8
Referências Bibliográficas

ABGNV – Associação Brasileira do Gás Natural Veicular. 2006. *GNL GEMINI já compra caminhão para vender novo gás liquefeito*. Disponível em http://www.abgnv.org.br. Acesso em 23/06/2006.

ALONSO, P.S.R. 2004. *O que é GN*. Disponível em http://www.ctgas.com.br. Acesso em 16/04/2006.

ANP – Agência Natural de Petroléo, Gás Natural e Biocombustíveis. 2004. *Refino e Processamento de Gás Natural: Esquema de Produção*. Disponível em http://www.anp.gov.br/petro/refino_esquema_producao.asp. Acesso em 23/06/2006.

ARUP. 2006. *Liquefied Natural Gas (LNG) storage tanks.* Disponível em http://www.arup.com. Acesso em 16/04/2006.

ATLANTIC LNG. 2006. Energy Day, junho de 2006. Disponível em http://www.atlanticlng.com

BALLOU, R. H., Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física, Editora Atlas, 1993.

Balanço Energético Nacional (BEN), 2007 – Ministério de Minas e Energia. Disponível em http://www.ben.epe.gov.br/. Acesso em 12/10/2007.

BOWERSOX, D. J. e Closs D. J., Logística Empresarial: Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos, Editora Atlas, 2001.

BRASIL, N. I. 2004. *Introdução à Engenharia Química.* 2° edição. Rio de Janeiro. Editora Interciência. 369 p.

CERA - Cambridge Energy Research Associates. 2006a. *Energy at the Center of the Southern Cone's Development Debate*. Southern Cone Energy Watch.

CERA - Cambridge Energy Research Associates. 2006b. *Progress in the Face of Adversity.* Spring 2006 CERA Global LNG Watch

CERA - Cambridge Energy Research Associates. 2007. *CERA Monthly Briefing LNG Spot Markets: Relief Has Arrivel*. Março, 2007.

CHAN, A., HARTLINE, J., HURLEY, J.R., STRUZZIERY, L. 2004. *Evaluation of Liqufied Natural Gas Receiving Tterminals for Southern California*. Santa Barbara, 154 p. Projeto de Dissertação de Mestrado em Grupo. Universidade da California.

CHO, J.H., KOTZOT, H., VEGA, F., DURR, C. 2005. *Large LNG Carrier Posses Economic Advantages, Technical Challenges.* LNG in World Markets, 2.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

COSTA, F.C. 2005. *GNL é o Gás Natural Condicionado na Forma Criogênica*. Disponível em http://www.krona.srv.br. Acesso em 16/04/2006.
CTGÁS – Centro de Tecnologia do Gás. 2006. www.ctgas.com.br.

COSTELLO, K., HUNTINGTON, H. G., WILSON, J. F., *After the Natural Gas Bubble: An Economic Evaluation of the Recent U.S. National Petroleum Council Study*. The Energy Journal; 26, 2; ABI/INFORM Global, 2005.

DANTAS, L.O. 2006. *GNL*. Disponível em http://www.gasnet.com.br. Acesso em 05/05/2006.

DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. 2007. *O PAC, o Setor de Hidrocarbonetos e a Matriz Energética Brasileira*. Nota Técnica, 43, abril de 2007.

EIA – Energy Information Administration. 2003. *The Global Liquefied Natural Gas Market: Status and Outlook*. Disponível em http://www.eia.doe.gov/oiaf/analysispaper/global/index.html. Acesso em 01/05/2006.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. 2005. Boletim de Análise e Conjuntura Energética, dezembro de 2005.

Excelerate Energy. 2006. *Regasification Vessels*. Disponível em http:// www.excelerateenergy.com. Acesso em 23/06/2006.

EXXONMOBIL. 2005. *ExxonMobil Corporate Citizenship - 2005 Energy Outlook*. Disponível em http://exxonmobil.com/corporate/ Citizenship/CCR5/energy_outlook.asp. Acesso em 23/06/2006.

FOSS, Michelle Michot. *Global Natural Gas Issues and Challenges: A Commentary*. The Energy Journal; 2005.

GásEnergia. 2006. www.gasenergia.com.br

GIL, A. C. 2002. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4° edição. São Paulo. Editora Atlas. 175 p.

IEA (International Energy Agency), *Flexibility in Natural Gas Supply and Demand* (2002).

IEA (International Energy Agency), *South American Gas Daring to Tap the Bounty* (2003).

IEA (International Energy Agency), *Security of Gas Supply in Open Markets: LNG and Power at a Turning Point* (2004).

Institute of Gas Technology. 2006. www.igt.org.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

JAVANMARDI, J., NASRIFAR, Kh, NAJIBI, S. H. , MOSHFEGHIAN M.. *Economic evaluation of natural gas hydrate as an alternative for natural gas transportation*. Applied Thermal Engineering 25, p. 1708-1723. 2005.

JENSEN, J., *The LNG revolution - The Energy Journal;* 24, 2; ABI/INFORM Global, 2003.

LEE, Jeong-Dong, PARK, Sung-Bae e KIM, Tai-Yoo. *Profit, productivity, and price di!erential: an international performance comparison of the natural gas transportation industry*. Techno-Economics and Policy Program, College of Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, South Korea. 1999.

Liquefied Natural Gas Shipping. 2006. Disponível em https://www.piersystem.com/external/index.cfm?cid=569&fuseaction=EXTERNAL.docview&documentID=48091. Acesso em 12/03/2007.

LNG Tank Technology, 2007. Disponível em http://www.tokyo-gas.co.jp/lngtech/ug-tank/index.html. Acesso em 23/06/2007.

MACULAN, B. e SILVA JR. 2006. A. *Mercado Nordestino de Gás Natural: Suprimento pela Importação de Gás Natural Liquefeito (GNL)*. Anais da Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006. Rio de Janeiro.

Ministério das Minas e Energia. 2003. www.mme.gov.br

MORAIS, J.A.D. 2002. *Estudo do Impacto Ambiental na Utilização do Gás Natural em Substituição ao Óleo Combustível nas Fontes Industriais no Município de Paulínia – SP Empregando o Modelo ISCST3.* São Paulo. 230 p. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, Faculdade de Engenharia Química.

NaturalGas. 2004a. *Production of Natural Gas.* Disponível em http://www.naturalgas.org/naturalgas/production.asp. Acesso em 01/05/2006.

NaturalGas. 2004b. *Processing Natural Gas.* Disponível em http://www.naturalgas.org/naturalgas/processing_ng.asp. Acesso em 06/06/2007.

NaturalGas. 2004c. *The Transportation of Natural Gas.* Disponível em http://www.naturalgas.org/naturalgas/transport.asp. Acesso em 01/05/2006.

NETO, C.A.R. e SAUER, I.L. 2006. *LNG as a Strategy to Stablish Developing Countries Gas Markets: The Brazilian Case*. Energy Policy, 34. 4103-4114.

Portal BR, 2007. *Óleo Combustível.* Disponível em http://www.br.com.br/portalbr/. Acesso em 06/06/2007.

REAL, R.V. 2005. *Fatores Condicionantes ao Desenvolvimento de Projeto de GNL para o Cone Sul: uma Alternativa para a Monetização das Reservas de Gás da Região*. Rio de Janeiro. 141 p. Dissertação de Mestrado. UFRJ, COPPE.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

ROGERS, R.E e outros. *Gas Hydrate Storage Process for Natural Gas*. Swalm School of Chemical Engineering, Mississippi State University, páginas 14 a 18; GasTIPS - Winter 2005.

SAMANEZ, Carlos P. 2006. *Matemática financeira : aplicações à análise de investimentos*. 4. ed. São Paulo: Prentice Hall. 274 p.

