

ENG-ENGENHEIRO DE AUTOMAÇÃO

SISTEMAS DE PRODUÇÃO, REFINO E TRANSPORTE DE PETRÓLEO



Prof. Dr. Ricardo N. AYUP ZOUAIN

ricardo.ayup@ufrgs.br



Ministério de Minas e Energia



ÍNDICE

Novas tecnologias

Armazenamento e escoamento de petróleo

Produção de gás não associado

Destinação do petróleo e gás natural

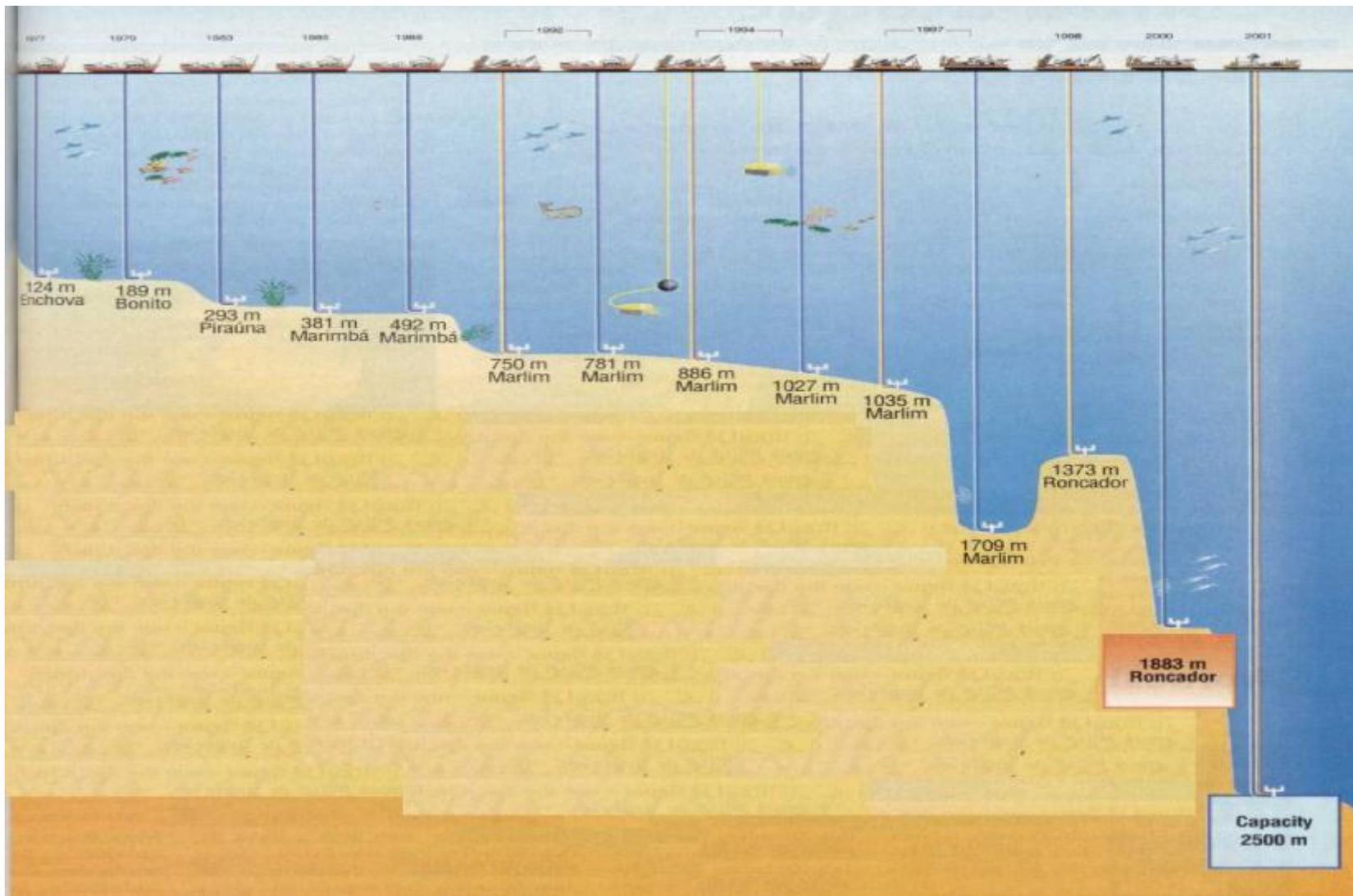
Refino do petróleo



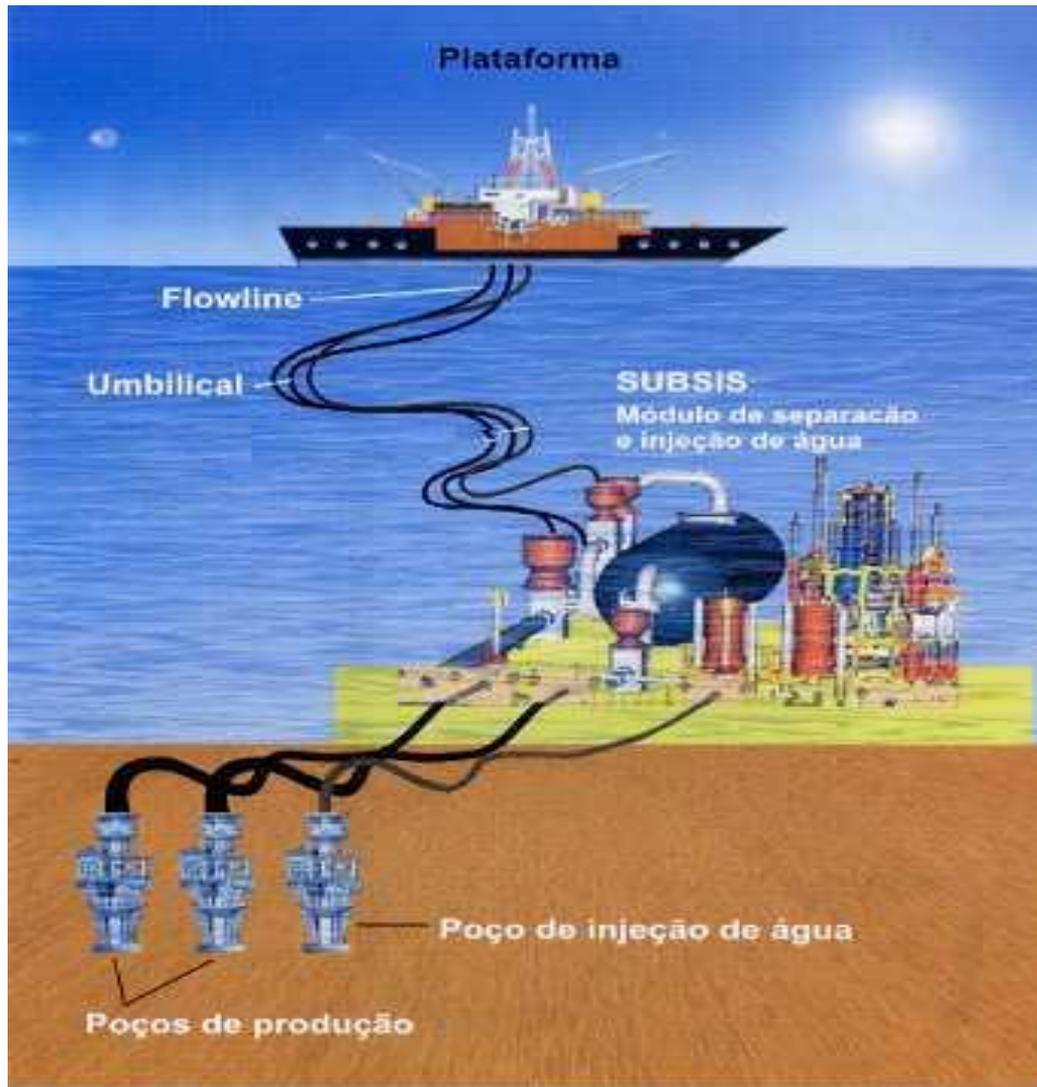
NOVAS TECNOLOGIAS

ÁREA DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL





DESCOBERTAS NO MAR



SISTEMA DE SEPARAÇÃO SUBMARINO



SISTEMA DE SEPARAÇÃO SUBMARINO

ARMAZENAMENTO E ESCOAMENTO DE PETRÓLEO





ARMAZENAMENTO DE PETRÓLEO





ESCOAMENTO DE PETRÓLEO E GÁS NO MAR





TERMINAIS TERRESTRES DE ARMAZENAMENTO DE PETRÓLEO



PRODUÇÃO DE GÁS NÃO ASSOCIADO



POÇO DE GÁS NÃO ASSOCIADO

















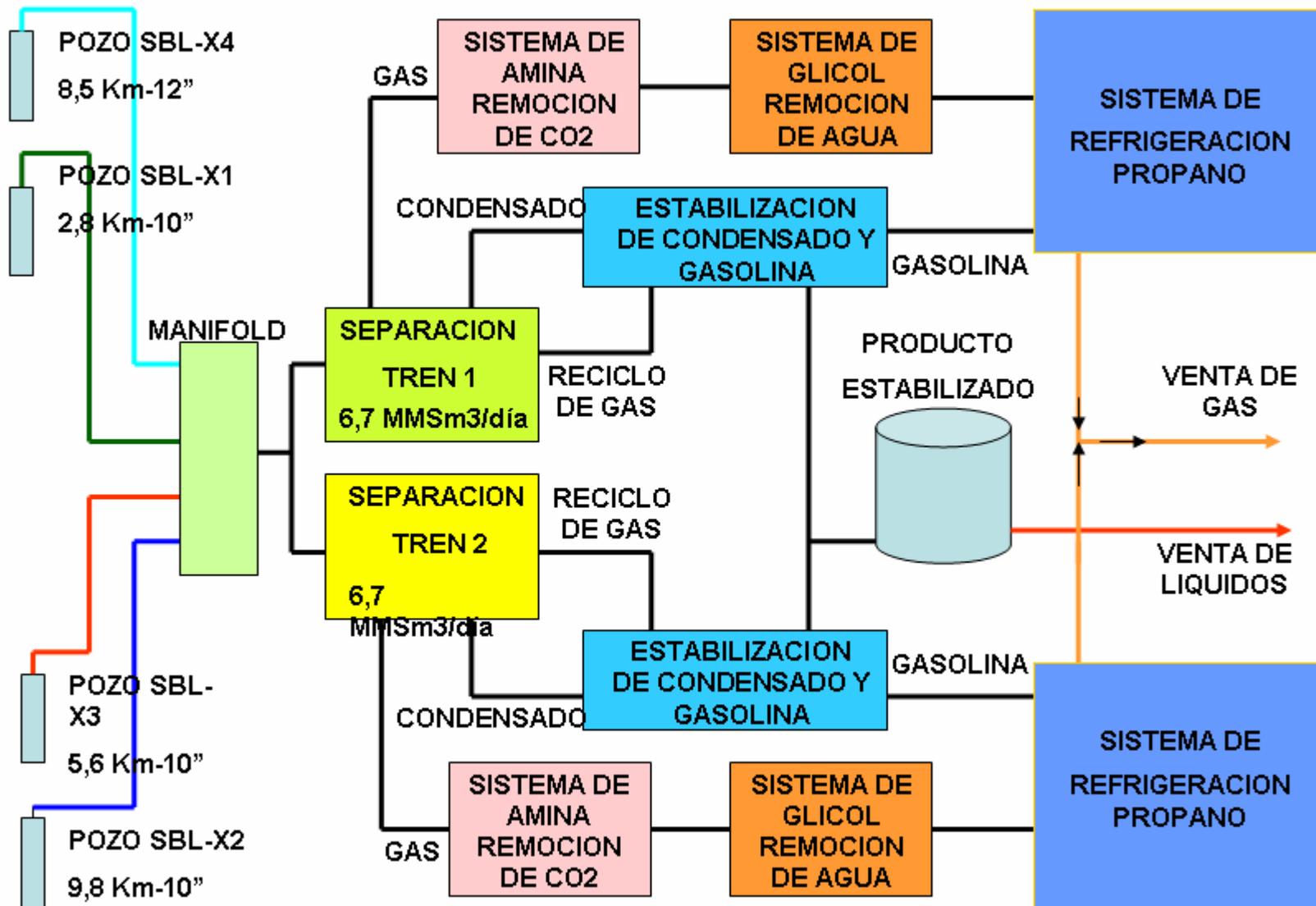




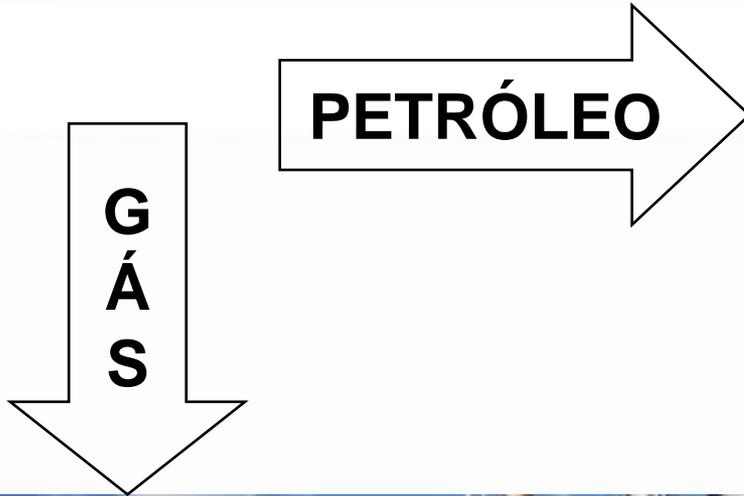








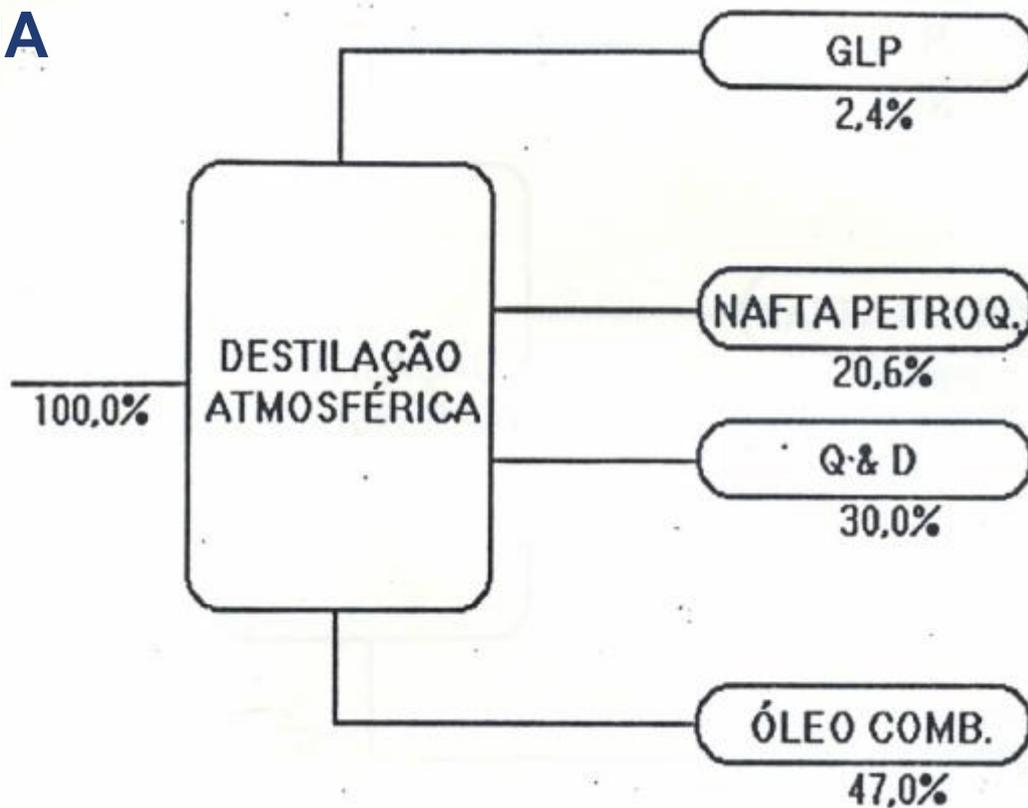
REFINARIA DE PETRÓLEO



UPGN

REFINO DO PETRÓLEO

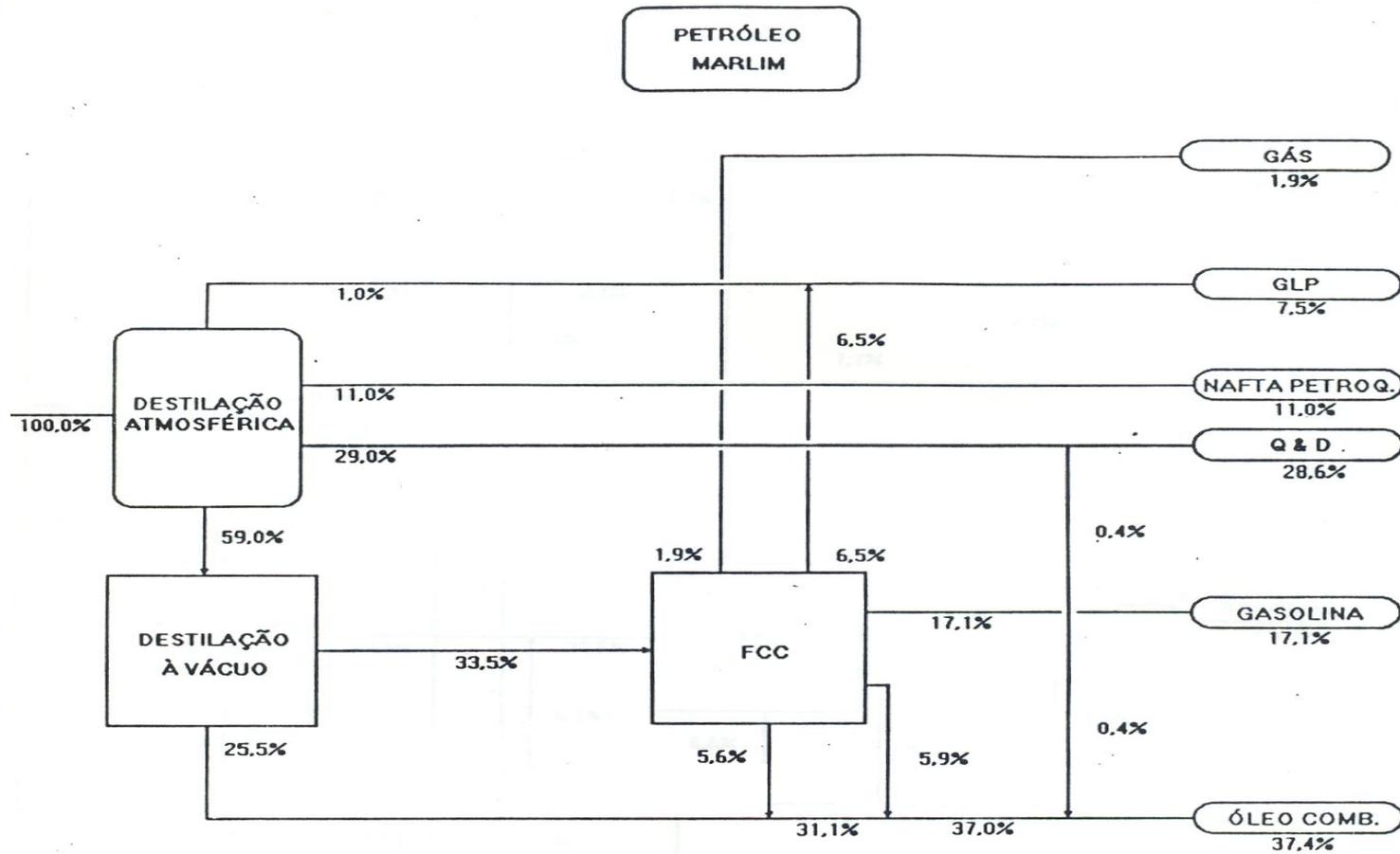
PETRÓLEO SAFANYIA



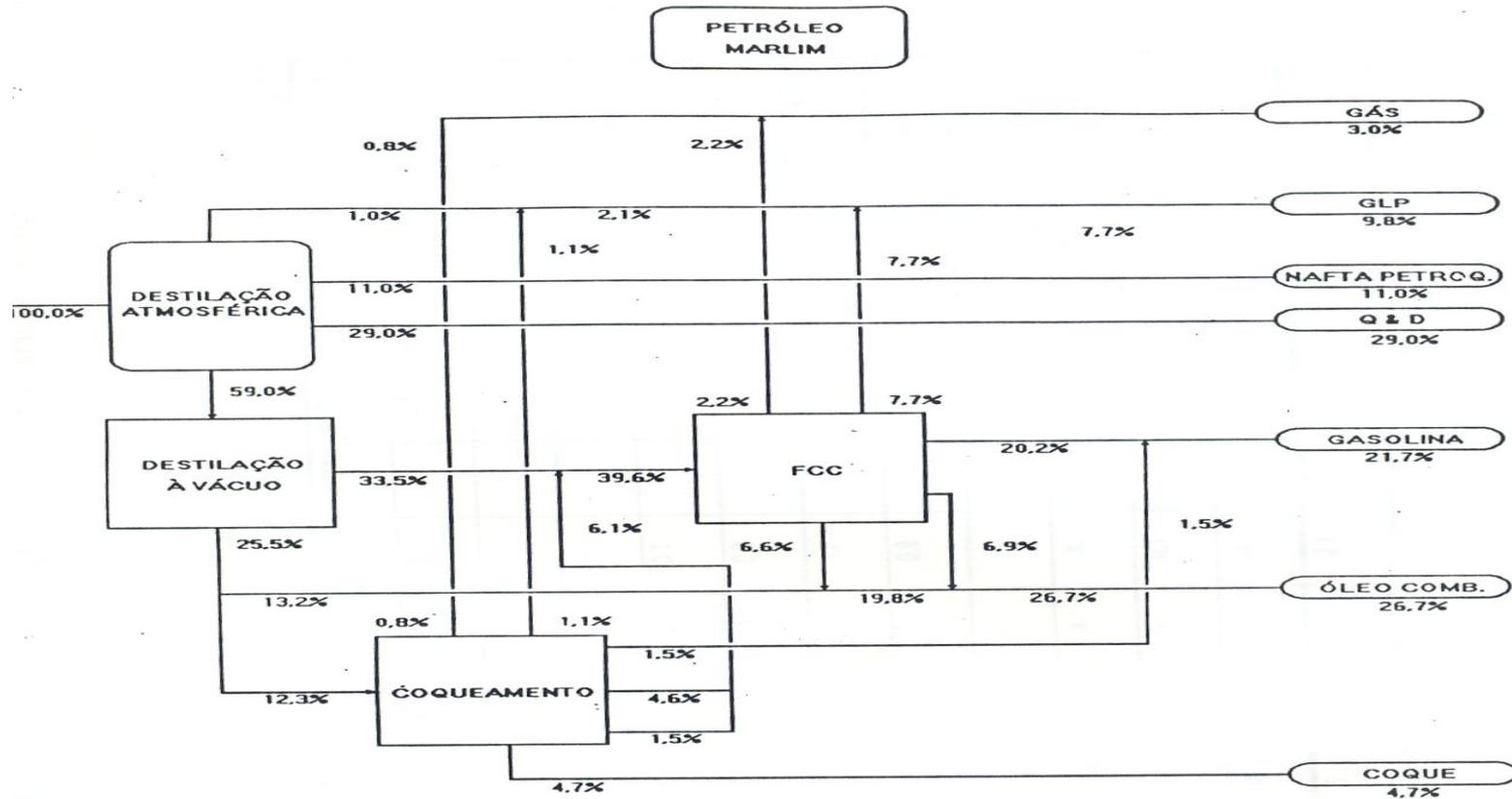
PETRÓLEO MARLIN



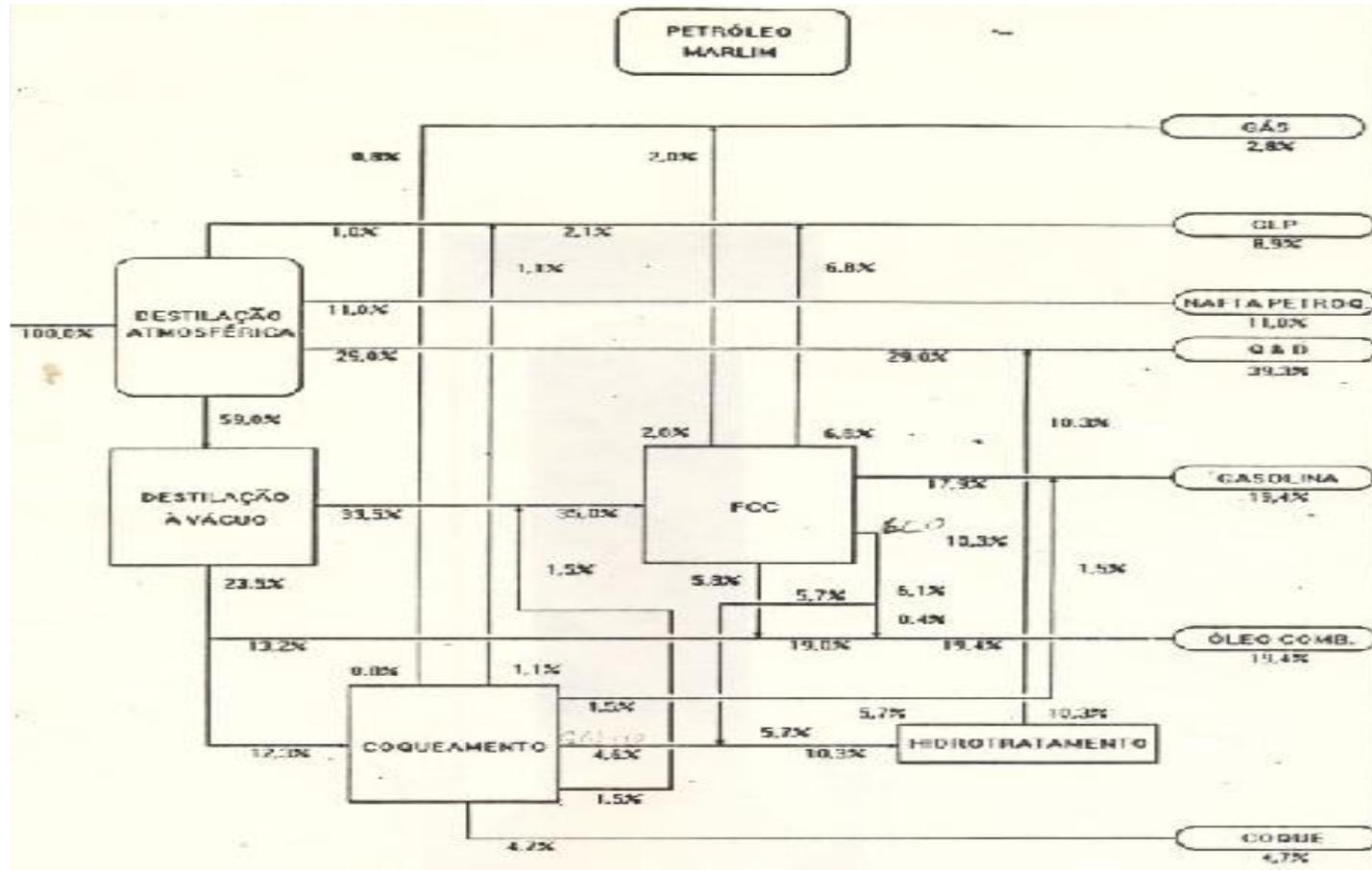
PETRÓLEO MARLIM



PETRÓLEO MARLIM



PETRÓLEO MARLIN

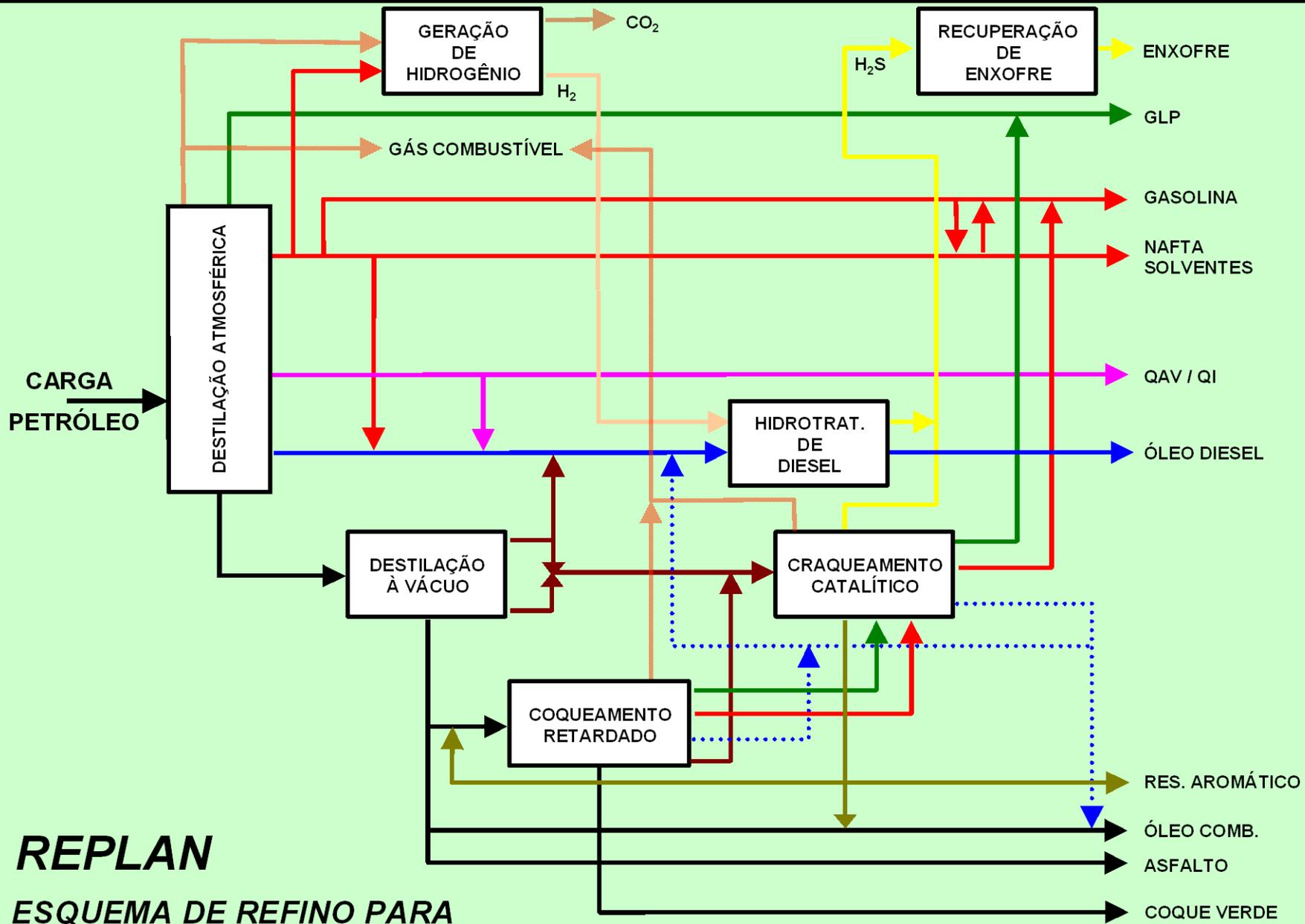


REPLAN – REFINARIA DE PAULÍNIA



**Paulínia, SP
(1972)**

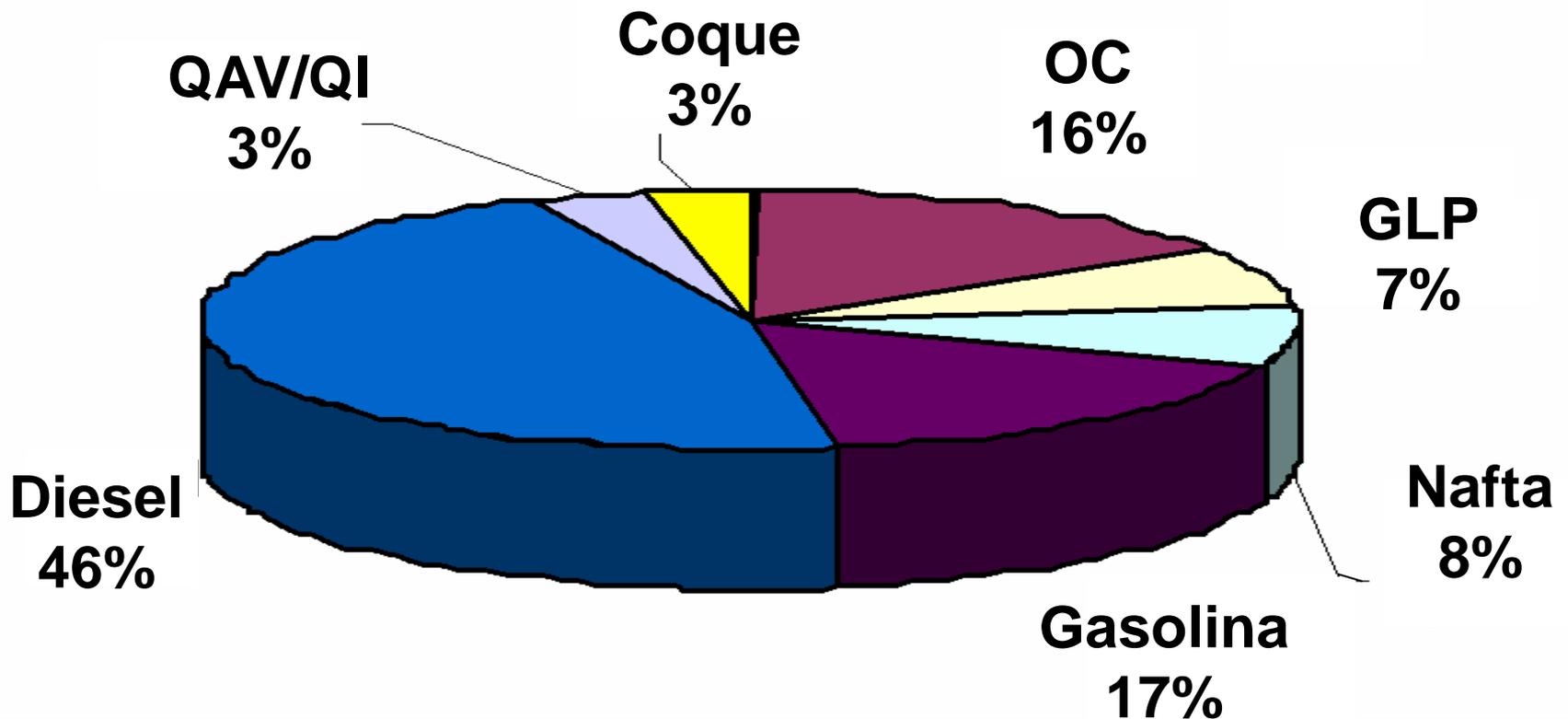




REPLAN

ESQUEMA DE REFINO PARA PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEIS

REPLAN – PRODUÇÃO PERCENTUAL DE DERIVADOS

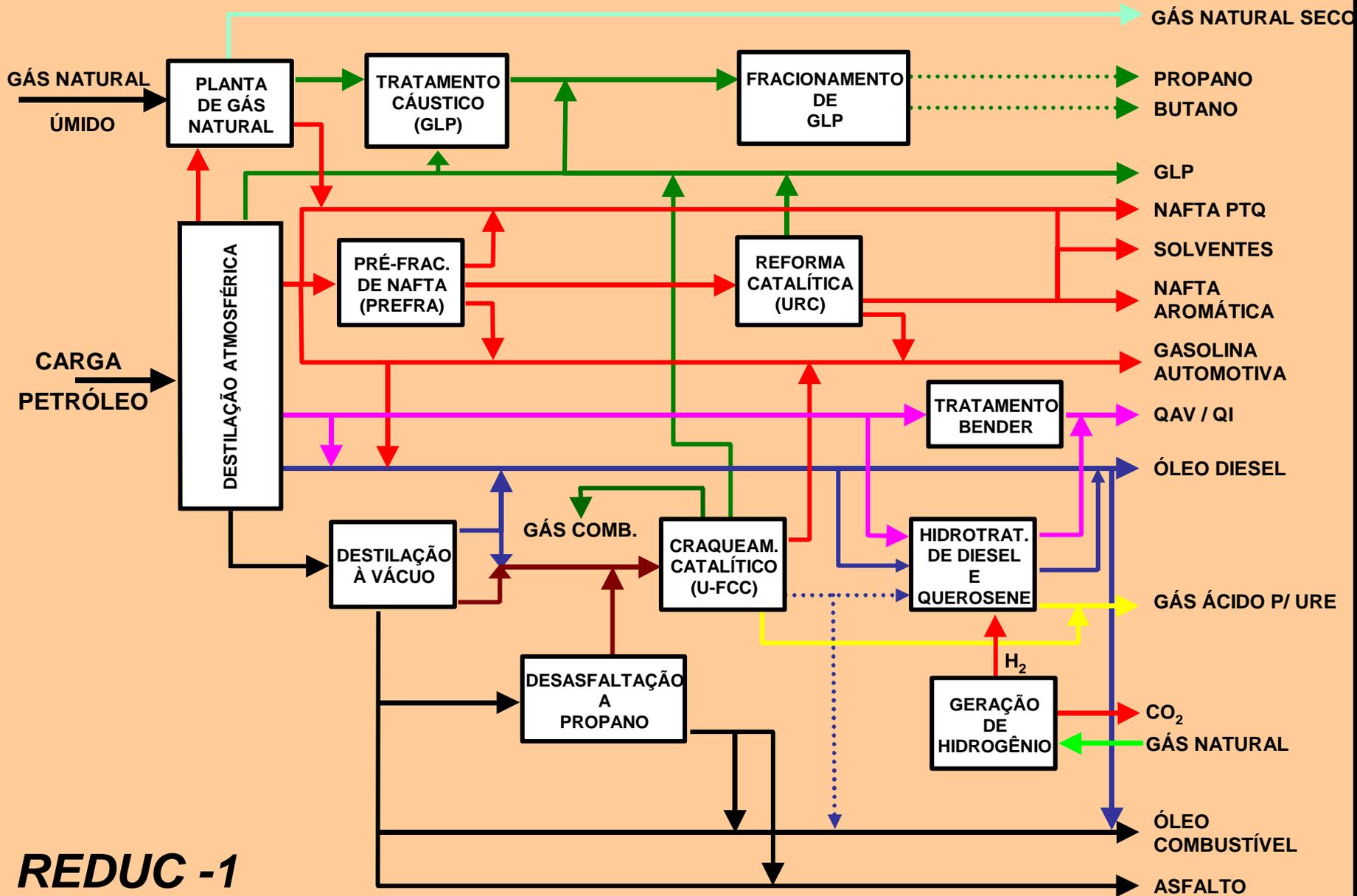


REPLAN – REFINARIA DUQUE DE CAXIAS



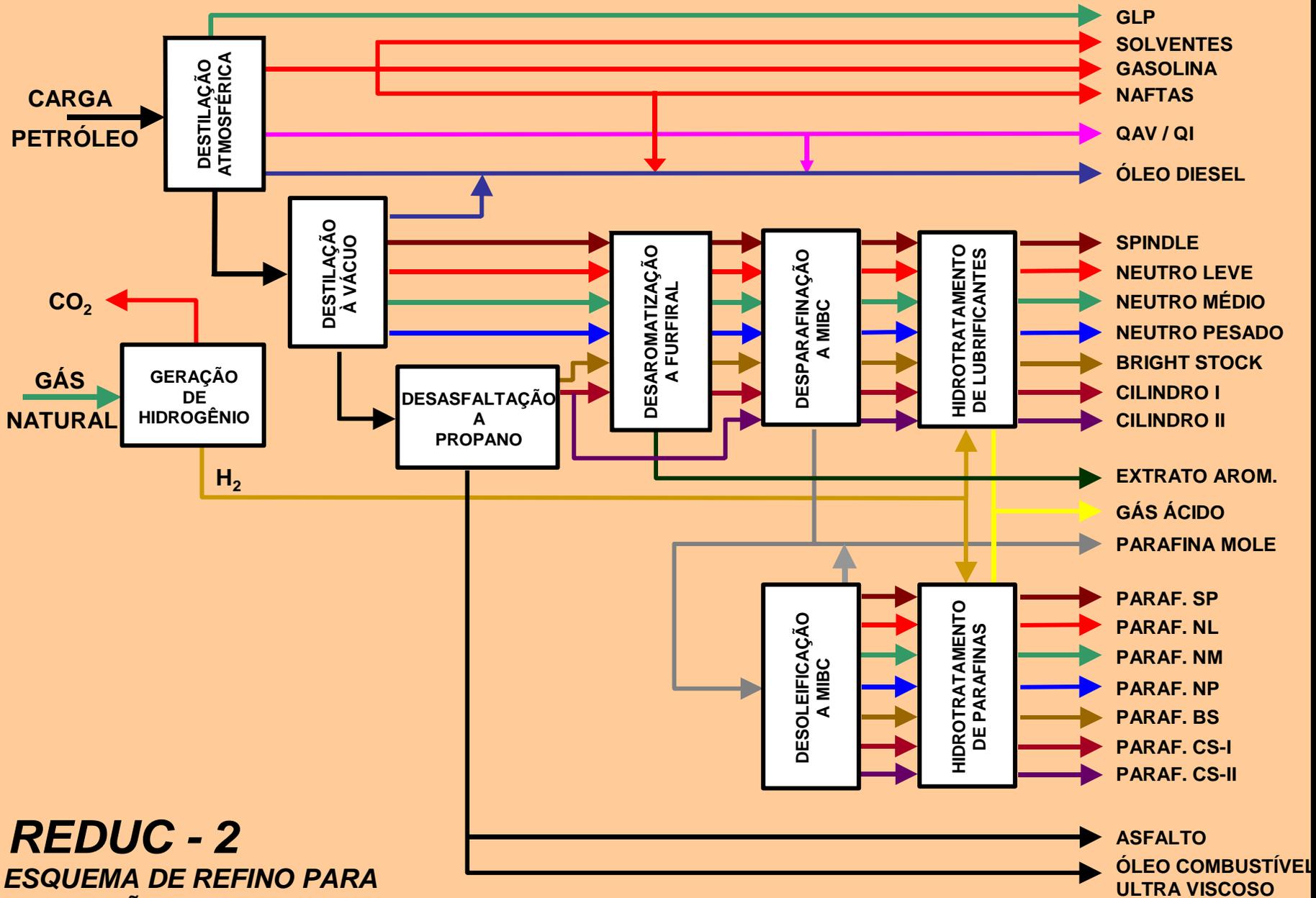
**Duque de
Caxias, RJ
(1961)**

38.000m³/d



REDUC -1

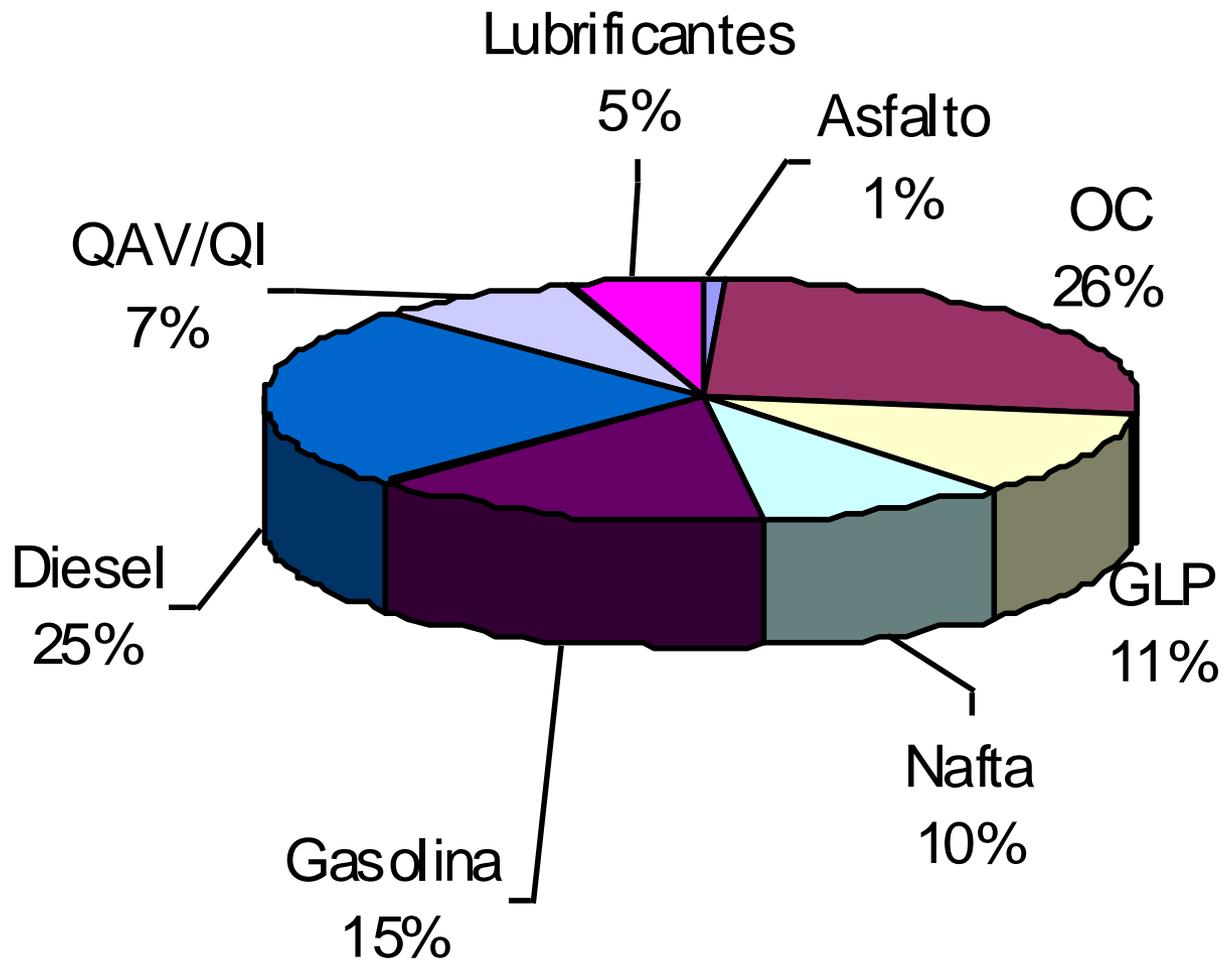
ESQUEMA DE REFINO PARA PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEIS E AROMÁTICOS



REDUC - 2

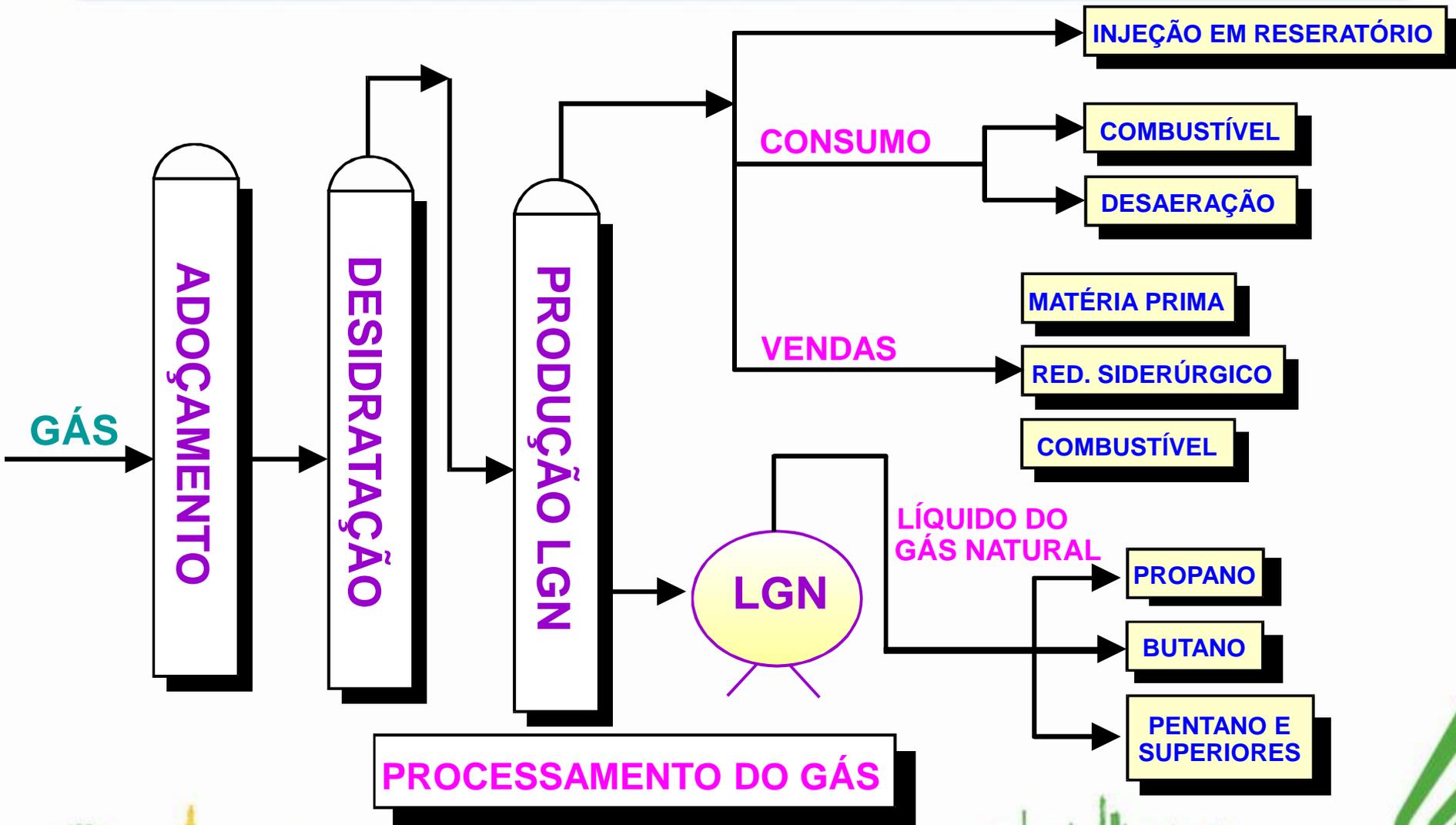
ESQUEMA DE REFINO PARA
PRODUÇÃO DE LUBRIFICANTES E PARAFINAS

Produção Percentual de Derivados (REDUC)

