

9.1. INFORMAÇÕES GERAIS

De modo similar aos demais combustíveis fósseis, o gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, originados da decomposição de matéria orgânica fossilizada ao longo de milhões de anos. Em seu estado bruto, o gás natural é composto principalmente por metano, com proporções variadas de etano, propano, butano, hidrocarbonetos mais pesados e também CO_2 , N_2 , H_2S , água, ácido clorídrico, metanol e outras impurezas. Os maiores teores de carbono são encontrados no gás natural não-associado⁽²⁰⁾ (GASNET, 1999).

As principais propriedades do gás natural são a sua densidade em relação ao ar, o poder calorífico, o índice de Wobbe, o ponto de orvalho da água e dos hidrocarbonetos e os teores de carbono, CO_2 , hidrogênio, oxigênio e compostos sulfurosos. Outras características intrínsecas importantes são os baixos índices de emissão de poluentes, em comparação a outros combustíveis fósseis, rápida dispersão em caso de vazamentos, os baixos índices de odor e de contaminantes. Ainda, em relação a outros combustíveis fósseis, o gás natural apresenta maior flexibilidade, tanto em termos de transporte como de aproveitamento (ANEEL, 2000).

Além de insumo básico da indústria gasoquímica, o gás natural tem-se mostrado cada vez mais competitivo em relação a vários outros combustíveis, tanto no setor industrial como no de transporte e na geração de energia elétrica. Nesse último caso, a inclusão do gás natural na matriz energética nacional, conjugada com a necessidade de expansão do parque gerador de energia elétrica e com o esgotamento dos melhores potenciais hidráulicos do país, tem despertado o interesse de analistas e empreendedores em ampliar o seu uso na geração termelétrica.

9.2. RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO

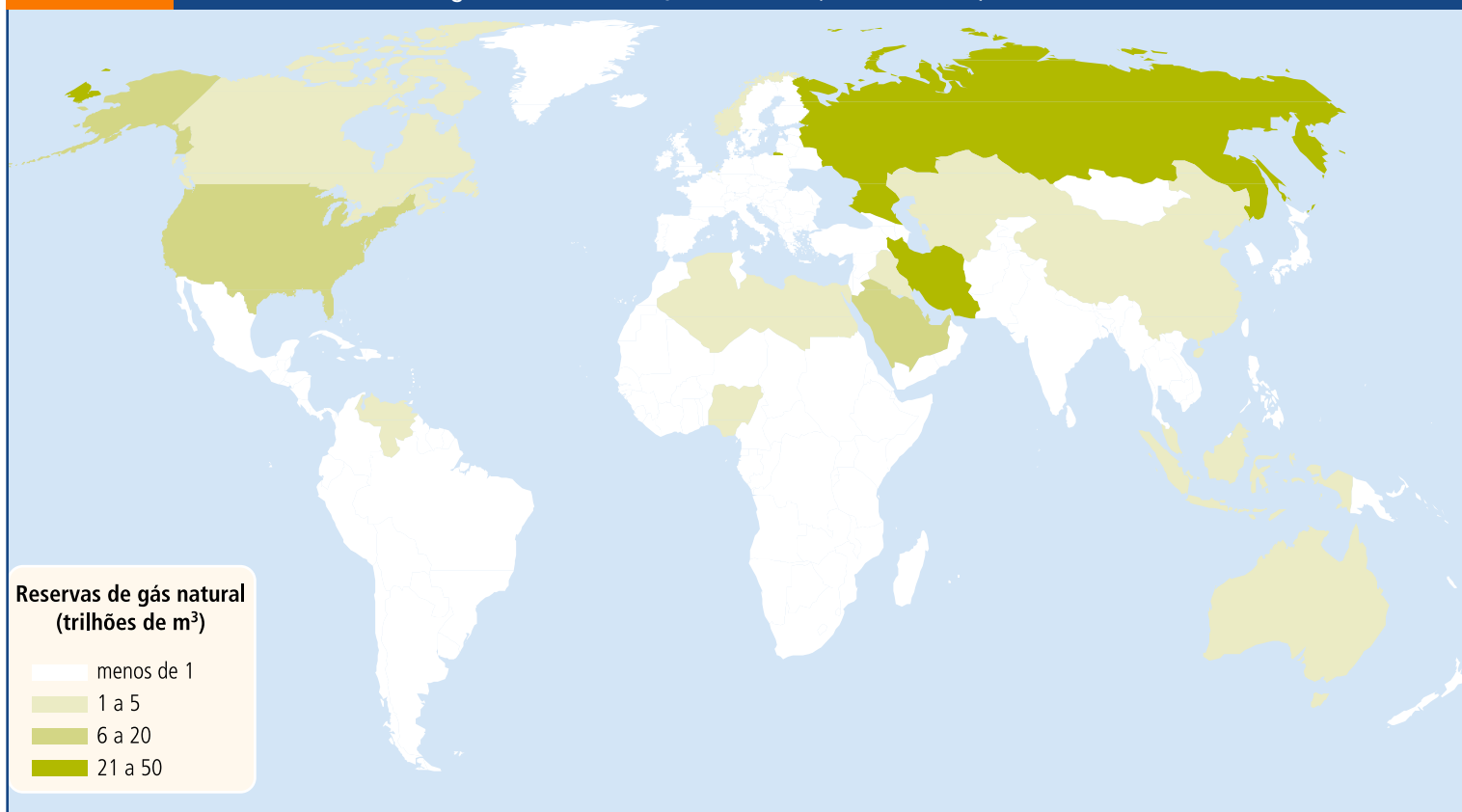
A Tabela 9.1 apresenta dados sobre reservas, produção e consumo mundial de gás natural no ano de 2002. Os dados indicam que as reservas mundiais durariam cerca de sessenta anos, desconsideradas novas descobertas e mantida a produção nos patamares de 2002. Uma visão das reservas mundiais e do consumo de gás natural em 2002 é apresentada nas Figuras 9.1 e 9.2, respectivamente.

