

Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais



Atena
Editora
Ano 2022

Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais



Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais / Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0358-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.586222706>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias (Organizador). II. Título.

CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.








APRESENTAÇÃO

A coleção de trabalhos intitulada “*Engenharia civil: Demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais*” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de diversos trabalhos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar, pesquisas cujos resultados possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados em instituições de ensino e pesquisa no Brasil. Nos capítulos apresentados, são encontrados estudos de grande valia nas áreas de: materiais da construção civil, geração de energia por meio de gás natural, análise de estruturas por meio de métodos numéricos e a análise da gestão de resíduos eletroeletrônicos em uma Instituição de Ensino Superior (IES). A composição dos temas buscou a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos (as), mestres (as) e todos (as) aqueles (as) que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, através de temáticas atuais com resoluções inovadoras, descritas nos capítulos da coleção. Sendo assim, a divulgação científica é apresentada com grande importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, como a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os novos pesquisadores e os que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulguem seus resultados.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| INFLUÊNCIA DO USO DE ADITIVO ACELERADOR DO TEMPO DE PEGA NO DESEMPENHO DO CONCRETO SOB ALTAS TEMPERATURAS | |
| Dayane Marzurkiewicz Maria Vânia Nogueira do Nascimento Peres | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227061 | |
| CAPÍTULO 2 | 13 |
| RECURSOS MINERAIS E A BUSCA DE UMA ECONOMIA DE BAIXO CARBONO: GERAÇÃO TERMELÉTRICA A GÁS NATURAL | |
| Rafaela Baldi Fernandes Eduarda Carvalho de Almeida | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227062 | |
| CAPÍTULO 3 | 22 |
| A SIMPLIFIED ANALYTICAL-NUMERICAL STRUCTURAL ANALYSIS OF THE DOME OF THE ROMAN PANTHEON | |
| Fillipe Marinho Faria Davidson de Oliveira França Júnior Lineu José Pedroso | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227063 | |
| CAPÍTULO 4 | 34 |
| INFLUENCE OF GEOMETRICAL DIMENSIONS OF RESERVOIR ON THE FLUID-STRUCTURE COUPLED DOMINANT MODES IN CONCRETE GRAVITY DAMS | |
| Davidson de Oliveira França Júnior Selênio Feio da Silva Lineu José Pedroso | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227064 | |
| CAPÍTULO 5 | 47 |
| GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR LOCALIZADA NO BELO JARDIM – PE | |
| Paulo Sérgio da Silva Pinheiro Abdeladhim Tahimi Deysianne Cristina Santos da Silva Armando Dias Duarte | |
|  https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227065 | |
| SOBRE O ORGANIZADOR | 62 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 63 |

CAPÍTULO 2

RECURSOS MINERAIS E A BUSCA DE UMA ECONOMIA DE BAIXO CARBONO: GERAÇÃO TERMELÉTRICA A GÁS NATURAL

Data de aceite: 01/06/2022

Rafaela Baldi Fernandes

Eduarda Carvalho de Almeida

RESUMO: Nos últimos anos, as discussões sobre energia têm sido pautadas pela transição energética e por questões econômicas associadas a baixos teores de carbono. A COP21, realizada em dezembro de 2015 em Paris, reuniu mais de 100 países com o compromisso de firmar um novo acordo global para a diminuição da emissão de gases de efeito estufa, visando a redução do aquecimento global. O principal instrumento para alcançar este objetivo é via transição energética, ou seja, por meio de modificações estruturais, a longo prazo, no sistema energético dos países, migrando de um modelo majoritariamente baseado em combustíveis fósseis para uma matriz cada vez mais focada na geração de energia por fontes renováveis.

PALAVRAS-CHAVE: Minerais, Termelétrica, energia.

ABSTRACT: In recent years, discussions on energy have been guided by energy transition and economic issues associated with low carbon content. COP21, in December 2015 in Paris, brought together more than 100 countries with a commitment to sign a new global agreement to reduce greenhouse gas emissions to reduce global warming. The main instrument for

achieving this goal is through energy transition, that is, through structural changes in the long term in the energy system of countries, migrating from a model mainly based on fossil fuels to a matrix increasingly focused on the generation of energy from renewable sources.

KEYWORDS: Minerals, Thermoelectric, Energy.

Nos últimos anos, as discussões sobre energia têm sido pautadas pela transição energética e por questões econômicas associadas a baixos teores de carbono. A COP21¹, realizada em dezembro de 2015 em Paris, reuniu mais de 100 países com o compromisso de firmar um novo acordo global para a diminuição da emissão de gases de efeito estufa, visando a redução do aquecimento global.

O principal instrumento para alcançar este objetivo é via transição energética, ou seja, por meio de modificações estruturais, a longo prazo, no sistema energético dos países, migrando de um modelo majoritariamente baseado em combustíveis fósseis para uma matriz cada vez mais focada na geração de energia por fontes renováveis. Como combustíveis fósseis tem-se o petróleo, carvão mineral e gás natural e, como fontes renováveis, tem-se a geração de energia solar fotovoltaica, eólica, geotermal ou de biomassa.

