

ESTUDO DA INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA DE UMA UNIDADE DE DESTILAÇÃO ATMOSFÉRICA E A VÁCUO

Alexandre M. Moreira, Ana Paula Pellanda, Carlos S. C. Veloz, Paulo J. Butrimavicius, Mário F. Porto (Petrobras), Victor R. R. Ahón (Consultor técnico), André L. H. Costa* (UERJ)

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, CEP 20550-900, Rio de Janeiro, RJ

A busca por uma maior eficiência energética tem sido uma preocupação constante nas atividades industriais do setor de petróleo e gás. O aumento dos custos de energia, a pressão pela redução das emissões de carbono para atmosfera e o aumento da competitividade a nível global são fatores preponderantes neste processo. Em uma refinaria de petróleo, o aquecimento do óleo cru para a destilação atmosférica está associado a um consumo de energia significativo. Para reduzir este consumo, as correntes quentes relativas às frações de petróleo resultantes da destilação, assim como os refluxos circulantes, são utilizados para pré-aquecer o óleo, diminuindo a carga dos fornos. Neste contexto, este trabalho apresenta a utilização da tecnologia *pinch* (tecnologia do ponto de estrangulamento energético) na proposição de uma rede de trocadores de calor referente a uma bateria de pré-aquecimento de óleo cru envolvendo as correntes das unidades de destilação atmosférica e a vácuo de uma das refinarias do Sistema Petrobras. O escopo do trabalho envolve não apenas a simples proposição do conjunto de trocas térmicas entre as correntes de processo, mas engloba a análise do sistema desde a seleção das correntes potenciais para integração, determinação do balanço de massa e energia da unidade através de uma ferramenta de simulação de processos, avaliação das propriedades das correntes, determinação do mínimo consumo de utilidades, identificação das trocas térmicas e análise de potenciais impactos operacionais. Os resultados obtidos são comparados com a rede de troca térmica existente, mostrando o potencial de ganho que pode ser alcançado através da utilização da metodologia proposta. Pode ser observado que a nova proposta envolve uma redução do consumo de utilidades quente e fria equivalente a 63,0% e 59,6%, respectivamente. Em relação ao número de trocadores, verifica-se que a rede proposta possui menos 6 trocadores.

refino de petróleo, integração energética, tecnologia pinch.

1. INTRODUÇÃO

Desde a crise do petróleo deflagrada na década de 70, os gastos energéticos têm sido um foco de atuação intensa na indústria do petróleo a nível mundial, através de estudos e análises no aumento da eficiência energética dos processos e na redução de gastos relativos a utilidades industriais. Mais recentemente, a busca pela racionalização do consumo de energia ganhou um impulso adicional em função da crescente preocupação ambiental em relação à redução das emissões de carbono para a atmosfera. Este quadro impacta as atividades de refino de petróleo, sendo realçado pela força do processo de globalização que intensifica o caráter competitivo das relações entre as empresas na busca por espaço no mercado consumidor em escala internacional. Especificamente no contexto brasileiro, verifica-se um cenário atual de produção e refino de petróleos pesados, com perspectivas de manutenção deste quadro. Desta forma tem-se como consequência um maior gasto energético para a produção dos seus derivados, devido à exigência de uma maior severidade nas condições de operação dos processos de refino.

Em uma refinaria, a destilação de petróleo envolve um consumo de energia significativo para aquecimento do óleo cru, partindo das condições de estocagem até uma temperatura compatível com a alimentação na torre de destilação. Para reduzir este consumo de energia, as correntes provenientes das frações destiladas e dos refluxos circulantes são usualmente utilizadas para ceder calor à corrente de óleo cru. Entretanto, em função da variedade de correntes envolvidas, o problema assume uma complexidade considerável, possibilitando um grande número de soluções, com diferentes índices de mérito.

Esta complexidade do problema de integração energética é também comum às indústrias de processos químicos de uma forma geral, verificando-se na literatura, no campo da engenharia química, um intenso esforço para o desenvolvimento de métodos eficientes para a síntese de redes de trocadores de calor (Furman e Sahinidis, 2002). Neste sentido, a abordagem via tecnologia *pinch* para a síntese de redes de trocadores de calor é uma metodologia simples, baseada em princípios fundamentais da termodinâmica, e que tem se mostrado efetiva na solução de vários problemas industriais, tal como ilustram os trabalhos recentes de Liporace e Marques (2001), Matijasevica e Otmacevica (2002), Wang et al. (2003), Souza Neto et al. (2004) e Pires e Zemp (2004).

Visando apresentar um estudo de caso da aplicação da tecnologia *pinch* em um processo de refino de petróleo, o presente trabalho consiste na otimização energética de uma unidade de destilação atmosférica e a vácuo. O trabalho envolve não apenas a proposição de um conjunto de trocas térmicas entre as correntes de

processo, porém engloba a simulação em estado estacionário da unidade para a determinação do balanço de massa e energia do processo, a avaliação das propriedades das correntes, a determinação do mínimo consumo de utilidades, a identificação das trocas térmicas e a análise de potenciais impactos operacionais. Os resultados obtidos são comparados com a rede de troca térmica existente, mostrando o potencial de ganho que pode ser alcançado através da utilização da metodologia proposta.