(20) O termo associado é usado quando o gás natural é encontrado em reservatórios que contêm proporções significativas de petróleo

TABELA 9.1 Reservas, produção e consumo de gás natural no mundo em 2002

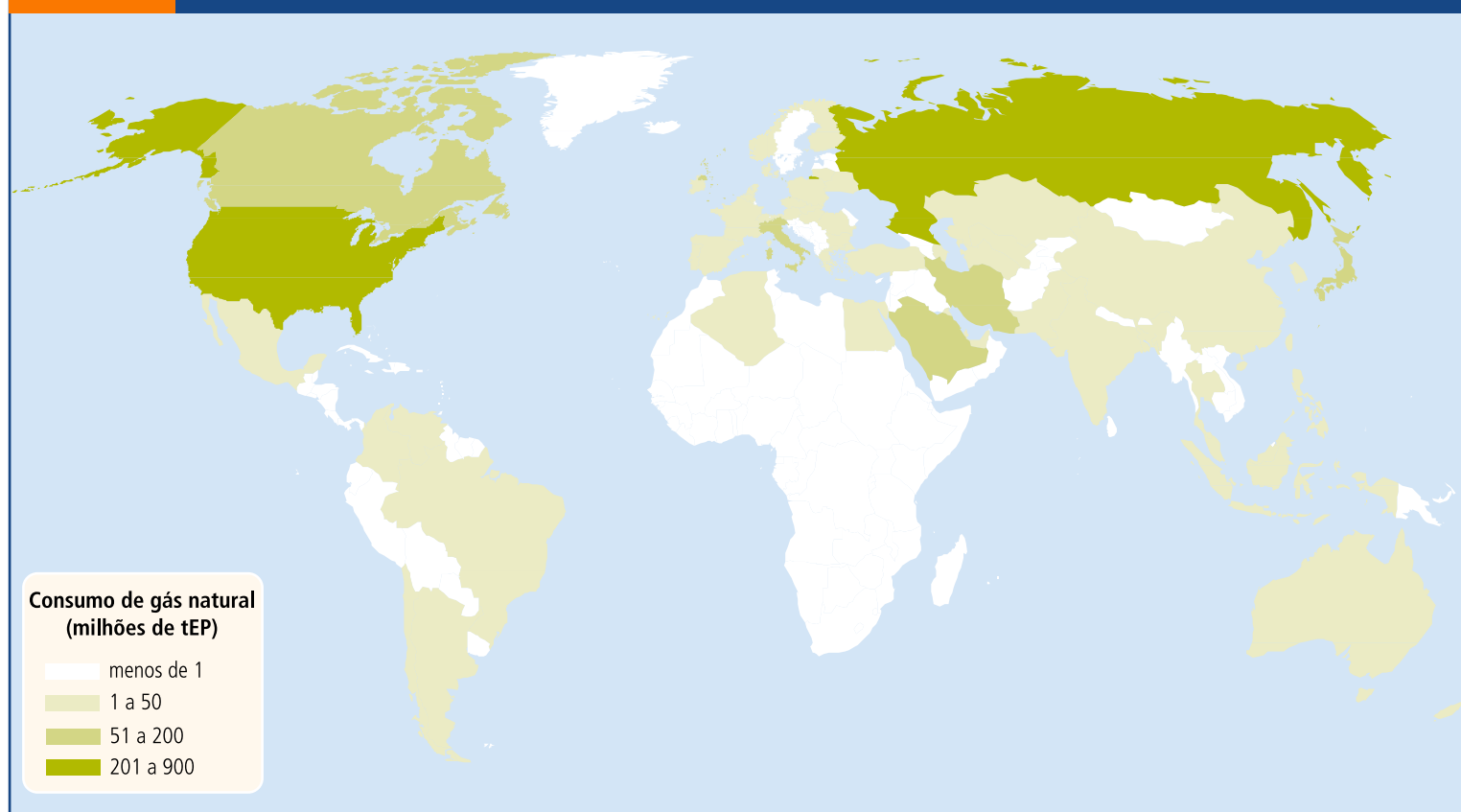
	Reservas (R)		Produção (P)		Consumo		R/P* Anos
	10 ⁹ m ³	Participação no total	10 ⁹ m ³	Participação no total	10 ⁹ m ³	Participação no total	
América do Norte	7.150	4,6%	766,00	30,3%	790,30	31,2%	9,33
América do Sul e Central	7.080	4,5%	103,00	4,1%	98,00	3,9%	68,74
Europa e antiga URSS	61.040	39,2%	988,10	39,1%	1.043,80	41,2%	61,78
Oriente Médio	56.060	36,0%	235,60	9,3%	205,70	8,1%	237,95
África	11.840	7,6%	133,20	5,3%	67,40	2,7%	88,89
Ásia (Pacífico)	12.610	8,1%	301,70	11,9%	330,30	13,0%	41,80
Total	155.780	100,0%	2.527,60	100,0%	2.535,50	100,0%	61,63
Brasil	230	0,1%	9,10	0,4%	13,70	0,5%	25,27

