altura de folga no topo e no fundo de 10% da seção total de pratos na coluna.					
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO n°	T-4	
	UNIDADE:				Pág.	1	de 1
R e v	RECIPIENTES VERTICAIS						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	T-4					
3	SERVIÇO	SEPARADOR					
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)			
5	POSIÇÃO (1)	Topo	Fundo	Topo	Fundo		
6	DE OPERAÇÃO NORMAL	2,856	2,856	36,66	40		
7	DE DESENHO MECÂNICO	4,656	4,656	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 VAPOR/INERTIZADO						
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO			ESQUEMA			
13	FLUÍDO	ORGÂNICO					
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS	SIM (2)					
15	TEOR (% / ppm p)	-					
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m3)	-					
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m3)	756,2					
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	29838,4					
19	MATERIAL						
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico			
21	Envolvente	Aço inoxidável	6 mm	-			
22	Fundo	Aço inoxidável	6 mm	-			
23	Internos	Aço inoxidável	6 mm	-			
24	Pratos	Aço inoxidável	6 mm	-			
25	Isolamento						
26	CONEXÕES						
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço		
28	A				PURGA DE VAPOR		
29	B				SAÍDA DE PRODUTO VAPOR		
30	C				ENTRADA DA ALIMENTAÇÃO		
31	D				SAÍDA DE PRODUTO LÍQUIDO		
32	E				PRGA DE LÍQUIDO		
33							
34							
35							
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)	Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho.					
53	(2)	Ácido acético e ácido acrílico					
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					



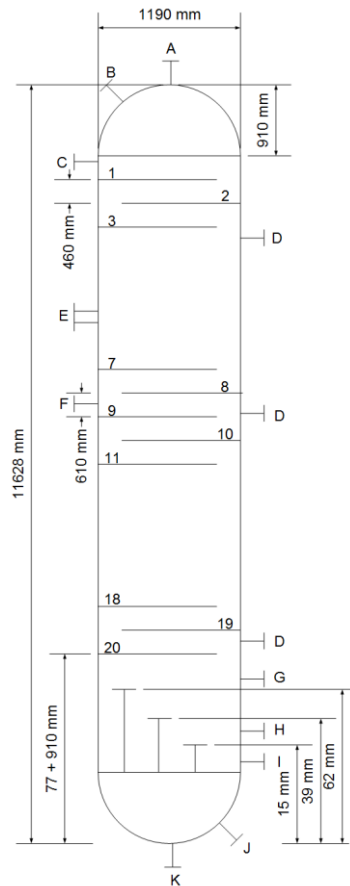
	PROJETO	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO nº	C-1				
	UNIDADE DE :				Pág.	1	de 2			
R e v	RECIPIENTES VERTICAIS									
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO									
2	EQUIPAMENTO Nº	C-1								
3	SERVIÇO	COLUNA DE DESTILAÇÃO								
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)						
5	POSIÇÃO (1)	Topo	Fundo	Topo	Fundo					
6	DE OPERAÇÃO NORMAL	1,02	1,53	63,77	153,37					
7	DE DESENHO MECÂNICO	3,5	3,5	103,77	183,37					
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	ORGÂNICO								
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS	SIM (2)								
15	TEOR (% / ppm p)	-								
16	DENSIDADE LIQ. LEVE @T (kg/m3)	674,1 (3)								
17	DENSIDADE LIQ. PESADO @T (kg/m3)	889,7								
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	-								
19	MATERIAL									
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico						
21	Envolvente	Aço inoxidável	6 mm	-						
22	Fundo	Aço inoxidável	6 mm	-						
23	Internos	Aço inoxidável	6 mm	-						
24	Pratos	Aço inoxidável	6 mm	-						
25	Isolamento	SIM								
26	CONEXÕES									
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA				Serviço		
28	A	-	-	-				Saída para condensador		
29	B	-	-	-				Purga de vapor		
30	C	-	-	-				Entrada do Ref. De Topo		
31	D	-	-	-				Indicador de Temperatura		
32	E	-	-	-				Boca de Inspeção		
33	F	-	-	-				Entrada de Alimentação		
34	G	-	-	-				Indicador de Nível Sup.		
35	H	-	-	-				Indicador de Nível Inf.		
36	I	-	-	-				Entrada do Ref. De Fundo		
37	J	-	-	-				Purga de líquido		
38	K	-	-	-				Saída para o reboador		
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 e T no topo e no fundo em operação normal e condição de desenho								
53	(2)	Ácido acético e ácido acrílico.								
54	(3)	O produto de topo é um líquido que sai da coluna a uma pressão de 1,02 kg/cm ² g e temperatura de 63,77 °C								
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DE PROPENO				EQUIPAMENTO nº	C-1		
	UNIDADEE :					Pág.	2	de 2	
R e v	PRATOS / RECHEIOS								
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO								
2	EQUIPAMENTO Nº	C-1							
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	22	DE	23	A	27
7	PRESSÃO, P	Kg/cm ² g	1,02	1,43		1,45	1,53		
8	PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm ²	2,00E-02			2,00E-02			
9	NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS	-	27						
10	CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h	-			-			
11	VAPOR AO PRATO								
12	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	5,10E+04	4,81E+04	6,00E+04	3,04E+04			
13	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h	1,38E+04	9,61E+03	1,19E+04	9,35E+03			
14	DENSIDADE @ P,T	Kg/m ³	3,69E+00	5,00E+00	5,05E+00	3,25E+00			
15	VISCOSIDADE @ T	cP	7,26E-03	1,67E-02	7,27E-03	8,64E-03			
16	TEMPERATURA, T	°C	66,89	80,49	84,44	149,89			
17	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. (3)	%	120/60						
18	LÍQUIDO DO PRATO								
19	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	1,71E+04	6,68E+04	6,63E+04	3,81E+04			
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h	2,59E+01	9,88E+01	9,55E+01	4,29E+01			
21	DENSIDADE @ T	Kg/m ³	6,70E+02	6,96E+02	6,99E+02	8,92E+02			
22	VISCOSIDADE @ T	cSt	2,07E-01	2,22E-01	2,20E-01	3,33E-01			
23	TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm	12,72	14,1	13,94	17,27			
24	TEMPERATURA, T	°C	66,89	80,49	84,44	149,89			
25	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN.	%	120/60						
26	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA								
27	SYSTEM (FOAMING) FACTOR	-	-			-			
28	TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto)	-	Baixo			Baixo			
29	COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p	-			-			
30	LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (4)								
31	JET FLOODING, MÁX.	%	-			-			
32	DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%	-			-			
33	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (5)								
34	DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm	2402,16						
35	NÚMERO DE PRATOS	-	22			5			
36	DISTÂNCIA ENTRE PRATOS (6)	mm	480			480			
37	NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-	1			1			
38	TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-	VALVULADO			VALVULADO			
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.							
43		Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.							
44	(2)	O processo foi considerado adiabático visto que não há perdas de calor consideráveis ao longo da coluna.							
45	(3)	Para o máximo considerar 120% da vazão de operação e, para o mínimo, considerar 60% da vazão de operação.							
46	(4)	Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor.							
47	(5)	A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor							
48	(6)	Exceto para os pratos de topo e de fundo (910 mm) e para o prato de alimentação (610 mm).							
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DE PROPENO			EQUIPAMENTO nº	L-1			
	UNIDADE:				Pág.	1	de 1		
R e v	RECIPIENTES HORIZONTAIS								
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO								
2	EQUIPAMENTO Nº	L-1							
3	SERVIÇO	RECIPIENTE PULMÃO							
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)					
5	DE OPERAÇÃO NORMAL	1,02		63,81					
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									
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 (")	BRIDA	SERVIÇO	
34	COMP. CORROSIVOS	SIM (1)		A	1	-	-	Alimentação	
35	TEOR (% / ppm p)	-		B	1	-	-	Válvula de segurança	
36	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)	-		C	1	-	-	Venteio	
37	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³)	674,1		D	1	-	-	Saída de gás	
38	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)			E	1	-	-	Medidor de nível Superior	
39	MATERIAL				F	1	-	-	Medidor de nível Inferior
40		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	G	1	-	-	Válvula de Refluxo
41	Envoltente	Aço inox.	6 mm	-	H	1	-	-	Purga com Vapor
42	Fundos	Aço inox.	6 mm	-	I	1	-	-	Boca de Inspeção
43	Internos	Aço inox.	6 mm	-					
44	Isolamento	-							
45	NOTAS :								
46	(1)	Ácido acético e ácido acrílico.							
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

	PROJETO	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO nº	C-2	
	UNIDADE:				Pág.	1	de 2
R e v	RECIPIENTES VERTICAIS						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	C-2					
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	0,14	0,1559	65,03	89,77		
7	DE DESENHO MECÂNICO	3,5	3,5	105,03	129,77		
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	ORGÂNICO					
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS	SIM (2)					
15	TEOR (% / ppm p)	-					
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)	0,374					
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³)	1010 (3)					
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	-					
19	MATERIAL						
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico			
21	Envoltente	Aço inoxidável	6 mm	-			
22	Fundo	Aço inoxidável	6 mm	-			
23	Internos	Aço inoxidável	6 mm	-			
24	Pratos	Aço inoxidável	6 mm	-			
25	Isolamento	SIM					
26	CONEXÕES						
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço		
28	A	-	-	-	Saída para condensador		
29	B	-	-	-	Purga de vapor		
30	C	-	-	-	Entrada do Ref. De Topo		
31	D	-	-	-	Indicador de Temperatura		
32	E	-	-	-	Boca de Inspeção		
33	F	-	-	-	Entrada de Alimentação		
34	G	-	-	-	Indicador de Nível Sup.		
35	H	-	-	-	Indicador de Nível Inf.		
36	I	-	-	-	Entrada do Ref. De Fundo		
37	J	-	-	-	Purga de líquido		
38	K	-	-	-	Saída para o refeedor		
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 e T no topo e no fundo em operação normal e condição de desenho					
53	(2)	Ácido acético e ácido acrílico.					
54	(3)	O produto de fundo é um vapor que sai da coluna a uma pressão de 2,04 kg/cm ² g e temperatura de 164,48 °c					
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DE PROPENO				EQUIPAMENTO nº	C-2			
	UNIDADEE :					Pág.	2	de 2		
R e v	PRATOS / RECHEIOS									
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO									
2	EQUIPAMENTO Nº	C-2								
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	9	DE	10	A	20
7	PRESSÃO, P	Kg/cm ² g		0,1428		1,50348		1,53816		1,989
8	PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm ²		2,00E-02				2,00E-02		
9	NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS	-		27						
10	CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h		-				-		
11	VAPOR AO PRATO									
12	VAZÃO MÁSSICA	kg/h		4,97E+03		5,20E+03		5,62E+03		5,69E+03
13	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h		1,63E+04		1,48E+04		1,59E+04		1,52E+04
14	DENSIDADE @ P,T	Kg/m ³		3,05E-01		3,52E-01		3,54E-01		3,74E-01
15	VISCOSIDADE @ T	cP		6,60E+00		7,04E+00		7,05E+00		7,09E+00
16	TEMPERATURA, T	°C		71,22		87,27		89,74		89,74
17	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. (3)	%		120/60						
18	LÍQUIDO DO PRATO									
19	VAZÃO MÁSSICA	kg/h		4,86E+03		1,23E+04		1,23E+04		1,24E+04
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h		1,63E+04		1,48E+04		1,59E+04		1,52E+04
21	DENSIDADE @ T	Kg/m ³		1,01E+03		9,73E+02		9,72E+02		9,70E+02
22	VISCOSIDADE @ T	cSt		0,6673		0,6118		0,6078		0,5978
23	TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm		26,74		24,45		24,37		24,17
24	TEMPERATURA, T	°C		71,22		87,27		89,74		89,74
25	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN.	%		120/60						
26	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA									
27	SYSTEM (FOAMING) FACTOR	-		-				-		
28	TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto)	-		Baixo				Baixo		
29	COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p		-				-		
30	LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (4)									
31	JET FLOODING, MÁX.	%		-				-		
32	DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%		-				-		
33	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (5)									
34	DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm		1082,93						
35	NÚMERO DE PRATOS	-		12				14		
36	DISTÂNCIA ENTRE PRATOS (6)	mm		480				480		
37	NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-		1				1		
38	TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-		VALVULADO				VALVULADO		
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.								
43		Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.								
44	(2)	O processo foi considerado adiabático visto que não há perdas de calor consideráveis ao longo da coluna.								
45	(3)	Para o máximo considerar 120% da vazão de operação e, para o mínimo, considerar 60% da vazão de operação.								
46	(4)	Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor.								
47	(5)	A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor								
48	(6)	Exceto para os pratos de topo e de fundo (910 mm) e para o prato de alimentação (610 mm).								
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DE PROPENO			EQUIPAMENTO nº	L-2		
	UNIDADE:				Pág.	1	de 1	
R e v	RECIPIENTES HORIZONTAIS							
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
2	EQUIPAMENTO Nº	L-2						
3	SERVIÇO	RECIPIENTE PULMÃO						
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)				
5	DE OPERAÇÃO NORMAL	0,1428		71,22				
6	DE PROJETO MECÂNICO	3,5		111,22				
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	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 (")	BRIDA	SERVIÇO
34	COMP. CORROSIVOS	SIM (1)		A	1	-	-	Alimentação
35	TEOR (% / ppm p)	-		B	1	-	-	Válvula de segurança
36	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)	-		C	1	-	-	Venteio
37	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³)	674,1		D	1	-	-	Saída de gás
38	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)			E	1	-	-	Medidor de nível Superior
39	MATERIAL			F	1	-	-	Medidor de nível Inferior
40		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	G	1	-	Válvula de Refluxo
41	Envolvente	Aço inox	6 mm	-	H	1	-	Purga com Vapor
42	Fundos	Aço inox	6 mm	-	I	1	-	Boca de Inspeção
43	Internos	Aço inox	6 mm	-				
44	Isolamento	-						
45	NOTAS:							
46	(1)	Ácido acético e ácido acrílico.						
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

7. Folhas de Especificação: BOMBAS E COMPRESSORES

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO	EQUIPAMENTO nº	G-1	
	UNIDADE :	BOMBA G-1	Pág.	1	de 2
R e v	BOMBAS				
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO				
2	CASO DE PROJETO				
3	SERVIÇO		Transporte a T-3		
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		G-1		
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		1	1	
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrífuga		
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo / Paralelo		
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO				
9	NATUREZA DO FLUIDO		Ácidos		
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 BOMBEIO	°C	40,02		
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m ³	986,5		
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cP	0,9		
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm ² a	2,38		
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA				
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m ³ /h	2344,8		
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m ³ /h	1172,4		
21	VAZÃO NORMAL	m ³ /h	1954		
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm ² g	3,56		
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm ² g	2,39		
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm ²	1,17		
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	~		
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	1,26		
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm ²	~		
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm ² g	4,09		
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm ² g	6,66		
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	1,97	1,97	
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-		
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		-		
33	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO				
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	48,02		
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	4,27		
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO				
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Motor Elétrico	Motor Elétrico	
38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO		Kw	101,3	
39	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO		Kg/h	101,3	
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO	EQUIPAMENTO nº	G-1		
	UNIDADE :	BOMBA G-1	Pág.	2	de	2
R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS					
1	SERVIÇO / CASO :	Transporte a T-3				
2	ESQUEMA DE FLUXO :					
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16	NATUREZA DO FLUÍDO					
17	T de BOMBEO	°C	40,02		P. IMPULSÃO	Q Nor
18	Viscosidade @T	cP	0,9			Circ. 1
19	Densidade @T	kg/m³	986,5			Circ. 2
20						Circ. 3
21	Capacidade		Q Nor	Q des		Q Des.
22	VAZÃO mássico	kg/h	-	-	P. destino	-
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	1954	2344,8	ΔP distribuidor	-
24					Altura estática	-
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des	ΔP linha	-
26	P. recipiente	kg/cm² g	-	-	ΔP filtro	-
27	H (LT a center line)	kg/cm²	-	-	ΔP	-
28	ΔP linha	kg/cm²	-	-	ΔP	-
29	ΔP filtro	kg/cm²	-	-	ΔP placa	-
30	ΔP outros	kg/cm²	-	-	ΔP Válv. Cont.	-
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2,39	2,868	P. IMPULSÃO	3,56
32						-
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des	P. Diferencial @ Q des	Q des
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		2,868	P. IMPULSÃO	kg/cm² g
35	P. vapor @T	kg/cm² a		2,38	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g
36	Diferença	kg/cm²		0,488	P. Diferencial	kg/cm²
37	NPSHA	m		1,26	Altura Diferencial	m
38						-
39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des	P. máx. ASPIRAÇÃO	
40	HHP	CV	-	-	P. Recipiente (1)	kg/cm² g
41	Eficiência bomba	%	-	0,45	H (HHL-Center line)	kg/cm²
42	BHP	CV	-	-	P máx. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g
43	Motor				P. máx. IMPULSÃO	
44	Eficiência motor	%	-	0,925	P difer. máx. motor (2)	kg/cm² g
45	Eleticidade	kWh/h	-	-	P difer. máx. turbina (2)	kg/cm² g
46					P máx. IMPULSÃO (3)	kg/cm² g
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-		6,66
48	Eficiência turbina	%	-	-		
49	Consumo vapor	kg/h	-	-		
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DE	EQUIPAMENTO n°	G-2	
	UNIDADE :	BOMBA G-2	Pág.	1	de 2
R e v	BOMBAS				
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO				
2	CASO DE PROJETO		Refluxo de topo de C-1		
3	SERVIÇO		G-2		
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		1		
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		1		
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrífuga		
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo / Paralelo		
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO				
9	NATUREZA DO FLUIDO		Solventes		
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 BOMBEIO	°C	63,81		
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m ³	674,4		
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cP	0,22		
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm ² a	0,4		
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA				
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m ³ /h	90,756		
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m ³ /h	45,378		
21	VAZÃO NORMAL	m ³ /h	75,63		
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm ² g	2,34		
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm ² g	1,09		
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm ²	1,25		
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	~		
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	4,59		
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm ²	~		
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm ² g	2,09		
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm ² g	3,34		
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	1,97	1,97	
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-		
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		-		
33	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO				
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	76,572		
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	2,808		
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO				
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Motor Eléctrico	Motor Eléctrico	
38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	kW	2153,92	2153,92	
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO nº		G-2	
UNIDADE :		BOMBA G-1			Pág.	2	de	2
R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS							
	1	SERVIÇO / CASO :	Refluxo de topo de C-1					
	2	ESQUEMA DE FLUXO :						
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
15								
16	NATUREZA DO FLUÍDO	-						
17	T de BOMBEIO	°C	63,81		P. IMPULSÃO	Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3
18	Viscosidade @T	cP	0		kg/cm ² g ó kg/cm ² (ΔP)			
19	Densidade @T	kg/m ³	674,4		P. destino	~	-	-
20					ΔP distribuidor	-	-	-
21	Capacidade		Q Nor	Q des	Altura estática	~	-	-
22	VAZÃO mássico	kg/h	~	~	ΔP linha	~	-	-
23	VAZÃO volumétrico	m ³ /h	75,63	90,756	ΔP filtro	-	-	-
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	-	-	ΔP placa	-	-	-
30	ΔP otros	kg/cm ²	-	-	ΔP Válv. Cont.	~	-	-
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm ² g	1,09	1,308	P. IMPULSÃO	2,34	-	-
32								
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des	P. Diferencial @ Q des			Q des
34	PRESSÃO A SPIRAÇÃO	kg/cm ² a		1,308	P. IMPULSÃO		kg/cm ² g	2,808
35	P. vapor @T	kg/cm ² a		0,4	P. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g	1,308
36	Diferença	kg/cm ²		0,908	P. Diferencial		kg/cm ²	1,5
37	NPSHA	m		4,59	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	%	-	0,45	H (HHL-Center line)		kg/cm ²	~
42	BHP	CV	-	~	P. máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g	1,308
43	Motor				P. máx. IMPULSÃO			
44	Eficiência motor	%	-	0,925	P. difer. máx. motor (2)		kg/cm ² g	~
45	Electricidade	kWh/h	-	~	P. difer. máx. turbina (2)		kg/cm ² g	2,09
46					P. máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm ² g	3,34
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-				
48	Eficiência turbina	%	-	-				
49	Consumo vapor	kg/h	-	-				
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Pbr						
	Data	Aprovado						

PROJETO :		PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO nº		G-1		
UNIDADE :		BOMBA G-1			Pág.	2	de	2	
R	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS								
e									
v									
1	SERVIÇO / CASO :	Transporte a T-3							
2	ESQUEMA DE FLUXO :								
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16	NATUREZA DO FLUÍDO	-	Ácidos		P. IMPULSÃO	Q Nor			Q Des.
17	T de BOMBEO	°C	40,02			Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3	
18	Viscosidade @T	cP	0,9			kg/cm ² g ó kg/cm ² (ΔP)			
19	Densidade @T	kg/m ³	986,5		P. destino	-	-	-	-
20					ΔP distribuidor	-	-	-	-
21	Capacidade		Q Nor	Q des	Altura estática	-	-	-	-
22	VAZÃO mássico	kg/h	-	-	ΔP linha	-	-	-	-
23	VAZÃO volumétrico	m ³ /h	1954	2344,8	ΔP filtro	-	-	-	-
24					ΔP	-	-	-	-
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des	ΔP	-	-	-	-
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	2,39	2,868	P. IMPULSÃO	3,56	-	-	4,272
32									
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des	P. Diferencial @ Q des				Q des
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm ² a		2,868	P. IMPULSÃO		kg/cm ² g		4,272
35	P. vapor @T	kg/cm ² a		2,38	P. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g		2,868
36	Diferença	kg/cm ²		0,488	P. Diferencial		kg/cm ²		1,404
37	NPSHA	m		1,26	Altura Diferencial		m		-
38									
39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des	P. máx. ASPIRAÇÃO				
40	H-HP	CV	-	-	P. Recipiente (1)		kg/cm ² g		-
41	Eficiência bomba	%	-	0,45	H (HHL-Center line)		kg/cm ²		-
42	BHP	CV	-	-	P máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g		4,09
43	Motor				P. máx. IMPULSÃO				
44	Eficiência motor	%	-	0,925	P difer. máx. motor (2)		kg/cm ² g		-
45	Eletricidade	kWh/h	-	-	P difer. máx. turbina (2)		kg/cm ² g		-
46					P máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm ² g		6,66
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO	EQUIPAMENTO nº	G-3	
	UNIDADE :	BOMBA G-1	Pág.	1	de 2
R e v	BOMBAS				
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO				
2	CASO DE PROJETO		Transporte a C-2		
3	SERVIÇO				
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA				
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		1	1	
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrífuga		
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo / Paralelo		
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO				
9	NATUREZA DO FLUIDO		Ácidos		
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 BOMBEIO	°C	153,5		
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m ³	889,5		
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cP	0,33		
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm ² a	0,013		
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA				
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m ³ /h	9,19		
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m ³ /h	4,6		
21	VAZÃO NORMAL	m ³ /h	7,66		
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm ² g	2,12		
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm ² g	1,53		
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm ²	0,59		
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	--		
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	13,23		
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm ²	--		
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm ² g	3,03		
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm ² g	3,62		
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	1,97	1,97	
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-		
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		-		
33	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO				
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	184,2		
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	2,544		
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO				
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Motor Eléctrico	Motor Eléctrico	
38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	kWh/h	225,59	225,59	
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO nº	G-3	
	UNIDADE :	BOMBA G-3			Pág.	2	de 2
R e 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						
17	T de BOMBEO	°C	153,5		P. IMPULSÃO	Circ. 1	Circ. 2
18	Viscosidade @T	cP	0			Circ. 3	
19	Densidade @T	kg/m ³	889,5			kg/cm ² g ó kg/cm ² (ΔP)	
20					P. destino	~	~
21	Capacidade		Q Nor	Q des	ΔP distribuidor	-	-
22	VAZÃO mássico	kg/h	~	~	Altura estática	~	~
23	VAZÃO volumétrico	m ³ /h	7,66	9,192	ΔP linha	~	~
24					ΔP filtro	-	-
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des	ΔP	-	-
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 outros	kg/cm ²	-	-	ΔP Válv. Cont.	~	~
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm ² g	1,53	1,836	P. IMPULSÃO	2,12	-
32							
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des	P. Diferencial @ Q des		Q des
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm ² a	1,836	1,836	P. IMPULSÃO		kg/cm ² g
35	P. vapor @T	kg/cm ² a	0,013	0,013	P. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g
36	Diferença	kg/cm ²	1,823	1,823	P. Diferencial		kg/cm ²
37	NPSHA	m	13,23	13,23	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	%	-	0,45	H (HHL-Center line)		kg/cm ²
42	BHP	CV	-	~	P máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g
43	Motor				P. máx. IMPULSÃO		
44	Eficiência motor	%	-	0,925	P difer. máx. motor (2)		kg/cm ² g
45	Eleticidade	kWh/h	-	~	P difer. máx. turbina (2)		kg/cm ² g
46					P máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm ² g
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					