Nesse cenário, surgem novos termos que,

¹ 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

constantemente são apresentados como sinônimos mas que apresentam certas distinções. “*Green energy*” são formas de geração de energia provenientes de fontes naturais, como a água, por exemplo. Energia limpa (*Clean energy*) são tipos que dispersam poucos poluentes no ar, ao passo de que energia renovável (*Renewable energy*) é proveniente de fontes que são constantemente reabastecidas, como energia elétrica, eólica ou solar. Os termos “*renewable energy*” and “*green energy*” são, na maioria, associados a um mesmo cenário, mas ainda é necessário muito debate sobre o tema. Por exemplo, uma barragem hidrelétrica, onde desvia-se cursos d’água e há grande impactar no meio ambiente, pode realmente ser chamada de “verde?”

No extremo oposto, do que se pode dizer, literalmente, “*black energy*”, tem-se o petróleo, utilizado como matéria-prima para uma variedade de produtos, que vão, desde combustíveis, até industrializados, como plásticos e alguns tecidos. É uma base da economia produtiva mundial, com altos índices poluentes, mas de grande importância geopolítica, sendo as maiores reservas mundiais situadas no Oriente Médio, com cerca de 2/3 da totalidade. Existem muitas teorias sobre a origem do petróleo, entretanto, a mais aceita atualmente é sua origem orgânica, ou seja, formado a partir da decomposição de matéria orgânica acumulada em rochas sedimentares, como restos de animais e vegetais depositados no fundo de lagos e mares, ao longo do tempo geológico. O petróleo constitui uma mistura de hidrocarbonetos (moléculas de carbono e hidrogênio) que se encontram em estado líquido, quando em temperatura e pressão ambientes. É constituído, também, por compostos sulfurados, nitrogenados, oxigenados, resinas, asfaltenos e metálicos como ferro, cobre e zinco. De uma forma genérica, apresenta em sua composição cerca de 82% de carbono, 12% de hidrogênio, 4% de nitrogênio, 1% de oxigênio, 0,5% de sais e 0,5% de metais.

O Brasil produz mais petróleo bruto do que a sua demanda interna. Em janeiro de 2020, segundo dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP), o país produziu média de 3,032 milhões de barris diários, sendo que no acumulado de janeiro, a produção brasileira somou 94 milhões de barris. Segundo a AIE, o Brasil terminou o ano de 2021 como sétimo maior produtor de petróleo do mundo, com média próxima de 3 milhões de barris diários. O ranking é liderado pelos Estados Unidos, com cerca de 16,6 milhões de barris diários, seguido por Rússia, Arábia Saudita, Canadá, China e Iraque. O Brasil é o maior produtor da América Latina, à frente do México e Venezuela, tradicionais produtores da região, em decorrência das extrações do pré-sal. Todavia, cerca de 70% da produção brasileira é de petróleo mais pesado e a estrutura de refino não é totalmente adequada para o processamento desse tipo de petróleo. Sendo assim, ainda é necessário importar petróleos leves, de modo a aumentar a produção de derivados leves e médios, tais como gás de cozinha, gasolina, nafta petroquímica e óleo diesel. O excedente de petróleo pesado brasileiro é exportado.

É inegável que a transformação energética e o avanço do processo de

descarbonização irá ampliar a demanda por metais, como por exemplo, cobre e níquel, à medida em que seja requerido novos dispositivos para a geração de energia por fontes renováveis, limpas ou “verdes”. Nessa caso, não necessariamente, significa menor uso dos minerais. A expectativa de implantação dessas fontes energéticas mais sustentáveis deve-se, majoritariamente, ao caráter ambiental, uma vez que reduzem os efeitos negativos associados ao uso de combustíveis fósseis, tornando-se uma solução, ecologicamente, mais sustentável. Mas, as questões associadas a ampliação de insumos e matérias-primas para o desenvolvimento destas soluções, não pode ser negligenciada.

Nessa situação oportuna, o gás natural, embora seja de origem fóssil, possui menor emissão de CO_2 quando comparado com outros combustíveis da mesma categoria, principalmente o petróleo. O gás natural emite cerca de 20 a 30% menos CO_2 , quando comparado com o óleo combustível, e 40-50% menos do que combustíveis sólidos como o carvão. Com estes números atrativos, se revela como uma alternativa intermediária de curto/médio prazo na transição energética, fazendo um balanço da emissão de poluentes a medida que oferece maior estabilidade e segurança de suprimento de energia.

