



PRODUÇÃO DE METANOL ATRAVÉS DA RECUPERAÇÃO DO CO₂ EFLUENTE DE PROCESSOS QUÍMICOS: IMPORTÂNCIA, ANÁLISE ECONÔMICA E O IMPACTO NA REDUÇÃO DAS EMISSÕES DO CO₂ PARA A ATMOSFERA

E. R. BRAGA

Universidade Salvador, Departamento de Engenharia Química
E-mail: eduardobraga82@yahoo.com.br

RESUMO: Anualmente toneladas de dióxido de carbono (CO₂) são lançadas na atmosfera por meio das indústrias. Este fato, além de causar grandes prejuízos ambientais, também acarreta desperdício energético, pois o CO₂ pode ser utilizado como reagente em algumas reações. Uma delas é formação de metanol pelo gás de síntese. Tendo em vista essa possível aplicação do CO₂, realizou-se então um estudo de viabilidade técnica e econômica para verificar se a produção de metanol através CO₂ recuperado de processos químicos é ou não viável, com o objetivo de aliar sustentabilidade e rentabilidade. Com o auxílio do simulador Aspen HYSYS 2.2, foi possível dimensionar os principais equipamentos do processo em questão, e posteriormente o cálculo do investimento total e o fluxo de caixa foi realizado para 10 anos de operação. No fim, verificou-se que o projeto aqui proposto atingiu os critérios econômicos do valor presente líquido (VPL) e da taxa interna de retorno (TIR) e ainda resultou em uma diminuição de 75,13% da quantidade de CO₂ que é emitido para a atmosfera. Com isso, este estudo atende tanto aos critérios econômicos, quanto ao critério de sustentabilidade ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Dióxido de carbono; Metanol; Sustentabilidade; Rentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O aquecimento global é atualmente um dos maiores problemas enfrentados pela humanidade. Um dos principais responsáveis pelo aquecimento do planeta é o efeito estufa, que faz com que parte da radiação solar refletida pela superfície terrestre seja absorvida por alguns gases presentes na atmosfera, fazendo essa radiação ficar presa no planeta e gerando aumento na temperatura. As consequências desse aumento são: Derretimento das geleiras polares, gerando aumento do nível dos mares e oceanos, desertificação, alterações climáticas como acontecimento de furacões, perda de áreas férteis, extinção de algumas espécies de vegetais e animais, entre outras consequências. Os gases responsáveis pela absorção da radiação refletida são chamados de gases-estufa. Quanto maior a concentração dos gases-estufa na atmosfera, maior será o calor absorvido e conseqüentemente aumento na temperatura global. Dentre esses gases, destacam-se o dióxido de carbono, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Desses gases, o CO₂ é o que causa maior impacto, pois sua emissão na atmosfera é feita de forma bastante intensa, principalmente por meio de automóveis e indústrias. O Brasil tem uma meta da redução

das emissões de CO₂ em 43% até 2030. Diversas alternativas são desenvolvidas e colocadas em prática a fim de controlar e reduzir o volume dessas emissões. Em âmbito industrial, o CO₂ não é apenas um efluente gasoso, mas sim reagente em determinados processos, como na produção do gás de síntese que é utilizado para a formação do metanol, matéria-prima fundamental para a produção de biocombustíveis. Atualmente, cerca de 95% do biodiesel produzido no Brasil é via rota metílica, por essa rota ainda ser mais vantajosa economicamente e a maioria das usinas terem seus equipamentos já adequados para essa rota. A produção de metanol a partir da recuperação do dióxido de carbono seria um passo interessante para o Brasil, já que o país não é autossuficiente em metanol (importa a maioria do metanol que consome) e ainda haveria uma colaboração ambiental. O potencial energético do país também poderia aumentar, pois com o metanol produzido no país, a demanda por biocombustíveis seria atendida com mais facilidade e o preço poderia ser reduzido. Tendo em vista o papel ambiental e a aplicação do CO₂, métodos são desenvolvidos para sua captura e posterior recuperação. Os métodos mais utilizados são absorção química por solução de aminas, adsorção com variação de pressão, e utilização de membranas de separação, que, se forem empregados em condições ideais, proporcionam valores de recuperação e pureza do CO₂ superiores a 90 % (Hongjun *et al.*, 2011). A formação do metanol é feita a partir da reação entre o CO₂ e o CH₄, formando o gás de síntese, que é então convertido em metanol. As etapas do processo são apresentadas na figura 1.