STOPPARD, M. 2006. *"Life Begins at 40": Opening up a Global Gas Market with LNG*. Cera Special Report, 20-22.

VERGARA, S.C. 2003. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 4° edição. São Paulo. Editora Atlas. 96 p.

YERGIN, D. 2006. *What does "energy security" really mean?* Cera Insight, Reimpressão do Wall Street Journal, Opinion Page, 11 de julho de 2006. 3 p.

YIN, Robert K. 2003. *Case Study Research: design and methods*. 3° edição. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc. 181 p.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

Apêndice I
Memória de Cálculo

Este apêndice tem como objetivo apresentar a memória de cálculo das grandezas relacionadas à logística e aos custos das configurações de referência e proposta da Planta 1.

Os dados aqui apresentados e calculados alimentam as análises contidas nos capítulos 4, 5, 6 e 7.

Todos os cálculos apresentados neste anexo se referem à representação dos “cenários base”.

Cumpre definir que os “cenários base” correspondem aos dados obtidos de acordo com a metodologia apresentada no capítulo 3.

Cabe ainda ressaltar que as informações comerciais ou consideradas estratégicas pelas empresas entrevistadas sofreram pequenas alterações. Estas alterações nos dados numéricos jamais foram maiores do que 30% (o valor apresentado esteve sempre em faixa delimitada por 70% e 130% do valor real).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

I.1
Configuração de Referência: Custos com Óleo Combustível

Demanda de Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
A demanda estimada de óleo combustível foi obtida através de observação da média histórica dos últimos 12 meses na planta pesquisa.	2.054.794,52	kg/dia	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Desvio Padrão da Demanda de Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Igualmente ao item anterior, desvio padrão foi obtido através de observação do histórico dos últimos 12 meses.	287.876,71	kg/dia	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Poder Calorífico do Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Poder Calorífico é a energia liberada (fornecida) através da queima de algum combustível. O valor apresentado é aproximadamente igual ao poder calorífico observado no OC consumido por esta planta.	9.500,00	kcal/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.
	37.696	Btu/kg	

Demanda de Energia			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Demanda total de Energia para o processo da Planta.	77.457,53	Btu x 10^6/dia	Calculado.

Lastro de Sistema			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Quantidade de Óleo Combustível que preenche tubulações e fundos de tanque. Tal quantidade em geral não é movimentada no processo, mas deve ser considerada para premissas de estoque.	40.000,00	kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Lote Usual			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Quantidade de aquisição por entrega mais adequado para o ressuprimento de Óleo Combustível dadas as restrições e disponibilidade de tamanho de navio nos portos de origem e destino, capacidade máxima de armazenagem, custos de estoque, ganho de escala por diminuição dos custos fixos relativos das operações de carregamento, descarga e transporte.	10.000.000,00	kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Lead Time de Entrega do Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Tempo total decorrido desde o início da operação de carregamento do navio no porto de origem até a término da operação de descarga no porto de destino. Leadtime observado das entregas por modal marítimo.	7,00	dias	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Desvio Padrão do Lead Time de Entrega do Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Desvio padrão observado nas entregas.	2,30	dias	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Estoque de Segurança			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Para cálculo do estoque de segurança de óleo combustível usaremos a equação proposta por Bowersox (2001).	7.850.693,18	kg	Bowersox (2001).
$ES = d_c \times k$	k	Intervalo de Confiança (%)	Probabilidade de Falta (%)
$d_c = (LT \times d_D^2 + D^2 \times d_{LT}^2)^{(1/2)}$	1	84,14	15,87
LT: Lead Time (d)	1,64	95	5
D: Demanda Diária (m3)	2	97,73	2,27
δD: Desvio Padrão da Demanda (m3)	Consideraremos k=1,64 para um nível de segurança de 95%.		
δLT: Desvio Padrão do Lead Time (d)			

Estoque Médio			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O estoque médio da operação pode ser calculado através da expressão: EM = ES + (LE/2) + LS onde, ES = Estoque de Segurança, LE = Lote Econômico, LS = Lastro do Sistema	12.890.693,18	kg	Calculado.

Tempo Médio do estoque de Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O tempo médio de estoque é facilmente calculado com a divisão do estoque médio pela demanda diária.	6,27	dias	Calculado.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

Preço do Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Preço do insumo na Refinaria na Região Sudeste do Brasil (inclui Impostos)	1,10	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Embarque no porto de Origem			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo envolve alocação de remuneração de custos fixos do porto, rentabilidade, operação de bombas, equipe de operação, manutenção e segurança.	0,05	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Frete Marítimo até terminal próximo ao ponto de consumo			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Frete em navio adequado para transporte de granel líquido em navegação de cabotagem. Usualmente os navios os navios que realizam esta rota fazem a entrega do OC em diversos pontos da costa brasileira.	0,10	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Desembarque no porto de Destino			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo envolve alocação de remuneração de custos fixos do porto, rentabilidade, operação de bombas, equipe de operação, manutenção e segurança.	0,03	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Estoque de Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de estoque deve representar o custo conservador de retorno que o investidor teria em uma aplicação financeira a qual tenha acesso. Desta forma, este custo representa uma custo de oportunidade segura concorrente com o investimento na manutenção deste estoque. O custo de estoque, portanto, deve considerar o valor do estoque médio com a aplicação do custo médio ponderado do capital.	2.134.234,73	R$/ano	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.
	0,0028	R$/kg	

Custo de Armazenagem			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de armazenagem representa o custo de manutenção do produto nos tanques com aquecimento, quando necessário mais custo de operação de bombas e válvulas e suas manutenções. O custo de armazenagem remunera ainda os investimentos do ativo até sua depreciação.	0,04	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Transferência Dutoviária do terminal marítimo até a planta			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de transferência deve remunerar o investimento no duto e seus custos de operação e manutenção.	0,02	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo total para equalização com solução proposta			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Equalizadas todas as unidades de medida e moeda, a soma de todas as parcelas de custos acima descritas resultam no valor abaixo de custo unitário de aquisição de óleo combustível.	**1,34**	**R$/kg**	Calculado.
	38,23	**R$/Btu x 10^6**	
	19,60	**US$/Btu x 10^6**	

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

I.2
Configuração de Referência: Custos com Carvão

Demanda de Carvão			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
A demanda estimada de Carvão foi obtida através de observação da média histórica dos últimos 12 meses na planta pesquisa.	3.424.657,53	kg/dia	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Desvio Padrão da Demanda de Carvão			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Igualmente ao item anterior, desvio padrão foi obtido através de observação do histórico dos últimos 12 meses.	479.794,52	kg/dia	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Poder Calorífico do Carvão			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Poder Calorífico é a energia liberada (fornecida) através da queima de algum combustível. O valor apresentado é aproximadamente igual ao poder calorífico observado no Carvão consumido por esta planta.	6.000,00	kcal/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.
	23.808	Btu/kg	

Demanda de Energia			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Demanda total de Energia para o processo da Planta.	81534,24658	Btu x 10^6/dia	Calculado.

