

## 6

### Resultados

Os custos, receitas além de outras informações que foram apresentados anteriormente serviram de base para a elaboração de uma análise técnica e econômica que pudesse ser utilizada para a realização de um estudo econômico de viabilidade de uma planta XTL.

Fazendo simulação (SMC) tanto dos preços dos *inputs* quanto dos *outputs* com base no MRM neutro ao risco no software @Risk com 100.000 iterações, as Figuras 28, 29, 30, 31, 32 e 33 apresentam amostras de caminhos para cada uma das séries de preços com base nos seus parâmetros.

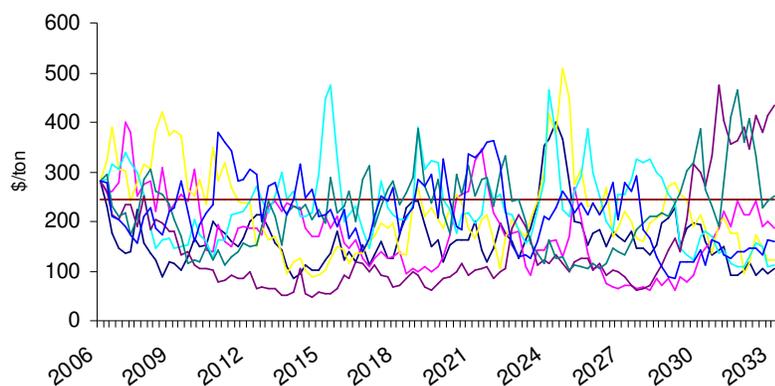


Figura 28 – Caminhos do MRM para o Gás Natural

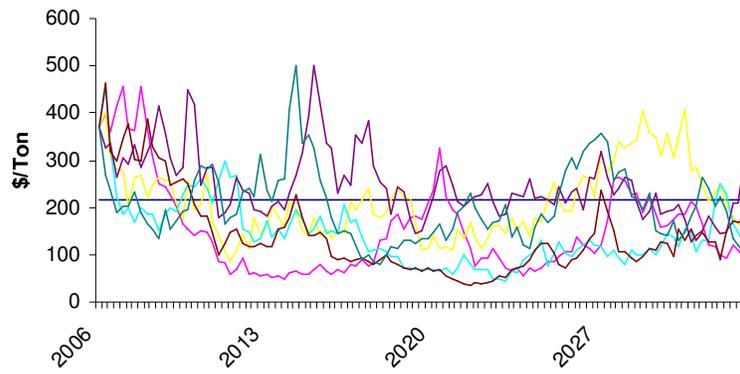


Figura 29 – Caminhos do MRM para o Óleo Pesado

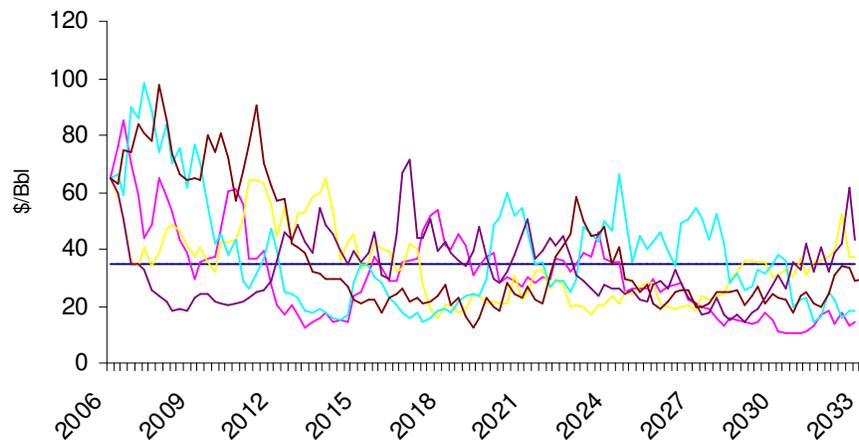


Figura 30 – Caminhos do MRM para a Nafta

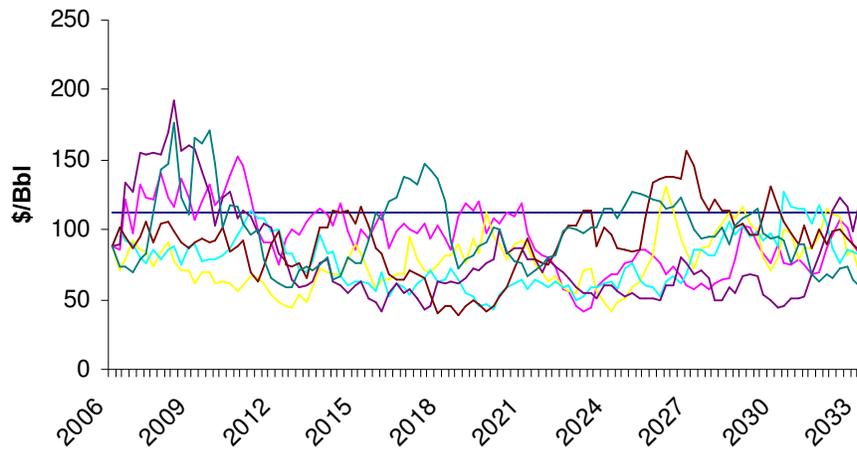


Figura 31 – Caminhos do MRM para o Diesel

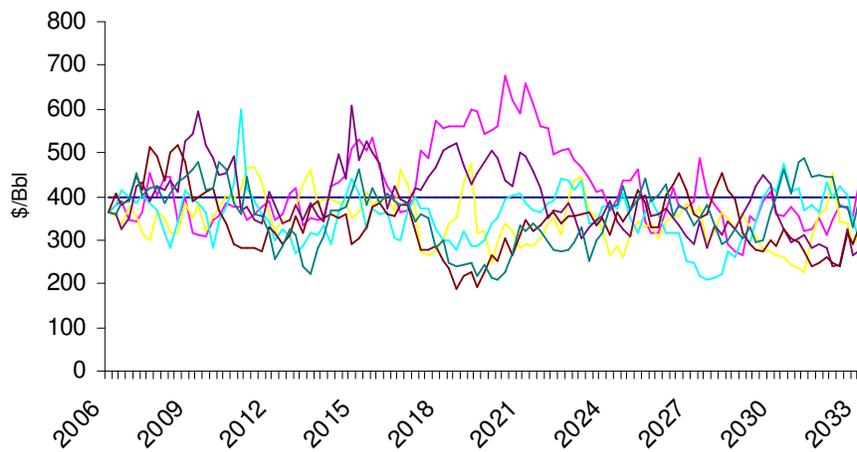


Figura 32 – Caminhos do MRM para o Lubrificante

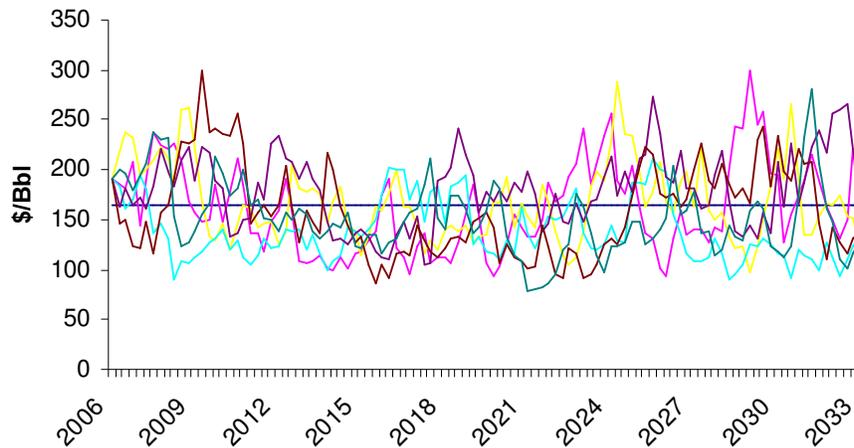


Figura 33 – Caminhos do MRM para a Parafina

A partir desses dados, elaborou-se um fluxo de caixa do projeto considerando-se Equação 54 da função lucro para cada trimestre:

$$[Receita - (Custos Fixos + Custos Variáveis)] * (1 - \text{alíquota de imposto}) \quad (54)$$

Onde,

$$Receita = \sum_{i=1}^4 Pr eço_i * \% Pr odução_i * Pr odução Total \quad \therefore i = Nafta, Diesel, Parafina e Lubrificante$$

$$Custo Fixo = custos operacionais = (2\% CAPEX) / 4$$

$$Custo Variável = Pr eço_{MPj} * \left[ \frac{(n^\circ Bpd * 90 \text{ dias}) * Re ndim ento_{GS}}{Re ndim ento_{MPj}} \right] \quad \therefore MPj = GN \text{ ou } OP$$

$$Alíquota de Im posto = IRPJ + CSLL = 27\% + 9\% = 34\%$$

A princípio parece simples, mas devem-se levar em consideração vários detalhes, tais como, receitas, custos variáveis, preços estocásticos e a possibilidade de se ter dois *inputs* diferentes e variar as proporções dos *outputs* de acordo com os fatores do mercado.

Calcularam-se diversos VPL's para cada uma das possibilidades e em cada trimestre foi utilizado o *mix* que maximizaria o *payoff*, no caso de flexibilidade. Ou seja, analisaram-se vários cenários futuros possíveis e com a ajuda do

pensamento de opções, adicionou-se flexibilidade dentro do plano estratégico a fim de maximizar o *payoff* a cada trimestre. O valor médio desses VPL's para cada um dos casos, considerando CAPEX e OPEX do GTL para todas as plantas, se encontra na Tabela 14. Não está sendo considerado nenhum tipo de correlação.

	VPL_mil US\$
VPL fixo usando só GN	15.378.140