2. SIMULAÇÃO DA UNIDADE INDUSTRIAL

O presente trabalho teve como objeto central de estudo uma unidade de destilação de uma das refinarias do Sistema Petrobras. A mesma é composta basicamente de uma torre de destilação de pré-fracionamento, uma torre de destilação atmosférica, uma torre de destilação a vácuo, duas torres retificadoras laterais, duas dessalgadoras, quatro fornos, trocadores de calor, tubulações, medidores, controladores, válvulas e outros elementos periféricos.

A Figura 1 apresenta uma representação simplificada do processo (particularmente, para facilitar a visualização da unidade, os detalhes do esquema de integração energética existente foram suprimidos):

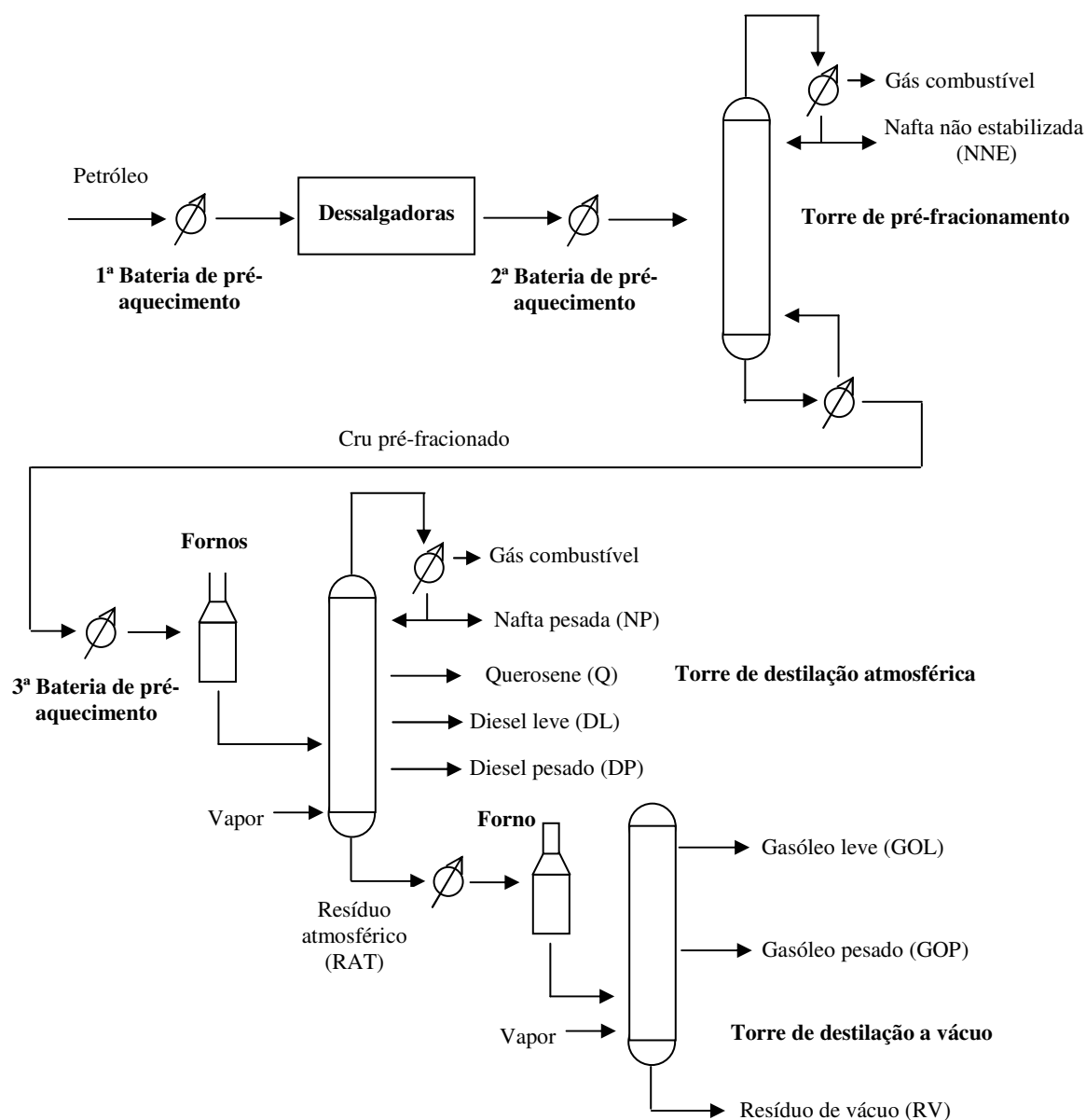


Figura 1. Unidade de destilação investigada

Com o objetivo de estabelecer um quadro de vazões, temperaturas e propriedades das correntes envolvidas na síntese da rede de trocadores de calor, foi necessário inicialmente determinar o balanço de massa e energia da unidade nas condições atuais de operação. A ferramenta computacional utilizada para esta tarefa foi o simulador PETROX, programa desenvolvido pela Petrobras para simulação de operações unitárias na indústria do petróleo.

Na simulação, foi tomada como referência uma data do ano de 2005 em que a unidade não apresentasse anormalidades na sua operação e que poderia fornecer dados de instrumentação da planta juntamente com dados referentes à qualidade dos produtos obtidos. Com este dia definido, buscou-se um intervalo de tempo em que as leituras dos instrumentos mostrassem uma uniformidade característica da operação em regime estacionário do processo. Este intervalo teve duração de nove horas, um espaço de tempo satisfatório para análise da unidade, sendo os valores considerados na simulação como a média das medidas no intervalo.