Lote Usual			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Quantidade de aquisição por entrega mais adequado para o ressuprimento de Carvão dadas as restrições e disponibilidade de tamanho de navio nos portos de origem e destino, capacidade máxima de armazenagem, custos de estoque, ganho de escala por diminuição dos custos fixos relativos das operações de carregamento, descarga e transporte.	50000000	kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Lead Time de Entrega do Carvão			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Tempo total decorrido desde o início da operação de carregamento do navio no porto de origem até a término da operação de descarga no porto de destino. Leadtime observado das entregas por modal marítimo.	30	dias	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Desvio Padrão do Lead Time de Entrega do Carvão:			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Desvio padrão observado nas entregas.	10	dias	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Estoque de Segurança			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Para cálculo do estoque de segurança de Carvão usaremos a equação proposta por Bowersox (2001).	56.329.500,11	kg	Bowersox (2001).
$ES = d_c \times k$	k	Intervalo de Confiança (%)	Probabilidade de Falta (%)
$d_c = (LT \times d_D^2 + D^2 \times d_{LT}^2)^{(1/2)}$	1	84,14	15,87
LT: Lead Time (d)	1,64	95	5
D: Demanda Diária (m3)	2	97,73	2,27
δD: Desvio Padrão da Demanda (m3)	Consideraremos k=1,64 para um nível de segurança de 95%.		
δLT: Desvio Padrão do Lead Time (d)			

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

Estoque Médio			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O estoque médio da operação pode ser calculado através da expressão: EM = ES + (LE/2) + LS onde, ES = Estoque de Segurança, LE = Lote Econômico, LS = Lastro do Sistema	81.329.500,11	kg	Calculado.

Tempo Médio do estoque de Carvão			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O tempo médio de estoque é facilmente calculado com a divisão do estoque médio pela demanda diária.	23,74821403	dias	Calculado.

Preço do Carvão			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Preço do insumo no porto de origem.	0,117	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Embarque no porto de Origem			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo envolve alocação de remuneração de custos fixos do porto, rentabilidade, equipe de operação, manutenção e segurança.	0,0234	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Frete Marítimo até terminal próximo ao ponto de consumo			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Frete em navio adequado para transporte de granel sólido em navegação de transoceânica.	0,078	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Desembarque no porto de Destino			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo envolve alocação de remuneração de custos fixos do porto, rentabilidade, operação de bombas, equipe de operação, manutenção e segurança.	0,0234	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Estoque de Carvão			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de estoque deve representar o custo conservador de retorno que o investidor teria em uma aplicação financeira a qual tenha acesso. Desta forma este custo representa uma custo de oportunidade segura concorrente com o investimento na manutenção deste estoque. O custo de estoque, portanto, deve considerar o valor do estoque médio com a aplicação do custo médio ponderado do capital.	2.359.856,78	R$/ano	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.
	0,0019	R$/kg	

Custo de Armazenagem			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custos de operação e manutenção dos pátios de armazenagem.	0,039	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Transferência por correia transportadora do terminal marítimo até a planta			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de transferência deve remunerar o investimento na correia transportadora e seus custos de operação e manutenção.	0,0156	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo total para equalização com solução atual			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Equalizadas todas as unidades de medida e moeda, a soma de todas as parcelas de custos acima descritas resultam no valor abaixo de custo unitário de aquisição de Carvão.	**0,30**	**R$/kg**	Calculado.
	12,53	**R$/Btu x 10^6**	
	6,43	**US$/Btu x 10^6**	

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

I.3
Configuração de Referência: Custo Total com Energia

Demanda de Energia			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Demanda total de Energia somadas os consumos estimados de Carvão e Óleo Combustível.	158.991,78	Btu x 10^6/dia	Calculado.

Fator de Conversão Btu/kcal			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Referência para conversão de Unidades de Energia.	3,968	Btu/kcal	Brasil, 2004.

Câmbio			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Referência para conversão entre as moedas Real e Dólar.	1,95	R$/US$	Ptax 11/06/07 - Banco Central do Brasil.

Custo total de Energia para equalização com solução proposta			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Equalizadas todas as unidades de medida e moeda, a soma de todas as parcelas de custos acima descritas resultam no valor abaixo de custo unitário de aquisição de óleo combustível.	**0,81**	**R$/kg**	Calculado.
	25,05	**R$/Btu x 10^6**	
	12,85	**US$/Btu x 10^6**	

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

I.4
Configuração Proposta: Custos com Gás Natural Liquefeito

Lastro de Sistema			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Quantidade de GNL que preenche tubulações e fundos de tanque. Tal quantidade em geral não é movimentada no processo mas deve ser considerada para premissas de estoque.	10.000,00	m^3	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Demanda de Energia			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
A Demanda de Energia será igual a demanda equivalente atualmente fornecida com o combustível empregado.	158.991,78	Btu x 10^6/dia	Calculado.

Poder Calorífico do GN			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Poder Calorífico é a energia liberada (fornecida) através da queima de algum combustível. O valor apresentado é aproximadamente igual ao poder calorífico observado no GN produzido pelas plantas de liquefação pesquisadas.	8.600,00	kcal/m^3	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.
	34.124,80	Btu/m3	

Demanda de GN			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
A demanda de GN foi calculada por conversão da demanda total.	4.659.127,11	m^3/dia	Calculado.

Demanda de GNL			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
A demanda de GNL foi calculada por conversão da demanda total.	7.765,21	m^3/dia	Calculado.

Desvio Padrão Demanda de GNL			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Assumiu-se mesmo desvio padrão relativo observado para o OC.	652.743,71	m^3/dia	Calculado.

Lote Econômico			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Quantidade de aquisição por entrega mais adequado para o ressuprimento de Gás Natural dadas as restrições e disponibilidade de tamanho de navio nos portos de origem e destino, capacidade máxima de armazenagem, custos de estoque, ganho de escala por diminuição dos custos fixos relativos das operações de carregamento, descarga e transporte. Segundo o artigo Liquefied Natural Gas Shipping (2006) os tamanhos mais usuais de navios de GNL são de 125.000 a 145.000 m3. Valor convertido para volume de GN:	87.000.000,00	m^3	Liquefied Natural Gas Shipping, 2006.

Lead Time de Entrega do GN			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Tempo total decorrido desde o início da operação de carregamento do navio no porto de origem até a término da operação de descarga no porto de destino. O tempo médio estimado para este transporte depende fundamentalmente da premissa origem do GNL. Conforme Cho (2005) para qualquer cenário consideraremos que o carregamento ocorreria em uma taxa de 4.000 a 5.000 m3 por hora. Portanto, na menor velocidade, o carregamento ocorreria em 35 horas, e outras 35 horas seriam necessárias para a descarga. Arredondamos estas 70 horas para 3 dias. O mesmo artigo indica que um navio de transporte de GNL usualmente viaja a uma velocidade de 18 a 20 nós enquanto outros graneleiros comuns viajam a 14 – 16 nós. Considerando a velocidade de 18 nós (equivalente a 33,36 km/hora) podemos calcular o tempo de viagem. Se origem for Trinidad & Tobago (distância linear aproximada de 2000 km) o tempo total de viagem não passaria de 3 dias. Vindo de Angola distância chega a 6800 km e da Nigéria próxima a 6000 km, portanto uma viagem de aproximadamente 8 dias. Desta forma temos o cenário de lead time poderia variar de 6 dias a 11 dias.	11	dias	Cho, 2005

Preço do GNL na Planta de Liquefação em Trinidad & Tobago			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Diversos valores de referência foram encontrados devido a diferentes escalas de compra, modalidade de compra spot versus contrato de longo prazo, data de assinatura de contratos (contratos antigos tinham preços significativamente menores) e variadas origens. Inclui custo de carregamento de navio.	7,00	US$/Btu x 106	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Frete Marítimo até terminal próximo ao ponto de consumo			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo de transporte marítimo (inclui seguro de carga e taxas portuárias).	0,20	US$/Btu x 106	Liquefied Natural Gas Shipping, 2006.

Custo por Perda de GN no transporte			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Conform Dantas (2006) perde-se por dia de transporte marítimo 0,1% do volume transportado. Dados os leadtimes esperados espera-se uma perda de:	0,08	US$/Btu x 106	Dantas, 2006.