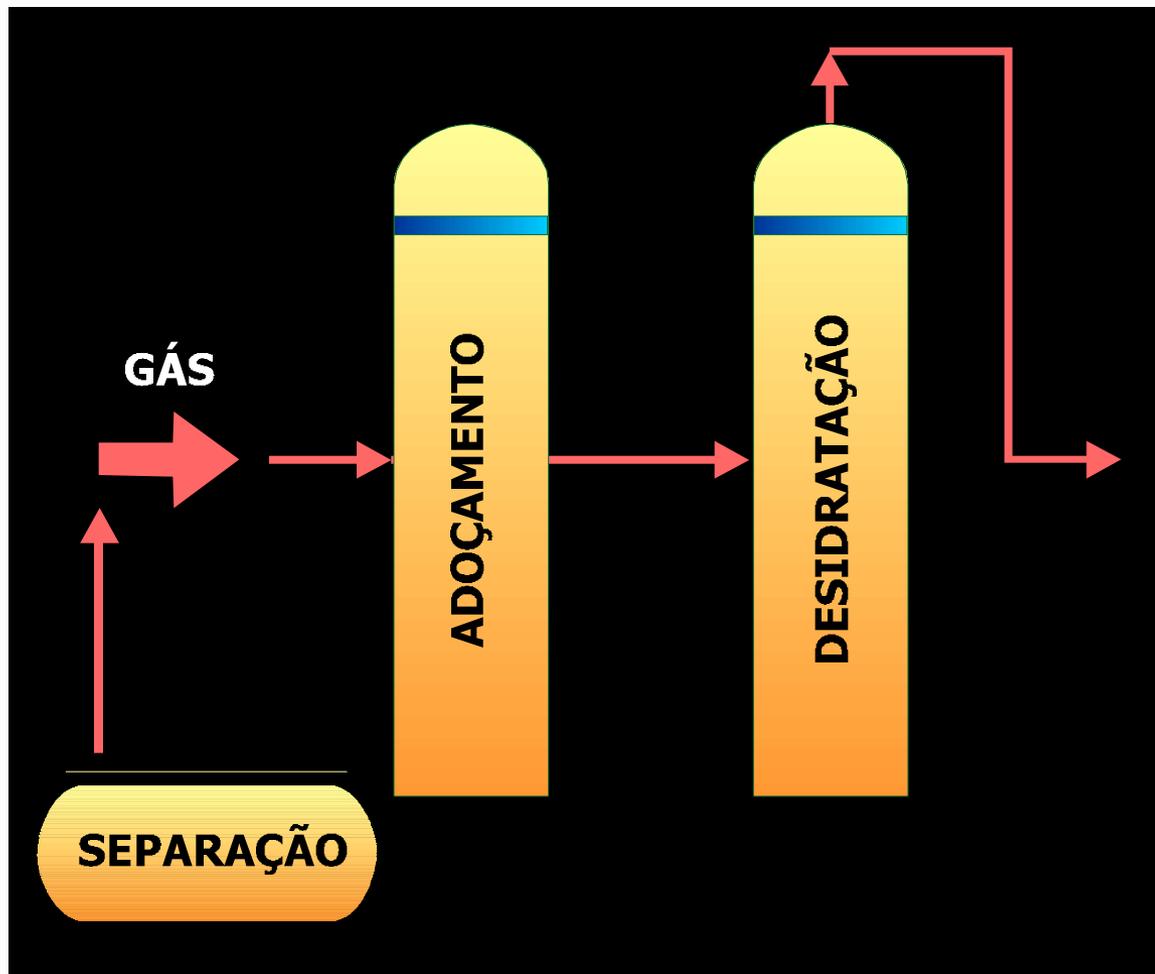


2004 – 1º Semestre

FLUXO DO GÁS NATURAL



ADOÇAMENTO



GASES ÁCIDOS

H_2S - gás sulfídrico

CO_2 - dióxido de carbono

RSR - mercaptans

COS - sulfeto de carbonila

CS_2 - bissulfeto de carbono

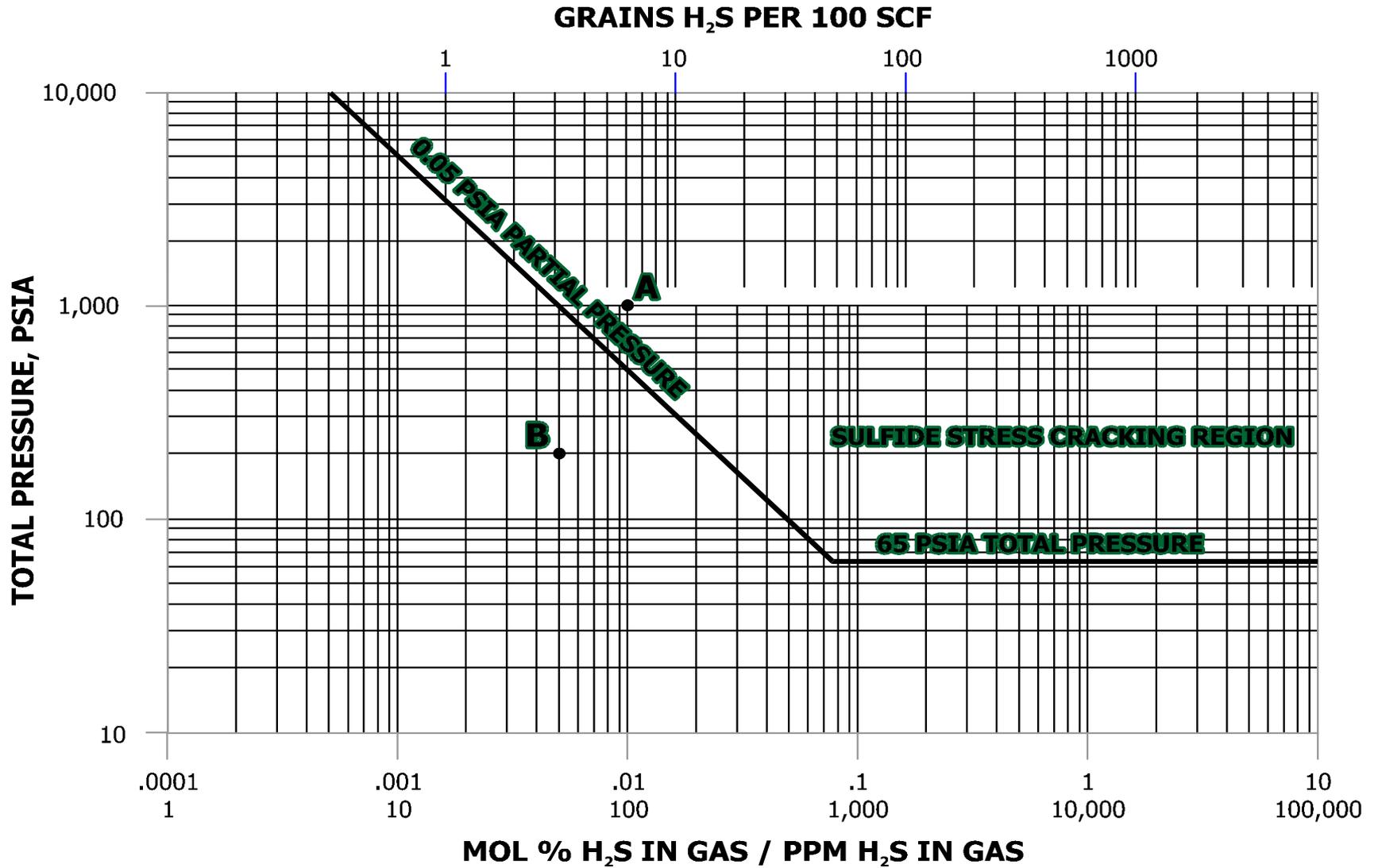


EFEITOS DO H₂S

PPM VOL H ₂ S	EFEITOS
0.01 - 0.15	limite da detecção do odor
10	máxima concentração permitida para exposição prolongada
100 - 150	pode causar enjoos e fraqueza após 1 hora
200	perigo após 1 hora
600	fatal após 30 minutos
> 1000	MORTE IMEDIATA

CORROSÃO SOB TENSÃO

EM SISTEMAS DE GASES ÁCIDOS



ADOÇAMENTO DO GÁS NATURAL

Absorção Química

- Aminas: MEA, DEA, MDEA e DIPA
- Carbonato de potássio quente
 - Benfield, Catacarb etc.
- Outros: Stretford, amônia, etc.

Absorção Física

- Sulfinol (sulfolane)
- Outros
 - Selexol, rectisol, água, etc.

Adsorção (leito sólido)

- Óxido de ferro
- Óxido de zinco
- Peneiras moleculares

Destilação

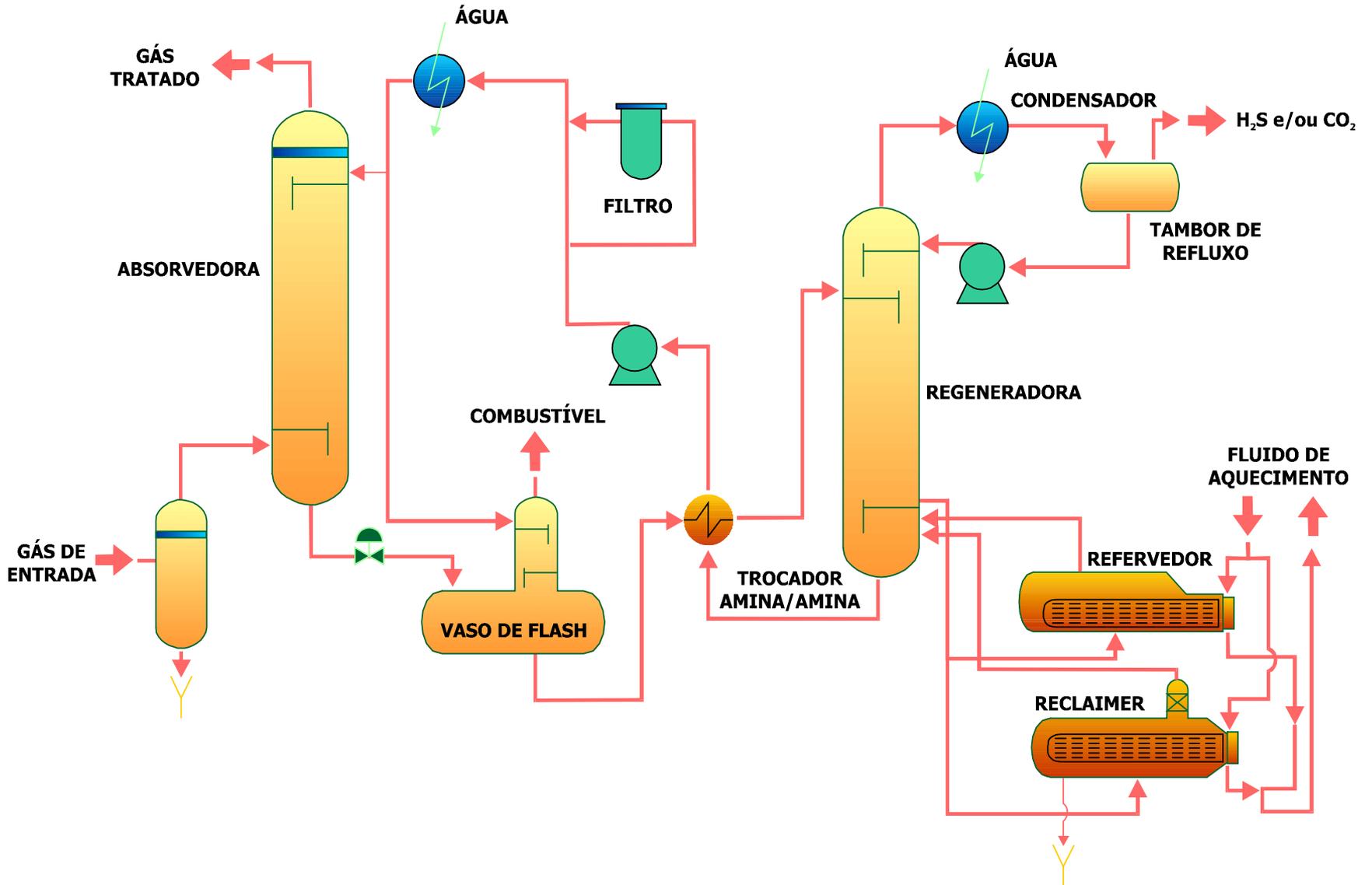
- Ryan Holmes

Permeação

- Membranas



PROCESSO DE TRATAMENTO COM SOLUÇÕES DE AMINAS



UNIDADE DE AMINA - BOLÍVIA



20 4 2003



HORO-GRUBERT

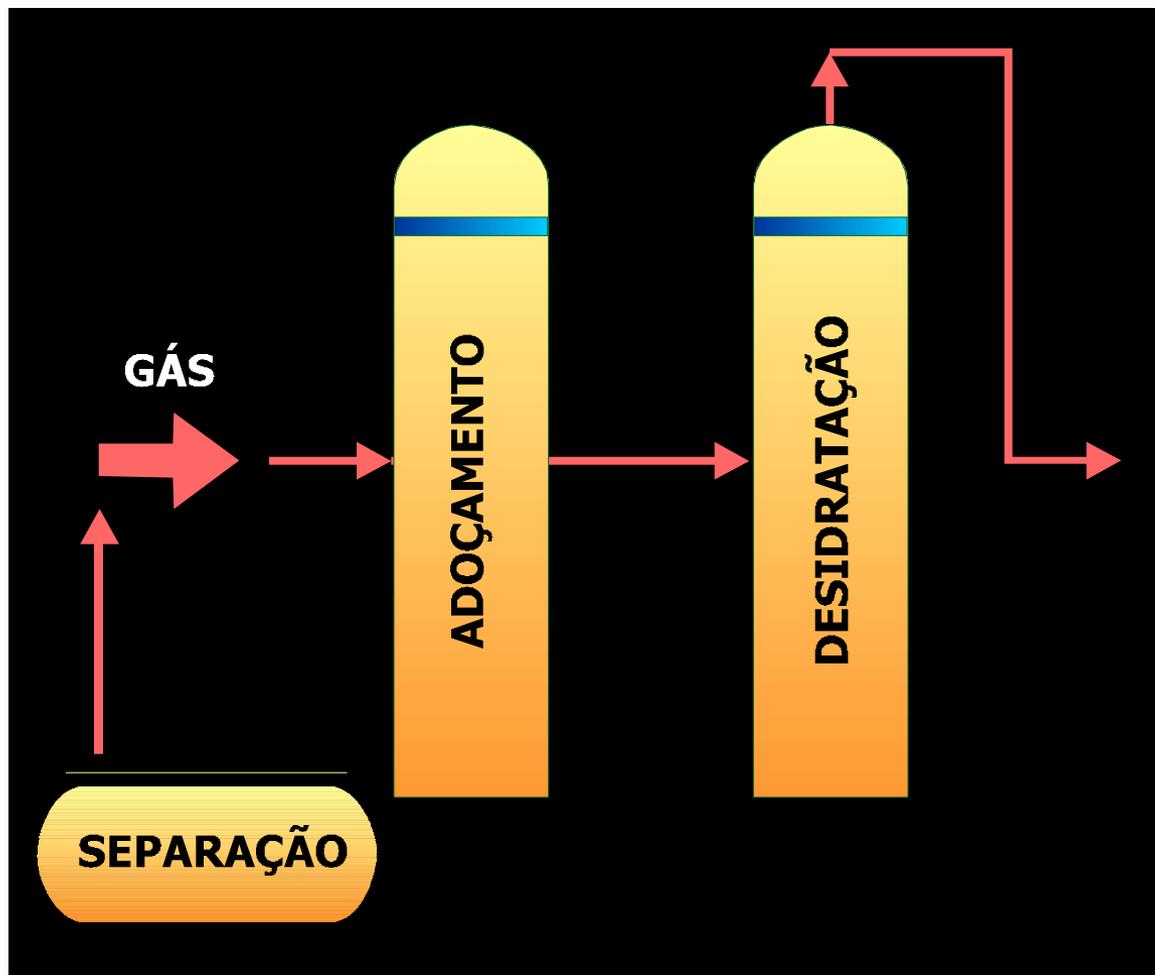
PETROBRAS

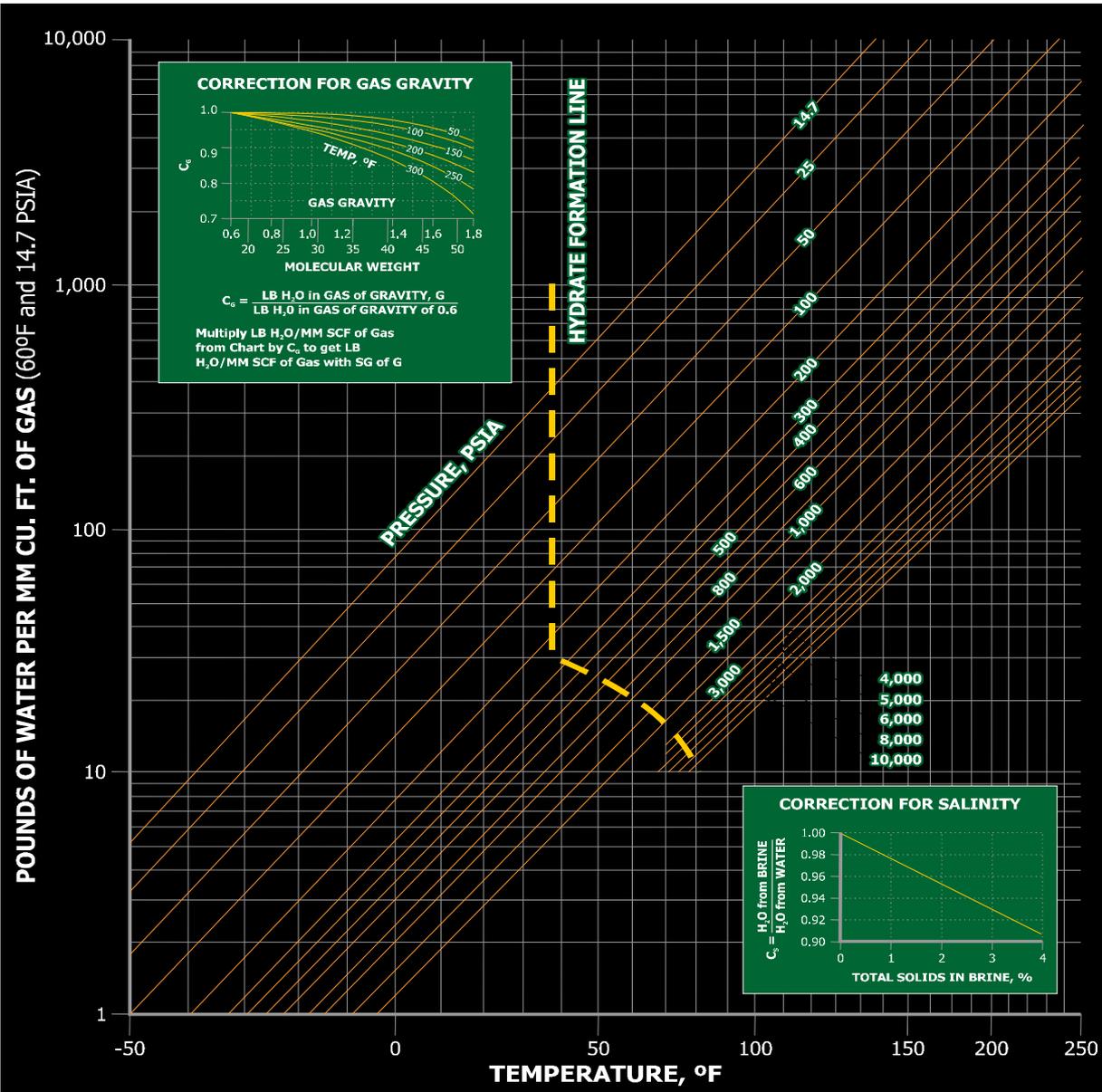


PELIGRO ALTA TEMPERATURA

29 9:50 AM

DESIDRATAÇÃO





TEOR DE ÁGUA DE SATURAÇÃO NO GÁS NATURAL

ÁGUA NO GÁS NATURAL

- Pressão
- Temperatura
- Presença de contaminantes

FINALIDADES DA DESIDRATAÇÃO

- Manter a eficiência dos dutos de transporte
- Evitar a formação de meio ácido corrosivo
- Impedir a formação de hidratos

HIDRATOS

- Compostos sólidos formados entre as moléculas de água e gás, na presença de água livre
- Bloqueio de linhas, válvulas e equipamentos
- Efeito da composição do gás
 - gases de alta densidade
 - gases que apresentam altos teores de contaminantes

HIDRATOS DE METANO

“Grandes reservas de hidrocarbonetos, na forma de hidrato de metano ainda não viáveis economicamente, podem constituir a solução energética futura da humanidade.”