VPL fixo usando só OleoP	14.826.780
VPL fixo com opção de input	16.347.400
VPL com opção de output usando GN	24.111.510
VPL com opção de output usando OleoP	23.560.140
VPL com opção de input e output	25.080.760

Tabela 14 – VPL's Encontrados

Analisando os valores encontrados, pode-se observar que os VPL's fixos onde cada um utiliza apenas um dos *inputs*, são os valores sem flexibilidade nenhuma e por isso, mesmo sendo positivos, apresentam os piores desempenhos. As proporções fixas dos *outputs* são iguais nos dois casos<sup>23</sup>, por serem proporções fixas é que chamado de VPL fixo. Ainda assim seria mais vantajoso montar uma planta utilizando somente GN do que OP. Não só porque o valor da planta é maior, mas também os custos de um projeto OTL são maiores do que os que estão sendo considerados, ou seja, se fossem levados em conta pioraria ainda mais seu VPL.

Analisando o VPL fixo com a opção de *input*, onde pode utilizar tanto GN quanto OP, sem considerar custos adicionais para isso, apresenta um valor melhor do que os VPL's fixos sem flexibilidade nenhuma. O benefício com essa opção de *switch* equivale a quase US\$1 bilhão, ou seja, poderia gastar até esse valor para ainda ser vantajoso montar uma planta com flexibilidade, comparando com a planta de GN sem flexibilidade.

<sup>23</sup> As proporções são: 6,6% de Nafta; 9,4% de Diesel; 31,3% de Parafinas e 51,2% de Lubrificantes, uma possibilidade baseada na Equação ASF.

As plantas com flexibilidade de *output* para cada um dos *inputs* são melhores nos dois casos (GN e OP). O valor adicional de possibilitar que os percentuais dos diversos *outputs* mudem a cada trimestre é mais de US\$ 8 bilhões. É possível se gastar até o limite desse valor para se ter essas opções, mesmo assim continua mais vantajoso investir numa planta usando o GN em vez do OP. A opção de *switch* nos *outputs* é bastante valiosa.

O valor do VPL com total flexibilidade com opção de troca nos *inputs* e *outputs*, sem considerar custos de investimento e operacionais adicionais, é melhor do que os VPL's que tenham somente opção de troca dos *outputs* ou de *inputs*. O benefício nesse caso seria a soma de ambas as flexibilidades de aproximadamente US\$ 9 bilhões. A melhor escolha seria uma planta que tivesse flexibilidade tanto nos *inputs* quanto nos *outputs*, ou seja, a planta XTL.

Nas Figuras 34, 35, 36, 37, 38 e 39 é possível notar que a probabilidade dos VPL's apresentarem valores negativos é insignificante e só se tornaram presentes nas plantas sem nenhuma flexibilidade. Fazendo 100.000 iterações, todas as plantas têm valores bastante significativos.