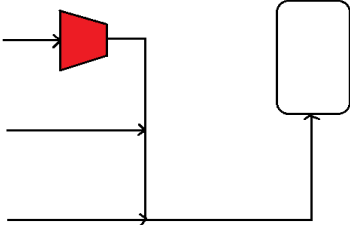
	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO P	EQUIPAMENTO n°	G-4	
	UNIDADE:	BOMBA G-1	Pág.	1	de 2
R e v	BOMBAS				
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO				
2	CASO DE PROJETO				
3	SERVIÇO				
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA				
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA				
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)				
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; 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 VAPORE @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 ASPIRAÇÃO / 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 ELÉTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO				
39	CONSUMO DE VAPORE 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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO		EQUIPAMENTO n°	G-4				
	UNIDADE :	BOMBA G-4		Pág.	2	de	2		
R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS								
1	SERVIÇO / CASO :	Saída de ácido acrílico							
2	ESQUEMA DE FLUXO :								
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16	NATUREZA DO FLUÍDO							-	Ácidos
17	T de BOMBEO	°C	89,79		P. IMPULSÃO	Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3	
18	Viscosidade @T	cP	0			kg/cm ² g ó kg/cm ² (ΔP)			
19	Densidade @T	kg/m ³	970		P. destino	~	-	-	~
20					ΔP distribuidor	-	-	-	-
21	Capacidade		Q Nor		Altura estática	~	-	-	~
22	VAZÃO mássico	kg/h	~		ΔP linha	~	-	-	~
23	VAZÃO volumétrico	m ³ /h	6,91		ΔP filtro	-	-	-	-
24					ΔP	-	-	-	-
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor		ΔP	-	-	-	-
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	1,23		P. IMPULSÃO	2,5	-	-	3
32									
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor		P. Diferencial @ Q des				Q des
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm ² a			P. IMPULSÃO		kg/cm ² g		3
35	P. vapor @T	kg/cm ² a			P. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g		1,476
36	Diferença	kg/cm ²			P. Diferencial		kg/cm ²		1,524
37	NPSHA	m			Altura Diferencial		m		~
38									
39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor		P. máx. ASPIRAÇÃO				
40	HHP	CV	-		P. Recipiente (1)		kg/cm ² g		~
41	Eficiência bomba	%	-		H (HHL-Center line)		kg/cm ²		~
42	BHP	CV	-		P máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g		1,476
43	Motor				P. máx. IMPULSÃO				
44	Eficiência motor	%	-		P difer. máx. motor (2)		kg/cm ² g		~
45	Eleticidade	kWh/h	-		P difer. máx. turbina (2)		kg/cm ² g		2,39
46					P máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm ² g		4,96
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PAR	EQUIPAMENTO nº	G-5	
	UNIDADE :	BOMBA G-5	Pág.	1	de 2
R	BOMBAS				
e					
v					
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO				
2	CASO DE PROJETO				
3	SERVIÇO		Refluxo de topo de C-2		
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		G-5		
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		1	1	
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrifuga		
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo / Paralelo		
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO				
9	NATUREZA DO FLUIDO		Ácidos		
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 BOMBEIO	°C	65,03		
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m ³	1010		
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cP	0,67		
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm ² a	0,038		
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA				
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m ³ /h	5,7708		
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m ³ /h	2,8854		
21	VAZÃO NORMAL	m ³ /h	4,809		
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm ² g	2,19		
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm ² g	1,06		
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm ²	1,13		
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	--		
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	10,15		
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm ²	--		
28	PRESSÃO MÁXIMA A SPIRAÇÃO	kg/cm ² g	2,06		
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm ² g	3,19		
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	1,97	1,97	
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-		
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		-		
33	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO				
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	78,036		
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	2,628		
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO				
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Motor Elétrico	Motor Elétrico	
38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	kWh/h	246,74	246,74	
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO nº	G-5		
	UNIDADE :	BOMBA G-5			Pág.	2	de	2
R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS							
1	SERVIÇO / CASO :	Refluxo de topo de C-2						
2	ESQUEMA DE FLUXO :							
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16	NATUREZA DO FLUÍDO	-	Ácidos				Q Nor	Q Des.
17	T de BOMBEO	°C	65,03		P. IMPULSÃO	Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3
18	Viscosidade @T	cP	0		kg/cm ² g ó kg/cm ² (ΔP)			
19	Densidade @T	kg/m ³	1010		P. destino	~	-	~
20					ΔP distribuidor	-	-	-
21	Capacidade		Q Nor	Q des	Altura estática	~	-	~
22	VAZÃO mássico	kg/h	~	~	ΔP linha	~	-	~
23	VAZÃO volumétrico	m ³ /h	4,809	5,7708	ΔP filtro	-	-	-
24					ΔP	-	-	-
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des	ΔP	-	-	-
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	1,06	1,272	P. IMPULSÃO	2,19	-	2,628
32								
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des	P. Diferencial @ Q des			Q des
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm ² a		1,272	P. IMPULSÃO		kg/cm ² g	2,628
35	P. vapor @T	kg/cm ² a		0,038	P. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g	1,272
36	Diferença	kg/cm ²		1,234	P. Diferencial		kg/cm ²	1,356
37	NPSHA	m		10,15	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	%	-	0,45	H (HHL-Center line)		kg/cm ²	~
42	BHP	CV	-	~	P.máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g	1,272
43	Motor				P. máx. IMPULSÃO			
44	Eficiência motor	%	-	0,925	P difer. máx. motor (2)		kg/cm ² g	~
45	Eletricidade	kWh/h	-	~	P difer. máx. turbina (2)		kg/cm ² g	2,06
46					P.máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm ² g	3,19
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 ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO			EQUIPAMENTO nº	K-1		
	UNIDADE :	K-1			Pág.	1	de	2
R	COMPRESSORES							
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
v	CASO DE PROJETO							
1	SERVIÇO				Transporte ao reator			
2	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA				K-1			
3	NÚMERO REQUERIDO OPERAÇÃO / RESERVA				1	0		
4	TIPO DE COMPRESOR (centrífugo / desplazamiento positivo)				Centrifugo			
5	FUNCIONAMENTO (continuo / descontinuo ; série / paralelo)							
6	VAZÕES E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO							
7	NÚMERO DE ETAPAS				1			
8	ETAPA				1			
9	NATUREZA DO FLUIDO				Gases			
10	COMPONENTES CORROSIVOS/TÓXICOS				Não			
11	VAZÃO MÁSSICA OPERAÇÃO		kg/h	39050				
12	VAZÃO MÁSSICA PROJETO		kg/h	46860				
13	CONDIÇÕES NA ASPIRAÇÃO							
14	PRESSÃO		kg/cm ² a	1,09				
15	TEMPERATURA		° C	25				
16	PESO MOLECULAR		kg/kmol	~				
17	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T		~	0,9993				
18	Densidade @P,T		kg/m ³	1157				
19	K = Cp / Cv @P,T		~	1,4				
20	PONTO DE ORVALHO @P ASPIRAÇÃO		°C	~				
21	VAZÃO VOLUMÉTRICA PROJETO @P,T (1)		m ³ /h	40512				
22	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO		polegadas	1,96				
23	CONDIÇÕES NA IMPULSÃO (2)							
24	PRESSÃO		kg/cm ² a	4,75				
25	TEMP. CALC. / MÁX. PERMITIDA PROCESSO		°C / °C	225	247,5			
26	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T		~	1,001				
27	K = Cp / Cv @P,T		~	1,378				
28	DIÂMETRO TUBULAÇÃO IMPULSÃO		polegadas	1,96				
29	CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO (2)							
30	RELAÇÃO DE COMPRESSÃO		~	4,357798165				
31	EFICIENCIA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA		%	81,06	77			
32	ALTURA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA		kNm/kg	17220	16360			
33	POTENCIA REQUERIDA PELO GÁS (3)		kW	2260				
34	POTENCIA TOTAL NO EXO (3)		kW	2788,058228				
35	REQUERIMENTOS DE CONTROLE E PROCESSO							
36	VAZÃO VOL. MÍNIMA DE PROCESSO (4)		m ³ /h	24307,2				
37	CONTROLE DE CAPACIDADE							
38	TIPO DE CONTROLE							
39	INJEÇÃO DE LÍQUIDO DE FLUSHING (sim / não)							
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO							
41	PRESSÃO PROJETO NA ASPIRAÇÃO		kg/cm ² g	1,02				
42	PRESSÃO PROJETO NA IMPULSÃO		kg/cm ² g	4,446				
43	TEMPERATURA DE PROJETO		°C					
44	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO							
45	TIPO DE ACIONAMENTO OPERAÇÃO / RESERVA				Motor elétrico		Motor elétrico	
46	EFICIENCIA ESTIMADA		%					
47	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO, Q Des.		kWh/h					
48	CONSUMO VAPOR ESTIMADO, Q Des.		t/h					
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO	EQUIPAMEN	K-100
	UNIDADE :	K-1	Pág.	de 2
R	COMPRESSORES			
e	SERVIÇO / CASO :	Transporte ao reator		
v	ESQUEMA DE FLUXO			
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18	COMPOSIÇÃO NA ASPIRAÇÃO			
19	ETAPA	1		PEM
20	COMPONENTES / PSEUDO.	PM	%mol	
21	Propeno	42,08	1,58	
22	Nitrogênio	14	1,35	
23	Oxigênio	16	1,82	
24	CO2	44,01	95,04	
25	Água	18	0	
26	Ácido Acético	60,05	0	
27	Ácido Acrílico	72	0	
28	Di-i-p-ether	102,18	0	
29	Mi-b-ketone	100,16	0,2	
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48	Água			
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		

8. Folhas de Especificação: TROCADORES DE CALOR

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO	EQUIPAMENTO n		E-1
	UNIDADE DE :	TROCADOR E-1	Pág.	de	
R e v	TROCADORES DE CALOR				
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO				
2	EQUIPAMENTO Nº	E-1			
3	CASO DE DESENHO	Sistema de refrigeração do reator R-1			
4	SERVIÇO	Resfriamento sem mudança de fase			
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Serpentina (1)	TIPO TEMA	-	
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	-	Circulação (Termosif., forçada)	-	
7	NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS	-	Em série / paralelo	-	
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO				
9	LADO	CASCO (3)		TUBOS (3)	
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	-	-	(5)	11,77
11	NATUREZA	Água de refrigeração		Meio Reacional (4)	
12		Entrada	Saída	Entrada	Saída
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	3,14E+04	3,14E+04	6,23E+04
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	6,23E+04
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	3,86E+04
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	1,83E+04
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	5,34E+03
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	3,14E+04	3,14E+04	-
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	3,14E+04	3,14E+04	-
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)				
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	26,750
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	-	-	4,899
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	0,022
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0,030
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	0,332
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)				
28	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	997,000	988,100	-
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0,894	0,554	-
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,522	0,554	-
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,999	0,999	-
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	75	70	-
33	TEMPERATURA	°C	26	49	250
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	7		5,5
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	2		1,1
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,0003		0,00015
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	18,5		18,5
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	2,6		1,4
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO				
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	8,75	80	7,25
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 (pol)	-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (pol)	1 (2)	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		14
50	COMPRIMENTO TUBOS (pés)	-	PITCH (pol) / TIPO		-
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		-
52	NOTAS :				
53	(1)	Trocador difere dos tipos padrão, consistindo em uma serpentina, pela qual passa o fluido de resfriamento do reator			
54	(2)	Referente ao diâmetro da serpentina			
55	(3)	Referente às condições na serpentina e no reator, respectivamente			
56	(4)	Meio reacional consiste de uma mistura de gases, vapor de água, propeno, ácido acético e ácido acético			
57	(5)	Componentes corrosivos são ácido acético e ácido acrílico			
58		Para materiais ver folha de seleção de materiais.			
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			EQUIPAMENTO n	E-2		
	UNIDADE DE :	TROCADOR E-2			Pág.	de		
R e v	TROCADORES DE CALOR							
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
2	EQUIPAMENTO Nº						E-2	
3	CASO DE DESENHO						Resfriamento da corrente de entrada de fundo do extrator	
4	SERVIÇO						Resfriamento sem mudança de fase	
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubos		TIPO TEMA		AES		
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal		Circulação (Termosif., forçada)		Forçada		
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	1		Em série / paralelo				
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO							
9	LADO	CASCO			TUBOS			
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	-		-		(2)	0,8	
11	NATUREZA	Água de refrigeração			Fase orgânica (1)			
12		Entrada		Saída		Entrada	Saída	
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	5,42E+02	5,42E+02	3,43E+04	3,43E+04		
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	-	-		
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-	-		
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	-	-		
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-		
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	5,42E+02	5,42E+02	3,43E+04	3,43E+04		
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	5,42E+02	5,42E+02	1,59E+02	1,59E+02		
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	3,41E+04	3,41E+04		
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)							
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-		
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-	-	-	-		
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	-		
25	CONDUCTIVIDADE 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/m³	997,000	994,000	674,500	697,800		
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0,894	0,554	0,321	0,385		
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,522	0,554	0,102	0,108		
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,999	0,999	0,540	0,515		
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	75	72,4	14,21	16,29		
33	TEMPERATURA	°C	26	34,33	63,92	42,92		
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	7		2,8			
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0,075		0,7			
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0,0003		0,00015			
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	3,261		3,261			
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110			
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	0,1		1			
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO							
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura		
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g ; °C	8,75	80	4,55	94		
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm² g ; °C	-	-	-	-		
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm² g ; °C	-	-	-	-		
45		kg/cm² g ; °C	-	-	-	-		
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm² g ; °C	-	-	-	-		
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)							
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (pol)	60	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-			
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (pol)	3/4	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		14			
50	COMPRIMENTO TUBOS (pés)	20	PITCH (pol) / TIPO		1	△		
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		-			
52	NOTAS :							
53	(1)	Fase orgânica consiste em uma mistura de hidrocarbonetos leves, água e ácido acético						
54	(2)	Componente corrosivo é ácido acético						
55								
56								
57								
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.							
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			EQUIPAMENTO n	E-3	
	UNIDADE DE :	REFERVEDOR E-3			Pág.	de	
R e v	TROCADORES DE CALOR						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	E-3					
3	CASO DE DESENHO	Vaporização da corrente de fundo da Coluna de Destilação 1					
4	SERVIÇO	Aquecimento com mudança de fase					
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubos	TIPO TEMA		AKT		
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	TUBOS		CASCO			
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	-	-	(3)	100		
11	NATUREZA	Vapor de Aquecimento		Fase Orgânica (1)			
12		Entrada	Salida	Entrada	Salida		
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	6,29E+03	6,29E+03	3,04E+04	3,04E+04	
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	6,29E+03	-	-	-	
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-	-	
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	6,29E+03	-	-	-	
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	3,04E+04	
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	6,29E+03	3,04E+04	-	
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	6,29E+03	-	-	
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	3,04E+04	-	
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)						
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	18,000	18,000	-	71,860	
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	9,440	-	-	3,247	
24	VISCOSIDADE @T	cP	0,016	-	-	0,009	
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,036	-	-	0,015	
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,706	-	-	0,339	
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)						
28	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	854,1	892	-	
29	VISCOSIDADE @T	cSt	-	0,151	0,373	-	
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	0,5657	0,1094	-	
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	1,0867	0,5409	-	
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	38,3	16,9	-	
33	TEMPERATURA	°C	208,5	208,5	149,89	153,52	
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	4		1,5		
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	0,075		0 (2)		
36	FACTOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,00015		0,00015		
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	3,815		3,815		
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110		
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	0,1		0		
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO						
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura	
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	5,75	239	3,5	184	
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 (pol)	60	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-		
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (pol)	3/4	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		14		
50	COMPRIMENTO TUBOS (pés)	20	PITCH (pol) / TIPO		1	△	
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s)		-		
52	NOTAS :						
53	(1)	Fase orgânica consiste em uma mistura de ácido acético e ácido acrílico					
54	(2)	Perda de carga nos refulvedores e condensadores é desprezível					
55	(3)	Componentes corrosivos são ácido acético e ácido acrílico					
56							
57							
58		Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			EQUIPAMENTO n	E-4		
	UNIDADE :	CONDENSADOR E-4			Pág.	de		
R e v	TROCADORES DE CALOR							
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
2	EQUIPAMENTO Nº						E-4	
3	CASO DE DESENHO						Condensação da corrente de topo da Coluna de Destilação 1	
4	SERVIÇO						Resfriamento com mudança de fase	
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubos		TIPO TEMA		AES		
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal		Circulação (Termosif., 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)	-			(3)		0,1	
11	NATUREZA	Água de Refrigeração			Fase Orgânica (1)			
12		Entrada		Salida		Entrada		
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	5,35E+03	5,35E+03	5,10E+04	5,10E+04		
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	5,10E+04			
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-			
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	2,35E+02			
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	5,08E+04			
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	5,35E+03	5,35E+03	-			
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	5,35E+03	5,35E+03	-			
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-			
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)							
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-			
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-	-	3,689			
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	0,217			
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0,014			
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	0,410			
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)							
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	997,000	988,100	-			
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0,894	0,554	-			
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,522	0,554	-			
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,999	0,999	-			
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	75,000	70,000	-			
33	TEMPERATURA	°C	26,000	49,000	66,890		63,810	
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	7		1			
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0,075		0 (2)			
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0,0003		0,00015			
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	3,161		3,161			
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110			
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	0,1		0			
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO							
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura		
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	8,75	80	3,5	80		
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-		
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-		
45		kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-		
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-		
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)							
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (pol)	60	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-			
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (pol)	3/4	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		14			
50	COMPRIMENTO TUBOS (pés)	20	PITCH (pol) / TIPO		1	△		
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		-			
52	NOTAS :							
53	(1)	Fase orgânica consiste de hidrocarbonetos leves, água e ácido acético						
54	(2)	Perda de carga nos refeedores e condensadores é desprezível						
55	(3)	Componente corrosivo é ácido acético						
56								
57								
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.							
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			EQUIPAMENTO n	E-5	
	UNIDADE:	TROCADOR E-5			Pág.	de	
R e v	TROCADORES DE CALOR						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	E-5					
3	CASO DE DESENHO	Resfriamento da corrente de alimentação da Coluna de Destilação 2					
4	SERVIÇO	Resfriamento sem mudança de fase					
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubos	TIPO TEMA	AES			
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal	Circulação (Termosif., 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)	-	-	(2)	100		
11	NATUREZA	Água de Refrigeração			Fase Orgânica (1)		
12		Entrada	Salida	Entrada	Salida		
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	4,52E+02	4,52E+02	6,81E+03	6,81E+03	
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	-	-	
15	INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...)	kg/h	-	-	-	-	
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	-	-	
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-	
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	4,52E+02	4,52E+02	6,81E+03	6,81E+03	
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	4,52E+02	4,52E+02	-	-	
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	6,81E+03	6,81E+03	
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)						
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-	
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	-	-	-	-	
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	-	
25	CONDUCTIVIDADE 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	997,000	988,100	889,500	1001,000	
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0,894	0,554	0,369	0,793	
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,522	0,554	0,109	0,133	
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,999	0,999	0,544	0,194	
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	75,000	70,000	16,940	27,240	
33	TEMPERATURA	°C	26,000	49,000	153,500	63,510	
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	7		1,5		
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	0,075		1,3		
36	FA TOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,0003		0,00015		
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,265		0,265		
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110		
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	0,1		1,4		
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO						
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura	
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	8,75	80	3,5	184	
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 (pol)	60	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-		
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (pol)	3/4	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		14		
50	COMPRIMENTO TUBOS (pés)	20	PITCH (pol) / TIPO		1	△	
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		-		
52	NOTAS :						
53	(1)	Fase orgânica consiste de ácido acético e ácido acrílico					
54	(2)	Componentes corrosivos são ácido acético e ácido acrílico					
55							
56							
57							
58		Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO	EQUIPAMENTO n	E-6
	UNIDADE DE :	REFERVADOR E-6	Pág.	de
R e v	TROCADORES DE CALOR			
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO			
2	EQUIPAMENTO Nº	E-6		
3	CASO DE DESENHO	Vaporização da corrente de fundo da Coluna de Destilação 2		
4	SERVIÇO	Aquecimento com mudança de fase		
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubos	TIPO TEMA	AKT
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	TUBOS		CASCO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	-	-	(3) 100
11	NATUREZA	Vapor de Aquecimento		Fase Orgânica (1)
12		Entrada	Salida	Entrada Salida
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	1244,27 1244,27	5695 5695
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	1244,27 -	- 5695
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	- -	- -
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	1244,27 -	- -
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	- -	- 5695
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	- 1244,27	5695 -
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	- 1244,27	- -
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	- -	5695 -
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)			
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	18 18	- 72,04
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	9,44 -	- 0,3742
24	VISCOSIDADE @T	cP	0,016 -	- 0,0071
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,0360 -	- 0,0116
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,7062 -	- 0,2995
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)			
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	- 854,1	970,1 -
29	VISCOSIDADE @T	cSt	- 0,151	0,616 -
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	- 0,5657	0,1260 -
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	- 1,0867	0,4926 -
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	- 38,3	24,17 -
33	TEMPERATURA	°C	208,5 208,5	89,74 89,77
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	4	0,16
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0,075	0 (2)
36	FACTOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0,00015	0,00015
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,755	0,755
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110	110
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	0,1	0
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO			
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g ; °C	5,75	239
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm² g ; °C	-	-
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm² g ; °C	-	-
45		kg/cm² g ; °C	-	-
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm² g ; °C	-	-
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)			
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (pol)	60	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)	-
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (pol)	3/4	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)	14
50	COMPRIMENTO TUBOS (pés)	20	PITCH (pol) / TIPO	1 △
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM. CASCO (m/s)	-
52	NOTAS :			
53	(1)	Fase orgânica consiste de ácido acético e ácido acrílico		
54	(2)	Perda de carga nos refulveradores e condensadores é desprezível		
55	(3)	Componentes corrosivos são ácido acético e ácido acrílico		
56				
57				
58		Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por		
	Data	Aprovado		

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			EQUIPAMENTO n	E-7	
	UNIDADE DE :	CONDENSADOR E-7			Pág.	de	
R e v	TROCADORES DE CALOR						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	E-7					
3	CASO DE DESENHO	Condensação da corrente de topo da Coluna de Destilação 2					
4	SERVIÇO	Resfriamento com mudança de fase					
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubos	TIPO TEMA	AES			
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal	Circulação (Termosif., 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)	-	-	(3)	100		
11	NATUREZA	Água de Refrigeração			Fase Orgânica (1)		
12		Entrada	Salida	Entrada	Salida		
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	1,17E+03	1,17E+03	4,97E+03	4,97E+03	
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	4,97E+03	-	
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-	-	
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	-	-	
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-	
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	1,17E+03	1,17E+03	-	4,97E+03	
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	1,17E+03	1,17E+03	-	-	
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	4,97E+03	
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)						
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	61,320	-	
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-	-	0,305	-	
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	0,007	-	
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0,012	-	
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	0,291	-	
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)						
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	997,000	988,100	-	1010,000	
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0,894	0,554	-	0,662	
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,522	0,554	-	0,138	
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,999	0,999	-	0,460	
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	75,000	70,000	-	26,960	
33	TEMPERATURA	°C	26,000	49,000	66,900	65,030	
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	7		0,14		
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0,075		0 (2)		
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0,0003		0,00015		
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,691		0,691		
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110		
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	0,1		0		
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO						
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura	
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	8,75	80	3,5	80	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-	
45		kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-	
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)						
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (pol)	60	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)			-	
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (pol)	3/4	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)			14	
50	COMPRIMENTO TUBOS (pés)	20	PITCH (pol) / TIPO			1	△
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)			-	
52	NOTAS :						
53	(1)	Fase orgânica consiste de ácido acético e ácido acrílico					
54	(2)	Perda de carga nos refeedores e condensadores é desprezível					
55	(3)	Componentes corrosivos são ácido acético e ácido acrílico					
56							
57							
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.						
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			EQUIPAMENTO n	E-8	
	UNIDADE DE :	TROCADOR E-8			Pág.	de	
R e v	TROCADORES DE CALOR						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO Nº	E-8					
3	CASO DE DESENHO	Resfriamento da corrente de produto de fundo da Coluna de Destilação 2					
4	SERVIÇO	Resfriamento com mudança de fase					
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubos	TIPO TEMA			AES	
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal	Circulação (Termosif., forçada)			Forçada	
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	1	Em série / paralelo				
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO						
9	LADO	CASCO			TUBOS		
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	-	-	(2)	100		
11	NATUREZA	Água de Refrigeração			Fase Orgânica		
12		Entrada	Salida	Entrada	Salida		
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	1,50E+03	1,50E+03	6,70E+03	6,70E+03	
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	6,70E+03	-	
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-	-	
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	-	-	
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	6,70E+03	-	
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	1,50E+03	1,50E+03	-	6,70E+03	
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	1,50E+03	1,50E+03	-	-	
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	6,70E+03	
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)						
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	72,050	-	
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-	-	0,374	-	
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	0,007	-	
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0,012	-	
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	0,300	-	
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)						
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	997,000	988,100	-	970,000	
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0,894	0,554	-	0,616	
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,522	0,554	-	0,126	
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,999	0,999	-	0,493	
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	75,000	70,000	-	24,160	
33	TEMPERATURA	°C	26,000	49,000	89,790	89,790	
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	7			0,16	
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0,075			0,1	
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0,0003			0,00015	
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,887			0,887	
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110			110	
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	0,1			0,13	
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO						
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura	
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g ; °C	8,75	80	3,5	120	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm² g ; °C	-	-	-	-	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm² g ; °C	-	-	-	-	
45		kg/cm² g ; °C	-	-	-	-	
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm² g ; °C	-	-	-	-	
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)						
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (pol)	60	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)			-	
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (pol)	3/4	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)			14	
50	COMPRIMENTO TUBOS (pés)	20	PITCH (pol) / TIPO			1	△
51	VEL. MÁX./MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./MÍN. PERM.CASCO (m/s)			-	
52	NOTAS :						
53	(1) Fase orgânica consiste de ácido acético e ácido acrílico						
54	(2) Componentes corrosivos são ácido acético e ácido acrílico						
55							
56							
57							
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.						
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