ESPECIFICAÇÃO DO GÁS NATURAL

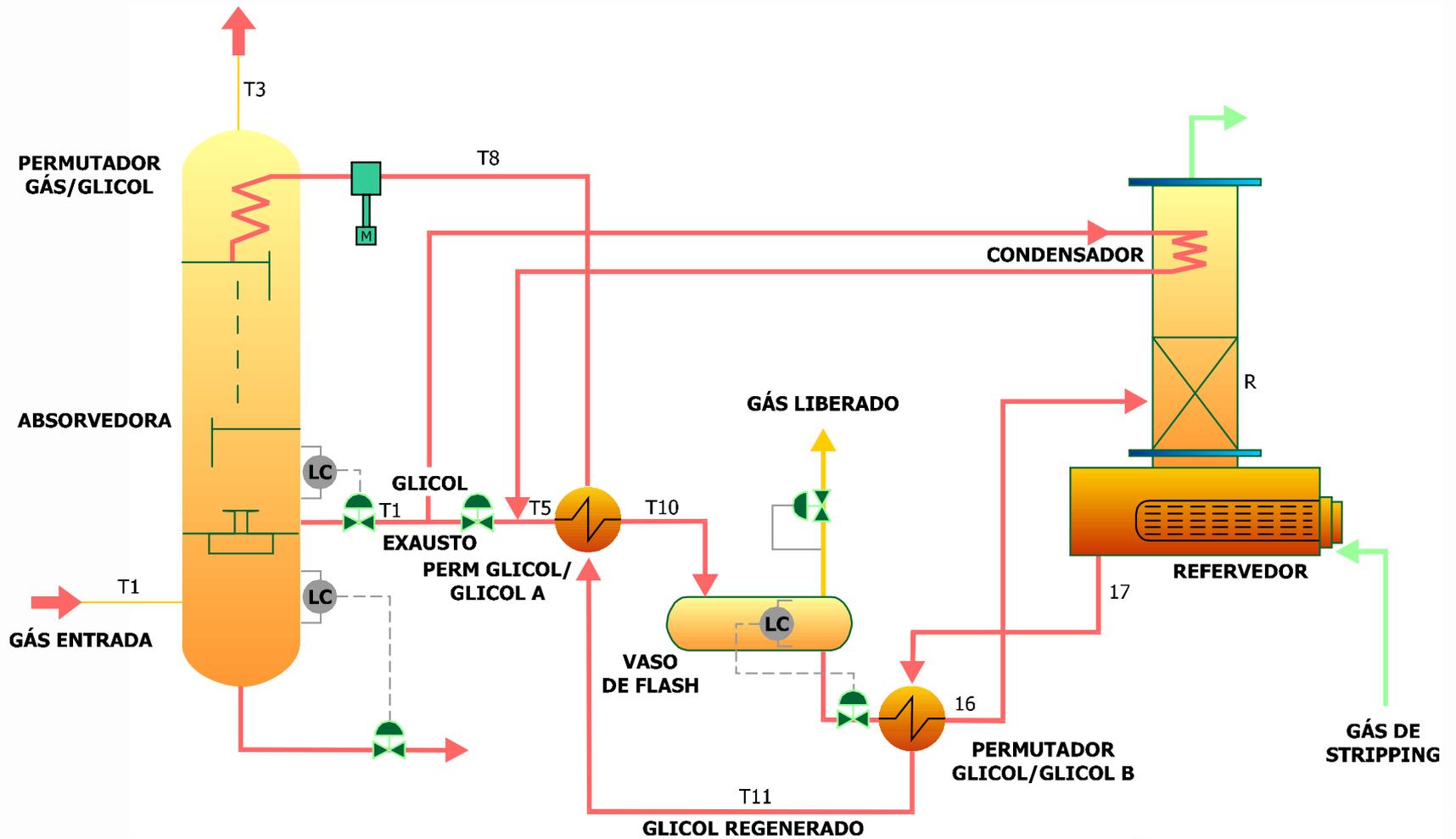
- Teor de água
- Ponto de orvalho a uma certa pressão
- Depressão do ponto de orvalho a uma certa pressão

É função da menor temperatura a qual o gás será submetido, na pressão de operação .

Valores Clássicos

- Transporte: 64 a 112 kg/10⁶ STD m³ gás (4 – 7 lb/MMSCF)
- Processos com refrigeração: 16 kg/10⁶ STD m³ gás (1 lb/MMSCF)

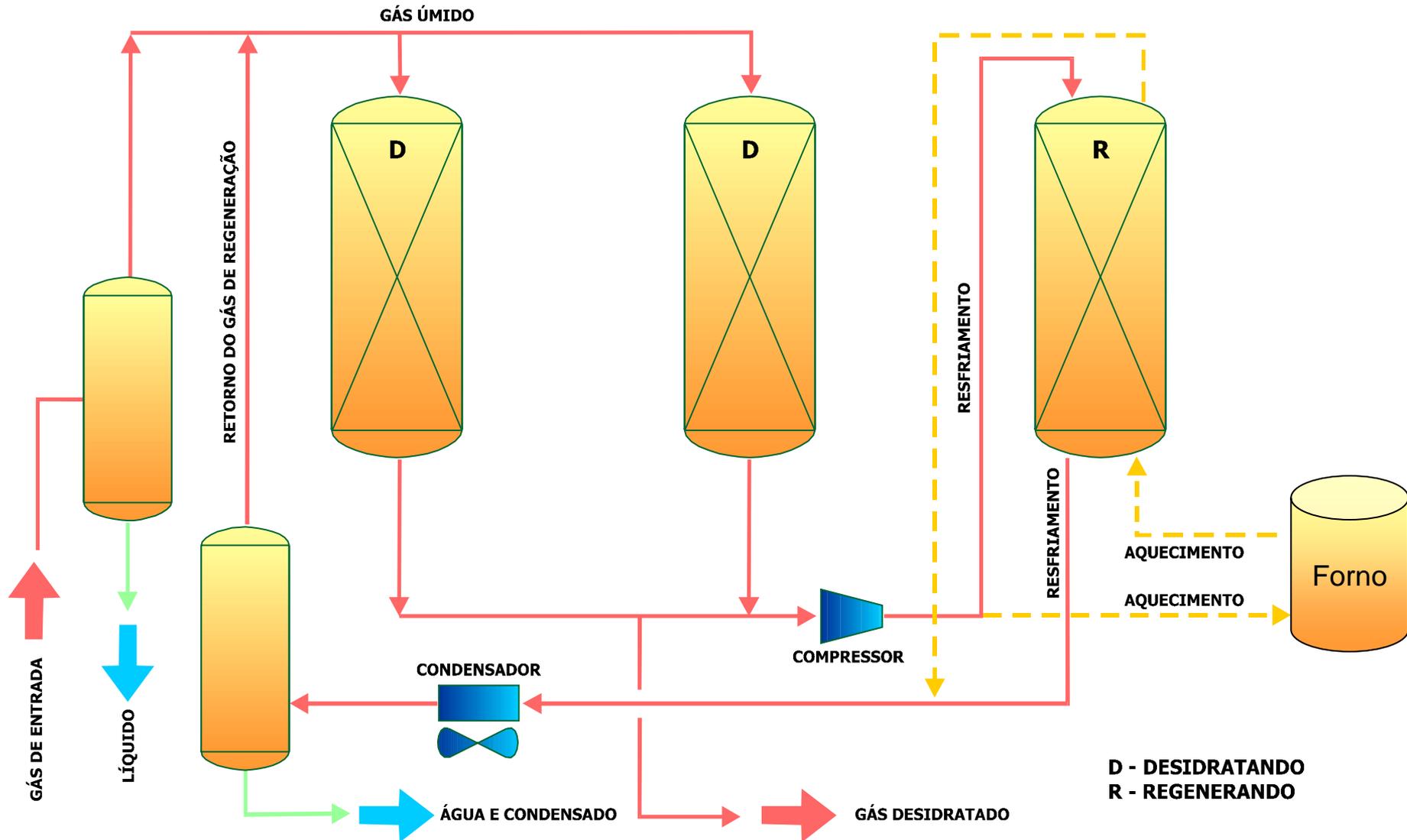
UNIDADE DE DESIDRATAÇÃO POR ABSORÇÃO COM TEG



UNIDADE DE GLICOL - BOLÍVIA



DESIDRATAÇÃO POR ADSORÇÃO UTILIZANDO GÁS SECO PARA REGENERAÇÃO DOS LEITOS



CARACTERÍSTICAS DOS ADSORVENTES

PENEIRA MOLECULAR

- Alumínio - silicatos de sódio
- Teor de água 1ppm
- Diâmetro dos poros 3 a 10 Å
- Não tem tendência a adsorver HCS
- Temperatura de regeneração entre 260 e 316 °C
- Custo elevado

APLICAÇÃO

Gás a ser submetido a um processo criogênico

PARÂMETROS DE PROJETOS

- Tempo do ciclo
- Diâmetro e altura do leito
- Temperatura de regeneração
- Presença de contaminantes (O₂)
- Graduação da peneira (função das condições de processo)

INIBIDORES DE HIDRATO

Inibidores termodinâmicos

- recuperáveis
- •não permitem a formação do hidrato pelo deslocamento da curva de dissociação
- amplamente utilizados

Inibidores de baixa dosagem (cinéticos e anti-aglomerantes)

- não podem ser recuperados
- •não impedem a formação do hidrato apenas reduzem suas dimensões
- ainda não comprovados em campo

PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DO MEG - RECLAIMER

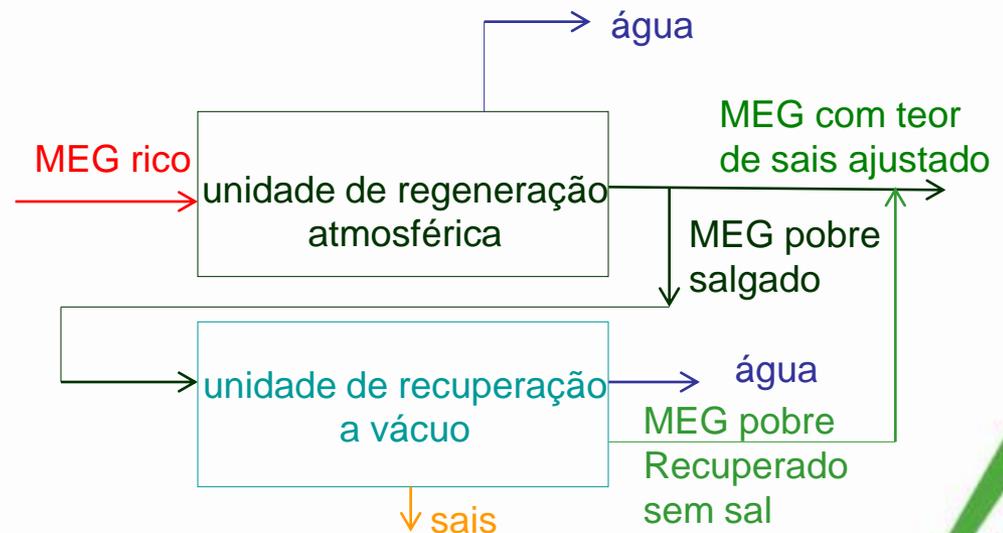
Objetivo: remoção dos sais – evitar problemas de corrosão e incrustação para gasoduto e instalações de superfície

Formas mais utilizadas para recuperação do MEG:

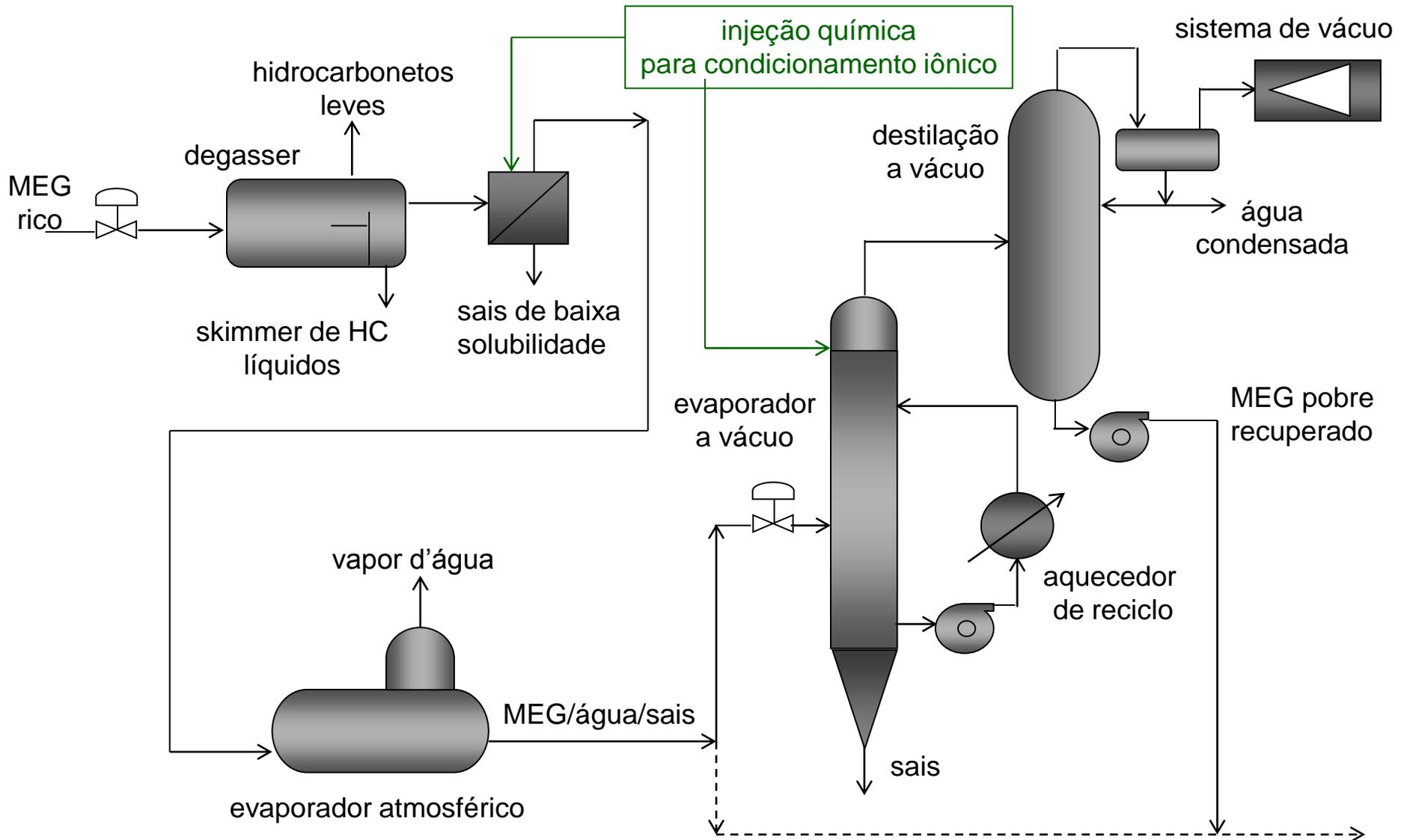
1. Full stream:



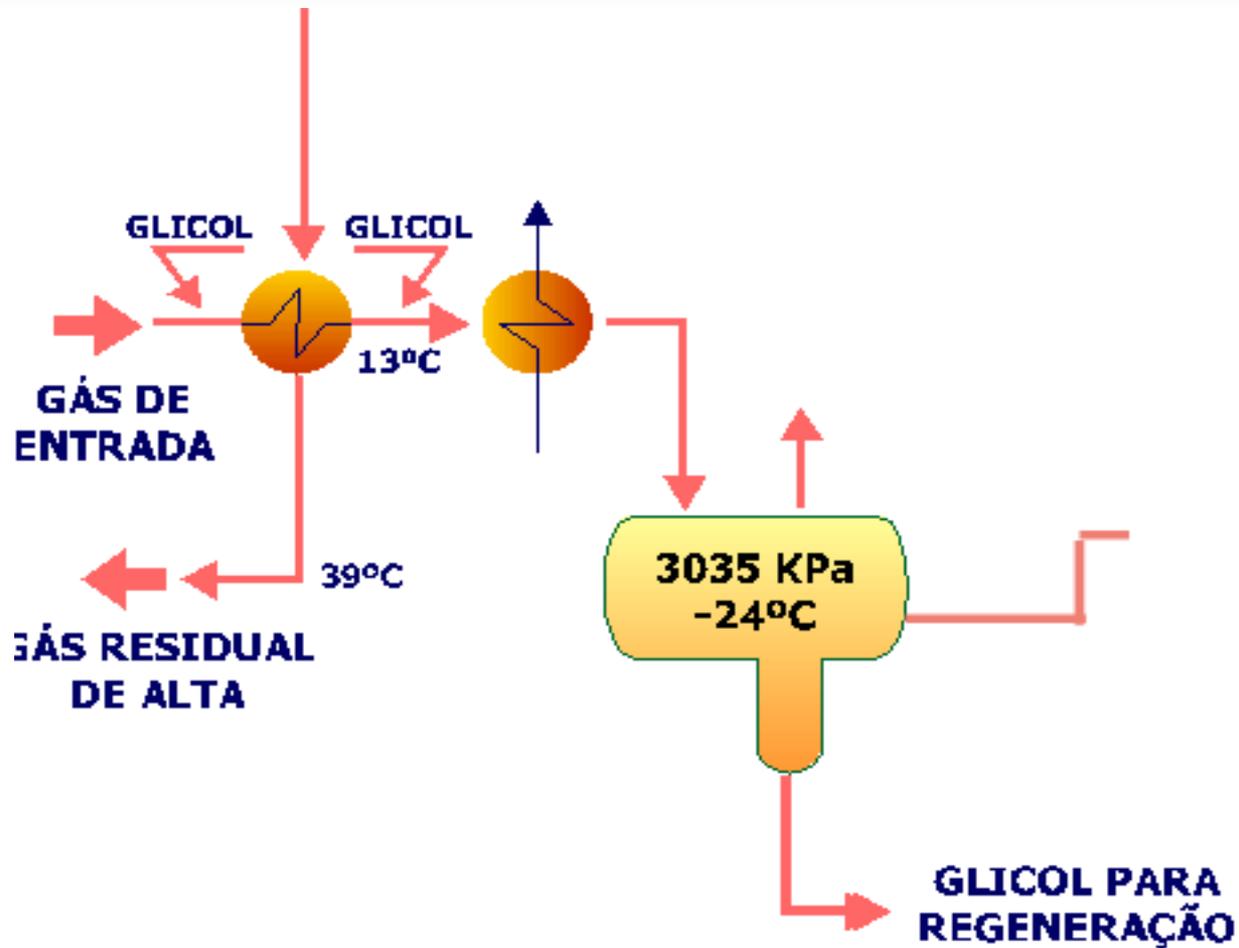
2. Slip stream:



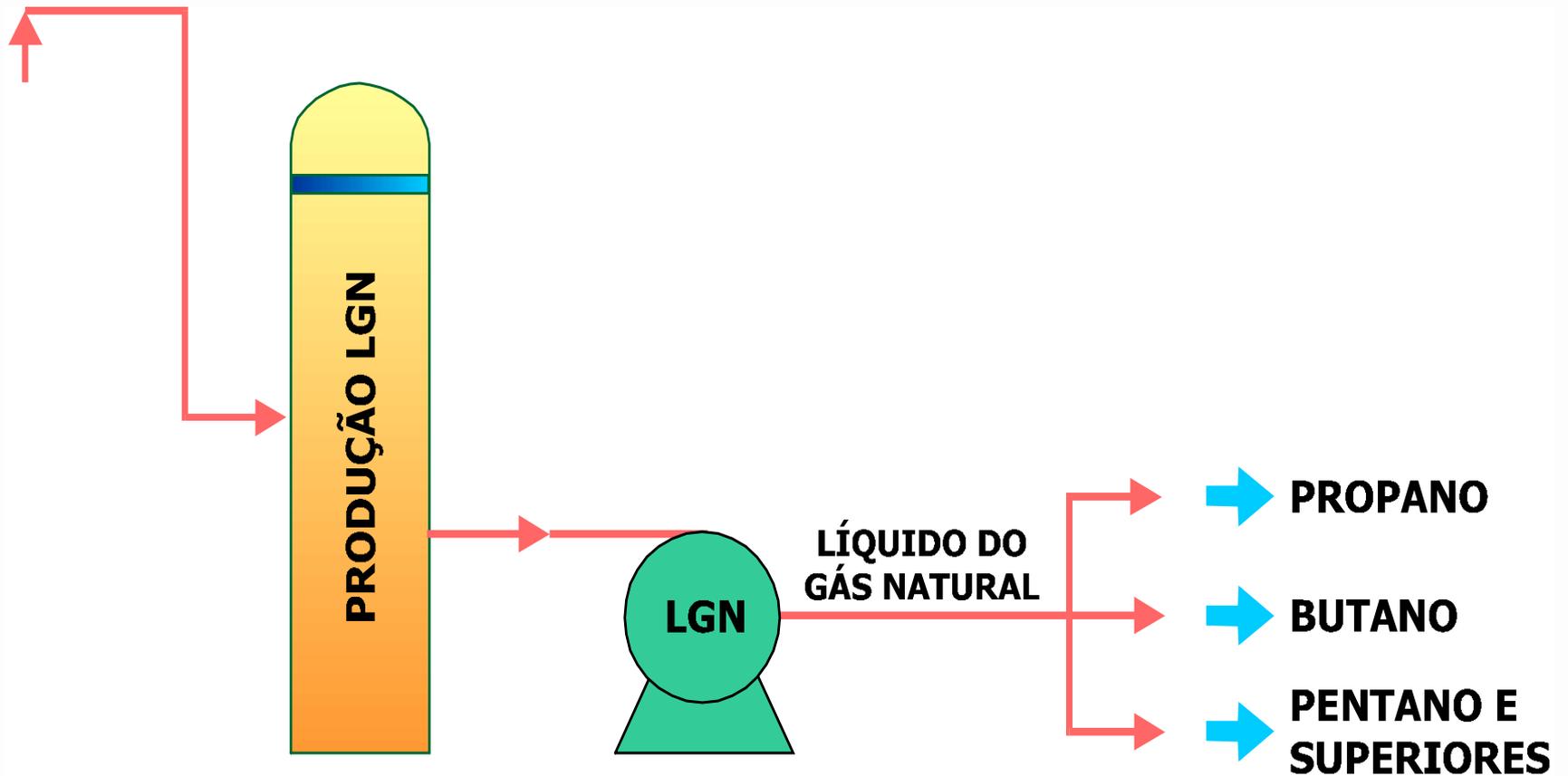
PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DO MEG - RECLAIMER



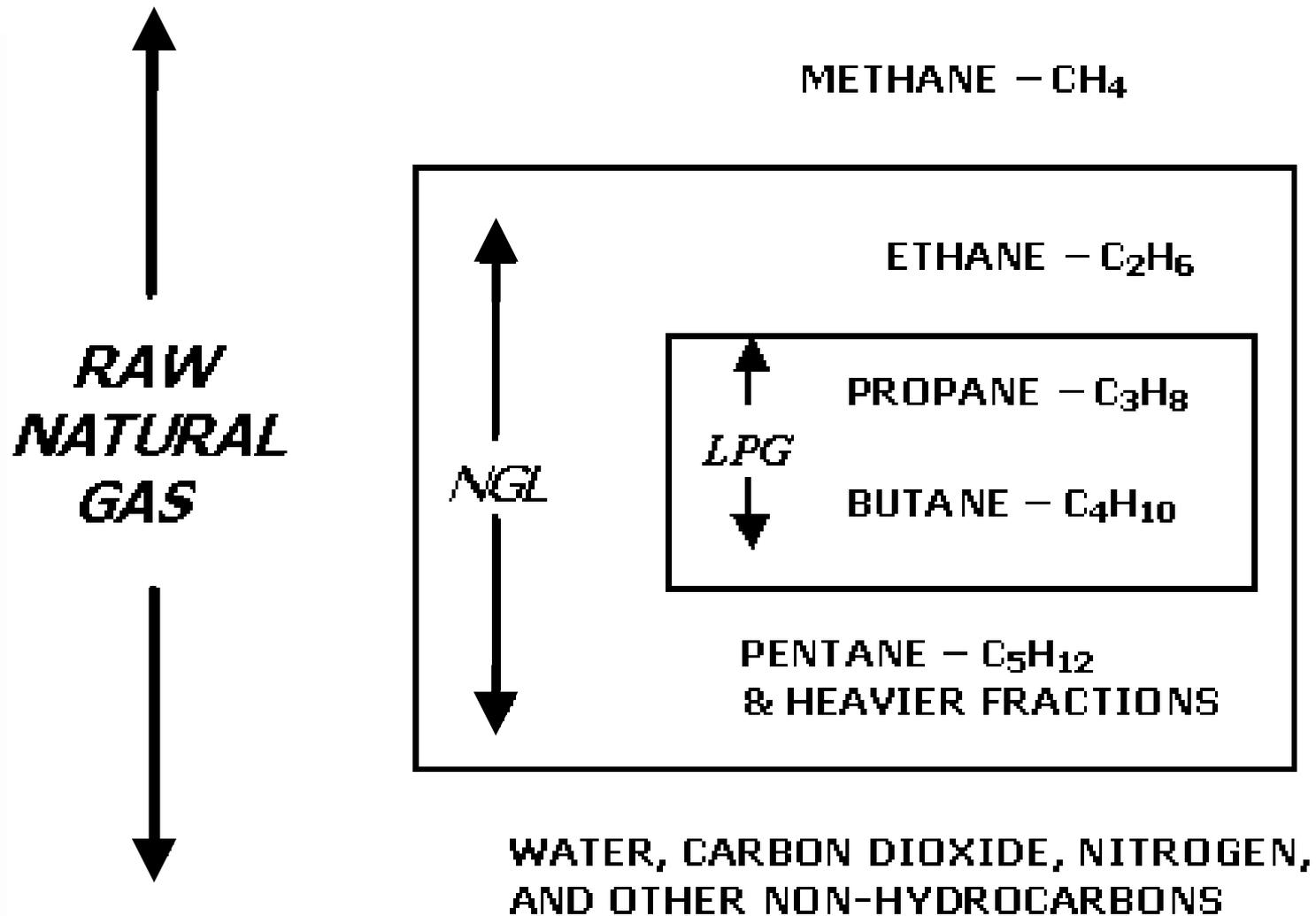
INJEÇÃO EM LINHA



PROCESSAMENTO DO GÁS



PROCESSAMENTO DO GÁS



GÁS BOLÍVIA (% MOLAR)

COMPOSIÇÃO	RICO	PROCESSADO
CH ₄	87,79	89,67
C ₂ H ₆	4,90	4,93
C ₃ H ₈	1,82	1,75
iC ₄ H ₁₀	0,36	0,32
nC ₄ H ₁₀	0,51	0,43
iC ₅ H ₁₂	0,22	0,16
nC ₅ H ₁₂	0,14	0,10
C ₆ H ₁₄	0,15	0,08
C ₇ +	0,13	0,06
CO ₂	3,48	2,00
N ₂	0,50	0,50

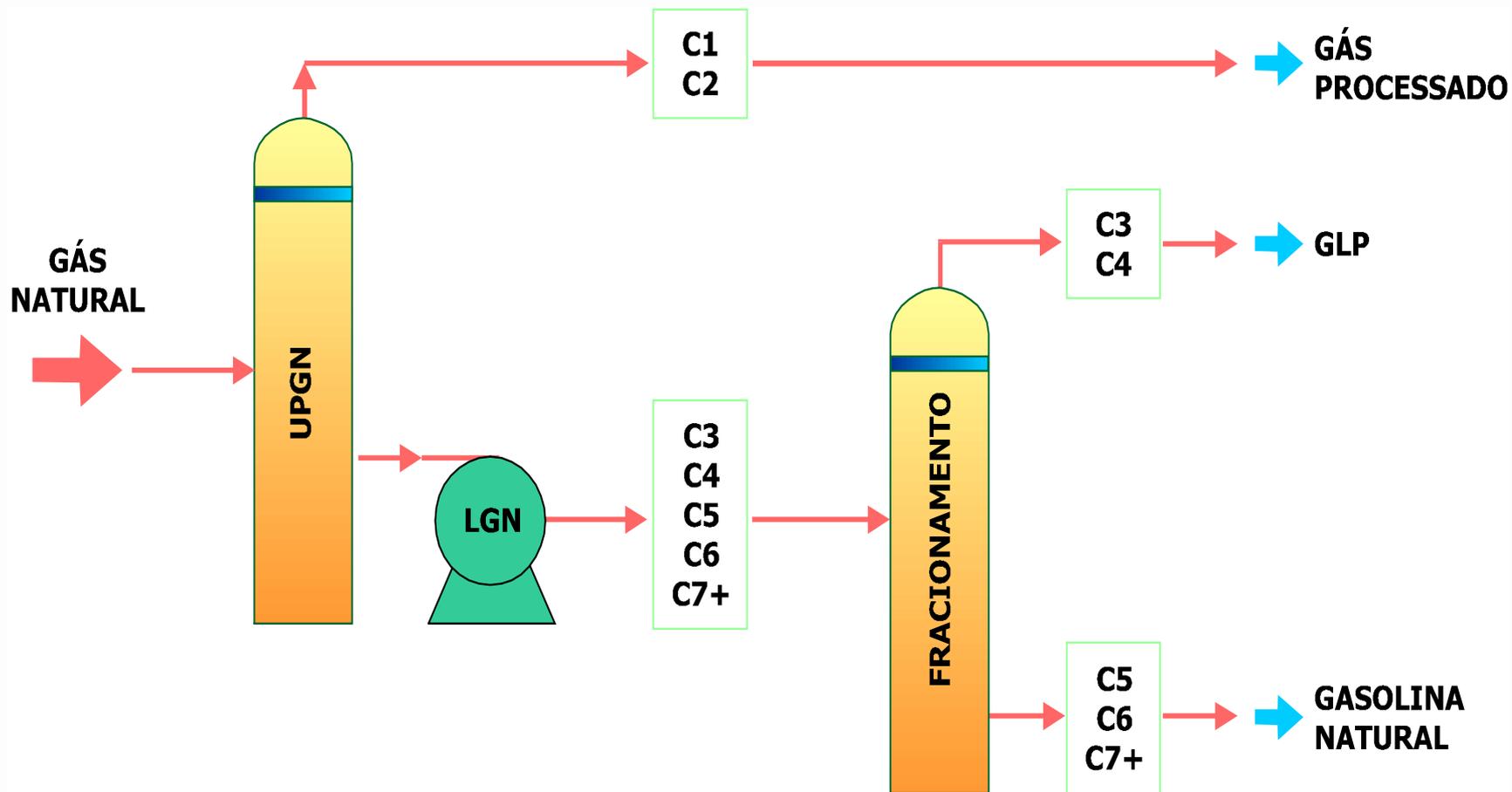
GÁS GOLFINHO (% MOLAR)