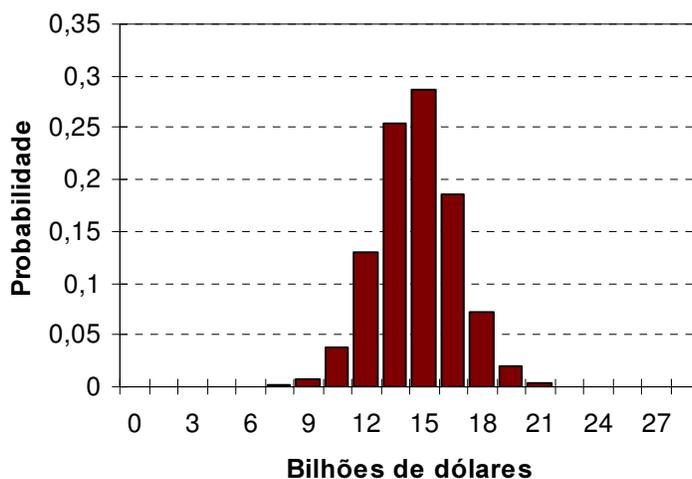


Figura 34 – Histograma do VPL fixo Usando só GN

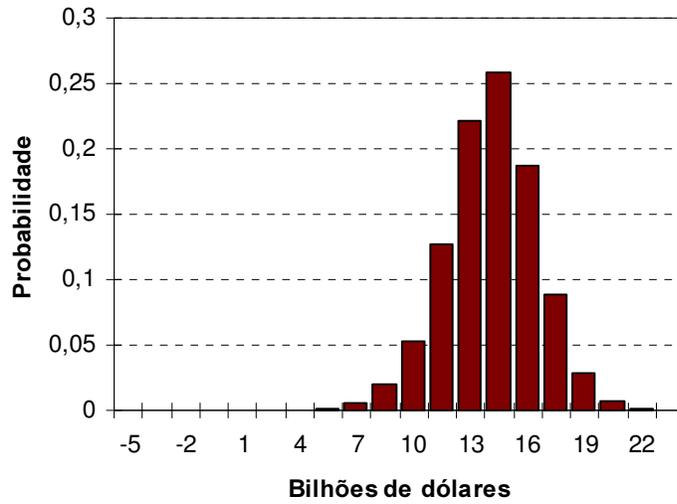


Figura 35 - Histograma do VPL fixo Usando só OP

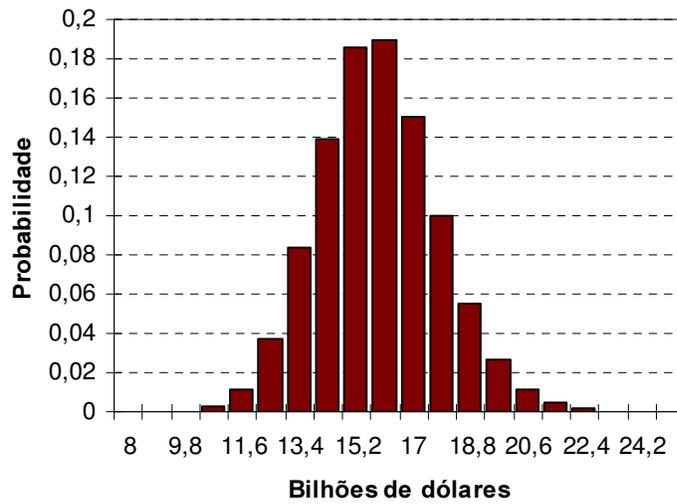


Figura 36 - Histograma do VPL fixo com opção de *input*

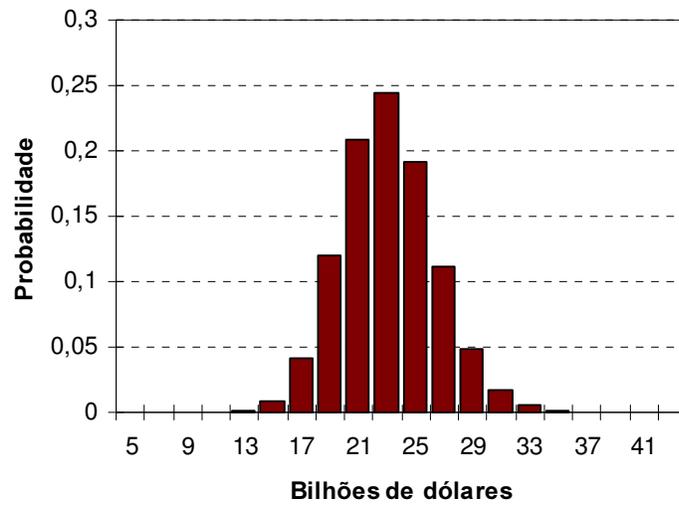


Figura 37 - Histograma do VPL com opção de *output* usando GN

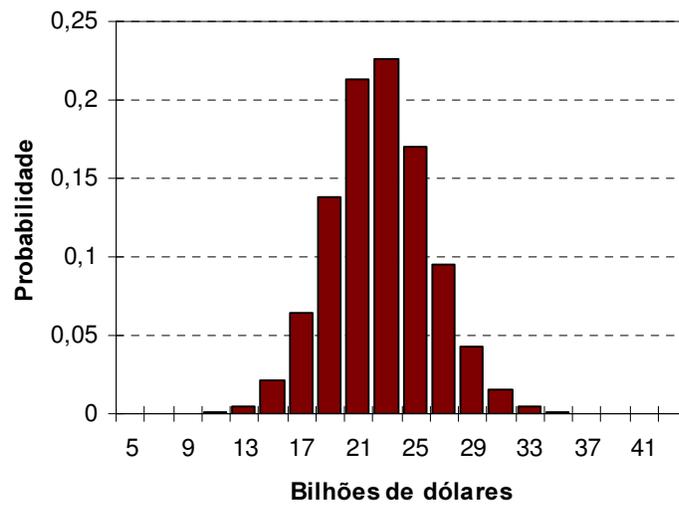


Figura 38 - Histograma do VPL com opção de *output* usando OP

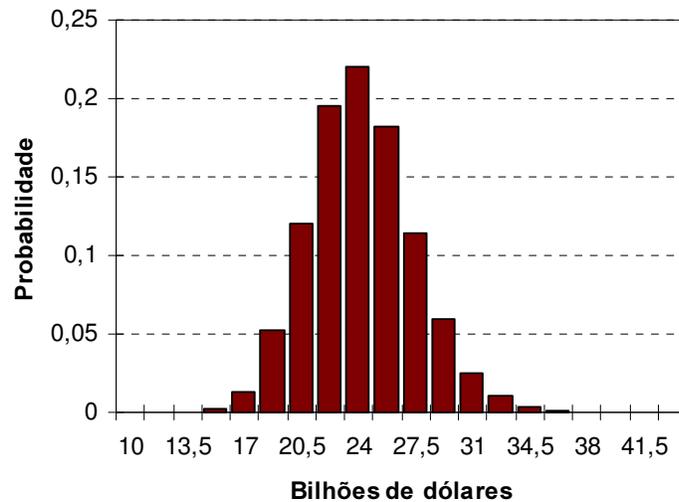


Figura 39 - Histograma do VPL com opção de *input* e *output*

## 6.1.

### Análise de Sensibilidade

#### 6.1.1.

#### Números de Iterações

Fazendo uma simulação do mesmo problema com diferentes quantidades de iterações, os valores das plantas irão variar, ou seja, quanto maior o número de iterações, melhor será o valor encontrado, pois a precisão será maior. Essa variação dos VPL's pode ser vista nas Figuras 40 e 41.

