

Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Estudos Sociais

**Estudo de Viabilidade para Implantação de
Empreendimentos Petroquímicos no Pólo
Industrial de Manaus**

***RELATÓRIO FINAL
VOLUME I -
ESTRATÉGIAS DE VIABILIZAÇÃO DE
EMPREENDEMENTOS GASQUÍMICOS NO PÓLO
INDUSTRIAL DE MANAUS***

Convênio nº 023/2004 – SUFRAMA / UNISOL

Alexandre Rivas, *Ph.D*
Carlos Freitas, *D.Sc*
Coordenadores

Manaus, 02/05/2007

EQUIPE EXECUTORA

Alexandre Rivas, Ph.D. (FES/UFAM)

José Vítor Bomtempo, Ph.D. (EQ/UFRJ)

Mariana Ióotty, D.Sc. (IE/UFRJ)

Mauro Thury, D.Sc. (FES/UFAM)

Aristides Oliveira Jr., M.Sc. (FES/UFAM)

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	1
I – INTRODUÇÃO	2
II – SÍNTESE DOS RESULTADOS DO “ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS PETROQUÍMICOS NO PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)”	2
III – ESTRATÉGIAS E CONDICIONANTES PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM PÓLO GASQUÍMICO NO PIM	10
III.1 – Fracionamento do Gás Natural (Desetanização e Pirólise)	10
III.2 – Complexo de Estirênicos (Etilbenzeno e Estireno)	16
III.3 – Complexo de Fertilizantes (Amônia / Uréia)	28
III.4 – Complexo de Metanol	34
IV – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS	39
IV.1 - Conclusões	39
IV.2 – Recomendações e Estratégias	43

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - PROJETOS INDUSTRIAIS GASQUÍMICOS MODELADOS PELO ESTUDO	7
QUADRO 02 - PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE DESETANIZAÇÃO E PIRÓLISE NO PIM: MÉDIA DAS SIMULAÇÕES PARA PAYBACK, PONTO DE NIVELAMENTO E TIR, CONSIDERANDO O CENÁRIO TRIBUTÁRIO DE 100% DA PRODUÇÃO PARA ZFM	13
QUADRO 03 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS SIMULAÇÕES PARA VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE DESETANIZAÇÃO E PIRÓLISE NO PIM (EM US\$ MIL), CONSIDERANDO O CENÁRIO TRIBUTÁRIO DE 100% DA PRODUÇÃO PARA ZFM	14
QUADRO 04 - ELASTICIDADE DE VARIAÇÃO DO VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE DESETANIZAÇÃO E PIRÓLISE NO PIM EM RELAÇÃO AOS PARÂMETROS (CONSIDERANDO O CENÁRIO TRIBUTÁRIO DE 100% DA PRODUÇÃO PARA ZFM)	15
QUADRO 05 - PROJETO DE UMA PLANTA DE ETILBENZENO NO PIM: MÉDIA DAS SIMULAÇÕES PARA PAYBACK, PONTO DE NIVELAMENTO E TIR, CONSIDERANDO O CENÁRIO TRIBUTÁRIO DE 100% DA PRODUÇÃO PARA ZFM	19
QUADRO 06 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS SIMULAÇÕES PARA VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE ETILBENZENO NO PIM (EM US\$ MIL), CONSIDERANDO O CENÁRIO TRIBUTÁRIO DE 100% DA PRODUÇÃO PARA ZFM	20
QUADRO 07 - ELASTICIDADE DE VARIAÇÃO DO VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE ETILBENZENO NO PIM EM RELAÇÃO AOS PARÂMETROS (CONSIDERANDO O CENÁRIO TRIBUTÁRIO DE 100% DA PRODUÇÃO PARA ZFM)	21
QUADRO 08 - PROJETO DE UMA PLANTA DE ESTIRENO NO PIM: MÉDIA DAS SIMULAÇÕES PARA PAYBACK, PONTO DE NIVELAMENTO E TIR, CONSIDERANDO O CENÁRIO TRIBUTÁRIO DE 100% DA PRODUÇÃO PARA ZFM	25
QUADRO 09 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS SIMULAÇÕES PARA VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA DE ESTIRENO NO PIM (EM US\$ MIL), CONSIDERANDO O CENÁRIO TRIBUTÁRIO DE 100% DA PRODUÇÃO PARA ZFM	26

QUADRO 10 - ELASTICIDADE DE VARIAÇÃO DO VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE ESTIRENO NO PIM EM RELAÇÃO AOS PARÂMETROS (CONSIDERANDO O CENÁRIO TRIBUTÁRIO DE 100% DA PRODUÇÃO PARA ZFM)	27
QUADRO 11 - PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE FERTILIZANTES NO PIM: MÉDIA DAS SIMULAÇÕES PARA PAYBACK, PONTO DE NIVELAMENTO E TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR), CONSIDERANDO 3 CENÁRIOS TRIBUTÁRIOS	31
QUADRO 12 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS SIMULAÇÕES PARA VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE FERTILIZANTES NO PIM (EM US\$ MIL) CONSIDERANDO 3 CENÁRIOS TRIBUTÁRIOS	32
QUADRO 13 - ELASTICIDADE DE VARIAÇÃO DO VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE FERTILIZANTES NO PIM EM RELAÇÃO AOS PARÂMETROS (CONSIDERANDO CENÁRIO TRIBUTÁRIO MAIS RELEVANTE -100% DA PRODUÇÃO PARA O SE)	34
QUADRO 14 - PROJETO DE UMA PLANTA DE METANOL NO PIM: MÉDIA DAS SIMULAÇÕES PARA PAYBACK, PONTO DE NIVELAMENTO E TIR, CONSIDERANDO 3 CENÁRIOS TRIBUTÁRIOS	37
QUADRO 15 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS SIMULAÇÕES PARA VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA DE METANOL NO PIM (EM US\$ MIL) CONSIDERANDO 3 CENÁRIOS TRIBUTÁRIOS	38
QUADRO 16 - ELASTICIDADE DE VARIAÇÃO DO VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA DE METANOL NO PIM EM RELAÇÃO AOS PARÂMETROS (CONSIDERANDO CENÁRIO TRIBUTÁRIO 1: 100% DA PRODUÇÃO EXPORTADA)	40
QUADRO 17 - ELASTICIDADE DE VARIAÇÃO DO VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA DE METANOL NO PIM EM RELAÇÃO AOS PARÂMETROS (CONSIDERANDO CENÁRIO TRIBUTÁRIO 3: RELEVANTE-100% DA PRODUÇÃO PARA A REGIÃO SE)	40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - GRÁFICO “SPIDER” DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA INTEGRADA DE FERTILIZANTES NO PIM EM RESPOSTA À VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS	33
FIGURA 02 - GRÁFICO “SPIDER” DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO VPL DO PROJETO DE UMA PLANTA DE METANOL NO PIM EM RESPOSTA A VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS	39

ABREVIACÕES

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
AOL	American On Line
BAT	Best Available Tecnology
BEP	Best Environmental Practices
CCPA	Canadian Chemical Producers Association
CDS-UnB	Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DoC	Departament of Commerce (dos Estados Unidos – EUA)
EPA	Environmental Protection Agency (dos Estados Unidos – EUA)
EPS	Expandable polystyrene
<i>gate in</i>	Taxa de entrada de contêiner no terminal
<i>gate out</i>	Taxa de saída de contêiner no terminal
Gr/cm ³	Grama por centímetro cúbico
GEMI	Global Environmental Management Initiative
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	Instituições de Ensino Superior
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISO	International Standardization Organization
M ³	Metro cúbico
US\$/MM BTU	Valor em Dólares por Milhão de BTU's
BTU	“British Thermal Unit” (Unidade térmica Britânica) - unidade de energia equivalente a 252,2 calorias ou 1055 joules, necessária para elevar a temperatura de uma libra de água em um grau fahrenheit. Usada para , medir o poder calorífico de fontes de energia combustíveis (GN, Petróleo, etc.).
NBRISO	Norma Brasileira compatível com a ISO (International Standardization Organization)
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OEMA	Órgão Estadual de Meio Ambiente

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o resultado de dois anos de trabalho em tema da maior relevância para a Amazônia e, particularmente, o Estado do Amazonas. O desenvolvimento de empreendimentos gasquímicos no Pólo Industrial de Manaus, poderá, de maneira significativa, criar novas cadeias produtivas, além de fortalecer e melhor articular as existentes, favorecendo assim a possibilidade de uma forte estruturação econômica e conexão entre mercados e os recursos naturais existentes na Amazônia.

Neste momento, o papel da Superintendência na Zona Franca de Manaus é de primordial importância. Ao solicitar o estudo da Universidade Federal do Amazonas, a Suframa, assumindo categoricamente sua parcela de responsabilidade nesta missão, demonstrou que tem preocupações estratégicas e inteligência para preparar a Amazônia para um futuro mais sólido e melhor.

A equipe executora do estudo tem consciência desta situação e reconhece que sua contribuição poderá ajudar sobremaneira as futuras gerações amazônicas. Neste sentido, o empenho de todos produziu um estudo com resultados que ajudarão de maneira concreta os tomadores de decisão a escolher a melhor opção.

I – INTRODUÇÃO

O presente documento integra o Relatório Final do “*Estudo de Viabilidade para Implantação de Empreendimentos Petroquímicos no Pólo Industrial de Manaus*”, realizado no período 2004/2005, estando previsto no Plano de Trabalho do Convênio nº 023/2004, celebrado entre a Fundação de Apoio Institucional Rio Solimões – UNISOL, na qualidade de órgão conveniente, e a Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA, na qualidade de órgão concedente.

De caráter normativo e recomendativo, consolida indicações de estratégias e condicionantes para a implantação gradual de empreendimentos industriais baseados na transformação do gás natural presente no subsolo amazônico, a serem sediados no Pólo Industrial de Manaus (PIM). Isto significará a criação de novas cadeias produtivas e o adensamento de outras existentes na economia da Amazônia Ocidental.

II – SÍNTESE DAS PREMISSAS E DOS RESULTADOS DO “ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS PETROQUÍMICOS NO PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)”

O referido Estudo, realizado pela equipe executora da UFAM, contando ainda com a participação de pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), objetivou analisar as condições prévias de viabilidade (técnico-organizacional, econômica e ambiental) para a produção de alguns bens de origem petro ou gasquímica no Estado do Amazonas, em nível de famílias de produtos (e não de projetos), baseados na transformação química dos subprodutos da Refinaria Isaac Sabbá (nomeadamente a nafta petroquímica, com volume de cerca de 1,0 milhão de m³/ano), e do Gás Natural (GN), cujas reservas técnicas (ou seja, não direcionadas para a geração de energia elétrica) alcançavam cerca de 5,0 milhões de m³/dia, de acordo com os dados oficiais da PETROBRAS. Para tanto, dividiu-se o Estudo em 06 (seis) componentes analíticos, que espelhavam as diversas dimensões envolvidas na pesquisa, quais sejam:

(1) mercado – envolveu a apresentação dos fundamentos econômicos, organizacionais e de mercado dessa indústria em nível internacional e nacional, bem como a análise específica do mercado regional de fertilizantes.

- (2) Técnico-Organizacional – envolveu a definição dos potenciais produtos, em nível de família.
- (3) Logística e Infra-estrutura – análise dos gargalos mapeados e definição dos aspectos infraestruturais, especialmente os de logística, que se constituem em necessidades especiais associadas ao segmento petroquímico para a região.
- (4) Fiscal – análise dos potenciais entraves de natureza tributária a eventuais empreendimentos petroquímicos que se implantem na região.
- (5) Legal-Ambiental – análise dos potenciais entraves e condições encontrados na legislação ambiental e na percepção dos agentes internacionais face à possibilidade de a Amazônia vir a recepcionar empreendimentos petroquímicos.
- (6) Localização geográfica dos possíveis empreendimentos;
- (7) Necessidades de Capital Humano, levantadas para se avaliar a disponibilidade de técnicos qualificados na região para atuarem em indústrias químicas baseadas na transformação de insumos petroquímicos; e
- (8) Análise Econômico-Financeira - análise de pré-viabilidade da produção dos produtos indicados nos componentes de Mercado e Técnico-Organizacional, a partir de dados primários e secundários e internalizando as principais variáveis apontadas nos demais componentes.