A carga da unidade na data analisada continha oito tipos de petróleos diferentes, sendo descrita no simulador através da mistura de oito correntes individuais, relativas a cada tipo de óleo cru, cujas características estavam disponíveis no banco de dados do simulador, juntamente com uma corrente de água de acordo com o teor medido no dia de referência da simulação. Para a descrição do comportamento termodinâmico do equilíbrio de fases na torre de pré-fracionamento e na torre atmosférica foi utilizado um pacote termodinâmico baseado na equação de estado de Soave-Redlich-Kwong (Soave, 1972). Na descrição do comportamento da torre de destilação a vácuo, foi utilizado um pacote baseado no modelo de Grayson-Streed (Grayson e Streed, 1963).

Na apresentação da estrutura da simulação referente a cada torre, assim como os resultados obtidos, todos os dados de vazão e carga térmica, foram normalizados de acordo com uma vazão da carga da unidade tomada por base em 1000 m³/d, evitando-se, desta forma, a divulgação de eventuais dados sigilosos.

2.1 Torre de pré-fracionamento

A torre de pré-fracionamento foi descrita na simulação através de 16 estágios, com eficiência de vaporização igual a 1 entre os pratos 1 e 8, e igual a 0,45 entre os pratos 9 e 16. A eficiência dos pratos 9 a 16 foi manipulada buscando reduzir as diferenças entre os valores simulados e medidos da temperatura no fundo da torre.

As correntes de alimentação na torre de pré-fracionamento são apresentadas na Tabela 1. Entre os dados disponíveis pela instrumentação da planta, a simulação da torre de pré-fracionamento envolveu o estabelecimento das especificações dos dados de entrada conforme apresentado na Tabela 2 (as três especificações se justificam em função da presença de um condensador parcial).

Tabela 1. Correntes de alimentação da unidade

Dados de Entrada	Unidade	Valor
Vazão do Cru Alimentado	m ³ /d	1000
Vazão de Vapor de Retificação	t/h	0,279

Tabela 2. Especificações da simulação da torre de pré-fracionamento

Dados de Entrada	Unidade	Valor
Vazão do Cru Pré-Fracionado	m ³ /d	870,3
Temperatura de Topo da Torre	°C	119,8
Temperatura do Refervedor	°C	187,4

Os resultados da simulação podem ser ilustrados através da Figura 2, que contém a curva de destilação ASTM D-86 para a nafta não estabilizada obtida na simulação, os valores experimentais e resultados alternativos utilizando o simulador Petrofine[®] da KBC. Em função do limite máximo de número de páginas do trabalho, em cada torre simulada será apresentada a curva de destilação de apenas um dos cortes.

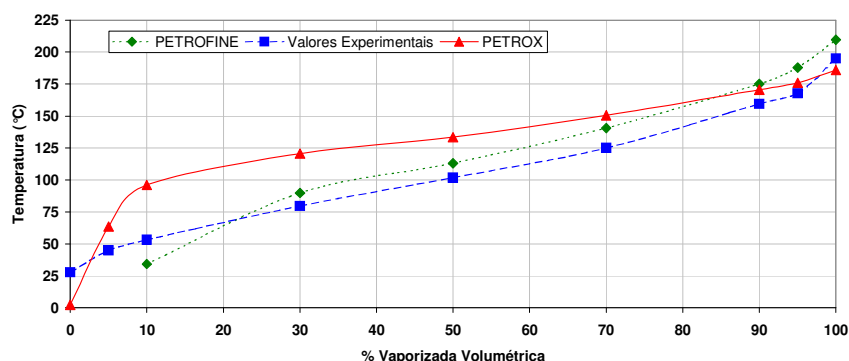


Figura 2. Curvas de destilação ASTM D-86 da nafta não estabilizada

2.2 Torre de destilação atmosférica

A torre de destilação atmosférica é alimentada com a corrente de cru pré-fracionado obtida no fundo da torre de pré-fracionamento. Convertendo as seções de recheio existentes para pratos, a simulação representa a torre atmosférica através de um total de 40 estágios. A eficiência dos estágios foi ajustada para 0,9, buscando reduzir as discrepâncias do perfil de temperatura entre a simulação e a instrumentação da planta.

O conjunto de vazões das correntes externas de entrada e das retiradas laterais da torre atmosférica, assim como as temperaturas e vazões dos refluxos circulantes estão apresentadas na Tabela 3 (a variação de temperatura no refluxo externo de diesel pesado possui valor nulo, pois indica uma transferência de parte da corrente de diesel pesado para uma seção imediatamente abaixo na própria coluna, sem modificação térmica). Os dados disponíveis pela instrumentação selecionados para as especificações dos dados de entrada na simulação estão na Tabela 4.