9. Folhas de Especificação: SERVIÇOS AUXILIARES

PROJETO : PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO		SERVIÇOS AUXILIARES	
UNIDADE :		Pág.	de
R e v	CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (AGUA DE REFRIGERAÇÃO)		
1	CASO DE PROJETO :		
2	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	CONSUMO (m³/h)
3			NOTAS
4	E-1	Camisa do Reator	31,465
5	E-2	Trocador de Calor Pré-Extrator	0,544
6	E-4	Condensador da Coluna 1	5,369
7	E-5	Trocador de Calor Pré-Coluna 2	0,454
8	E-7	Condensador da Coluna 2	1,174
9	E-8	Trocador de Calor Pós-Coluna 2	1,506
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		40,512
42	NOTAS :		
43	(1)	Trocador de calor E-1 opera com uma faixa de temperaturas diferente do padrão em sua carcaça	
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO :		PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO										SERVIÇOS AUXILIARES	
UNIDADE :												Pág.	de
R	CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (CONSUMO DE VAPOR E GERAÇÃO DE CONDENSADOS)												
1	CASO DE PROJETO :												
2	EQUIPAMENTO	VAPOR (t/h)					CONDENSADOS (t/h)					NOTAS	
3		MUITO ALTA	ALTA	MEDIA	BAIXA	MUITO BAIXA	MUITO ALTA	ALTA	MEDIA	BAIXA	MUITO BAIXA		
4		kg/cm ² g	kg/cm ² g	4 kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	4 kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	
5		°C	°C	208,5 °C	°C	°C	°C	°C	208,5 °C	°C	°C	°C	
6	E-3			6,29				6,29					
7	E-6			1,24				1,24					
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25	TOTAL			7,53				7,53					
26	NOTAS :												
27	(1)	Valores com sinais positivos são consumo, valores com sinais negativos são produções											
28	(2)	Os valores entre parênteses são consumos de equipamentos em reserva não aditivos para o consumo total da unidade											
29	(3)	Os valores entre aspas são consumos intermitentes para alguma operação especial. Nestes casos se se adicionar uma nota indicando a circunstância em que se necessita o serviço											
30													
31													
32													
33													
34													
	Rev.	Por											
	Data	Aprovado											

PROJETO :		PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO														TUBULAÇÕES de PROCESSO				
UNIDADE :																Pág.	1	de	3	
R e v	TUBULAÇÕES DE PROCESSO																			
	1	TUBULAÇÃO Nº	1		1.1		2		3		4		9		10		11		12.1	
2	P&I d nº																			
3	DE										R-1		R-1		R-1		T-2		T-1	
4	A		K-1		R-1		C-2		K-1		T-1		G-1		T-2		G-1			
5	NATUREZA, FASE E VAZÃO																			
6	NATUREZA DO FLUIDO		AR		AR		Água		HC		Água/Ar/HC		ORGÂNICO		ORGÂNICO		ORGÂNICO		AR/HC	
7	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)																			
8	FASE (1) / VAPORIZADO (% peso)		V	1	V	1	V	1	L	0	V	1	L	0,91	V	0,98	V	0,97	V	1
9	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T		m³/h		45,07		45,07		17,62		97,69		42,52		41,9					
10	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T		m³/h						10,21											
11	PROPRIEDADES																			
12	PESO MOLECULAR GAS		28,65		28,65		18,02		42,76		25,1		28,92		29					
13	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T		kg/m³		1,157		3,072		3,118		24,22		2,349		1001		2,063		2,026	
14	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T		cP (G) / cSt (L)		0,002		0,0030				0,3768		0,9019		1,385		0,0018			
15	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)		°C																	
16	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO																			
17	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO		°C		25	45	225	265	159	199	24,75	64,75	310	350	40	80	20	60	20	60
18	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO		kg/cm² g		1,1	1,21	4,53	4,99	6,12	6,73	11,73	12,90	4,53	4,99	2,4473	2,6921	1,7335	1,9069	1,7335	1,9069
19	DADOS TUBULAÇÃO																			
20	DIÂMETRO NOMINAL		polegadas		12		10		2		6		12		14		14		2	
21	ΔP CALCULADA / PERMITIDA (2)		kg/cm² / km		0,1969	0,5	0,1698	0,5	0,1698	0,5	0,1969	0,5	0,2265	0,5	0,309	0,5	0,1937	0,5	0,0002	0,5
22	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (2)		m/s																	
23	ISOLAMENTO, TRACEJADO (3)		P		P		P		P		P		P		P		P		P	
24	NOTAS:																			
25	(1) Especificar se é vapor (V), líquido (L), o fase mista (M).																			
26	(2) Indicar Δp e velocidade máxima permitida só se é um requerimento de processo, corrosão, sólidos, fluidos especiais, etc.																			
27	(3) Se é requerido especificar, P : proteção pessoal, H : conservação decalor, C : conservação frio, ST : tracejado com vapor, ET : tracejado elétrico, SJ : encamisado com vapor, etc.																			
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.																			
	Rev.	Por																		
	Data	Aprovado																		

10. Folhas de Especificação: TUBULAÇÕES

PROJETO :		PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO														TUBULAÇÕES de PROCESSO				
UNIDADE :																Pág.	3	de	3	
R e v	TUBULAÇÕES DE PROCESSO																			
	1	TUBULAÇÃO Nº	20	20.1	21.1	22	22.1	22.2	23	24	24.1									
	2	P&I d nº																		
	3	DE	C-1	E-5	G-2	T-3	C-1	G-3	L-1	L-1	E-2									
	4																			
	5	A	G-3	C-2	C-1		G-3	E-5	E-2	E-2	T-3									
6																				
7	NATUREZA, FASE E VAZÃO																			
8	NATUREZA DO FLUIDO	ORGÂNICO		ORGÂNICO		ORGÂNICO		ORGÂNICO		ORGÂNICO		ORGÂNICO		ORGÂNICO		ORGÂNICO		ORGÂNICO		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)																			
10	FASE (1) / VAPORIZADO (% peso)	L	1	L	1	L	1	V	0,9999	L	1	L	1	L	1	L	1	L	1	
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T	m³/h					6,343													
12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T	m³/h	6,449	6,449	0,1205		6,343		6,343		47,12		47,12		47,12					
13	PROPRIEDADES																			
14	PESO MOLECULAR GAS	71,86				62,78		72,05		72,05		72,05		99,94		99,95		99,95		
15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	kg/m³	71,86	1001			937,8	0,3743			970	970	674,4	674,5	697,8					
16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	cP (G) / cSt (L)	0,3690	0,7926			0,4056	0,0071			0,6160	0,6158	0,3210	0,3207	0,3851					
17	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C																		
18	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO																			
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO	°C	153,5	193,5	63,51	103,51	121,1	161,1	89,79	129,79	89,79	129,79	89,79	129,79	63,81	103,81	63,9	103,9	42,9	82,9
20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	kg/cm² g	1,53	1,68	0,10	0,11	1,02	1,12	0,16	0,17	1,18	1,30	2,50	2,75	1,02	1,12	2,86	3,14	2,86	3,14
21	DADOS TUBULAÇÃO																			
22	DIÂMETRO NOMINAL	polegadas	2	2,5	3		10		1,5		1,5		5		3		3			
23	ΔP CALCULADA / PERMITIDA (2)	kg/cm² / km	0,257253	0,5	0,028639	0,5	0,138139	0,5	0,048259	0,5	0,23514	0,5	0,2309	0,5	0,048259	0,5	0,278454	0,5	0,271358	0,5
24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (2)	m/s																		
25	ISOLAMENTO, TRACEJADO (3)		P	P	P		P		P		P		P		P		P			
26	NOTAS:																			
27	(1)	Especificar se é vapor (V), líquido (L), o fase mista (M).																		
28	(2)	Indicar Δp 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 decolor, C : conservação frio, ST : tracejado com vapor, ET : tracejado elétrico, SJ : encamisado com vapor, etc.																		
30																				
31																				
32																				
33																				
34	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.																			
	Rev.	Por																		
	Data	Aprovado																		

11. Folhas de Especificação: INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE

PROJETO :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica do propileno							Instrumentos de vazão			
UNIDADE :	Instrumentos							Pág.	1	de	1
INSTRUMENTOS DE VAZÃO											
INSTRUMENTO Nº	FI-3		FI-4		FI-5		FI-6				
SERVIÇO	Entrada T-1		Entrada de fundo T-3		Refluxo de topo de C-1		Refluxo de topo de C-2				
CASO DE PROJETO											
DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO											
NATUREZA DO FLUIDO		HC		HC		HC					
COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)											
FASE (1)		V		L		L		L			
VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C		m³/h		47,12		75,61302188		4,809414069			
GAS @ 0°C y 1 atm.		Nm³/h		97,69							
VAPOR DE AGUA		kg/h									
VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA		%									
TEMPERATURA ENTRADA		°C		310		63,9		63,9		64,96	
PRESSÃO ENTRADA		kg/cm² g		4,5336583		2,54929		2,8552		215	
PROPIEDADES DO FLUIDO											
PESO MOLECULAR GAS		25,1		99,95		99,95		62,78			
DENSIDADE LÍQUIDO @15,4 °C		Sp. Gr.									
FOUR POINT DO LIQUIDO		°C									
DENSIDADE @ P, T		kg/m³		2,349		674,5		674,5		937,8	
VISCOSIDADE @ T		cP (G) / cSt (L)		2,28E-02		0,3207		0,3207		0,4056	
CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO											
TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO											
SITUAÇÃO (2)		P		P		P		P			
PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)											
ALARME ALTO / MUITO ALTO		%									
ALARME BAIXO / MUITO BAIXO		%									
ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO		%									
TRACEJADO / DIAFRAGMA / FLUSHING											
LOCALIZADO EM TAMANHO/ IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO		4		24		17,6		20,5			
NOTAS :											
(1)	Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V).										
(2)	Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).										
Rev.	Por										
Data	Aprovado										

PROJETO:		SPLITTER DE PROPANO-PROPILENO COM BOMBA DE CALOR CASO B												TUBULAÇÕES de PROCESSO							
UNIDADE:		SPLITTER DE PROPANO-PROPILENO COM BOMBA DE CALOR CASO B												Pág.	2	de	2				
R e v	TUBULAÇÕES DE PROCESSO																				
	1	TUBULAÇÃO Nº	9			10			11			12			13			14			
	2	P&I d nº																			
	3	DE	C-3			C-3			C-4			C-4			C-2			E-1			
	4																				
	5	A	C-2			C-4									E-1						
6																					
7	NATUREZA, FASE Y VAZÃO																				
8	NATUREZA DO FLUIDO	HC			HC			HC			H2O										
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)																				
10	FASE (1) / VAPOZADO (% peso)	L	0	L	0	L	0	L	0	L	0	L	0	L	0	L	0				
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T	m³/h																			
12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T	m³/h		665.60			19.38			18.54			0.01			0.00					
13	PROPRIEDADES																				
14	PESO MOLECULAR GAS										18.00										
15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	kg/m³		426.90			426.90			446.10			987.40			1.01E+03			992.10		
16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	cP (G) / cSt (L)		3.50E-02			3.50E-02			4.30E-02			5.25E-01			8.90E-01			5.94E-01		
17	PONTO DE FLUIDEZ (FOUR POINT)	°C																			
18	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO																				
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO	°C		60.06	100.06	60.06	100.06	52.15	92.15	52.15	92.15	25.00	81.74	45.00	85.00						
20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	kg/cm² g		28.57	31.43	28.57	31.43	24.57	27.03	24.57	27.03	2.01	2.21	2.01	2.21						
21	DADOS TUBULAÇÃO																				
22	DIÂMETRO NOMINAL	polegadas		1.97			3.15			7.87			7.87			0.24			0.24		
23	DP CALCULADA / PERMITIDA (2)	kg/cm² km		8.44E-02	9.81E-02	1.45E-03	1.57E-02	2.45E-02	9.81E-02	9.67E-03	1.57E-02	3.22E-03	9.81E-02	3.42E-03	1.57E-02						
24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (2)	m/s																			
25	ISOLAMENTO, TRACEJADO (3)	P			P			P			P			P			P				
26	NOTAS:																				
27	(1)	Especificar se é vapor (V), líquido (L), o fase mista (M).																			
28	(2)	Indicar Dp 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 decolor, C: conservação frio, ST: tracejado com vapor, ET: tracejado elétrico, SJ: encamisado com vapor, etc.																			
30																					
31																					
32																					
33																					
34	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.																				
Rev.		Por																			
Data		Aprovado																			

PROJETO:	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica do propileno						Instrumentos de NÍVEL	
UNIDADE:	Instrumentos						Pág.	1 de 2
INSTRUMENTOS DE NÍVEL								
INSTRUMENTO Nº	LI-1	LI-2	LI-3	LI-4	LI-5	LI-6		
SERVIÇO	Nível T-1 fundo	Nível T-2 fundo	Nível fundo C-1	Nível L-1	Nível fundo T4	Nível fundo C-2		
CASO DE PROJETO								
DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO								
NATUREZA DO FLUIDO SUPERIOR / INFERIOR	HC/H2O	HC/H2O	ORGÂNICO	ORGÂNICO	ORGÂNICO	ORGÂNICO		
COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)			SIM	SIM	SIM	SIM		
TIPO DE INTERFASE (1)	L-G	L-G	L-G	L-G	L-G	L-G		
TEMPERATURA	°C	50,82	20	153,37	63,81	40	89,77	
PRESSÃO	kg/cm ² g	3,162	170	1,53	1,02	2,856	0,1559	
PROPRIEDADES DO FLUIDO								
DENSIDADE FASE SUP. @ P, T	kg/m ³	999,5	2,026	674,1			0,374	
VISCOSIDADE FASE SUP. @ T	cP / cSt	8,816	8,816	0,2163			0,6617	
DENSIDADE FASE SUP. @ P, T	kg/m ³	1038	1038	889,7	674,1	756,2	1010	
VISCOSIDADE FASE INF. @ T	cP / cSt	0,9024	1,385	0,3282	0,2163	0,365	0,5976	
CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO								
TIPO ELEMENTO PRIMARIO								
SITUAÇÃO (2)	P	P	P	P	P	P	P	
PONTOS CONSIGNA (NÍVEL NORMAL :) (3)								
ALARME ALTO / MUITO ALTO	mm							
ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	mm							
ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	mm							
TRAVEJADO, FLUSHING								
LOCALIZADO EM RECIPIENTE	T-1	T-2	C-1	L-1	T-4	C-2		
NOTAS :								
(1)	Especificar se é líquido - líquido (L-L) ou líquido - vapor (L-V)							
(2)	Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL)							
(3)	Indicar o nível normal em mm sobre LT o % intervalo medida e os pontos de consigna de ALARMES e encravamentos nas mesmas unidades							
Rev.	Por							
Data	Aprovado							

		PROJETO:	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica do propileno													Instrumentos de temperatura			
		UNIDADE:	Instrumento													Pág.	1	de	1
R e v		INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA																	
		DADOS GERAIS DE OPERAÇÃO (2)										CARACTERÍSTICAS INSTRUMENTO							
		INSTRUMENT Nº	SERVIÇO	CASO DE PROJETO	NATUREZA FLUIDO	COMPOSTO CORROSIVOS TOXICOS	FASE (1)	TEMP. (°C)	TEMPERATURA (°C)			SITUAÇÃO (3)	PONTOS CONSIGNA (°C)						LOCALIZADO EM TUBULAÇÃO / RECIPIENTE
									MIN.	NORM.	MÁX.		ALARMES			ENCRAV.			
												TAL	TALL	TAH	TAHH	BAIXO	ALTO		
1		TI-1	Temperatura de R-1		HC/H2O		M	310		310		P						R-1	
2		TI-2	Temperatura de T-2		ORGÂNICO/H2O	SIM	M	20		20		P						T-2	
3		TI-3	Temp da corrente 24.1		ORGÂNICO	SIM	L	42,9		42,9		P						24.1	
4		TI-4	Temperatura de C-1		ORGÂNICO	SIM	M	153,37		153,37		P						C-1	
5		TI-5	Temp da corrente 17.4		ORGÂNICO	SIM	L	63,81		63,81		P						17.4	
6		TI-6	Temp da corrente 20.11		ORGÂNICO	SIM	L	63,52		63,52		P						20.11	
7		TI-7	Temperatura de C-2		ORGÂNICO	SIM	L	89,77		89,77		P						C-2	
8		TI-8	Temp da corrente 22		ORGÂNICO	SIM	L	89,79		89,79		P						22	
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26		NOTAS:																	
27		(1)	Especificar se é gas (G), líquido (L), vapor de água (V) o mista (M).																
28		(2)	Especificam-se condições de operação. Para condições de projeto mecânico referir-se às condições da tunulação ou equipamento associado.																
29		(3)	Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) o painel local (PL).																
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
		Rev.		Por															
		Data		Aprovado															

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :				Pág.	de
R e v	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA	V-1		V-2		
3	SERVIÇO	Entrada R-1		Entrada R-1		
4	CASO					
5	LOCALIZADA EM P&ID					
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7		ENTRADA		SAÍDA		
8	NATUREZA DO FLUIDO	Vapor de Água		Hidrocarboneto		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	-		-	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	-	-
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	5344	5344
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	17880	17880	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-		-	
14	TEMPERATURA	°C	159	159	24,75	24,75
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	-	-	-	-
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	-	-
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm ² a	-	-	-	-
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm ² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	18	18	42,08	42,08
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m ³	3,118	3,118	24,22	24,22
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	0,9648	0,9648	0,8067	0,8067
22	Cp / Cv	-	1,356	1,356	1,308	1,308
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm ² g	-	-	-	-
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm ² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-		-	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FC		FC	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	-		-	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-				
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-				
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-				
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-				
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-				
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-				
39	NOTAS :					
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI .				
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula				
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)				
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida				
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :				Pág.	de
	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA	V-3		V-4		
3	SERVIÇO	Entrada Serpentina E-1		Entrada Torre T-1		
4	CASO					
5	LOCALIZADA EM P&ID					
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
8	NATUREZA DO FLUIDO	Água de Refrigeração		Produtos do Reator		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	-	11,77		
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	31370,35	31370,35	-	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	41028,55	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	21237,66	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-	-	-	
14	TEMPERATURA	°C	26	26	310	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	997	997	-	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0,8937	0,8937	-	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	-	-	-	
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-	-	-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	25,51	
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m³	-	-	2,349	
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	0,996	
22	Cp / Cv	-	-	-	1,29	
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	-	-	-	
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-	-	-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-	-	-	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FA	FA	FA	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	-	-	-	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-	-	-	
	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-	-	-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-	-	-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-	-	-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-	-	-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-	-	-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-	-	-	
39	NOTAS :					
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI.				
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula				
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)				
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida				
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO				Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :					Pág.	de
	VÁLVULAS DE CONTROLE						
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS						
2	Nº DE VÁLVULA	V-5			V-6		
3	SERVIÇO	Saída da Torre T-2			Entrada da Torre T-2		
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO						
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
8	NATUREZA DO FLUIDO	Ácidos Orgânicos			Água deionizada		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	99,9			-	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	243,8	243,8	2540	2540	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-				
14	TEMPERATURA	°C	20	20	25	25	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1038	1038	997	997	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	1,33	1,33	0,8937	0,8937	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm ² a	-	-	-	-	
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm ² a	-				
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-	
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m ³	-	-	-	-	
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	0,00413	0,00413	-	-	
22	Cp / Cv	-	1,54	1,54	-	-	
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm ² g	-	-	-	-	
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-	-	
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm ² g	-	-	-	-	
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-				
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-				
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FA		FA		
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	-				
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-				
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-					
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-					
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-					
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-					
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-					
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-					
39	NOTAS :						
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI .					
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :				Pág.	de
2	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA	V-7		V-8		
3	SERVIÇO	Saída da Bomba G-1		Casco do Trocador E-2		
4	CASO					
5	LOCALIZADA EM P&ID					
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
8	NATUREZA DO FLUIDO	Ácidos Orgânicos		Água de Refrigeração		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	0,2463		-	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	28907,94	28907,94	542,48	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-		-	
14	TEMPERATURA	°C	40	40	26	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1001	1001	997	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0,9014	0,9014	0,8937	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm ² a	-	-	-	
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm ² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m ³	-	-	-	
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	0,0031	0,0031	-	
22	Cp / Cv	-	1,207	1,207	-	
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm ² g	-	-	-	
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-	
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm ² g	-	-	-	
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-		-	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FA		FA	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	-		-	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-			-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-			-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-			-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-			-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-			-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-			-	
39	NOTAS :					
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI .				
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula				
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)				
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida				
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :				Pág.	de
R	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA	V-9		V-10		
3	SERVIÇO	Tubos do Trocador E-3		Carcaça do Trocador E-4		
4	CASO					
5	LOCALIZADA EM P&ID					
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO	Vapor de Aquecimento		Água de Refrigeração		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	-		-	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	5352,83	5352,83
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	6290,95	6290,95	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-		-	
14	TEMPERATURA	°C	208,5	208,5	26	26
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	-	-	997	997
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	0,8937	0,8937
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm ² a	-	-	-	-
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm ² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	18	18	-	-
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m ³	9,44	9,44	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm ² g	-	-	-	-
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm ² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-		-	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FC		FA	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	-		-	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI.				
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula				
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)				
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida				
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO				Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :					Pág.	de
	VÁLVULAS DE CONTROLE						
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS						
2	Nº DE VÁLVULA	V-11			V-12		
3	SERVIÇO	Refluxo de Topo da Coluna C-1			Entrada do Trocador E-2		
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO						
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
8	NATUREZA DO FLUIDO	Ácidos Orgânicos			Hidrocarbonetos		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	10			0,8	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	16746,54	16746,54	34250	34250	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-			-	
14	TEMPERATURA	°C	66,81	66,81	63,9	63,9	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	674,4	674,4	674,5	674,5	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0,321	0,321	0,3207	0,3207	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	-	-	-	-	
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-			-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-	
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-	
21	COMPRESSIBILIDADE DE Z @P,T	-	-	-	0,015	0,015	
22	Cp / Cv	-	-	-	1,276	1,276	
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	-	-	-	-	
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-	
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-	
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-			-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-			-	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FA			FA	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	-			-	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-			-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-					
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-					
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-					
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-					
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-					
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-					
39	NOTAS :						
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI .					
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :				Pág.	de
R	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA	V-13		V-14		
3	SERVIÇO	Saída da Bomba G-3		Saída da Torre T-4		
4	CASO					
5	LOCALIZADA EM P&ID					
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
8	NATUREZA DO FLUIDO	Ácidos Orgânicos				
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	100			
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	6813	6813	41069,11	41069,11
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-			
14	TEMPERATURA	°C	153,5	153,5	36,66	36,66
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	889,5	889,5	756,2	756,2
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0,369	0,369	0,4827	0,4827
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm ² a	-	-	-	-
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm ² a	-			
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m ³	-	-	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE DE Z @P,T	-	0,0034	0,0034	0,0116	0,0116
22	Cp / Cv	-	1,864	1,864	1,343	1,343
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm ² g	-	-	-	-
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm ² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-			
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-			
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FA		FA	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	-			
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-			
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-				
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-				
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-				
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-				
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-				
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-				
39	NOTAS :					
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI.				
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula				
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)				
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida				
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO				Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :					Pág.	de
R	VÁLVULAS DE CONTROLE						
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS						
2	Nº DE VÁLVULA	V-15			V-16		
3	SERVIÇO	Casco do Trocador E-5			Casco do Trocador E-7		
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO						
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
8	NATUREZA DO FLUIDO		Água de Refrigeração		Água de Refrigeração		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	-		-		
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	452,4	452,4	1170,92	1170,92	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-		-		
14	TEMPERATURA	°C	26	26	26	26	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	997	997	997	997	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0,8937	0,8937	0,8937	0,8937	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm ² a	-	-	-	-	
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm ² a	-		-		
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-	
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m ³	-	-	-	-	
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-	
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-	
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm ² g	-	-	-	-	
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-	-	
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm ² g	-	-	-	-	
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-		
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-		-		
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FA		FA		
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	-		-		
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-		
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-		
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-		
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-		
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-		
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-		
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-		
39	NOTAS :						
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI.					
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO			Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :				Pág.	de
R	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA	V-17		V-18		
3	SERVIÇO	Tubos do Trocador E-6		Tubos do Trocador E-8		
4	CASO					
5	LOCALIZADA EM P&ID					
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
8	NATUREZA DO FLUIDO	Vapor de Aquecimento		Ácidos Orgânicos		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	-	100		
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	-	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	6701	6701	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	1244,27	1244,27	-	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-	-		
14	TEMPERATURA	°C	208,5	208,5	89,81	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	-	-	-	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	-	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm ² a	-	-	-	
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm ² a	-	-		
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	18	18	72,05	
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m ³	9,44	9,44	0,3743	
21	COMPRESSIBILIDADE DE Z @P,T	-	-	-	0,9946	
22	Cp / Cv	-	-	-	1,104	
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm ² g	-	-	-	
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-	
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm ² g	-	-	-	
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI/ NO	-	-		
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-	-		
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FC	FA		
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI/ NO	-	-		
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI/ -	-	-		
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-	-		
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-	-		
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-	-		
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-	-		
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-	-		
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-	-		
39	NOTAS :					
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI.				
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula				
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)				
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida				
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO				Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :					Pág.	de
2	VÁLVULAS DE CONTROLE						
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS						
2	Nº DE VÁLVULA	V-19			V-20		
3	SERVIÇO	Casco do Trocador E-8			Refluxo de Topo da Coluna C-2		
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO						
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
8	NATUREZA DO FLUIDO		Água de Refrigeração		Ácidos Orgânicos		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	-		100		
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h			4859,63	4859,63	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-		-		
14	TEMPERATURA	°C	26	26	64,96	64,96	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	997	997	1010	1010	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0,8937	0,8937	0,662	0,662	
17	PRESSÃO DE VAPORE DO LÍQUIDO @T	kg/cm ² a	-	-	-	-	
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm ² a	-		-		
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-	
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m ³	-	-	-	-	
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-	
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-	
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm ² g	-	-	-	-	
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-	-	
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm ² g	-	-	-	-	
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI/ NO	-		-		
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-		-		
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FA		FA		
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI/ NO	-		-		
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI/ -	-		-		
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-					
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-					
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-					
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-					
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-					
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-					
39	NOTAS :						
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI .					
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO DO PROPILENO				Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :					Pág.	de
	VÁLVULAS DE CONTROLE						
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS						
2	Nº DE VÁLVULA	V-21				-	
3	SERVIÇO	Saída da Bomba G-5				-	
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID						
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO						
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
8	NATUREZA DO FLUIDO	Ácidos Orgânicos				-	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	100		-		
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	108,58	108,58	-	-	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	-		-		
14	TEMPERATURA	°C	64,96	64,96	-	-	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	1010	1010	-	-	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0,662	0,662	-	-	
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	-	-	-	-	
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-		
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-	
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-	
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-	
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-	
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	-	-	-	-	
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-	
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-	
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-		
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	-		-		
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FA		-		
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	-		-		
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-		
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-		
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-		
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-		
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-		
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-		
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-		
39	NOTAS :						
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI .					
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