No Relatório Preliminar confeccionado pela equipe técnica do estudo, vários tipos de produtos, tais como tintas e vernizes, foram pré-analisados e descartados, por não apresentarem condições mínimas de pré-viabilidade produtiva no PIM, a partir de variáveis como organização da indústria e dos mercados consumidores, etc. Após a avaliação do relatório preliminar, a SUFRAMA resolveu focar nos produtos com melhores indicadores de viabilidade e, para fazer essa eleição, considerou as seguintes condições:

- a) Disponibilidade de matérias-primas na região (somente o GN);
- b) integração com as cadeias industriais do Pólo Industrial de Manaus;
- c) contribuição para a melhoria da Balança Comercial do PIM e da Amazônia Ocidental, seja pela redução das importações de insumos, seja pela introdução de novos bens de exportação;
- d) potencial de integração futura das novas unidades produtivas químicas instaladas no PIM com as cadeias produtivas de bens obtidos com matérias-primas regionais (ex: jazida de silvinita de Nova Olinda do Norte, no Amazonas, etc.);

- e) projeção de plantas produtivas com escalas situadas nas médias das existentes no Brasil e no exterior; e
- f) identificação de potenciais investidores interessados.

As conclusões exaradas da análise econômico-financeira, levada a cabo com os dados secundários e primários coligidos e com as premissas estipuladas, indicam que as famílias de produtos com boas condições de viabilidade são as seguintes:

- 1- *Unidade Industrial de Fracionamento do Gás Natural*, responsável por gerar os insumos principais das indústrias gasquímicas a se instalarem no PIM;
- 2- *Complexo produtivo de estirênicos* para completar as cadeias da indústria de transformação plástica já existentes no PIM;
- 3- *Complexo produtivo de Metanol* para a produção de biodiesel e/ou exportação; e
- 4- *Complexo produtivo de Amônia/Uréia*, para atender ao mercado regional de fertilizantes.

Na modelagem adotada no escopo do estudo, sob orientação da SUFRAMA, previu-se a utilização das seguintes fontes de matérias-primas básicas:

da reserva técnica

Por outro lado, há concreta sinalização por parte das autoridades energéticas brasileiras sobre o projeto de construção do linhão de transmissão de energia entre a Hidrelétrica de Tucuruí (PA) e Manaus, para os próximos anos, interligando o sistema amazonense com o nacional e corrigindo o histórico isolamento ao qual foi compelido. Isto se efetivando, implicará em que a destinação inicialmente projetada para o GN de Urucu, qual seja, a complementação da matriz energética local, competirá em custo com a hidroeletricidade, poderosa fonte de energia renovável. Logo, a PETROBRAS já se encontra na condição de planejar sua estratégia de uso do GN, atribuindo-lhe outros possíveis destinos. O estudo da UFAM aponta, neste sentido, uma alternativa sólida para rentabilizar não só as fontes de GN de Urucu, como outras, ora em prospecção pela PETROBRAS, localizadas no Rio Juruá e na bacia de Itapiranga-Silves, todas no Amazonas.

Pesando ambos os fatores, a SUFRAMA sugeriu, em concordância com as análises preliminares realizadas pela equipe técnica do Estudo, a mudança na modelagem de modo a contemplar somente o fornecimento do GN de Urucu como matéria-prima básica dos empreendimentos planejados para o PIM. Assim, enquanto o Relatório Preliminar – que corresponde ao Volume II do presente trabalho, intitulado “Relatórios Analíticos” - se apresentava bastante amplo, abrangendo a petroquímica geral (pois incluía na modelagem a nafta e o GN), o Relatório Final - o presente Volume I - deliberadamente redireciona a estratégia básica que norteia a política de adensamento de cadeias industriais no PIM para a gasquímica (calcado somente no GN), no sentido, portanto, de viabilização de empreendimentos industriais gasquímicos.

Os empreendimentos gasquímicos, analisados pelo Estudo, são demonstrados no Quadro 01:

QUADRO 01 - PROJETOS INDUSTRIAIS GASQUÍMICOS MODELADOS PELO ESTUDO

FAMÍLIA DE PRODUTOS	MATÉRIAS-PRIMAS PRINCIPAIS	PRODUTOS INTERMEDIÁRIOS	PRODUTOS FINAIS	PORTE DA PLANTA NOS MERCADOS	MERCADOS POTENCIAIS	INVESTIMENTO PREVISTO (US\$milhões)	FATURAMENTO ANUAL (US\$milhões)	EMPREGOS ESTIMADOS		
								Implantação	Operação	
									Diretos	Indiretos
FRACIONAMENTO DO GÁS NATURAL	Gás Natural	Etano	Eteno e Gás Desetanizado.	Média mundial.	Regional (elos posteriores da cadeia gasquímica do PIM).	15,0	140,0	8.000	2.000	35.000
COMPLEXO DE ESTIRÊNICOS	Eteno + Benzeno (importado)	-	Etilbenzeno	Média mundial.	Regional (PIM), Nacional e Internacional (pólos petroquímicos).	340,0	700,0			
	Etilbenzeno	-	Estireno	Média nacional.	Regional e Nacional (indústria brasileira de plásticos).	40,0	80,0			
COMPLEXO DE METANOL	Gás Desetanizado.	Gás de Síntese.	Metanol	Média mundial.	Nacional (produção de biodiesel) e Internacional (exportações).	400,0	400,0			
COMPLEXO DE FERTILIZANTES	Gás Desetanizado.	Amônia	Amônia/Uréia	Média mundial.	Regional (agronegócio da Amazônia Legal).	300,0	310,0			

INDICADORES E PREMISSAS UTILIZADOS NO ESTUDO

A seguir, são conceituadas as ferramentas de análise de viabilidade econômico-financeira, bem como de algumas premissas técnico-industriais, utilizadas nas planilhas que orientaram a finalização do presente trabalho.

Valor Presente Líquido (VPL)

Valor financeiro líquido obtido pela diferença entre o valor presente de todos os retornos futuros esperados para o projeto, a partir do desconto a valor presente de cada um deles e sua somatória, e o valor presente do investimento nele realizado.

Logo:

- (a) $VPL > 0$ indica ganho financeiro líquido do investidor acima do investimento já recuperado;
- (b) $VPL = 0$ indica mero empate de capital, ou seja, Valor Presente dos Retornos Financeiros Futuros do Projeto = Valor Presente do Investimento; e
- (c) $VPL < 0$ indica prejuízo financeiro do investidor, isto é, o valor total esperado de retornos financeiros do projeto sequer recupera o valor do investimento.

Taxa Interna de Retorno (TIR)

Taxa que iguala o VPL de um investimento a zero, indicando o patamar mínimo de viabilidade que este apresentaria, a partir do desconto a valor presente de todas os retornos financeiros esperados ao longo da sua vida útil. É comparada com a taxa de retorno das oportunidades de aplicação do capital no mercado em geral, que corresponde à própria taxa de desconto do custo do capital do projeto (usada nos demais indicadores). A taxa do custo de capital será simbolizada por “k”. Assim:

- (a) $TIR > k$ indica que os retornos futuros financeiros esperados do projeto propiciam ao investidor uma rentabilidade sobre o investimento superior àquela que ele ganharia fora do projeto, em outras oportunidades de mercado;
- (b) $TIR < k$ indica que os retornos futuros financeiros esperados do projeto propiciam ao investidor uma rentabilidade sobre o investimento inferior àquela que ele ganharia fora do projeto, em outras oportunidades de mercado;

(c) $TIR = k$ indica que os retornos futuros financeiros esperados do projeto propiciam ao investidor uma rentabilidade sobre o investimento idêntica àquela que ele ganharia fora do projeto, em outras oportunidades de mercado.

Payback

Também conhecida por “Tempo de Retorno do Capital” ou “Período de Recuperação do Investimento”, esta ferramenta corresponde ao tempo estimado para a recuperação do valor total investido no projeto, a partir do desconto a valor presente dos retornos financeiros para ele esperados. Estes retornos, após descontados, são progressivamente somados até o ponto onde o valor acumulado iguala ao valor do investimento realizado, sendo aí o ponto do *payback*.

Battery Limits

Conceito da engenharia química que define se uma área de refinaria ou planta de produção química abrange uma unidade de processamento única ou uma “bateria” de unidades, juntamente com sua infraestrutura e serviços respectivos.

Offsites

Conceito da engenharia química, aplicada ao segmento de Petróleo & Gás, que designa as instalações (maquinário, tancagem, utilidades adicionais, etc.) que não se referem ao núcleo produtivo de uma central de matérias-primas petro ou gasquímicas.

Fator Locacional

Percentual de encarecimento dos valores de investimento, em função de sua localização fora dos eixos industriais tradicionais do setor químico (caso do PIM), onde já existe uma ambiência tecnológica, produção de bens de capital específicos, recursos humanos qualificados, dentre outros, não disponíveis na região receptora do investimento. Embute possíveis obstáculos logísticos (aquisição, transporte e despacho aduaneiro de maquinário e equipamentos, custo maior de importação de técnicos especializados em construção de indústrias químicas, etc.). No Estudo, foi utilizada uma referência internacional de

20% (= 1,2 vezes o valor do investimento de cada projeto), extraída do Banco Mundial, conforme referenciado no Vol. II, pág. 292 e 345 (bibliografia).

III – ESTRATÉGIAS E CONDICIONANTES PARA A IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS GASQUÍMICOS NO PIM

III.1 – FRACIONAMENTO DO GÁS NATURAL (DESETANIZAÇÃO E PIRÓLISE)

III.1.1 – DESCRIÇÃO

O objetivo dessas duas unidades integradas – separação da corrente de etano do gás natural e pirólise do etano para obtenção do eteno - é a preparação das matérias primas que serão consumidas nas demais unidades do complexo petroquímico, a saber:

- Eteno para a unidade de etilbenzeno, que posteriormente será processado para produção de estireno; e
- Gás natural desetanizado para as unidades de metanol e amônia/uréia.

O gás natural passa por uma unidade de separação, denominada *splitter*, para recuperar a fração etano. O gás desetanizado é vendido para as unidades consumidoras como matéria prima para a produção de metanol e/ou amônia/uréia respectivamente nos complexos de metanol e de fertilizantes.

A corrente de etano é submetida à pirólise que consiste no craqueamento térmico em presença de vapor a altas temperaturas. Os gases resultantes do craqueamento passam por um sistema de trocadores no qual o calor é recuperado. A conversão de etano em eteno pode variar de 65 a 75%. O eteno produzido é vendido para o complexo de estirênicos para a produção de etilbenzeno.

III.1.2 – RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

III.1.2.1 - Dados básicos do projeto

Para efeito de avaliação preliminar, a unidade de separação de etano foi incorporada à unidade de pirólise, constituindo uma unidade de produção de matérias primas que serão fornecidas às demais unidades e complexos.

Como dados básicos do projeto, foram considerados os itens abaixo:

- i. Escala do *splitter* e da pirólise de C2 – em função do etano contido na corrente de gás natural de 5 M m³/dia: 146.850 t de eteno /ano.
- ii. O custo de investimento da planta integrada (*battery limits*), incluindo a separação do etano e a pirólise de referência internacional, resulta da soma dos custos de investimento das plantas de separação da fração etano e da pirólise do etano - obtidas a partir da literatura, considerando fator de escala de 0,65. O investimento *offsites* é estimado com base na média internacional da indústria em 50% do investimento *battery limits*. O investimento total inclui um fator locacional de 1,2.
- iii. Taxa de desconto – 15%, com base nos estudos de viabilidade correntes (ver, por exemplo, Chauvel et al (2003))
- iv. Vida útil – 12 anos
- v. Período de depreciação – 10 anos
- vi. Endividamento – 0%
- vii. Taxa de juros – 15%
- viii. Impostos – considera-se somente imposto de renda, com alíquota de 35% sobre o lucro líquido (vide Nota de Rodapé nº 01, págs. 12-13).
- ix. Tempo de construção – 2 anos.
- x. Capital de giro – 20% sobre o investimento da planta integrada em Manaus.

III.1.2.2 - Cálculo das receitas do projeto

Para o cálculo das receitas do projeto foram consideradas as seguintes hipóteses:

- i. Preço do gás desetanizado: preço variável entre 0,5 e 2,7 US\$/MM BTU, conforme hipótese adotada para o preço do gás natural.
- ii. Preço do eteno: variável na faixa definida pelos valores mínimo e máximo dos mercados internacionais, para o ano de 2005, admite-se que o referido preço varie entre 925 e 1.200 US\$/tonelada.