Fonte: BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY. London: BP, 2003. Disponível em: www.bp.com/worldenergy.
 (*) Tempo que as reservas durariam, sem novas descobertas e com o nível de produção de 2002.

FIGURA 9.1 Reservas mundiais de gás natural – situação em 2002 (trilhões de m³)

Fonte: Elaborado com base em dados de BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY. London: BP, 2003. Disponível em: www.bp.com/worldenergy.

FIGURA 9.2 Consumo mundial de gás natural em 2002 (milhões de tEP)



Fonte: Elaborado com base em dados de BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY. London: BP, 2003. Disponível em: www.bp.com/worldenergy.

Segundo a Agência Internacional de Energia (2003), a participação do gás natural no consumo mundial de energia é atualmente da ordem de 16,3%, sendo responsável por cerca de 18,3% de toda a eletricidade gerada no mundo.

No Brasil, as reservas provadas são da ordem de 230 bilhões de m³, dos quais 48% estão localizados no Estado do Rio de Janeiro, 20% no Amazonas, 9,6% na Bahia e 8% no Rio Grande do Norte. A produção é concentrada no Rio de Janeiro (44%), no Amazonas (18%) e na Bahia (13%) (ANP, 2003). A participação do gás natural na matriz energética brasileira ainda é pouco expressiva, da ordem de 5,6% do consumo final (MME, 2003).

9.3. GERAÇÃO TERMELÉTRICA A GÁS NATURAL

A geração de energia elétrica a partir de gás natural é feita pela queima do gás combustível em turbinas a gás, cujo desenvolvimento é relativamente recente (após a Segunda Guerra Mundial). Junto ao setor elétrico, o uso mais generalizado dessa tecnologia tem ocorrido somente nos últimos 15 ou 20 anos. Ainda assim, restrições de oferta de gás natural, o baixo rendimento térmico das turbinas e os custos de capital relativamente altos foram, durante muito tempo, as principais razões para o baixo grau de difusão dessa tecnologia no âmbito do setor elétrico.

Nos últimos anos, esse quadro tem-se modificado substancialmente, na medida em que o gás natural surge como uma das principais alternativas de expansão da capacidade de geração de energia elétrica em vários países, inclusive no Brasil. Atualmente, as maiores turbinas a gás chegam a 330 MW de potência e os rendimentos térmicos atingem 42%. Em 1999, os menores custos de capital foram inferiores a US\$ 200 por kW instalado, em várias situações e faixas de potência (110-330 MW).

Entre as vantagens adicionais da geração termelétrica a gás natural estão o prazo relativamente curto de maturação do empreendimento e a flexibilidade para o atendimento de cargas de ponta. Por outro lado, as turbinas a gás são máquinas extremamente sensíveis às condições climáticas, principalmente em relação à temperatura ambiente, e apresentam também alterações substanciais de rendimento térmico no caso de operação em cargas parciais.