12. Folhas de Especificação: VÁLVULAS DE SEGURANÇA

	PROJETO :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica do propileno	Válvulas de segurança			
	UNIDADE :		Pág.	1	de	10
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	VÁLVULA Nº	PSV-1				
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Reator	R-1			
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)	Reator de leito fluidizado				
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	580			
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	310			
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	340			
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	638			
9	NATUREZA DO FLUIDO	ORGÂNICO/H2O				
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)	SIM				
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	FOGO	BLOQUEIO			
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA					
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	340	340		
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10		
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	374	374		
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	638	638		
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	26510	29161		
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	2,349	2,349		
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	9,687	8,52		
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA					
25	TEMPERATURA	°C	638	638		
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	26510	26510		
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	2,349	2,349		
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha	
32	CONTRA PRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g				
33	CONTRA PRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g				
34	CONTRA PRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g				
35	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g				
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						
52	(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á 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 :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica do propileno				Válvulas de segurança		
	UNIDADE :					Pág.	2 de 10	
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA							
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS							
2	VÁLVULA Nº						PSV-2	
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)				Recipiente		T-1	
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)						Torre de resfriamento	
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g						3,162
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C						50,82
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g						4,962
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C						80
9	NATUREZA DO FLUIDO						ORGÂNICO/H2O	
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)						SIM	
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	FOGO		BLOQUEIO				
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA							
13	PRESSÃO DE ACONAMENTO	kg/cm ² g	4,962	4,962				
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10				
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	5,4582	5,4582				
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	1926	2118,6				
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1001	1001				
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	0,9019	0,794				
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	1926	1926				
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1001	1001				
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha	tocha		
32	CONTRA PRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g						
33	CONTRA PRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g						
34	CONTRA PRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g						
35	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA							
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g						
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 :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica do propileno				Válvulas de segurança		
	UNIDADE :					Pág.	3 de 10	
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA							
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS							
2	VÁLVULA Nº						PSV-3	
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)				Recipiente		T-2	
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)						Coluna de absorção	
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g					170	
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C					20	
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g					187	
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C					50	
9	NATUREZA DO FLUIDO						ORGÂNICO/H2O	
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)						SIM	
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)			FOGO	BLOQUEIO			
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA							
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	187	187				
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10				
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	205,7	205,7				
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	50	50				
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	0,235	0,2585				
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1038	1038				
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	1,335	1,17				
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA							
25	TEMPERATURA	°C	50	50				
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	0,235	0,235				
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1038	1038				
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	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						
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.	Pbr						
	Data	Aprovado						

	PROJETO :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica do propileno			Válvulas de segurança	
	UNIDADE :				Pág.	4 de 10
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	VÁLVULA Nº					PSV-4
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Recipiente		T-3		
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Extrator				
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	2,856			
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	42,48			
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	4,606			
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	80			
9	NATUREZA DO FLUIDO	ORGÂNICO/H2O				
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)	SIM				
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	FOGO	BLOQUEIO			
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA					
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	4,606	4,606		
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10		
15	PRES. DE DESCARGA (P _{tisp} +SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	5,0666	5,0666		
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	22,2	24,42		
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	994,6	994,6		
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	0,5861	0,52		
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	22,2	22,2		
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	994,6	994,6		
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	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				
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						
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 :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica do propileno			Válvulas de segurança			
	UNIDADE :				Pág.	5	de	10
R	VÁLVULAS DE SEGURANÇA							
e								
v								
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS							
2	VÁLVULA Nº						PSV-5	
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)				Recipiente	C-1		
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)						Coluna de destilação	
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g					1,53	
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C					153,37	
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g					3,5	
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C					183,37	
9	NATUREZA DO FLUIDO						ORGÂNICO/H2O	
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)						SIM	
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	FOGO		BLOQUEIO				
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA							
13	PRESSÃO DE AIONAMENTO	kg/cm ² g	3,5	3,5				
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10				
15	PRES. DE DESCARGA (Pd _{isp} +SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	3,85	3,8500				
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	183,37	183,37				
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	7,659	8,4249				
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	889,5	889,5				
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	0,369	0,325				
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA							
25	TEMPERATURA	°C	183,37	183,37				
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	7,659	7,659				
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	889,5	889,5				
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	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						
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 A PI 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 A PI 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 :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica do propileno			Válvulas de segurança	
	UNIDADE :				Pág.	6 de 10
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	VÁLVULA Nº	PSV-6				
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Recipiente		L-1		
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Tanque Pulmão				
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	1,02			
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	63,81			
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	3,5			
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	80			
9	NATUREZA DO FLUIDO	ORGÂNICO/H2O				
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)	SIM				
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	FOGO	BLOQUEIO			
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA					
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	3,5	3,5		
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10		
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	3,85	3,8500		
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	75,61	83,171		
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	674,5	674,5		
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	0,3207	0,282		
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	75,61	75,61		
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	674,5	674,5		
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	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				
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						
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				

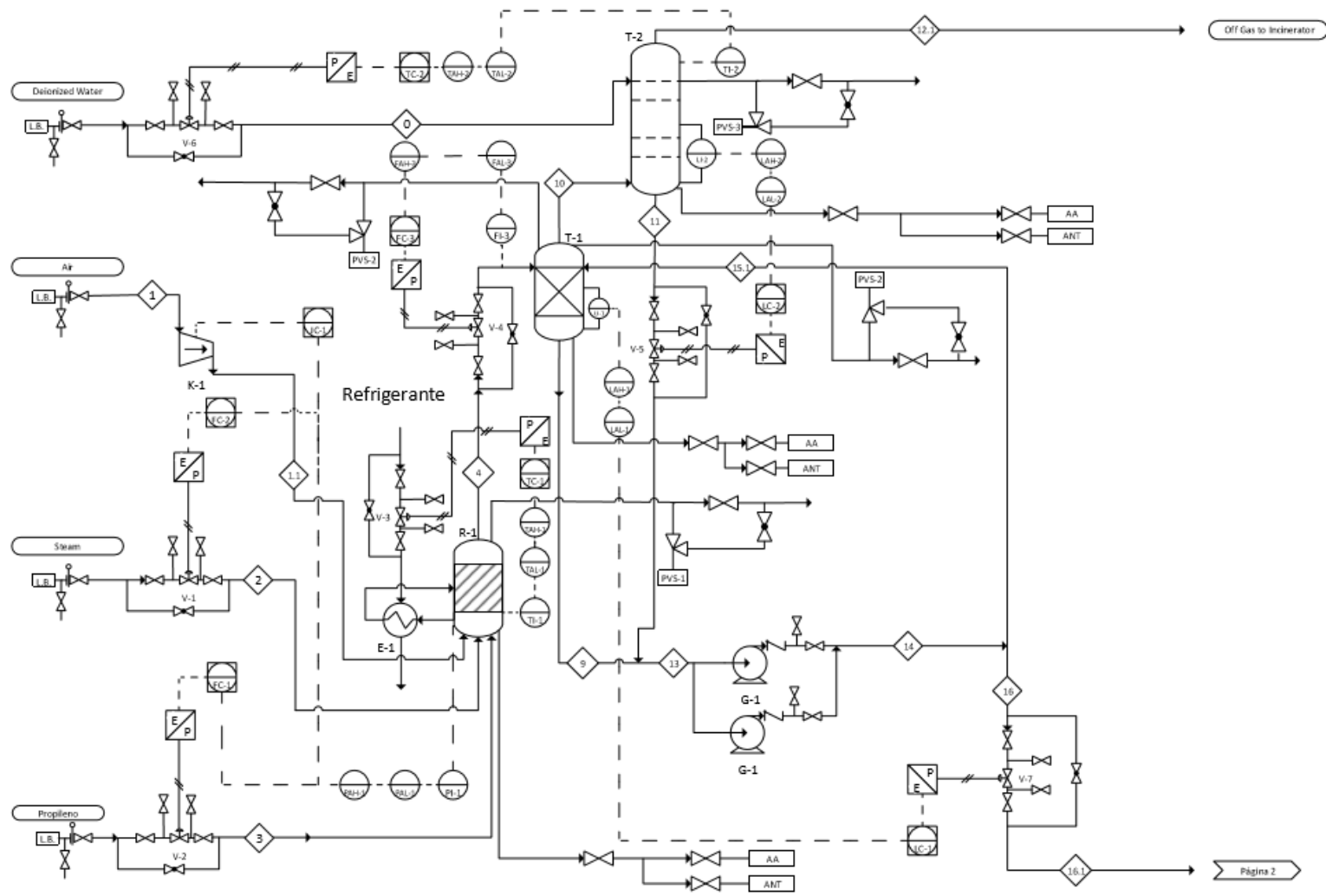
	PROJETO :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica de propileno			Válvulas de segurança	
	UNIDADE :				Pág.	7 de 9
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	VÁLVULA Nº	PSV-7				
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Recipiente			T-4	
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)	Separador				
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	2,856			
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	40			
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	4,656			
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	80			
9	NATUREZA DO FLUIDO	ORGÂNICO/H2O				
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)	SIM				
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	FOGO	BLOQUEIO			
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA					
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	4,656	4,656		
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10		
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	5,1216	5,1216		
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	54,31	59,74		
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	756,20	756,20		
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	0,48	0,42		
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA					
25	TEMPERATURA	°C	80,00	80,00		
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	54,31	54,31		
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	756,20	756,20		
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atrm / tocha,...) (3)	-	tocha	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				
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 <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						
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				

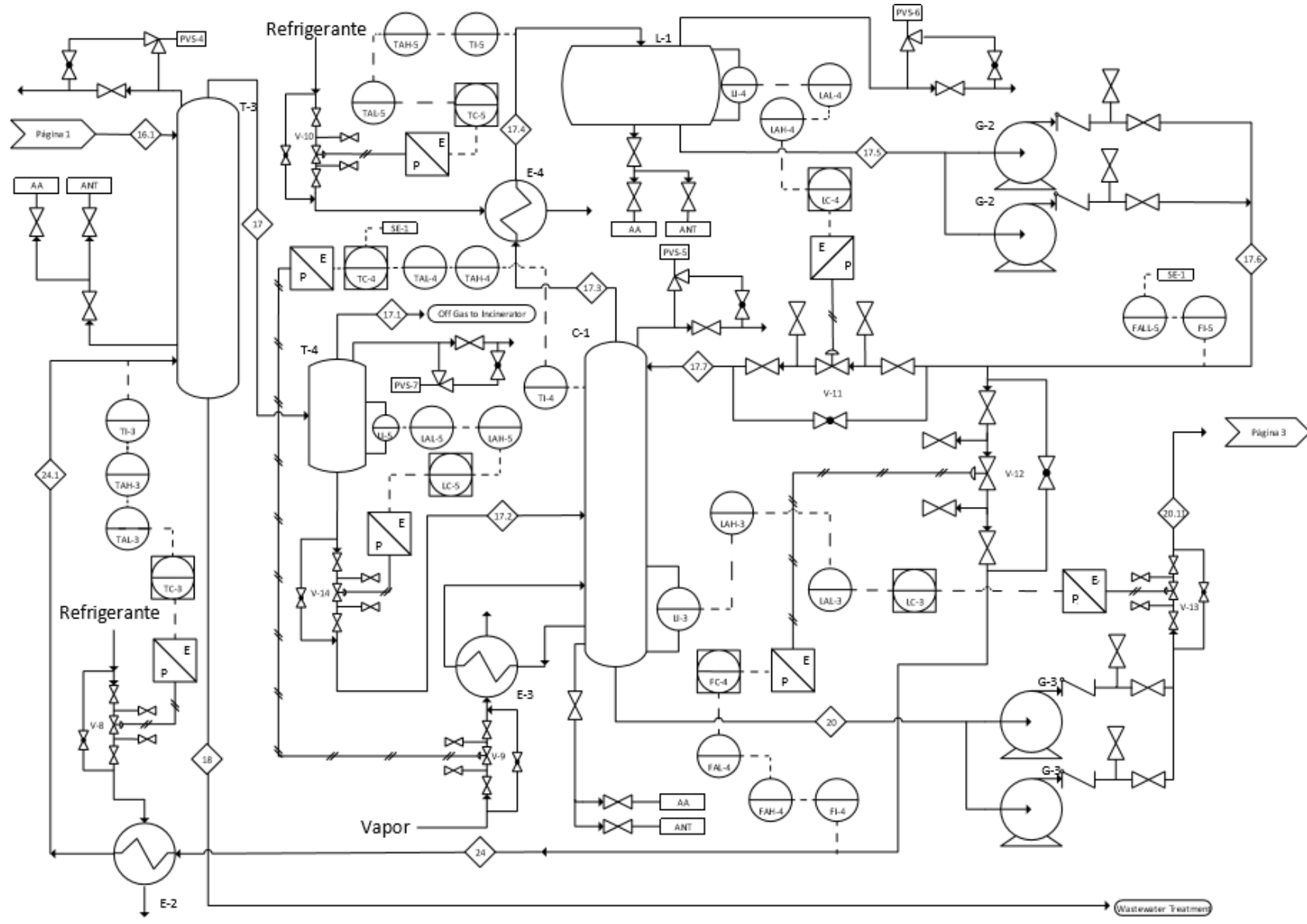
	PROJETO :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica de propileno			Válvulas de segurança			
	UNIDADE :				Pág.	8	de	9
R	VÁLVULAS DE SEGURANÇA							
	1 CARACTERÍSTICAS GERAIS							
2	VÁLVULA Nº	PSV-8						
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Recipiente			C-2			
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Coluna de Destilação						
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	0,1559					
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	89,77					
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	3,5					
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	129,77					
9	NATUREZA DO FLUIDO	ORGÂNICO/H2O						
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)	SIM						
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	FOGO	BLOQUEIO					
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA							
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	3,5	3,5				
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10				
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	3,85	3,85				
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	129,77	129,77				
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	7,66	8,42				
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	0,37	0,37				
23	VISCOSIDADE DE LÍQUIDO @P, T	cSt	18,95	16,68				
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA							
25	TEMPERATURA	°C	129,77	129,77				
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	7,66	7,66				
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	0,37	0,37				
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	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						
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 A PI <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 A PI 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.	Pbr						
	Data	Aprovado						

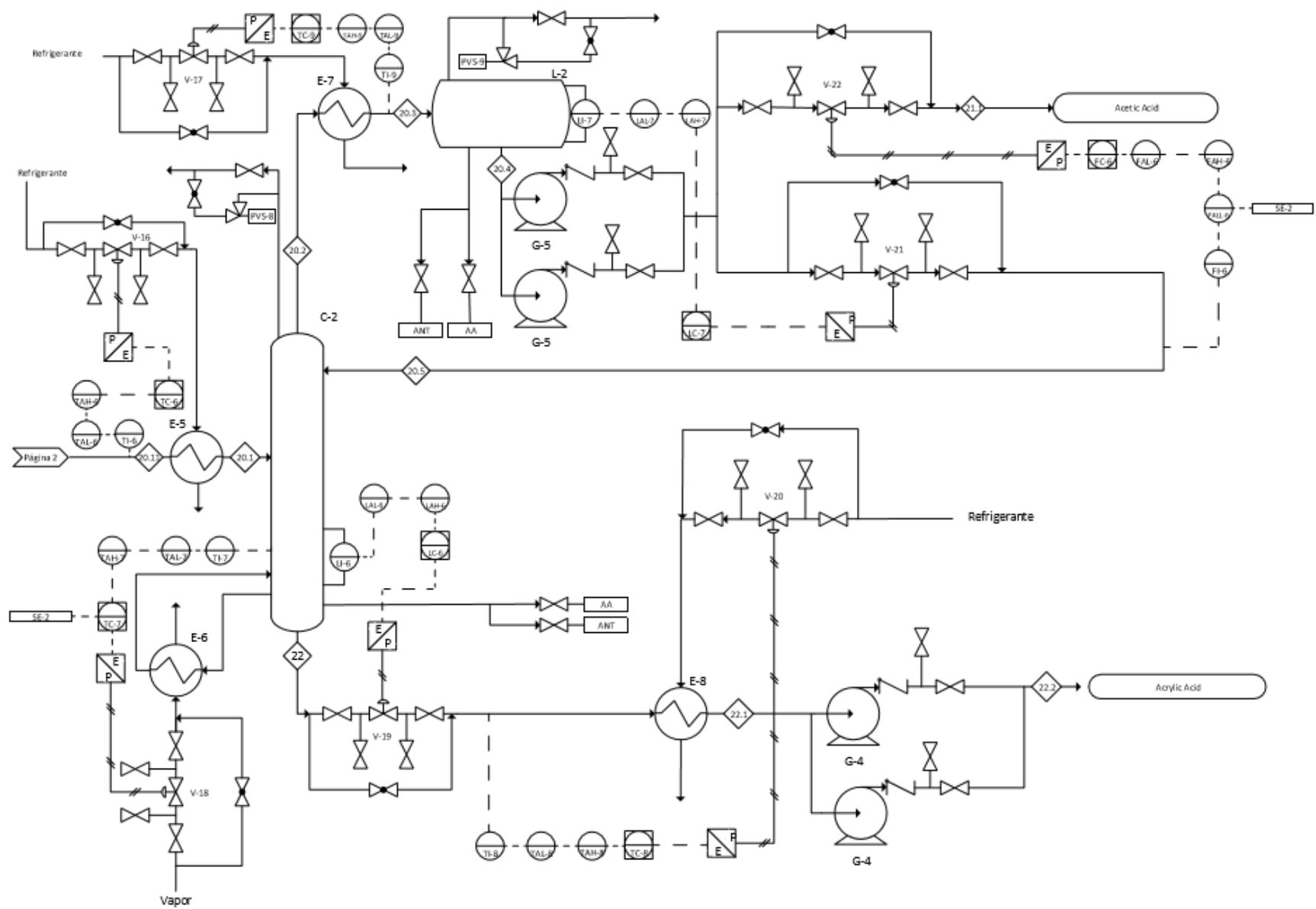
	PROJETO :	Produção de ácido acrílico a partir da oxidação catalítica de propileno			Válvulas de segurança	
	UNIDADE :		Pág.	9	de	9
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	VÁLVULA Nº					PSV-9
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Recipiente		L-2		
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Tanque Pulmão				
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	0,1428			
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	71,22			
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	3,5			
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	111,22			
9	NATUREZA DO FLUIDO	ORGÂNICO/H2O				
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)	SIM				
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	FOGO	BLOQUEIO			
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA					
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	3,5	3,5		
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10		
15	PRES. DE DESCARGA (P _{disp} +SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	3,85	3,85		
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	111,22	111,22		
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	4,92	5,41		
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1010,00	1010,00		
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	0,66	0,58		
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA					
25	TEMPERATURA	°C	111,22	111,22		
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	4,92	4,92		
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1010,00	1010,00		
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	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				
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.				
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.				
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: PROJETO DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO ACRÍLICO A PARTIR DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO PROPILENO														Resumo Válv. de segurança						
UNIDADE														Pág.	10	de	10			
R e v	RESUMO DE VÁLVULAS DE SEGURANÇA																			
	1	VÁLVULA	SERVIÇO (1)	TAMANHO (2)	E TIPO (3)	SET Pres. kg/cm ² g	CASOS DE DESCARGA												°C	CASO (4)
FOGO							FALHA CW			FALHA ELÉTRICA			VAPOR		LÍQUIDO					
kg/h							PM	(°C)	kg/h	PM	(°C)	kg/h	PM	(°C)	kg/h	PM	m ³ /h	Dens.		
6	PSV-1	R-1			340	358,165		638	62266							132550				
7	PSV-2	T-1			4,962	1654,84		80	62266							9630				
8	PSV-3	T-2			187	10624,43		50	34766							1,176				
9	PSV-4	T-3			4,606	644,9		80	1214							1,176				
10	PSV-5	C-1			3,5	25065,86		187,37	50994,65							8,4249				
11	PSV-6	L-1			3,5	16986,96		80	34260							83,171				
12	PSV-7	T-4			4,656	110507,51		80	437,9							59,742322				
13	PSV-8	C-2			3,5	8003		129,77	8611291,4							8,4246				
14	PSV-9	L-2			3,5	1694,87		111,22	7622							5,41				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27	TOTAL																			
28	NOTAS :																			
29	(1)	Equipamento protegido e descrição																		
30	(2)	Indicar tamanho do orifício																		
31	(3)	Balanceada (B) ou não (NB)																		
32	(4)	Bloqueio, falha válvula controle, falha refluxo, etc.																		
33																				
34																				
	Rev.	Por																		
	Data	Aprovado																		

13. Diagrama Mecânico de Processos







14. Investimentos, vendas, custos e rentabilidade

14.1. Avaliação Econômica

Antes de empreender um projeto, faz-se necessária a realização de uma avaliação econômica a fim de se verificar a viabilidade deste. Para tanto, calculam-se indicadores que medem a sua rentabilidade. Tais cálculos se baseiam no capital de investimento do projeto, o qual se subdivide em capital imobilizado e capital de giro, consistindo na soma dos dois. O capital imobilizado constitui aplicações de baixa fluidez, enquanto o capital de giro possui alta fluidez. Para este projeto, o capital de investimento foi estimado por meio do método das porcentagens, no qual o restante dos custos é uma fração do valor dos equipamentos.

14.1.1. Capital Imobilizado

Para o custo dos equipamentos, utiliza-se a equação:

$$C(U\$2007) = a + bS^n \quad (2)$$

em que os parâmetros a, b e n constantes tabeladas e S é o critério de dimensionamento do equipamento (área para trocadores, peso para recipientes, etc.). Feito isso, somou-se o custo de todos os equipamentos da planta, considerando as seguintes porcentagens em relação ao custo total dos equipamentos:

Tabela 6. Custo dos equipamentos relativos ao ano de 2016.

	Porcentagem (%)	Custo 2016 (\$)
Equipamentos (E)	100	21.053.961,00
Materiais (M)	65	13.685.074,65
Obra Civil e Edifícios	28	3.831.820,90
Tubulações e Infraestrutura	45	6.158.283,59
Instrumentação	10	1.368.507,47
Eletricidade	10	1.368.507,47
Isolamento	5	684.253,73
Pintura	2	273.701,49
Total	165	34.739.035,65

Os gastos com engenharia de detalhe são calculados com base nos custos de equipamentos e materiais e no tamanho do projeto:

- Projeto Grande: 15-20% de E+M;
- Projeto Pequeno: 40-50% de E+M;

Considerando um projeto pequeno e o valor intermediário de 45%, tem-se os custos de engenharia de detalhe:

Tabela 7. Custos de engenharia de detalhe relativos ao ano de 2016.