Tabela 3. Dados de vazões e temperaturas da simulação da torre atmosférica

Dados de Entrada	Unidade	Valor
Vazão de Alimentação de Gás Combustível	m ³ /d*	79,73
Vazão do Diesel Pesado	m ³ /d	124,22
Vazão do Querosene Retificado	m ³ /d	87,2
Vazão do Diesel Leve Retificado	m ³ /d	135,2
Vazão do Refluxo Circulante de Diesel Pesado	m ³ /d	235,72
Vazão do Refluxo Externo de Diesel Pesado	m ³ /d	71,75
Vazão de Vapor de Retificação de RAT	t/h	0,454
Vazão de Vapor de Retificação Lateral de Querosene	t/h	0,0374
Vazão de Vapor de Retificação Lateral de Diesel Leve	t/h	0,0145
Temperatura de Retorno do Refluxo Circulante de Diesel Pesado	°C	150,4
Variação de Temperatura de Refluxo Externo de Diesel Pesado	°C	0

* Vazão volumétrica nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP)

Tabela 4. Especificações da simulação da torre atmosférica

Dados de Entrada	Unidade	Valor
Vazão da Nafta Pesada	m ³ /d	31,89
Temperatura do Condensador	°C	34,5

Os resultados obtidos estão ilustrados através da Figura 3 que contém as curvas de destilação ASTM D-2887 para o resíduo atmosférico relativas à simulação, os valores experimentais e os resultados do simulador Petrofine®.

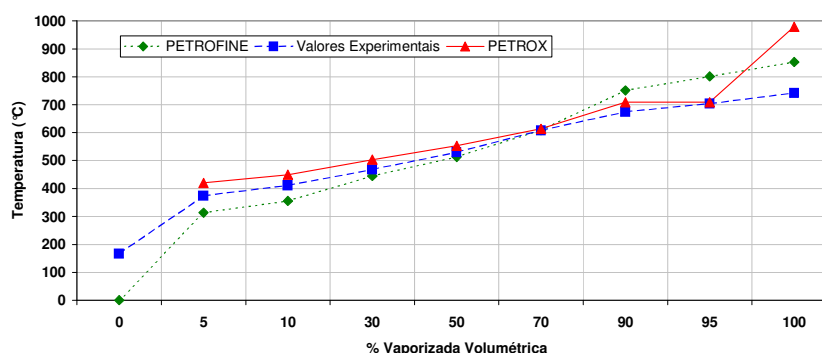


Figura 3. Curvas de destilação ASTM D-2887 do resíduo atmosférico

2.3 Torre de destilação a vácuo

A torre de destilação a vácuo recebe como carga a corrente de resíduo atmosférico proveniente da destilação atmosférica. A coluna existente possui três seções de recheio que foram simuladas através de três conjuntos de pratos teóricos contendo, respectivamente, quatro, dois e quatro estágios. O conjunto de dados de entrada desta unidade está apresentado na Tabela 5 (a vazão interna de líquido para o Estágio 4 é nula no contexto da retirada

lateral de gásóleo leve). A Figura 4 contém os resultados representados na forma da curva de destilação ASTM D-2887 da corrente de gásóleo pesado.

Tabela 5. Dados de entrada da simulação da torre a vácuo

Dados de Entrada	Unidade	Valor
Vazão do Refluxo Circulante de GOC	m ³ /d	125,2
Vazão interna de líquido no Estágio 4	m ³ /d	0
Vazão interna de líquido no Estágio 6	m ³ /d	132,7
Temperatura do Estágio 4	°C	187,8
Temperatura do Estágio 6	°C	318,5
Vapor de retificação total	t/h	1,630

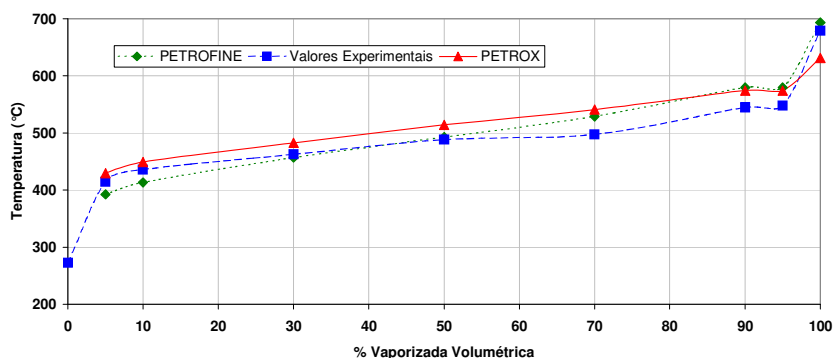


Figura 4. Curvas de destilação ASTM D-2887 do gásóleo pesado.

2.4 Aderência dos resultados

Uma visão geral da aderência entre os resultados da simulação e as medidas relativas à instrumentação da planta e os dados laboratoriais pode ser verificada na Figura 5, onde a densidade referente aos diversos cortes é comparada. De uma forma geral, considerando-se os obstáculos usualmente encontrados na simulação de unidades existentes em operação (por exemplo, erros de medida, limitações do número de dados disponíveis, etc.), pode-se considerar que a simulação foi capaz de descrever razoavelmente o comportamento da unidade em análise.