Apesar dos ganhos alcançados no rendimento térmico das turbinas a gás operando em ciclo simples, seu desempenho tem sido prejudicado pela perda de energia nos gases de exaustão. Entre outras tecnologias empregadas na recuperação dessa energia, destaca-se a de ciclo combinado, por meio da geração de vapor e da produção de potência adicional. Tem-se, assim, uma combinação dos ciclos de turbinas a gás e turbinas a vapor, por meio de trocadores de calor, nos quais ocorre a geração de vapor, aproveitando-se a energia dos gases de exaustão da turbina a gás. Esse processo ainda pode ser melhorado com a queima de combustível suplementar, principalmente quando há disponibilidade de combustíveis residuais.

Conceitualmente, os ciclos combinados foram propostos nos anos 60, mas apenas nos anos 70 é que as primeiras unidades geradoras, de pequena capacidade (a maioria na faixa de 15 MW a 20 MW), foram construídas e postas em operação. O rendimento térmico nominal das primeiras unidades era apenas da ordem de 40%. Em virtude do aumento da oferta de gás natural e da redução de seus preços, além dos avanços tecnológicos alcançados, os ciclos combinados têm-se tornado uma alternativa importante para a expansão da capacidade de geração de energia elétrica.

Atualmente, os ciclos combinados são comercializados em uma ampla faixa de capacidades, módulos de 2 MW até 800 MW, e apresentam rendi-

mentos térmicos próximos de 60%. Estudos prospectivos indicam rendimentos de até 70%, num período relativamente curto (GREGORY; ROGNER, 1998). Susta e Luby (1997) afirmam que eficiências dessa ordem podem ser alcançadas em ciclos de potência que utilizem turbinas a gás operando com temperaturas máximas mais elevadas – da ordem de 1.600°C (atualmente, a temperatura máxima das turbinas atinge 1.450°C). Uma alternativa é o uso da chamada combustão sequencial, em que há reaquecimento dos gases de exaustão.

Outros melhoramentos importantes são a redução das irreversibilidades nas caldeiras de recuperação e a redução das perdas térmicas entre os dois ciclos (das turbinas a gás e a vapor). A redução das irreversibilidades pode ser viabilizada com a geração de vapor em diferentes níveis de pressão. Sistemas de maior capacidade têm sido projetados para dois ou três níveis de pressão, com a possibilidade de reaquecimento no nível de pressão intermediária. Já a redução das perdas pode ser viabilizada com a diminuição da temperatura dos gases de exaustão (HORLOCK, 1995).

9.4. CENTRAIS TERMELÉTRICAS A GÁS NATURAL NO BRASIL

Com o esgotamento dos melhores potenciais hidráulicos do país e a construção do gasoduto Bolívia – Brasil, o gás natural tornou-se uma alternativa importante para a necessária expansão da capacidade de geração de energia elétrica. Nesse contexto, foi criado o Plano Prioritário de Termelétricas (PPT), pelo Decreto nº 3.371 de 24 de fevereiro de 2000.

Como indicado na Tabela 9.2, em setembro de 2003, havia 56 centrais termelétricas a gás natural em operação no Brasil (Figura 9.3), perfazendo uma capacidade de geração de cerca de 5.581 MW. Muitas dessas usinas estão sendo operadas e construídas (Tabela 9.3) para fim de autoprodução, atendendo simultaneamente às suas necessidades de calor e potência elétrica (co-geração), como citado no Capítulo 2. A Figura 9.4 apresenta a localização dos projetos em construção e apenas outorgados, cuja construção não havia sido iniciada até setembro de 2003. A localização dos gasodutos existentes, em construção e em análise é apresentada na Figura 9.5.

TABELA 9.2 Centrais termelétricas a gás natural em operação no Brasil em setembro de 2003