- iii. Quantidade vendida de gás desetanizado: 4 MM m³/dia, o que corresponde a 156.320 MM BTU/dia.
- iv. Quantidade vendida de eteno – considera-se que toda a escala produtiva de eteno é vendida para a produção de etilbenzeno: 146.850 t de eteno /ano.

III.1.2.3 - Cálculo dos custos do projeto

A matéria prima é o gás natural que se considera ao preço variável entre 0,5 e 2,7 US\$/MM BTU.

Para o cômputo do custo variável de logística, assumiu-se o patamar de 3% sobre o preço final dos produtos, considerando que os produtos serão destinados integralmente a consumidores industriais instalados no PIM. Para o cálculo de outros custos variáveis (catalisadores, produtos químicos, utilidades, etc, assumiu-se o patamar de 20% sobre os custos de matéria-prima, estimativa baseada na literatura de avaliação de custos na indústria petroquímica.

No que tange aos custos fixos, o cálculo dos custos de operação/manutenção e ambiental consideraram-se, respectivamente, os valores de 6% e 0,5% sobre o custo de investimento da planta integrada em Manaus. Os valores são indicados pela literatura especializada.

Finalmente, no que se refere ao componente de custos (incentivos) tributários, foi considerado o cenário tributário (contemplando os impostos IPI, II, ICMS e PIS/Cofins) mais relevante, que é o referente a produção destinada exclusivamente à Zona Franca de Manaus¹.

¹ Para a elaboração do algoritmo tributário necessário à construção do cenário tributário, assumiu-se as seguintes hipóteses:

(1) Os preços dos bens intermediários, bem como dos bens finais antes da incidência dos impostos indiretos, não variam.(2) Os bens petro/gasquímicos intermediários usados nos processos fabris pertencem ao grupo de produtos cuja alíquota interna do ICMS no Amazonas é igual a 17%.
(3) Quando houver compra de bens com alíquota de ICMS de 25% no Amazonas, por suposição esse bem será o gás natural, e a origem, quaisquer localidades amazonenses, exceto ZFM.
(4) Quando houver compra de bens com alíquota de ICMS de 17% no Amazonas por suposição esse bem será um produto industrializado.

III.1.2.4 – Resultado das simulações

Calculados os fluxos de caixa do projeto para o período de 12 anos (tempo de vida útil assumido no projeto), são computados os seguintes indicadores:

- i. Payback Simples (em anos)
- ii. Ponto de Nivelamento (em 1000 ton)
- iii. Taxa Interna de Retorno (% ao ano)
- iv. ValorPresente Líquido (em 1000 US\$)

Para o cálculo destes indicadores, é utilizada a metodologia da simulação de Monte Carlo, que consiste na construção de cenários aleatórios, porém prováveis, a partir de distribuições de probabilidade das variáveis incertas. Para efeito dos cálculos, serão consideradas 10 mil interações. Abaixo, seguem os resultados obtidos, considerando o cenário tributário referente à produção destinada exclusivamente à Zona Franca de Manaus.

Quadro 02 - Projeto de uma planta integrada de desetanização e pirólise no PIM: média das simulações para payback, ponto de nivelamento e TIR, considerando o cenário tributário de 100% da produção para ZFM

Indicador	Resultado
Payback (em anos)	8,42
Ponto do nivelamento (em 1000 t)	70,92
TIR (em %)	16,63%

Payback simples: a partir das 10 mil interações, estimou-se que a média do payback simples (tempo necessário para que o fluxo de caixa recupere o investimento realizado) é de **8,42 anos**.

(5) A aquisição de gás natural ocorrerá sempre a partir de Coari ou de outra localidade em território amazonense. A alíquota interna do ICMS em operações internas de outras unidades da Federação (Ufs) será igual 18%.

(6) Incentivos Fiscais considerados nas planilhas de simulação (somente para operações de transformação industrial dentro do perímetro geográfico da ZFM): (6.1) Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) – alíquota de 0%; (6.2) Imposto sobre Importações (II) – alíquota de 0%; (6.3) Programa de Integração Social / Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (PIS/COFINS) – alíquota de 0%; (6.4) Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) – alíquota de 0%, considerando crédito-estímulo em nível de 100%. O incentivo de Imposto sobre a Renda das Pessoas Jurídicas (IRPJ), embora previsto na legislação, para ser administrado pela Nova SUDAM, não foi considerado nas simulações, pois ainda não está em fase de operacionalização por essa autarquia federal, nem há previsão exata de quando virá a sê-lo.

Ponto de nivelamento: estimou-se que a quantidade mínima total (considerando todos os produtos conjuntamente) a ser produzida, para que a receita operacional cubra tanto os custos operacionais quanto o custo de investimento, é de, aproximadamente, **71 mil toneladas**.

Taxa interna de retorno: a estimativa realizada a partir das 10 mil interações é de que a taxa que zera o VPL é igual a **16,63%** ao ano.

VPL: no caso das simulações para o VPL, o quadro seguinte apresenta as principais estatísticas obtidas a partir das simulações geradas a partir das 10 mil interações - e assumindo 100% da utilização da capacidade produtiva, descontados à taxa de 15% anual –, considerando o cenário tributário referente à 100% da produção para a Zona Franca de Manaus.

Quadro 03 - Estatísticas descritivas das simulações para VPL do projeto de uma planta integrada de desetanização e pirólise no PIM (em US\$ mil), considerando o cenário tributário de 100% da produção para ZFM

Estatísticas do VPL	Resultados
Média Amostral	\$22.407,6
Erro Padrão	\$224,1
Mediana	\$23.154,3
Intervalo de confiança*: Limite superior	\$22.039,1
Intervalo de confiança: Limite inferior	\$592,6
Pr (VPL)>0 =	55,5%

As estimativas apresentaram-se, em média, positivas, da ordem de US\$ 22 milhões, atestando assim a viabilidade do projeto no caso da produção para o PIM. As estatísticas demonstram ainda que a probabilidade do VPL ser positivo é de 55,5%.

III.1.2.5 – Resultado da análise de sensibilidade

Considerando ainda o cenário tributário referente à produção destinada ao PIM, examinou-se a sensibilidade do indicador VPL em relação aos seguintes parâmetros:

- i. Custo do – como meio de verificar se erros na estimativa dos parâmetros de cálculo do investimento, mantidas fixas as escalas produtivas, alteram a viabilidade do negócio.
- ii. Preço do GN (GN) - como representante do item de custos;
- iii. Preço do Eteno - como forma de verificar a sensibilidade do projeto aos preços de seus múltiplos produtos;
- iv. Capacidades Produtivas de Pirólise - de modo a analisar a sensibilidade do projeto às capacidades de produção de seus múltiplos produtos.

Para ilustrar a análise de sensibilidade, calculou-se a elasticidade do VPL em relação a cada um dos parâmetros, de modo a identificar com maior precisão os parâmetros que mais influenciam o VPL do projeto. O quadro abaixo apresenta os resultados

Quadro 04 – Elasticidade de variação do VPL do projeto de uma planta integrada de desetanização e pirólise no PIM em relação aos parâmetros (considerando o cenário tributário de 100% da produção para ZFM)

Variável	Elasticidade VPL - parâmetro
Custo de Investimento	-11,02
Escala da Planta	7,25
Preço GN	-2,59
Preço Eteno	14,52

O preço do eteno apresenta-se como a variável que mais influencia o VPL, posto que um aumento de 1% neste ocasiona, tudo o mais constante, um aumento de 14,52% no VPL. O custo do investimento apresenta-se como a segunda variável mais importante, posto que uma variação positiva de 1% no referido custo ocasiona, tudo o mais constante, uma redução de 11% no VPL. Em seguida, apresentam-se como parâmetros mais relevantes a escala da pirólise e o preço do gás, com elasticidades, respectivamente, de 7,25, e -2,59. Neste sentido, vale

ressaltar que a viabilidade do projeto apresenta-se bastante sensível tanto ao preço do eteno quanto ao custo de investimento.

III.2 – COMPLEXO DE ESTIRÊNICOS (ETILBENZENO E ESTIRENO)

III.2.1 – DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

A análise desse projeto de investimento pressupõe a construção de duas plantas:

- Etilbenzeno; e
- Estireno.

O objetivo do complexo de estirênicos é a produção de estireno. A planta de etilbenzeno tem como finalidade, a princípio, a produção de matéria prima que será integralmente consumida na produção de estireno. Optou-se, entretanto, neste estudo por tratar as duas plantas de forma independente. Assim, nas seções seguintes as estimativas e análises serão feitas para cada um dos produtos, considerando, para efeito de avaliação, a possibilidade de não integração das plantas. O estireno produzido seria vendido como produto final para a empresa VIDEOLAR, produtora de Poliestireno (PS) do PIM e que atualmente consome estireno importado, e o excedente vendido no mercado brasileiro ou exportado.

O eteno obtido é levado para a unidade de produção de etilbenzeno (EB). A fabricação de estireno é predominantemente baseada na tecnologia de produção do etilbenzeno. A síntese de EB ocorre via alquilação catalítica do benzeno com eteno, utilizando cloreto de alumínio, ou recentemente por zeólitas. A reação pode ocorrer tanto em fase líquida quanto em fase vapor.

O etilbenzeno é então desidrogenado a estireno na presença de vapor com óxidos de ferro-cromo ou catalisador de óxido de zinco, utilizando reatores adiabáticos de múltiplos leitos ou reatores tubulares isotérmicos.

A co-produção de estireno com óxido de propeno pelo processo PO/SM vem ganhando popularidade com sua rota empregada pela Lyondell, Shell/Seraya, Repsol e Ellba. Nesse processo, o EB é oxidado a hidroperóxido, que é então reagido com propeno para produção do óxido de propeno e metil benzil álcool. O produto resultante é então desidratado a estireno. O estireno é levado para a produção dos diversos tipos de poliestireno.

III.2.2 – RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA PLANTA DE ETILBENZENO

III.2.2.1 - Dados básicos do projeto

Para efeito de avaliação preliminar, a unidade de produção de etilbenzeno foi considerada como investimento independente que consumiria todo o eteno produzido na pirólise. Como dados básicos do projeto, foram considerados os itens abaixo:

- i. Escala da produção de etilbenzeno – em função da disponibilidade de eteno (146.000 t/a) foi calculada em 550.000 t/a.
- ii. O custo de investimento da planta (*battery limits*) de etilbenzeno de referência internacional obtido a partir da literatura, considerando fator de escala de 0,65. O investimento *offsites* é estimado com base na média internacional da indústria em 50% do investimento *battery limits*. O investimento total inclui um fator locacional de 1,2.
- iii. Taxa de desconto – 15%, com base nos estudos de viabilidade correntes (ver, por exemplo, Chauvel et al (2003)).
- iv. Vida útil – 12 anos.
- v. Período de depreciação – 10 anos.
- vi. Endividamento – 0%.
- vii. Taxa de juros – 15%.
- viii. Impostos – considera-se somente imposto de renda, com alíquota de 35% sobre o lucro líquido (vide Nota de Rodapé nº 01, págs. 12-13).
- ix. Tempo de construção – 2 anos.
- x. Capital de giro – 20% sobre o investimento da planta integrada em Manaus

III.2.2.2 - Cálculo das receitas do projeto

Para o cálculo das receitas do projeto foram consideradas as seguintes hipóteses:

- i. Preço do Etilbenzeno – variável na faixa definida pelos valores mínimo e máximo dos mercados *spot* e contrato no Golfo do México, para o ano de 2005, admite-se que o referido preço varie entre US\$ 770 e 958 / tonelada.
- ii. Quantidade vendida de etilbenzeno – considera-se que toda a produção é vendida dentro da área da SUFRAMA para a produção de estireno.

III.2.2.3 - Cálculo dos custos do projeto

Para o cálculo dos custos variáveis referentes à matéria-prima eteno foram admitidas as seguintes hipóteses:

- i. Preço do Eteno - variável na faixa definida pelos valores mínimo e máximo do mercado internacional, admite-se uma faixa que varie entre US\$ 925 e 1.200 / tonelada.
- ii. Coeficiente de consumo de eteno - 0,265 ton/ton de etilbenzeno.

Para o cálculo dos custos variáveis referentes à matéria-prima benzeno foram admitidas as seguintes hipóteses:

- i. Preço do Benzeno – preço variável entre 751,6 e 901,9 US\$/ton.
- ii. Coeficiente de consumo de 0,741 ton/ton de etilbenzeno.