COMPOSIÇÃO	RICO	PROCESSADO
CH ₄	73,14	89,67
C ₂ H ₆	10,73	4,93
C ₃ H ₈	8,86	1,75
iC ₄ H ₁₀	1,51	
nC ₄ H ₁₀	2,35	
iC ₅ H ₁₂	0,45	
nC ₅ H ₁₂	0,43	
C ₆ H ₁₄	0,13	
C ₇ +	0,02	
CO ₂	0,57	0,66
N ₂	1,81	2,16

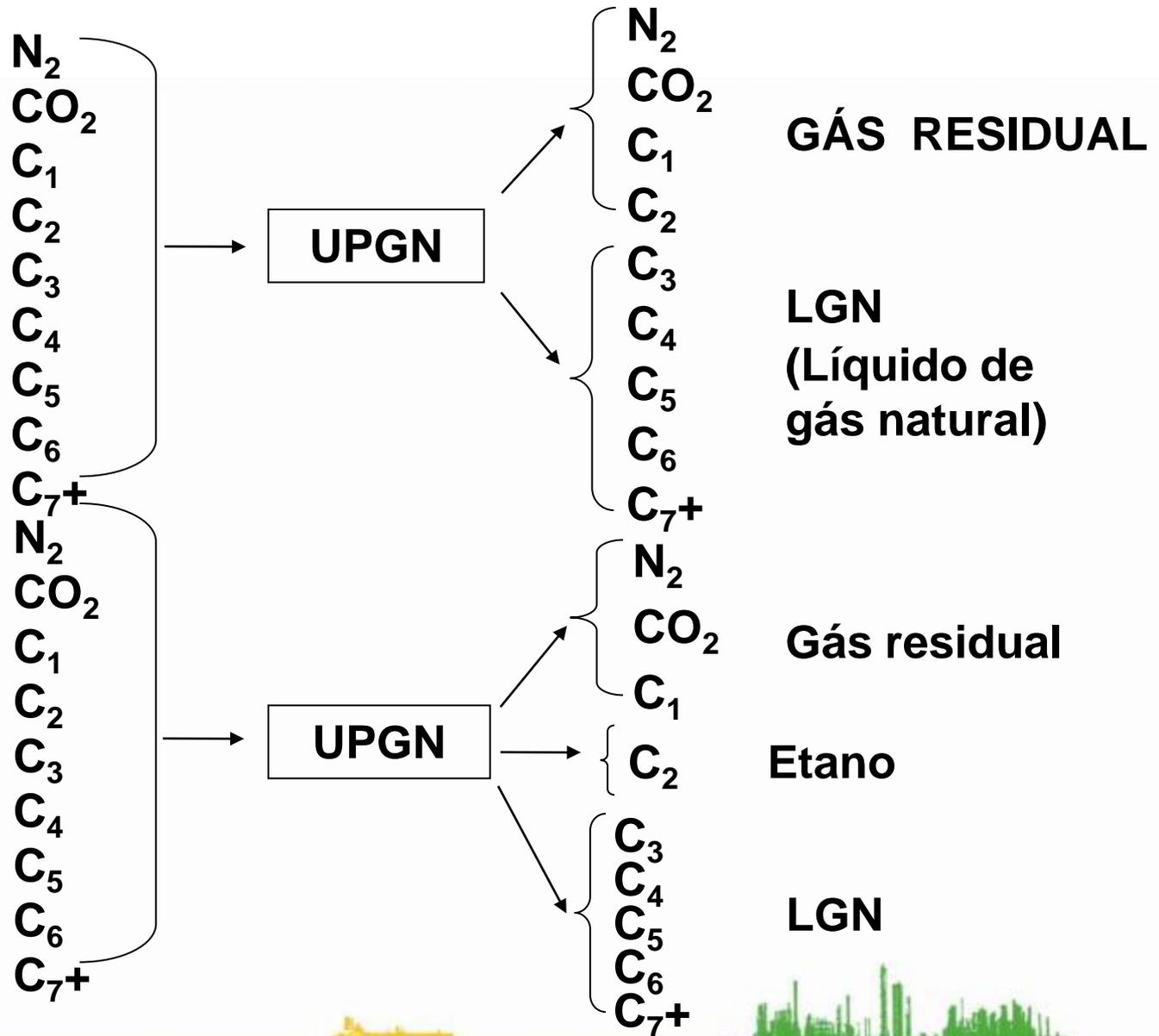
GÁS GOLFINHO (% MOLAR)

COMPOSIÇÃO	RICO	PROCESSADO
CH ₄	73,14	89,67
C ₂ H ₆	10,73	4,93
C ₃ H ₈	8,86	1,75
iC ₄ H ₁₀	1,51	
nC ₄ H ₁₀		2,35
iC ₅ H ₁₂	0,45	
nC ₅ H ₁₂		0,43
C ₆ H ₁₄	0,13	
C ₇ +	0,02	
CO ₂	0,57	0,66
N ₂	1,81	2,16

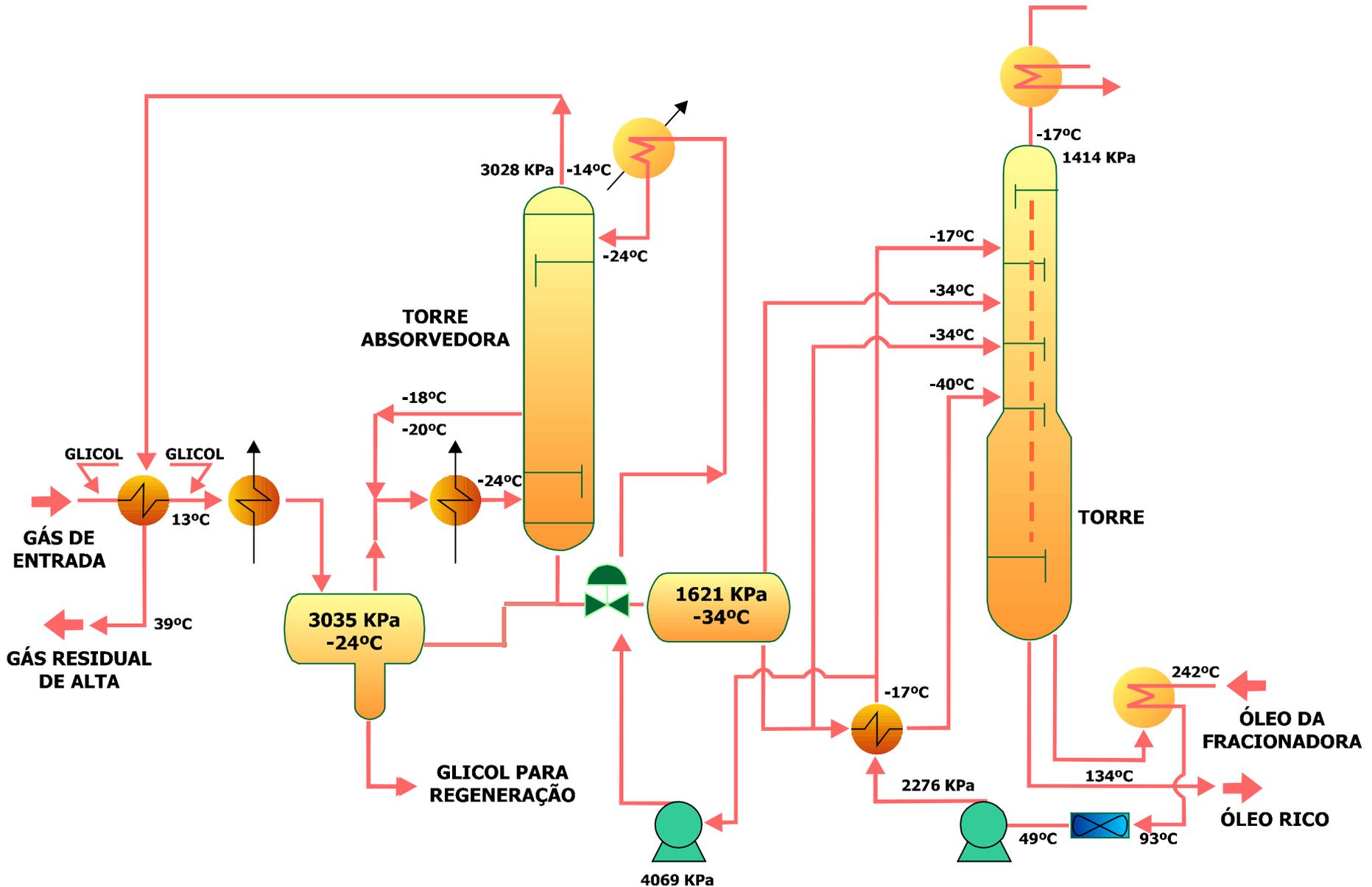
UNIDADE DE PROCESSAMENTO DE GÁS NATURAL / UPGN



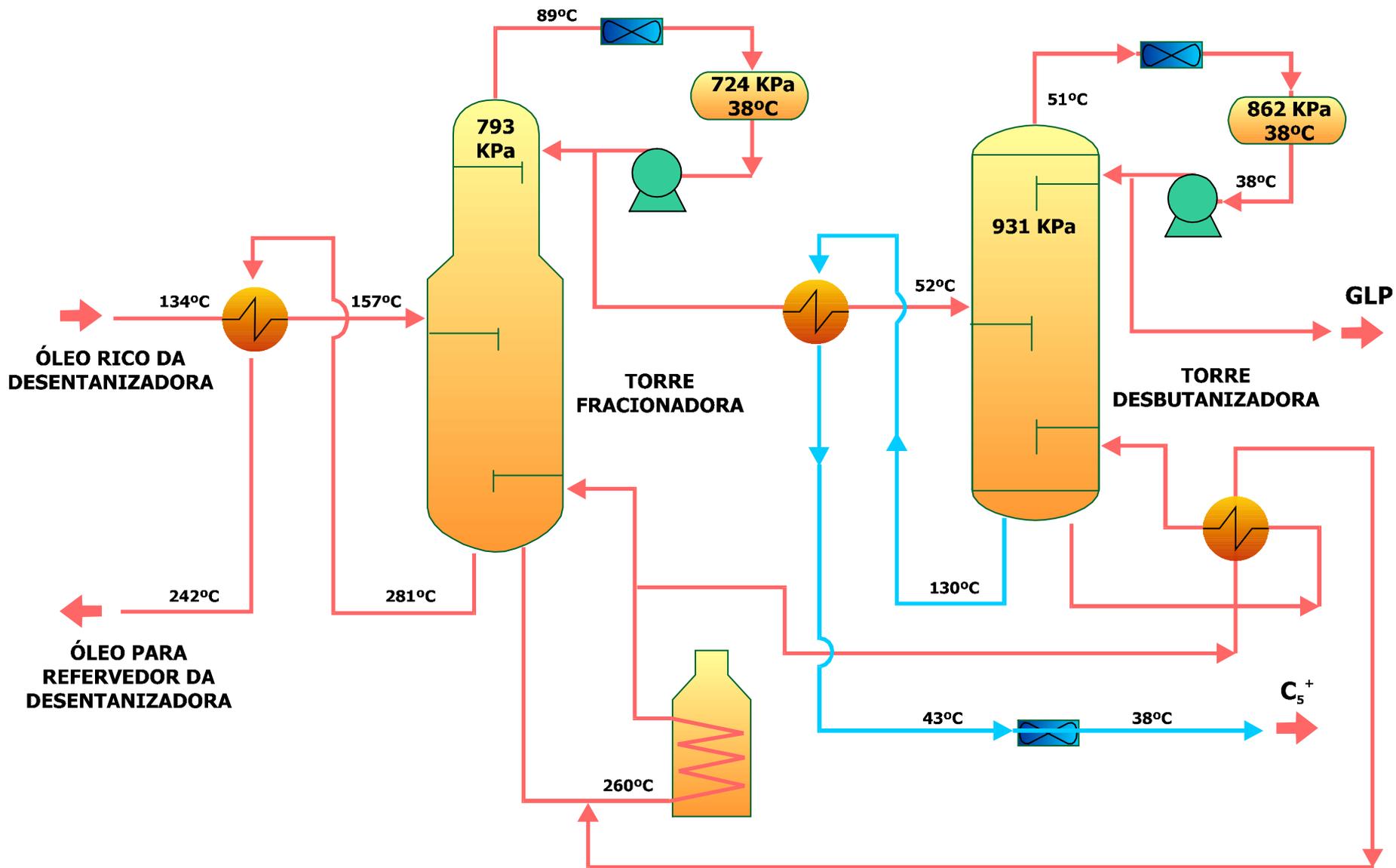
PRODUTOS DE UMA UPGN



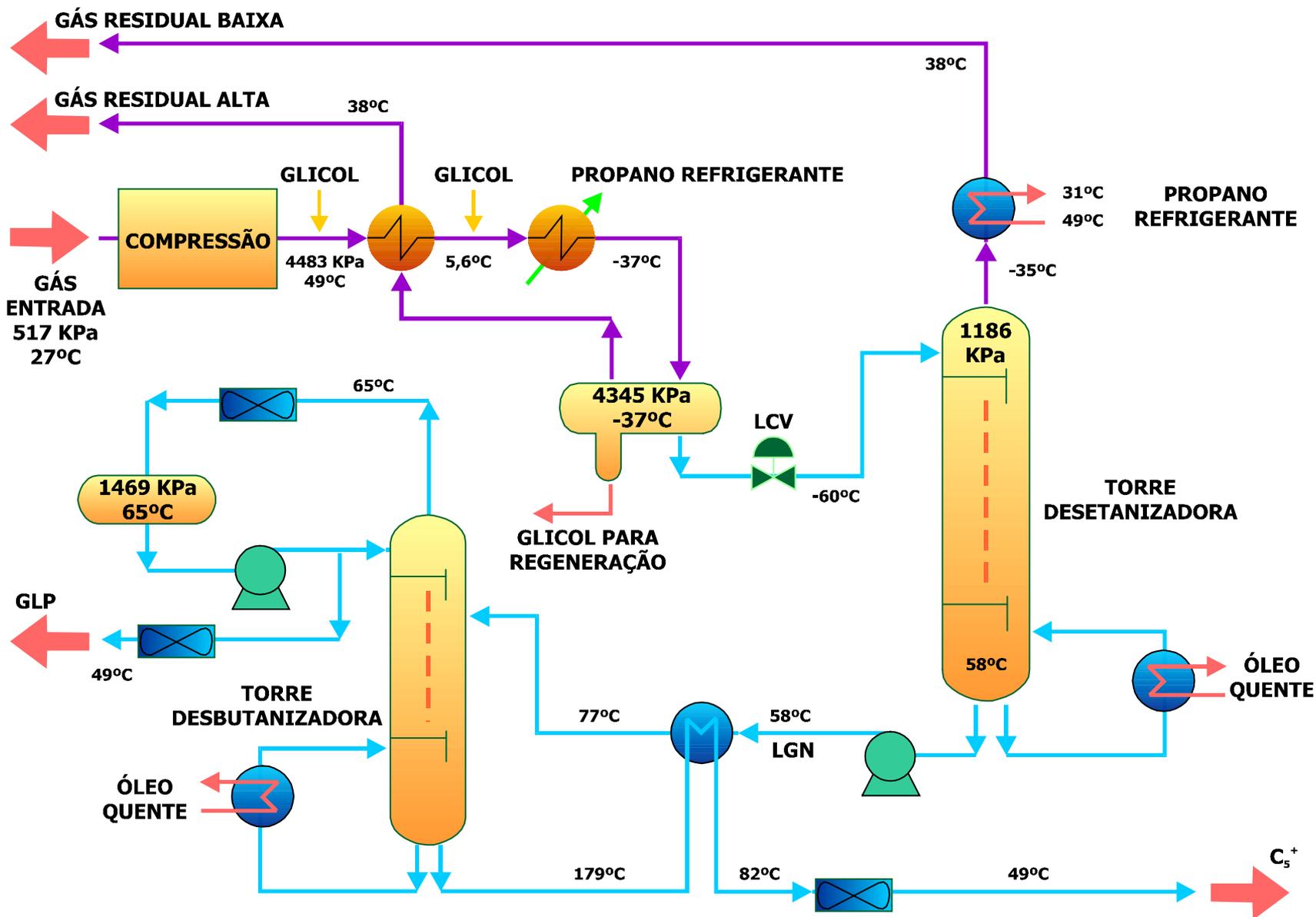
ABSORÇÃO REFRIGERADA



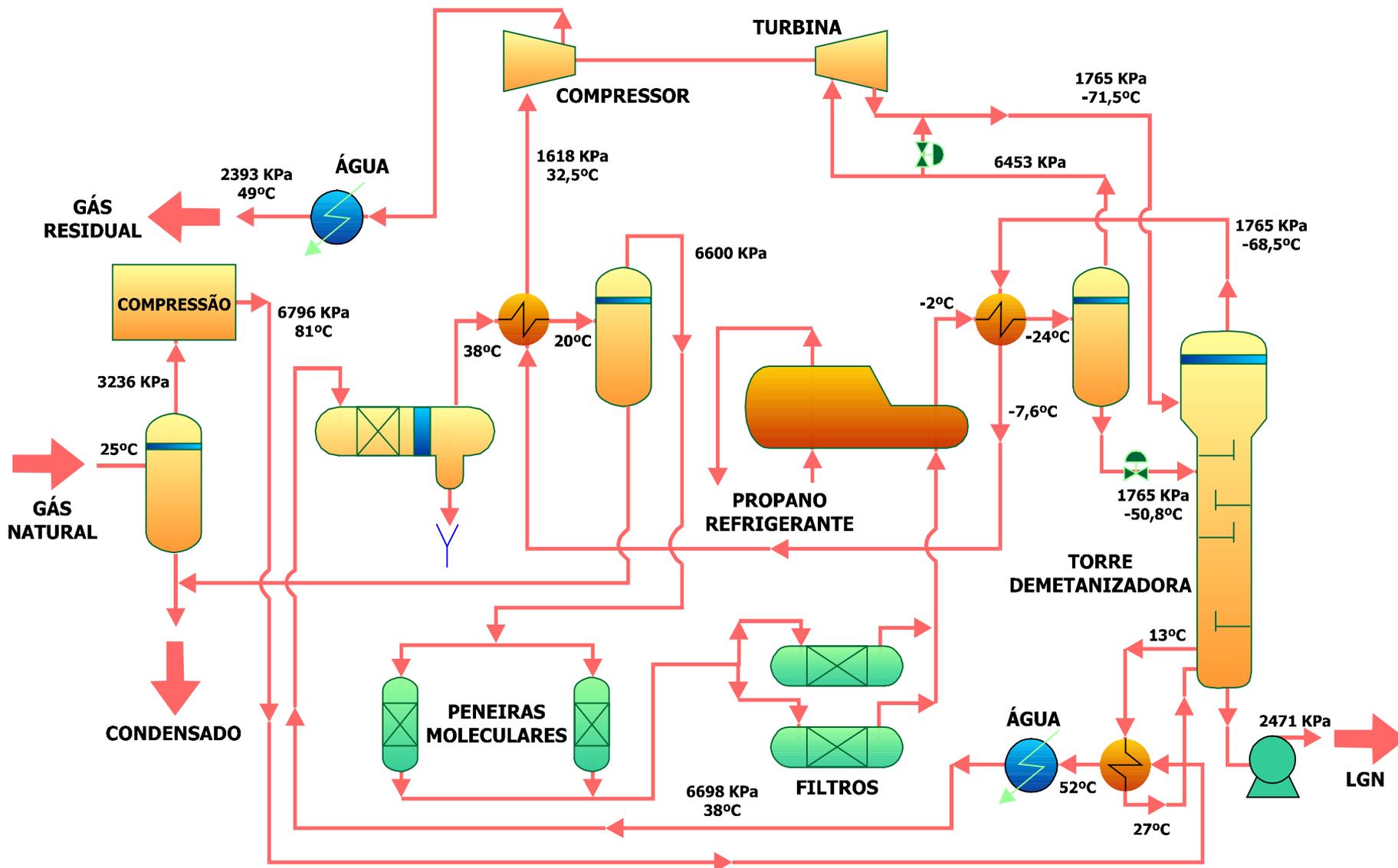
ABSORÇÃO REFRIGERADA



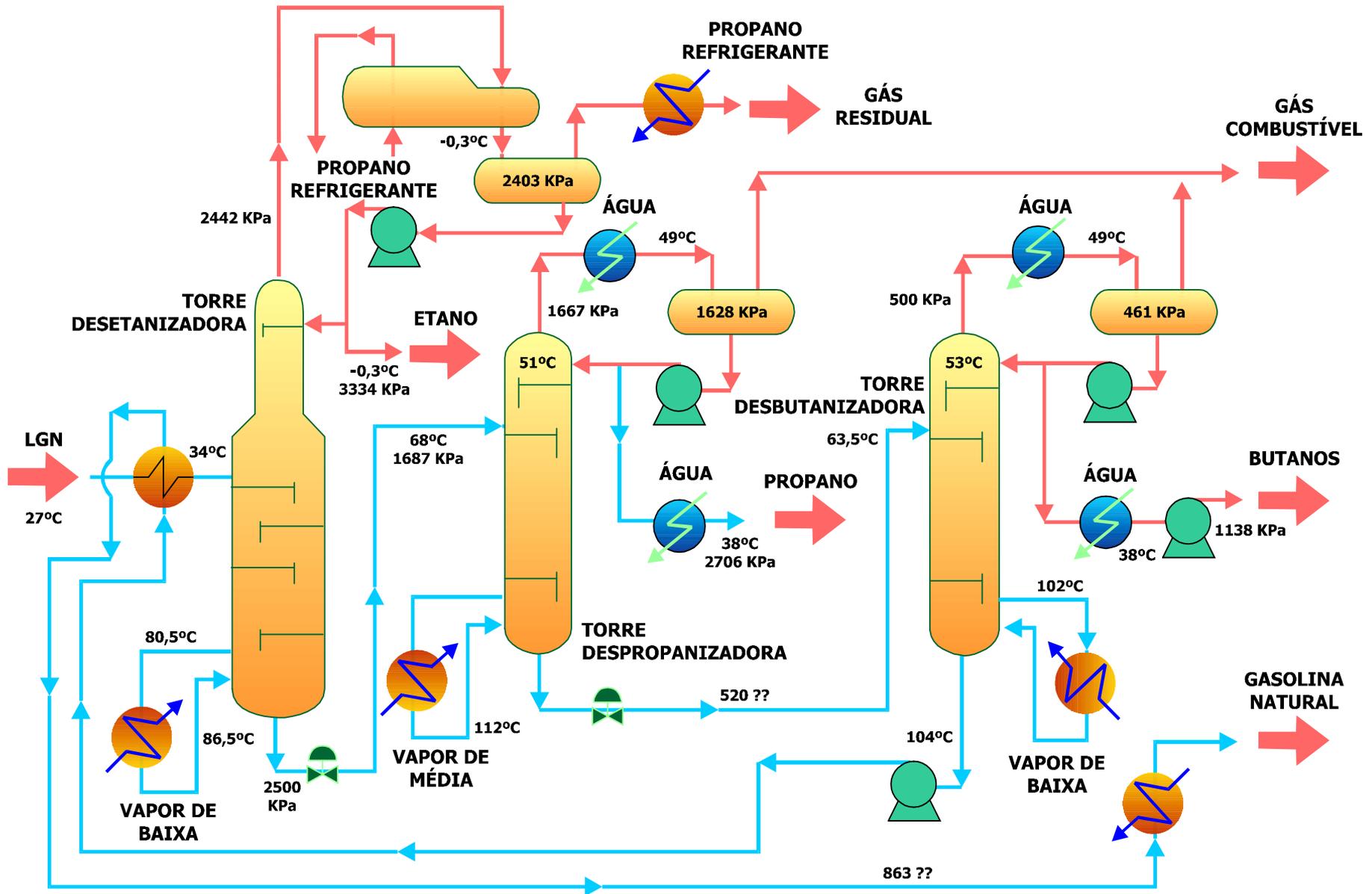
PROCESSO DE REFRIGERAÇÃO SIMPLES



PROCESSO DE TURBO-EXPANSÃO



PROCESSO DE TURBO-EXPANSÃO



PRINCIPAIS TIPOS DE PROCESSO

Nível de recuperação define: UPGN ou DPP

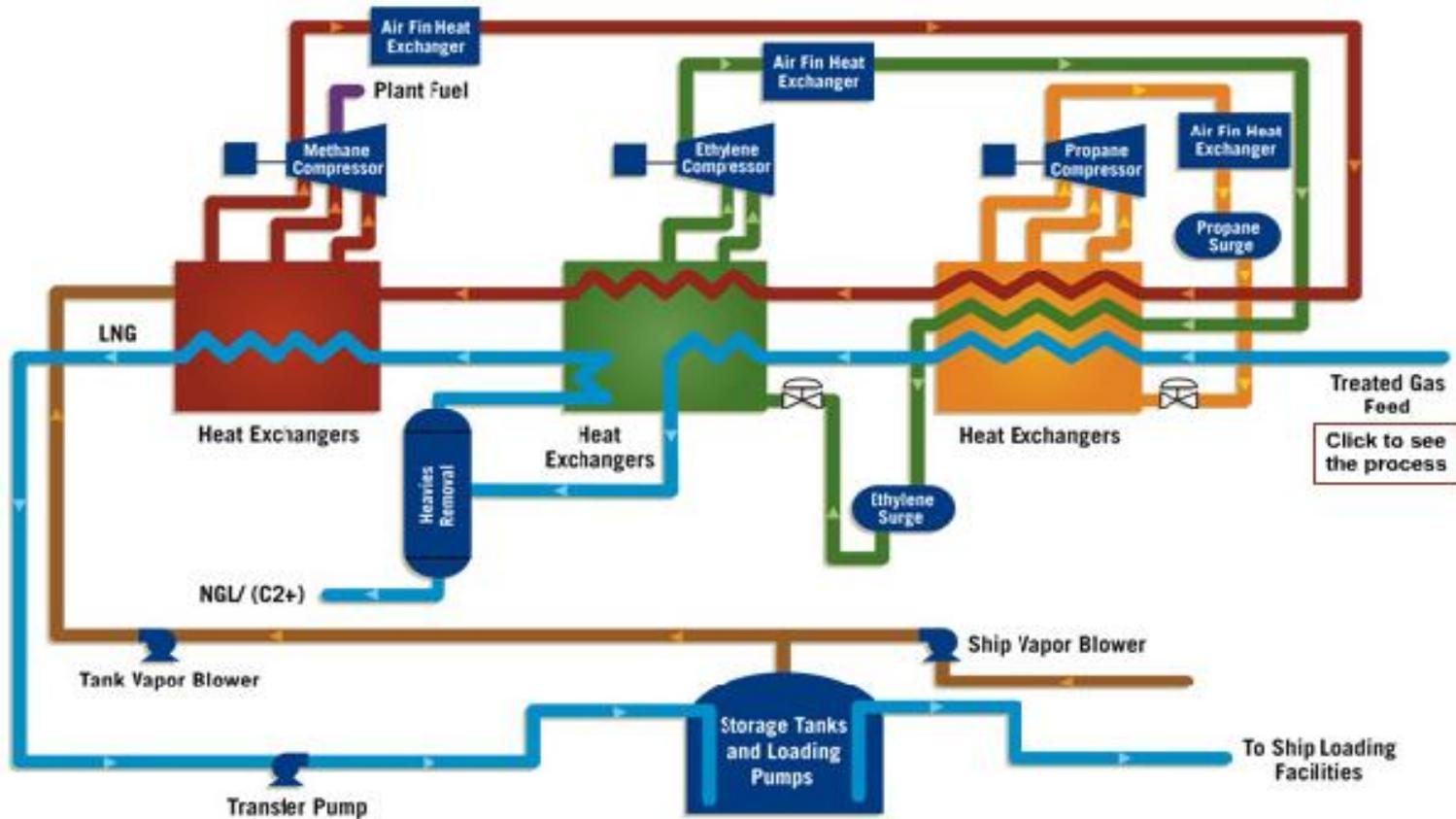
- Refrigeração simples
- Absorção refrigerada
- Expansão Joule-Thompson
- Turbo-expansão
- Os hidrocarbonetos são recuperados e estabilizados em uma DPP (Dew Point Plant), onde o objetivo principal é a especificação do gás.

Na UPGN há outro objetivo que é a separação, por fracionamento, nos produtos desejados.



GNL

The ConocoPhillips Optimized Cascade Process



UPGN's DE URUCU - AMAZONAS



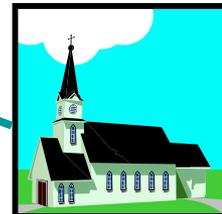
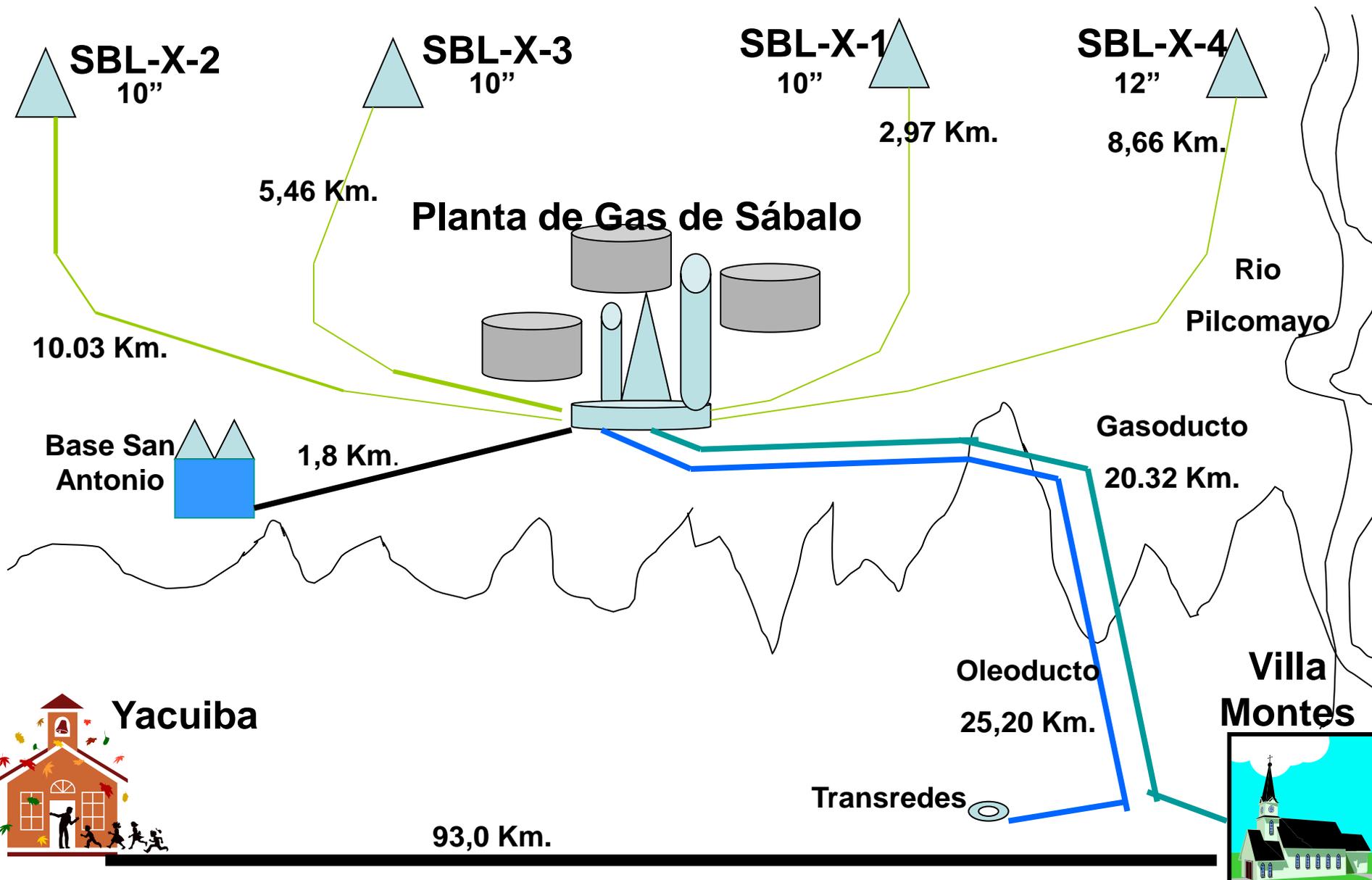
DPP DE SAN ALBERTO- BOLÍVIA