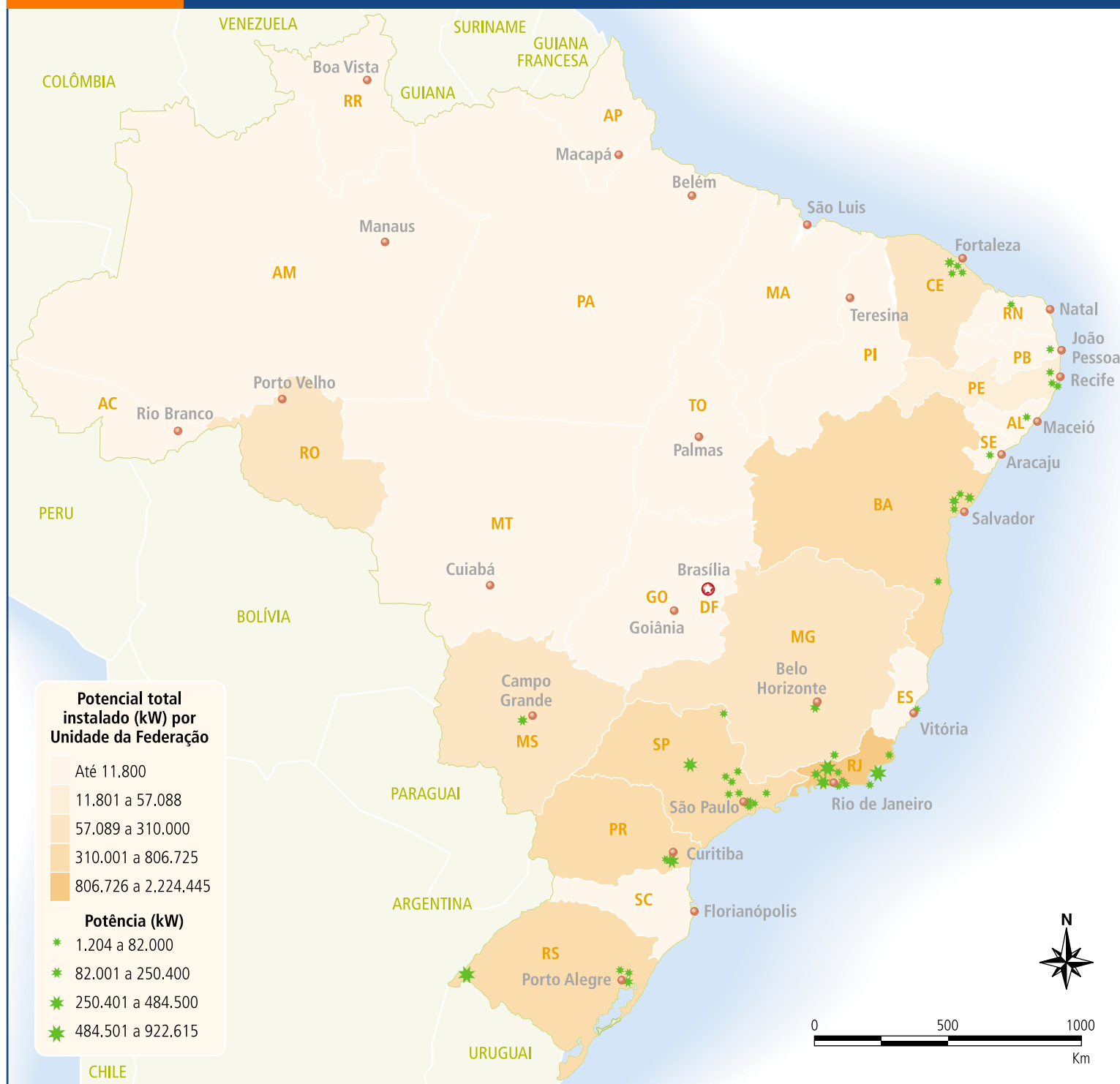
Nome da Usina	Potência (kW)	Destino da Energia	Proprietário	Município	UF
Alto do Rodrigues	11.800	APE	Petróleo Brasileiro S/A	Alto do Rodrigues	RN
Araucária	484.500	PIE	U.E.G. Araucária Ltda.	Araucária	PR
Atalaia	4.600	APE	Petróleo Brasileiro S/A	Aracaju	SE
Bariri	445.500	PIE	AES Termo Bariri Ltda.	Bariri	SP
Bayer	3.840	APE	Bayer S/A	São Paulo	SP
Brahma	13.080	PIE	Energyworks do Brasil Ltda.	Rio de Janeiro	RJ
Camaçari	144.000	SP	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco	Dias d'Ávila	BA
Camaçari (Fases I e II)	64.000	PIE	FAFEN Energia S/A	Camaçari	BA
Campos (Roberto Silveira)	30.000	SP	Furnas Centrais Elétricas S/A	Campos dos Goytacazes	RJ
Canoas (Fases I e II)	160.573	PIE	Petróleo Brasileiro S/A	Canoas	RS
Carioca Shopping	3.200	APE-COM	Administradora Carioca de Shopping Centers S/C Ltda.	Rio de Janeiro	RJ
Casa de Geradores de Energia Elétrica F-242	9.000	PIE	Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A	São José dos Campos	SP
Cesar Park Business Hotel/Globenergy	2.100	APE	Inpar Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda.	Guarulhos	SP
CINAL/TRIKEM	3.188	APE	Trikem S/A	Marechal Deodoro	AL
Copene	250.400	PIE	Petroquímica do Nordeste	Camaçari	BA
CTE II	235.200	APE-COM	Companhia Siderúrgica Nacional	Volta Redonda	RJ
Eletrobolt	379.000	PIE	Sociedade Fluminense de Energia Ltda.	Seropédica	RJ
Energy Works Kaiser Jacareí	8.592	PIE	Energyworks do Brasil Ltda.	Jacareí	SP
Energy Works Kaiser Pacatuba	5.552	PIE	Energyworks do Brasil Ltda.	Pacatuba	CE
Energy Works Rhodia Paulínia	10.000	PIE	Energyworks do Brasil Ltda.	Paulínia	SP
Energy Works Rhodia Santo André	11.000	PIE	Energyworks do Brasil Ltda.	Santo André	SP
EnergyWorks Corn Products Balsa	10.800	PIE	Energyworks do Brasil Ltda.	Balsa Nova	PR
EnergyWorks Corn Products Mogi	21.400	PIE	Energyworks do Brasil Ltda.	Mogi Guaçu	SP
Eucatex	9.800	PIE	Eucatex S/A Indústria e Comércio	Salto	SP
Globo	5.160	APE-COM	foglobo Comunicações Ltda.	Duque de Caxias	RJ
Ibirité	226.000	PIE	Ibiritermo S/A	Ibirité	MG
Iguatemi Fortaleza	4.794	APE	Condomínio Civil Shopping Center Iguatemi	Fortaleza	CE
IGW/Service Energy	2.825	APE	Telecomunicações de São Paulo S/A	São Paulo	SP
Inapel	1.204	APE	Inapel Embalagens Ltda.	Guarulhos	SP
Juiz de Fora	82.000	PIE	Usina Termelétrica Juiz de Fora S/A	Juiz de Fora	MG
Latasa	5.088	APE-COM	Nordeste S/A	Cabo de Santo Agostinho	PE
Latasa Jacareí	2.560	APE	Latas de Alumínio S/A	Pedregulho	SP
Latasa Santa Cruz	2.240	APE	Latas de Alumínio S/A	Rio de Janeiro	RJ
Macaé Merchant	922.615	PIE	El Paso Rio Claro Ltda.	Macaé	RJ
Metalurgia Caraíba	18.000	APE	Caraíba Metais S/A	Dias d'Ávila	BA