Engenharia de Detalhe	Porcentagem (%)	Custo 2016 (\$)
Projeto pequeno	45	15.632.566,04
Licenças e Engenharia Básica	-	1.437.125,75
Construção	60	20.843.421,39
Supervisão	10	3.473.903,57

A soma dos valores de equipamentos, materiais e engenharia de detalhe é chamada de ISBL (*Inside Battery Limits*), e é a partir da qual se estimam custos de serviços auxiliares, gastos de arranque, *off-sites* e contingências e imprevistos, como descrito na Tabela 8.

Tabela 8. Custo de limite de bateria interno da planta, relativo ao ano de 2016.

	Porcentagem (%)	Custo 2016 (\$)
ISBL	100	74.688.926,65
Serviços Auxiliares	4	2.987.557,07
Off-Sites	8	5.975.114,13
Gastos de Arranque	3,5	2.614.112,43
Contingências e Imprevistos	10	7.468.892,66
Capital Imobilizado:	-	93.734.602,94

15. Capital de Giro

O capital de giro foi calculado para um tempo de estocagem de 168 h, portanto o capital de giro para uma vazão de 7259,257 kg/h é equivalente a U\$\$ 914.666,38 e, portanto, o capital de investimento é dado na Tabela 9.

Tabela 9. Capitais de giro, imobilizado e de investimento.

Capital	Valor (\$)
Capital de Giro	\$914.666,38
Capital Imobilizado	\$93.734.602,94
Capital de Investimento	\$94.649.269,32

Considerando o câmbio do dólar de R\$3,34,^[42] o capital de investimento é de R\$316.128.559,50.

16. Avaliação de Rentabilidade do Projeto

A rentabilidade de um projeto se dá em função das vendas, dos custos anuais e dos impostos. 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 setor de indústrias químicas, costuma-se considerar 3 anos de projeto e 15 de operação.^[43]

Os indicadores que normalmente se utiliza para avaliar a rentabilidade de um projeto são o Valor Atualizado Líquido (VAL), a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) e o tempo de retorno do projeto. O VAL é a soma dos fluxos de caixa corrigidos pela taxa de juros, de forma que, se positivo, indica que o projeto gera lucro e, portanto, é rentável. Um VAL nulo ou próximo de zero é sinal de que modificações devem ser feitas, pois o empreendimento gera retorno.

16.1. Vendas

Partindo da produção anual e do preço de mercado do ácido acrílico, calcula-se o ganho anual com vendas do produto, dados pela Tabela 10.

Tabela 10. Vendas do produto a partir de sua produção anual.

Parâmetro	Valor
Produção anual (t)	58074,056
Preço de venda (\$/t)	1500
Vendas (\$)	87.111.084,00
Vendas (R\$)	291.229.406,70

16.2.Custos

São os gastos relacionados à produção, como custo dos reagentes e do catalisador (dentro de matéria-prima), entre outros itens listados na Tabela 11.

Tabela 11. Relação de custos de produção.

Recurso	Custo (R\$)
Diretos	-
Matéria-prima	151.017.855,3
Mão-de-obra	3.200.000,00
Patentes	0
Indiretos	-
Mão-de-obra indireta	960.000,00
Serviços auxiliares	15.164.928,00
Abastecimento	1.579.047,08
Manutenção	631.618,83
Laboratório	0
Variáveis	-
Embalagem	0
Expedição	0
Fixos	-
Diretivos e Empregados	0
Amortização	9.373.460,29
Aluguel	0
Impostos	157.904,71
Seguros	631.618,83
Total	164.637.860,90

Os custos com embalagens, expedição, diretivos e empregados foram desconsiderados devido ao tamanho da planta; as despesas com laboratório e patentes são nulas por se tratar de tecnologia bem estabelecida.

Tabela 12. Gastos de uma produção.

Recursos	Gastos (R\$)
Gastos Comerciais	1.204.739,13
Gerência	6.425.275,38
Gastos Financeiros	0
Pesquisas	2.912.294,07
Seguros	631.618,83
Total	11.173.927,41

17. Rentabilidade

O VAL é calculado pela expressão:

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

em que k é o valor dos juros de referência, adotado como 0,1, e F_i é o fluxo de caixa do ano i . O fluxo de caixa é o balanço entre os gastos e os ganhos no dado ano. Para o cálculo dos fluxos de caixa são necessários os dados da Tabela 13.

Tabela 13. Dados necessários para cálculo de fluxo de caixa.

Parâmetro	Valor
Horizonte temporal	3 anos de projeto + 15 anos de operação
Capital Imobilizado	R\$ 93.734.602,94
Curva de Investimento	Ano 0: 10 %
	Ano 1: 40 %

	Ano 2: 50 %
Capital de Giro	R\$ 3.054.985,71
Vendas	R\$ 291.229.406,70
Amortização	10 % ao ano, linear
Impostos	35 %
Inflação	5 %
Juros de referência	10 %

A análise é feita partindo dos seguintes pressupostos:

- o capital de giro é investido no ano 2 e recuperado no último ano de operação;
- os fundos investidos são a soma do capital imobilizado e de giro do ano;
- a inflação é aplicada a cada ano;
- os benefícios antes dos impostos (BAI) são as vendas menos os custos e amortização;
- os benefícios depois dos impostos são o BAI menos os impostos;
- os fundos gerados são o BDI menos a amortização;
- o fluxo de caixa é o montante dos fundos gerados menos os fundos investidos no ano.

Tem-se, então os gráficos de fluxo de caixa anual e acumulado, dados pelas Figuras 9 e 10.

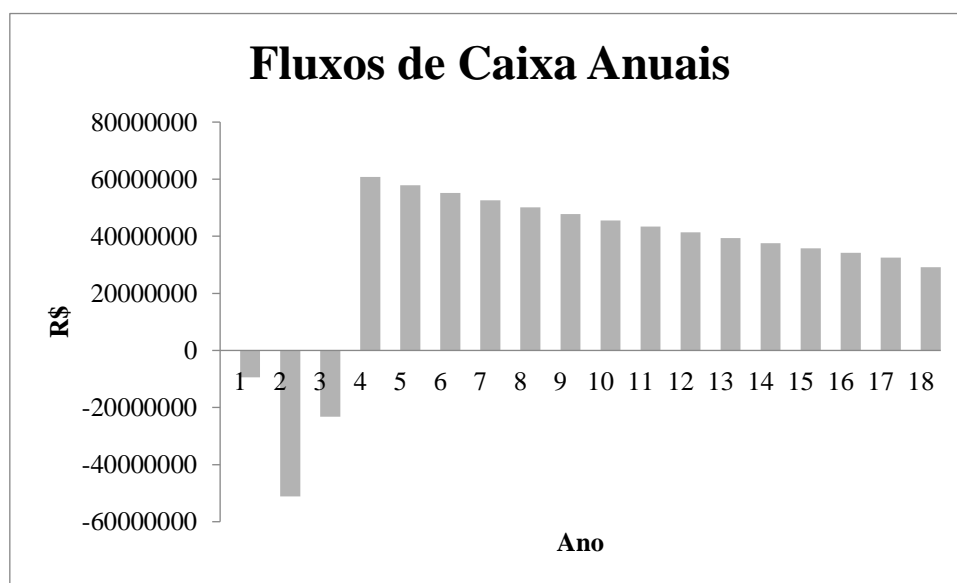


Figura 9. Fluxo de caixa anual.

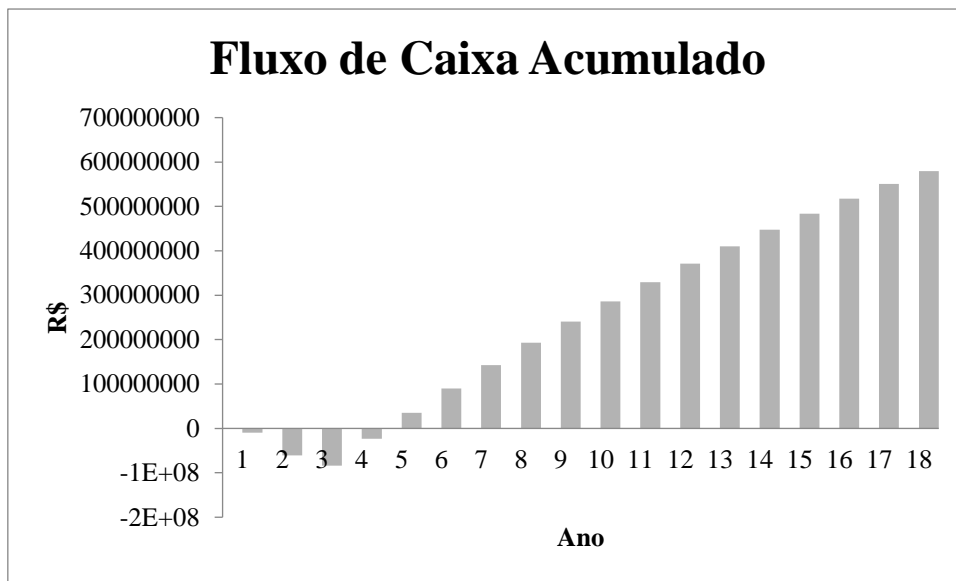


Figura 10. Fluxo de caixa acumulado.

Como evidenciado pelo histograma de fluxos de caixa anuais, o empreendimento começa a ter fluxos positivos no ano 4. Porém, pelo gráfico de fluxo de caixa acumulado, o investimento começa a ter retorno a partir do ano 5 e a planta começa a gerar lucros. O VAL obtido foi de 560,3 MM R\$, indicando um projeto altamente rentável.

Ao passo que o VAL é um medidor da rentabilidade do empreendimento, o TIR representa a viabilidade do projeto em relação aos juros de referência e é obtido substituindo o valor dos juros de referência na expressão até que o VAL seja zero. Caso o TIR seja maior do que o valor dos juros de referência, o projeto é considerado rentável.

$$TIR = k \rightarrow VAL = 0$$

Para a análise em questão, estimou-se um TIR igual a 0,613, aproximadamente. Portanto, pelos dois indicadores, o projeto é rentável.

18. Análise de Sensibilidade

Simulando um caso de aumento de 20% no imobilizado, o novo histograma de fluxo de caixa acumulado é mostrado na Figura 11.

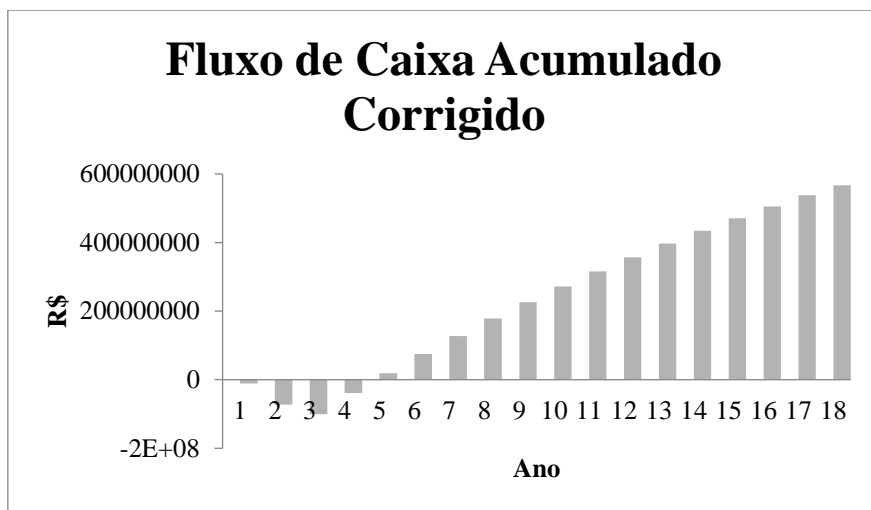


Figura 11. Fluxo de Caixa acumulado para investimento 20% maior.

O projeto ainda começa a gerar lucros no mesmo ano, demonstrando estabilidade a oscilações imprevisíveis do mercado.

19. Segurança da Planta

19.1. Válvulas de Segurança

Uma das partes mais importantes do projeto é a correta instalação e projeto das válvulas de segurança, podendo assim, evitar situações de risco aos trabalhadores da planta e também prevenir acidentes ambientais.

O objetivo das válvulas de segurança é controlar a pressão em determinadas partes da planta para que esta não ultrapasse o limite estabelecido para cada equipamento do projeto. As causas do aumento de pressão podem ser: bloqueios indevidos nas tubulações, falhas de serviço, ou, na pior das hipóteses, fogo nos equipamentos.

Sendo assim, torna-se necessário o cômputo das condições adversas que levam o aumento da pressão para realizar o projeto das válvulas de segurança. Na Tabela 14 são denotadas as maiores vazões de descarga necessárias dentre todas as situações consideradas.

Tabela 14. Vazões de descarga para cada uma das válvulas de segurança.

	Fogo (kg/h)	Falha de serviço (kg/h)	Bloqueio de válvula (kg/h)
PSV-1	$3,58 \cdot 10^2$	$6,23 \cdot 10^4$	

PSV-2	$1,65.10^3$	$6,23.10^4$	
PSV-3	$1,06.10^4$	$3,48.10^3$	
PSV-4	$6,44.10^2$	$1,21.10^3$	
PSV-5	$2,51.10^4$	$5,10.10^4$	$3,42.10^4$
PSV-6	$1,70.10^4$	$3,42.10^4$	
PSV-7	$1,10.10^5$	$4,38.10^2$	
PSV-8	$8,00.10^3$	$8,61.10^6$	$6,70.10^3$
PSV-9	$1,7.10^3$	$7,62.10^3$	

I.II) Alarmes e encravamentos

Tabela 15. Descrição do sistema de encravamento.

Instrumento associado	Tipo de alarme	Encravamento	Proteção	Sinal	Ação Corretiva
TC-4	FALL-5	SE-1	Coluna C-1	Baixa vazão de refluxo à C-1	Fechar a válvula de vapor no trocador E-1
TC-7	FALL-6	SE-2	Coluna C-2	Baixa vazão de refluxo à C-2	Fechar a válvula de vapor no trocador E-7

Tabela 16. Lista de alarmes e sua descrição.

Instrumento associado	Tipo de alarme	Descrição
FC-1	PAH-1	Alta pressão no leito fluidizado R-1
FC-2	PAL-1	Baixa pressão no leito fluidizado R-1
JC-1		
FC-3	FAH-3	Alta vazão na corrente 4
	FAL-3	Baixa vazão na corrente 4
FC-4	FAH-4	Alta vazão na corrente 23
	FAL-4	Baixa vazão na corrente 23
FC-6	FAH-6	Alta vazão na corrente 20.5
	FAL-6	Baixa vazão na corrente 20.5
TC-4	FALL-5	Vazão muito baixa de refluxo da coluna C-1
TC-7	FALL-6	Vazão muito baixo de refluxo da coluna C-2
LC-1	LAH-1	Alto nível na torre de resfriamento T-1
	LAL-1	Baixo nível na torre de resfriamento T-1
LC-2	LAH-2	Alto nível no absorvedor T-2
	LAL-2	Baixo nível no absorvedor T-2
LC-3	LAH-3	Alto nível na coluna C-1

	LAL-3	Baixo nível na coluna C-1
LC-4	LAH-4	Alto nível no tanque pulmão L-1
	LAL-4	Baixo nível no tanque pulmão L-1
LC-5	LAH-5	Alto nível no vaso flash T-4
	LAL-5	Baixo nível no vaso flash T-4
LC-6	LAH-6	Alto nível na coluna C-2
	LAL-6	Baixo nível na coluna C-2
LC-7	LAH-7	Alto nível no tanque pulmão L-2
	LAL-7	Baixo nível no tanque pulmão L-2
TC-1	TAH-1	Alta temperatura no leito fluidizado R-1
	TAL-1	Baixa temperatura no leito fluidizado R-1
TC-2	TAH-2	Alta temperatura no absorvedor T-2
	TAL-2	Baixa temperatura no absorvedor T-2
TC-3	TAH-3	Alta temperatura na corrente 24.1
	TAL-3	Baixa temperatura na corrente 24.1
TC-4	TAH-4	Alta temperatura na coluna C-1
	TAL-4	Baixa temperatura na coluna C-1
TC-5	TAH-5	Alta temperatura de destilado na coluna C-1
	TAL-5	Baixa temperatura de destilado na coluna C-1
TC-6	TAH-6	Alta temperatura na corrente 20.11
	TAL-6	Baixa temperatura na corrente 20.11
TC-7	TAH-7	Alta temperatura na coluna C-2
	TAL-7	Baixa temperatura na coluna C-2
TC-8	TAH-8	Alta temperatura na corrente 22
	TAL-8	Baixa temperatura na corrente 22
TC-9	TAH-9	Alta temperatura de destilado na coluna C-2
	TAL-9	Baixa temperatura de destilado na coluna C-2

ANEXO I – DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS E COMPRESSORES

I. Bombas G-1 à G-5

Tendo em vista a possibilidade de haver o transporte de fluidos na planta, atingindo as pressões requeridas em cada parte do processo, foram utilizadas 5 bombas no total, todas do tipo centrífuga. No intuito de projetar bombas utilizadas no processo, foram necessários diversos dados obtidos pelo simulador de processos *HYSYS*. Nessa seção serão organizados por tabelas os valores destes parâmetros para cada bomba e para o compressor.

Tabela 17. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-1 fornecidos pelo *HYSYS*.

Variável	Parâmetro	Valor	Unidade
H_c	Altura do extrator T-3	4,572	m
H_D	Altura da torre de resfriamento T-1	12,021	m
H_a	Altura do absorvedor T-2	10	m
Q_i	Vazão de impulsão	1954	m ³ /h
P_v	Pressão de vapor	2,38	kg/cm ² g
P_{e1}	Pressão de projeto da corrente 13	1,7	kg/cm ² g
P_{s1}	Pressão de projeto da corrente 14	3,1	kg/cm ² g
ρ_L	Densidade do fluido	986,5	kg/m ³

Tabela 18. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-2 fornecidos pelo *HYSYS*.

Variável	Parâmetro	Valor	Unidade
H_c	Altura da coluna C-1	14,93	m
D_D	Metade do diâmetro do tanque pulmão L-1	1,11	m
H_c	Altura do extrator T-3	4,572	m
Q_i	Vazão de impulsão	75,63	m ³ /h
P_V	Pressão de vapor	0,4	kg/cm ² g
P_{e2}	Pressão de projeto da corrente 17.5	1,02	kg/cm ² g
P_{s2}	Pressão de projeto da corrente 17.6	1,02	kg/cm ² g
ρ_L	Densidade do fluido	674,4	kg/m ³

Tabela 19. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-3 fornecidos pelo *HYSYS*.

Variável	Parâmetro	Valor	Unidade
H_{C2}	Metade da altura da coluna C-2	5,81	m
H_{C1}	Altura da coluna C-1	14,93	m
D_{E5}	Metade do diâmetro do trocador E-5	0,76	m
Q_i	Vazão de impulsão	7,66	m ³ /h
P_V	Pressão de vapor	0,013	kg/cm ² g
P_{e3}	Pressão de projeto da corrente 20	1,5	kg/cm ² g
P_{s3}	Pressão projeto da corrente 20.11	1,5	kg/cm ² g
ρ_L	Densidade do fluido	889,5	kg/m ³

Tabela 20. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-4 fornecidos pelo *HYSYS*.

Variável	Parâmetro	Valor	Unidade
D_D	Metade do diâmetro do trocador E-8	0,76	m
Q_i	Vazão de impulsão	6,908	m ³ /h
P_V	Pressão de vapor	0,011	kg/cm ² g
P_{e4}	Pressão de projeto da corrente 22.1	1,16	kg/cm ² g
P_{s4}	Pressão de projeto da corrente 22.2	2,51	kg/cm ² g
ρ_L	Densidade do fluido	970	kg/m ³

Tabela 21. Valor das variáveis de interesse para o projeto da bomba G-5 fornecidos pelo *HYSYS*.

Variável	Parâmetro	Valor	Unidade
H_c	Altura da coluna C-2	11,63	m
D_D	Metade do diâmetro do tanque pulmão L-2	0,43	m
Q_i	Vazão de impulsão	4,809	m ³ /h
P_V	Pressão de vapor	0,038	kg/cm ² g
P_{e5}	Pressão de projeto da corrente 20.4	1	kg/cm ² g
P_{s5}	Pressão e projeto da corrente 20.5	1	kg/cm ² g
ρ_L	Densidade do fluido	1010	kg/m ³

Todas as bombas são do tipo centrífuga, sendo necessário haver uma bomba reserva, com as mesmas especificações, em cada uma de suas instalações para casos em que esta venha a falhar.

- Potência

No intuito de obter a potência do motor da bomba, é necessário calcular a potência absorvida (W_a) e a potência hidráulica (W_h). A potência absorvida é calculada por meio da Equação (3):

$$W_a = \frac{Q \Delta P}{27,4} \quad (3)$$

em que ΔP é a diferença entre a pressão de entrada e de saída do equipamento (em kg/cm²g), Q é a vazão de impulsão e 27,4 é uma constante de proporcionalidade para correção da diferença dimensional utilizada. ^[43]

Devido ao fato de o consumo de energia ser maior que a potência absorvida por perdas de calor por atrito e no motor, torna-se necessária a consideração da eficiência hidráulica da bomba (cujos valores estão na faixa de 0,3-0,6). Para realizar o cálculo da potência hidráulica foi assumido um valor intermediário de eficiência hidráulica nesse intervalo, ou seja, $\eta_h = 0,45$.

$$W_h = \frac{W_a}{\eta_h} \quad (4)$$

Para determinar o valor real de potência é preciso levar em conta a perda de calor no motor. A eficiência da perda de calor varia entre 0,9 e 0,95, então, de forma

análoga à eficiência hidráulica, foi assumido um valor intermediário desse intervalo, ou seja, $\eta_m = 0,925$.

A potência real do motor é obtida por meio da Equação (5).

$$W_m = \frac{W_h}{\eta_m} \quad (5)$$

Os valores encontrados para a potência do motor de cada bomba são dados da Tabela 22.

Tabela 22. Valores de potência do motor das bombas.

Bomba	Potência (kW)
1	1,30
2	53,92
3	5,59
4	0,24
5	6,74

- **Carga**

A carga de uma bomba centrífuga (H) é a altura, em metros, de fluido que esta pode impulsionar dada uma diferença de pressão entre aspiração e impulsão, como denotado pela Equação (5.1).

$$H = \frac{10 \cdot \Delta P}{\rho_L} \quad (5.1)$$

Os valores de carga para as bombas foram os dados pela Tabela 23.

Tabela 23. Valores de carga das bombas.

Bomba	Carga (m)
1	11,83
2	18,40
3	6,58
4	13,15
5	11,20

- **Pressão de aspiração**

A pressão de aspiração P_A é calculada somando-se todas as contribuições de pressão na entrada da bomba e subtraindo-se todas as perdas de carga devido às estruturas. Dessa forma, a equação utilizada para cada uma das bombas será expressa na tabela a seguir:

Tabela 24. Equações para cálculo da pressão de aspiração.

Bombas	Equações
1	$P_{A,G-1} = P_{e1} + P_{T-1} + P_{T-2} - \Delta P_{(tubos)}$ (5.2.)
2	$P_{A,G-2} = P_{e2} + P_{L-1} - \Delta P_{(tubos)}$ (5.3.)
3	$P_{A,G-3} = P_{e3} + P_{C-1} - \Delta P_{(tubos)}$ (5.4.)
4	$P_{A,G-4} = P_{e3} + P_{E-8} - \Delta P_{(tubos)}$ (5.5.)
5	$P_{A,G-5} = P_{e5} + P_{L-2} - \Delta P_{(tubos)}$ (5.6.)

em que as contribuições de pressão relacionadas as alturas dos equipamentos estão com uma elevação definida, sendo obtidas pela seguinte fórmula:

$$P_{X-n} = \frac{\rho_L \cdot g \cdot H}{98067}$$

(6)

Sendo ρ_L a densidade em kg/m³, g a aceleração da gravidade em m/s² e H a altura do equipamento em m. Além disso, tem-se que $\Delta P_{(tubos)}$ representa a perda de carga devido à tubulação, que admite valores entre 0,05 e 0,1.

Por meio das equações denotadas na tabela 24, os valores de pressão de aspiração para cada uma das bombas podem ser calculados.

Tabela 25. Valores de pressão de aspiração para as bombas

Bombas	P_A (kg/cm ² g)
G-1	2,39
G-2	1,09
G-3	1,53
G-4	1,23
G-5	1,06

- **Pressão de impulsão**

A pressão de impulsão é denotada para cada bomba de acordo com as fórmulas a seguir, dadas na Tabela 26.

Tabela 26. Equações para cálculo da pressão de impulsão.