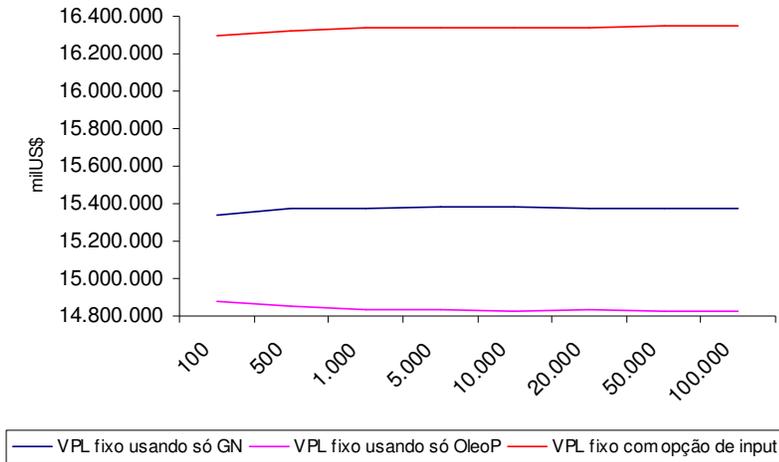


Figura 40 – VPL's para diferentes números de iterações\_01

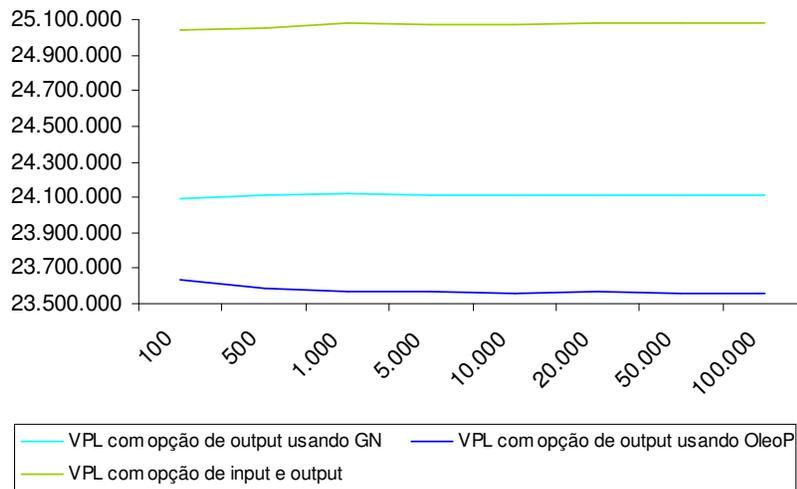


Figura 41 – VPL's para diferentes números de iterações\_02

Observa-se que os valores após 1.000 iterações têm pouca variação, por isso as próximas simulações serão feitas com 1.000 iterações, o que causará agilidade para efeitos computacionais.

## 6.1.2.

### Correlações

Quando a correlação entre os preços é alta, o valor das opções é muito baixo e para avaliar o peso das correlações entre os diversos preços no valor do projeto, foi montado a Figura .

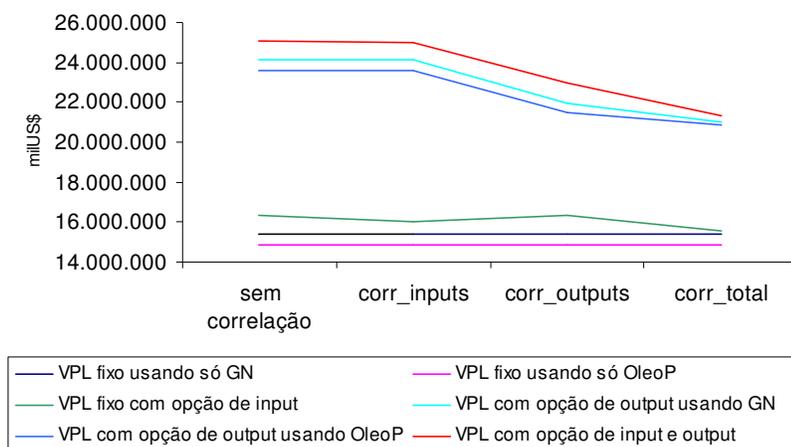


Figura 42 – VPL´s para diferentes correlações entre os *inputs* e *outputs*

É possível observar que à medida que se aumenta a quantidade de correlações entre os produtos, as curvas tendem a se aproximar, mostrando a perda de valor das opções quanto maior o nível das correlações. A correlação entre os *inputs* GN e OP não afeta tanto o valor das opções por serem dois produtos. Já quando se coloca as correlações entre os *outputs*, que são quatro *commodities*, as curvas se aproximam mais e os valores dos projetos também são mais afetados. Ao se correlacionarem todos os produtos entre si, incluindo *inputs* e *outputs*, a perda de valor das opções é muito grande, pois a correlação entre a maioria deles é alta.

### 6.1.3.

#### Custos Operacionais

Para avaliar a sensibilidade da planta XTL com base nas variações do percentual dos custos operacionais com relação ao investimento, para possibilitar flexibilidade, comparou-se nas Figuras 42, 43 e 44 até quanto se podia elevar esse percentual fazendo com que as opções ainda continuassem a ter valor. O OPEX anual está sendo considerado como 2% da CAPEX\_GTL para todas as plantas, mas acredita-se que esse percentual possa ser maior para as plantas com flexibilidade.