DPP DE SAN ANTONIO - BOLÍVIA



BLOQUE SAN ANTONIO



PROCESSAMENTO DO GÁS

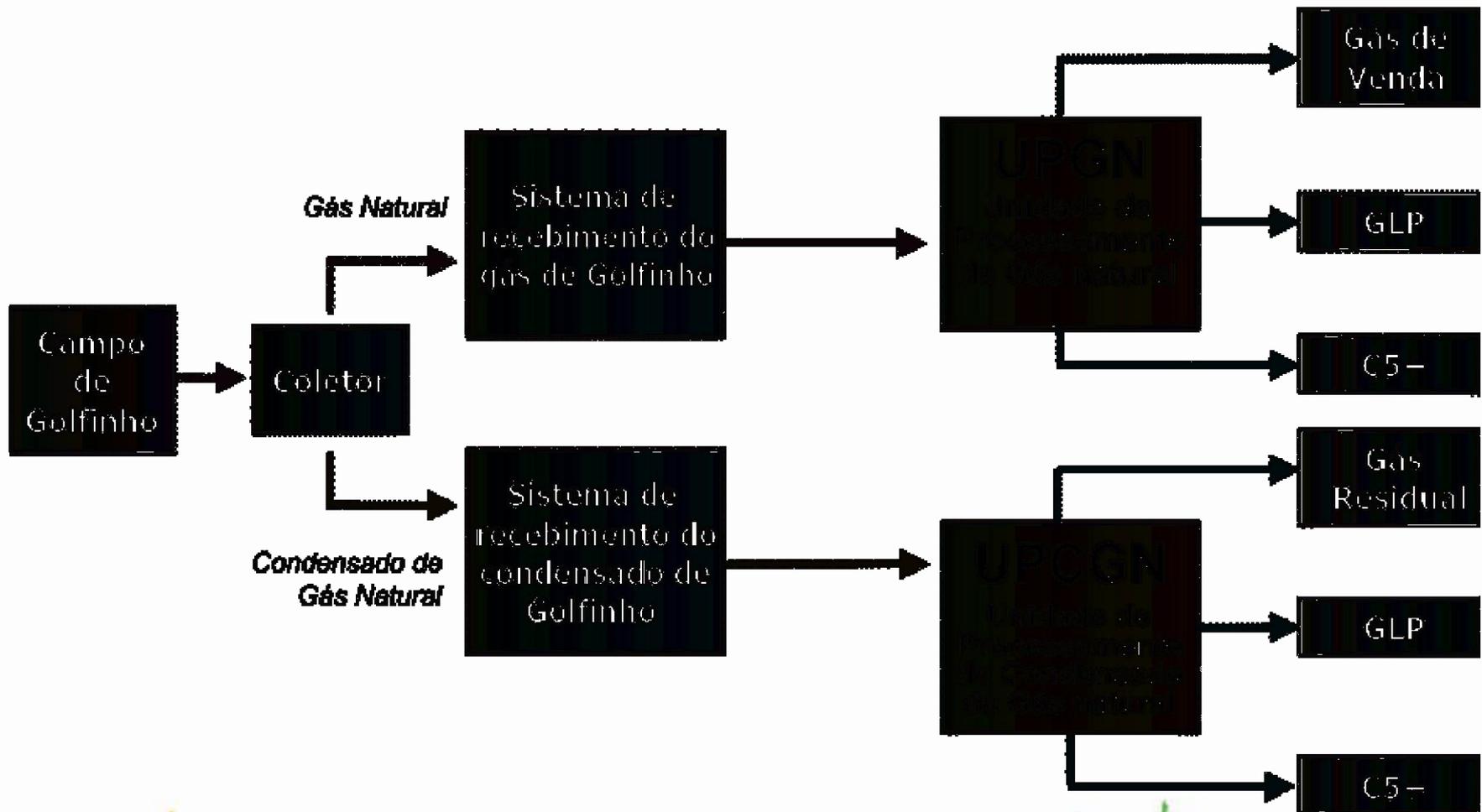
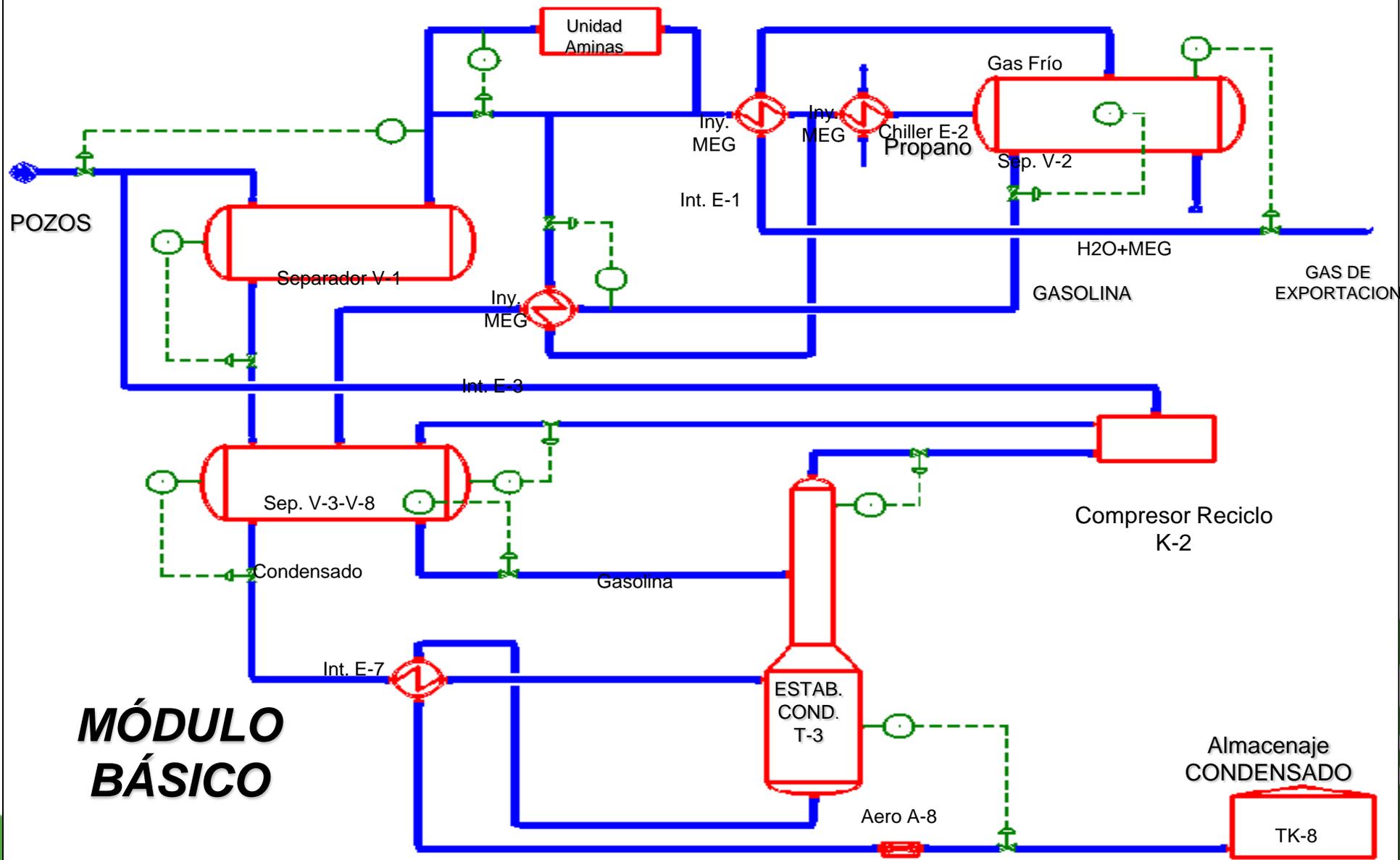
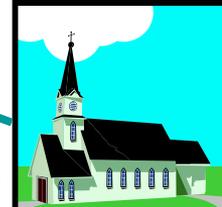
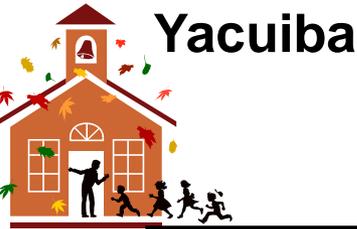
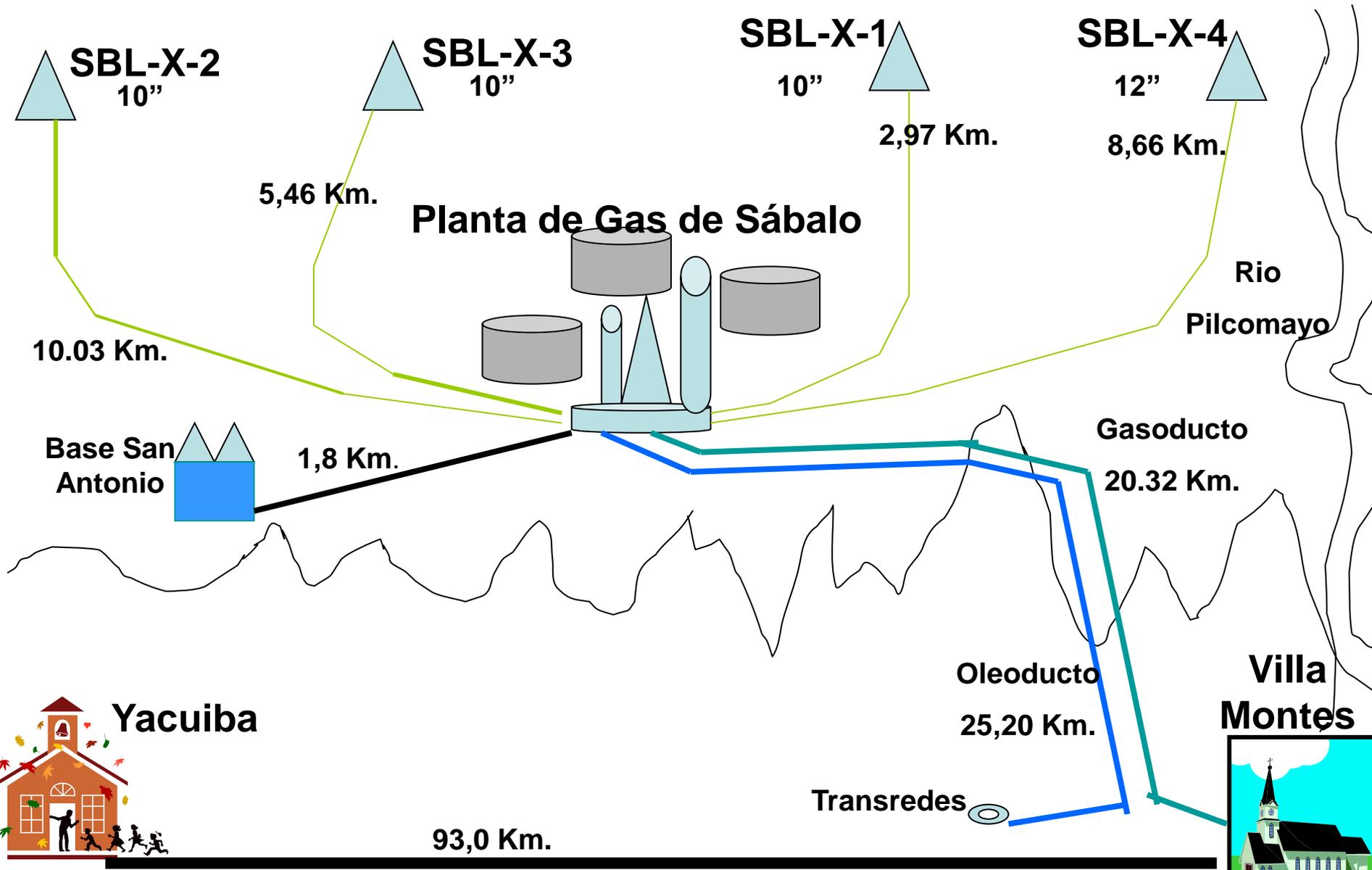


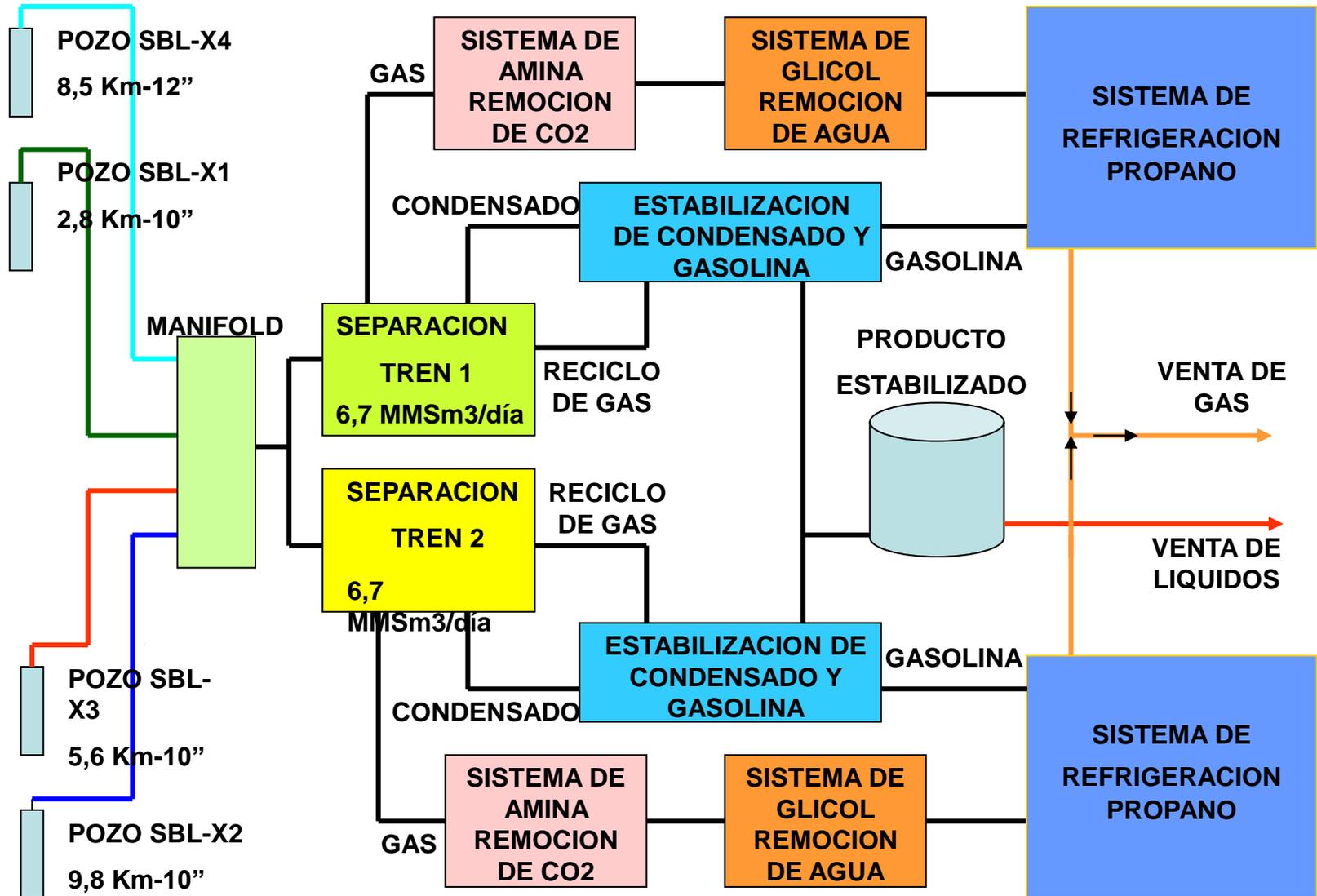
DIAGRAMA DE FLUXO DA PLANTA



BLOQUE SAN ANTONIO



PROCESOS NA PLANTA DE GAS









17 7:45 AM



17 7:43 AM



Reg
Tant.

A-IC

17 7:44 AM



TERMINOLOGIA

GÁS NATURAL LIQUEFEITO **GNL**

LIQUEFIED NATURAL GAS **LNG**

LÍQUIDO DE GÁS NATURAL **LGN**

NATURAL GAS LIQUID **NGL**

GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO **GLP**

LIQUEFIED PETROLEUM GAS **LPG**

GÁS NATURAL COMPRIMIDO **GNC**

COMPRESSED NATURAL GAS **CNG**

**GÁS METANO VEICULAR, GÁS
AUTOMOTIVO etc.**



COMPRESSÃO E ESCOAMENTO DE GÁS NATURAL

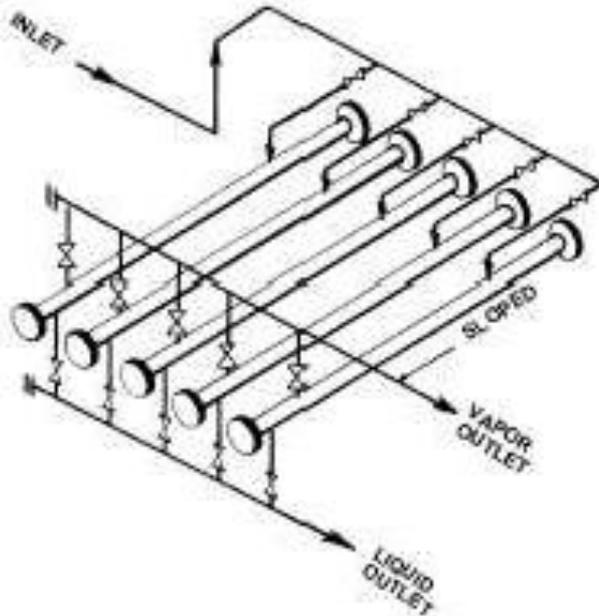
COMPRESSÃO E ESCOAMENTO DE GÁS NATURAL



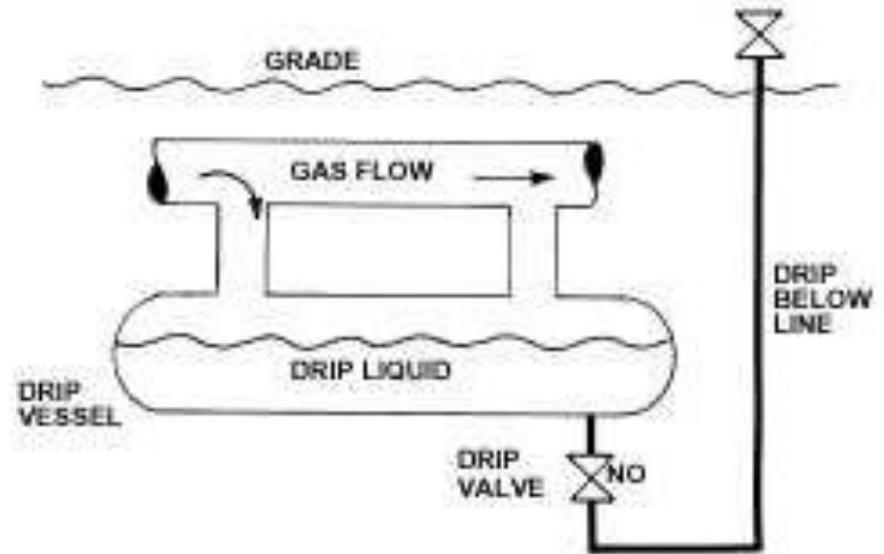


VISTA AEREA DA ESTAÇÃO DE COMPRESSÃO DE CAMPO GRANDE, MS.

COLETOR DE CONDENSADO – SLUNG CATCHER



Multiple pipe slug catcher



Example line drip



**LANÇADORES
RECEBEDORES**

**VÁLVULAS DE
SEGURANÇA**



PROPRIEDADES DO GÁS NATURAL

Com a sua predominância na composição, as constantes físicas de metano servem de referência para o gás natural.

	PESO MOLECULAR	PM PM AR DENSIDADE	
CH₄	16,042	0,555	+leve que o ar
C₂ H₆	30,068	1,046	+ pesado que o ar
C₃ H₈	44,094	1,547	+ pesado que o ar
Gás Natural (BRASIL)	16,5-25	0,57-0,85	+ leve que o ar

RELAÇÃO VOLUMÉTRICA (Gás/Líquido)

Valores para o metano

DENSIDADE (GÁS) 20°C e 1atm: 0,668 Kg/m³

DENSIDADE (LÍQUIDO) 20°C e 1atm: 420 kg/m³

DENSIDADE (LÍQUIDO) / DENSIDADE (GÁS) = 630 (ENCOLHIMENTO)

GNL = 600

ENCOLHIMENTO

LGN = 245

Relação Volumétrica
(Gás / Líquido)

GLP = 280



PONTO DE ORVALHO - DEW POINT

Ponto de orvalho de um gás a uma dada pressão é a temperatura de formação da primeira gota de líquido.

(água ou hidrocarbonetos)



ESTADOS FÍSICOS

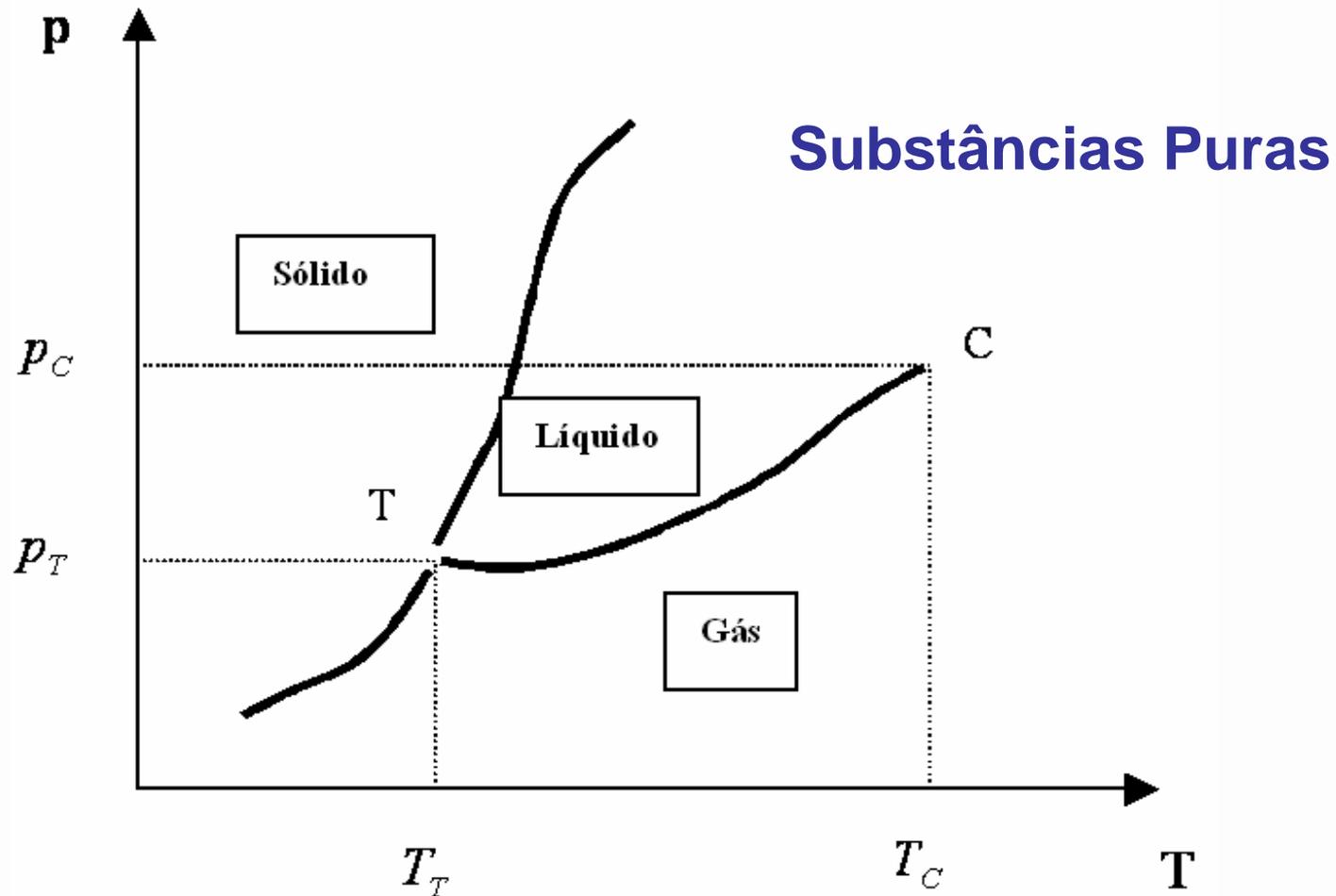


DIAGRAMA BIFÁSICO DE UM GÁS NATURAL

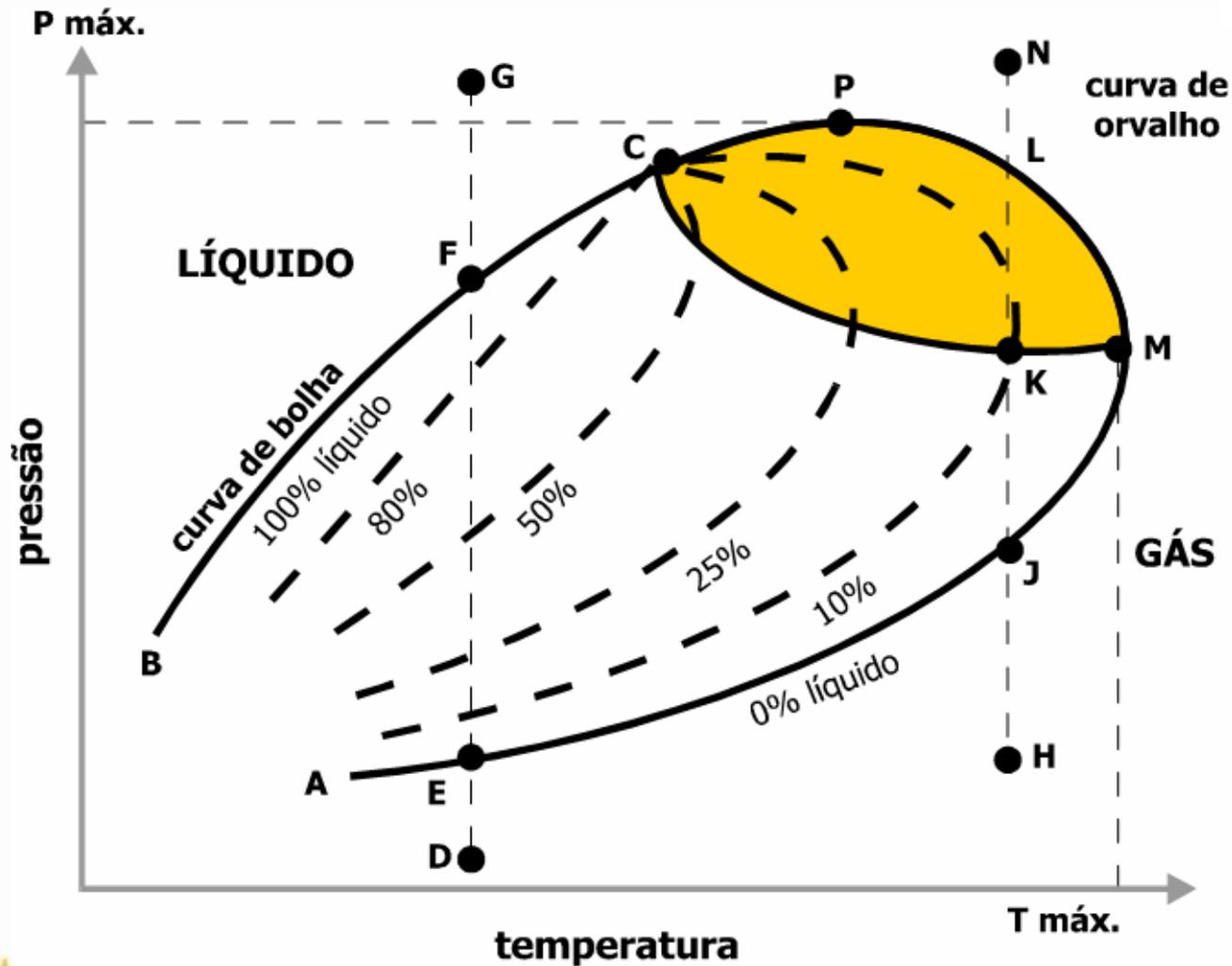


DIAGRAMA BIFÁSICO DO GÁS RICO BOLÍVIA

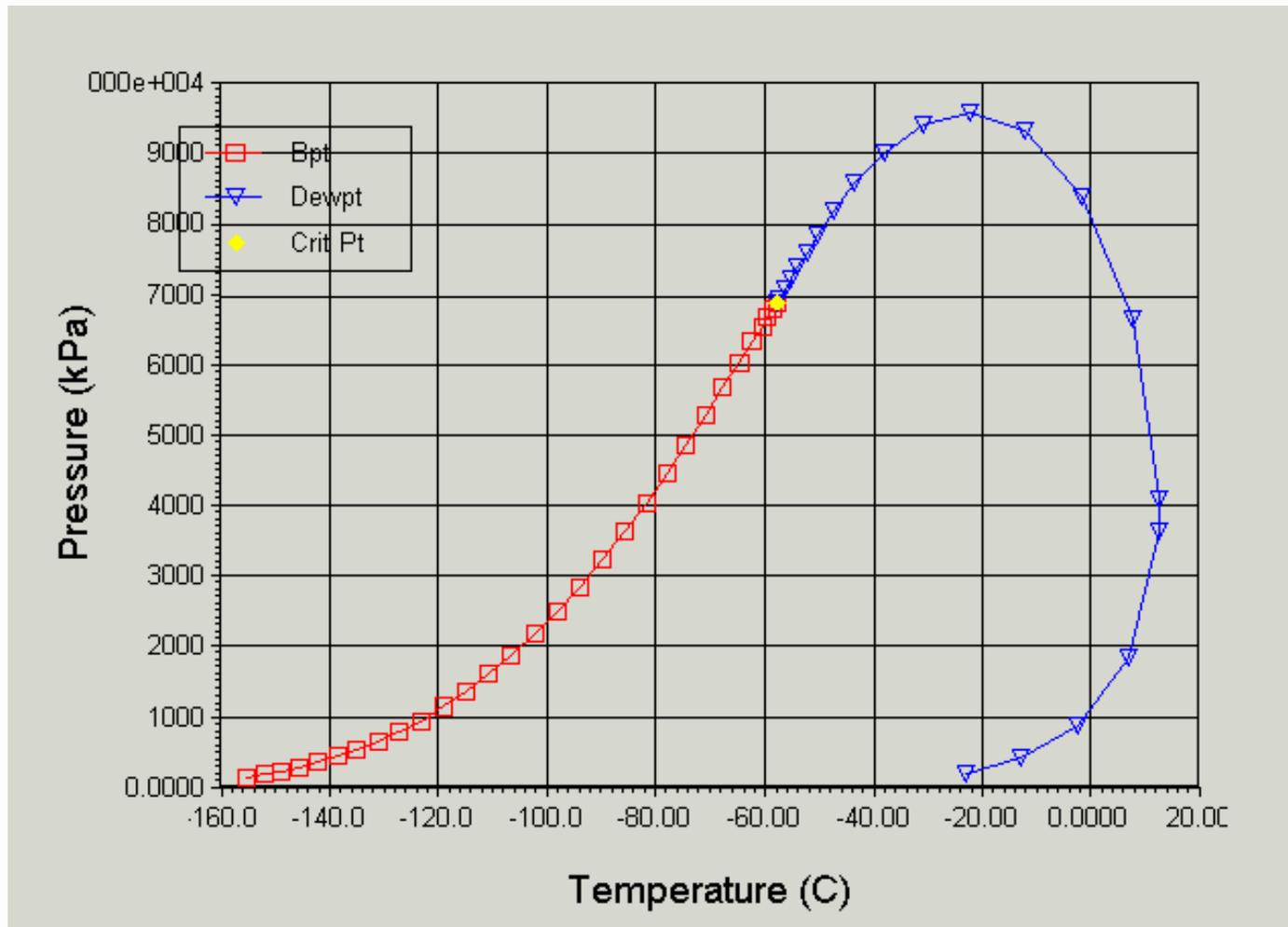
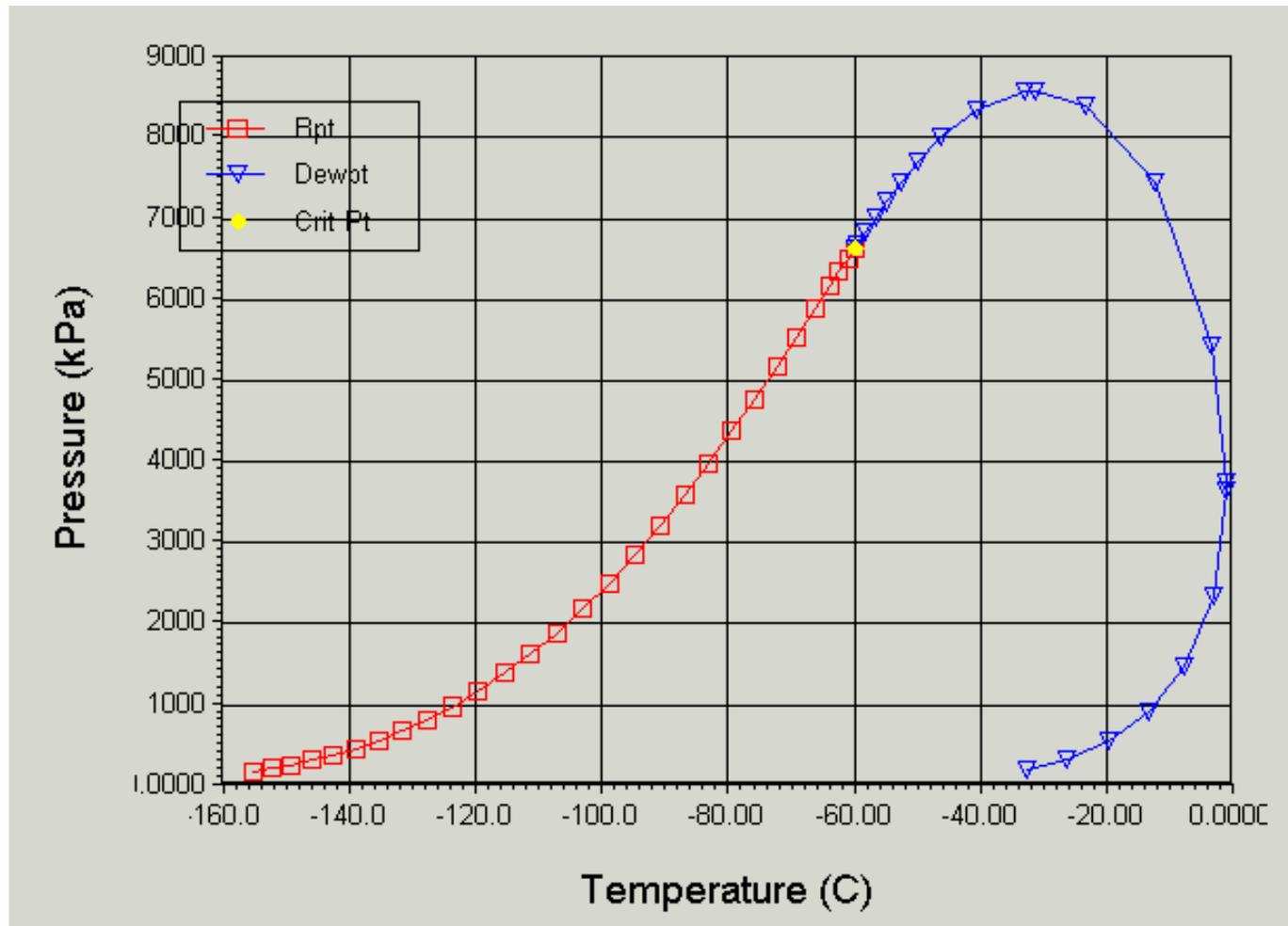
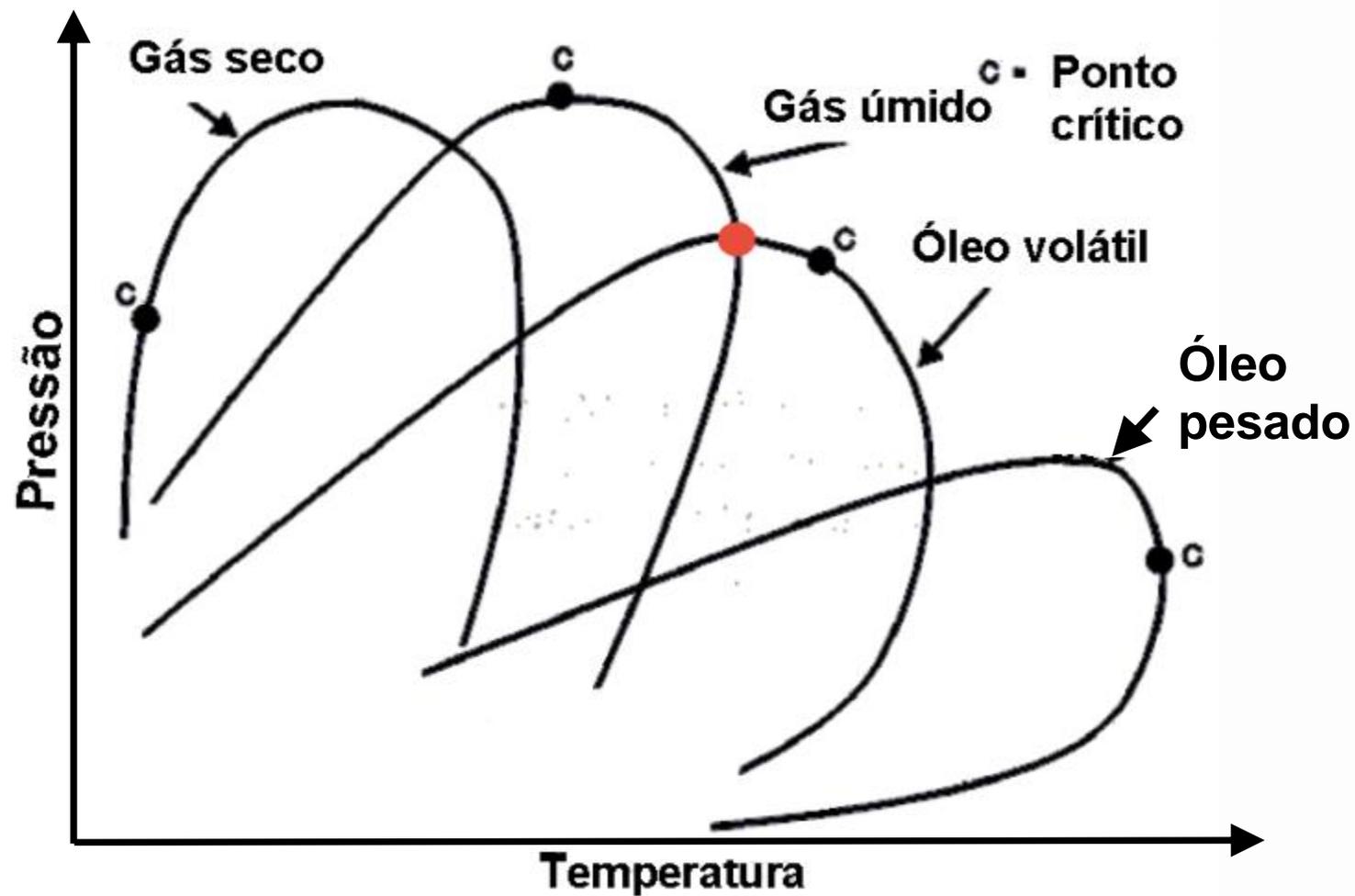


DIAGRAMA BIFÁSICO DO GÁS IMPORTADO - BOLÍVIA



DIAGRAMAS BIFÁSICOS



RIQUEZA

É a soma das percentagens de todos os componentes a partir do propano inclusive.