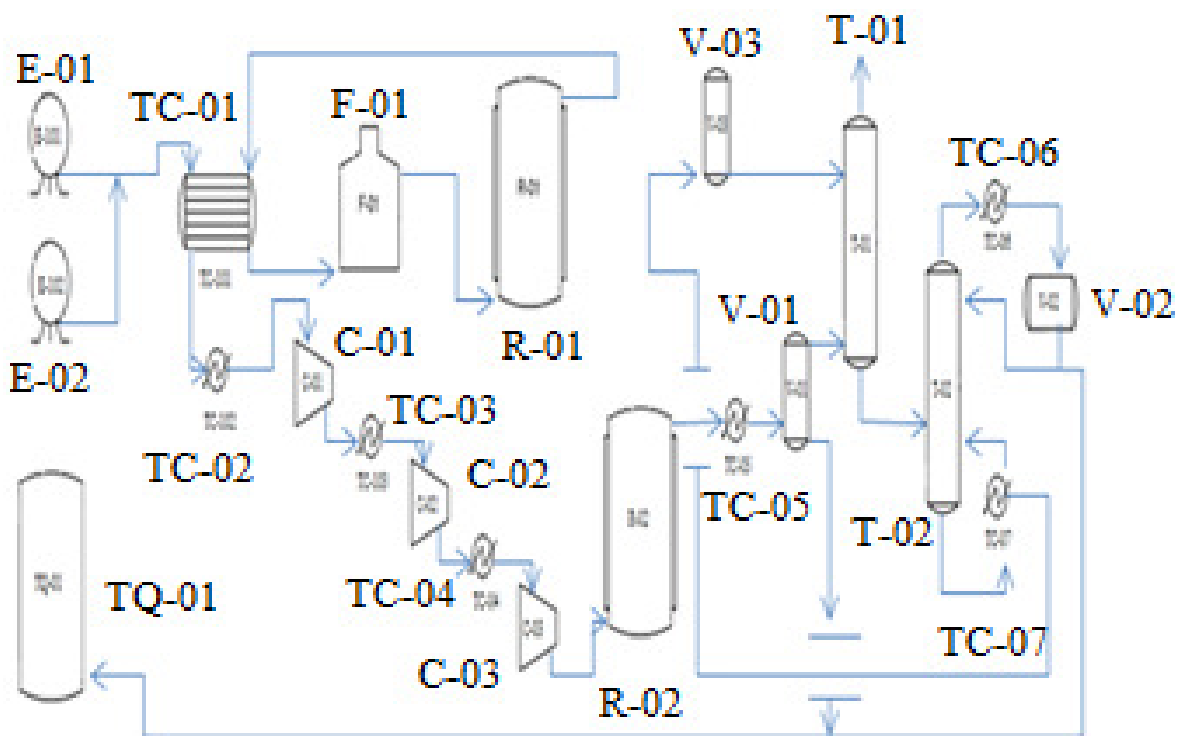


Figura 1 – Fluxograma do processo de formação do metanol. (Elaboração própria).

O gás natural (principal fonte de CH₄) estocado na esfera E-01 e o CO₂ estocado na esfera E-02, são pré-aquecidos no trocador de calor TC-01 através dos produtos da reação do

gás síntese e posteriormente são aquecidos no forno F-01 até a temperatura da reação. No reator R-01 acontece de fato a reação entre o CO₂ e o CH₄, dando-se origem ao chamado gás de síntese. O gás de síntese é composto por uma mistura basicamente de gás hidrogênio (H₂) e monóxido de carbono (CO). A reação para a formação do gás de síntese é apresentada na figura 2.

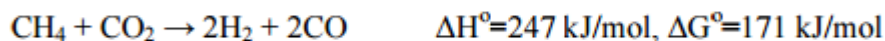


Figura 2 – Reação para a formação do gás de síntese. (Elaboração própria).