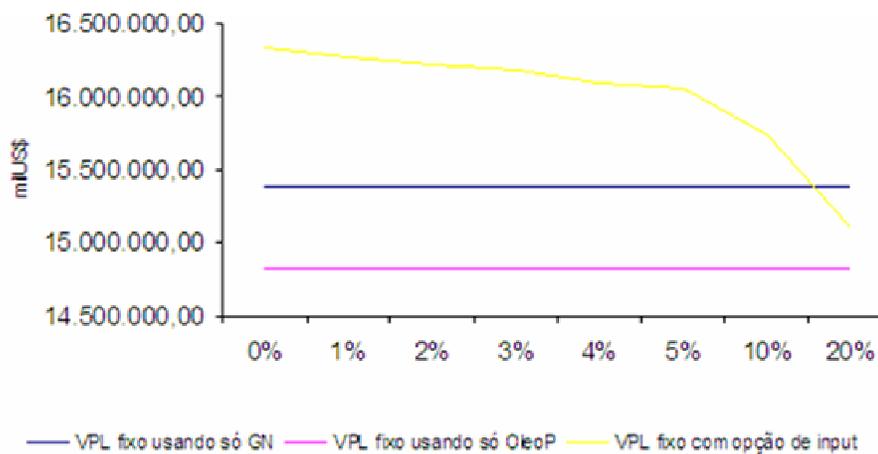


Figura 43 – Aumento do OPEX para plantas com flexibilidade de *input\_01*

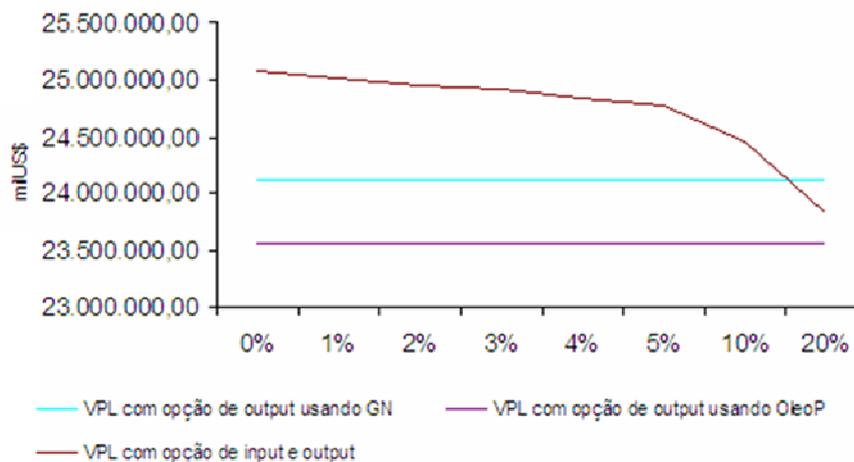


Figura 44 - Aumento do OPEX para plantas com flexibilidade de *input\_02*

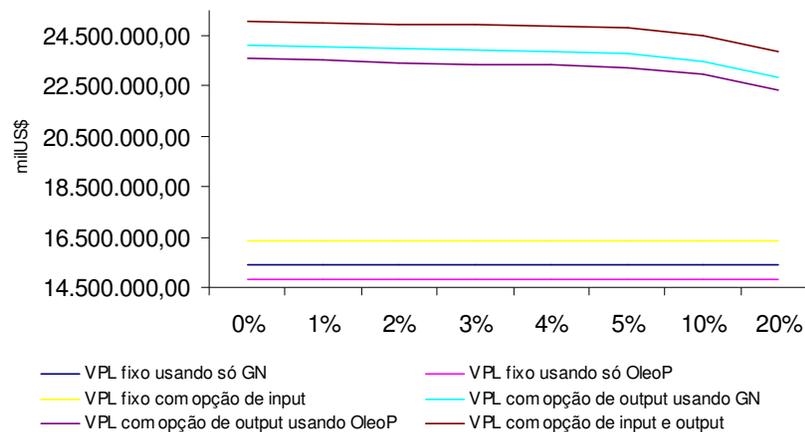


Figura 45 – Aumento do OPEX para plantas com flexibilidade de *output*

Nas Figuras 43 e 44, onde os custos operacionais das plantas com flexibilidade no *input* poderiam variar, observa-se que as plantas com opção de *input* são muito mais vantajosas, mesmo se os custos aumentarem um percentual não muito grande, ou seja, deixariam de ser melhores caso os custos operacionais anuais fossem 20% maior com relação ao CAPEX. Assim a flexibilidade de *input* não teria valor com relação à planta de GN, pois como o custo adicional da possibilidade de alternar *input* é maior do que o valor do benefício obtido com o projeto flexível é preferível ficar com o investimento de um *input*, o GN. Só o fato de possuir flexibilidade não necessariamente acrescenta valor ao projeto, o importante é saber quantificá-la e comparar o custo desta flexibilidade com os retornos adicionais que ela gerará.

Já na Figura 44, os projetos, com opção de *output*, comparados aos sem flexibilidade, suportariam um custo bem maior e ainda assim seriam mais vantajosos. O aumento teria que ser muito maior do que 20% para a opção de *output* não ter mais valor. É possível suportar um nível de custos operacionais elevado para manter a opção de *switch* dos *outputs* sem que essa deixe de ser a melhor escolha.

Nas Figuras 43 e 44 os VPL's que não têm opção de *input* permaneceram constante, pois só foi analisado um aumento nos custos operacionais dos projetos

com flexibilidade de trocar entre GN e OP. Por outro lado, na Figura 44, o VPL's fixos, ou seja, projetos onde as proporções dos *outputs* são fixas, estão constantes pois só variaram os custos operacionais nas plantas com opção de *output*.

Sabe-se que os custos operacionais para as plantas OTL e XTL são maiores do que para as plantas GTL, mas essa diferença não chega a ser nem 1% do CAPEX\_GTL, ou seja, enquanto que o OPEX\_GTL está sendo considerado 25.000 US\$/Bpd, o OPEX\_OTL e OPEX\_XTL é 29.000 US\$/Bpd. Ainda assim, não se considera os custos que são ocasionados nos períodos em que há troca – custos de *Switch*.

Fazendo uma análise mais realista, a Tabela 15 mostra os valores dos VPL's considerando o OPEX específico para cada planta.

	OPEX_US\$/Bpd	VPL_mil US\$
VPL fixo usando só GN	25.000	15.377.950
VPL fixo usando só OleoP	29.000	14.688.420
VPL fixo com opção de input	29.000	16.189.140
VPL com opção de output usando GN	25.000	24.117.780
VPL com opção de output usando OleoP	29.000	23.412.920
VPL com opção de input e output	29.000	24.913.640

Tabela 15 – VPL's para diferentes OPEX

O aumento do OPEX faz com que as opções de *input* e *output* percam um pouco de seu valor, mas mesmo assim continuam vivas. A planta totalmente flexível ainda é a melhor escolha.

#### 6.1.4.

#### Investimento - CAPEX

Como o investimento representa o maior peso nos custos da planta, é importante analisar suas possíveis variações. As Figuras 46, 47, 48 e 49 mostram a evolução dos VPL's para diferentes valores que o CAPEX pode vir a

apresentar.