Composição do gás dos separadores da P.19 (Marlim)

	N ₂	0,162
	CO ₂	0,498
	C ₁	90,602
	C ₂	4,306
	C ₃	1,919
	iC ₄	0,410
	nC ₄	0,800
	iC ₅	0,221
	nC ₅	0,290
	C ₆	0,282
	C ₇₊	<u>0,510</u>
Riqueza		100 M3
4,432		

COMBUSTÃO COMPLETA

- *Com O₂*



- *Com ar*



COMBUSTÃO



COMPOSIÇÃO DO AR SECO EM VOLUME

NITROGÊNIO	78,024
OXIGÊNIO	20,946
ARGÔNIO	0,934
DIÓXIDO DE CARBONO	0,033

	ppm
NEÔNIO	18,180
HÉLIO	5,240
CRIPTÔNIO	1,140
XENÔNIO	0,087
METANO	2,000
HIDROGÊNIO	0,500
ÓXIDO DE NITROGÊNIO	0,500

Obs.: Em áreas poluídas encontramos também Sox, O₃ etc.

AERAÇÃO

METANO



1 m³ 2 m³ O₂

1 m³ 9,55 m³ ar

ETANO



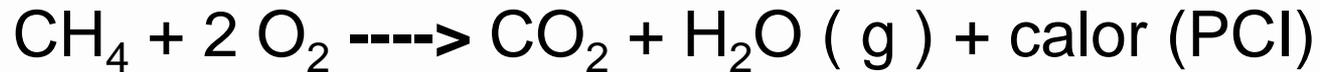
1 m³ 3,5 m³ O₂

1 m³ 16,7 m³ ar

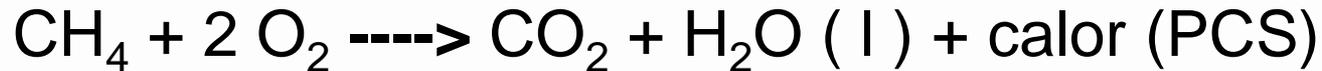


PODER CALORÍFICO

a) Inferior



b) Superior



	Kcal/Kg		Kcal/Nm3	
	PCS	PCI	PCS	PCI
Gás Natural	13100 / 11800	9675 / 8710		
GLP	12075 / 11025	27725 / 25282		

TABELA DE EQUIVALÊNCIA ENERGÉTICA

PRODUTO	DENSIDADE KG/m ³	PODER CALORÍFICO SUPERIOR	
		KCAL/KG	KCAL/ m ³
GÁS NATURAL	—	—	11 000
GÁS NATURAL RESIDUAL	—	—	9 400
GÁS NATURAL LIQUEFEITO	440	13100	5,9 X 10⁶
GLP	554	11730	6,5 X 10⁶
GASOLINA	738	11230	8,3 X 10⁶
ÁLCOOL	789	7090	5,6 X 10⁶
DIESEL	852	10752	9,2 X 10⁶
ÓLEO COMB. MÉDIO	997	10090	10,9 X 10⁶

FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

REINJEÇÃO

- * PRODUÇÃO DE GLP
- * MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA
- * MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE
- * REDUTOR SIDERÚRGICO
- * COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL
- * GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
- * USO AUTOMOTIVO
- * USO RESIDENCIAL E COMERCIAL



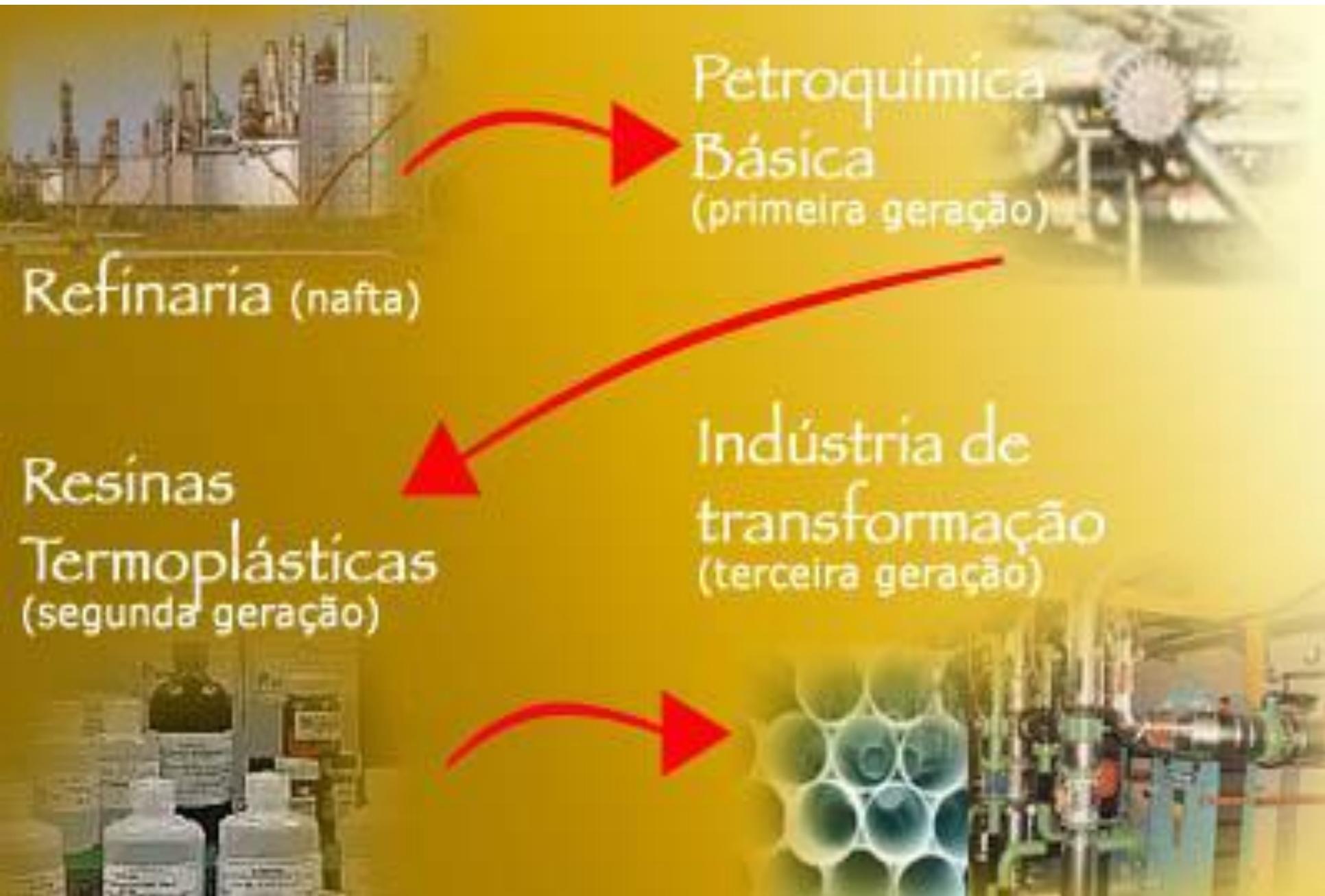
FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

REINJEÇÃO

- * PRODUÇÃO DE GLP
- * MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA
- * MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE
- * REDUTOR SIDERÚRGICO
- * COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL
- * GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
- * USO AUTOMOTIVO
- * USO RESIDENCIAL E COMERCIAL



PLÁSTICOS



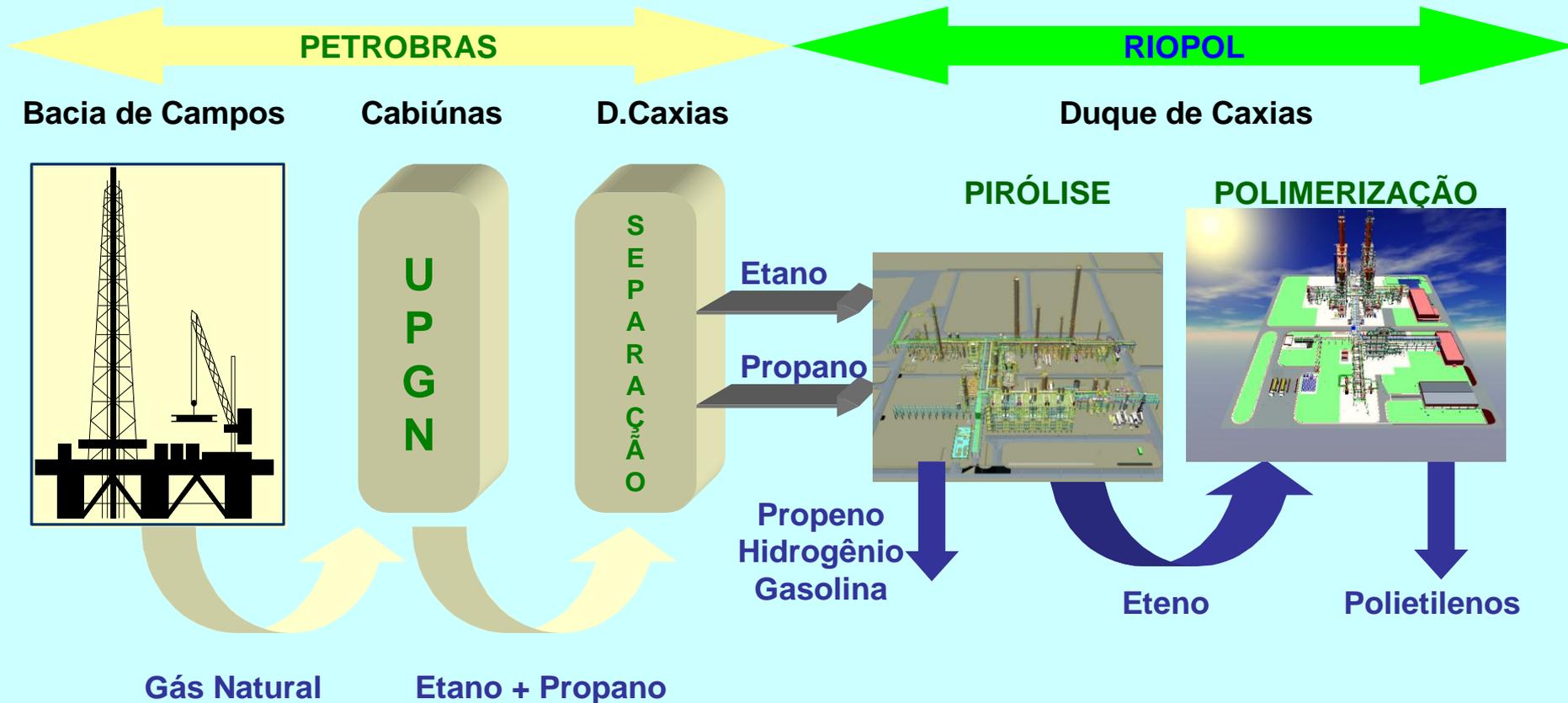
Refinaria (nafta)

Petroquímica
Básica
(primeira geração)

Resinas
Termoplásticas
(segunda geração)

Indústria de
transformação
(terceira geração)

PÓLO GÁS QUÍMICO DO RIO DE JANEIRO



PIRÓLISE

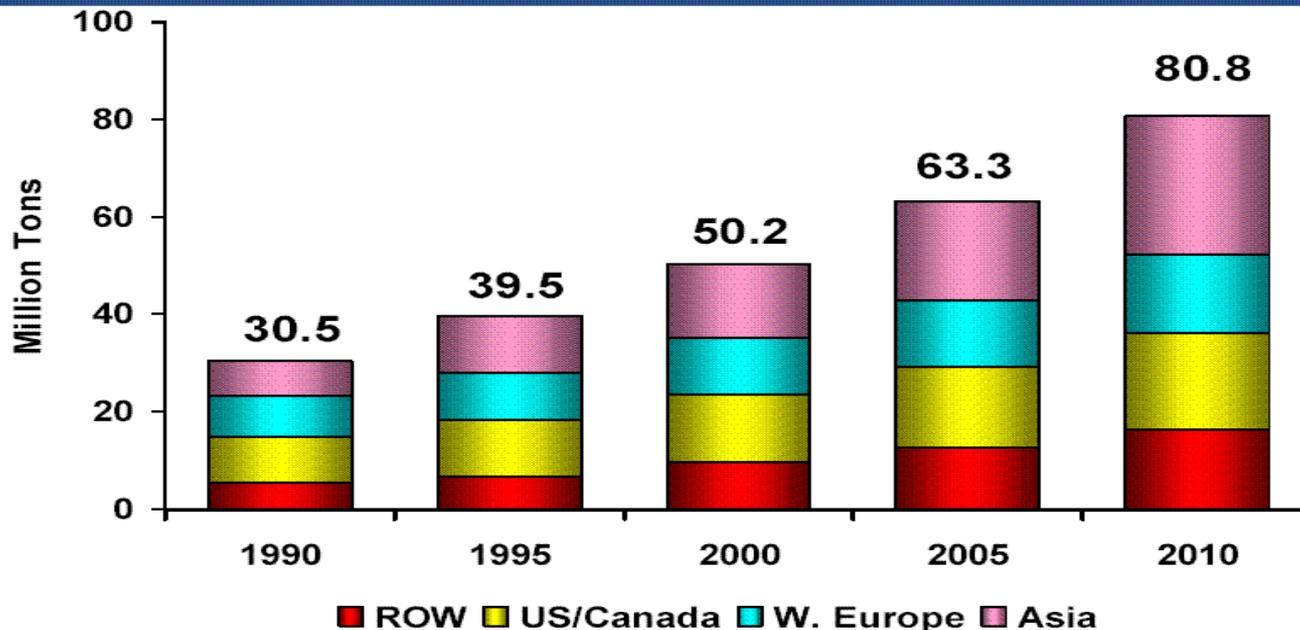
RENDIMENTOS TÍPICOS (% PESO)

PRODUTOS	MATÉRIAS PRIMAS			
	ETANO	PROPANO	BUTANO	NAFTA
Gás combustível	12,8	23,8	22,9	16,5
Eteno	79,5	36,5	34,6	31,9
C ₃ (propeno/propano)	1,5	24,9	15,9	13,3
C ₄ (butadieno/butano)	2,8	3,8	15,2	8,9
C ₅ + (aromáticos/Gasolina)	3,4	11,0	11,4	29,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0



POLIETILENO: DEMANDA MUNDIAL CRESCENTE

Global Polyethylene Demand



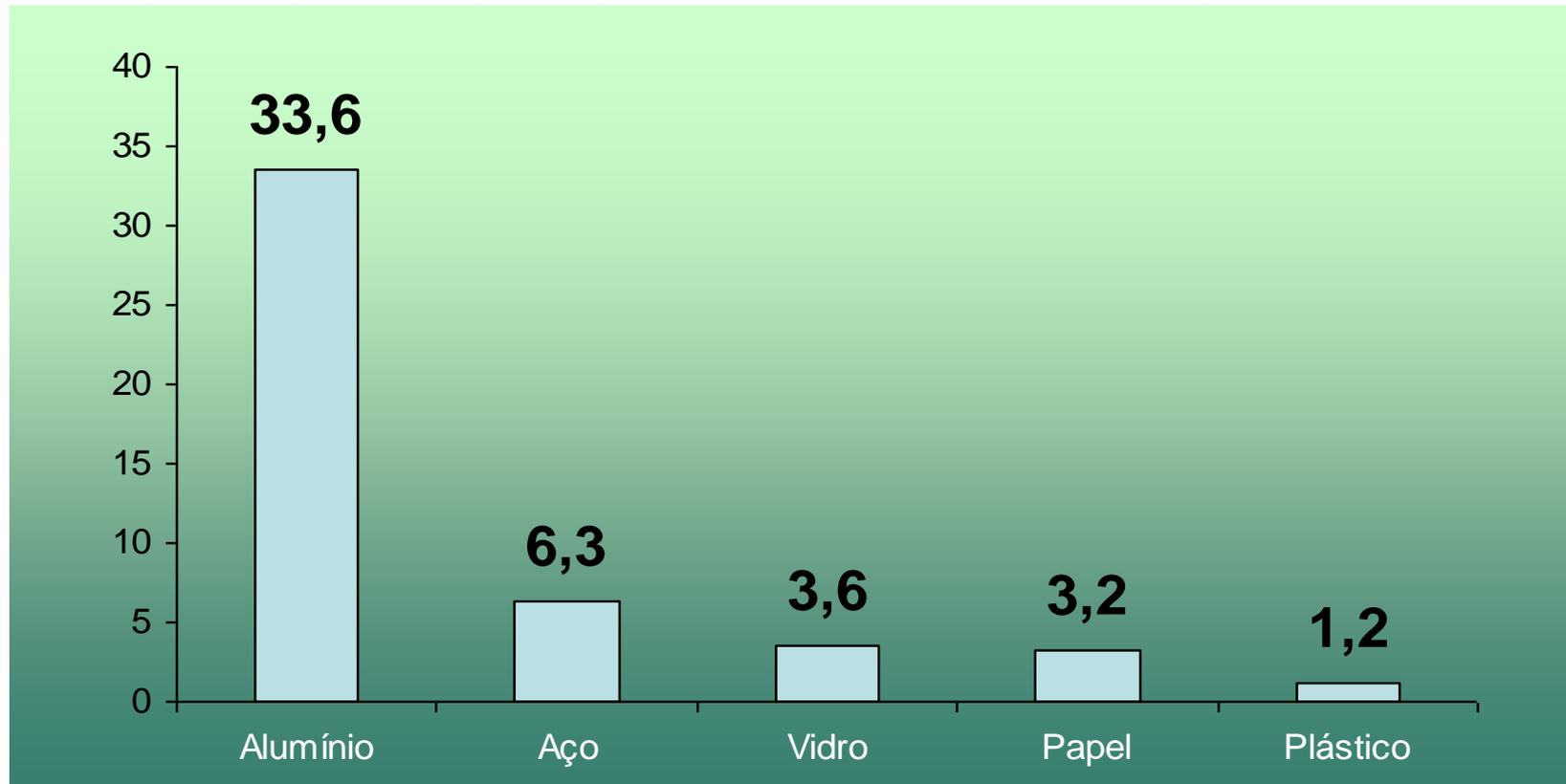
Global demand growth will require some 8 plants per year (400 kt). Much of the demand growth is in Asia, which will account for 35% of global demand by 2010

JACOBS
CONSULTANCY

Até 2010 serão necessárias mais 8 plantas por ano.

VANTAGENS DO PLÁSTICO

(Energia requerida para produzir 2,25 kls em kwh)



Plásticos tornam possíveis sofisticados aparatos eletrônicos e aeroespaciais, que não se consegue produzir com outro tipo de material.

PRODUTOS PETROQUÍMICOS

São fundamentais na vida moderna:

Plásticos

Carpetes

Adesivos

Fibras

Borrachas

Isopor

Detergentes

Farmacológicos

Cosméticos

Goma de mascar

Revestimentos

Selantes

Tintas

Solventes

Câmaras

Parafinas

Lubrificantes

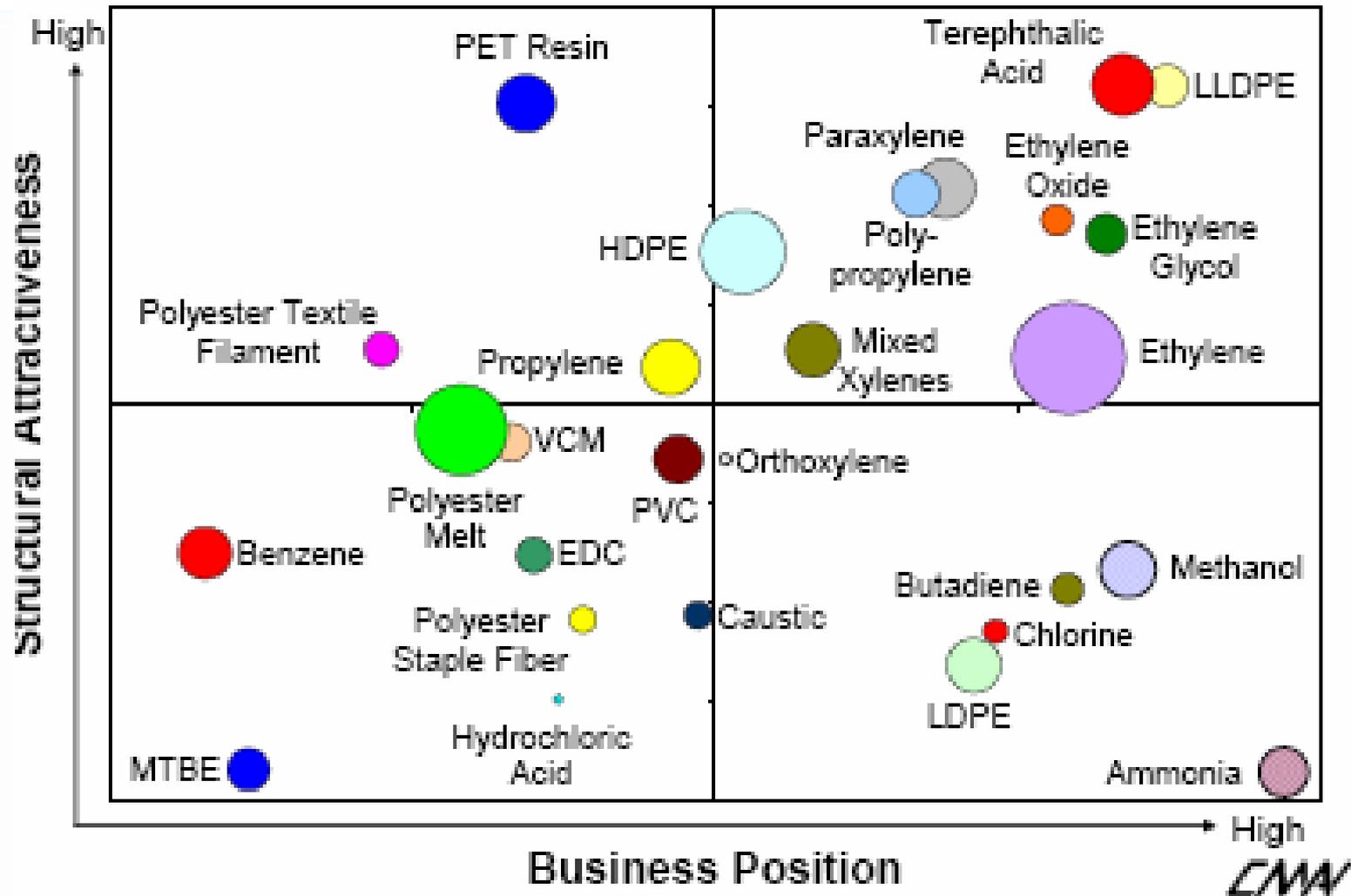
Fertilizantes

Filmes

Cordas de Violão



NPC-IRAN BUSINESS PORTFOLIO ANALYSIS



FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

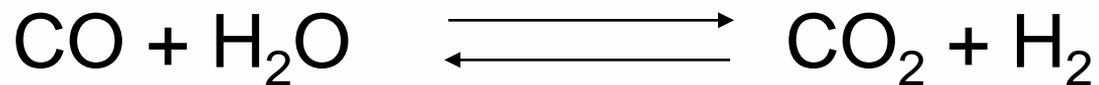
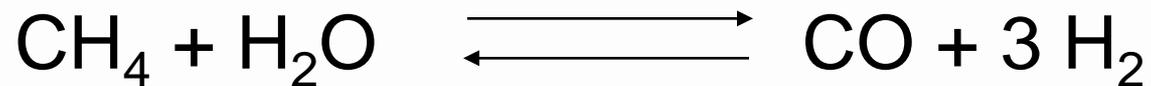
REINJEÇÃO

- * **PRODUÇÃO DE GLP**
- * MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA
- * MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE
- * REDUTOR SIDERÚRGICO
- * COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL
- * GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
- * USO AUTOMOTIVO
- * USO RESIDENCIAL E COMERCIAL



GÁS DE SÍNTESE

CATALIZADOR À BASE DE NÍQUEL



Vía GTL

Duas grandes opções de transformação química do gás em produtos de alto valor

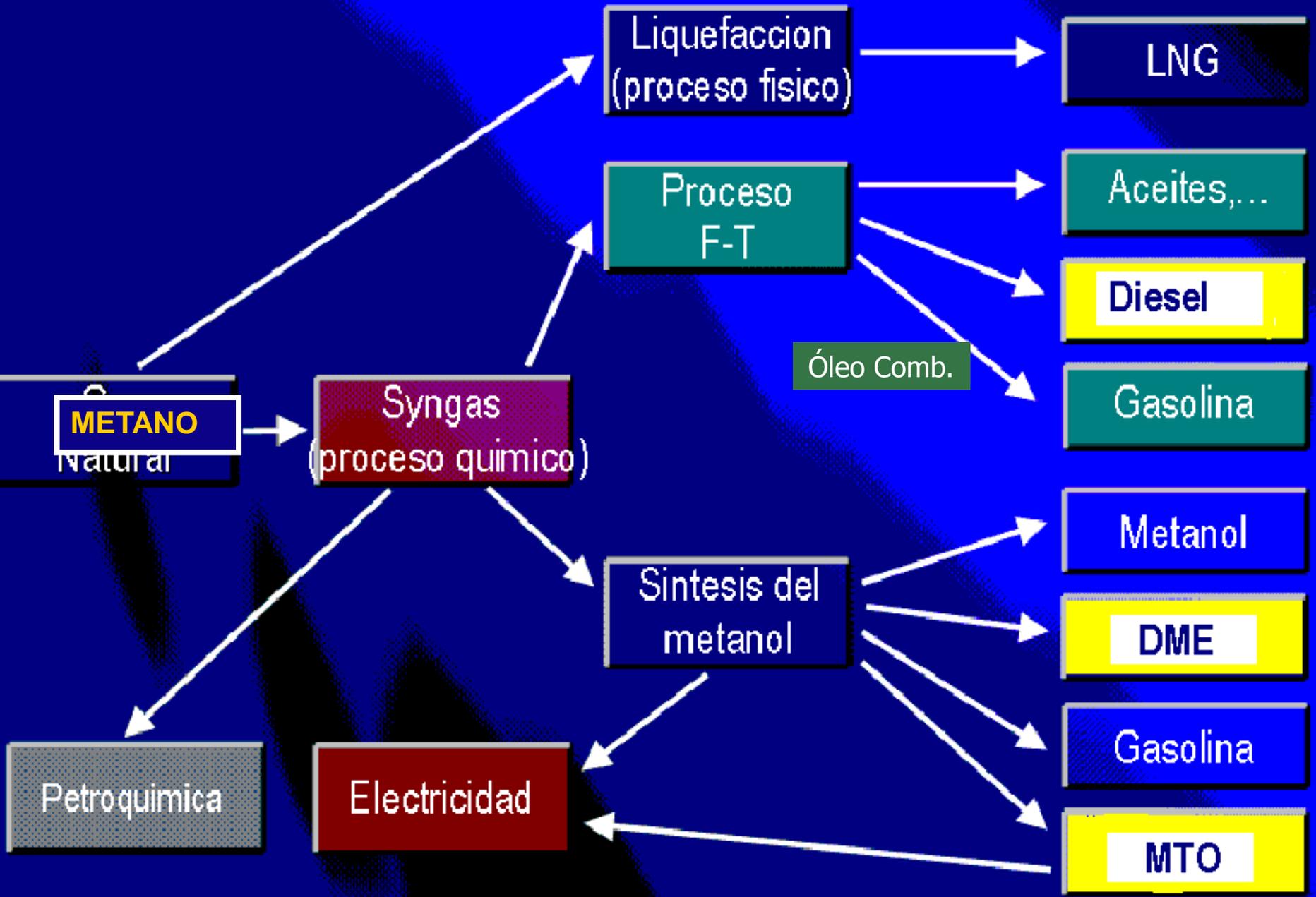
A transformação química do gas permite chegar aos mesmos produtos que se retiram do petróleo.