O gás de síntese é o produto intermediário do processo, já que o metanol será originado da reação entre o H₂ e o CO contidos no gás de síntese. Após deixar o R-01, o gás segue para TC-01 onde aquecerá a carga reagente de CO₂ e gás natural. O gás de síntese é resfriado no TC-02 e passará pelos compressores C-01, C-02 e C-03 com o intuito de se atingir a pressão requerida para a formação do metanol. A reação da formação do metanol é apresentada na figura 3.

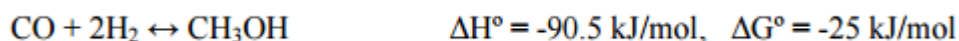


Figura 3 – Reação para a formação do metanol. (Elaboração própria).

O metanol formado no reator R-02, é resfriado no TC-05 e seguirá para o vaso *flash* V-01, onde parte do metanol sairá especificada no fundo. A corrente de topo do V-01 segue para a coluna de absorção T-01, onde a água absorverá o metanol. A mistura água e metanol seguirá para a coluna de destilação T-02, onde o metanol sairá especificado como produto de topo e seguirá para o tanque de estocagem TQ-01, juntamente com o metanol já especificado no V-01. A corrente efluente gasosa da T-01 é de onde sairá a maior parte do CO₂ recuperado e posteriormente usado como reagente. A reação de formação do metanol ocorre sob temperatura de 250-260 °C e pressão de 50-100 bar (Wells, 1999). Já o gás de síntese é produzido através da reação entre o CH₄ e o CO₂, sob temperatura de 850-750 °C e pressão de 1 atm (Shamsi, 2002).

2. METODOLOGIA

No ano de 2011 a Petrobrás anunciou que estava realizando o projeto de um complexo gás-químico em Linhares-ES. Dentro desse complexo, seriam produzidas 790 mil toneladas anuais de metanol, já que ela considera um bom valor para se reduzir a quantidade total de metanol que o Brasil importa. Então se pode considerar esse valor como base para a avaliação econômica, ambiental e técnica, pois ele reflete o déficit e a carência do país. Para a verificação da viabilidade de implantação de uma planta de metanol via gás de síntese utilizando CO₂ recuperado, foi realizada a simulação do processo no simulador *Aspen HYSYS 2.2*, no qual foram obtidas todas as propriedades físicas e químicas em todas as etapas do processo proposto, a fim de se dimensionar os equipamentos principais. O preço de cada equipamento foi determinado através do site sítio eletrônico *matche*, que fornece o preço de cada equipamento referente ao ano de 2014.

Para a verificação do custo da unidade de captação e recuperação do CO₂, utilizaram-se os seguintes critérios: O investimento total para a unidade de recuperação será 76% do investimento total da planta em que não ocorre a recuperação (Metz *et al*, 2005) e o custo por cada tonelada de CO₂ recuperada é de U\$\$ 44,00 (Metz *et al*, 2005). O processo de purificação do CO₂ empregado é o da absorção por monoetanolamina (MEA), por ser o método mais comum de aplicação. A pureza do metanol deve ser de no mínimo 99,85% p/p, segundo dados da empresa COPENOR em seu *site* no ano de 2016.

Os demais critérios serão apresentados na seção 2.1.