Bombas	Equações	
1	$P_{A,G-1} = P_{e1} + P_{T-1} + P_{T-2} - \Delta P_{(tubos)}$	(6.1.)
2	$P_{A,G-2} = P_{e2} + P_{L-1} - \Delta P_{(tubos)}$	(6.2.)
3	$P_{A,G-3} = P_{e3} + P_{C-1} - \Delta P_{(tubos)}$	(6.3.)
4	$P_{A,G-4} = P_{e3} + P_{E-8} - \Delta P_{(tubos)}$	(6.4.)
5	$P_{A,G-5} = P_{e5} + P_{L-2} - \Delta P_{(tubos)}$	(6.5.)

Nesse caso, as perdas de carga estão relacionadas não somente à tubulação, mas também à válvula que se encontra na impulsão. Logo, consideram-se as perdas de carga devido as tubulações igual a 0,3 e devido as válvulas igual a 0,7, e calcula-se as contribuições de pressão utilizando a altura dos equipamentos e de sua elevação com base na equação 5.

Com os valores de pressão de aspiração e pressão de impulsão, é possível calcular o valor de diferença de pressão ($P_I - P_A$) para calcular a diferença de pressão máxima da bomba.

- **Vazões**

Tem-se que para formulação do projeto, a vazão mínima da bomba admite um valor 60% da vazão normal e que para a vazão de projeto realiza-se um sobredimensionamento de 120% em relação à vazão normal.

Sendo assim, tem-se os valores de vazão mínima e de projeto na Tabela 27.

Tabela 27. Valores de vazão mínima e vazão de projeto das bombas.

Bombas	Vazão mínima (m ³ /h)	Vazão de projeto (m ³ /h)
G-1	1172,4	2344,8
G-2	45,38	90,76
G-3	4,6	9,19
G-4	4,146	8,292
G-5	2,8854	5,7708

- **NPSH**

A carga positiva líquida de sucção (NPSH) representa o valor de altura que a bomba deve ter para que a pressão de vapor do líquido impulsionado não seja maior do que a pressão de aspiração, o que pode causar a vaporização do fluido e consequente cavitação da bomba.

A equação para o cálculo do NPSH é:

$$NPSH = (P_A - P_{vapor}) \frac{\rho L}{10} \quad (7)$$

Ao substituir os valores obtidos de P_A em cada uma das bombas com os respectivos valores de densidade e pressão de vapor de suas correntes de entrada, obtém-se os seguintes dados de NPSH, fornecidos pela Tabela 28.

Tabela 28. Valores de NPSH das bombas

Bombas	P_A (kg/cm ² g)
G-1	1,26
G-2	4,59
G-3	13,23
G-4	11,6
G-5	10,15

- **Custos**

Para o cálculo do custo da bomba utiliza-se a seguinte equação:

$$C = 3300 + 46 \left(vazão \left[\frac{l}{s} \right] \right)^{1,2} \quad (8)$$

Essa equação toma como base o custo do equipamento com parâmetros do ano de 2006. Para a obtenção de dados mais atuais, necessita-se dos valores de CEPCI no ano de 2006 e no ano de 2016. Sabendo que $CEPCI_{2006} = 499,6$ e que $CEPCI_{2016} = 541,7$, por meio da Equação 8 obtém-se o valor convertido.

$$C_{2016} \cdot CEPCI_{2016} = C_{2006} \cdot CEPCI_{2006} \quad (9)$$

Tabela 29. Custo das bombas da planta.

Bombas	C (U\$\$ Gulf)
G-1	$2,04 \cdot 10^5$
G-2	$4,35 \cdot 10^6$
G-3	$4,55 \cdot 10^5$
G-4	$6,71 \cdot 10^2$
G-5	$4,97 \cdot 10^5$

II. Compressor K-1

No intuito de projetar o compressor que impulsiona a corrente de gases alimentada na entrada do processo para o reator de leito fluidizado, juntamente com as correntes de vapor e propileno, foram utilizados os seguintes dados obtidos por meio do programa *HYSYS*.

Tabela 30. Valores das variáveis de interesse para projeto do compressor K-1 obtidos por meio do programa *HYSYS*.

Variável	Parâmetro	Valor	Unidade
h	Elevação do recipiente de origem e de destino		m
Q_i	Vazão de impulsão		kg/h
P_{ar}	Pressão de projeto na corrente 1		kg/cm ² g
P_{leito}	Pressão de projeto na corrente 1.1		kg/cm ² g
ρ'	Densidade da corrente 1 na aspiração		kg/m ³
ρ''	Densidade da corrente 1 na impulsão		kg/m ³

De forma análoga à abordagem de projeto das bombas hidráulicas, é necessária a implementação de um compressor reserva com as mesmas especificações que a de operação, caso o último venha a apresentar alguma falha. O compressor escolhido é contínuo e trabalha em uma única etapa.

- **Potência**

A potência absorvida é calculada por meio da seguinte equação:

$$W_a = \frac{k}{k-1} \cdot z_1 \cdot R_G \cdot T_A \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (10)$$

Sendo k a razão entre as capacidades caloríficas a pressão e volume constante, z_1 o fator de compressibilidade da admissão, R_G a constante dos gases, T_A a temperatura na aspiração e P_2 e P_1 as pressões na impulsão e na aspiração, respectivamente. O compressor K-1 foi definido com potência adiabática, sendo assim, torna-se necessária a consideração da eficiência politrópica do mesmo para poder calcular a potência real necessária pelo compressor.

Considerando $\eta_r = 0,7$, foi possível calcular a potência do compressor por meio da Equação 11.

$$W_r = \frac{W_a}{\eta_r} \quad (11)$$

- **Temperatura de Impulsão**

Devido ao aumento da temperatura da corrente durante a compressão, torna-se importante o conhecimento desse aumento na temperatura da corrente de alimentação. Sendo assim, determina-se a temperatura resultante da compressão pela Equação 12.

$$T_I = T_A \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (12)$$

- **Pressão de aspiração**

A pressão de aspiração representa a soma de todas as contribuições de pressão na entrada do compressor subtraída por todas as perdas de carga devido às tubulações e/ou válvulas presentes. Sendo assim, tem-se:

$$P_A = P_{alimentação} + P_{elevação} - \Delta P_{carga} \quad (13)$$

sendo $P_{elevação}$ a pressão equivalente à altura da alimentação em relação ao chão e ΔP_{carga} corresponde à quantidade de quantidade de movimento perdida pela tubulação, que admite valores entre 0,05 e 0,1.

- **Pressão de impulsão**

Assim como nas bombas, a pressão de impulsão é um parâmetro essencial no projeto de um compressor. A pressão de impulsão é definida pela Equação (14):

$$P_I = P_{R-1} + P_{\text{elevação reator}} + \Delta P_{\text{carga}} \quad (14)$$

- **Vazões**

A vazão mínima de um compressor equivale à 60% do valor de sua vazão normal, enquanto a vazão de projeto equivale a 120% em relação à vazão normal.

- **Razão de compressão**

A razão de compressão é a razão entre a pressão de impulsão e aspiração no compressor.

$$\text{Razão de compressão} = \frac{P_I}{P_A} \quad (15)$$

- **Custo do compressor**

Tem-se que o custo do compressor centrífugo é obtido pelas equações (8) e (9) vistas anteriormente, no cálculo de custo de bombas. Os parâmetros para projeto do compressor estão representados na Tabela 31.

Tabela 31. Parâmetros para o projeto do compressor.

Parâmetro	Valor
W_r	2260 kW
P_A	1,02 kg/cm ² g
P_I	4,75 kg/cm ² g
Q_{projeto}	15252 m ³ /h
C	4560720,72 U\$\$ Gulf

ANEXO II – DIMENSIONAMENTO DE TROCADORES DE CALOR

I. Descrição dos Equipamentos

O trocador E-1 é uma serpentina pela qual flui água de refrigeração que resfria o reator. O fluido entra a 26°C e sai a 49°C, enquanto a corrente de processo vai de 250°C a 310°C ao longo da reação, a qual é toda conduzida na fase vapor. Para a serpentina, utilizou-se um valor médio de coeficiente de deposição de $r_f = 0,0003 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$, enquanto para o reator, utilizou-se o coeficiente de $r_q = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$. O fator de correção é $F_T = 0,9961$.

O trocador E-2 é um *cooler* de casco-tubos do tipo AES, resfriando a corrente de alimentação do extrator de 63,92°C para 42,92°C em seus tubos com um coeficiente para o lado dos tubos $r_q = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$, sem mudança de fase e em disposição triangular. Ao passo que pela carcaça circula água de refrigeração em uma faixa de temperaturas de 26°C a 34,33°C com um coeficiente de $r_f = 0,0003 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$ e $F_T = 0,9394$. Apesar de o fluido de resfriamento possuir coeficiente de deposição mais elevado do que o que passa pelos tubos (agravado pela dificuldade da limpeza da carcaça, típica de trocadores AES), ainda se manteve a configuração escolhida, devido à natureza corrosiva da corrente de processo.

O refulvedor E-3 é um trocador de casco-tubos do tipo AKT que vaporiza a corrente de fundo da primeira coluna de destilação em sua carcaça (a despeito de seu teor ácido), a qual é aquecida de 149,89 °C a 153,52 °C com $r_f = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$ por vapor de aquecimento de média qualidade, que condensa a 208,5 °C e 4 bar com $r_q = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$, circulando pelos tubos dispostos triangularmente. Devido à completa troca de fases nos dois lados, o valor de F_T é 1. A escolha do tipo de trocador se justifica pela maior eficiência na mudança de fase quando a corrente de processo flui pela carcaça, uma vez que o maior diâmetro da carcaça fornece espaço para a separação entre as fases, enquanto o líquido tem maior contato com o fluido quente circulando pelos tubos.

O condensador E-4 é um casco-tubos AES o qual liquefaz a corrente de topo da primeira coluna de destilação pelo lado dos tubos, de disposição triangular, operando em um intervalo de temperatura de 66,89 °C a 63,81 °C e $r_q = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$,

enquanto água de refrigeração flui pela carcaça, entrando a 26 °C e saindo a 49 °C e $r_f = 0,0003 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$. O fator de correção é $F_T = 0,9826$. Novamente, embora não seja recomendável que o fluido com maior coeficiente de deposição flua pela carcaça, adotou-se a referida configuração haja vista a presença de compostos corrosivos na corrente de processo.

O trocador E-5 é um *cooler* casco-tubos AES que resfria a corrente que alimenta a segunda torre de destilação, indo de 153,50 °C a 63,51 °C nos tubos, de configuração triangular, com $r_q = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$, ao passo que a água de refrigeração aquece de 26 °C a 49 °C pelo lado da carcaça, com $r_f = 0,0003 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$. As escolhas pertinentes à operação do equipamento seguem a mesma lógica do trocador E-2 e condensador E-4.

O refulvedor E-6 é um casco-tubos AKT que vaporiza a corrente de fundo da segunda coluna de destilação pelo lado da carcaça (apesar de sua natureza corrosiva), a qual é aquecida de 89,74 °C a 89,77 °C com $r_f = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$ por vapor de aquecimento de média qualidade, o qual se liquefaz a 208,5°C e 4 bar com $r_q = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$, fluindo pelos tubos, de disposição triangular. Da mesma forma do refulvedor E-3, $F_T = 1$ e a configuração se deve à eficiência na mudança de fase.

O condensador E-7 é um casco-tubos AES que condensa a corrente de topo da segunda coluna de destilação, a qual flui pelos tubos dispostos triangularmente, resfriando de 66,9°C para 65,03°C com $r_q = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$, enquanto água de refrigeração escoia pela carcaça em uma faixa de 26 °C a 49 °C com $r_f = 0,0003 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$. O equipamento opera no mesmo esquema das unidades E-2, E-4 e E-5.

O trocador E-8 é um *cooler* casco-tubos AES que condensa a corrente de produto de fundo da segunda coluna de destilação a 89,79°C e com $r_q = 0,00015 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$ sem mudança de temperatura pelo lado dos tubos de disposição triangular. Pela carcaça escoia água de refrigeração entre 26 °C e 49 °C com $r_f = 0,0003 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$. A configuração do trocador é similar à dos equipamentos E-2, E-4, E-5 e E-7.

À exceção da serpentina, optou-se pelo tipo casco-tubos para o restante dos trocadores pela simplicidade, cumprindo os requisitos de operação sem cruzamento de temperatura, evidenciado pelos fatores de correção superiores a 0,75, dispensando um número adicional de carcaças; e pela facilidade de aquisição do equipamento e reposição de peças, devido à sua disponibilidade no mercado. A disposição de tubos

escolhida para as unidades de casco-tubos foi a triangular a fim de se ter maior aproveitamento do espaço interno da carcaça e, portanto, da área de troca térmica.

II. Custo dos Trocadores

De posse das seguintes faixas típicas de valores de coeficiente individual de troca térmica:

Tabela 32. Valores aproximados de h.

Valores Aproximados de h (kcal/hm ² .°C)	
Sem Mudança de Fase	
Água	5700
Gases	125
Solventes Orgânicos	1350
Hidrocarbonetos	325
Produtos Condensando	
Vapor de Água	9500
Solventes Orgânicos	1550
Hidrocarbonetos Leves	1450
Hidrocarbonetos Pesados	175
Produtos Evaporando	
Vapor de Água	6850
Solventes Orgânicos	1000
Hidrocarbonetos Leves	1100
Hidrocarbonetos Pesados	150

Com isso, calcula-se o coeficiente global de troca térmica do trocador pela equação 16:

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

Lançando mão das temperaturas de entrada e saída dos dois lados de cada equipamento, calcula-se a média logarítmica de temperatura pela equação 17.

$$\Delta T_{ml} = \frac{(t_1 - T_2) - (t_2 - T_1)}{\ln\left(\frac{t_1 - T_2}{t_2 - T_1}\right)} \quad (17)$$

E, portanto, a área de troca térmica é determinada pela expressão abaixo.

$$A = \frac{Q}{UF_T \Delta T_{ml}} \quad (18)$$

Considera-se, também, o sobredimensionamento de segurança em 110% para o cálculo da área. Finalmente, o custo dos trocadores é calculado com base na área pela Equação 2, em que a é igual a 24000, b é igual a 46 e n é igual a 1,2. O custo calculado é em dólares *Gulf*, com base no ano de referência de 2006. O referido valor deve ser multiplicado por 4,74, levando em consideração os custos da instrumentação e anexos ao equipamento, e atualizado para o ano de 2016, conhecidos o CEPCI dos anos de 2006 e 2016.

Os parâmetros citados e os custos pertinentes para cada trocador são explicitados nas tabelas 33 e 34.

Tabela 33. Parâmetros dos Trocadores.

Trocador	Q (Gcal/h)	U (kcal/hm ² .°C)	A (m ²)
E-1	18,50	570,71	148,83
E-2	0,326	731,96	23,02
E-3	3,815	714,03	103,52
E-4	3,161	787,03	168,83
E-5	0,267	731,97	6,76
E-6	0,755	714,03	9,79
E-7	0,691	787,03	36,01
E-8	0,887	787,03	24,09

Tabela 34. Custos dos Trocadores.

Trocador	Custo (U\$\$-2006)	Investimento (U\$\$- 2006)	Investimento (U\$\$- 2016)
E-1	42.620,00	202.018,80	219.042,41
E-2	25.982,42	123.156,68	133.534,78
E-3	36.044,86	170.852,62	185.249,93
E-4	45.662,37	216.439,62	234.678,43
E-5	24.455,90	115.920,96	125.689,32
E-6	24.710,77	117.129,03	126.999,19

E-7	27.392,33	129.839,63	140.780,88
E-8	26.094,23	123.686,63	134.109,38
Total	252.962,90	1.199.043,97	1.300.084,32

Os custos de água de refrigeração e vapor de aquecimento são calculados com base nos preços de 0,40R\$/m³ e 0,15R\$/m³. Portanto, tem-se o consumo de cada equipamento para 8000h de operação, considerando a taxa de conversão da moeda atual.^[42]

Tabela 35. Consumos de Água de Refrigeração e Vapor de Aquecimento.

Trocador	Consumo Água de Refrigeração (U\$\$, 8000h)	Consumo Vapor de Aquecimento (U\$\$, 8000h)
E-1	30236,63	-
E-2	522,76	-
E-3	-	2,27.10 ⁶
E-4	5159,40	-
E-5	436,27	-
E-6	-	4,46.10 ⁵
E-7	1128,17	-
E-8	1447,21	-
Total	38930,45	2,72.10 ⁶

ANEXO III – DIMENSIONAMENTO DE TORRES E RECIPIENTES

I. Reator de Leito Fluidizado R-1

O reator R-1 tem como objetivo promover a síntese de ácido acrílico. Para acelerar a reação, promovendo um maior rendimento da planta, a reação é catalisada. O

catalisador heterogêneo utilizado é um catalisador metálico de MoO₃ e V₂O₅ suportado por sílica gel.

Para que houvesse o aumento da área de contato entre as fases, além de uma melhor transferência de calor e de massa no sistema, pois a reação é bastante exotérmica, optou-se pela utilização de um reator de leito fluidizado no sistema.

Para o projeto do leito fluidizado, o primeiro parâmetro a ser calculado é a velocidade mínima de fluidização, obtido por meio da equação de Ergun.^[44]

$$\frac{1,75 \cdot (1 - \varepsilon_{mf}) \cdot \rho_g}{\varepsilon^3 \cdot \Phi \cdot d_p} u_{mf}^2 + \frac{150 \cdot (1 - \varepsilon_{mf}) \cdot \rho_g}{\varepsilon^3 \cdot \Phi \cdot d_p} u_{mf} = (\rho_p - \rho_g) \cdot (1 - \varepsilon_{mf}) g \quad (18)$$

em que ε_{mf} é a porosidade do leito na velocidade mínima de fluidização, d_p é o diâmetro médio da partícula de catalisador ($5 \cdot 10^{-4}$ m), ε é a porosidade da partícula (0,4), Φ é o fator de forma da partícula (0,95), ρ_p e ρ_g são, respectivamente, a densidade do catalisador e a do fluido, g a aceleração da gravidade e, finalmente, u_{mf} é a velocidade mínima de fluidização.^[44-46]

Por meio dos dados coletados na literatura e nos dados disponíveis na especificação, obtém-se o valor de velocidade mínima de fluidização, que é de $1,03 \cdot 10^{-4}$ m/s.

O próximo passo para o projeto do reator é a determinação da velocidade de operação do leito. A determinação da variável se dá de acordo com a relação entre o diâmetro adimensional de partícula e a velocidade de operação adimensionais, definidas como:

$$U_p^* = U_p \cdot \left[\frac{\rho_g^2}{\mu_g \cdot g \cdot (\rho_p - \rho_g)} \right]^{1/3} \quad (19)$$

$$d_p^* = d_p \cdot \left[\frac{\rho_g \cdot (\rho_p - \rho_g)}{\mu_g^2} \right]^{1/3} \quad (20)$$

Onde μ_g é a viscosidade do fluido. A partir da Figura 12, pode-se definir o valor de U_p (velocidade de operação), já que, para facilitar a transferência de calor e massa, assume-se o regime de fluidização do leito como leito borbulhante.

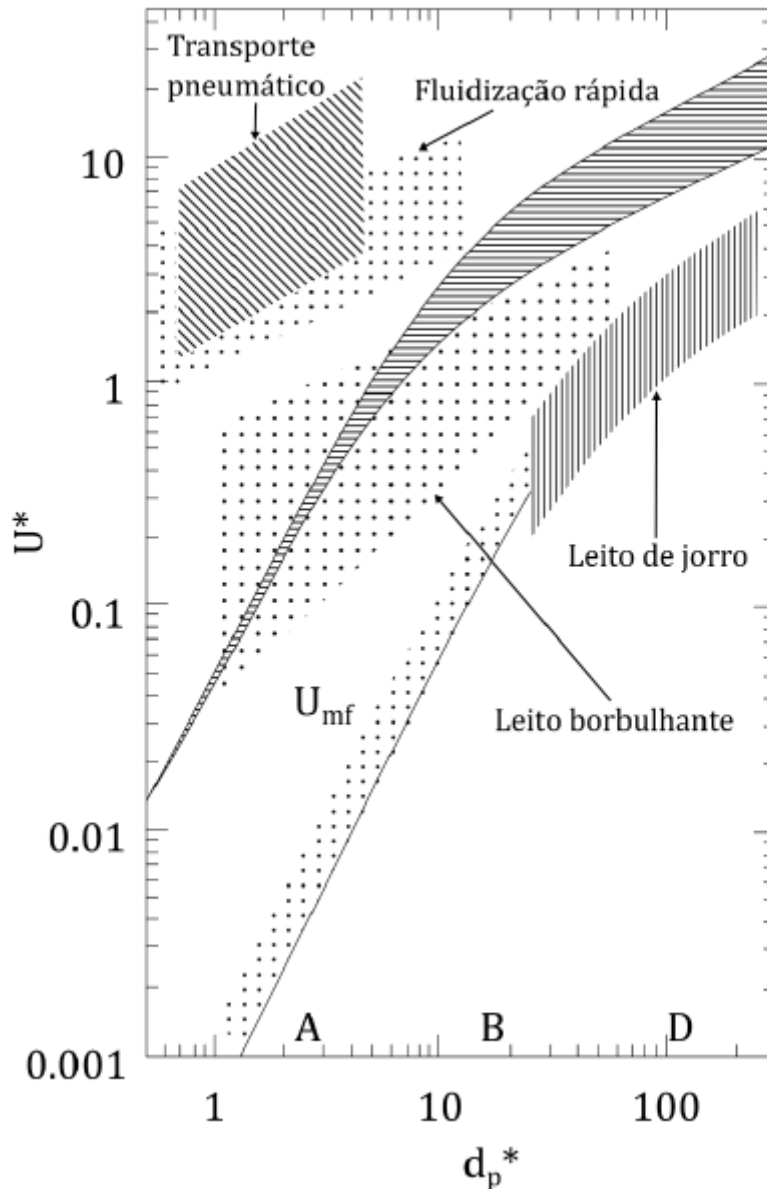


Figura 12. Relação entre diâmetro de partícula adimensional e velocidade de operação adimensional para um leito fluidizado. Fonte: YANG, 2003.^[44]

Pegando o maior valor possível de U_p^* para o diâmetro adimensional obtido, que foi de 7,88, foi obtida a velocidade de operação como 0,39 m/s. Por meio dessa velocidade, é possível calcular o TDH (altura de arraste), dada como a altura do leito necessária para que as partículas comecem a ser arrastadas pelo fluido. A equação utilizada foi a equação de Chan e Knowlton (1984), dada por

$$TDH = 0,85 \cdot U^{1,2} \cdot (7,33 - 1,2 \cdot \log(U)) \quad (21)$$

Determinou-se, assim, que a altura de arraste é 2,16 m e, finalmente, a altura do reator, (com um sobredimensionamento padrão de 50 % na altura) é de 3,24 m. Por

meio da vazão de fluido no reator e da velocidade de operação, calculou-se a área de seção transversal e, finalmente, o diâmetro foi determinado como sendo de 5,99 m.

II. Torre de Resfriamento T-1

Após a passagem pelo reator, deve-se resfriar rapidamente os produtos da reação para evitar mais oxidação dos componentes formados. Para promover uma troca térmica mais efetiva, utiliza-se uma torre de resfriamento por aspersão (gotas de diâmetro definido são injetadas no sistema para aumentar a superfície de contato entre os fluidos).

Esse tipo de equipamento é bastante utilizado para substituir sistemas cuja troca térmica a ser realizada é muito grande, envolvendo muito fluido refrigerante, além de um trocador com grande área de troca de energia.

Para o projeto de uma torre de resfriamento de aspersão, considera-se o sistema semelhante a um sistema com leito, porém com uma porosidade do leito muito maior. O primeiro passo para o projeto de uma torre de resfriamento é a determinação do parâmetro de vazão da torre, dado por:

$$X = \frac{L}{G} \cdot \left(\frac{\rho_g}{\rho_l} \right)^{0,5} \quad (22)$$

onde L é a vazão de líquido passando pela torre de resfriamento, G é a vazão de vapor da torre de resfriamento, e ρ_l e ρ_g são as vazões de líquido e de vapor respectivamente.^[47] Por meio do parâmetro de vazão, foi possível determinar o fator de carga (Y_{flood}) e a velocidade de inundação (C_{flood}), dados por:

$$Y_{flood} = \exp[-3,50221 - 1,028 \cdot \ln(X) - 0,11093 \cdot \ln(X^2)] \quad (23)$$

$$C_{flood} = \left(\frac{Y_{flood}}{F_p \cdot (\mu_l)^{0,1}} \right)^{0,5} \quad (24)$$

em que F_p é o fator de empacotamento das gotas ($27 \text{ m}^2/\text{m}^3$) e μ_l é a viscosidade do líquido.^[48] Os valores encontrados foram de 0,018 para o fator e 0,037 m/s para a velocidade. O próximo passo para o projeto diz respeito à determinação da velocidade superficial de gás (V_{gf}) e da variação de pressão (ΔP_{flood}), ambos na inundação.^[47]

$$V_{gf} = \frac{C_{flood}}{\sqrt{\frac{\rho_g}{\rho_l - \rho_g}}} \quad (25)$$

$$\Delta P_{flood} = 93,9 \cdot (F_p)^{0,7} \quad (26)$$

Finalmente, sabendo que a velocidade superficial do gás (V_g) é 70 % da velocidade superficial do fluido na inundação para torres de resfriamento, é possível chegar ao diâmetro da torre de resfriamento por aspersão.^[48]

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_G}{V_g \cdot \pi}} \quad (27)$$

Finalmente, por meio dos cálculos, tem-se que o diâmetro da torre de resfriamento é de 5,03 metros.