Custo de Desembarque no porto de Destino			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo de operação de descarga do navio metaneiro no porto de destino.	0,59	US$/Btu x 106	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Transporte do Porto à Planta de Regaseificação			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo da transferência do produto do cais do porto até os tanques de armazenagem de GNL.	0,03	US$/Btu x 106	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

Operação da Planta de Regaseificação			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo com energia, mão-de-obra e administração da planta de regaseificação de GNL converteendo-o novamente em GN.	2,34	US$/Btu x 106	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Transporte da Planta de Regaseificação ao Ponto de Consumo			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo da transferência do GN da planta de regaseificação até o ponto de consumo na planta.	0,15	US$/Btu x 106	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Estoque			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de estoque deve representar o custo conservador de retorno que o investidor teria em uma aplicação financeira a qual tenha acesso. Desta forma este custo representa uma custo de oportunidade segura concorrente com o investimento na manutenção deste estoque. O custo de estoque, portanto, deve considerar o valor do estoque médio com a aplicação do custo médio ponderado do capital.	0,06	US$/Btu x 106	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Armazenagem (inclusive energia para manter condições criogênicas)			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de armazenagem representa o custo de manutenção do produto nos tanques em condições criogênicas. Desta forma além dos custos de operação e manutenção dos tanques são significativos os custos com energia para manutenção do combustível em estado líquido.	0,29	US$/Btu x 106	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo total de energia para equalização com solução atual			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Equalizadas todas as unidades de medida e moeda, a soma de todas as parcelas de custos acima descritas resultam no valor de custo unitário de aquisição de gás natural via importação de GNL.	0,71	R$/m3	Calculado.
	20,92	R$/Btu x 10^6	
	10,73	US$/Btu x 10^6	

Redução anual de custo de operação			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Subtração do custo com energia com a solução atual pelo custo com energia com a solução proposta.	0,09	R$/kg	Calculado.
	4,13	R$/Btu x 10^6	
	2,12	US$/Btu x 10^6	
	239.391.305,61	US$/ano	
	122.764.772,11	US$/ano	

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

I.5
Análise de Investimento: Investimento para Viabilização de Consumo de GNL

Planta de Regaseificação			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O investimento mais significativo deste projeto seria a planta de regaseificação com seus trocadores de calor, tanques, compressores, bombas e condensadores. O investimento inclui também adaptações no Terminal Marítimo (bombas, tubulações, válvulas), ou seja, infra-estrutura portuária para descarga de GNL e tancagem para armazenaem do GNL. Os equipamentos devem ser especialmente projetados para transporte de GNL com manutenção de condições criogênicas. Diversos valores de referência foram encontrados para este investimento com relativa dispersão. Por isso mesmo a análise de sensibilidade apresenta cenários com variações tão significativas de custo total de investimento.	250.000.000,00	US$	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Gasoduto ligando terminal Marítimo até ponto de consumo			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Conforme Dantas (2006) pode-se, de uma maneira simplificada, assumir que o custo de um gasoduto por metro de comprimento e polegada de diâmetro é de US$ 25. Dado que o gasoduto teria aproximadamente 3 polegadas de diâmetro e 10 quilômetros de comprimento, o investimento esperado seria de:	750.000,00	US$	Dantas, 2006.

Conversão de Equipamentos de Combustão			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Com este investimento os equipamentos responsáveis pela combustão existentes nesta planta seriam ser convertidos para combustão de GN.	2.000.000,00	US$	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo Médio Ponderado de Capital:			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O Custo Médio Ponderado de Capital (sigla em inglês WACC) engloba a remuneração de todo o capital da empresa e, portanto, é utlizado como premissa de taxa de retorno para avaliação de investimento em novos projetos.	12%	% ao ano	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Fluxo de Caixa

Descrição / Definição

Segue a previsão de movimentação financeira em 25 anos de projeto.
O Fluxo de Caixa Simples não considera a desvalorização do capital no tempo.
O Fluxo de Caixa Descontado considera a desvalorização do capital no tempo a uma taxa igual ao WACC.

Fonte: Samanez, 2006.

Fluxo de Caixa (ano)	Fluxo de Caixa Simples (USD)	Fluxo de Caixa Descontado (USD)	Acumulado Descontado (USD)
0	-252.750.000,00	-252.750.000,00	-252.750.000,00
1	122.764.772,11	109.611.403,67	-143.138.596,33
2	122.764.772,11	97.867.324,71	-45.271.271,63
3	122.764.772,11	87.381.539,92	42.110.268,29
4	122.764.772,11	78.019.232,07	120.129.500,36
5	122.764.772,11	69.660.028,63	189.789.528,99
6	122.764.772,11	62.196.454,14	251.985.983,12
7	122.764.772,11	55.532.548,33	307.518.531,46
8	122.764.772,11	49.582.632,44	357.101.163,90
9	122.764.772,11	44.270.207,54	401.371.371,44
10	122.764.772,11	39.526.971,02	440.898.342,45
11	122.764.772,11	35.291.938,41	476.190.280,86
12	122.764.772,11	31.510.659,29	507.700.940,15
13	122.764.772,11	28.134.517,22	535.835.457,38
14	122.764.772,11	25.120.104,66	560.955.562,04
15	122.764.772,11	22.428.664,88	583.384.226,92
16	122.764.772,11	20.025.593,64	603.409.820,56
17	122.764.772,11	17.879.994,32	621.289.814,89
18	122.764.772,11	15.964.280,65	637.254.095,53
19	122.764.772,11	14.253.822,01	651.507.917,54
20	122.764.772,11	12.726.626,79	664.234.544,33
21	122.764.772,11	11.363.059,63	675.597.603,96
22	122.764.772,11	10.145.588,96	685.743.192,92
23	122.764.772,11	9.058.561,57	694.801.754,49
24	122.764.772,11	8.088.001,40	702.889.755,90
25	122.764.772,11	7.221.429,82	710.111.185,72

Payback Simples			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O payback simples apresenta o tempo esperado para retorno sobre o investimente sem considerar outras oportunidades de ganho com a mesma quantia de dinheiro no período.	2,06	anos	Samanez, 2006.

Payback Descontado			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O payback descontado apresenta o tempo esperado para retorno sobre o investimento considerando que a mesma quantia de dinheiro poderia ser investida em outros empreendimentos no mesmo período gerando algum retorno. Considerou-se o Custo Médio Ponderado de Capital como a taxa de remuneração concorrente com o investimento neste projeto.	2,52	anos	Samanez, 2006.

Taxa Interna de Retorno após 10 anos		
Descrição / Definição	**Valor**	**Fonte**
A taxa interna de retorno (TIR) representa a taxa de juros tal, que se o capital investido tivesse sido colocada a esse percentual, obter-se-ía a mesma taxa de rentabilidade. Ou seja, representa a rentabilidade gerada pelo investimento.	47,6%	Samanez, 2006.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