2.1. Premissas Do Estudo

- 1) O sítio eletrônico *matche* fornece os preços dos equipamentos para os Estados Unidos; os equipamentos tiveram seus preços acrescidos de 65 %, para cobrir taxas de internacionalização e transporte internacional, e de mais 5 %, equivalentes aos custos de transporte em território nacional;
- 2) Para se determinar se o projeto é viável economicamente ou não, utilizaram-se dois critérios: O primeiro é de que a razão entre o valor presente líquido (VPL) e o investimento total deve ser um valor maior ou igual a 2. O segundo critério é de que a taxa interna de retorno (TIR) deve apresentar um valor maior ou igual a 15% (Copeland, 2001);
- 3) Assumiu-se um fator de projeto de 98,5% ao ano (considerando-se assim os dias em que a planta ficará fora de operação), sendo feito um acréscimo na carga da planta para compensar esses dias (Corrêa, 2013);
- 4) A vazão de projeto foi a de 790 mil toneladas de metanol por ano;
- 5) Foi-se considerado o gás natural como a fonte do metano e admitindo que ele possua em sua composição (em volume): 90% metano, 6% etano, 3% propano e 1% outros gases;
- 6) Para os cálculos dos tanques que armazenam reagentes, admitiu-se um tempo de residência de 10 dias. Já para os vasos, o tempo de residência considerado foi de 20 minutos (Falcão, 2008);
- 7) Os compressores foram projetados considerando-se uma eficiência de 75% (Salvador, 1999);
- 8) O forno foi projetado considerando sua eficiência mínima aceitável que é de 85% (Mustafa, 2008);
- 9) Para vasos do tipo flash que possuem diâmetros distintos, padroniza-se todo o vaso com o maior diâmetro encontrado (Falcão, 2008);
- 10) Para os vasos, reatores e colunas, utiliza-se uma relação L/D (comprimento/diâmetro) igual à 3 (Falcão, 2008);
- 11) Os diâmetros foram padronizados de 5 em 5 cm (Falcão, 2008);
- 12) Para o cálculo do vaso de *flash*, considerou-se um fator de arraste de 0,6 (Falcão, 2008);
- 13) Para a seleção do material de cada equipamento, adotaram-se os seguintes critérios: Equipamentos que trabalhem a temperatura entre 200-500°C e com fluidos corrosivos serão de aço inox 304. Equipamentos que trabalhem a temperaturas maiores de 500°C serão de aço inox 316. Para os demais, utilizou-se aço carbono comercial (Falcão, 2008).
- 14) Para os trocadores de calor, utilizou-se a variação logarítmica de temperatura como apenas 85% de seu valor real, considerando-se assim uma condição mais crítica do projeto (Mustafa, 2008);
- 15) A pressão máxima de operação é a pressão normal de operação adicionada de 10% (Falcão, 2008);

- 16) Para o cálculo da espessura dos equipamentos, considerou-se a pressão de projeto como o maior valor entre 10% a mais da pressão máxima de operação e a pressão máxima de operação adicionada de 3,5 kgf/cm² (Falcão, 2008);
- 17) Para o cálculo das espessuras, considerou-se o valor da eficiência de solda de 85% e a tensão admissível tanto do aço carbono quanto do aço inox de 108000 kPa (Falcão, 2008);
- 18) Considerou-se que a fábrica terá sua própria geração de utilidades (vapor, energia elétrica, água desmineralizada e água de resfriamento) e também sua própria estação de tratamento de efluentes;
- 19) No dimensionamento dos vasos, tanques e esferas, foi considerada uma folga de 30% para a fase vapor - exceto nos que possuem teto flutuante (Falcão, 2008);
- 20) Os trocadores de calor com carga térmica superiores a 1 Mcal/h, foram considerados do tipo casco e tubo (Mustafa, 2008);
- 21) A taxa de juros considerada foi a de 4,5% ao ano;
- 22) O projeto irá sofrer isenção de impostos;
- 23) O investimento total inicial foi dividido em 20 % para os 2 primeiros anos da pré-operação e 60% para o terceiro ano da pré-operação;
- 24) A planta terá uma vida “útil” de 10 anos a partir do primeiro ano de operação efetiva;
- 25) O valor residual considerado foi o de 1% do investimento inicial total, sendo esse valor considerado apenas no ano de desativação da planta (Corrêa, 2013);
- 26) Para os trocadores de calor que utilizam água de resfriamento (AGR), considerou-se um approach de 10°C entre a temperatura de saída da AGR e a temperatura de saída do fluido quente. A temperatura de entrada da AGR é de 31°C e a temperatura de saída da AGR é fixada em 45°C, a fim de evitar precipitação de sólidos (Mustafa, 2008);
- 27) O investimento inside battery limits (ISBL) foi calculado através dos critérios da tabela 1 (onde C.E.P é o custo dos equipamentos principais e I.F o investimento fixo) (Corrêa, 2013);

Tabela 1 – Critérios para o cálculo do investimento ISBL

Investimento ISBL	
Terreno e melhorias	2% do I.F
Equipamentos Principais	Variável
Tubulação	46% do C.E.P
Instrumentação	15% do C.E.P
Materiais elétricos	7% do C.E.P
Isolamentos	2% do C.E.P
Pintura	1% do C.E.P
Fundações e estruturas	15% do C.E.P

Obras Civis	10% do C.E.P
Instalação de equipamentos	20% do C.E.P
Instalação dos materiais	25% do C.E.P
Instalações provisórias	2% do C.E.P
Frete, seguros e taxas	5% do C.E.P
Peças sobressalentes	4% do C.E.P