Centrais termelétricas a gás natural em operação no Brasil em setembro de 2003 (cont.)

Nome	Potência (kW)	Destino	Proprietário	Município	UF
Millennium	4.781	APE	Millennium Inorganic Chemicals do Brasil S/A	Camaçari	BA
Modular de Campo Grande (Willian Arjona)	194.000	PIE	Tractebel Energia S/A	Campo Grande	MS
Nitro Química	12.000	APE	Companhia Nitro Química Brasileira	São Paulo	SP
Paraibuna	2.000	APE	Indústria de Papéis Sudeste Ltda.	Juiz de Fora	MG
Petroflex	25.000	APE	Petroflex Indústria e Comércio S/A	Duque de Caxias	RJ
Ponta do Costa	4.000	APE	Refinaria Nacional de Sal S/A	Cabo Frio	RJ
PROJAC Central Globo de Produção	4.950	APE	TV Globo Ltda.	Rio de Janeiro	RJ
Santa Cruz	600.000	SP	Furnas Centrais Elétricas S/A	Rio de Janeiro	RJ
Souza Cruz Cachoeirinha	2.952	APE	Souza Cruz S/A	Cachoeirinha	RS
Stepie Ulb	3.300	PIE	Stepie Ulb S/A	Canoas	RS
Suape, CGDc, Koblitiz Energia Ltda.	4.000	PIE	Suape,CGDe,Koblitiz Energia Ltda.	Cabo de Santo Agostinho	PE
Suzano	38.400	APE	Companhia Suzano de Papel e Celulose	Suzano	SP
Termo Norte II	158.200	PIE	Termo Norte Energia Ltda.	Porto Velho	RO
Termo Toalia	5.680	PIE	Companhia de Tecidos Norte de Minas	João Pessoa	PB
Termocabo	48.000	PIE	Termocabo Ltda.	Cabo de Santo Agostinho	PE
Termo Ceará	220.000	PIE	Termo Ceará Ltda.	Caucaia	CE
UGPU (Messer)	7.700	PIE	Sociedade Brasileira Arlúquido Ltda.	Jundiá	SP
Unidade de Geração de Energia -Área II	6.000	APE	Cooperativa dos produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo	Limeira	SP
Uruguaiana	639.900	PIE	AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda.	Uruguaiana	RS
Vitória Apart Hospital	2.100	APE	Vitória Apart Hospital S/A	Serra	ES
Vulcabrás	4.980	APE-COM	Vulcabrás do Nordeste S/A	Horizonte	CE

FIGURA 9.3

Localização das termelétricas a gás natural em operação no Brasil – situação em setembro de 2003



Fonte: Elaborado com base em dados da AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Banco de Informações de Geração - BIG. 2003. Disponível em: www.aneel.gov.br/15.htm.