I.6

Análise de Sensibilidade

Planta 1

	Investimento na Planta de Reqaseificação	Demanda de OC	Tamanho de Lote GNL	Câmbio	Preço do GNL	Preço do OC	Preço do Carvão	Custo de Capital	Redução de Custo Anual	Investimento na Planta de Reqaseificação	Payback Simples	Payback Descontado	Taxa de Retorno em 10 anos
Cenário Base	MM USD	ton/ano	m^3	R$ / USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	USD/ton	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Simulação 1	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	487,50	2,18	2,69	44,74%
Cenários de Variação de Investimento	MM USD	ton/ano	m^3	R$ / USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	USD/ton	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Simulação 1	100,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	195,00	0,89	0,99	112,80%
Simulação 2	175,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	341,25	1,53	1,80	64,80%
Simulação 3	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	487,50	2,18	2,69	44,74%
Simulação 4	325,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	633,75	2,83	3,67	33,40%
Simulação 5	400,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	780,00	3,47	4,77	25,92%
Cenários de Demanda de Energia	MM USD	ton/ano	m^3	R$ / USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	USD/ton	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Simulação 1	250,00	570.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	110,15	487,50	4,47	6,80	18,12%
Simulação 2	250,00	660.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	168,14	487,50	2,93	3,83	31,99%
Simulação 3	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	487,50	2,18	2,69	44,74%
Simulação 4	250,00	840.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	284,12	487,50	1,73	2,06	57,01%
Simulação 5	250,00	930.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	342,11	487,50	1,44	1,69	69,05%
Cenários de Tamanho de Lote de GNL	MM USD	ton/ano	m^3	R$ / USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	USD/ton	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Simulação 1	250,00	750.000	80.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	209,17	487,50	2,36	2,94	41,08%
Simulação 2	250,00	750.000	110.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	219,66	487,50	2,24	2,78	43,35%
Simulação 3	250,00	750.000	125.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	222,92	487,50	2,21	2,73	44,05%
Simulação 4	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	487,50	2,18	2,69	44,74%
Simulação 5	250,00	750.000	170.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	228,95	487,50	2,15	2,65	45,35%
Cenários de Câmbio	MM USD	ton/ano	m^3	R$ / USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	USD/ton	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Simulação 1	250,00	750.000	145.000	1,50	7,00	1,10	60,00	12,00%	387,87	375,00	0,98	1,11	102,22%
Simulação 2	250,00	750.000	145.000	1,75	7,00	1,10	60,00	12,00%	298,01	437,50	1,48	1,74	66,98%
Simulação 3	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	487,50	2,18	2,69	44,74%
Simulação 4	250,00	750.000	145.000	2,05	7,00	1,10	60,00	12,00%	190,18	512,50	2,72	3,51	34,86%
Simulação 5	250,00	750.000	145.000	2,20	7,00	1,10	60,00	12,00%	136,27	550,00	4,08	5,94	20,81%
Cenários de Preço de GNL	MM USD	ton/ano	m^3	R$ / USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	USD/ton	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Simulação 1	250,00	750.000	145.000	1,95	5,21	1,10	60,00	12,00%	432,41	487,50	1,14	1,31	87,57%
Simulação 2	250,00	750.000	145.000	1,95	6,30	1,10	60,00	12,00%	306,80	487,50	1,61	1,90	61,74%
Simulação 3	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	487,50	2,18	2,69	44,74%
Simulação 4	250,00	750.000	145.000	1,95	7,50	1,10	60,00	12,00%	168,50	487,50	2,92	3,82	32,07%
Simulação 5	250,00	750.000	145.000	1,95	7,85	1,10	60,00	12,00%	128,17	487,50	3,85	5,47	22,62%
Cenários de Preço de OC	MM USD	ton/ano	m^3	R$ / USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	USD/ton	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Simulação 1	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	0,95	60,00	12,00%	102,97	487,50	4,79	7,55	16,26%
Simulação 2	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,03	60,00	12,00%	164,55	487,50	3,00	3,93	31,17%
Simulação 3	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	487,50	2,18	2,69	44,74%
Simulação 4	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,18	60,00	12,00%	287,71	487,50	1,71	2,03	57,76%
Simulação 5	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,25	60,00	12,00%	349,29	487,50	1,41	1,65	70,53%
Cenários de Preço de Carvão	MM USD	ton/ano	m^3	R$ / USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	USD/ton	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Simulação 1	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	30,00	12,00%	152,43	487,50	3,23	4,35	28,39%
Simulação 2	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	45,00	12,00%	189,28	487,50	2,60	3,32	36,72%
Simulação 3	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	487,50	2,18	2,69	44,74%
Simulação 4	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	70,00	12,00%	250,69	487,50	1,97	2,39	49,98%
Simulação 5	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	80,00	12,00%	275,26	487,50	1,79	2,14	55,16%
Cenários de Custo de Capital	MM USD	ton/ano	m^3	R$ / USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	USD/ton	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Simulação 1	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	6,00%	227,13	487,50	2,17	2,40	44,96%
Simulação 2	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	9,00%	226,63	487,50	2,17	2,54	44,85%
Simulação 3	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	12,00%	226,13	487,50	2,18	2,69	44,74%
Simulação 4	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	15,00%	225,62	487,50	2,18	2,85	44,64%
Simulação 5	250,00	750.000	145.000	1,95	7,00	1,10	60,00	18,00%	225,12	487,50	2,19	3,03	44,53%

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

Apêndice II
Memória de Cálculo

Este apêndice tem como objetivo apresentar a memória de cálculo das grandezas relacionadas à logística e aos custos das configurações de referência e proposta da Planta 2.

Os dados aqui apresentados e calculados alimentam as análises contidas nos capítulos 4, 5, 6 e 7.

Todos os cálculos apresentados neste anexo se referem à representação dos “cenários base”.

Cumpre definir que os “cenários base” correspondem aos dados obtidos de acordo com a metodologia apresentada no capítulo 3.

Cabe ainda ressaltar que as informações comerciais ou consideradas estratégicas pelas empresas entrevistadas sofreram pequenas alterações. Estas alterações nos dados numéricos jamais foram maiores do que 30% (o valor apresentado esteve sempre em faixa delimitada por 70% e 130% do valor real).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

II.1
Configuração de Referência: Custos com Óleo Combustível

Demanda de Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
A demanda estimada de óleo combustível foi obtida através de observação da média histórica dos últimos 12 meses na planta pesquisa.	287.671,23	kg/dia	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Desvio Padrão da Demanda de Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Igualmente ao item anterior, desvio padrão foi obtido através de observação do histórico dos últimos 12 meses.	40.302,74	kg/dia	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Poder Calorífico do Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Poder Calorífico é a energia liberada (fornecida) através da queima de algum combustível. O valor apresentado é aproximadamente igual ao poder calorífico observado no OC consumido por esta planta.	9.500,00	kcal/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.
	37.696	Btu/kg	

Demanda de Energia			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Demanda total de Energia para o processo da Planta.	10.844,05	Btu x 10^6/dia	Calculado.

Lastro de Sistema			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Quantidade de Óleo Combustível que preenche tubulações e fundos de tanque. Tal quantidade em geral não é movimentada no processo, mas deve ser considerada para premissas de estoque.	30.000,00	kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Lote Usual			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Quantidade de aquisição por entrega mais adequado para o ressuprimento de Óleo Combustível dadas as restrições e disponibilidade de tamanho de navio nos portos de origem e destino, capacidade máxima de armazenagem, custos de estoque, ganho de escala por diminuição dos custos fixos relativos das operações de carregamento, descarga e transporte.	5.000.000,00	kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Lead Time de Entrega do Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Tempo total decorrido desde o início da operação de carregamento do navio no porto de origem até a término da operação de descarga no porto de destino. Leadtime observado das entregas por modal marítimo.	5,00	dias	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Desvio Padrão do Lead Time de Entrega do Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Desvio padrão observado nas entregas.	1,90	dias	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Estoque de Segurança			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Para cálculo do estoque de segurança de óleo combustível usaremos a equação proposta por Bowersox (2001).	908.486,23	kg	Bowersox (2001).

$ES = d_c \times k$

$d_c = (LT \times d_b^2 + D^2 \times d_{LT}^2)^{(1/2)}$

LT: Lead Time (d)
D: Demanda Diária (m3)
δD: Desvio Padrão da Demanda (m3)
δLT: Desvio Padrão do Lead Time (d)

k	Intervalo de Confiança (%)	Probabilidade de Falta (%)
1	84,14	15,87
1,64	95	5
2	97,73	2,27

Consideraremos k=1,64 para um nível de segurança de 95%.