Para o cômputo do custo variável de logística, assumiu-se o patamar de 3% sobre o preço final dos produtos, já que se trata de produto a ser comercializado na área da SUFRAMA. Para o cálculo de outros custos variáveis (como: catalisadores, produtos químicos, utilidades, etc), assumiu-se o patamar de 20% sobre os custos de matéria-prima. A estimativa baseia-se na literatura de avaliação de custos na indústria petroquímica.

No que tange aos custos fixos, o cálculo dos custos de operação/manutenção e ambiental consideraram-se, respectivamente, os valores de 6% e 0,5% sobre o

custo de investimento da planta integrada em Manaus. Os valores são indicados pela literatura especializada.

Finalmente, no que se refere ao componente de custos (incentivos) tributários, foi novamente considerado o cenário tributário (contemplando os impostos IPI, II, ICMS e PIS/Cofins) referente à situação de produção totalmente destinada ao PIM.

III.2.2.4 – Resultado das simulações

Calculados os fluxos de caixa do projeto para o período de 12 anos (tempo de vida útil assumido no projeto), são calculados os seguintes indicadores:

- i. Payback Simples (em anos)
- ii. Ponto de Nivelamento (em 1000 ton)
- iii. Taxa Interna de Retorno (% ao ano)
- iv. Valor Presente Líquido (em 1000 US\$)

Para o cálculo destes indicadores, é utilizada a metodologia da simulação de Monte Carlo, que consiste na construção de cenários aleatórios, porém prováveis, a partir de distribuições de probabilidade das variáveis incertas. Para efeito dos cálculos, serão consideradas 10 mil interações. Abaixo seguem os resultados:

Quadro 05 - Projeto de uma planta de etilbenzeno no PIM: média das simulações para payback, ponto de nivelamento e TIR, considerando o cenário tributário de 100% da produção para ZFM

Indicadores	Resultados
Payback (em anos)	14,73
Ponto do nivelamento (em 1000 t)	27,30
TIR (em %)	-

Payback Simples: a partir das 10 mil interações, estimou-se que a média do payback simples (tempo necessário para que o fluxo de caixa recupere o investimento realizado) é de **14,73 anos**.

Ponto de Nivelamento: estimou-se que a quantidade mínima total (considerando todos os produtos conjuntamente) a ser produzida para que a receita operacional

cubra tanto os custos operacionais quanto o custo de investimento é de, aproximadamente, **27 mil toneladas**.

Taxa Interna de Retorno: a estimativa realizada a partir das 10 mil interações não permitiu gerar um número positivo.

VPL: no caso das simulações para o VPL, o quadro seguinte apresenta as principais estatísticas obtidas a partir das simulações geradas a partir das 10 mil interações - e assumindo 100% da utilização da capacidade produtiva, descontados à taxa de desconto do custo do capital de 15% ao ano.

Quadro 06 - Estatísticas descritivas das simulações para VPL do projeto de uma planta integrada de de etilbenzeno no PIM (em US\$ mil), considerando o cenário tributário de 100% da produção para ZFM

Estatísticas	Resultados
Média Amostral	(\$204.759,1)
Erro Padrão	(\$2.047,6)
Mediana	(\$203.139,2)
Intervalo de confiança*: Limite superior	(\$201.391,1)
Intervalo de confiança: Limite inferior	(\$5.415,6)
Pr (VPL)>0 =	0,9

As estimativas de VPL's possíveis para o projeto apresentaram-se, em média, negativas da ordem de US\$ 204 mil. Neste sentido, verifica-se que o projeto é inviável, pois não paga sequer o seu custo e ainda gera um prejuízo financeiro de US\$ 204 mil. As estatísticas demonstram ainda que a probabilidade do VPL ser positivo, no caso da produção destinada ao PIM, é de apenas 0,9%.

III.2.2.5 – Resultado da análise de sensibilidade

Considerou-se um cenário tributário neutro, e examinou-se a sensibilidade do indicador VPL em relação aos seguintes parâmetros:

- i. Custo do Investimento – como meio de verificar se erros na estimativa dos parâmetros de cálculo do investimento, mantidas fixas as escalas produtivas, alteram a viabilidade do negócio.

- ii. Preços do Eteno e Benzeno- como representantes do item de custos;
- iii. Preço do Etilbenzeno - como forma de verificar a sensibilidade do projeto aos preços de seus múltiplos produtos;
- iv. Capacidades Produtivas de Etilbenzeno - de modo a analisar a sensibilidade do projeto às capacidades de produção de seus múltiplos produtos.

Para ilustrar a análise de sensibilidade, calculou-se a elasticidade do VPL em relação a cada um dos parâmetros, de modo a identificar com maior precisão os parâmetros que mais influenciam o VPL do projeto. O quadro abaixo apresenta os resultados:

Quadro 07 – Elasticidade de variação do VPL do projeto de uma planta integrada de etilbenzeno no PIM em relação aos parâmetros (considerando o cenário tributário de 100% da produção para ZFM)

Variável	Elasticidade VPL - parâmetro
Custo do Investimento	-0,41
Escala da Planta	-0,76
Preço Etilbenzeno	5,27
Preço Eteno	-1,81
Preço Benzeno	-3,94

O preço do etilbenzeno apresenta-se como a variável que mais influencia o VPL, posto que um aumento de 1% deste produto ocasiona, tudo o mais constante, um aumento de 5,27% no VPL. A elevada sensibilidade ao preço do etilbenzeno explica os resultados pouco atraentes da simulação, dado que os preços do etilbenzeno apresentaram-se no período de análise bastante baixos em relação ao próprio preço das matérias primas eteno e benzeno. Deve ser ressaltado que esse preço acaba refletindo-se favoravelmente na avaliação da planta de estireno, que utiliza o etilbenzeno como matéria prima, como pode ser comprovando na análise apresentada na seção seguinte.

O preço do benzeno apresenta-se como a segunda variável mais importante, posto que uma variação positiva de 1% no preço do benzeno ocasiona, tudo o mais constante, uma redução de 3,94% no VPL. Em seguida, apresentam-se como parâmetros mais relevantes o preço do eteno, a escala da planta, e o custo do investimento, com elasticidades, respectivamente, de -1,81, -0,76 e -0,41. Neste sentido, vale ressaltar que a viabilidade do projeto apresenta-se bastante sensível tanto ao preço do item custo de benzeno quanto ao preço do item de receita etilbenzeno.

III.2.3 – RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA PLANTA DE ESTIRENO

III.2.3.1 - Dados básicos do projeto

Para efeito desta avaliação preliminar, a unidade de estireno foi considerada de escala internacional, consumindo todo o etilbenzeno gerado. Como dados básicos do projeto, foram considerados os itens abaixo:

- i. Escala da produção de estireno – baseada no consumo total do etilbenzeno disponível: 520.000 t/ano. Nesse caso a planta situa-se na faixa das escalas mundiais e bem acima das escalas médias nacionais.
- ii. O custo de investimento da planta (*battery limits*) de estireno de referência internacional - obtido a partir da literatura, considerando fator de escala de 0,65. O investimento *offsites* é estimado com base na média internacional da indústria em 50% do investimento *battery limits*. O investimento total inclui um fator locacional de 1,2.
- iii. Taxa de desconto – 15%, com base nos estudos de viabilidade correntes (ver, por exemplo, Chauvel et al (2003)).
- iv. Vida útil – 12 anos.
- v. Período de depreciação – 10 anos.
- vi. Endividamento – 0%.
- vii. Taxa de juros – 15%.

- viii. Impostos – considera-se somente imposto de renda, com alíquota de 35% sobre o lucro líquido (vide Nota de Rodapé nº 01, págs. 12-13).
- ix. Tempo de construção – 2 anos.
- x. Capital de giro – 20% sobre o investimento da planta integrada em Manaus.

III.2.3.2 - Cálculo das receitas do projeto

Para o cálculo das receitas do projeto foram consideradas as seguintes hipóteses:

- i. Preço do estireno – variável na faixa definida pelos valores mínimo e máximo dos mercados *spot* e contrato no Golfo do México, para o ano de 2005, admite-se que o referido preço varie entre US\$ 920 e 1.650 / tonelada.
- ii. Quantidade vendida de estireno – considera-se a capacidade total produzida.

III.2.3.3 - Cálculo dos custos do projeto

Para o cálculo dos custos variáveis referentes à matéria-prima etilbenzeno foram admitidas as seguintes hipóteses:

- i. Preço do Etilbenzeno - variável na faixa definida pelos valores mínimo e máximo do mercado internacional, admite-se uma faixa US\$ 770 e 958 / tonelada.
- ii. Coeficiente de consumo de etilbenzeno - 1,055 ton/ton de estireno.

Para o cômputo do custo variável de logística, assumiu-se o patamar de 3% para a parcela vendida localmente que é estimada em 120.000 t/ano. Para o cálculo de outros custos variáveis, tais como: catalisadores, produtos químicos, utilidades, etc), assumiu-se o patamar de 20% sobre os custos de matéria-prima. A estimativa baseia-se na literatura de avaliação de custos na indústria petroquímica.

No que tange aos custos fixos, o cálculo dos custos de operação/manutenção e ambiental consideraram-se, respectivamente, os valores de 6% e 0,5% sobre o custo de investimento da planta integrada em Manaus. Os valores são indicados pela literatura especializada.

Finalmente, no que se refere ao componente de custos (incentivos) tributários, foi considerado o cenário tributário referente a produção para o Pólo Industrial de Manaus.

III.2.3.4 – Resultado das simulações

Calculados os fluxos de caixa do projeto para o período de 12 anos (tempo de vida útil assumido no projeto), são calculados os seguintes indicadores:

- i. Payback Simples (em anos).
- ii. Ponto de Nivelamento (em 1000 ton).
- iii. Taxa Interna de Retorno (% ao ano).
- iv. Valor Presente Líquido (em 1000 US\$).

Para o cálculo destes indicadores, é utilizada a metodologia da simulação de Monte Carlo, que consiste na construção de cenários aleatórios, porém prováveis, a partir de distribuições de probabilidade das variáveis incertas. Para efeito dos cálculos, serão consideradas 10 mil interações. Abaixo seguem os resultados obtidos.

Quadro 08 - Projeto de uma planta de estireno no PIM: média das simulações para payback, ponto de nivelamento e TIR, considerando o cenário tributário de 100% da produção para ZFM

Indicadores	Resultados
Payback (em anos)	6,47
Ponto do nivelamento (em 1000 t)	55,88
TIR (em %)	31,68

Payback Simples: a partir das 10 mil interações, estimou-se que a média do payback simples (tempo necessário para que o fluxo de caixa recupere o investimento realizado) é de **6,47 anos**.

Ponto de Nivelamento: estimou-se que a quantidade mínima total (considerando todos os produtos conjuntamente) a ser produzida para que a receita operacional cubra tanto os custos operacionais quanto o custo de investimento é de, aproximadamente, **56 mil toneladas**.

Taxa Interna de Retorno: a estimativa realizada a partir das 10 mil interações é de que a taxa que zera o VPL é igual a **31,68%** ao ano. Note-se a elevada taxa de retorno encontrada, o que, se se pensar em plantas conjugadas de etilbenzeno e de estireno, compensaria os resultados de viabilidade negativos encontrados na análise do etilbenzeno, demonstrados na pág. 20.

VPL: no caso das simulações para o VPL, o quadro seguinte apresenta as principais estatísticas obtidas a partir das simulações geradas a partir das 10 mil interações - e assumindo 100% da utilização da capacidade produtiva, descontados a taxa de 15% anual.

Quadro 09 - Estatísticas descritivas das simulações para VPL do projeto de uma planta de estireno no PIM (em US\$ mil), considerando o cenário tributário de 100% da produção para

ZFM

Estatísticas	Resultados
Média Amostral	\$253.848,6
Erro Padrão	\$2.538,5
Mediana	\$250.471,1
Intervalo de confiança*: Limite superior	\$249.673,2
Intervalo de confiança: Limite inferior	\$6.713,9
Pr (VPL)>0 =	78,5%

As estimativas apresentaram-se, em média, positivas, da ordem de US\$ 253,8 mil. Neste sentido, verifica-se que o projeto é viável quando a produção é destinada ao próprio PIM.