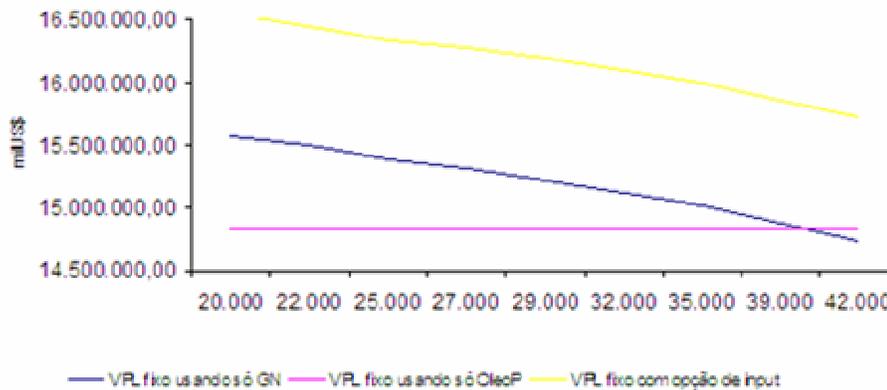


Figura 46 – Variações no CAPEX das plantas GTL\_01

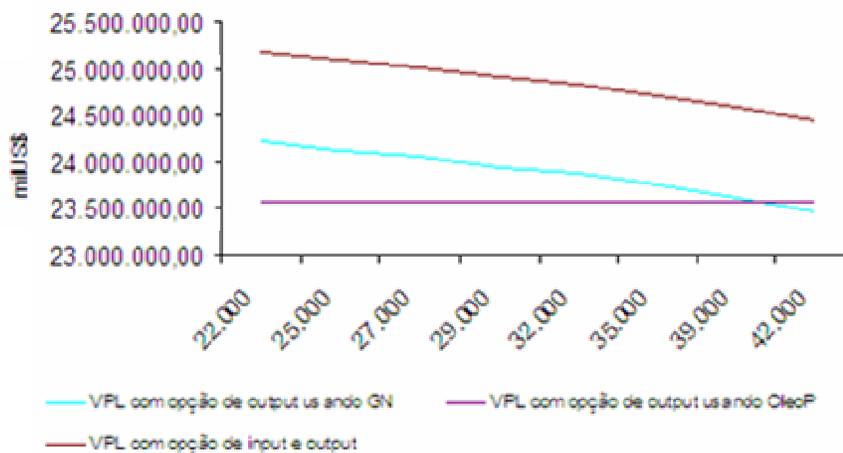


Figura 47 – Variações no CAPEX das plantas GTL\_02

Qualquer alteração direta no CAPEX nas plantas que podem utilizar GN como *input*, não afeta as plantas que utilizam somente OP. Esses projetos OTL só seriam preferíveis caso o CAPEX\_GTL fosse muito maior do que o CAPEX\_OTL (que está sendo considerado de US\$25.000/Bbl), o que acontece quando o custo de investimento do GTL passa para aproximadamente US\$39.000 Bpd. Esse nível de CAPEX poderia ocorrer com plantas com escala menores de 10.000 Bpd, por exemplo.

As plantas flexíveis continuam com valores maiores para qualquer valor do CAPEX analisado nos gráficos. Haveria uma queda acentuada nos VPL's, mas manter vivas as opções ainda é a melhor escolha.

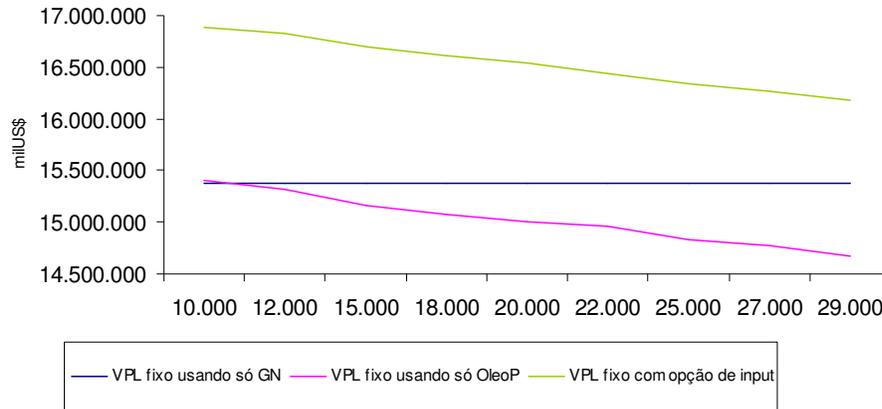


Figura 48 – Variações no CAPEX da Planta OTL\_01

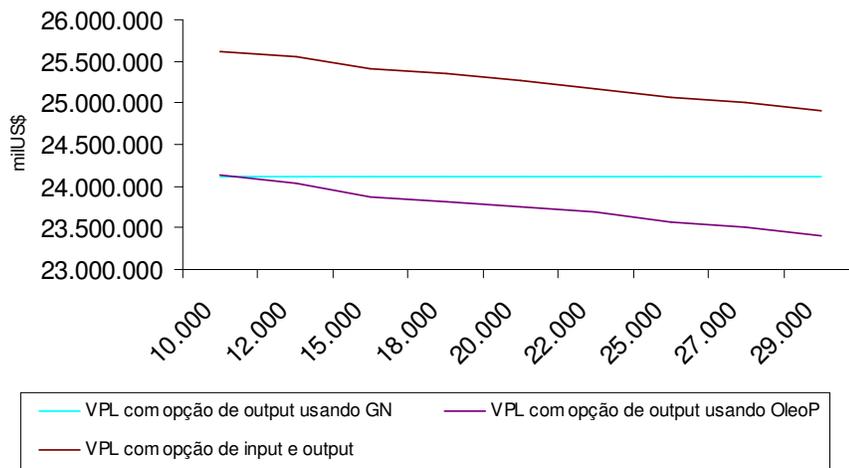


Figura 49 - Variações no CAPEX da Planta OTL\_01

Observando variações no CAPEX das plantas que podem utilizar o OP como insumo, caso o CAPEX\_OTL fosse um pouco menor ou igual ao CAPEX\_GTL (25.000US\$/Bbl), os projetos usando somente OP como insumo ainda seriam piores. Para valer a pena construir uma planta que utilize só OP, o

CAPEX\_OTL teria que ser 60% menor do que o do GN, o que parece muito difícil.

### 6.1.5.

#### Preços dos *inputs*

Analisando o lado dos custos, caso o preço do GN tivesse um aumento ou uma queda percentual daqui a alguns anos, observa-se na Figura 50 que um aumento de 20% ou mais no preço do GN, as plantas GTL passariam a ser menos vantajosas do que as OTL e os projetos flexíveis continuariam sendo melhores. As opções ainda têm valor, apesar de menor.

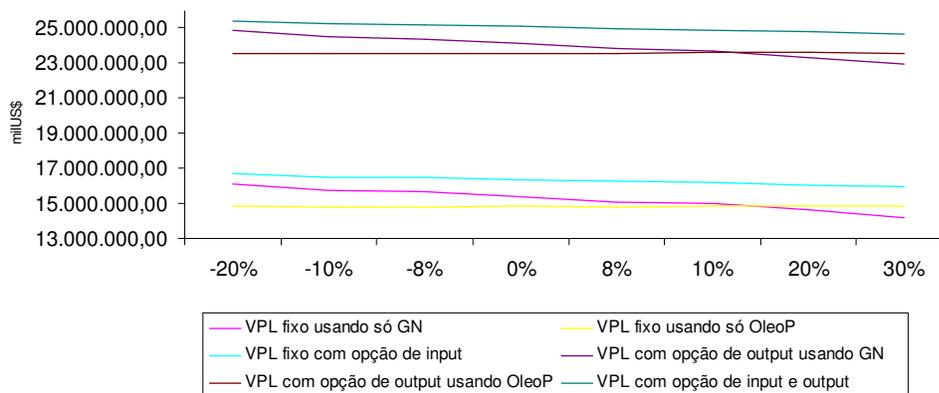


Figura 50 – Variações percentuais nos preços do GN

A eficiência da planta medida em termos do consumo de gás por barril de produto, é um fator muito importante para a rentabilidade do projeto, que é afetado a cada variação do percentual. Para perceber o peso dessa variação, na Figura 51 observa-se que se esse rendimento cair em 10% ou mais, as plantas com OP se tornam melhores do que as plantas que usam só GN. À medida que a eficiência do GN aumenta, o valor das opções diminui, pois o crescimento do VPL que usa só gás é maior do que o do VPL flexível. Tecnologias que melhorassem o desempenho do GN nas plantas GTL causariam perda de valor para as opções.