O parâmetro a ser determinado agora é a altura da torre de resfriamento. Como o sistema possui gotículas caindo mesmo com uma vazão de vapor ascendente, o fator de parede do sistema é importante para o dimensionamento do mesmo (K_w). Este é dado por:

$$\frac{1}{K_w} = 1 + \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} \right) \cdot \frac{d_p}{D} \quad (28)$$

Em que ε é a porosidade do leito (0,049, no caso de torres de resfriamento por aspersão) e d_p é o diâmetro médio das gotas formadas pelo aspersor, dado por

$$d_p = \frac{6 \cdot \varepsilon}{a} \quad (29)$$

Onde o parâmetro a é a área superficial específica de empacotamento (112,6 m²/m³ para torres de resfriamento).^[47] A partir dos dados calculados, podemos chegar ao número de Reynolds (do gás e do líquido) e de Froude do sistema. Por meio do algoritmo de Sinnott (2005), chegamos no número de unidades de transferência de gás da torre (7,20) e na altura entre essas unidades (1,45 m), itens que, somados às folgas superior e inferior padrões para esse tipo de equipamento (0,47 m), resultam na altura da torre de resfriamento, que é de 12,02 m.^[49]

III. Coluna de Absorção T-2

A coluna de absorção de gases é um processo de transferência de massa que tem como objetivo purificar a corrente gasosa, por meio da fixação de um gás por um sólido ou por um líquido em que o soluto fica impregnado em todo o elemento solvente, diferentemente do processo de adsorção, onde o soluto se encontra somente na superfície do elemento solvente. Ela é usualmente utilizada para separação e purificação de misturas gasosas e concentração de gases na produção de ácidos e na separação de compostos tóxicos. [49-51]

A coluna T-2 tem como objetivo limpar uma corrente gasosa que sai do reator para serem recuperados tanto o ácido acrílico, quanto o ácido acético. A metodologia utilizada é utilizar uma corrente de água deionizada para que absorva o ácido acético e o ácido acrílico. Para esse projeto, obteve-se pelo simulador de processos que para uma alimentação com 82,27% de ácido acrílico e 2,01% de ácido acético sair com um produto de topo com composições de 0,17% e 0,01% respectivamente de ácido acrílico e ácido acético, obtendo-se a quase totalidade de recuperação do produto desejado.

A escolha de uma corrente de água deionizada é devido ao fato de tanto o ácido acrílico quando o ácido acético possuírem uma afinidade muito grande com a água e baixa solubilidade com os outros componentes da corrente de alimentação, sendo assim uma boa escolha para o solvente para a absorção. O design da coluna absorção é de pratos perfurados para que exista a interação íntima entre as fases vapor e líquida.

Para o dimensionamento da coluna é essencial que se calcule a taxa de fluxo de vapor (\hat{u}_v) que pode obtém-se da seguinte equação: [49]

$$\hat{u}_v = (-0,171l_t^2 + 0,27l_t - 0,047) \left[\frac{|\rho_L - \rho_v|}{\rho_v} \right]^{0,5} \quad (30)$$

Onde \hat{u}_v é a máxima velocidade de vapor permitida em m/s, que é baseada secção transversal nominal da coluna. E l_t é o espaçamento entre os pratos.

O diâmetro da coluna (D_c) pode ser calculado por:

$$D = \sqrt{\frac{4\hat{V}_w}{\pi\rho_v\hat{u}_v}} \quad (31)$$

onde \hat{V}_w é a máxima taxa de vapor em kg/s.

Para especificação das condições de desenho do T-2, são utilizadas as equações 32 e 33.

$$P_D = 1,8 + P \quad (32)$$

$$T_D = T + 40 \quad (33)$$

No cálculo da altura do absorvedor, é contabilizada a altura da seção de pratos e duas seções de folga: uma no topo, de 1,2 m, e outra na base, de 1,8m.^[49] A seção dos pratos é a multiplicação do espaçamento entre pratos, igual a 0,5m, pelo número de pratos menos 1. Assim,

$$H = 1,2 + 1,8 + (N_P - 1)0,5 \quad (34)$$

Com os dados obtidos, pode-se proceder ao cálculo da espessura, peso e, finalmente, o custo do equipamento. A espessura (em mm) e o peso (em kg) são determinadas pelas expressões descritas nas Equações _:

$$e = C.A. + \frac{P_D \left(\frac{D}{2}\right)^{1000}}{S_T E - 0,6 P_D} \quad (35)$$

$$W = 24,6D[H_E + 0,8D][e + X] \quad (36)$$

onde C.A. é a sobre-espessura de corrosão, igual a 6 mm neste caso, pois utiliza-se aço-inoxidável; P_D é a pressão de desenho; D é o diâmetro; S_T é o número de Stanton, igual a 1055; $E = 0,85$; X é o fator de complexidade. Para o caso, $X = 4$.

O custo da torre de absorção tem a contribuição de duas partes: da carcaça e dos pratos. Pelo valor da massa do equipamento, descobre-se o custo da carcaça em dólares gulf referentes à 2006, pela expressão abaixo.

$$C_C = -2500 + 200.W^{0,6} \quad (37)$$

O custo de cada prato é determinado pela Equação 2, em que $a = 180$, $b = 340$, $S = D$ e $n = 1,9$.

$$C_P = 180 + 340.D^{1,9} \quad (38)$$

O custo total é a soma do custo da carcaça com o custo de cada prato multiplicado pelo número de pratos, que é igual a 15, ou seja:

$$C_T = 4,74 (C_C + N_P C_P) \quad (39)$$

Esse custo refere-se ao ano-base de 2006. Para converter e atualizar o valor, utiliza-se o valor do *Chemical Engineering Plant Cost Index* para cada ano. Para 2006, o CEPCI é 499,6 e para 2016, o CEPCI é 541,7.

Na Tabela 36 estão apresentados os valores para o projeto do absorvedor.

Tabela 36. Parâmetros de projeto da torre de absorção T-2.

Parâmetros	Valor	Parâmetros	Valor
Q (m ³ /h)	16850	P _D (kg/cm ² g)	3,5
Q (kg/h)	3,4110 ⁴	e (mm)	7,72
L _P (m)	0,5	W (kg)	9962,07
D (m)	1,54	C _C (U\$\$)	47623,33
N _P	15,0	C _P (U\$\$)	1993,22
H (m)	10,0	C _T (U\$\$)	3,98.10 ⁵

IV. Coluna de extração T-3

A corrente aquosa contendo ácido acrílico e ácido acético necessita passar por um processo de desidratação, visto que há muita quantidade de água na corrente, além do fato de o ácido acético formar um azeótropo com a água, tornando a separação por destilação azeotrópica não vantajosa.^[12] Com esse fim, foi utilizado um extrator líquido-líquido de pratos, no qual uma corrente contendo o solvente orgânico di-iso-propil-éter (DIPE) foi inserida no fundo da coluna para atuar como uma fase orgânica que entrará em contato com a fase aquosa de alimentação e carreará as moléculas dos ácidos e as extrairá da água, devido à diferença na estrutura química dos componentes, que determinará a afinidade dos composto.^[50,52]

A água percorrerá um caminho descendente na coluna e sairá como uma corrente de refinado, já que o soluto (a mistura dos ácidos) foi extraído pelo solvente orgânico, e o extrato sai pela corrente de topo. Como somente existe a transferência de matéria de um composto para outro, o gradiente de pressão nas saídas é o mesmo que

para as correntes de entrada (de 2,4 kg/cm²g no topo para 2,8 kg/cm²g no fundo da torre).

O modo de operação da extração é pelo contato dos fluidos em sentidos contrários, caracterizando a extração contracorrente, que oferece maior eficiência devido ao maior contato entre as moléculas das duas correntes. Como um dos objetivos é a recuperação de ácido acético, foi determinado que o tipo do extrator é de coluna de placas.

O projeto de uma coluna de extração líquido-líquido depende, sobretudo, da determinação do diâmetro e da altura da torre e da pressão de operação do equipamento. O primeiro pode ser calculado a partir das vazões da fase leve e da fase pesada Equação 40.

$$D = \sqrt{\frac{Q_{leve} + Q_{pesada}}{\bar{L}}} \quad (40)$$

em que Q_{leve} = vazão da fase leve, em m³/h, Q_{pesada} = vazão da fase pesada, em m³/h, \bar{L} = capacidade de líquido das correntes combinadas, em m/h. McCabe e Smith (1991) calcularam um valor máximo desta última variável para o tipo de coluna que é utilizada no projeto, igual a $8,9 \cdot 10^{-3}$ m/s. [50]

Para se determinar a altura da coluna, é necessário conhecer-se o espaçamento entre os pratos. Na coluna de placas, este valor encontra-se no intervalo de 4 a 6 polegadas. Com isso, associa-se o espaçamento ao número de pratos existentes no equipamento e soma-se a expressão às alturas de folga no topo e no fundo, cujo valor está entre 10 a 15% da altura da seção com os pratos, ou seja

$$H = L_p(N_P - 1) + H_{topo} + H_{fundo} \quad (41)$$

A pressão de desenho do extrator e a temperatura de desenho são dadas pelas Equações 32 e 33.

Com os dados obtidos, pode-se proceder ao cálculo da espessura, peso e, finalmente, o custo do equipamento. A espessura (em mm) e o peso (em kg) são determinada pelas expressões descritas nas Equações 35 e 36. O custo da torre de extração também tem a contribuição de duas partes: da carcaça e dos pratos. Pelo valor da massa do equipamento, descobre-se o custo da carcaça, dos pratos e da coluna total

pelas Equações 37, 38 e 39, em dólares gulf referentes à 2006, para depois atualizar para o valor de 2016.

Na determinação do número de pratos da coluna que leva ao ótimo econômico, foi realizada uma análise de custos de todos os equipamentos nos quais há a atuação do solvente orgânico, desde sua entrada no extrator até à corrente de reciclo impulsionada por uma bomba e resfriada pelo trocador para voltar para a extração. Nesse ciclo está inserida a torre de destilação C-1, cujo dimensionamento também será descrito.

Com esse objetivo, na simulação realizada pelo Aspen *HYSYS*, foi testada capacidade das duas colunas em funcionarem com o mínimo número de pratos possível e equilibrar esses valores com uma razão de refluxo financeiramente viável. Para esta parte do sistema, considera-se os seguintes equipamentos: as duas torres, o separador flash, o aquecedor e condensador da torre de destilação e a bomba e resfriador da corrente de reciclo.

Para determinação do mínimo econômico, procedeu-se da seguinte forma: na simulação, foi encontrado o mínimo número de pratos para que as duas colunas funcionassem. Depois, foi estudado o preço do sistema descrito pelos equipamentos acima quando foi variado o número de pratos da coluna de extração, mantendo-se constante em seu valor mínimo o N_P da torre de destilação C-1 (demonstrado na Figura 13). Então, foi feita a mesma análise, mas mantendo-se constante o número de pratos do extrator e variando o da torre (Como na Figura 14). Então, foi realizada a simulação com o mínimo nos dois casos. Descobriu-se que o mínimo teórico seria de 28/29, em que o valor da esquerda é o número de pratos do extrator o da direita é o número de pratos da coluna de destilação. Para provar que era realmente o mínimo, foram testados os valores adjacentes, ou seja, de 27/29, 29/29, 28/28 e 28/30. Essas tentativas foram sendo realizadas até encontrar-se o ótimo, de 26/27, no qual o sistema tem o custo mais baixo de operação.

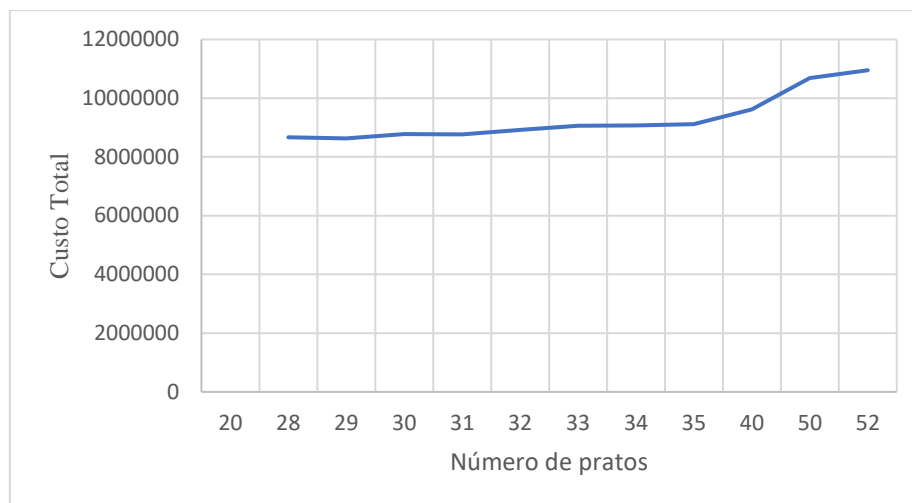


Figura 13. Determinação do ótimo econômico para o número de pratos do extrator fixo.

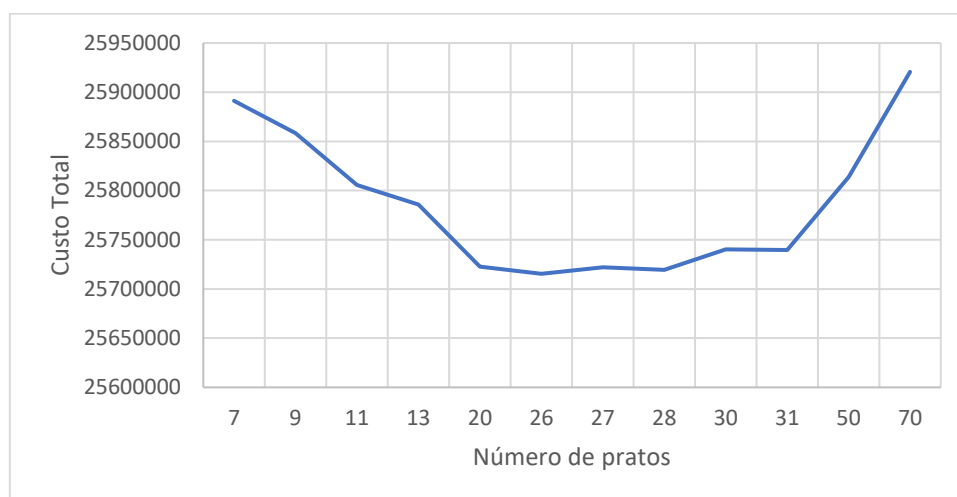


Figura 14. Determinação do ótimo econômico para o número de pratos da torre de destilação C-1 fixo.

Os parâmetros calculados para o projeto do extrator com o número de pratos já otimizado estão na Tabela 37.

Tabela 37. Parâmetros de projeto da torre de extração T-3.

Parâmetros	Valor	Parâmetros	Valor
Q_{leve} (m ³ /h)	54,33	P_D (kg/cm ² g)	4,60
Q_{pesada} (m ³ /h)	22,18	e (mm)	6,98
\bar{L} (m/s)	$8,89 \cdot 10^{-3}$	W (kg)	2425,86
D (m)	1,54	C_C (U\$)	18975,80
N_P	26,0	C_P (U\$)	958,28
H (m)	4,57	C_T (U\$)	$2,25 \cdot 10^5$

V. Separador T-4

Os compostos gasosos que ainda estiverem na corrente são inseridos em um separador para que a corrente entre na coluna de destilação C-1 como líquido saturado sem hidrocarbonetos e ar. Esse procedimento ocorre devido à ação da densidade dos fluidos, e é preciso levar em consideração a velocidade limite do fluido, calculada pela equação de *York*, para evitar o arraste da outra fase.

$$v_{lim} = k \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_g}{\rho_g}} \quad (42)$$

Considerou-se que a perda de pressão ao longo do recipiente é desprezível e que o processo é isotérmico. As pressões de desenho e a temperatura de desenho são determinadas, também, pelas Equações 32 e 33.

O dimensionamento do separador é feito em função do tempo de residência, de 15 minutos, que corresponde ao tempo necessário para haver separação das fases. A partir da vazão da alimentação, calculou-se o volume de líquido retido e assumiu-se que o volume total do recipiente equivale a 50% do volume útil, como mostra a memória de cálculo a seguir:

$$V_{LIQ} = F_f \cdot \tau \quad (43)$$

$$V_T = 2 \cdot V_{LIQ} \quad (44)$$

em que F_f é a vazão de alimentação, τ é o tempo de residência, V_{LIQ} é o volume de líquido retido no recipiente e V_T é o volume total do recipiente.

Para completar o dimensionamento do equipamento é preciso conhecer a razão L/D ótima, sendo essa a razão entre a altura e o diâmetro do separador. O diâmetro do separador pode ser encontrado pela Equação (45).^[42]

$$D = \left(\frac{4 \cdot V_T}{\pi \cdot (L/D)} \right)^{1/3} \quad (45)$$

Conhecendo o diâmetro e a razão L/D é possível calcular a altura L . Para determinar o custo do equipamento é preciso calcular a espessura e o peso primeiramente, conforme as equações de projeto 35, 36 e 37. Para calcular o custo atualizado é preciso dos dados de CEPCI de 2006 e 2016 para fazer a correção. Por fim, para encontrar o ótimo econômico é preciso variar L/D de 2 a 5 e escolher a razão que

corresponde ao menor custo. Plotou-se então um gráfico de *Custo vs. L/D* para encontrar o ponto de mínimo, que foi igual a 5, conforme a Figura 15. Os parâmetros de design encontram-se na Tabela 38.

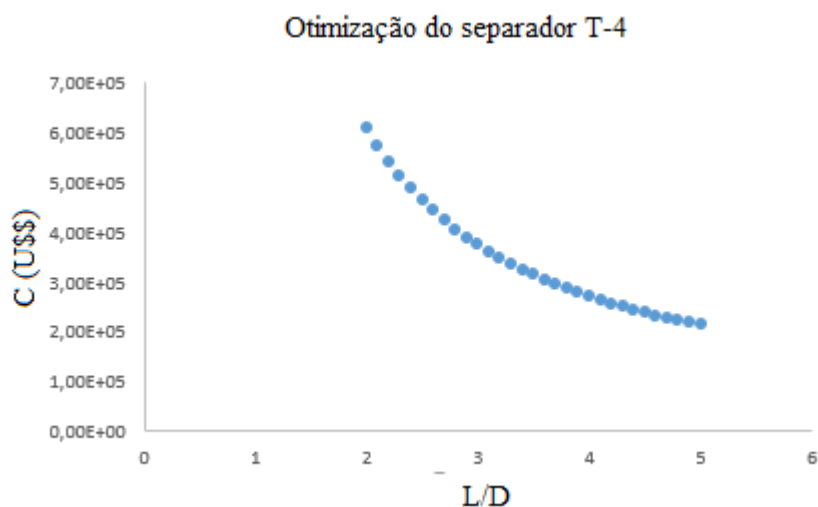


Figura 15. Otimização do separador T-4.

Tabela 38. Parâmetros de projeto do separador T-4.

Parâmetro	Valor
L/D	5
P_D (bar)	4,2
e (mm)	20,52
W (kg)	$1,9 \cdot 10^5$
C	$1,52 \cdot 10^6$

VI. Coluna de Destilação C-1

Já separada do gás, a mistura composta pelos ácidos acrílico e acético, somados à água e ao solvente DIPE, passa por uma torre de destilação cujo objetivo é separar, baseado nas diferenças de volatilidade entre os compostos, o solvente orgânico dos ácidos para ser reutilizado como reciclo na coluna de extração T-3.

A corrente de entrada é inserida na coluna de destilação a 2,40 bar e 36,66 °C. O di-iso-propil-éter sai totalmente pela corrente de topo, junto com uma fração aquosa, a 1 bar e 63,08 °C, enquanto ácido acético e ácido acrílico saem pelo fundo a 1,5 bar, sendo obtido um gradiente de pressão de 0,5 bar ao longo de toda a torre.

Para especificação das condições de desenho do C-1, são utilizadas as equações 32 e 33 ou, caso a pressão de desenho calculada pela equação 32 seja menor que 110% do valor da pressão considerando a operação, utiliza-se, então a Equação 46:

$$P_D = 1,1.P \quad (46)$$

As especificações de desenho para pressão e temperatura encontram-se na Tabela 38. Vale notar que os parâmetros são calculados considerando-se o fundo da coluna, já que o maior valor de pressão está na saída da corrente de fundo.

Tabela 38. Condições de pressão e temperatura de desenho e operação na C-1.

	Condição de operação	Condição de desenho
Pressão (bar)	1,5	3,3
Temperatura (°C)	153,4	183,4

No dimensionamento da coluna, primeiro deve-se calcular a velocidade limite para que o arraste de gotículas do líquido seja evitado, utilizando-se a equação de York, de número 42, considerando o mesmo valor para a constante k , de 0,023. Assim, é possível calcular a seção transversal mínima dividindo-se a vazão volumétrica de vapor (em m³/h) pela velocidade limite descoberta (em m/s), multiplicando-se pelo fator de 1/3600 devido à análise dimensional.

Com a seção mínima, descobre-se o diâmetro mínimo pela área de uma seção circular, que é:

$$S_{min} = \frac{\pi D_{min}^2}{4} \quad (47)$$

Já a altura da seção de pratos da torre, H_{TD} é definida com base no distanciamento entre os pratos, e divide-se em três partes: espaçamento entre os pratos acima e abaixo da alimentação, equivalentes a 0,48 m; espaçamento do prato de alimentação, igual a 0,61 m e as distâncias de folga dos pratos de topo e de fundo. A essa altura é somada uma porção referente à vazão do líquido no fundo associado ao tempo de residência de 10 minutos deste na coluna, ou seja:

$$H = H_{TD} + \frac{Q_B \cdot \tau}{N_P} \quad (48)$$

Com essas informações, é possível calcular a espessura do recipiente de destilação em mm, além do peso em kg, o custo da carcaça em U\$\$ e o custo de cada prato pelas Equações 35, 36, 37 e 38.

O custo total da coluna é dado pela soma do custo dos pratos, multiplicado pelo número destes, e do custo da carcaça, com o preço atualizado pelos valores de CEPCI 2006 e 2016. Os valores calculados do projeto da torre C-1 otimizada encontram-se na Tabela 39.

Tabela 39. Parâmetros de projeto da torre de destilação C-1.

Parâmetros	Valor	Parâmetros	Valor
Q_V (m ³ /h)	13829,18	τ (h)	0,16
Q_L (m ³ /h)	25,52	H (m)	14,93
ρ_L (kg/m ³)	669,59	e (mm)	8,53
ρ_V (kg/m ³)	3,69	W (kg)	16025,41
v_{lim} (m/s)	0,95	C_C (U\$\$)	64168,71
D (m)	2,26	C_P (U\$\$)	2921,63
N_P	27,0	C_T (U\$\$)	735209,50
H_{TD} (m)	14,91	-	-

O prato de alimentação foi determinado por simulação interativa, onde foram registrados os valores de calores trocados do refeedor e do condensador, além da vazão do tanque pulmão e densidade do fluido. Com esses dados, foi encontrado o prato de inserção da corrente de entrada que proporcionaria o menor preço dos equipamentos deste sistema, que foi o de número 20, como mostra a Figura 15.

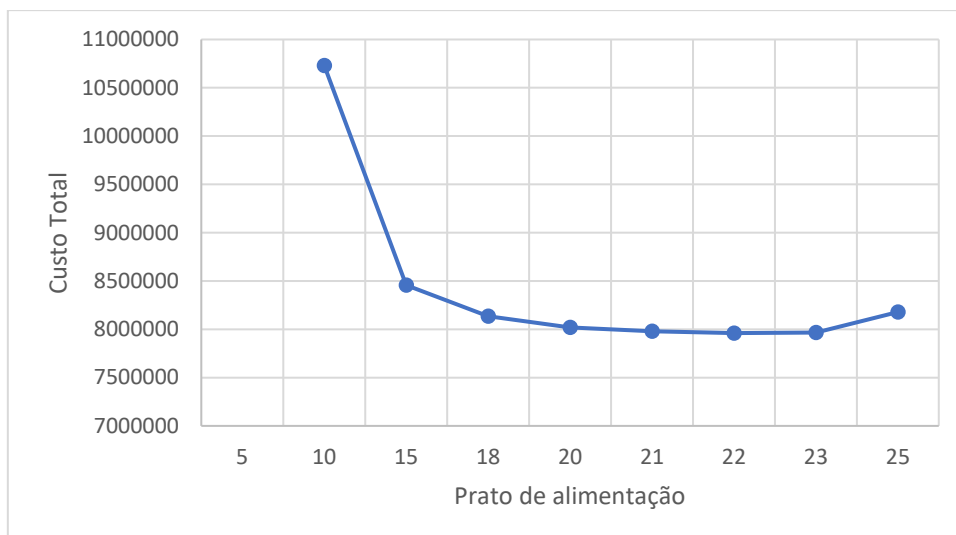


Figura 15. Otimização do prato de alimentação de C-1.