TABELA 9.3 Futuras centrais termelétricas a gás natural Brasil – situação em setembro de 2003

Nome da Usina	Potência (kW)	Destino da Energia	Proprietário	Município	UF	Situação
Anhanguera	278.290	PIE	Tractebel Energia S/A	Limeira	SP	Apenas outorgada
Barreiro	12.900	PIE	Central Termelétrica de Cogeração S/A	Belo Horizonte	MG	Construção
Camaçari Ambev	5.256	PIE	Companhia Brasileira de Bebidas	Camaçari	BA	Construção
Capuava	271.830	PIE	Capuava Cogeração Ltda.	Santo André	SP	Apenas outorgada
Carioba II	1.111.120	PIE	InterGen do Brasil Ltda.	Americana	SP	Apenas outorgada
CCBS (Cubatão)	950.000	-	Baixada Santista Energia Ltda.	Cubatão	SP	Apenas outorgada
CEG	4.984	APE-COM	Companhia Distribuidora de Gás do Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	RJ	Apenas outorgada
CENPES-Petrobrás	3.200	APE	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento	Rio de Janeiro	RJ	Apenas outorgada
Contagem	19.299	APE	Magnesita S/A	Contagem	MG	Construção
Coteminas	99.732	PIE	Companhia de Tecidos Norte de Minas	São Gonçalo do Amarante	PI	Apenas outorgada
Cuiabá II	529.200	PIE	Geração Centro Oeste Ltda.	Cuiabá	MT	Apenas outorgada
DSG Mogi Mirim (Fases I e II)	890.800	PIE	D.S.G. Mineração Ltda.	Mogi-Mirim	SP	Apenas outorgada
Eletrobrás (Fases I e II)	500.000	PIE	Centrais Elétricas Brasileiras S/A	Macaé	RJ	Apenas outorgada
EnergyWorks Rhodia Ster	10.700	PIE	Energyworks do Brasil Ltda.	Santo André	SP	Apenas outorgada
Engevix - Blu 4	11.000	PIE	Engevix Engenharia Ltda.	Blumenau	SC	Apenas outorgada
Engevix - Brus 1	7.520	PIE	Engevix Engenharia Ltda.	Brusque	SC	Apenas outorgada
Engevix - Limei 1	6.000	PIE	Engevix Engenharia Ltda.	Limeira	SP	Apenas outorgada
Engevix - Pinhais 1	3.000	-	-	-	-	Apenas outorgada
Engevix-Blu 1	3.000	-	-	-	-	Apenas outorgada
Estância Ambev	4.680	-	-	-	-	Apenas outorgada
Fortaleza	346.630	PIE	Central Geradora Termelétrica Fortaleza S/A	Caucaia	CE	Construção
Iguatemi Bahia	8.310	APE	Condomínio Shopping Center Iguatemi Bahia	Salvador	BA	Construção
Jacarei	10.500	PIE	Companhia Brasileira de Bebidas	Jacarei	SP	Construção
Jaguariúna	7.902	PIE	Companhia Brasileira de Bebidas	Jaguariúna	SP	Construção
Juatuba	5.250	PIE	Companhia Brasileira de Bebidas	Juatuba	MG	Apenas outorgada
Klabin Piracicaba	15.045	APE	Klabin S/A	Piracicaba	SP	Apenas outorgada
Klotz Corumbá	176.000	PIE	Alfred Klotz do Brasil Ltda.	Corumbá	MS	Apenas outorgada
Mato Grosso do Sul Power (Fases I e II)	288.150	PIE	El Paso Mato Grosso do Sul Ltda.	Campo Grande	MS	Apenas outorgada
Norte Fluminense	860.200	PIE	Usina Termelétrica Norte Fluminense S/A	Macaé	RJ	Construção
Nova Piratininga (Fases I e II)	856.800	PIE	Petróleo Brasileiro S/A	São Paulo	SP	Construção
Paracambi (Cabiúnas)	511.200	PIE	Usina Termelétrica Paracambi Ltda.	Paracambi	RJ	Apenas outorgada
Paraíba	137.530	PIE	Companhia Paraibana de Gás	João Pessoa	PB	Apenas outorgada
Paraíba Ambev	5.256	PIE	Companhia Brasileira de Bebidas	João Pessoa	PB	Construção
Paulínia	552.500	PIE	D.S.G. Mineração Ltda.	Paulínia	SP	Apenas outorgada
Polibrasil Globenergy	23.080	APE	Polibrasil Resinas S/A	Mauá	SP	Apenas outorgada
Praia da Costa	3.646	APE	Construtora Sá Cavalcanti Ltda.	Vila Velha	ES	Apenas outorgada
Ribeirão Moinho	357.000	PIE	Termo Elétrica Ribeirão Moinho Ltda.	Andradina	SP	Apenas outorgada

Futuras centrais termelétricas a gás natural Brasil – situação em setembro de 2003 (cont.)