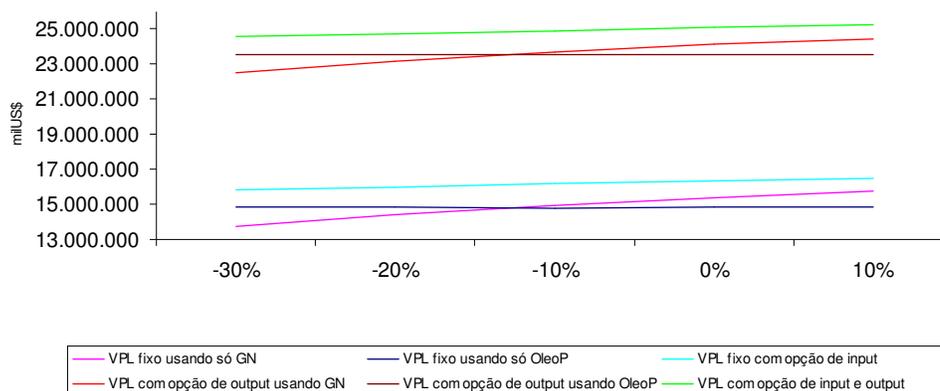


Figura 51 – Variações Percentuais no rendimento do GN

Inicialmente o preço do OP está sendo considerado 75% do preço do petróleo. A Figura 52 mostra as variações ocorridas nos VPL's caso esse percentual diminuísse. Se esse percentual fosse menor do que 70%, o OP seria preferível em relação ao GN, mas não em relação a uma planta flexível. Como as oscilações no preço do GN, as variações no preço do OP afetam bastante os valores dos VPL's e das opções.

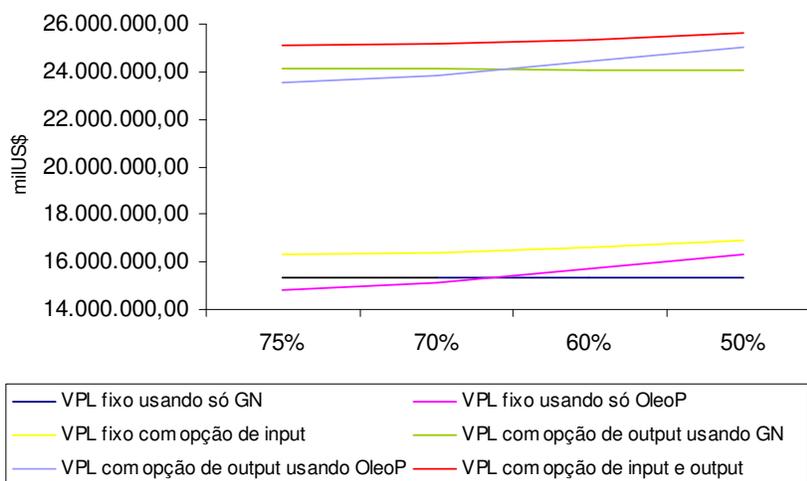


Figura 52 – Variações no Preço do Óleo Pesado frente ao Petróleo

Já as variações no rendimento do OP, que estão na Figura 53, causam grandes oscilações nos valores das plantas que utilizam apenas OP e menores nas plantas flexíveis. Caso esse rendimento melhorasse pelo menos em 10%, as plantas só de OP seriam mais vantajosas do que as GTL.

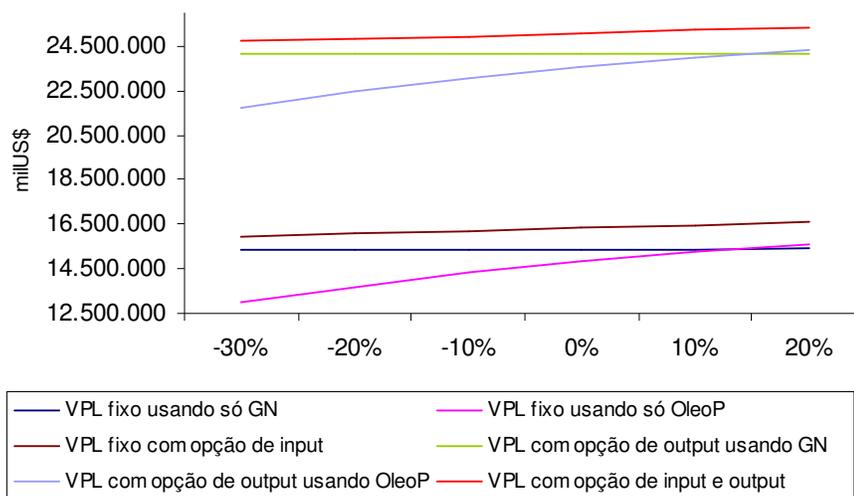


Figura 53 – Variações Percentuais no Rendimento do Óleo Pesado

### 6.1.6.

#### Preços dos *Outputs*

O preço do Lubrificante é a variável de maior impacto sobre a rentabilidade do projeto. Isto se explica pelo fato do Lubrificante determinar a maior parte da receita por ser o produto com preço mais elevado. De modo geral, os projetos dessa natureza são muito sensíveis às variações da receita. Podem-se observar na Figura 54 as fortes oscilações que ocorreriam nos VPL's caso o preço do lubrificante variasse. As plantas flexíveis são mais afetadas por terem capacidade de produzir quase 90% do total da produção de lubrificantes, enquanto que nas plantas fixas esse percentual é de 51%.

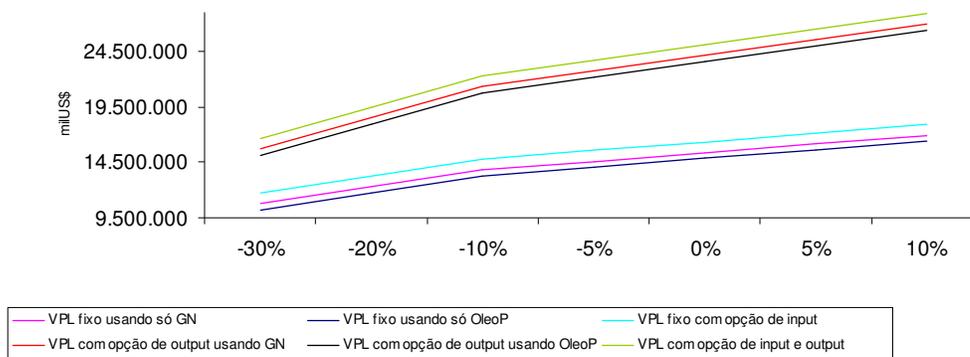


Figura 54 – Variações no preço do Lubrificante

Analisando o preço da parafina, as variações nas plantas com flexibilidade de *output* variam muito pouco, pois essas plantas adotam mais de 90% da produção de lubrificante, pois o preço é muito mais alto que os demais *outputs*. Já as plantas com proporções fixas, há uma mudança mais expressiva nos valores das plantas, onde a parafina tem um peso de 31% da produção total, como mostra a Figura 55.