As estatísticas demonstram ainda que a probabilidade do VPL é de 78,5%, o que corrobora a percepção de viabilidade da implementação da planta de estireno para a ZFM. Os resultados também sugerem que a integração das plantas de etilbenzeno e de estireno poderia ser uma alternativa de estruturação dos empreendimentos que asseguraria retornos favoráveis para o conjunto das duas plantas, na medida em que se conseguiria *economias de escopo* (redução de custos comuns – administrativos, logísticos, etc. - pelo compartilhamento de várias linhas de produção), além da possibilidade de se vender o etilbenzeno excedente para pólos petroquímicos do Brasil ou do exterior, favorecendo a consecução de escalas de produção maiores.

III.2.3.5 – Resultado da análise de sensibilidade

Considerou-se um cenário tributário neutro, e examinou-se a sensibilidade do indicador VPL em relação aos seguintes parâmetros:

- i. Custo de Investimento – como meio de verificar se erros na estimativa dos parâmetros de cálculo do investimento, mantidas fixas as escalas produtivas, alteram a viabilidade do negócio.
- ii. Preço do Etilbenzeno - como representantes do item de custos;
- iii. Preço do Estireno - como forma de verificar a sensibilidade do projeto ao preço do produto;
- iv. Capacidade Produtiva de Estireno de modo a analisar a sensibilidade do projeto à capacidade de produção.

Para ilustrar a análise de sensibilidade, calculou-se a elasticidade do VPL em relação a cada um dos parâmetros, de modo a identificar com maior precisão os parâmetros que mais influenciam o VPL do projeto. O quadro abaixo apresenta os resultados:

Quadro 10 – Elasticidade de variação do VPL do projeto de uma planta integrada de estireno no PIM em relação aos parâmetros (considerando o cenário tributário de 100% da produção para ZFM)

Variável	Elasticidade VPL – parâmetro
Custo do Investimento	-0,98
Escala da Planta	1,24
Preço Estireno	5,92
Preço Etilbenzeno	-4,04

O preço do estireno apresenta-se como a variável que mais influencia o VPL, posto que um aumento de 1% no custo de investimento ocasiona, tudo o mais constante, um aumento de 5,92% no VPL. O preço do etilbenzeno apresenta-se como a segunda variável mais importante: uma variação positiva de 1% no preço do estireno ocasiona, tudo o mais constante, uma redução de 4,04% no VPL. Neste sentido, vale ressaltar que a viabilidade do projeto apresenta-se bastante sensível tanto ao preço do item custo de etilbenzeno quanto ao preço de produto estireno.

Em seguida, apresentam-se como parâmetros mais relevantes a escala da planta e o custo do investimento, com elasticidades, respectivamente, de 1,24, e -0,98.

III.3 – COMPLEXO DE FERTILIZANTES (AMÔNIA / URÉIA)

III.3.1 – DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A análise deste projeto pressupõe a construção de uma planta integrada para a produção de amônia e uréia. A produção de amônia seria direcionada parte para o consumo intermediário e parte como produto final; a produção de uréia, por sua vez, seria direcionada totalmente como produto final.

A rota tradicional de produção da amônia, conhecida como processo Haber-Bosch, no qual hidrogênio e nitrogênio reagem sob altas pressões e temperaturas, existe desde antes da Primeira Guerra Mundial. A fonte de hidrogênio é oriunda

da reforma a vapor dos hidrocarbonetos, com o gás natural como insumo predominante. Pode-se também produzi-lo pela oxidação parcial de nafta ou óleo residual utilizando ar ou oxigênio e pela gaseificação de carvão vegetal. A fonte de nitrogênio pode ser obtida pela liquefação do ar atmosférico.

A mistura hidrogênio-nitrogênio é purificada e em seguida comprimida de 150-350 bar, misturada com a corrente de reciclo e alimentada em um reator tubular ou reator múltiplos leitos. A reação é catalítica e acontece na faixa de 450-600 C. A amônia é condensada por refrigeração e os gases não reagidos são comprimidos e reciclados. A amônia pode ser utilizada diretamente como fertilizante, mas na maioria dos casos é considerada como produto básico para a produção de fertilizantes nitrogenados. Um desses produtos, produzido em geral em plantas integradas com a produção de amônia, é a uréia.

A rota comercial de síntese da uréia envolve a combinação de amônia e dióxido de carbono em alta pressão, para formar o carbamato de amônio que é subsequente desidratado por aquecimento, formando uréia e água. A reação de síntese da uréia acontece em duas etapas: a formação do intermediário carbamato de amônio e a reação de desidratação para a síntese da uréia. No processo, a amônia e o dióxido de carbono são alimentados ao reator de síntese, que opera a elevadas temperaturas, na faixa de 180 – 210° C, e pressões da ordem de 150 bar. A razão nitrogênio/ carbono deve ficar em 3, para otimizar a reação. A mistura da reação contém amônia, carbamato de amônio e uréia, a amônia é retirada da fase e a solução resultante passa por processos de redução progressiva de pressão, neste momento, o carbamato não convertido em uréia é decomposto em amônia e dióxido de carbono e reciclado para o reator. A solução de uréia é então desidratada e concentrada por evaporação ou cristalização, e os cristais podem ser fundidos resultando em grãos de uréia com elevada pureza.

III.3.2 – ANÁLISE ECONÔMICO FINANCEIRA

III.3.2.1 - DADOS DO PROJETO

- i. Escala de produção de amônia – pode assumir escala entre os valores mínimo de 435 mil e máximo de 660 mil ton/ano.
- ii. Escala de produção de uréia – pode assumir escala entre os valores mínimo de 475 mil e máximo de 679 mil ton/ano. (ver Anexo A13 do Vol. II deste Relatório, para detalhamento dos cálculos de capacidades).

O custo de investimento da planta integrada (*battery limits*) de amônia e uréia de referência internacional é obtido a partir da literatura, considerando fator de escala de 0,65. O custo de investimento das unidades *offsites* de referência internacional é estimado em 50% do investimento nas unidades *battery*. O investimento total inclui um fator locacional de 1,2.

- i. Taxa de desconto – 15%
- ii. Vida útil – 12 anos
- iii. Período de depreciação – 10 anos
- iv. Endividamento – 0%
- v. Taxa de juros – 15%
- vi. Impostos – considera-se somente imposto de renda, com alíquota de 35% sobre o lucro líquido (vide Nota de Rodapé nº 01, págs. 12-13).
- vii. Tempo de construção – 2 anos.
- viii. Capital de giro – 20% sobre o investimento da planta integrada em Manaus.

III.3.2.2 - Cálculo das receitas do projeto

Para o cálculo das receitas do projeto foram consideradas as seguintes hipóteses:

- i. Preço da amônia – de acordo com os valores mínimo e máximo do mercado spot no Golfo do México, em 2005, admite-se que o referido preço varie entre US\$ 265 e 380 / tonelada.
- ii. Preço da uréia – de acordo de acordo com os valores mínimo e máximo do mercado *spot* no Golfo do México, em 2005, admite-se que o referido preço varie entre US\$ 253 e 277 / tonelada.

- iii. Quantidade vendida de amônia – como quantidade vendida de amônia - i.e, descontando a parcela utilizada como consumo intermediário - considera-se a diferença entre a escala produtiva de amônia e 56,67% da escala produtiva de uréia.
- iv. Quantidade vendida de uréia – considera-se que toda a escala produtiva de uréia é vendida.

III.3.2.3 – Custos do projeto

Para o cálculo dos custos variáveis da matéria-prima gás natural do projeto foram admitidas as seguintes hipóteses para o gás:

- i. Preço do GN – preço variável entre 0,5 e 2,7 US\$/MMBTU.
- ii. Coeficiente de consumo de 960 m³/ton de amônia.

No que diz respeito ao cômputo do custo variável de logística, foram assumidos distintos patamares, sobre o preço final dos produtos, dependendo do destino da produção: no caso de 100% da produção destinada ao PIM, aplica-se 3%; 100% exportado, considera-se o patamar de 17%; e 100% para a região Sudeste, aplica-se também 17%. Para o cálculo de outros custos variáveis, tais como catalisadores, produtos químicos, utilidades, etc., assumiu-se o patamar de 20% sobre os custos de matéria-prima, que aqui correspondem ao custo do gás natural. No que tange aos custos fixos, o cálculo dos custos de operação manutenção e ambiental considerou, respectivamente, os valores de 6% e 0,5% sobre o custo de investimento da planta integrada em Manaus.

No que se refere ao componente de custos (incentivos) tributários, foram considerados 03 cenários tributários (contemplando os impostos IPI, II, ICMS e PIS/Cofins) referentes a 03 situações extremas:

- 1. 100% da produção exportada.
- 2. 100% da produção destinada o PIM.
- 3. 100% da produção destinada à Região Sudeste.

III.3.2.4 – Resultado das simulações

A partir do cálculo dos fluxos de caixa do projeto para o período de 12 anos (tempo de vida útil assumido no projeto), é utilizada a metodologia de simulação de Monte Carlo com 10 mil interações. Abaixo seguem os resultados obtidos, considerando os 3 cenários tributários.

Quadro 11 – Projeto de uma planta integrada de fertilizantes no PIM: média das simulações para *payback*, ponto de nivelamento e Taxa Interna de Retorno (TIR), considerando 3 cenários tributários

	Cenário 1 100% da produção exportada	Cenário 2 100% da produção PIM	Cenário 3 100% da produção Sudeste
<i>Payback</i> Simples (em anos)	6,97	7,30	7,37
Ponto e Nivelamento (1.000 t)	317,78	317,72	317,49
TIR (em % a.a.)	18,30%	16,68%	16,43%

Payback Simples: a partir dos 10 mil cenários, estimou-se que o tempo médio necessário para que o fluxo de caixa recupere o investimento realizado é de **6,97 anos** se a produção for totalmente exportada; **7,30 anos** se a produção for destinada ao consumo da própria ZFM; e **7,37 anos** se a produção de fertilizantes for destinada à Região Sudeste do Brasil.

Ponto de Nivelamento: estimou-se que a quantidade mínima total (considerando conjuntamente amônia e uréia) a ser produzida para que a receita operacional cubra tanto os custos operacionais quanto o custo de investimento é de, aproximadamente, **317 mil toneladas**, independente do cenário tributário admitido.

Taxa Interna de Retorno: a estimativa realizada a partir das 10 mil interações é de que a TIR é igual a **18,30%** ao ano no cenário 1; **16,68%** no cenário 2; e **16,43%** no cenário 3.

VPL: a partir das 10 mil interações, verificou-se que o valor presente líquido dos fluxos de caixa do projeto - assumindo 100% da utilização da capacidade produtiva, descontados a taxa de 15% anual – apresenta-se, em média, igual a a **US\$ 57.412 mil** no cenário 1; **US\$ 30.320 mil** no cenário 2; e **US\$ 25,268 mil** no cenário 3. Neste sentido, destaca-se a viabilidade do investimento nas 3 situações; ainda que a atratividade do projeto no caso da produção ser 100% exportada seja superior a dos outros 2 cenários, posto que a probabilidade do VPL ser positivo é de, aproximadamente, 90% no cenário 1; enquanto nos cenários 2 e 3 esta probabilidade apresenta-se, respectivamente, na ordem de 70% e 67%.