Estoque Médio			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O estoque médio da operação pode ser calculado através da expressão: EM = ES + (LE/2) + LS onde, ES = Estoque de Segurança, LE = Lote Econômico, LS = Lastro do Sistema	3.438.486,23	kg	Calculado.

Tempo Médio do estoque de Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O tempo médio de estoque é facilmente calculado com a divisão do estoque médio pela demanda diária.	11,95	dias	Calculado.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

Preço do Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Preço do insumo na Refinaria na Região Sudeste do Brasil	1,20	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Embarque no porto de Origem			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo envolve alocação de remuneração de custos fixos do porto, rentabilidade, operação de bombas, equipe de operação, manutenção e segurança.	0,05	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Frete Marítimo até terminal próximo ao ponto de consumo			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Frete em navio adequado para transporte de granel líquido em navegação de cabotagem. Usualmente os navios os navios que realizam esta rota fazem a entrega do OC em diversos pontos da costa brasileira.	0,09	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Desembarque no porto de Destino			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo envolve alocação de remuneração de custos fixos do porto, rentabilidade, operação de bombas, equipe de operação, manutenção e segurança.	0,03	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Estoque de Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de estoque deve representar o custo conservador de retorno que o investidor teria em uma aplicação financeira a qual tenha acesso. Desta forma, este custo representa uma custo de oportunidade segura concorrente com o investimento na manutenção deste estoque. O custo de estoque, portanto, deve considerar o valor do estoque médio com a aplicação do custo médio ponderado do capital.	565.266,50	R$/ano	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.
	0,0054	R$/kg	

Custo de Armazenagem			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de armazenagem representa o custo de manutenção do produto nos tanques com aquecimento, quando necessário mais custo de operação de bombas e válvulas e suas manutenções. O custo de armazenagem remunera ainda os investimentos do ativo até sua depreciação.	0,04	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Transferência Dutoviária do terminal marítimo até a planta			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de transferência deve remunerar o investimento no duto e seus custos de operação e manutenção.	0,02	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo total para equalização com solução proposta			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Equalizadas todas as unidades de medida e moeda, a soma de todas as parcelas de custos acima descritas resultam no valor abaixo de custo unitário de aquisição de óleo combustível.	**1,43**	**R$/kg**	Calculado.
	38,04	**R$/Btu x 10^6**	
	19,51	**US$/Btu x 10^6**	

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

II.2
Configuração de Referência: Custo Total com Energia

Demanda de Energia			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Demanda total de Energia considerando o consumo atual de Óleo Combustível.	10.844,05	Btu x 10^6/dia	Calculado.

Fator de Conversão Btu/kcal			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Referência para conversão de Unidades de Energia.	3,968	Btu/kcal	Brasil, 2004.

Câmbio			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Referência para conversão entre as moedas Real e Dólar.	1,95	R$/US$	Ptax 11/06/07 - Banco Central do Brasil.

Custo total de Energia para equalização com solução proposta			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Equalizadas todas as unidades de medida e moeda, a soma de todas as parcelas de custos acima descritas resultam no valor abaixo de custo unitário de aquisição de óleo combustível.	**1,43**	**R$/kg**	Calculado.
	38,04	**R$/Btu x 10^6**	
	19,51	**US$/Btu x 10^6**	

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

II.3
Configuração Proposta: Custos com Gás Natural Liquefeito

Lastro de Sistema			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Quantidade de GNL que preenche tubulações e fundos de tanque. Tal quantidade em geral não é movimentada no processo mas deve ser considerada para premissas de estoque.	10.000,00	m^3	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Demanda de Energia			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
A Demanda de Energia será igual a demanda equivalente atualmente fornecida com o combustível empregado.	10.844,05	Btu x 10^6/dia	Calculado.

Poder Calorífico do GN			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Poder Calorífico é a energia liberada (fornecida) através da queima de algum combustível. O valor apresentado é aproximadamente igual ao poder calorífico observado no GN produzido pelas plantas de liquefação pesquisadas.	8.600,00	kcal/m^3	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.
	34.124,80	Btu/m3	

Demanda de GN			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
A demanda de GN foi calculada por conversão da demanda total.	317.776,36	m^3/dia	Calculado.

Demanda de GNL			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
A demanda de GNL foi calculada por conversão da demanda total.	529,63	m^3/dia	Calculado.

Desvio Padrão Demanda de GNL			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Assumiu-se mesmo desvio padrão relativo observado para o OC.	44.520,47	m^3/dia	Calculado.

Lote Econômico			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Quantidade de aquisição por entrega mais adequado para o ressuprimento de Gás Natural dadas as restrições e disponibilidade de tamanho de navio nos portos de origem e destino, capacidade máxima de armazenagem, custos de estoque, ganho de escala por diminuição dos custos fixos relativos das operações de carregamento, descarga e transporte. Segundo o artigo Liquefied Natural Gas Shipping (2006) os tamanhos mais usuais de navios de GNL são de 125.000 a 145.000 m3. Valor convertido para volume de GN:	87.000.000,00	m^3	Liquefied Natural Gas Shipping, 2006.

Lead Time de Entrega do GN			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Tempo total decorrido desde o início da operação de carregamento do navio no porto de origem até a término da operação de descarga no porto de destino. O tempo médio estimado para este transporte depende fundamentalmente da premissa origem do GNL. Conforme Cho (2005) para qualquer cenário consideraremos que o carregamento ocorreria em uma taxa de 4.000 a 5.000 m3 por hora. Portanto, na menor velocidade, o carregamento ocorreria em 35 horas, e outras 35 horas seriam necessárias para a descarga. Arredondamos estas 70 horas para 3 dias. O mesmo artigo indica que um navio de transporte de GNL usualmente viaja a uma velocidade de 18 a 20 nós enquanto outros graneleiros comuns viajam a 14 – 16 nós. Considerando a velocidade de 18 nós (equivalente a 33,36 km/hora) podemos calcular o tempo de viagem. Se origem for Trinidad & Tobago (distância linear aproximada de 2000 km) o tempo total de viagem não passaria de 3 dias. Vindo de Angola distância chega a 6800 km e da Nigéria próxima a 6000 km, portanto uma viagem de aproximadamente 8 dias. Desta forma temos o cenário de lead time poderia variar de 6 dias a 11 dias.	11	dias	Cho, 2005

Preço do GNL na Planta de Liquefação em Trinidad & Tobago			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Diversos valores de referência foram encontrados devido a diferentes escalas de compra, modalidade de compra spot versus contrato de longo prazo, data de assinatura de contratos (contratos antigos tinham preços significativamente menores) e variadas origens. Inclui custo de carregamento de navio.	7,00	US$/Btu x 106	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Frete Marítimo até terminal próximo ao ponto de consumo			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo de transporte marítimo (inclui seguro de carga e taxas portuárias).	0,20	US$/Btu x 106	Liquefied Natural Gas Shipping, 2006.

Custo por Perda de GN no transporte			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Conform Dantas (2006) perde-se por dia de transporte marítimo 0,1% do volume transportado. Dados os leadtimes esperados espera-se uma perda de:	0,08	US$/Btu x 106	Dantas, 2006.