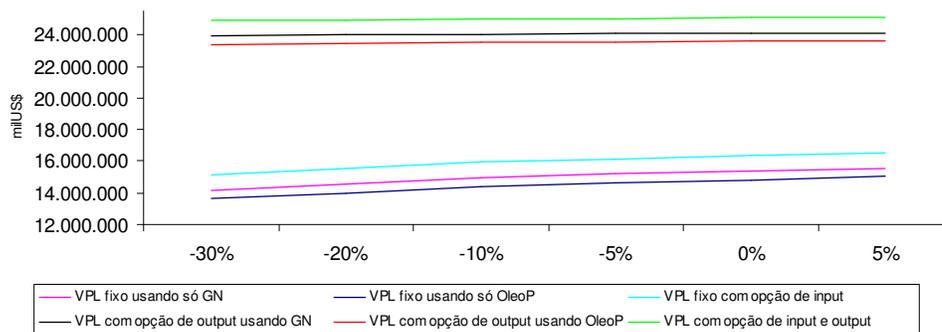


Figura 55 – Variações no Preço da Parafina

Para uma análise econômica mais realista seria necessário limitar o percentual da receita do lubrificante, fazendo com que o seu preço não influencie tanto na receita. Com um percentual acima de 80% da produção voltada para lubrificantes, a oferta desse óleo poderia ser muito abundante e dependendo da

restrição da demanda, isso causaria uma queda significativa nos preços. O preço do diesel, por exemplo, poderia sofrer algum aumento devido à falta desse produto no mercado. Para evitar discussões acerca desses problemas, será feita uma análise dos VPL's com limitações nas proporções dos produtos finais<sup>24</sup> que estão na Tabela 16.

Cenários	Nafta	Diesel	Lubrificante	Parafina
I	19,40%	20,70%	15,40%	30,00%
II	16,10%	18,50%	21,30%	39,90%
III	12,80%	15,80%	29,10%	39,20%
IV	9,60%	12,70%	39,00%	36,40%
V	6,60%	9,40%	51,20%	31,30%

Tabela 16 – Proporções Restritas para os *Outputs*<sup>25</sup>

Com as proporções restritas, os valores dos projetos caem significativamente, o fato de restringir o percentual do lubrificante, fez com que os VPL's das plantas caíssem. O valor da opção de *input* se manteve o mesmo, pois não houve restrições quanto aos *inputs*, já o valor da opção de *output* sofreu uma queda de 25% devido às restrições. Os novos valores estão apresentados na Tabela 17.

	VPL_mil US\$
VPL fixo usando só GN	10.226.460
VPL fixo usando só OleoP	9.684.320
VPL fixo com opção de input	11.202.080
VPL com opção de output usando GN	15.361.690
VPL com opção de output usando OleoP	14.819.550
VPL com opção de input e output	16.337.310

Tabela 17 – VPL's com proporções restritas para *outputs*

<sup>24</sup> Essas proporções estão de acordo com a Equação ASF que fornecem as proporções para todos os outputs da planta.

<sup>25</sup> As proporções do cenário III serão as consideradas nas plantas com proporções fixas.

Baseado nessas proporções restritas, o preço do lubrificante afeta menos o valor das plantas, o que parece mais realista. Houve uma queda brusca nos valores das plantas, mas as opções continuam valiosas e a planta com o maior VPL continua sendo a planta XTL, com total flexibilidade.

Para analisar ainda mais o efeito do preço do Lubrificante no valor total das plantas, será adotado para o preço de longo prazo do Lubrificante um valor mais próximo dos outros produtos (*outputs*). Com base na série de preços analisada, a média de longo prazo do Lubrificante foi estimado em 400 US\$ por barril, caso seja considerado a metade (200US\$/Bbl), além de restringir as proporções de produção, os novos valores para os projetos estão na Tabela 18.

	VPL_mil US\$
VPL fixo usando só GN	5.879.316
VPL fixo usando só OP	5.309.217
VPL fixo com opção de input	6.862.030
VPL com opção de output usando GN	7.704.817
VPL com opção de output usando OP	7.134.717
VPL com opção de input e output	8.687.530

Tabela 18 – VPL's com proporções restritas para *outputs* e diferente preço para Lubrificante

Além das proporções restritas para a produção, com o preço de longo prazo do Lubrificante significativamente menor (200 US\$/Bbl), os valores dos projetos diminuem expressivamente e o valor da opção de *output* caiu para menos de 2 bilhões de dólares.

### 6.1.7.

#### Perfil de Produção

Fazendo uma comparação dos valores dos VPL's sem opção de *output* para diferentes perfis de produção, ou seja, variando o Alfa da Função ASF, observa-se na Figura 56 que caso seja adotado um alfa menor que 0,86; os valores das plantas sem flexibilidade no *output* apresentam valores negativos. Esses VPL's aumentam a medida que o percentual de Lubrificante na produção vai se tornando

significativo, ou seja, o peso do Lubrificante na receita das plantas é realmente de grande importância.

Com o alfa de 0,98 onde mais de 80% da produção está destinada para Lubrificante, os VPL's sem opção de *output* estão muito próximos dos VPL's com essa opção, assim, quanto maior o peso da produção voltada para Lubrificantes, menos é valorizada a flexibilidade no *output*.

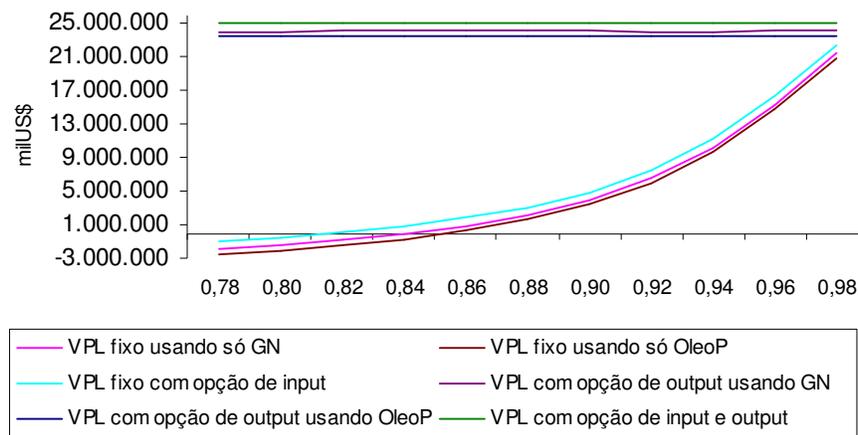


Figura 56 – VPL's para diferentes perfis de produção