Quadro 12 – Estatísticas descritivas das simulações para VPL do projeto de uma planta integrada de fertilizantes no PIM (em us\$ mil) considerando 3 cenários tributários

	Cenário 1 100% da produção exportada	Cenário 2 100% da produção destinada a ZFM	Cenário 3 100% da produção destinada ao SE
Média Amostral (em US\$ mil)	57.412,2	30.320,4	25.268,1
Erro Padrão (em US\$ mil)	574,1	303,2	252,7
Mediana (em US\$ mil)	53.910,7	27.402,8	22.932,3
Intervalo de confiança*: Limite superior	56.467,9	29.821,7	24.852,5
Intervalo de confiança: Limite inferior	1.518,5	801,9	668,3
Pr (VPL)>0 (em %)	89,3%	70,7%	67,2%

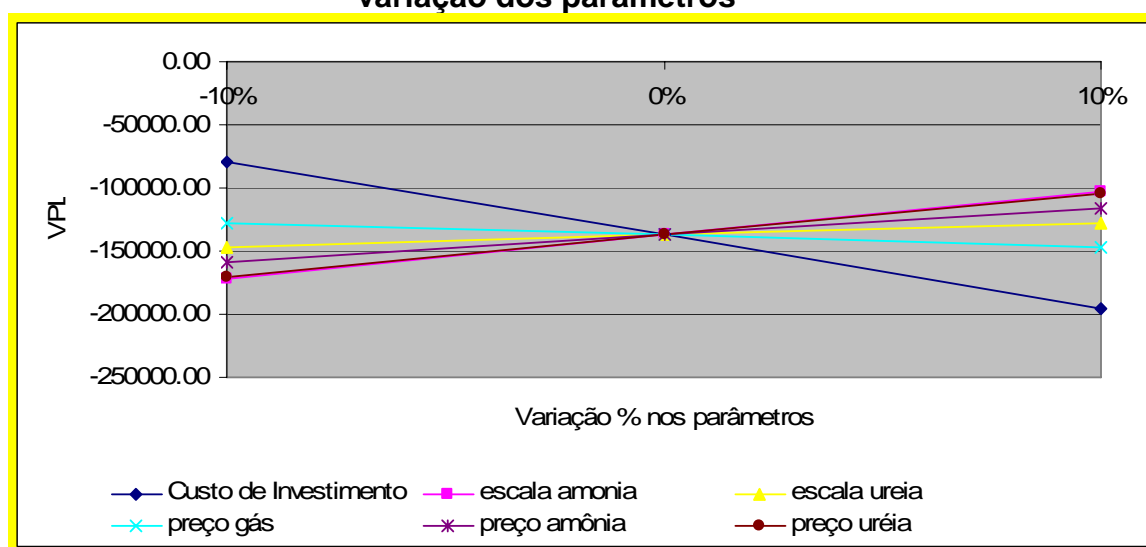
III.3.2.5 – Resultado da análise de sensibilidade

- i. Neste item, considerando o cenário tributário mais relevante (para 100% da produção destinada ao SE), examina-se a sensibilidade do indicador VPL da planta integrada de fertilizantes em relação aos seguintes parâmetros: Custo o Investimento – como meio de verificar se erros na estimativa dos parâmetros de cálculo do investimento, mantidas fixas as escalas produtivas, alteram a viabilidade do negócio.
- ii. Preço do GN - como representante do item de custos;
- iii. Preços da Amônia e Uréia - como forma de verificar a sensibilidade do projeto aos preços de seus múltiplos produtos;

- iv. Escalas Produtivas de Amônia e Uréia - de modo a analisar a sensibilidade do projeto as escalas de produção de seus múltiplos produtos.

O gráfico do tipo “*Spider*” de sensibilidade a seguir ilustra a variação do VPL em resposta a iguais perturbações (de -10% e +10%) nos referidos parâmetros. Visualmente, é possível identificar que o VPL apresenta-se mais sensível em relação ao custo do investimento.

Figura 01 – Gráfico “*spider*” da análise de sensibilidade do VPL do projeto de uma planta integrada de fertilizantes no PIM em resposta a variação dos parâmetros



De modo a identificar com precisão quais destes parâmetros mais influenciam o VPL do projeto, calculou-se a elasticidade do VPL em relação a cada um dos parâmetros. Os resultados são apresentados no quadro a seguir.

Quadro 13 – Elasticidade de variação do VPL do projeto de uma planta integrada de fertilizantes no PIM em relação aos parâmetros (considerando cenário tributário mais relevante -100% da produção para o SE)

Variável	Elasticidade (VPL-variável)
Custo de Investimento	-8,12
Escala Amônia	6,68
Escala Uréia	2,33
Preço Gás	-2,00

Preço Amônia	3,50
Preço Uréia	7,52

Verifica-se que após o custo do investimento, o parâmetro mais importante é o preço da uréia, com elasticidade de 7,52, seguido pela escala da amônia, com elasticidade de 6,68. O preço da amônia é também um fator relevante; a elasticidade do VPL-preço da amônia apresentou o patamar de 3,50, sendo o quarto fator mais importante dentre os aqui listados. A escala da uréia, por sua vez, não apresentou grande influência sobre o comportamento do VPL, indicando que para esta planta integrada de fertilizantes, a escala da uréia influencia menos o VPL do que o preço da própria uréia e o preço e escala da amônia. Finalmente, há de se destacar a elasticidade negativa, como esperada, de -2,0 para o preço do gás, indicando que um aumento do preço do gás em 1% ocasiona queda de 2% no VPL.

III.4 – COMPLEXO DE METANOL

III.4.1 – DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A análise deste projeto pressupõe a construção de uma planta para a produção única de metanol.

Atualmente toda a produção de metanol é baseada nos processos de baixa pressão com o consumo de gás ou nafta como matérias-primas, predominando largamente o gás natural como matéria prima de predileção. Inicialmente, o gás de síntese (mistura de monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrogênio) é produzido na etapa conhecida como reforma, com a entrada do gás natural (mistura de hidrocarbonetos) e vapor em um reator tubular. O gás natural é dessulfurizado, misturado com vapor e convertido em gás de síntese no reformador, níquel atuando como catalisador, na pressão de 20-35 bar e temperatura de 800-950°C. A razão de hidrogênio e carbono do gás de síntese deve ser ajustada, purgando excesso de hidrogênio ou adicionando dióxido de carbono. O gás reformado é uma mistura de hidrogênio, óxido de carbono e metano residual. As técnicas desenvolvidas incluem o uso de reformador catalítico auto-térmico (*Auto Thermal Reforming*), sozinho ou combinado com um

reformador primário, onde ocorre a mistura de oxigênio e vapor. O gás de síntese é resfriado (de aproximadamente 880°C até a temperatura ambiente) e comprimido (de 40-110 bar dependendo da capacidade da planta) antes de alimentar o conversor de metanol. A síntese de metanol ocorre devido à presença de catalisadores a base de cobre em temperaturas da ordem de 250-260° C. Em seguida o metanol “cru” é recuperado (separado do gás não reagido, assim como água e menores quantidades de subprodutos formados durante a síntese) e purificado por destilação.

III.4.1.1 - Dados do projeto

- i. Escala de produção de metanol – pode assumir escala entre os valores mínimo de 400 mil e máximo de 1.000 mil ton/ano.
- ii. O custo de investimento da planta (*battery*) de metanol de referência internacional é obtido a partir da literatura, considerando fator de escala de 0,65. As unidades *offsites* são estimadas em 50% das unidades *battery*. O investimento fixo total inclui ainda um fator locacional de 1,2.
- iii. Taxa de desconto – 15%
- iv. Vida útil – 12 anos
- v. Período de depreciação – 10 anos
- vi. Endividamento – 0%
- vii. Taxa de juros – 15%
- viii. Impostos – considera-se somente imposto de renda, com alíquota de 35% sobre o lucro líquido (vide Nota de Rodapé nº 01, págs. 12-13).
- ix. Tempo de construção – 2 anos.
- x. Capital de giro – 20% do investimento

III.4.1.2- Cálculo das receitas do projeto

Para o cálculo das receitas do projeto foram consideradas as seguintes hipóteses:

- i. Preço do metanol – de acordo com os valores mínimo e máximo do mercado *spot* no Golfo do México, admite-se que o referido preço varie entre US\$ 259 e 318 / tonelada.
- ii. Quantidade vendida de metanol – considera-se que toda a escala produtiva de metanol é vendida.

III.4.1.3 - Cálculo dos custos do projeto

No que se refere ao cálculo dos custos variáveis da matéria-prima gás natural do projeto, foram admitidas as seguintes hipóteses para o gás:

- i. Preço do gás natural – preço variável entre US\$ 0,5 e 2,7 /MMBTU.
- ii. Coeficiente de consumo de 1.303 m³/ton.

Para o cálculo do custo variável de logística, foram assumidos distintos patamares, sobre o preço final dos produtos, dependendo do destino da produção: no caso de 100% da produção destinada ao PIM, aplica-se 3%; 100% exportado, considera-se o patamar de 17%; e 100% para a região SE, aplica-se também 17%. Para o cálculo de outros custos variáveis (catalisadores, produtos químicos, utilidades, etc, assumiu-se o patamar de 20% sobre os custos de matéria-prima, que aqui correspondem ao custo do gás natural.

No que tange aos custos fixos, o cálculo dos custos de operação manutenção e ambiental considerou, respectivamente, os valores de 6% e 0,5% sobre o custo de investimento da planta integrada em Manaus.

Finalmente, no tocante ao componente de custos (incentivos) tributários, foram considerados 3 cenários tributários (contemplando os impostos IPI, II, ICMS e PIS/Cofins), referentes a 3 situações extremas:

1. 100% da produção exportada
2. 100% da produção destinada ao PIM
3. 100% da produção destinada a Região Sudeste (SE) do Brasil.

III.4.1.4 - Resultado das simulações

A partir do cálculo dos fluxos de caixa do projeto para o período de 12 anos (tempo de vida útil assumido no projeto), utilizou-se a metodologia de simulação de Monte Carlo com 10 mil interações, considerando os 3 cenários tributários extremos. O quadro a seguir apresenta os resultados.

Quadro 14 – Projeto de uma planta de metanol no PIM: média das simulações para *payback*, Ponto de Nivelamento e TIR, considerando 3 cenários tributários

	Cenário 1 100% da produção exportada	Cenário 2 100% da produção destinada ao PIM	Cenário 3 100% da produção para SE
<i>Payback</i> (em anos)	6,39	5,86	7,24
Ponto do nivelamento (em 1000 t)	181,48	182,27	181,95
TIR (em % a,a)	19,50	24,16	15,00

Payback Simples: a partir dos 10 mil cenários, estimou-se que o tempo médio necessário para que o fluxo de caixa recupere o investimento realizado é de **6,39 anos** no caso da produção ser destinada a exportação; **5,86 anos** se a produção é totalmente destinada a ZFM; e **7,24 anos** no caso da produção de metanol ser totalmente dirigida à região SE do país.

Ponto de Nivelamento: estimou-se que a quantidade mínima de metanol a ser produzida para que a receita operacional cubra tanto os custos operacionais quanto o custo de investimento é de, aproximadamente, 182 mil toneladas, nos 3 cenários tributários.

Taxa Interna de Retorno: a estimativa realizada a partir das 10 mil interações é de que a TIR é igual a **19,50%** ao ano, no cenário 1; **24,16%** no cenário 2; e **15%** no cenário 3.

VPL: a partir das 10 mil interações para a estimação do valor presente líquido dos fluxos de caixa, descontados a taxa de 15% anual e assumindo 100% da utilização da capacidade produtiva, foram obtidos resultados bastante distintos

entre os cenários de tributação considerados. O quadro seguinte apresenta as principais estatísticas obtidas, considerando os 3 cenários tributários.

Quadro 15 – Estatísticas descritivas das simulações para VPL do projeto de uma planta de metanol no PIM (em US\$ mil) considerando 3 cenários tributários

	Cenário 1 100% da produção exportada	Cenário 2 100% da produção destinada ao PIM	Cenário 3 100% da produção para SE
Média Amostral (em US\$ mil)	101.676,1	150.669,6	61.094,3
Erro Padrão (em US\$ mil)	1.016,8	1.506,7	610,9
Mediana (em US\$ mil)	90.181,8	137.055,9	51.600,7
Intervalo de confiança*: Limite superior	100.003,6	148.191,3	60.089,3
Intervalo de confiança: Limite inferior	2.689,2	3.985,0	1.615,9
Pr (VPL)>0 (em %)	88,2%	95,8%	70,2%

* nível de significância de 10%

As estatísticas demonstram que nos 3 cenários tributários considerados, a probabilidade do VPL ser positivo é maior do que 70%. Destaca-se a alternativa de produção destinada ao PIM, posto que o VPL médio estimado foi de US\$ 150.669 mil; enquanto nos casos de produção destinadas ao exterior e à região SE do país, o VPL médio assumiu patamares inferiores, respectivamente, da ordem de US\$ 101.676 mil e US\$ 61.094 mil, respectivamente. Vale ressaltar, ainda que nos 3 casos considerados, o VPL médio apresentou-se positivo, indicando assim forte atratividade do projeto, independente do destino da produção de metanol.