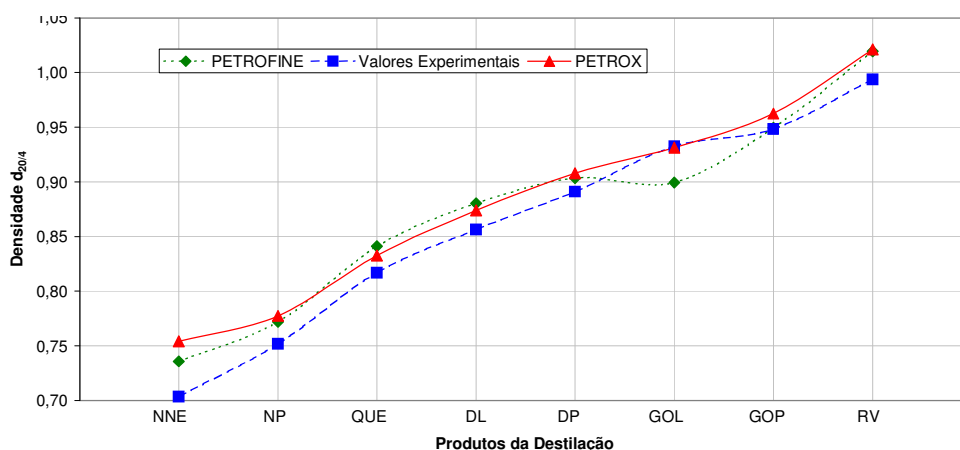


Figura 5. Densidades das diversas frações da destilação

3. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS CORRENTES

A seleção das correntes envolvidas na integração energética baseia-se na análise do fluxograma de processo, identificando-se as correntes quentes e frias que participarão do processo de síntese de redes de trocadores de calor. Nesta análise, em relação ao problema investigado, optou-se por excluir da integração energética as correntes de gás combustível, em virtude da sua limitada disponibilidade de energia. Adicionalmente, por decisão da equipe de operação da refinaria, o refeedor da torre de pré-fracionamento também foi excluído.

As propriedades deste conjunto de correntes foram resgatadas dos resultados da simulação. Com vista à integração energética, a principal propriedade corresponde à entalpia da corrente, que permite determinar a taxa de capacidade calorífica (produto da vazão mássica pela capacidade calorífica). Este valor foi determinado para cada corrente através de um procedimento de linearização adequado, descrito na Subseção 3.1.

A Tabela 6 apresenta o conjunto de correntes envolvidas na integração energética, juntamente com as temperaturas inicial e final e a taxa de capacidade calorífica calculada (coerente com a normalização adotada na apresentação dos resultados da simulação).

Tabela 6. Correntes da integração energética.

Corrente	Temperatura inicial (°C)	Temperatura final (°C)	Taxa de capacidade calorífica (kW/°C)
Correntes Frias			
Petróleo Cru	35,0	144,0	23,29
Cru Dessalgado	144,0	181,2	22,41
Cru Pré-Fracionado	187,4	381,9	27,55
Resíduo Atmosférico	353,0	395,5	16,43
Correntes Quentes			
Vapor de Topo do Pré-Fracionamento	119,8	37,6	14,61
Vapor de Topo da Atmosférica	149,7	101,1	13,38
Querosene	195,9	45,0	1,91
Diesel Leve	262,7	45,0	3,22
Diesel Pesado para Tanque	150,4	45,0	2,74
Diesel Pesado	325,9	150,4	9,91
Gasóleo Leve	187,8	52,2	9,81
Refluxo Circulante de Gasóleo Leve	85,0	52,2	6,62
Gasóleo Pesado para Tanque	211,7	85,0	5,54
Gasóleo Pesado	318,5	211,7	22,94
Resíduo de Vácuo	373,8	318,5	14,34
Quench	318,5	311,0	3,80

3.1 Linearização das Curvas de Aquecimento/Resfriamento

Uma vez que as curvas de aquecimento e resfriamento das correntes foram calculadas utilizando um simulador rigoroso, as mesmas não são representadas exatamente através de uma reta. A Figura 6 apresenta a representação gráfica destas curvas para algumas das correntes envolvidas na integração energética.

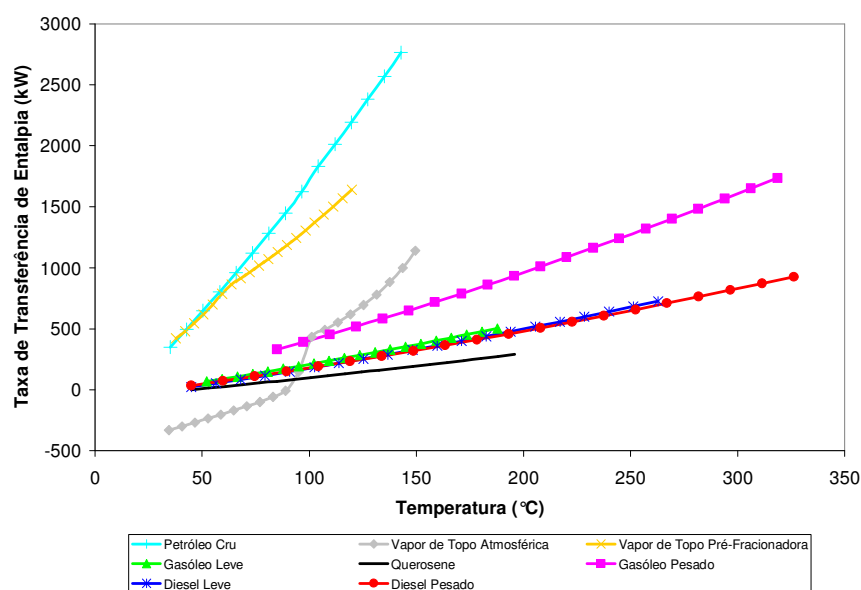


Figura 6. Curvas de aquecimento e resfriamento de correntes

O procedimento de linearização adotado baseia-se no estabelecimento de uma reta secante entre o ponto inicial e final da curva, onde a inclinação permite determinar a taxa de capacidade calorífica correspondente. Como as curvas apresentam pequenas variações em sua inclinação, este procedimento implicou em desvios máximos na temperatura inferiores a 4 °C. Considerando que na síntese adotou-se uma diferença de temperatura mínima (*approach*) de 15 °C, pode-se considerar que a aproximação adotada não impacta de forma severa na força motriz das trocas propostas na rede.