Custo de Desembarque no porto de Destino			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo de operação de descarga do navio metaneiro no porto de destino.	0,59	US$/Btu x 106	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

Preço do Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Preço do insumo na Refinaria na Região Sudeste do Brasil	1,20	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Embarque no porto de Origem			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo envolve alocação de remuneração de custos fixos do porto, rentabilidade, operação de bombas, equipe de operação, manutenção e segurança.	0,05	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Frete Marítimo até terminal próximo ao ponto de consumo			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Frete em navio adequado para transporte de granel líquido em navegação de cabotagem. Usualmente os navios os navios que realizam esta rota fazem a entrega do OC em diversos pontos da costa brasileira.	0,09	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Desembarque no porto de Destino			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Custo envolve alocação de remuneração de custos fixos do porto, rentabilidade, operação de bombas, equipe de operação, manutenção e segurança.	0,03	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Estoque de Óleo Combustível			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de estoque deve representar o custo conservador de retorno que o investidor teria em uma aplicação financeira a qual tenha acesso. Desta forma, este custo representa uma custo de oportunidade segura concorrente com o investimento na manutenção deste estoque. O custo de estoque, portanto, deve considerar o valor do estoque médio com a aplicação do custo médio ponderado do capital.	565.266,50	R$/ano	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.
	0,0054	R$/kg	

Custo de Armazenagem			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de armazenagem representa o custo de manutenção do produto nos tanques com aquecimento, quando necessário mais custo de operação de bombas e válvulas e suas manutenções. O custo de armazenagem remunera ainda os investimentos do ativo até sua depreciação.	0,04	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo de Transferência Dutoviária do terminal marítimo até a planta			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O custo de transferência deve remunerar o investimento no duto e seus custos de operação e manutenção.	0,02	R$/kg	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo total para equalização com solução proposta			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Equalizadas todas as unidades de medida e moeda, a soma de todas as parcelas de custos acima descritas resultam no valor abaixo de custo unitário de aquisição de óleo combustível.	**1,43**	**R$/kg**	Calculado.
	38,04	**R$/Btu x 10^6**	
	19,51	**US$/Btu x 10^6**	

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

II.4
Análise de Investimento: Investimento para Viabilização de Consumo de GNL

Planta de Regaseificação			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O investimento mais significativo deste projeto seria a planta de regaseificação com seus trocadores de calor, tanques, compressores, bombas e condensadores. O investimento inclui também adaptações no Terminal Marítimo (bombas, tubulações, válvulas), ou seja, infra-estrutura portuária para descarga de GNL e tancagem para armazenaem do GNL. Os equipamentos devem ser especialmente projetados para transporte de GNL com manutenção de condições criogênicas. Diversos valores de referência foram encontrados para este investimento com relativa dispersão. Por isso mesmo a análise de sensibilidade apresenta cenários com variações tão significativas de custo total de investimento.	125.000.000,00	US$	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Gasoduto ligando terminal Marítimo até ponto de consumo			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Conforme Dantas (2006) pode-se, de uma maneira simplificada, assumir que o custo de um gasoduto por metro de comprimento e polegada de diâmetro é de US$ 25. Dado que o gasoduto teria aproximadamente 3 polegadas de diâmetro e 2,67 quilômetros de comprimento, o investimento esperado seria de:	200.000,25	US$	Dantas, 2006.

Conversão de Equipamentos de Combustão			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
Com este investimento os equipamentos responsáveis pela combustão existentes nesta planta seriam ser convertidos para combustão de GN.	850.000,00	US$	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Custo Médio Ponderado de Capital:			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O Custo Médio Ponderado de Capital (sigla em inglês WACC) engloba a remuneração de todo o capital da empresa e, portanto, é utlizado como premissa de taxa de retorno para avaliação de investimento em novos projetos.	12%	% ao ano	Entrevista com Fornecedores e Consumidores.

Fluxo de Caixa

Descrição / Definição

Segue a previsão de movimentação financeira em 25 anos de projeto.
O Fluxo de Caixa Simples não considera a desvalorização do capital no tempo.
O Fluxo de Caixa Descontado considera a desvalorização do capital no tempo a uma taxa igual ao WACC.

Fonte: Samanez, 2006.

Fluxo de Caixa (ano)	Fluxo de Caixa Simples (USD)	Fluxo de Caixa Descontado (USD)	Acumulado Descontado (USD)
0	-126.050.000,25	-126.050.000,25	-126.050.000,25
1	33.460.044,93	29.875.040,12	-96.174.960,13
2	33.460.044,93	26.674.142,96	-69.500.817,17
3	33.460.044,93	23.816.199,07	-45.684.618,10
4	33.460.044,93	21.264.463,46	-24.420.154,65
5	33.460.044,93	18.986.128,09	-5.434.026,56
6	33.460.044,93	16.951.900,08	11.517.873,52
7	33.460.044,93	15.135.625,07	26.653.498,59
8	33.460.044,93	13.513.950,95	40.167.449,54
9	33.460.044,93	12.066.027,64	52.233.477,18
10	33.460.044,93	10.773.238,96	63.006.716,14
11	33.460.044,93	9.618.963,36	72.625.679,50
12	33.460.044,93	8.588.360,14	81.214.039,64
13	33.460.044,93	7.668.178,70	88.882.218,34
14	33.460.044,93	6.846.588,12	95.728.806,46
15	33.460.044,93	6.113.025,11	101.841.831,57
16	33.460.044,93	5.458.058,13	107.299.889,71
17	33.460.044,93	4.873.266,19	112.173.155,90
18	33.460.044,93	4.351.130,53	116.524.286,43
19	33.460.044,93	3.884.937,97	120.409.224,40
20	33.460.044,93	3.468.694,62	123.877.919,01
21	33.460.044,93	3.097.048,77	126.974.967,78
22	33.460.044,93	2.765.222,11	129.740.189,89
23	33.460.044,93	2.468.948,31	132.209.138,21
24	33.460.044,93	2.204.418,14	134.413.556,34
25	33.460.044,93	1.968.230,48	136.381.786,82

Payback Simples			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O payback simples apresenta o tempo esperado para retorno sobre o investimente sem considerar outras oportunidades de ganho com a mesma quantia de dinheiro no período.	3,77	anos	Samanez, 2006.

Payback Descontado			
Descrição / Definição	**Valor**	**Unidade**	**Fonte**
O payback descontado apresenta o tempo esperado para retorno sobre o investimento considerando que a mesma quantia de dinheiro poderia ser investida em outros empreendimentos no mesmo período gerando algum retorno. Considerou-se o Custo Médio Ponderado de Capital como a taxa de remuneração concorrente com o investimento neste projeto.	5,32	anos	Samanez, 2006.

Taxa Interna de Retorno após 10 anos		
Descrição / Definição	**Valor**	**Fonte**
A taxa interna de retorno (TIR) representa a taxa de juros tal, que se o capital investido tivesse sido colocada a esse percentual, obter-se-ía a mesma taxa de rentabilidade. Ou seja, representa a rentabilidade gerada pelo investimento.	23,3%	Samanez, 2006.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