III.4.1.5 - Resultado da análise de sensibilidade

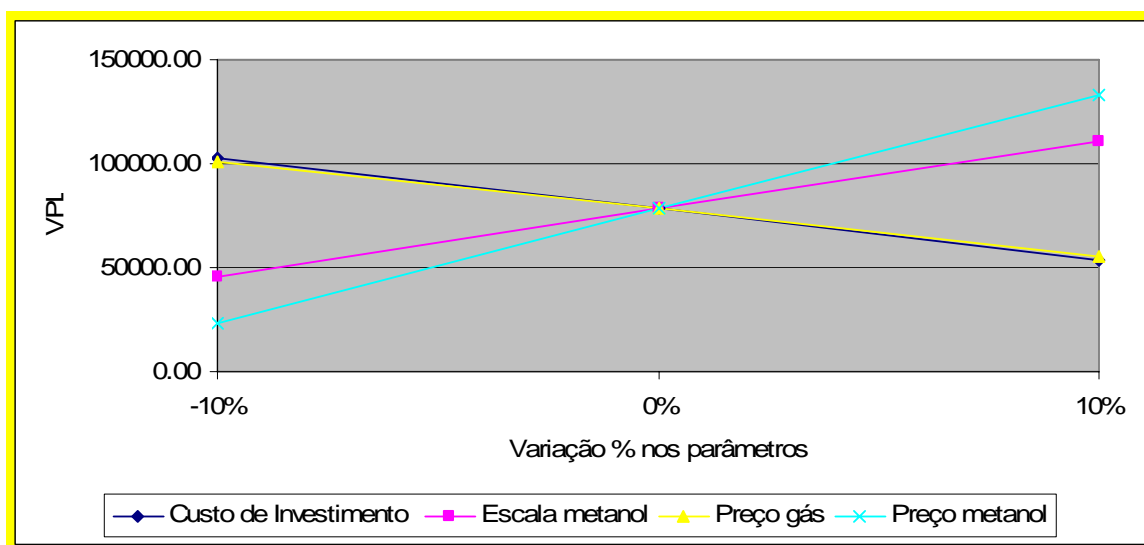
Neste item, considerando os dois cenários tributários mais relevantes – quais sejam: produção destinada à exportação e à região SE - examina-se a sensibilidade do indicador VPL da planta de metanol em relação aos seguintes parâmetros:

- i. Custo do Investimento – como meio de verificar se erros na estimativa dos parâmetros de cálculo do investimento, mantidas fixas as escalas produtivas, alteram a viabilidade do negócio.
- ii. Preço do GN - como representante do item de custos;
- iii. Preço do Metanol;

iv. Escala Produtiva de Metanol.

O gráfico de sensibilidade a seguir ilustra a variação do VPL em resposta a iguais perturbações (de -10% e +10%) nos referidos parâmetros. Graficamente, é possível identificar que o VPL apresenta-se mais sensível em relação a variações do preço do metanol.

Figura 02 – Gráfico “spider” da análise de sensibilidade do VPL do projeto de uma planta de metanol no PIM em resposta a variação dos parâmetros



O exame das elasticidades do VPL em relação aos referidos parâmetros permite identificar com precisão as variáveis mais relevantes. Considerando o cenário de produção destinada a exportação, o VPL apresenta maior sensibilidade em relação ao preço do metanol. A escala produtiva de metanol aparece como segundo fator mais relevante, com elasticidade igual a 2,97. O custo de investimento apresenta-se como terceiro fator mais relevante, com elasticidade de -2,07. Por fim, o preço do gás surge como o quarto fator mais relevante, com elasticidade negativa, como esperado, da ordem de -1,57.

Quadro 16 – Elasticidade de variação do VPL do projeto de uma planta de metanol no PIM em relação aos parâmetros (considerando cenário tributário 1: 100% da produção exportada)

Variável	Elasticidade (VPL-variável)
Custo o Investimento	-2,07

Escala Metanol	2,97
Preço GN	-1,57
Preço Metanol	4,55

Quando se analisa o cenário de produção destinada a região SE, verifica-se, novamente, que o VPL apresenta maior sensibilidade em relação ao preço do metanol. A escala produtiva de metanol aparece como segundo fator mais relevante, com elasticidade de 4,37. O custo do investimento apresenta-se como terceiro fator mais relevante, com elasticidade de -3,47. Novamente, o preço do gás aparece como quarto e último fator relevante, com elasticidade negativa, como esperado, da ordem de -2,97.

Quadro 17 - Elasticidade de variação do VPL do do projeto de uma planta de metanol no PIM em relação aos parâmetros (considerando cenário tributário 3: relevante-100% da produção para a região SE)

Variável	Elasticidade (VPL-variável)
Custo do Investimento	-3,47
Escala Metanol	4,37
Preço GN	-2,97
Preço Metanol	7,34

IV – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS

IV.1 - CONCLUSÕES

A principal conclusão a que se pode chegar nesse estudo é a de que é possível a utilização do gás natural do Estado do Amazonas para a atividade industrial gasquímica. Como o objetivo do trabalho é o de analisar as possibilidades dessa última, três famílias de produtos foram identificadas como candidatas a serem produzidas no Pólo Industrial de Manaus: metanol, amônia/uréia, estirênicos (estireno, poliestireno e poliestireno expandido), sobre as quais serão tecidos a seguir comentários e análises conclusivas individuais.

Várias condições e situações foram consideradas para determinação dos produtos acima. Entre elas, destacam-se a disponibilidade de matérias-primas,

integração com as cadeias do Pólo Industrial de Manaus, situação do produto em relação ao mercado nacional e escala das prováveis plantas em relação às existentes no Brasil e no mundo.

METANOL

Dos produtos considerados, o metanol é o que exhibe as melhores possibilidades de ser produzido numa escala mundial, abastecendo o mercado nacional e ainda gerando excedentes para a exportação. O metanol seria comercializado na forma de produto básico, tendo como alvo os mercados consumidores da indústria. Assim, se todo o gás natural disponibilizado pela Petrobras a partir de Urucu (10,5 milhões de m³) fosse utilizado na produção de metanol, seria possível produzir 5.000 t / dia do produto. Uma desvantagem, porém, é a de que o metanol não possui, atualmente, integração com as cadeias produtivas do PIM. Por outro lado, sua produção poderia contribuir significativamente para a redução das importações brasileiras do produto.

Outra particularidade positiva do metanol é sua utilização como matéria-prima no processo de produção do biodiesel. Se disponível no mercado brasileiro a preço compatível com o mercado internacional, o metanol made in PIM poderia ter um mercado de cerca de 200.000 ton/ano na produção de biodiesel. Este potencial específico de mercado torna-se muito atraente quando se considera que a atual política energética brasileira prevê a obrigatoriedade de todo o país adicionar 5% de biodiesel ao óleo diesel consumido como combustível ou para gerar eletricidade, num prazo de 08 (oito) anos. A esse respeito, vide o disposto no Art. 2º da Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Para o caso dos estados amazônicos, não havendo uma indústria própria de biocombustíveis, essa meta legal somente seria cumprida adquirindo biodiesel produzido em outros estados.

Os resultados da avaliação econômico-financeira mostraram que a única planta de metanol no PIM, por si só, teria boas condições de viabilidade (84,7%, em média). A análise de sensibilidade indicou que o preço do metanol, escala de produção e preço do gás natural são variáveis críticas para a viabilidade. Esses resultados estão de acordo com a lógica competitiva da indústria de metanol.

Uma preocupação importante, porém, está relacionada com a questão de infraestrutura e logística de distribuição, uma vez que os principais mercados consumidores (nacional e internacional) do produto estão distantes e o consumo do PIM é praticamente nenhum. A disponibilidade de gás natural a custo de oportunidade baixo é fator crítico a ser demonstrado no convencimento dos potenciais investidores assim como a necessidade de conceber um projeto em escala mundial.

FERTILIZANTES (AMÔNIA/URÉIA)

A amônia é o outro produto químico que pode ser derivado do gás natural. No mercado nacional, cerca de 85% da produção de amônia é destinado à fabricação de fertilizantes. Sua comercialização é feita principalmente na forma de uréia, cujas importações pelo Brasil cresceram significativamente nas últimas décadas – quase 11.000% no período de 1985-2004². É importante ressaltar que a amônia não possui atualmente nenhuma integração com as cadeias produtivas do PIM, mas amplo potencial de integração econômica com a economia agrária amazônica, intensiva utilizadora de fertilizantes adquiridos de outras regiões ou importados. O estabelecimento de conexões produtivas entre o PIM e as economia primária e agroindustrial da Amazônia constitui cenário altamente desejável, porque estimulante do enraizamento da dinâmica industrial implantada em Manaus, hoje com quase nenhuma relação de encadeamento com a economia regional circundante.

Uma eventual planta de amônia no PIM produzindo cerca de 1.269 t/dia estaria dentro de uma escala econômica em relação ao mercado internacional.

A avaliação econômico-financeira pressupôs a construção de uma planta integrada para a produção de amônia e uréia. Essa avaliação sugeriu uma boa margem de segurança na viabilidade, 75,7%, em média, nos 03 cenários tributários trabalhados. Dada essa situação relativamente favorável, a inserção do empreendimento no espaço competitivo da indústria brasileira de fertilizantes

² Fonte: Anuário Estatístico 2005 da Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA.

nitrogenados passa a ser crítica para a seqüência do projeto. Caso venha a ser um dos produtos eleitos para produção no PIM, um estudo detalhado da logística deve vir a ser considerado com as especificidades do mercado de fertilizantes.

ESTIRÊNICOS

A cadeia de estirênicos composta pelos produtos etilbenzeno e estireno, é aquela que tem maior potencial de integração nas cadeias produtivas do PIM. Um exemplo é o da empresa VIDEOLAR, que produz o poliestireno a partir de matéria-prima importada, além do parque transformador de 3ª geração já instalado no PIM, que transforma principalmente estirênicos (Estireno, Poliestireno - PS e Poliestireno Expansível – EPS).

Os estirênicos não teriam suas matérias-primas cem por cento originárias do gás natural de Urucu. Como para a produção de estireno, a partir do qual se produz o poliestireno e poliestireno expandido, são necessários tanto o eteno, o qual poderia ser localmente suprido com sobras, quanto o benzeno, tornar-se-ia imperiosa a importação total deste último.

A análise econômico-financeira individual dos produtos etilbenzeno e estireno (tratados metodologicamente como projetos individuais) mostrou que: (1) uma planta unicamente de etilbenzeno, vendendo somente para a produção de estireno no PIM, não é sustentável; e (2) a viabilidade da planta de estireno apresenta-se bastante sensível tanto ao preço do item custo de etilbenzeno quanto ao preço de produto estireno. Tudo isso sugere fortemente a adoção de duas estratégias: (A) integração das plantas de etilbenzeno e estireno em uma só, de modo a gerar economias de escopo pelo compartilhamento de custos comuns, e (B) produção e venda de etilbenzeno em escala superior à imediata necessidade de transformá-lo em estireno, gerando excedentes comercializáveis para outros pólos petroquímicos (mercados nacional e de exportação) e receita financeira adicional.

FRACIONAMENTO DO GÁS NATURAL

A planta de fracionamento do GN é condição básica para dar suporte a todas as demais unidades produtoras de bens gasquímicos. A visão comum da SUFRAMA, da equipe técnica do estudo e dos investidores já contatados por aquela Autarquia é a de que esse deveria ser um empreendimento da própria PETROBRAS, pelo fato de já possuir unidade industrial em Manaus, onde, possivelmente, se localizará o ponto final do Gasoduto Coari-Manaus e, além disso, já existir, nessa planta, processamento de primeira geração de matérias primas desse segmento industrial – atualmente o petróleo. Preservando a mesma lógica de produção será adequado que ela também venha a processar o GN. Constata-se, portanto, a posição estratégica que a Petrobras ocupa neste particular empreendimento. Por isso a simulação das condições de viabilidade requer parceria direta da empresa.

IV.2 – RECOMENDAÇÕES E ESTRATÉGIAS

As recomendações apresentadas aqui têm caráter mais estratégico e sua principal utilidade é no sentido de ajudar no processo decisório relativo a implantação ou não de empreendimentos gasquímicos no PIM. Recomendações específicas, por dimensão analisada, são apresentadas ao fim dos respectivos segmentos.

A primeira recomendação se refere ao estabelecimento de uma estratégia de implementação dos empreendimentos gasquímicos no PIM, em razão de haver boas oportunidades no presente e, possivelmente, no futuro, para este ramo da economia amazônica. O desenvolvimento da gasquímica irá articular as dinâmicas regionais e contribuir para que, de maneira endógena, busque-se a promoção do crescimento econômico, do desenvolvimento social e do uso inteligente da natureza na Amazônia de maneira harmônica. Isto porque agregará valor ao Gás Natural, produto extraído *in natura* pela PETROBRAS do subsolo amazônico, gerando novos encadeamentos de emprego e renda no PIM e sua região de influência.