- 28) O investimento outside battery limits (OSBL) representa 35% do investimento ISBL (Corrêa, 2013);
- 29) O investimento direto foi considerado como a soma do investimento ISBL com o investimento OSBL (Corrêa, 2013);
- 30) O investimento fixo é a soma do investimento direto com o indireto (Corrêa, 2013);
- 31) O investimento indireto atende os critérios da tabela 2 (onde I.D é o investimento direto) (Corrêa, 2013);

Tabela 2 – Critérios para o investimento indireto

Investimento Indireto	
Estudo de viabilidade técnica e econômica (EVTE)	R\$ 200/h (3 meses)
Gerenciamento e Empreendimento	4 a 6% do I.F
Projeto básico	3% do Investimento ISBL
Projeto de detalhamento	6% do I.D
Serviços de procura e inspeção	3% do Investimento ISBL
Pré-operação	1% do I.D
Contingências	15% do I.D

- 32) O custo fixo obedece aos critérios apresentados na tabela 3 (onde M.O.O é a mão de obra de operação; M.L é a mão de obra do laboratório e M.O.total é a mão de obra total). Adotou-se o total de 75 funcionários para a operação;

Tabela 3 - Critérios de determinação do custo fixo.

Custo Fixo	
Mão de obra de Operação	U\$\$5000/mês/funcionário
Mão de obra de manutenção	2% I.F/ano
Mão de obra de laboratório	15% M.O.O
Materiais de manutenção	2% I.F/ano
Materiais de laboratório	3% M.L
Seguros e taxas	0,5% I.F/ano
Despesas gerais e administração da planta	80% de M.O.total

33) O custo variável é a soma do custo das matérias-primas com o custo das utilidades (Vapor, AGR, energia elétrica, etc);

34) O capital de giro ficou sendo a soma dos custos fixos e variável, divididos em um período de 12 meses e o investimento total é a soma do capital de giro com o investimento fixo (Corrêa, 2013).

2.2. Custo dos principais equipamentos

Através das premissas e da simulação, determinou-se o custo total dos principais equipamentos da unidade de formação do metanol. Os resultados são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Função e custo dos principais equipamentos.

TAG	FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO	CUSTO FINAL (U\$)
C-01	1° Compressor para o reator de formação do metanol	8.346.000
C-02	2° Compressor para o reator de formação do metanol	9.380.000
C-03	3° Compressor para o reator de formação do metanol	12.944.000
E-01	Esfera de estocagem do gás natural	1.747.000
E-02	Esfera de estocagem do CO ₂	2.194.000
F-01	Forno para o aquecimento dos reagentes da formação do gás de síntese	10.477.000
R-01	Reator para a formação do gás de síntese	454.000
R-02	Reator para a formação do metanol	1.495.000
T-01	Torre de absorção para separar o metanol dos gases efluentes	2.417.000
T-02	Torre de destilação para a especificação do metanol	1.696.000
TC-01	Trocador de calor que promove a troca térmica entre os reagentes e o produto da reação do gás de síntese	482.000

TC-02	Trocador de calor que resfria o produto do reator de formação do gás de síntese	440.000
TC-03	Trocador de calor que resfria os gases após a compressão no C-01	179.000
TC-04	Trocador de calor que resfria os gases após a compressão no C-02	179.000
TC-05	Trocador de calor que resfria o produto do reator de formação do metanol	1.132.000
TC-06	Condensador do produto de topo da T-02	77.000
TC-07	Refervedor do produto de fundo da T-02	354.000
TQ-01	Tanque para a estocagem do metanol	652.000
V-01	Vaso de <i>flash</i> para a separação do metanol dos gases efluentes	182.000
V-02	Vaso horizontal do produto de topo da T-02	178.000
V-03	Vaso vertical para a armazenagem do fluido absorvedor	78.000
CUSTO TOTAL DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS (U\$)		55.083.000

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A corrente gasosa efluente da coluna de absorção T-01 é formada em sua imensa maioria pelo CO e hidrocarbonetos como CH₄, etano (C₂H₆), propano (C₃H₈) e butano (C₄H₁₀). Essa corrente deve ser oxidada em uma câmara de combustão, a fim de converter o CO e os hidrocarbonetos em CO₂. Tomando como base que a câmara tenha 95% de eficiência na queima, a quantidade de CO₂ gerada é mostrada na tabela 5.