II.5

Análise de Sensibilidade

Planta 2

	Investimento na Planta de Regaseificação	Demanda de OC	Tamanho de Lote GNL	Câmbio	Preço do GNL	Preço do OC	Custo de Capital	Redução de Custo Anual	Investimento na Planta de Regaseificação	Payback Simples	Payback Descontado	Taxa de Retorno em 10 anos
	MM USD	ton/ano	m^3	R$/USD	USD / (Btu x 10^6)	R$/kg	% aa	MM R$/ano	MM R$	anos	anos	%
Cenário Base												
Simulação 1	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Cenários de Variação de Investimento												
Simulação 1	65,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	126,75	1,97	2,40	49,77%
Simulação 2	95,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	185,25	2,87	3,74	32,79%
Simulação 3	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 4	155,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	302,25	4,66	7,25	16,97%
Simulação 5	185,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	360,75	5,56	9,72	12,39%
Cenários de Demanda de Energia												
Simulação 1	125,00	75.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	45,95	243,75	5,35	9,06	13,36%
Simulação 2	125,00	90.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	55,60	243,75	4,42	6,68	18,46%
Simulação 3	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 4	125,00	120.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	74,89	243,75	3,28	4,43	27,86%
Simulação 5	125,00	135.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	84,54	243,75	2,91	3,80	32,30%
Cenários de Tamanho de Lote de GNL												
Simulação 1	125,00	105.000	80.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,19	243,75	3,77	5,33	23,24%
Simulação 2	125,00	105.000	110.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,40	243,75	3,76	5,30	23,34%
Simulação 3	125,00	105.000	125.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,37	243,75	3,76	5,31	23,33%
Simulação 4	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 5	125,00	105.000	170.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,02	243,75	3,78	5,35	23,16%
Cenários de Câmbio												
Simulação 1	125,00	105.000	145.000	1,50	7,00	1,10	12,00%	80,19	187,50	2,36	2,94	41,05%
Simulação 2	125,00	105.000	145.000	1,75	7,00	1,10	12,00%	71,89	218,75	3,07	4,05	30,28%
Simulação 3	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 4	125,00	105.000	145.000	2,05	7,00	1,10	12,00%	61,93	256,25	4,17	6,14	20,14%
Simulação 5	125,00	105.000	145.000	2,20	7,00	1,10	12,00%	56,94	275,00	4,87	7,76	15,80%
Cenários de Preço de GNL												
Simulação 1	125,00	105.000	145.000	1,95	5,21	1,10	12,00%	79,89	243,75	3,08	4,07	30,18%
Simulação 2	125,00	105.000	145.000	1,95	6,30	1,10	12,00%	70,97	243,75	3,46	4,75	26,02%
Simulação 3	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 4	125,00	105.000	145.000	1,95	7,50	1,10	12,00%	61,16	243,75	4,02	5,82	21,26%
Simulação 5	125,00	105.000	145.000	1,95	7,85	1,10	12,00%	58,29	243,75	4,22	6,23	19,83%
Cenários de Preço de OC												
Simulação 1	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	0,94	12,00%	46,82	243,75	5,25	8,78	13,84%
Simulação 2	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,00	12,00%	53,73	243,75	4,57	7,03	17,50%
Simulação 3	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 4	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,20	12,00%	76,76	243,75	3,20	4,29	28,73%
Simulação 5	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,30	12,00%	88,28	243,75	2,78	3,60	33,99%
Cenários de Preço de Carvão												
Simulação 1	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 2	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 3	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 4	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 5	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Cenários de Custo de Capital												
Simulação 1	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	6,00%	66,43	243,75	3,70	4,31	23,84%
Simulação 2	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	9,00%	65,84	243,75	3,73	4,76	23,55%
Simulação 3	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	12,00%	65,25	243,75	3,77	5,32	23,27%
Simulação 4	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	15,00%	64,66	243,75	3,80	6,05	22,98%
Simulação 5	125,00	105.000	145.000	1,95	7,00	1,10	18,00%	64,06	243,75	3,84	7,09	22,69%

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

Apêndice III
Memória de Cálculo

Este apêndice tem como objetivo apresentar a memória de cálculo das grandezas relacionadas à logística e aos custos das configurações de referência e proposta para a solução que apresenta sinergia no fornecimento de GNL para as plantas 1 e 2.

Os dados aqui apresentados e calculados alimentam as análises contidas nos capítulos 4, 5, 6 e 7.

Todos os cálculos apresentados neste anexo se referem à representação dos “cenários base”.

Planta 1

Cenário Base	Tamanho da Lota GNL Navios Dedicados	Navios Dedicados	Tamanho da Lota GNL Navios Compartilhados	Navios Compartilhados	Número de Operações de Recebimento	Lota Médio	Estoque Médio	Estoque de Segurança	Lead Time
	$m^3 \times 10^3$	#	$m^3 \times 10^3$	#	#	$m^3 \times 10^3$	$m^3 \times 10^3$	$m^3 \times 10^3$	dias
Cenário Base (A)	145,00	19,55	-	-	19,55	145,00	174,57	102,05	11,0
Simulação B	145,00	18,88	48,35	2,00	20,88	135,74	169,94	102,05	11,0
Simulação C	145,00	14,88	112,78	6,00	20,88	135,74	169,94	102,05	11,0
Simulação D	145,00	9,88	127,43	11,00	20,88	135,74	169,94	102,05	11,0
Simulação E	145,00	3,88	133,63	17,00	20,88	135,74	169,94	102,05	11,0
Simulação F	145,00	-	135,74	20,88	20,88	135,74	169,94	102,05	11,0
Simulação G (Ótimo)	145,00	17,92	79,70	2,96	20,88	135,74	169,94	102,05	11,0

Cenário Base	Custo da Operação de Descarga	Custo de Armazenagem	Custo de Estoque	Custo Total GNL	Redução de Custo Anual	Payback Descontado	Taxa de Retorno em 10 anos
	USD / ($Btu \times 10^6$)	USD / ($Btu \times 10^6$)	USD / ($Btu \times 10^6$)	USD / ($Btu \times 10^6$)	MM R$/ano	anos	%
Cenário Base (A)	0,586	0,293	0,058	10,73	239,39	2,52	47,58%
Simulação B	0,594	0,285	0,056	10,73	239,53	2,52	47,61%
Simulação C	0,594	0,285	0,056	10,73	239,53	2,52	47,61%
Simulação D	0,594	0,285	0,056	10,73	239,53	2,52	47,61%
Simulação E	0,594	0,285	0,056	10,73	239,53	2,52	47,61%
Simulação F	0,594	0,285	0,056	10,73	239,53	2,52	47,61%
Simulação G (Ótimo)	0,594	0,285	0,056	10,73	239,53	2,52	47,61%

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA

Planta 2

Cenário Base	Tamanho da Lota GNL Navios Dedicados	Navios Dedicados	Tamanho da Lota GNL Navios Compartilhados	Navios Compartilhados	Número de Operações de Recebimento	Lota Médio	Estoque Médio	Estoque de Segurança	Lead Time
	$m^3 \times 10^3$	#	$m^3 \times 10^3$	#	#	$m^3 \times 10^3$	$m^3 \times 10^3$	$m^3 \times 10^3$	dias
Cenário Base (A)	145,00	1,33	-	-	1,33	145,00	78,61	6,09	11,0
Simulação B	145,00	-	96,66	2,00	2,00	96,66	54,44	6,0953	12,5
Simulação C	145,00	-	32,22	6,00	6,00	32,22	22,22	6,0961	13,2
Simulação D	145,00	-	17,57	11,00	11,00	17,57	14,90	6,0963	13,3
Simulação E	145,00	-	11,37	17,00	17,00	11,37	11,80	6,0964	13,4
Simulação F	145,00	-	9,26	20,88	20,88	9,26	10,74	6,0964	13,4
Simulação G (Ótimo)	145,00	-	65,31	2,96	2,96	65,31	38,77	6,0957	12,8

Cenário Base	Custo da Operação de Descarga	Custo de Armazenagem	Custo de Estoque	Custo Total GNL	Redução de Custo Anual	Payback Descontado	Taxa de Retorno em 10 anos
	USD / ($Btu \times 10^6$)	USD / ($Btu \times 10^6$)	USD / ($Btu \times 10^6$)	USD / ($Btu \times 10^6$)	MM R$/ano	anos	%
Cenário Base (A)	0,59	0,293	0,380	11,05	65,25	5,32	23,27%
Simulação B	0,64	0,203	0,266	10,94	66,08	5,23	23,67%
Simulação C	1,00	0,083	0,114	11,04	65,34	5,31	23,31%
Simulação D	1,44	0,056	0,080	11,42	62,39	5,66	21,87%
Simulação E	1,96	0,044	0,067	11,93	58,49	6,20	19,93%
Simulação F	2,30	0,040	0,064	12,26	55,91	6,63	18,62%
Simulação G (Ótimo)	0,73	0,145	0,192	10,90	66,39	5,19	23,82%

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0513363/CA