Logo de una etapa intermediária (Syngas) duas grandes opções:

- 1) Vía F-T , para combustíveis como o diesel,**
- 2) Vía metanol (se incorpora oxigeno ao metano).**



Opciones via Gas-to-Liquid



FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

REINJEÇÃO

- * PRODUÇÃO DE GLP
- * **MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA**
- * MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE
- * REDUTOR SIDERÚRGICO
- * COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL
- * GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
- * USO AUTOMOTIVO
- * USO RESIDENCIAL E COMERCIAL



METANOL

CATALIZADOR

(Cu + óxido de zinco e alumínio)



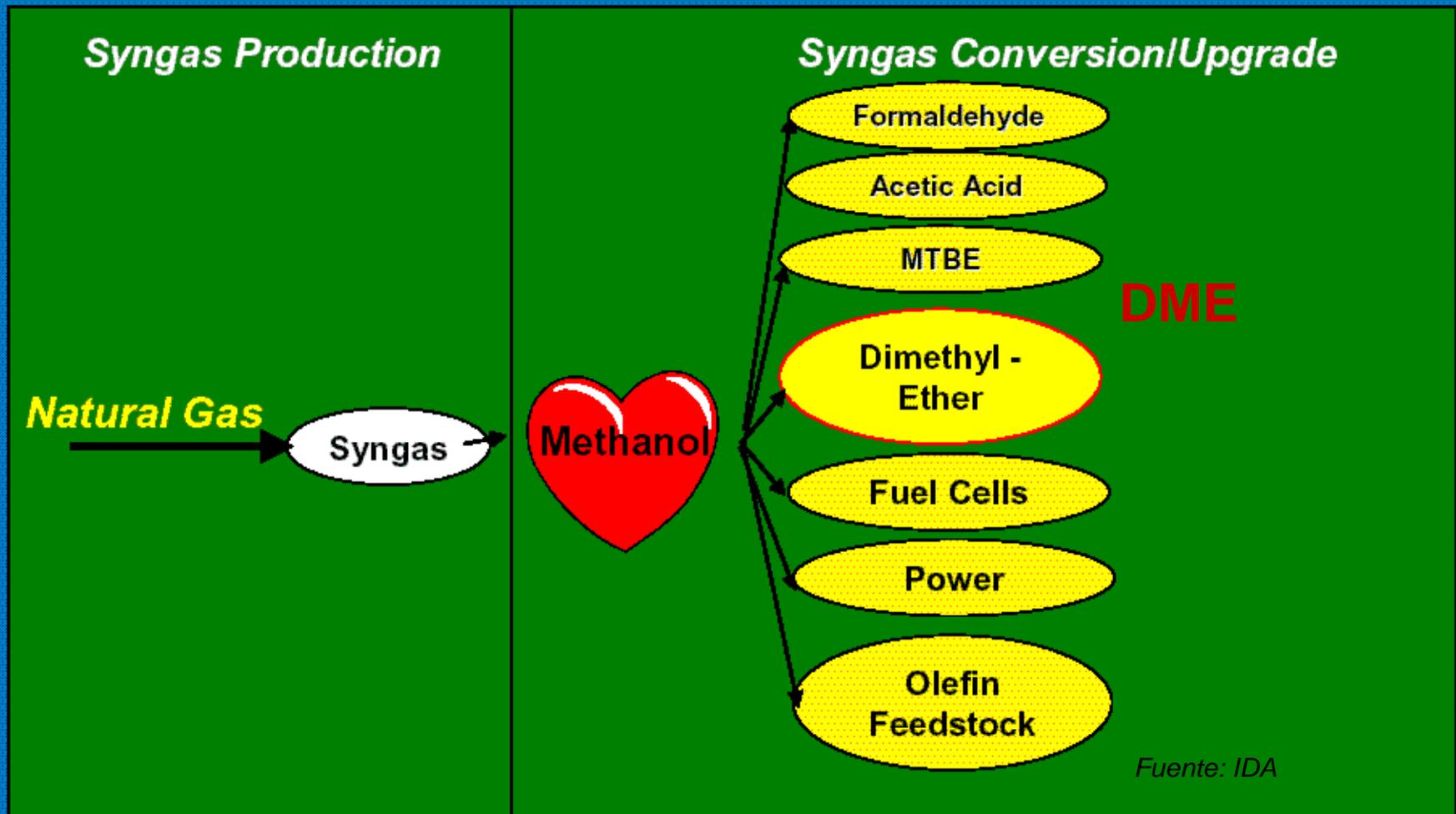
METANOL

O metanol é usado na fabricação de formaldeído e ácido acético (70% das 28 milhões de tons de metanol em 2000), como agente de limpeza, solvente, extrator, combustível e anticongelante, entre outras aplicações.

Com os apelos ambientais houve um destaque para a fabricação de MTBE(aditivo oxigenado para aumentar a octanagem da gasolina), hoje com certas restrições nos EUA. E, merecem destaques, o DME e a preferência dada ao metanol como gerador de hidrogênio em alguns protótipos de carros movidos a *fuel cells*.

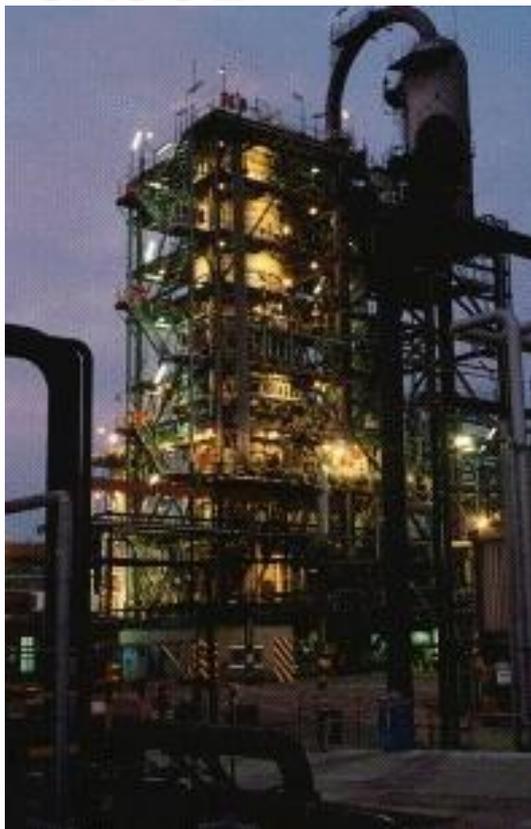
METANO-SYNGAS-metanol → DME E OUTROS

Methanol is at the **Heart** of all GTL Oxygenates technology.
DME is a key new fuel and chemical intermediate product.



EXPERIÊNCIA COMERCIAL DE GTL (F-T)

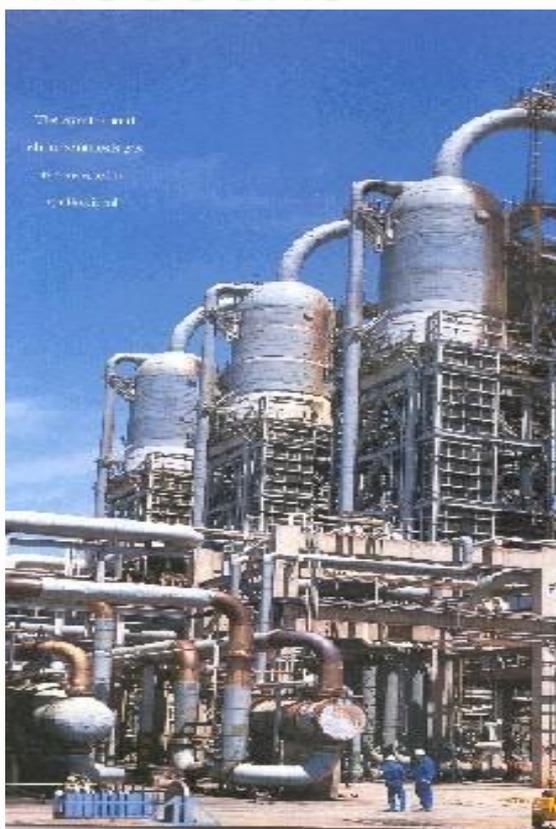
SASOL



160,500 bpd

45 anos de atividade comercial

MOSSGAS



22,500 bpd

11 años de actividad comercial

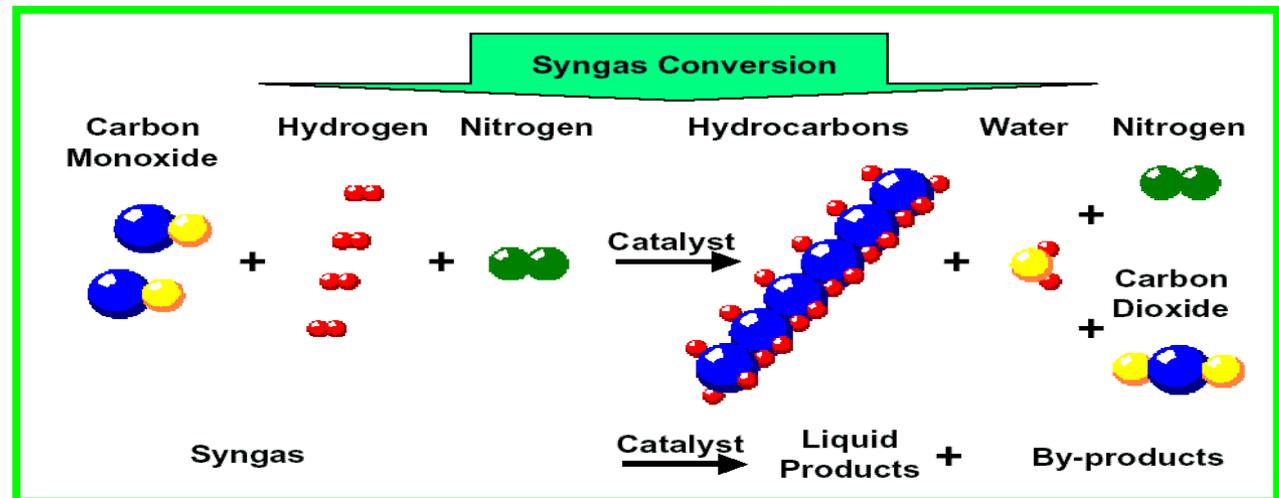
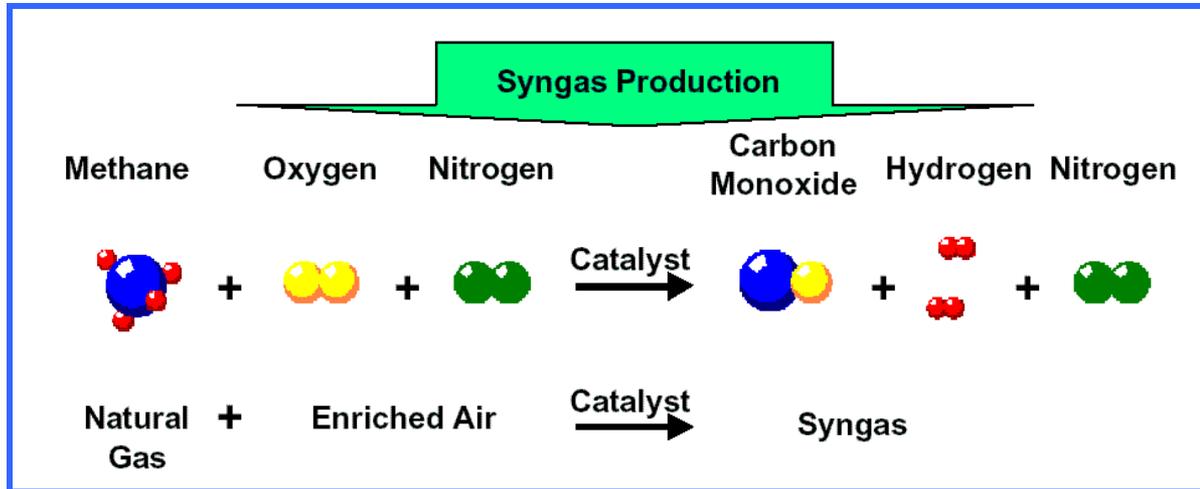
SHELL



15,500 bpd

8 anos de atividade comercial

METANO-SYNGAS-FT → DIESEL E OUTROS



GÁS DE SÍNTESE → GTL

Derivados do Petróleo

	COMPANHIA	PARTIDA	CAPACIDADE	MATÉRIA PRIMA
PLANTAS INDUSTRIAIS	SASOL I,II E III	1955	150000BPD	CARVÃO
	MOSSGAS	1993	23000BPD	GÁS
	SHELL BINTULÚ	1993	12500BPD	GÁS
<hr/>				
PROJETOS NOVOS	EXXON ALASKA		100000BPD	GÁS
	EXXON QATAR		100000BPD	GÁS
	AURORA PROJECT	50	– 200000BPD	GÁS
	SHELL INDONÉSIA		70000BPD	GÁS
	SHELL BANGLADESH		50000BPD	GÁS
	CHEVRON SASOL ESCRAVOS		30000BPD	GÁS
	SASOL PHILLIPS QATAR		20000BPD	GÁS



OS CUSTOS DE GTL BAIXAM...

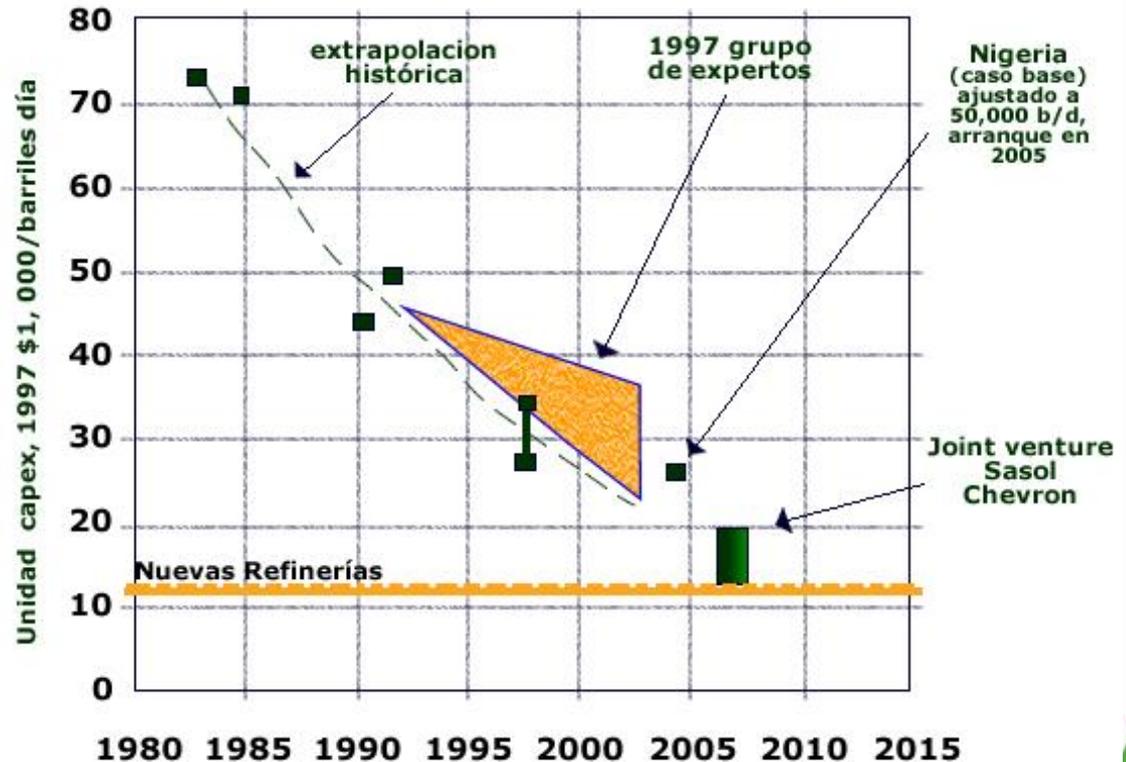
Los costos de la tecnología para transformar el gas están disminuyendo.

La eficiencia de la tecnología esta aumentando.

Ello le da rentabilidad a estos nuevos proyectos, y los hace posibles.

Son montos altos, pero eso no importa: **el capital mira si es rentable y si es seguro.**

Costo de planta de GTL normalizada a 50,000 b/d



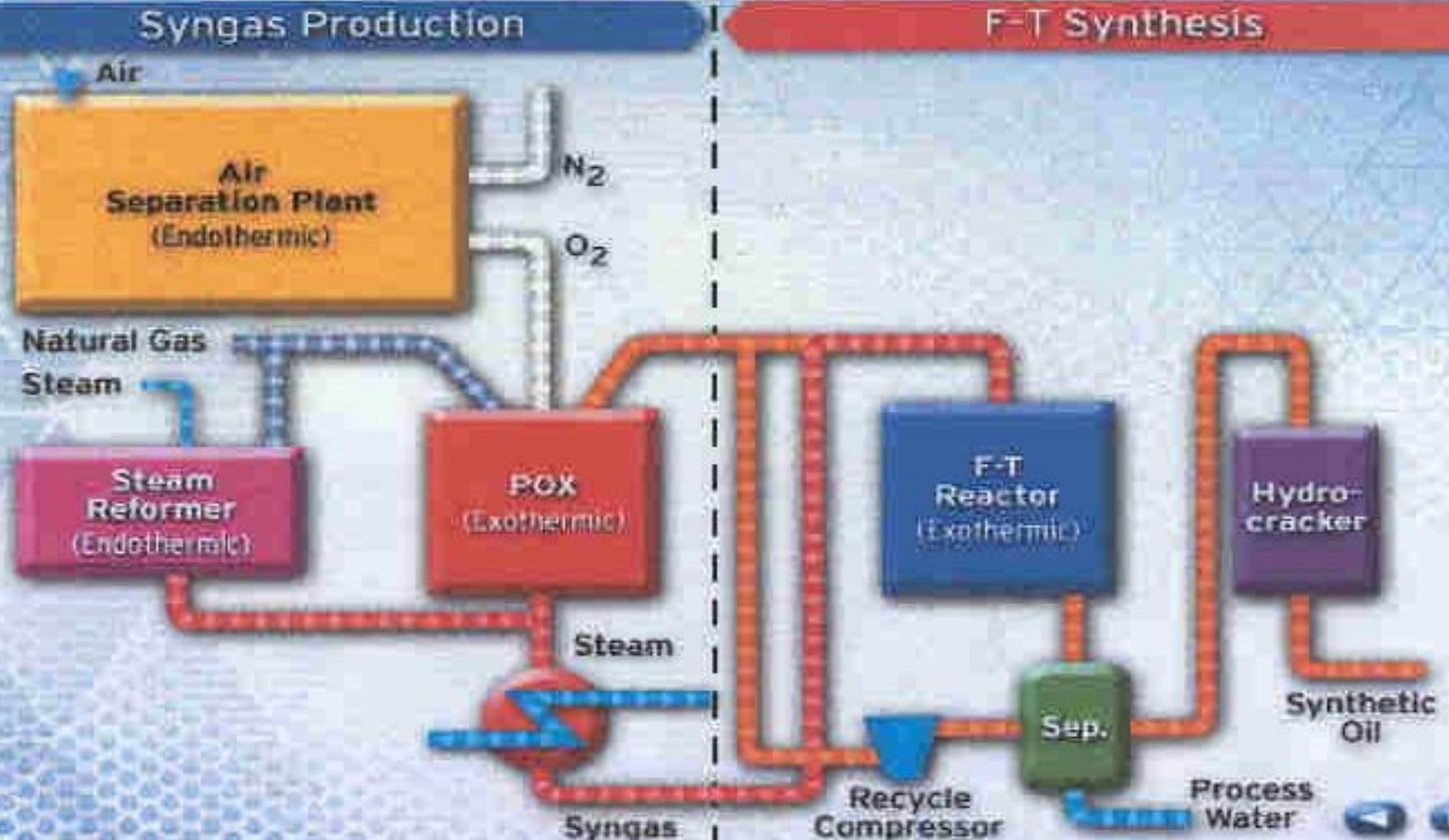
Fuente: OGJ

GTL: NOVOS PROCESSOS

Syntroleum's Technology Advantage



Typical GTL Process



FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

REINJEÇÃO

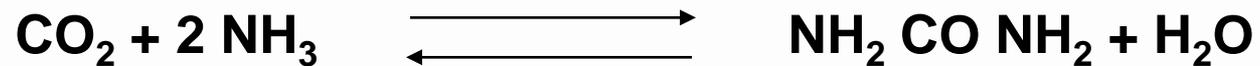
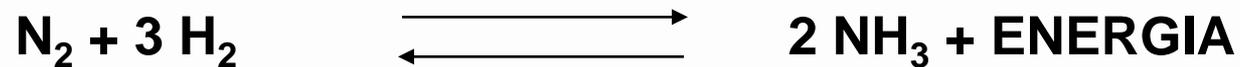
- * PRODUÇÃO DE GLP
- * MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA
- * **MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE**
- * REDUTOR SIDERÚRGICO
- * COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL
- * GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
- * USO AUTOMOTIVO
- * USO RESIDENCIAL E COMERCIAL



AMÔNIA / URÉIA

CATALIZADOR

(Óxido de ferro em base de alumina)



FAFEM - SE e BA



Fábrica de Laranjeiras-SE

LOCALIZAÇÃO NO NE

ÁREA DE ESTOCAGEM (t)

Fábrica de Camaçari/BA

estocagem de amônia	2.000
estocagem de uréia	30.000
estocagem de ác. Nítrico	1.200

Fábrica de Laranjeiras/SE

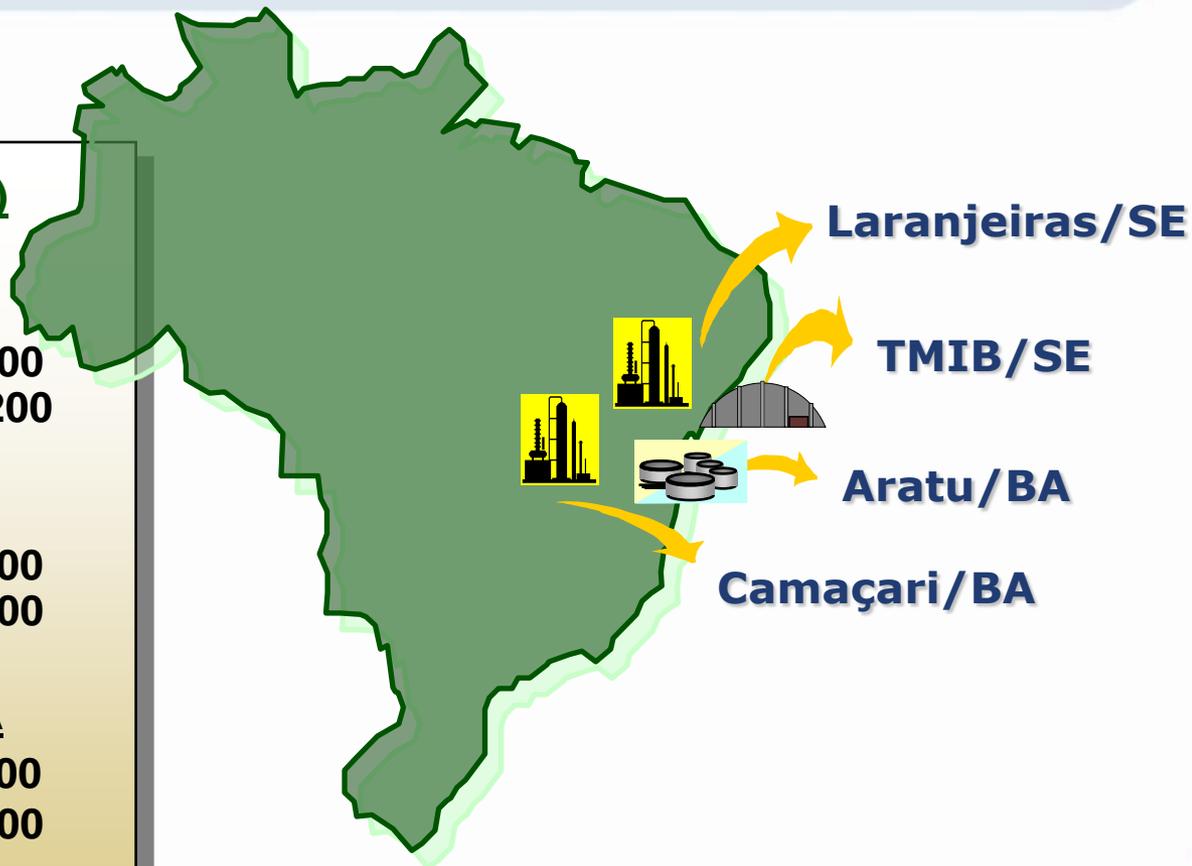
estocagem de amônia	10.000
estocagem de uréia	30.000

Terminal Portuário de Aratu/BA

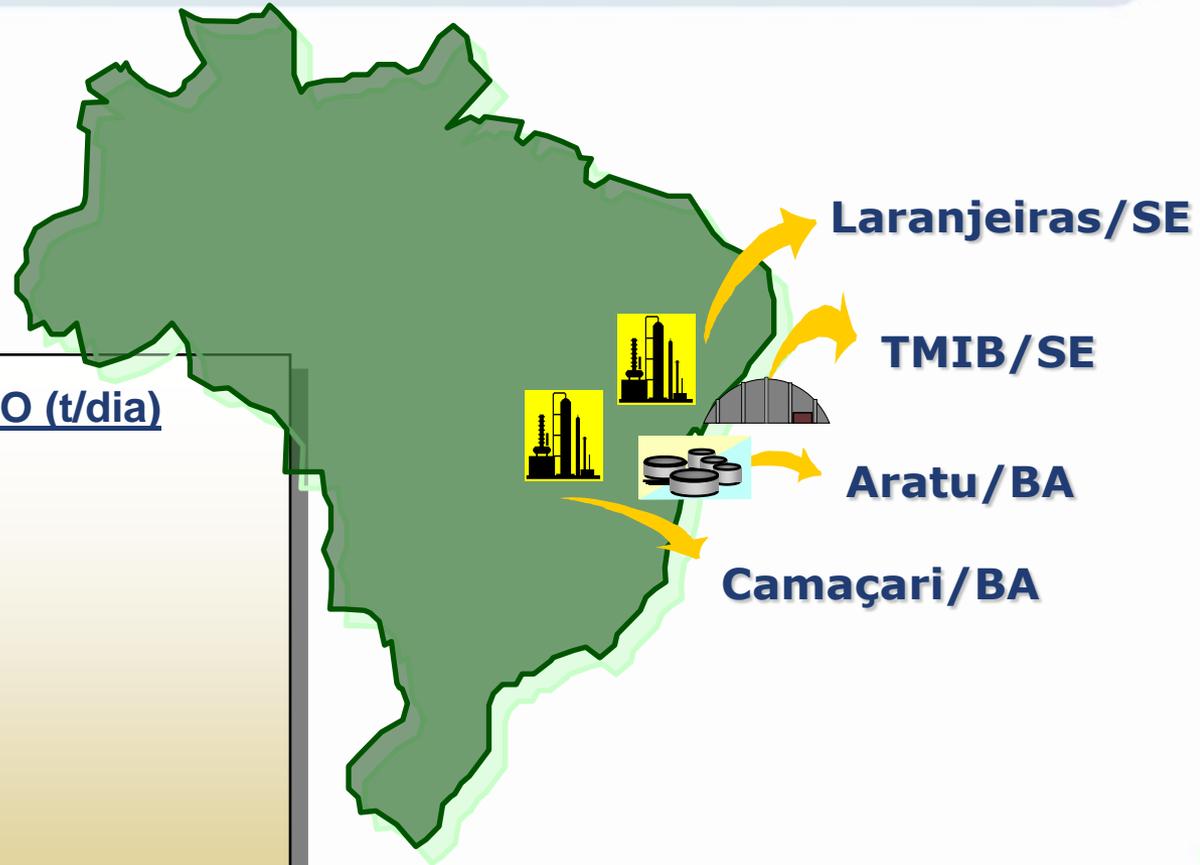
estocagem de amônia	30.000
estocagem de uréia	30.000

Terminal Ignácio Barbosa/SE

estocagem de uréia	25.000
--------------------	--------



LOCALIZAÇÃO NO NE



UNIDADES DE PRODUÇÃO (t/dia)

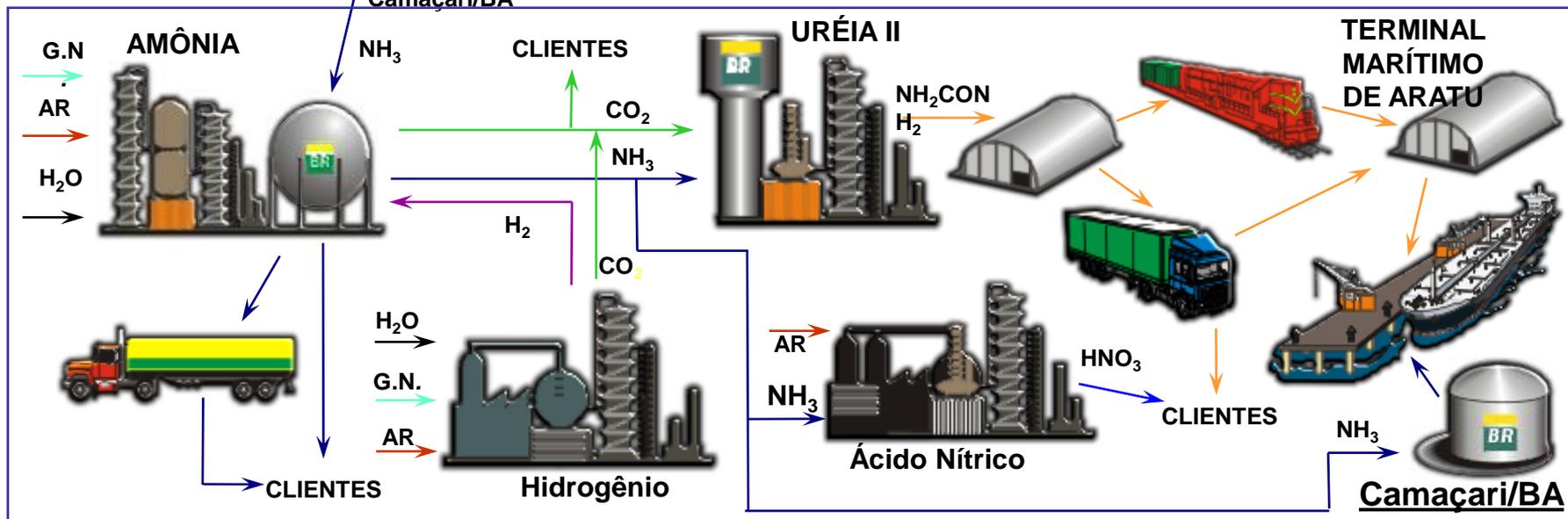
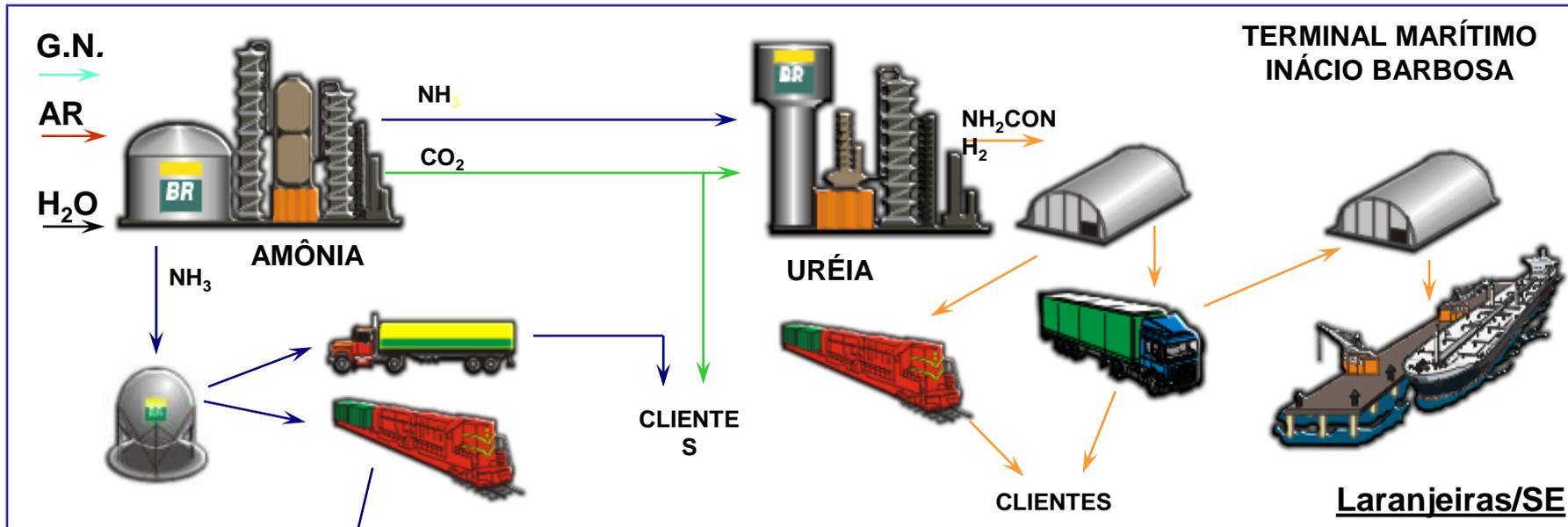
Fábrica de Camaçari/BA

amônia	1.500
uréia	1.500
ác. nítrico diluído	300
ác. nítrico concentrado	300
hidrogênio	30

Fábrica de Laranjeiras/SE

amônia	1.250
uréia	1.800

LOGÍSTICA DOS PRODUTOS



Importância dos Fertilizantes Nitrogenados



Uma Fábrica de Vida

FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

REINJEÇÃO

- * PRODUÇÃO DE GLP
- * MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA
- * MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE
- * **REDUTOR SIDERÚRGICO**
- * COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL
- * GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
- * USO AUTOMOTIVO
- * USO RESIDENCIAL E COMERCIAL