Como visto, os produtos candidatos são a amônia/uréia, metanol e os estirênicos. As análises financeiras mostraram diferentes condições para cada um deles. Foi

visto também a articulação de cada um com as cadeias produtivas existentes na Amazônia, particularmente no PIM. Dessa forma, sugere-se que a decisão final sobre o que produzir considere uma ordem de prioridade que leve em conta:

- 1 – Disponibilidade da matéria-prima
- 2 – Viabilidade técnica
- 3 – Potencial de articulação com a economia existente
- 4 – Viabilidade financeira
- 5 – Esforço para inserção nos mercados
- 6 – Considerações ambientais

Seguindo esse roteiro, o presente estudo modelou, a partir do volume de 05 milhões de m³/dia de GN, a ser disponibilizado pela PETROBRAS sobre sua reserva técnica, a produção de todos os produtos aqui estudados, nas quantidades indicadas. Porém, isso não exclui a possibilidade de diferentes *mixes* de produtos a partir dessa disponibilidade de GN, tais como:

- a) Metanol (100% do GN fornecido)
- b) Estireno (100% do GN fornecido)
- c) Metanol / Estireno
- d) Estireno / Amônia-Uréia
- e) Amônia-Uréia

A confecção da estratégia em tela deve levar em conta pelo menos quatro pontos que devem ser planejados e implementados articuladamente. São eles:

- 1- Identificação de investidores interessados,
- 2- Busca de conhecimento detalhado e inserção nos mercados,
- 3- Detalhamento de estudos,
- 4- Superação de gargalos logísticos e infraestruturais, e
- 5- Regulação fiscal adequada;
- 6- Regulação ambiental; e
- 7- Organização institucional.

1- IDENTIFICAÇÃO DE INVESTIDORES INTERESSADOS

Há no Brasil algumas empresas ou grupos que podem vir a se interessar por empreendimentos petroquímicos no PIM. O mapeamento dessas empresas e grupos foi apresentado ao longo do estudo (vide Vol. II). Assim, sugere-se que articulações institucionais mais fortes comecem a ser estabelecidas. Isso envolve não só os potenciais investidores, inclusive os locais, mas também o braço não petroquímico da Petrobras e Governo do Amazonas.

2- BUSCA DE CONHECIMENTO DETALHADO E INSERÇÃO NOS MERCADOS

A articulação com os agentes supra citados ajudará a clarear as questões básicas de “o que produzir?” e de “para quem produzir?”. Esses agentes têm excelente conhecimento dos mercados nacional e internacional, mas necessitarão se integrar com a *expertise* local para fomentar e organizar mercados potenciais e ainda não explorados tais como os dos países pan-amazônicos e o Pólo Industrial de Manaus.

3- DETALHAMENTO DE ESTUDOS

Embora este estudo tenha avaliado muitos aspectos em profundidade, ainda há a necessidade de se detalhar vários aspectos do mesmo. Isso ocorre porque vários pontos considerados no estudo foram estabelecidos com base em suposições. Os melhores exemplos são os relacionados às questões fiscal/tributária, logística e financeira. No caso fiscal e tributário, não é possível se antever problemas e soluções por que o fato gerador desses ainda não existe. No caso da logística, as especificidades associadas aos empreendimentos petroquímicos precisam ser consideradas em profundidade. De maneira semelhante, vários pontos técnicos das diversas dimensões envolvidas nas análises financeiras precisam ser muito mais aprofundados para que aquelas possam reduzir as incertezas associadas a iniciativas desse porte e produzir resultados mais refinados.

4- SUPERAÇÃO DE GARGALOS LOGÍSTICOS E INFRAESTRUTURAIS

No que se refere à logística de transportes necessária à implantação de empreendimentos gasquímicos no PIM, ressalte-se, primeiramente, que este segmento industrial exige um sistema logístico diferenciado daquele

tradicionalmente observado em produtos típicos do Pólo Industrial de Manaus. Em segundo lugar, deve-se salientar a posição geográfica estratégica desta área industrial, situada praticamente no coração das Américas. Serão necessários, entretanto, investimentos em infraestrutura, transporte e armazenagem para viabilizar futuros empreendimentos deste tipo. Dos três modais de transporte disponíveis - aquaviário, aéreo e terrestre, o primeiro pode ser considerado como o mais estratégico para o sucesso de empreendimentos gasquímicos, já que as exportações ou vendas para o mercado nacional dos três produtos estudados utilizarão majoritariamente este modal. Para isso, porém, será imprescindível a construção de um novo Porto de Cargas em Manaus, localizado em área com calado adequado à recepção de navios de grande porte.

Os modais de transporte aéreo e rodoviário, por seu turno, somente serão utilizados para atender a situações de emergência e atividades de apoio. No caso específico da Uréia, excepcionalmente o modal rodoviário poderá revelar-se importante nas vendas e distribuição para o agronegócio intra-regional (estados da Amazônia Legal), mesmo considerando a baixa qualidade de manutenção das estradas amazônicas.

No que tange à energia elétrica, investimentos deverão ser feitos para adequar a capacidade de oferta e a qualidade do fornecimento à demanda deste tipo de indústria, principalmente quando se considera serem unidades produtoras cujo parque de máquinas trabalhará 24 horas por dia, padrão na indústria química em geral. Neste particular aspecto, a própria disponibilização de parcela do GN de Urucu para geração de energia elétrica (5,5 milhões de m³/dia, pela previsão da PETROBRAS), acrescida da perspectiva de chegada do linhão de Tucuruí a Manaus, representam solução aparentemente segura e em prazo adequado para o gargalo identificado, até porque nenhum dos empreendimentos previstos, na melhor das hipóteses, será operacionalizado em menos de três a quatro anos, em função do porte das plantas industriais envolvidas e da necessidade básica de já se ter disponibilizada a matéria-prima essencial de toda a cadeia (o GN).

Haverá também a necessidade de investimentos substanciais na formação de mão-de-obra especializada, pois, dependendo do tipo de empreendimento que vier a se estabelecer em Manaus, o número de empregos a serem gerados foi estimado pelo estudo entre 2.700 e 10.800 pessoas. Especial atenção deve ser dada à formação de ensino superior, particularmente nas áreas de Engenharia Química e Engenharia de Produção Química, além do estabelecimento de linhas de pesquisa e desenvolvimento na área de química industrial. Para isso, a SUFRAMA está iniciando, em parceria com a academia local e indústrias interessadas, a análise do projeto do CPDIQ-AM – Centro de Pesquisa & Desenvolvimento da Indústria Química do Amazonas, o qual pretende, dentre outros objetivos, fomentar o desenvolvimento de produtos, processos e nucleação de pesquisadores a serem capacitados nas áreas de formação supracitadas.

5- REGULAÇÃO FISCAL

Na dimensão fiscal do estudo uma questão macro importante que se identificou é a de que a indústria petroquímica no mundo, em geral, possui amplos incentivos fiscais e financeiros.

No que diz respeito à instalação incentivada de empreendimentos petroquímicos no PIM, já há abertura legal para isso, mas ainda não há, logicamente, implementação de ações e alguns detalhes importantes como exclusão de setores que poderiam vir a compor o PIM. Entre linhas de crédito diferenciadas para investimentos na Amazônia e benefícios tributários há pelo menos sete dispositivos federais identificados e detalhados ao longo do segmento sobre a dimensão fiscal. Ao nível de dispositivos estaduais há pelo menos quatro dispositivos, todos relacionados ao ICMS, que podem contribuir para a redução de custos tributários. No entanto, vários aspectos adversos nesses dispositivos relacionados a produtos gerados a partir do gás natural ainda precisam ser detalhadamente considerados. Há relações fiscais e tributárias extremamente complexas que necessitam de avaliação para cada produto petroquímico definido e para cada etapa de sua produção.

Há derivados de gás natural, mesmo os não-combustíveis, que estão excluídos dos incentivos fiscais estaduais. À medida que os estímulos federais da ZFM não tenham a pujança para as atividades petroquímicas, como estes a têm para outros segmentos, em função das alíquotas baixas ou mesmo igual a zero do IPI dos produtos petroquímicos, os instrumentos estaduais adquirem maior proeminência.

Um outro dado importante diz respeito a estímulos fiscais do IRPJ. Atualmente, esses estímulos não estão plenamente disponíveis. Torná-los vigentes traria um diferencial em favor da implementação de empreendimentos petroquímicos no Amazonas. Estes, mais os incentivos da ZFM, bem como aqueles concedidos pelo Governo do Estado do Amazonas, conformariam um conjunto de atrativos de vulto sob o prisma estritamente tributário. Não custa lembrar que isenções e reduções no imposto de renda corporativo estão entre os estímulos adotados em outros países, a exemplo da China em suas zona econômicas especiais.

6- REGULAÇÃO AMBIENTAL

O componente sobre a dimensão Legal-Ambiental do estudo visou não somente avaliar questões legais relativas ao ambiente natural, mas também procurar evidenciar uma análise da sensibilidade sócio-política internacional e nacional relativa à implantação de empreendimentos petroquímicos na Amazônia, particularmente no PIM.

O setor petroquímico apresenta alto grau de complexidade e de impacto ao meio ambiente e neste sentido, atitudes pró-ativas voltadas para o atendimento à legislação vigente em todas as esferas (federal, estadual e municipal) são uma realidade na maior parte das empresas do setor no Brasil e no mundo.

Em termos legais, se pode concluir, que uma vez que a União somente trata sobre o licenciamento de pólos petroquímicos e de suas atividades como um todo, a competência para legislar sobre o tema é exclusivamente estadual. Assim, o papel do estado é preponderante dentro da questão ambiental, conforme previsto na legislação. A este, também cabe regular e fiscalizar a operação das empresas em associação com a União. Enquanto ao município, cabe realizar a sua gestão

territorial, fiscalizando a ação das empresas de forma adequada ao plano diretor local.

Do ponto de vista geopolítico, por não ser algo de grande escala (como um Pólo Petroquímico), os empreendimentos gasquímicos do PIM podem ser vistos/defendidos como ambiental e/ou politicamente corretos quanto ao caráter mítico da Amazônia no ideário popular. Não possuem um efeito de impacto agregado pois são mais difuso. A política setorial da indústria química para o meio ambiente é hoje bastante consistente e com grau de confiabilidade bastante elevado e se constitui num forte argumento positivo.

Apesar da confiabilidade alta, a atuação da indústria química relativa ao meio ambiente não isenta o setor quanto à geração de impactos e acidentes, que continuam ocorrendo. Desta forma, a inserção de empreendimentos gasquímicos na Amazônia pode gerar, no caso do PIM, uma vulnerabilidade da tese do alto valor de sustentabilidade ambiental do modelo ZFM. Também, ainda não há uma política específica para o setor na região e que possa ser utilizada como suporte.

Da perspectiva político-institucional existe abertura quanto aos aspectos ambientais para os investimentos em vista da existência de instrumentos legais e institucionais já em operação através do Sistema Nacional/Estadual de Meio Ambiente. Por outro lado, os órgãos estaduais de meio ambiente da Amazônia, em geral ainda não possuem preparo técnico/operacional de resposta a ocorrências (acidentes, etc.), em nível suficiente para fazer frente à problemática ambiental a ser criada com a inserção de empreendimentos petroquímicos no PIM.

7- ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Finalmente, para que todo esse esforço organizacional e empresarial seja continuado é necessário ser criado um Grupo de Trabalho Interinstitucional - sugere-se composto por representantes da SUFRAMA, do Governo do Estado do Amazonas (SEPLAN / SEFAZ) e das empresas/investidores -, além de criação de

um Núcleo específico para tratar do tema na estrutura organizacional da SUFRAMA, que terá por objetivos:

- Desenvolvimento de um Plano de Ação para implantação de empreendimentos gasquímicos no PIM. Esse plano deverá estabelecer as metas a serem alcançadas, objetivos gerais e específicos, cronograma executivo e responsabilidades, para a implementação da proposta. Essas ações e estratégias deverão se desdobrar em programas. O presente Estudo fornece várias informações para montagem do referido plano.

- Os programas definirão os principais vetores de atuação buscando um maior detalhamento dos objetivos específicos que necessitarão ser alcançados dentro de um cronograma. Por exemplo, necessidades de detalhamento de estudos, estratégia de articulação com potenciais investidores, articulação com instituições de ensino para estabelecimento de linhas programáticas para preparação de capital humano, preparação do arcabouço legal e articulação com a política industrial nacional.