Tabela 5 - Quantidade de dióxido de carbono produzida.

Vazão total da corrente gasosa efluente da T-01 (kmol/h)	3536,3
Vazão teórica de CO ₂ produzida (kmol/h)	3810,9
Vazão de CO ₂ produzida (kmol/h)	3620,35

Além dessa corrente, o processo possui outra fonte de CO₂: O gás de combustão resultante do forno F-01. A vazão de CO₂ nessa corrente é de 319,78 kmol/h. As duas correntes contendo o CO₂ serão levadas a uma torre de absorção por MEA, onde o dióxido de carbono é absorvido pela MEA, com separação posterior em uma torre de recuperação de solvente. O

processo de recuperação do CO₂ aumenta em 16,5% o consumo de combustível no processo (Metz et al, 2005), fazendo que se gere uma quantidade adicional de 52,76 kmol/h de CO₂. Somando a quantidade gerada no forno com a quantidade produzida através da queima na câmara de combustão e a quantidade adicional pela recuperação, tem-se uma vazão total de 3992,89 kmol/h de dióxido de carbono.

Através do balanço de massa, tem-se que a vazão molar de CO₂ necessária para o processo é de 3000 kmol/h. Significa que dos 3992,89 kmol/h de CO₂ gerados como efluente, 3000 kmol/h serão recuperados e utilizados como matéria-prima (ou seja, a demanda total de CO₂ necessária para a reação será cumprida através da recuperação). Apenas 992,89 kmol/h do dióxido de carbono gerado não será aproveitado, resultando em uma redução de aproximadamente 75,13% na emissão de CO₂ na atmosfera. Para se ter uma ideia da vantagem ambiental, esse valor é uma redução maior em relação à meta brasileira de reduzir as emissões em 43% até 2030.

A determinação do preço de compra do gás natural e o preço de venda do metanol, foi realizada através do sítio eletrônico *AliceWeb* com dados referentes ao ano de 2016. O preço médio das importações do metanol realizadas no Brasil no período de janeiro de 2015 até fevereiro de 2016 foi de U\$\$ 597/t. Utilizou-se então o preço de U\$\$ 550/t como base para o estudo, já que garante uma folga em relação ao preço médio de compra. Considerou-se o preço médio das importações de gás natural feitas pelo Brasil no período de janeiro de 2015 até fevereiro de 2016 como o preço base para o estudo. O preço médio das importações do gás foi de U\$\$ 257/t. Utilizou-se o gás importado como referência já que ele é atualmente mais barato que o gás natural comprado no país, que no ano de 2015 estava custando cerca de U\$\$ 430/t. Após os cálculos de todos os equipamentos, custos variáveis, custos fixos, VPL, investimento fixo e fluxo de caixa, encontraram-se os resultados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados para o fluxo de caixa.

Vazão de CO ₂ reagente (t/ano)	1.139.000
Preço do CO ₂ reagente através da recuperação (U\$\$/t)	44
Vazão total de gás natural – Reagente e combustível (t/ano)	580.000
Preço do gás natural (U\$\$/t)	257
Vazão de metanol produzido (t/ano)	790.000
Preço do metanol (U\$\$/t)	550
Custo com energia elétrica (U\$\$/ano)	4.441.000
Custos variáveis totais (U\$\$/ano)	204.094.000
Custos fixos totais (U\$\$/ano)	21.297.000

Depreciação (U\$\$/ano)	48.053.000
Investimento indireto (U\$\$/ano)	66.647.000
Investimento ISBL (U\$\$/ano)	148.993.000
Investimento OSBL (U\$\$/ano)	52.147.000
Investimento direto (U\$\$/ano)	201.141.000
Investimento fixo (U\$\$/ano)	267.788.000
Capital de giro (U\$\$/ano)	18.782.000
Investimento total – Sem a unidade de captação e recuperação (U\$\$/ano)	286.571.000
Investimento total – Com a unidade de captação e recuperação do CO ₂ (U\$\$/ano) – 76% de aumento	504.365.000
TIR (%)	32%
VPL/Investimento Total (com a unidade de recuperação do CO ₂)	2,001

Com os resultados da Tabela 6, tem-se que, sob as condições e premissas apresentadas, o projeto atenderia os critérios econômicos esperados (TIR maior ou igual a 15 % e razão VPL/investimento total maior ou igual a 2). O investimento total final é o investimento requerido pela planta de geração do metanol mais o investimento requerido pela planta de recuperação de CO₂ (que representa 76 % do investimento da planta de geração do metanol).