A única exceção corresponde à corrente de vapor de topo da torre atmosférica que, conforme pode ser observado na Figura 6, apresenta uma grande variação na sua inclinação devido à mudança de fase. Entretanto, uma vez que esta é uma corrente quente, seu traçado implica que a reta secante estará abaixo da curva em um diagrama Temperatura x Entalpia, ou seja, ao participar da integração energética, o valor real da diferença de temperatura entre esta corrente e uma outra corrente fria será superior aquele previsto no procedimento de síntese, preservando assim a viabilidade da troca.

4. DETERMINAÇÃO DO MÍNIMO CONSUMO DE UTILIDADES E DA TEMPERATURA *PINCH*

Após a aplicação do procedimento da tecnologia *pinch* na análise do consumo de utilidades (Linnhoff e Hindmarsh, 1983), utilizando o código computacional *pinch* (Oliveira Filho et al., 2006), determinou-se a temperatura *pinch* em 303,5 °C / 318,5 °C, associado a um mínimo consumo de utilidade quente equivalente a 1990 kW e utilidade fria equivalente a 3540 kW. A Figura 7 apresenta as curvas compostas quente e fria relativas a este resultado.

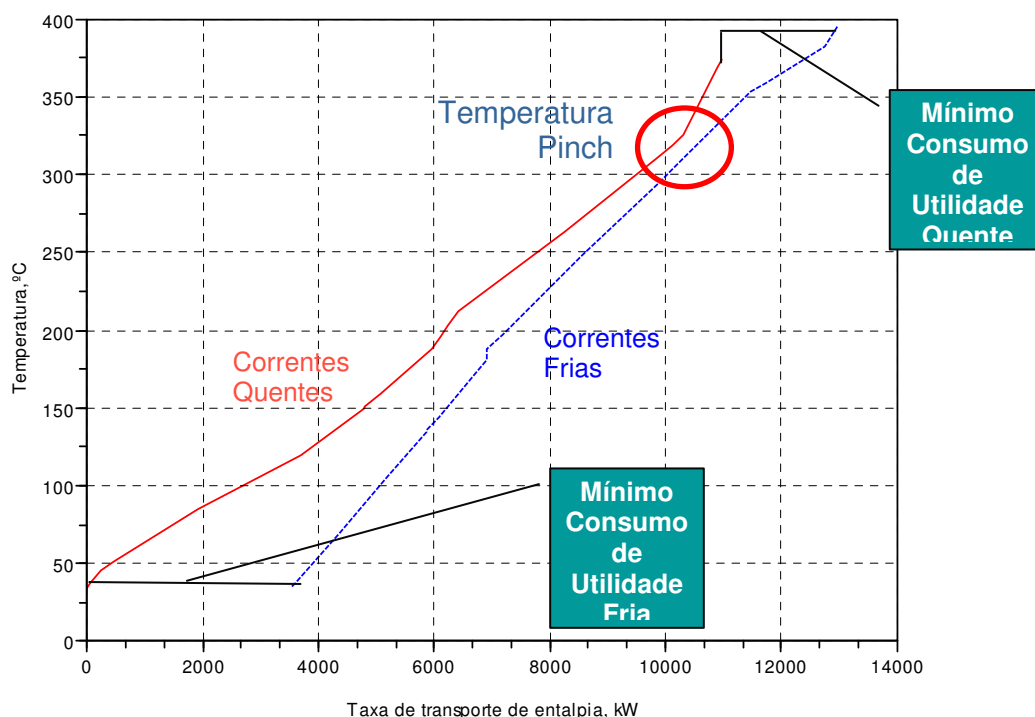


Figura 7. Curvas compostas quente e fria

5. SÍNTESE DA REDE DE TROCADORES DE CALOR

A partir da divisão do problema acima e abaixo da temperatura *pinch*, gerou-se uma rede de trocadores de calor conforme o diagrama apresentado na Figura 8 e o fluxograma de processo correspondente presente na Figura 9. Adotou-se como estratégia na síntese da rede, tentar efetuar o mínimo de modificações na rede atual, reduzindo-se assim o custo de uma eventual implantação da proposta considerada.

Comparando-se o desempenho da rede obtida com a rede existente, verifica-se que a nova proposta envolve uma redução do consumo de utilidades quente e fria equivalente a 63,0% e 59,6%, respectivamente, em relação ao consumo atual. Em relação ao número de trocadores, verifica-se que a rede proposta possui menos 6 trocadores.

Do ponto de vista econômico, o ganho obtido na redução do consumo de utilidade quente envolveria uma economia de 0,642 US\$ / m³ de óleo cru processado.