Nome da Usina	Potência (kW)	Destino da Energia	Proprietário	Município	UF	Situação
Rio de Janeiro Refrescos Coca Cola	4.800	APE	Rio de Janeiro Refrescos Ltda.	Rio de Janeiro	RJ	Apenas outorgada
Riogen Fase I	531.800	PIE	Rio de Janeiro Generation Ltda.	Seropédica	RJ	Construção
S. A. V. - Unisinos	4.600	APE	S.A.V - Unisinos	São Leopoldo	RS	Apenas outorgada
Salinas Perynas	3.000	APE	Companhia Salinas Perynas	Cabo Frio	RJ	Apenas outorgada
Santa Branca	1.112.480	PIE	Eletroger Ltda.	Santa Branca	SP	Apenas outorgada
São Gonçalo	210.800	SP	Furnas Centrais Elétricas S/A	São Gonçalo	RJ	Construção
Shopping Taboão	3.646	APE	TDS Centro Comercial Ltda.	Taboão da Serra	SP	Apenas outorgada
Termoalagoas	143.176	PIE	Usina Termoalagoas Ltda.	Messias	AL	Apenas outorgada
Termobahia Fase I	255.000	PIE	Termobahia Ltda.	São Francisco do Conde	BA	Construção
Termopernambuco	637.500	PIE	Termopernambuco S/A	Ipojuca	PE	Construção
TermoRio	1.162.800	PIE	TermoRio S/A.	Duque de Caxias	RJ	Construção
Termosergipe (Fases I e II)	135.000	PIE	Termosergipe S/A	Carmópolis	SE	Apenas outorgada
Três Lagoas	465.800	PIE	Petróleo Brasileiro S/A	Três Lagoas	MS	Construção
Vale do Açú	347.400	PIE	Termoaçu S/A	Alto do Rodrigues	RN	Construção
Valparaíso	260.800	PIE	Sociedade Valparaense de Energia Ltda.	Valparaíso	SP	Apenas outorgada
Viamão Ambev	4.680	APE	Companhia Brasileira de Bebidas	Viamão	RS	Apenas outorgada

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Banco de Informações de Geração – BIG. 2003. Disponível em: www.aneel.gov.br/15.htm.

FIGURA 9.4 Termelétricas a gás natural em construção e projetos apenas outorgados (construção não-iniciada) no Brasil – situação em setembro de 2003



Fonte: Elaborado com base em dados de AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Banco de Informações de Geração - BIG. 2003. Disponível em: www.aneel.gov.br/15.htm.

9.5. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Apesar das vantagens relativas do gás natural, quando comparado ao petróleo e ao carvão mineral, seu aproveitamento energético também produz impactos indesejáveis ao meio ambiente, principalmente na geração de energia elétrica. Um dos maiores problemas é a necessidade de um sistema de resfriamento, cujo fluido refrigerante é normalmente a água. Nesse caso, mais de 90% do uso de água de uma central termelétrica podem ser destinados ao sistema de resfriamento. Embora existam tecnologias de redução da quantidade de água necessária e de mitigação de impactos, isso tem sido uma fonte de problemas ambientais, principalmente em relação aos recursos hídricos, em função do volume de água captada, das perdas por evaporação e do despejo de efluentes (BAJAY; WALTER; FERREIRA, 2000).

Segundo a referida fonte, a demanda média de água de uma central termelétrica operando em ciclo a vapor simples é da ordem de 94 m³ por MWh. No caso de ciclos combinados, o valor é de aproximadamente 40 m³ por MWh. Esses índices podem variar substancialmente, de acordo com a configuração adotada. Em geral, os valores são mais baixos nos sistemas de co-geração.

Em termos de poluição atmosférica, destacam-se as emissões de óxidos de nitrogênio (NOx), entre os quais o dióxido de nitrogênio (NO₂) e o óxido nítrico (N₂O), que são formados pela combinação do nitrogênio com o oxigênio. O NO₂ é um dos principais componentes do chamado smog⁽²¹⁾, com efeitos negativos sobre a vegetação e a saúde humana, principalmente quando combinado com outros gases, como o dióxido de enxofre (SO₂). O N₂O é um dos gases causadores do chamado efeito estufa e também contribui para a redução da camada de ozônio (CASA, 2001).

(21) Mistura de fumaça (contendo vários poluentes) e de nevoeiro, que, sob determinadas condições atmosféricas, se forma sobre os grandes centros urbanos e industriais