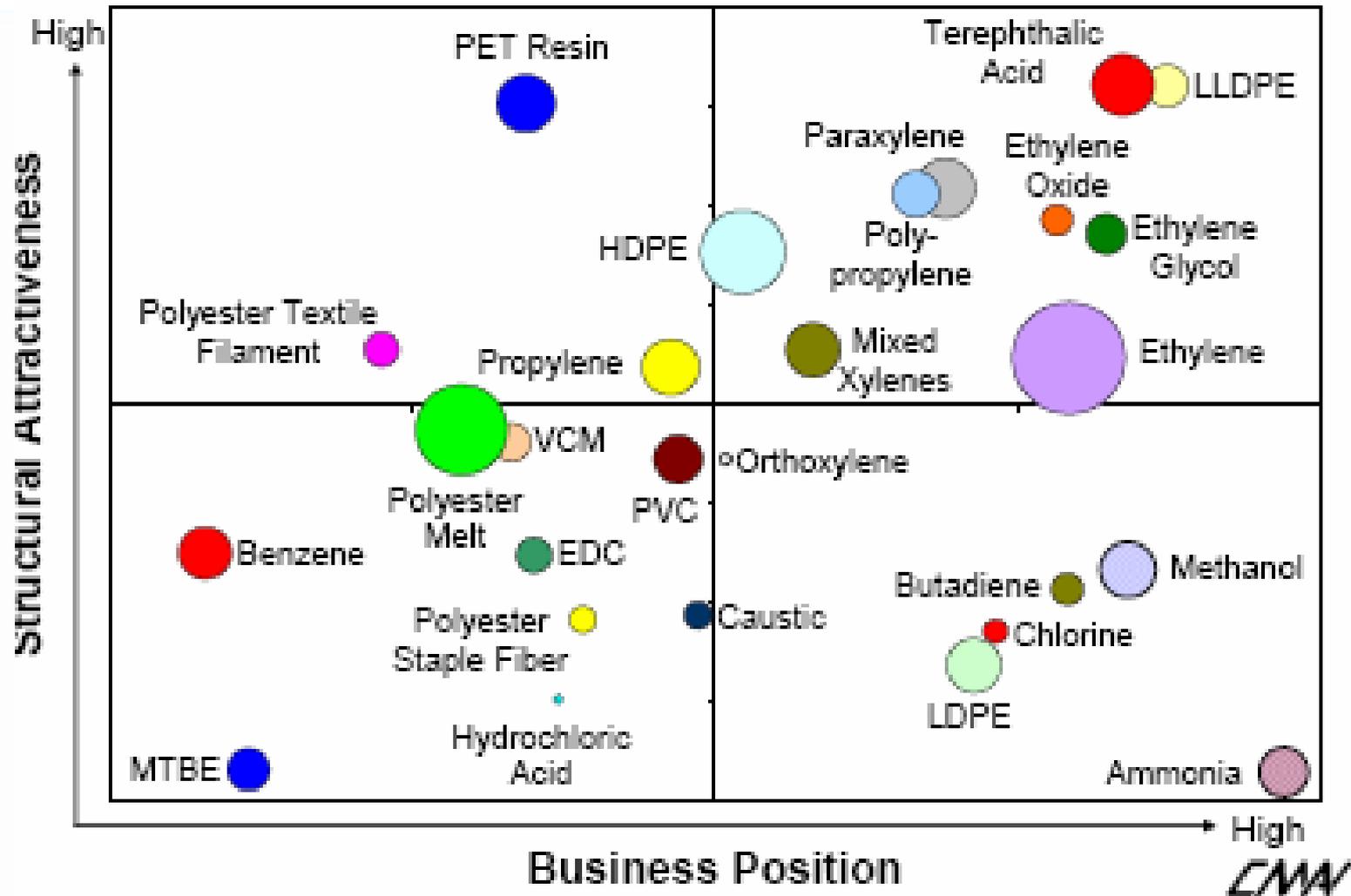


REDUTOR SIDERÚRGICO

(USIBA)



NPC-IRAN BUSINESS PORTFOLIO ANALYSIS



FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

REINJEÇÃO

- * PRODUÇÃO DE GLP
- * MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA
- * MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE
- * REDUTOR SIDERÚRGICO
- * **COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL**
- * GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
- * USO AUTOMOTIVO
- * USO RESIDENCIAL E COMERCIAL



REDUÇÕES DE EMISSÕES COM O USO DO GÁS NATURAL (*)

MATERIAL PARTICULADO -80.8%

SO₂ -99%

SO₃ -100%

CO -49.4%

C_nH_{2n+2} -54.2%

NOx -47.2%

() comparando com o óleo combustível*

VANTAGENS DECORRENTES DA UTILIZAÇÃO DO GÁS

- REDUZ EMISSÕES DE POLUENTES

- Ausência de compostos de enxôfre
- Reduzidas emissões de compostos nitrogenados
- Reduzidas emissões de hidrocarbonetos
- Reduzidas emissões de monóxido de carbono

- MELHOR RENDIMENTO TÉRMICO

- MAIOR PRECISÃO DE REGULAGEM

- MENOR CUSTO OPERACIONAL

- ELIMINAÇÃO DE ESTOQUES



FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

REINJEÇÃO

- * PRODUÇÃO DE GLP
- * MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA
- * MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE
- * REDUTOR SIDERÚRGICO
- * **COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL**
- * **GERAÇÃO DE ELETRICIDADE**
- * USO AUTOMOTIVO
- * USO RESIDENCIAL E COMERCIAL



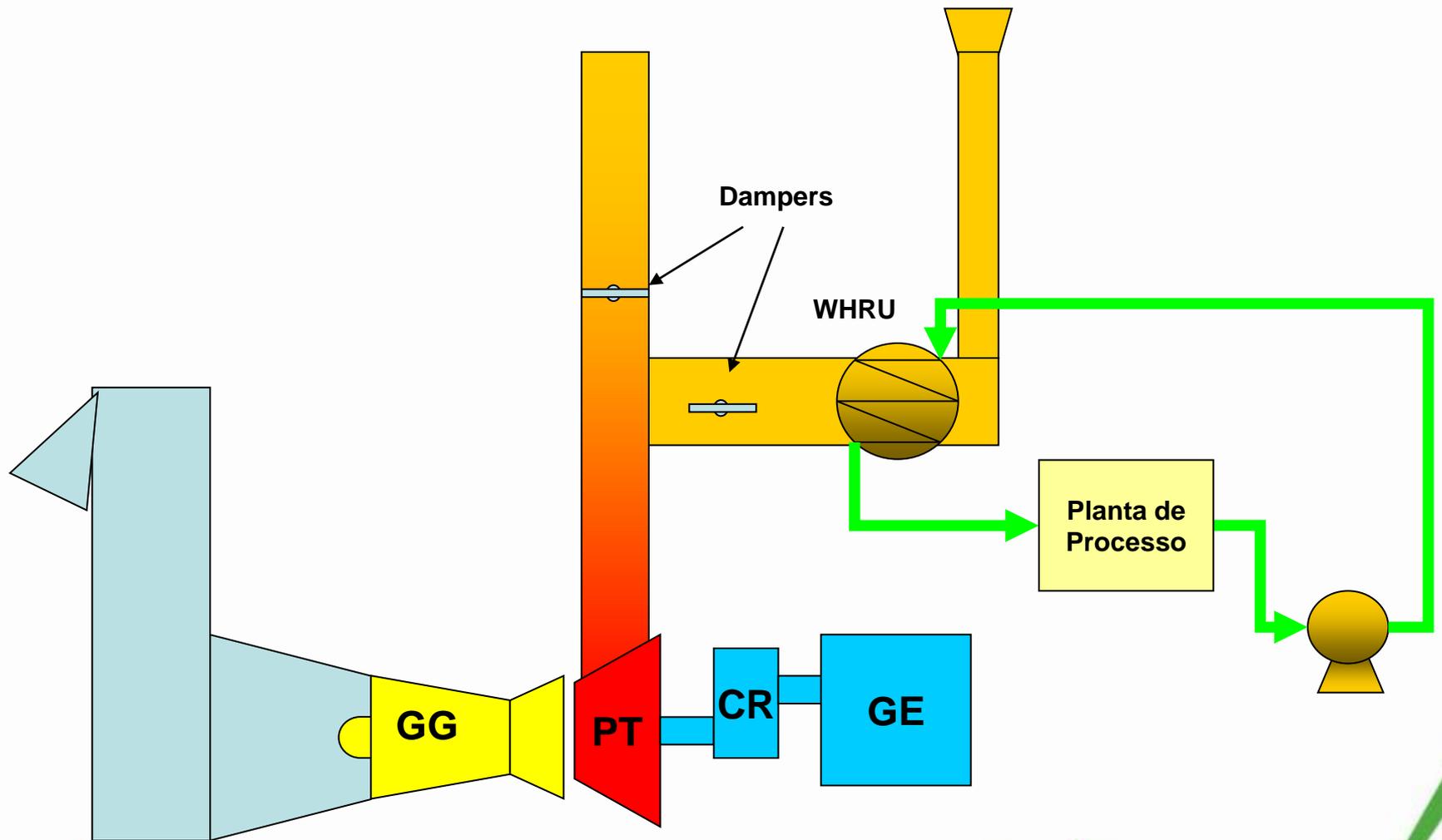
EFICIÊNCIA TÉRMICA

CICLO COMBINADO

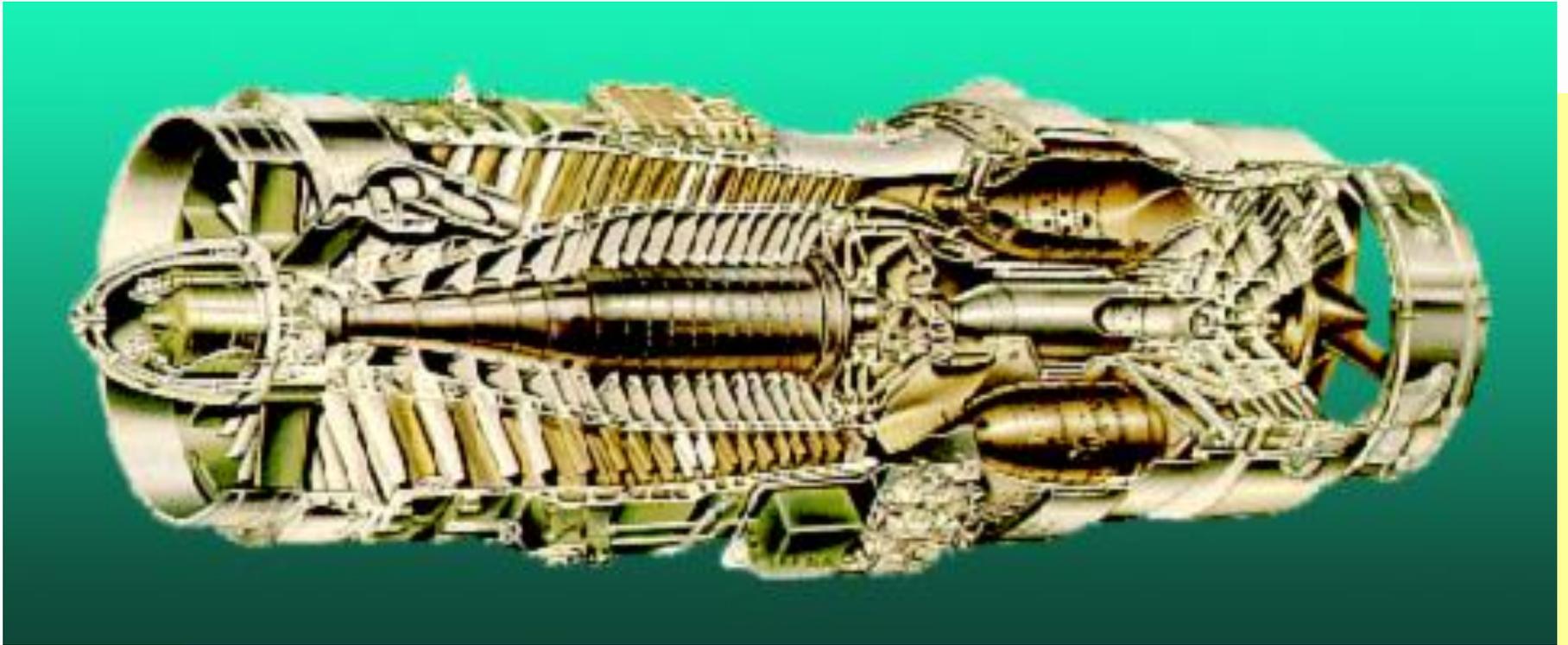
X

COGERAÇÃO

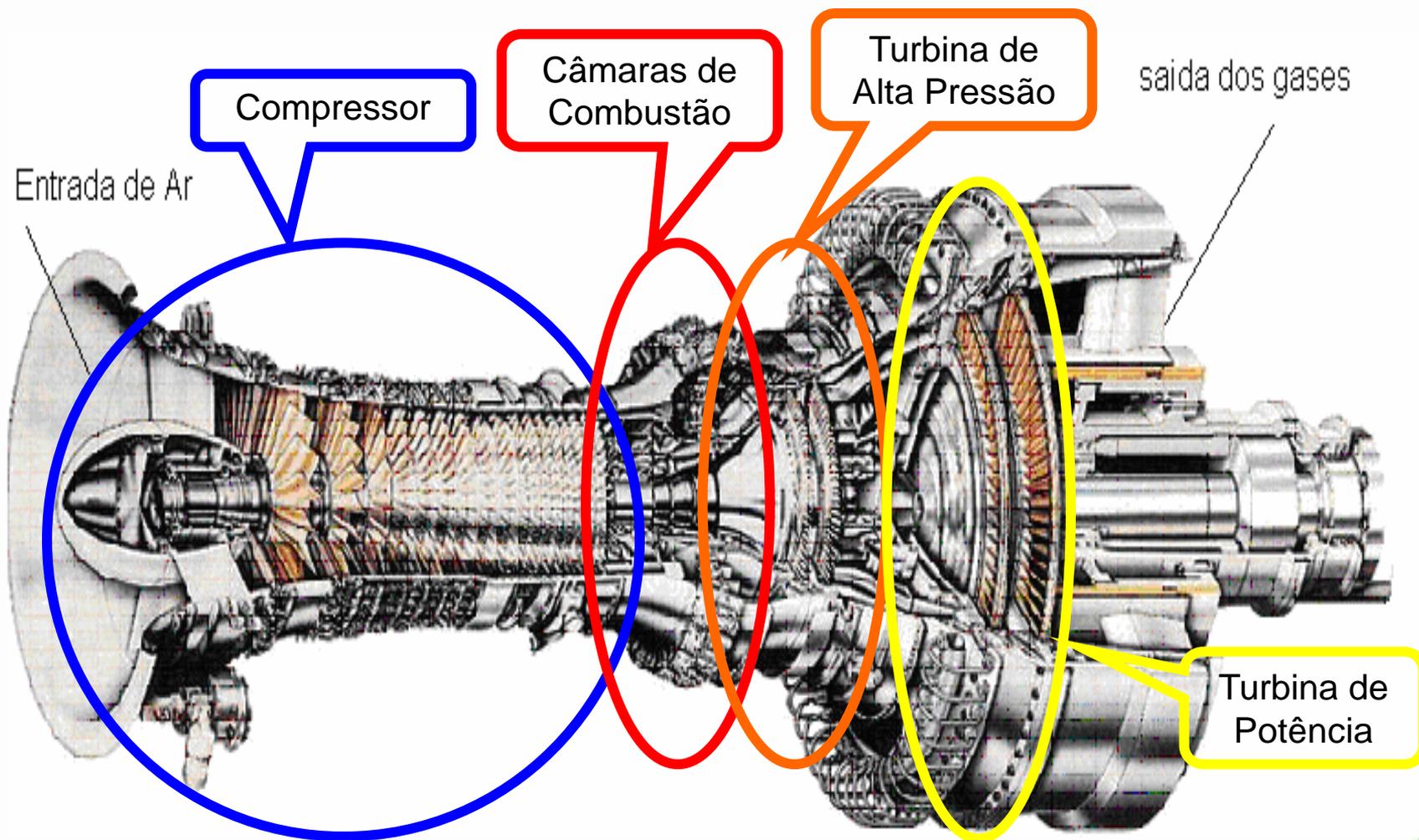
CICLO COMBINADO



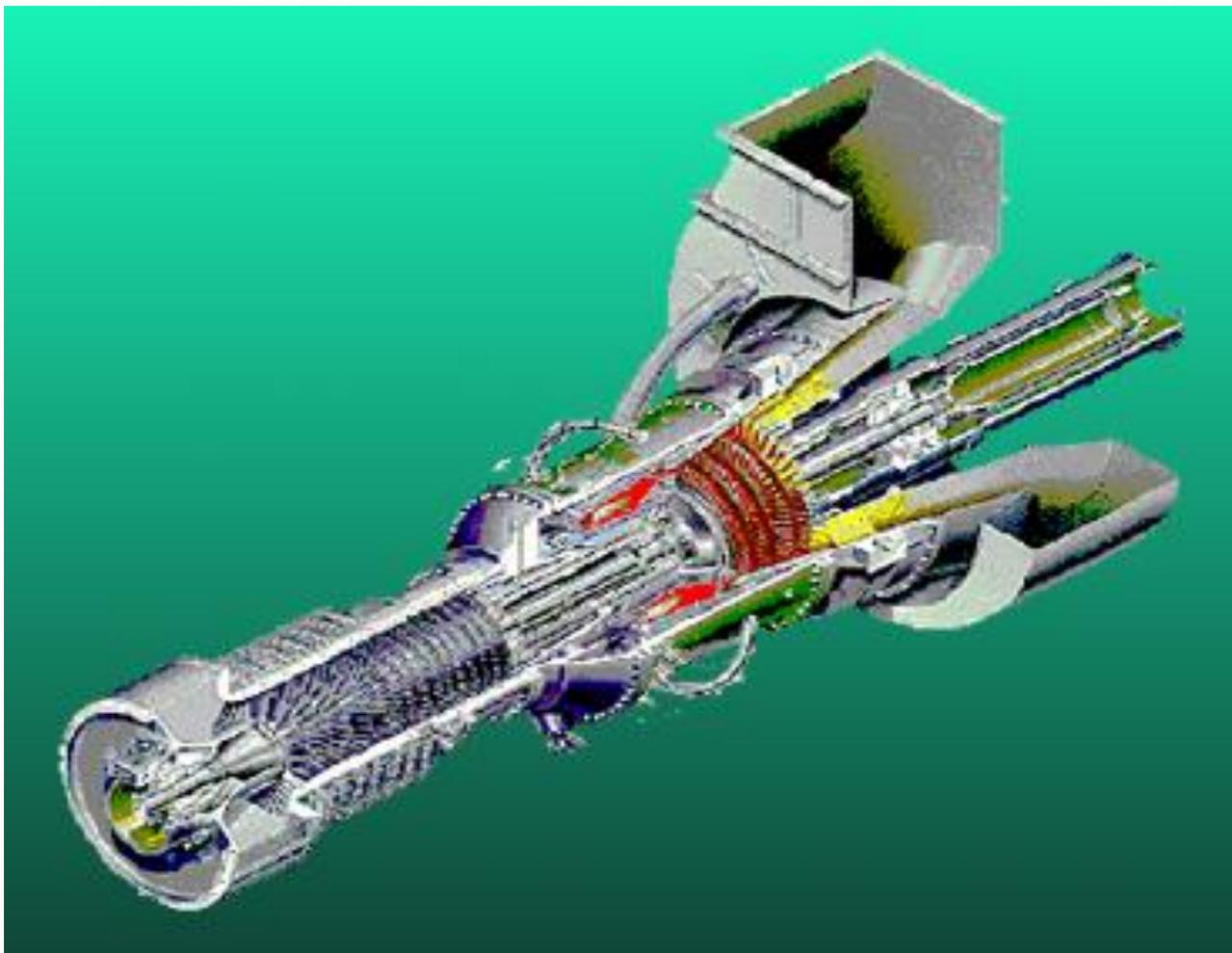
ROLLS ROYCE / AVON / MK 1535



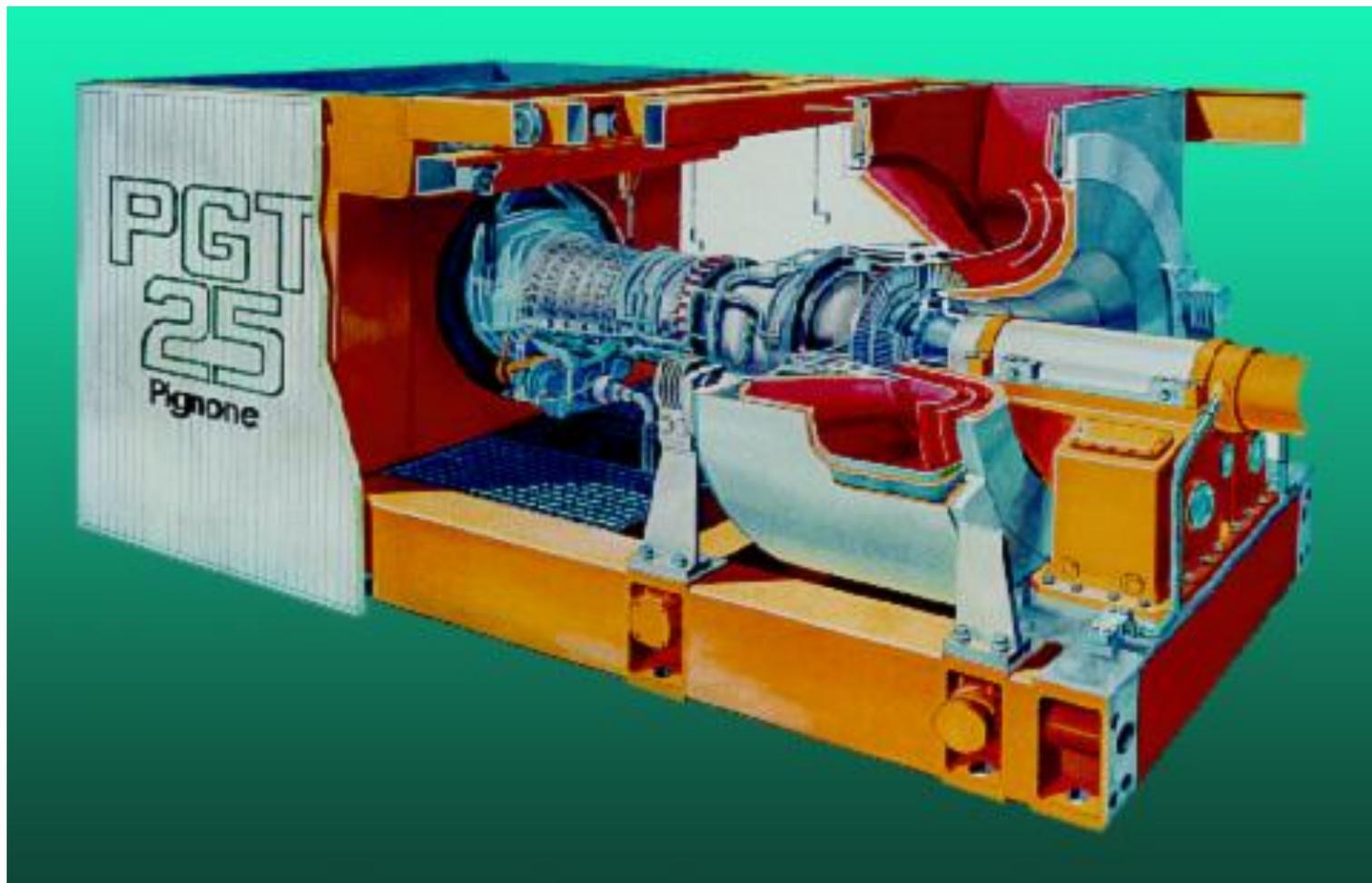
PARTES DE UMA TURBINA



SOLAR T 10000 / SOLAR MARS



GE LM 2500 / NUOVO PIGNONI PGT-25



Usina Termelétrica de CANOAS - RS



18. 7. 2002 13:37

TERMOCANOAS



FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

REINJEÇÃO

- * PRODUÇÃO DE GLP
- * MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA
- * MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE
- * REDUTOR SIDERÚRGICO
- * COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL
- * GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
- * **USO AUTOMOTIVO**
- * USO RESIDENCIAL E COMERCIAL



GÁS AUTOMOTIVO

$$V = 62 \text{ l} \quad T = 25 \text{ }^\circ\text{C} \quad P = 3357 \text{ psia} = 231,5 \text{ bara}$$

Com $Z = 0,80$ (Katz c/P_r e T_r)

Condições básicas (Brasil) $P_b = 1,013 \text{ bar}$ e $T_b = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$$P_b \times V_b / Z_b \times T_b = P \times V / Z \times T$$

$$V_b = V \times (P/P_b) \times (Z_b/Z) \times (T_b/T)$$

$$V_b = 0,062 \times (231,5/1,013) \times (0,98/0,80) \times (293,15/298,15) =$$

$$V_b = 17,06 \text{ m}^3$$

GÁS AUTOMOTIVO

$$P = 231,5 \text{ bara} \quad T = 25 \text{ }^\circ\text{C} \quad PM = 18$$

$$D = P \times PM / ZRT$$

$$Dd = 231,5 \times 18 / 0,80 \times 0,08314 \times 298,15$$

$$Dd = 210,130 \text{ kg/m}^3 \text{ (comprimido)}$$

$$Da = 1,013 \times 18 / 0,98 \times 0,08314 \times 298,15$$

$$Da = 0,751 \text{ kg/m}^3$$

$$Dd/Da = 279,8$$

CUSTO REAL DO COMBUSTÍVEL

	R\$/l	R\$/MMBTU
GASOLINA	2,25	68,3
DIESEL	1,05	28,8
ÁLCOOL	1,50	67,6
ÓLEO COMBUSTÍVEL	0,42	9,8
GLP	1,03	40

	R\$/m ³	R\$/MMBTU
GN (nacional) *	0,246	6,6
GN (boliviano) *	0,403	10,8
GMV	1,07	28,7
DOMICILIAR	1,25	56

() preços ao distribuidor (com impostos)*

GASOLINA

$$2,25 \frac{\text{R\$}}{\text{l}} \div 8300 \frac{\text{Kcal}}{\text{l}}$$

$$1 \text{ MMBTU} = 252 \times 10^3 \text{ Kcal}$$

$$\frac{2,25 \times 252 \times 10^3}{8300} = \text{R\$}68,30 / \text{MMBTU}$$

FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

REINJEÇÃO

- * PRODUÇÃO DE GLP
- * MATÉRIA-PRIMA PETROQUÍMICA
- * MATÉRIA-PRIMA FERTILIZANTE
- * REDUTOR SIDERÚRGICO
- * COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL
- * GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
- * USO AUTOMOTIVO
- * **USO RESIDENCIAL E COMERCIAL**



ESPECIFICAÇÃO DO GÁS NATURAL

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE (2) (3)			MÉTODO	
		Norte	Nordeste	Sul, Sudeste, Centro- Oeste	ASTM	ISO
Poder calorífico superior ⁽⁴⁾	kJ/m^3 kWh/m^3	34.000 a 38.400 9,47 a 10,67	35.000 a 42.000 9,72 a 11,67		D 3588	6976
Índice do Wobbe ⁽⁵⁾	kJ/ m^3	40.500 a 45.000	46.500 a 52.500		-	6976
Metano, mín.	% vol.	68,0	86,0		D 1945	6974
Etano, máx.	% vol.	12,0	10,0			
Propano, máx.	% vol.	3,0				
Butano e mais pesados, máx.	% vol.	1,5				
Oxigênio, máx.	% vol.	0,8	0,5			
Inertes ($\text{N}_2 + \text{CO}_2$), máx.	% vol.	18,0	5,0	4,0		
Nitrogênio	% vol.	Anotar		2,0		
Enxofre Total, máx.	mg/ m^3	70			D 5504	6326-2 6326-5
Gás Sulfídrico (H_2S), máx. ⁽⁶⁾	mg/ m^3	10,0	15,0	10,0	D 5504	6326-2 6326-5
Ponto de Orvalho de água a l atm, máx.	$^{\circ}\text{C}$	- 39	- 39	- 45	D 5454	-

ESPECIFICAÇÃO DO GÁS NATURAL

Observações:

- (1) O gás natural deve estar tecnicamente isento, ou seja, não deve haver traços visíveis de partículas sólidas e partículas líquidas.**
- (2) Limites especificados são valores referidos a 293,15 K (20 °C) e 101,325 kPa(1 atm) em base seca, exceto ponto de orvalho.**



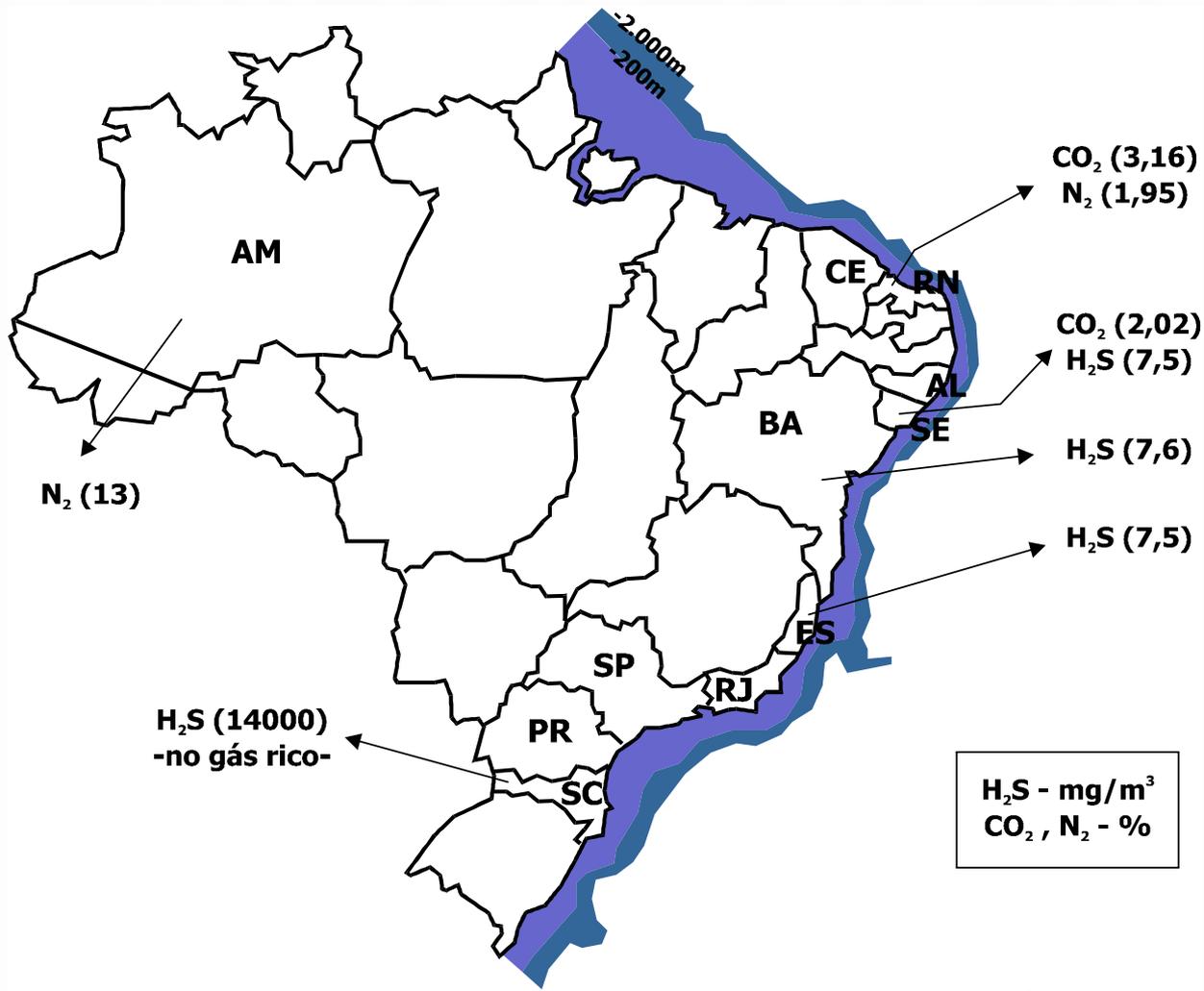
CARACTERÍSTICAS MÉDIAS DO GÁS NATURAL RICO “IN NATURA”

ITEM	CE/RN	SE/AL	BA	ES	RJ	SP	AM	PR/SC
COMPOSIÇÃO (% VOL)								
METANO	74,53	81,32	81,14	88,16	79,69	87,98	68,88	73,58
ETANO	10,40	8,94	11,15	4,80	9,89	6,27	12,20	12,17
PROPANO	5,43	3,26	3,06	2,75	5,90	2,86	5,19	6,70
BUTANO	2,81	1,84	1,39	1,55	2,13	1,16	1,80	3,22
PENTANO	1,30	0,74	0,72	0,44	0,77	0,27	0,43	1,06
HEXANO e sup.	1,40	0,42	0,30	0,44	0,44	0,07	0,18	0,48
N ₂	1,39	1,51	1,63	1,64	0,80	1,16	11,12	1,74
CO ₂	2,74	1,97	0,81	0,24	0,50	0,23	0,20	0,64
H ₂ S (mg/m ³)	1,50	7,50	7,60	7,50	6,70	traços	-	13920
PCS (Kcal/m ³)	12500	10300	10600	10250	10930	9849	9902	11622
DENSIDADE	0,83	0,80	0,71	0,66	0,73	0,64	0,75	0,85
RIQUEZA (%)	10,94	6,26	5,47	5,18	9,24	4,36	7,60	11,46

CARACTERÍSTICAS MÉDIAS DO GÁS NATURAL TRATADO (RESIDUAL)

ITEM	CE/RN	SE/AL	BA	ES	RJ	SP	AM
COMPOSIÇÃO (% VOL)							
METANO	83,50	89,00	86,10	90,40	90,65	88,23	75,28
ETANO	11,00	6,92	10,70	5,13	7,03	6,55	9,73
PROPANO	0,41	0,29	0,56	1,93	0,69	2,29	1,50
BUTANO	-	-	-	0,52	-	0,81	0,31
PENTANO	-	-	-	0,06	-	0,11	0,20
HEXANO e sup.	-	-	-	0,05	-	0,07	0,04
N₂	1,95	1,77	1,73	1,56	1,00	1,59	12,74
CO₂	3,16	2,02	0,90	0,39	0,50	0,26	0,20
H₂S (mg/m³)	4,50	7,50	7,60	7,50	4,0	traços	-
PCS (Kcal/m³)	9800	9100	9400	9600	9274	9648	8696
DENSIDADE	0,65	0,62	0,62	0,62	0,61	0,633	0,68

QUALIDADE DO GÁS NATURAL NO BRASIL



ESPECIFICAÇÃO EM OUTROS PAÍSES

PAÍS	H ₂ S (mg/m ³)	S TOTAL (mg/m ³)	CO ₂ (% vol)	N ₂ (% vol)	O ₂ (% vol)
Áustria	6,0	100,0	1,5	2,0	0
Bélgica	5,0	150,0	2,0	N.E.	1,0
Canadá	23,0	460,0	2,0	N.E.	0,4
França	15,0 (*)	150,0	N.E.	N.E.	N.E.
Alemanha	5,0	150,0	2,0	-	0,7
Itália	2,0	100,0	1,5	10,0	0,6
Holanda	5,0	150,0	1,5	N.E.	0,5
Polônia	20,0	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Inglaterra	5,0	50,0	N.E.	N.E.	0,1
Iugoslávia	20,0	100,0		7,0	

N.E. = Não especificado.

(*) Teor máximo durante 8 horas consecutivas. Média durante um período de 8 dias: abaixo de 7,0 mg/m³.

FONTE: Specification limits for natural gas which have to be met for further transportation, distribution and utilization (L. Heisler, Áustria).