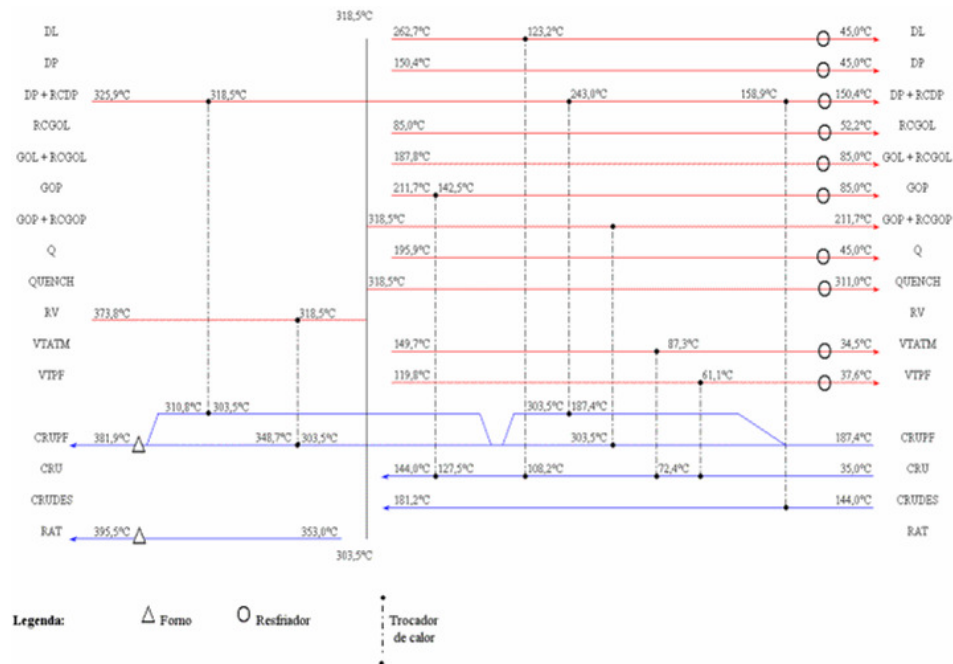


Figura 8. Representação da rede de trocadores – Legenda: DL: diesel leve para tanque, DP: diesel pesado para tanque, DP+RCDF: Diesel pesado total (tanque e refluxo circulante), RCGOL: refluxo circulante de gasóleo leve, GOL + RCGOL: Gasóleo leve total (tanque e refluxo circulante), GOP: Gasóleo pesado para tanque, GOP + RCGOP: Gasóleo pesado total (tanque e refluxo circulante), Q: Querosene para tanque, QUENCH: Quench, RV: Resíduo de vácuo, VTATM: Vapor de topo da Torre Atmosférica, VTPF: Vapor de Topo da Torre de Pré-Flash, CRUPF: Cru pré-fractionado, CRU: Petróleo cru, CRUDES: Cru dessalgado, RAT: Resíduo atmosférico.