Em uma destilação que envolve mais de dois componentes, a determinação de número de estágios pelo método de McCabe-Thiele não é tão eficiente pois não considera a distribuição molar de cada componente nas correntes de entrada e saída. Por este motivo, métodos mais rigorosos tem sido pesquisados, como o método de Hengstebeck, que trata a separação multicomponente como uma separação binária composta somente pelos elementos-chave, que são definidos pelos 2 compostos que são separados com maior eficiência na torre. Inúmeras hipóteses são assumidas, como a limitação de concentração dos outros componentes, chamados de não-chaves, além de considerar as volatilidades relativas necessárias para o cálculo somente aquelas sob temperatura de ponto de bolha e ponto de orvalho. Após os cálculos, então, o número de pratos pode ser determinado da mesma maneira que pelo método de McCabe-Thiele.^[48]

A figura 16 mostra a curva de equilíbrio para o sistema binário composto pelo solvente orgânico DIPE, que sai totalmente no topo da coluna, e o ácido acrílico, que sai totalmente no fundo da coluna. Estes foram considerados como os componentes-chave para a determinação do número de pratos por este método.

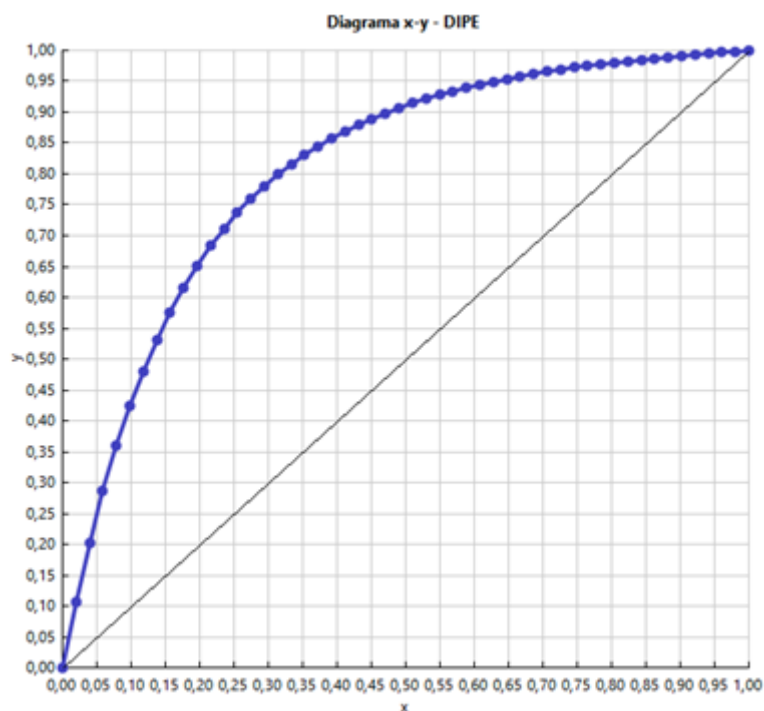


Figura 16. Diagrama de equilíbrio x-y para o par DIPE/Ácido acrílico.

VII. COLUNA DE DESTILAÇÃO C-2

É o equipamento final de purificação do produto-objetivo. A corrente de entrada, um líquido saturado contendo somente o ácido acrílico e o ácido acético, é inserida na coluna de destilação a 67,03°C e 0,10 bar e separada nos dois componentes, sendo que no fundo é pretendido que se tenha composição mássica de 99,9% ácido acrílico. O cálculo do projeto da segunda torre é realizado da mesma forma que para a primeira. Por este motivo, somente os valores calculados serão mostrados, na Tabela 40.

Tabela 40. Parâmetros de projeto da coluna de destilação C-2.

Parâmetros	Valor	Parâmetros	Valor
Q_L (m ³ /h)	4,82	τ (h)	0,167
Q_V (m ³ /h)	16282,31	H_T (m)	11,63
ρ_L (kg/m ³)	1006,68	e (mm)	7,24
ρ_V (kg/m ³)	0,30	W (kg)	7320,48
v_{lim} (m/s)	4,07	C (R\$)	39163,31

D (m)	1,18	C_A (R\$)	1448,92
N_P	20	C_T (R\$)	350209,89
H_{TD} (m)	11,55	-	

A otimização desta coluna de destilação levou em conta o preço de água de refrigeração, refeedor, condensador, tanque pulmão, bomba de refluxo e a própria coluna. O número de pratos desta torre que proporcionou o menor preço foi o de 20 pratos, como mostra a Figura 17. O prato de alimentação da solução otimizada também foi encontrado, e foi o de número 9, conforme mostra a Figura 18.

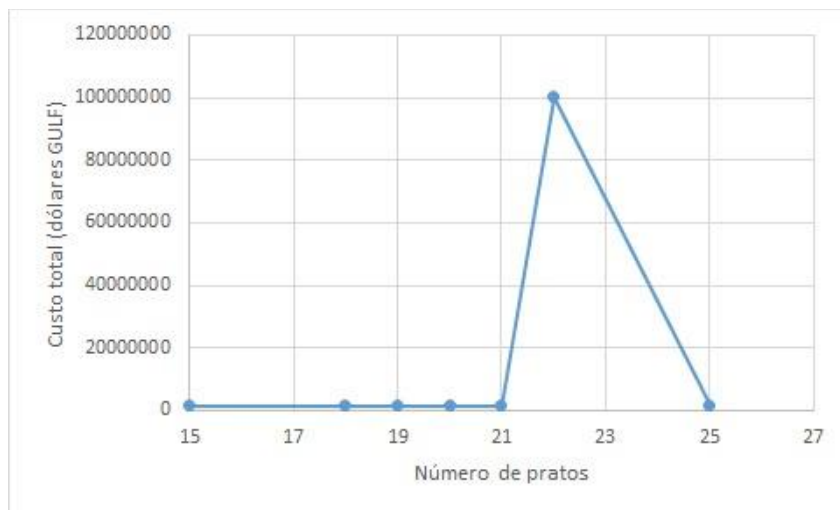


Figura 17. Otimização da Coluna C-2.

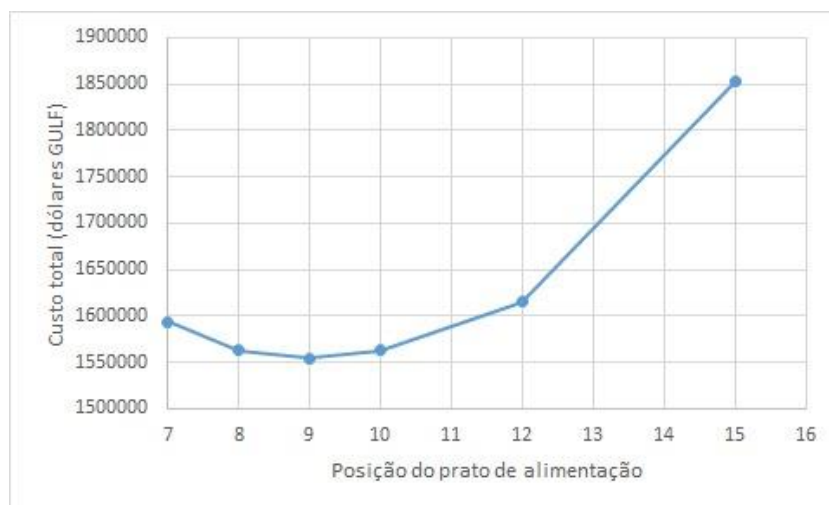


Figura 18. Prato de alimentação da C-2 otimizada.

Como são fornecidos pelo *HYSYS* os dados de razão de refluxo R_R , fração molar líquida do componente mais volátil no fundo da coluna x_B , fração molar líquida do componente mais volátil no topo da coluna x_D e a fração deste componente na alimentação como líquido x_F , é possível prever o número de pratos que a torre de destilação deve ter pelo método de determinação de parâmetros de McCabe-Thiele.

A equação de reta para a seção de retificação é dada pela Equação 49:

$$y_{n+1} = \frac{R}{R+1} x_N + \frac{1}{R+1} x_D \quad (49)$$

em que R_R = razão de refluxo, x_N é a fração molar líquida no prato N e y_{N+1} é a fração molar gasosa no prato N+1, contados de cima para baixo.⁴⁸

Como $R_R = 44,76$ e $x_D = 0,895$ e substituindo esses valores na equação acima, tem-se:

$$y_{n+1} = 0,978 \cdot x_N + 0,0195 \quad (50)$$

Quando $x_N = x_F = 0,018$, a reta de retificação é construída. Como procura-se obter uma fração nula de ácido acético (que é o produto mais volátil) no fundo, então $x_B = 0,00$ e a reta de esgotamento também é plotada no gráfico. A partir daí, é possível traçar as retas que indicam a numeração de cada prato. Pela Figura 19, esse número corresponde a 10 pratos.

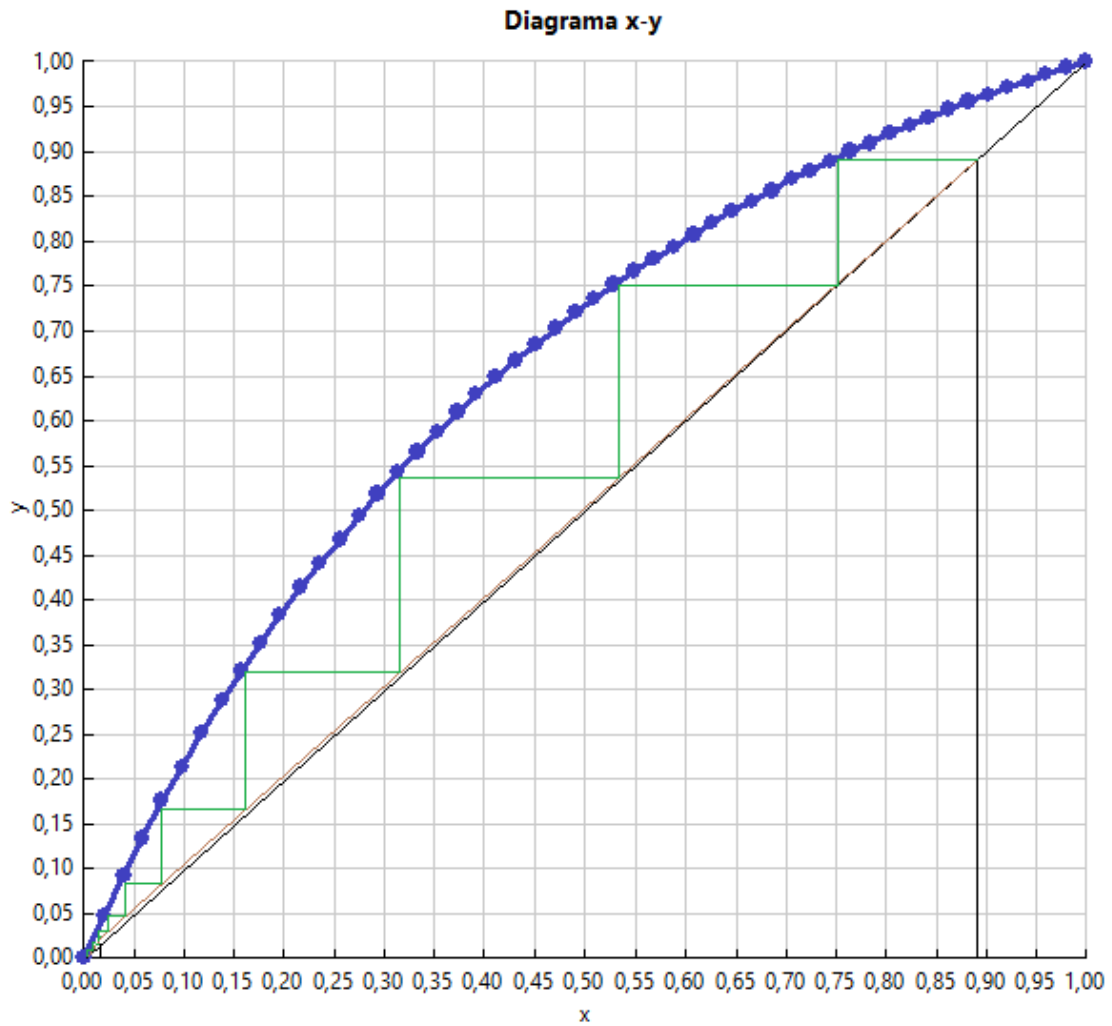


Figura 19. Determinação do número de pratos teóricos da coluna C-2 pelo método de McCabe-Thiele. Linha azul: curva de equilíbrio; linha verde: traçamento dos pratos; linha marrom; retas de retificação e esgotamento.

Como o mínimo de pratos calculado pela simulação foi de 13, para uma eficiência de 80%, então o método corroborou a informação dada pelo simulador, dado que o número real de pratos é o número teórico de estágios dividido pela eficiência destes, ou seja:^[50]

$$N_r = \frac{N_t}{\eta} \quad (51)$$

O número real calculado por essa equação foi de 12,5 que, arredondado para cima, resulta em 13 estágios. Vale notar que a coluna do projeto funciona com 20 pratos devido ao cálculo do ótimo econômico, que direcionou a este valor.

VIII. RECIPIENTES PULMÕES L-1 e L-2

O tanque pulmão tem como objetivo tornar controlável a vazão saída de destilado que será direcionado para o refluxo da torre. Caso este recipiente não existisse, haveria variação na saída deste líquido de acordo com a saída de gás no prato superior, tornando variável, também, a razão de refluxo, prejudicando o desempenho e eficiência da operação.

O projeto do pulmão é análogo ao de um separador, com a razão L/D igual a 5 e considerando-se o tempo de residência igual ao do líquido na torre, ou seja, de 10 minutos. As equações utilizadas são as mesmas, e os valores dos parâmetros para os pulmões das duas colunas de destilação são descritos na Tabela 41.

Tabela 41. Parâmetros de projeto do recipiente pulmão L-1.

Parâmetros	Valor	Parâmetros	Valor
Q_L (m ³ /h)	4,92	τ (h)	0,16
V (m ³)	2,46	e (mm)	4,34
D (m)	0,85	W (kg)	870,61
L (m)	4,28	C_T (U\$\$)	46833,05
P (bar)	1,00	-	-

Tabela 42. Parâmetros de projeto do recipiente pulmão L-2.

Parâmetros	Valor	Parâmetros	Valor
Q_L (m ³ /h)	75,65	τ (h)	0,16
V (m ³)	37,82	e (mm)	4,30
D (m)	2,13	W (kg)	5364,88
L (m)	10,64	C_T (U\$\$)	164848,69
P (bar)	1,00	-	-

Referências Bibliográficas

- [1] Basic Acrylic Monomer Manufacturers. *Acrylic Acid. A Summary of Safety and Handling*. 4 th. Edition 2013. Compiled by. Basic Acrylic Monomer Manufacturers, Inc.
- [2] ARKEMA. *Glacial Acrylic Acid: Product Information*. NORSOCRYL® GAA FG..
- [3] GHILARDUCCI, David P.; TJEERDEMA, Ronald S. *Fate and effects of acrolein*. In: *Reviews of environmental contamination and toxicology*. Springer New York, 1995. p. 95-146.
- [4] TURTON, Richard et al. *Analysis, synthesis and design of chemical processes*. Pearson Education, 2008.
- [5] TICHÝ, Josef. *Oxidation of acrolein to acrylic acid over vanadium-molybdenum oxide catalysts*. *Applied Catalysis A: General*, v. 157, n. 1-2, p. 363-385, 1997.
- [6] GIEBELER, Lars et al. *Structural changes of vanadium–molybdenum–tungsten mixed oxide catalysts during the selective oxidation of acrolein to acrylic acid*. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, v. 259, n. 1, p. 309-318, 2006.
- [7] KUZNETSOVA, T. G. et al. *Studies of copper-modified V– Mo oxide catalyst for acrolein oxidation to acrylic acid*. *Reaction Kinetics and Catalysis Letters*, v. 26, n. 3, p. 399-403, 1984.
- [8] BOTELLA, P. et al. *Selective oxidation of propane to acrylic acid on MoVNbTe mixed oxides catalysts prepared by hydrothermal synthesis*. *Catalysis letters*, v. 74, n. 3, p. 149-154, 2001.
- [9] BELLO, Fábio De Oliveira. *Desenvolvimento Tecnológico orientado ao mercado – uma estudo de caso da cadeia produtiva do ácido acrílico*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
- [10] DUBOIS, Jean-Luc; DUQUENNE, Christophe; HOLDERICH, Wolfgang. *Method for producing acrylic acid from glycerol*. U.S. Patent n. 7,910,771, 22 mar. 2011.
- [11] WERTHER, Joachim. *Fluidized-Bed Reactors*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2007.
- [12] – OHARA, Takashi. SATO, Takahisa. SHIMIZU, Noboru. SCHWIND, Günter P. H. WEIBERG, Otto. MARTEN, Klaus. GREIM, Helmut. *Acrylic Acid and Derivatives*, in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* 2003, Wiley-VCH, Weinheim

- [13] – ACTON, Ashton. *Alkenes—Advances in Research and Application*. 2013. Edition: ScholarlyBrief.
- [14] – BEEARS, Warren L.; EDEN, Jansen Jacob. *Preparation of beta-substituted acrylic acids*. U.S. Patent n. 2,623,067, 23 dez. 1952.
- [15] – CAMPOS, Patricia; JUN, Minsik; PURANMALKA, Rahul. *Production of Acrylic Acid from Ethylene*. 2014.
- [16] – AIDA, Taku Michael et al. *Dehydration of lactic acid to acrylic acid in high temperature water at high pressures*. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 50, n. 3, p. 257-264, 2009.
- [17] – XIAOBO, Xu; JIANPING, Lin; PEILIN, Cen. *Advances in the Research and Development of Acrylic Acid Production from Biomass*. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, v. 14, n. 4, p. 419-427, 2006.
- [18] – VETTA Química. *Ficha de informação de segurança do produto químico: Ácido acrílico*. Disponível em: <http://www.vettaquimica.com.br/wp-content/uploads/2013/06/%C3%81CIDO-ACR%C3%8DLICO.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2017.
- [19] – PINTO, G. C.; MENEZES, E. W.; PETZHOLD, C. L.; OLIVEIRA, E. R.; BENVENUTTI, E. V. *Preparação de dendrímeros PAMAM suportados em sílica e aplicação na separação de óleo em água*. 38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2015.
- [20] – JERDEE, Gary D. et al. *Polymeric based carpet*. U.S. Patent n. 6,291,048, 18 set. 2001.
- [21] – DOW Chemical. *Methyl acrylate, Product Safety Assessment*.
- [22] – BOURGEAT-LAMI, E.; ESPIARD, Ph; GUYOT, A. *Poly (ethyl acrylate) latexes encapsulating nanoparticles of silica: 1. Functionalization and dispersion of silica*. *Polymer*, v. 36, n. 23, p. 4385-4389, 1995.
- [23] – ZENG, Kai-Luen; KUO, Chien-Lin; CHIEN, I.-Lung. *Design and control of butyl acrylate reactive distillation column system*. *Chemical Engineering Science*, v. 61, n. 13, p. 4417-4431, 2006.
- [24] – NIESBACH, Alexander et al. *Esterification of Acrylic Acid and n-Butanol in a Pilot-Scale Reactive Distillation Column □ Experimental Investigation, Model Validation, and Process Analysis*. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, v. 51, n. 50, p. 16444-16456, 2012.

- [25] – AYMONIER, A. et al. *Design of pressure-sensitive adhesives by free-radical emulsion copolymerization of methyl methacrylate and 2-ethylhexyl acrylate. 1. Kinetic study and tack properties*. Chemistry of materials, v. 13, n. 8, p. 2562-2566, 2001.
- [26] – OSHITA, S.; CHAPMAN, B. K.; HIRATA, K. *Acrylic Block Copolymer for Adhesive Application*. PSTC Tape Summit 2012, 2012.
- [27] – ELLIOT, M. *Superabsorbent Polymers*, BASF AG, Ludwigshafen, Germany, 2004.
- [28] – SANTOS, Rodrigo V. de A. *Polímeros superabsorventes: processos de produção, aplicações e mercado*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2015.
- [29] – ALMEIDA, Jose I. et al. *Two-year follow-up of first human use of cyanoacrylate adhesive for treatment of saphenous vein incompetence*. Phlebology, v. 30, n. 6, p. 397-404, 2015.
- [30] – BONUTTI, Peter M.; WEIKER, Garrón G.; ANDRISH, Jack T. *Isobutyl Cyanoacrylate as a Soft Tissue Adhesive An In Vitro Study in the Rabbit Achilles Tendon*. Clinical orthopaedics and related research, v. 229, p. 241-248, 1988.
- [31] – LEGGAT, Peter A.; SMITH, Derek R.; KEDJARUNE, Urepor. *Surgical applications of cyanoacrylate adhesives: a review of toxicity*. ANZ Journal of Surgery, v. 77, n. 4, p. 209-213, 2007.
- [32] – WEAVER, David E.; CLARY, Everett J. *A one-step fluorescent cyanoacrylate fingerprint development technology*. J. Forensic Ident, v. 43, n. 5, p. 481-492, 1993.
- [33] – DAY, Joanna S. et al. *The detection of drugs of abuse in fingerprints using Raman spectroscopy II: cyanoacrylate-fumed fingerprints*. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, v. 60, n. 8, p. 1725-1730, 2004.
- [34] – LIU, Yuxiu et al. *Synthesis and herbicidal activity of 2-cyano-3-(2-fluoro-5-pyridyl) methylaminoacrylates*. Journal of Fluorine Chemistry, v. 126, n. 3, p. 345-348, 2005.
- [35] – LU, Shengli et al. *Quasi-solid-state dye-sensitized solar cells with cyanoacrylate as electrolyte matrix*. Solar energy materials and solar cells, v. 91, n. 12, p. 1081-1086, 2007.
- [36] – LIMA, Vanessa Silva de. *Modificação da goma de cajueiro para uso como floculante biodegradável no tratamento de águas*. 2013
- [37] – TranTech Consultant. *Chemical Profile: Crude Acrylic Acid*. 2014. Disponível em:

http://chemplan.biz/chemplan_demo/sample_reports/Crude_Acrylic_Acid_profile.pdf.

Acesso em: 22 jun 2017.

[38] – TranTech Consultant. *Chemical Profile: Glacial Acrylic Acid*. 2014. Disponível em: http://chemplan.biz/chemplan_demo/sample_reports/GAA_PROFILE.pdf. Acesso em: 22 jun 2017.

[39] – TranTech Consultant. *Chemical Profile: SAP*. 2014. Disponível em: http://chemplan.biz/chemplan_demo/sample_reports/SAP_Profile.pdf. Acesso em: 22 jun 2017.

[40] – Grand View Research. *Global Acrylic Acid market*. Disponível em: <http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-acrylic-acid-market>. Acesso em: 23 jun 2017.

[41] – MANTEGA, Min Guido. *Economia Brasileira*. São Paulo-Rio de Janeiro, 2009.

[42] – Dólar hoje. Disponível em: <http://www.dolarhoje.net.br/>. Acesso em: 26 jun 2017.

[43] - CABRA, L., de Lucas, A., Ruíz, F. and Ramos, M.J., 2010. *Metodologías del diseño aplicado y gestión de proyectos para Ingenieros Químicos*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca.

[44] - Yang, W. *Handbook of fluidization and fluid-particle systems*. New York: Marcel Decker, 2003.

[45] - Faraldos, M., Bañares, M. A., Anderson, J. A., Hu, H., Wachs, I. E., Fierro, J. L. G. *Comparison of Silica-Supported MoO₃ and V₂O₅ Catalysts in the Selective Partial Oxidation of Methane*. Journal of Catalysis 160, 214-221, 1996.

[46] – Sunkavalli, S. P., Roy, S., Suresh, P., Devaiah, U. K., Antony Raj, M. A. L. *Catalytic Vapour Phase Oxidation of Methanol to Formaldehyde using MnO₂ – MoO₃ and V₂O₅ Catalysts*. International Journal of Engineering Research & Technology, 3 (2), 2014.

[47] – Quarme, D. Quench Tower Design. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/303720302/Quench-Tower-Design>. Acesso em 12 de junho de 2017.

[48] – Kister, H. Z. *Distillation Design*. New York: McGraw-Hill. 1992.

[49] – Towler, G.; Sinnott, R. *Chemical Engineering Design: principles, practice and economics of plant and process design*. San Diego: Elsevier, 2008.

[50] – McCabe, W. L.; Smith, J.; Harriot, P. *Unit Operation of Chemical Engineering*. Singapura: McGraw-Hill International Editions, 1993

[51] – Treybal, R. E. *Mass-Transfer Operations*. Singapura: McGraw-Hill International Editions, 1980.

[52] – Koncsag, Claudia I; Barbulescu, Alina. *Liquid-liquid extraction with and without a chemical reaction*. In: El-Amin, Mohamed, (ed.) *Mass transfer in multiphase systems and its applications*. InTech, pp. 207-232, 2011.