4. CONCLUSÕES

A proposta de produção de metanol apresentada nesse trabalho, além de satisfazer os critérios econômicos, também gera um grande benefício ambiental, já que reduz as emissões de dióxido de carbono na atmosfera em 75,13%. Uma alternativa à compra do gás natural importado seria tentar um possível subsídio junto ao governo, a fim de tentar realizar a compra do gás natural nacional em um valor menor ou igual ao preço do gás que é atualmente importado. Considerando os valores atuais, esse subsídio teria de ser de aproximadamente 40,37% em relação ao preço do gás negociado no país. Para atender aos critérios econômicos foi necessária a isenção de impostos durante o período de atividade da fábrica.

5. REFERÊNCIAS

Alice web. Disponível em <<http://aliceweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 11 de março de 2016.

COPELAND, TOM. **Opções Reais: Um Novo Paradigma para Reinventar a Avaliação de Investimentos**. Campus, Rio de Janeiro, 2001.

CORRÊA, C.P. **Avaliação das Opções de Aprendizagem em um Projeto de Investimento na Indústria Petroquímica**. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio, p.114-136, 2013.

FALCÃO, CARLOS. **Projeto Mecânico de Vasos de Pressão e Trocadores de Calor Casco e Tubos**. São Paulo, p.15-193, 2008.

HONGJUN, YANG,; SHUANSI, FAN,; XUEMEI, LANG,; YANHONG, WANG,; JIANGHUA, NIE. **Economic Comparison of Three Gas Separation Technologies for CO₂ Capture from Power Plant Flue Gas**. v.19, p.615-620, 2011.

Matches' engineering to chemical energy manufacturing. Disponível em <<Http://www.match.com>>. Acesso em: 06 de fevereiro 2016.

METZ, B.; DAVIDSON, O.; CONINCK, H.; LOSS, M.; MEYER, L. **Carbon Dioxide Capture and Storage**. Cambridge University Press, UK, IPCC. p.108-170, 2005.

MUSTAFA, G.S. **Operações Unitárias da Indústria Química – Equipamentos de Troca Térmica**. v.1-2, Salvador, 2008.

SALVADOR, FRANCISCO. **Projeto de um Sistema de Refrigeração Industrial com “Set-Point” Variável**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. p.13-114, 1999.

SHAMSI, A. **Methane dry reforming over carbide, nickel-based and noble metal catalysts**. ACS Symposium series, 809, CO₂ conversion and utilization. p.182-196, 2002.

WELLS, G.M. **Petrochemicals and processes**, 2^a Ed. Ashgate publishing company, Brookfield, Vermont, 1999.

METHANOL PRODUCTION PROCESS THROUGH THE WASTEWATER CO₂ RECOVERY CHEMICALS PROCESSES: IMPORTANCE, ECONOMIC ANALYSIS AND THE IMPACT ON REDUCING EMISSIONS OF CO₂ TO THE ATMOSPHERE

SUMMARY: Each year tons of carbon dioxide (CO₂) are released into the atmosphere by industries. This fact can cause great environmental damage and energy waste, since CO₂ can be used as a reactant in certain reactions. One is the formation of methanol from synthesis gas. In view of this possible application of CO₂, an investigation was carried out on technical and economic feasibility to verify whether the production of methanol from CO₂ recovered from chemical processes is feasible or not, in order to combine sustainability and profitability. With the help of Aspen HYSYS 2.2 simulator, it was possible to design the main process equipment and then calculate the total investment and cash flow for 10 years of operation. In the end, it was found that this project can meet the economic criteria of net present value (*NPL*) and internal rate of return (*IRR*), with a reduction of 75.13 % of the amount of CO₂ that is emitted to the atmosphere. Therefore, both economic and environmental sustainability criteria are complied with by this study.

KEYWORDS: Carbon dioxide; Methanol; Sustainability; Profitability.