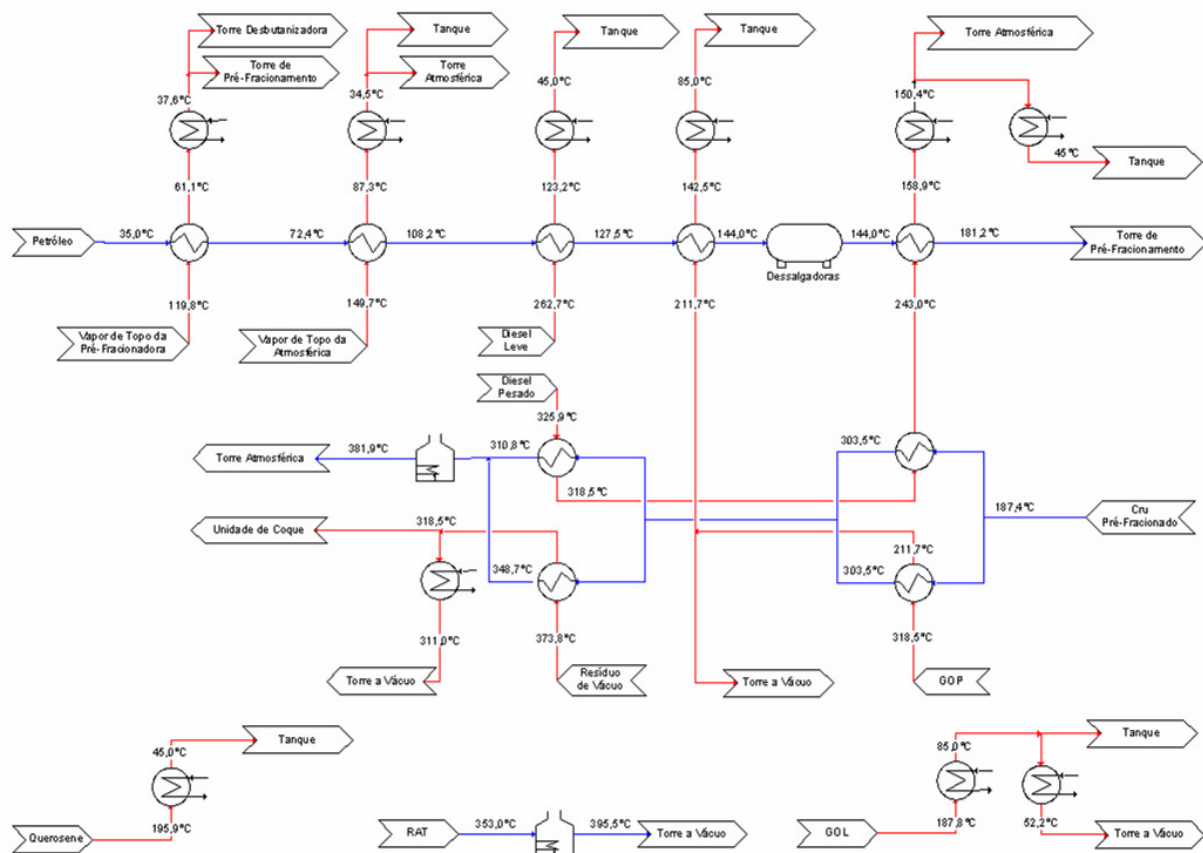


Figura 9. Fluxograma de processo da rede de trocadores de calor sintetizada

6. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta um estudo da aplicação da tecnologia *pinch* na integração energética de uma unidade destilação de petróleo em uma refinaria do sistema Petrobras. Uma característica importante do trabalho baseia-se em seu escopo estendido quando comparado com as abordagens tradicionais no estudo da integração energética, que partem de um quadro de correntes já consolidado. Neste trabalho, a análise se inicia no estabelecimento dos balanços de massa e energia da unidade através da utilização de uma ferramenta de simulação. A partir destes dados, as propriedades das correntes envolvidas na síntese são tabuladas, utilizando nesta tarefa um procedimento de linearização adequado para a determinação da taxa de capacidade calorífica. Finalmente, o mínimo consumo de utilidades e a temperatura *pinch* são identificados, e a síntese da rede é conduzida. Comparando a rede existente com a nova rede proposta observa-se um potencial para uma considerável redução no consumo de utilidades, concomitantemente inclusive a uma redução do número de trocadores de calor em operação. Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se sugerir a aplicação de técnicas de reconciliação de dados para tratamento prévio das informações colhidas através da instrumentação do processo.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Petrobras pelo acesso ao problema industrial proposto que permitiu o desenvolvimento deste trabalho.

8. REFERÊNCIAS

- FURMAN, K.C.; SAHINIDIS, N.V. A Critical Review and Annotated Bibliography for Heat Exchanger Network Synthesis in the 20th Century. **Industrial Engineering Chemistry Research**, v.41, p.2335-2370, 2002.
- GRAYSON, H.G.; STREED, C.W. Vapor-liquid equilibria for High Temperature, High Pressure Hydrogen-Hydrocarbon. **Proc. of the Six World Petroleum Congress - Section III**, Frankfurt, p. 223-245, 1963.
- LINNHOFF, B.; HINDMARSH, E. The Pinch Design Method for Heat Exchanger Networks, **Chemical Engineering Science**, v.38, p. 745-763, 1983.
- LIPORACE, F.S., MARQUES, N.A.F. Aplicação da Tecnologia Pinch na Revamp da Bateria de Trocadores de Calor da UFCC da REDUC. **1º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás**, Natal, 2001.
- MATIJAŠEVIČ, L.; OTMAŠEL, H. Energy Recovery by Pinch Technology. **Applied Thermal Engineering**, v.22, p.477-484, 2002.
- OLIVEIRA FILHO, L. O.; AHÓN, V. R. R.; COSTA, A. L. H.; QUEIROZ, E. M. Avaliação do Impacto das Incertezas sobre os Dados de Processo em uma Análise via Tecnologia Pinch. **XVI Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ**, Santos, 2006.
- PIRES, V. F. M.; ZEMP, R. J. Análise Energética Global de um Complexo Petroquímico. **XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ**, Curitiba, 2004.
- SOAVE, G. Equilibrium constants from a modified Redlich-Kwong Equation of State. **Chemical Engineering Science**, v.27, n.6, p. 1197-1203, 1972.
- SOUZA NETO, J. N.; PACHECO, J. G.; SACRAMENTO, L. A.; KALID, R.; MAGALHÃES, S. L. F.; QUEIROZ, E. M.; PESSOA, F. L. P. Metodologia para Aquisição e Validação de Dados Operacionais para Aplicação da Tecnologia Pinch numa Planta de Polietileno. **XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Curitiba, 2004.
- WANG, Y.; DU J.; WU, J.; HE, G.; KUANG, G.; FAN, X.; YAO, P.; LU, S.; LI, P.; TAO, J.; WAN, Y.; KUANG, Z.; TIAN, Y. Application of Total Process Energy-Integration in Retrofitting an Ammonia Plant. **Applied Energy**, v.76, p.467-480, 2003.

STUDY OF THE ENERGY INTEGRATION OF AN ATMOSPHERIC AND VACUUM DISTILLATION UNIT

The search for larger energy efficiencies has become a permanent concern in the industrial operations of the oil and gas sector. The increase of energy prices, the pressure for the reduction of the carbon emissions and the higher worldwide market competition are determinant factors in this sector. In a petroleum refinery, the crude oil heating for the atmospheric distillation demands significant energy consumption. In order to reduce this consumption, the hot streams corresponding to the petroleum fractions and pumparounds are employed to preheat the oil, consequently, diminishing the furnace load. In this context, this work presents the utilization of

pinch technology in the proposal of a heat exchanger network for crude preheat, involving the streams of the atmospheric and vacuum distillation of a Petrobras refinery. The scope of the paper does not involve only the simple proposition of a set of heat transfer matches between process streams, but also includes the analysis of the system encompassing the stream selection for the energy integration, the determination of mass and energy balances using a flowsheet simulator, the evaluation of stream properties, the determination of the minimum utility consumption, identification of heat transfer matches and analysis of potential operating impacts. The obtained results are compared with the existent heat exchanger network, showing the potential gain that can be achieved through the proposed method. It can be observed that the new network proposal involves a hot and cold utility consumption reduction equivalent to 63,0% and 59,6%, respectively. In relation to the number of heat exchangers, the new network has less 6 exchangers.

Petroleum refining, energy integration, pinch technology.

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.