O GÁS NATURAL

O gás natural é um combustível fóssil mais limpo e eficiente, sendo basicamente a mistura de hidrocarbonetos leves no estado gasoso nas condições ambiente de temperatura e pressão. O principal componente é o metano (CH_4), mas também apresenta proporções variáveis de outros hidrocarbonetos gasosos mais pesados, tais como etano (C_2H_6), propano (C_3H_8) e butanos (C_4H_{10}). Além desses hidrocarbonetos, o gás natural também pode conter dióxido de carbono (CO_2), nitrogênio (N_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S), água (H_2O), oxigênio e metais pesados. Sua composição pode variar bastante em função dos fatores naturais que determinaram o seu processo de formação e das condições de acumulação do seu reservatório de origem.

Quando ocorre associado a reservatórios convencionais, ou seja, em estruturas geológicas ou condições estratigráficas tipicamente limitadas por um contato inferior com um aquífero com condições mínimas de porosidade e permeabilidade, podem ser produzidos o gás associado e, também, gás não-associado (Figura 1). Ao mesmo tempo, o gás natural também pode estar relacionado a reservatórios não convencionais e, neste caso, as acumulações de hidrocarbonetos podem estar difundidas através de grandes áreas e, não necessariamente, associadas à existência de uma estrutura geológica ou condição estratigráfica. Esses tipos de reservatórios demandam tecnologias especiais para a extração do recurso mineral.

Independentemente do tipo de reservatório, o gás natural vem ganhando destaque com uma participação expressiva na matriz energética brasileira, além de configurar uma perspectiva ascendente da sua participação na matriz energética mundial, ao contrário dos

outros combustíveis fósseis (Figura 2). Nesse contexto, a geração termelétrica a gás natural é uma alternativa para complementar a geração das fontes renováveis intermitentes, como a eólica e a solar, com um importante papel no planejamento da transição energética de longo prazo.

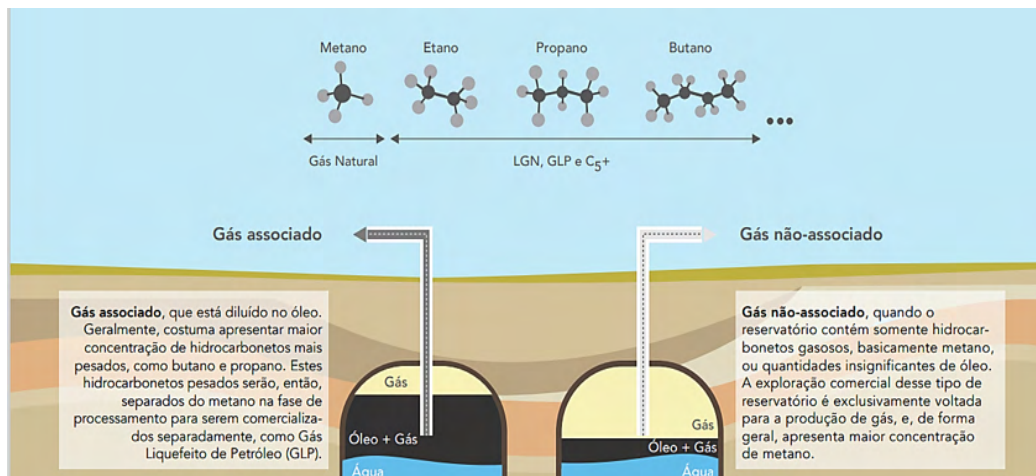


Figura 1 – Como o gás natural pode ser encontrado na natureza.

Fonte: FGV, 2014

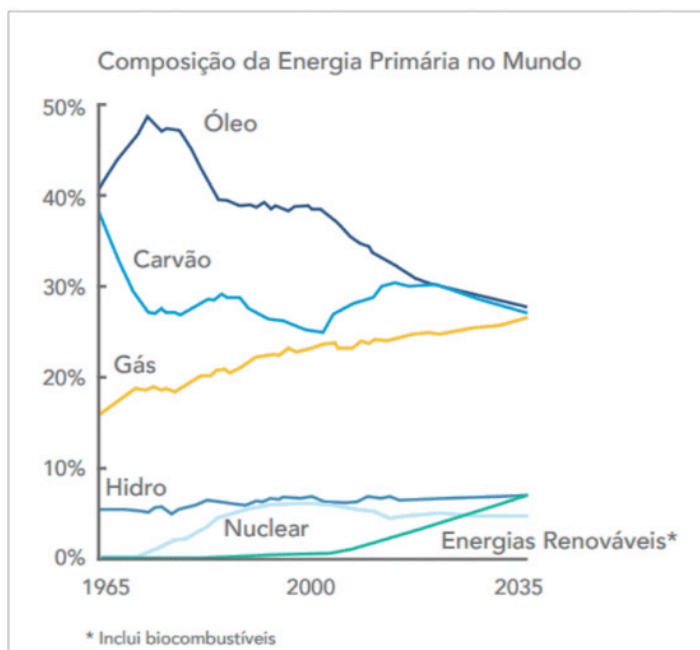


Figura 2 – Composição da energia primária no mundo, destaque para a ascensão do gás natural.

Fonte: FGV, 2014

GERAÇÃO TERMELÉTRICA A GÁS NATURAL

Uma termelétrica é uma unidade industrial onde há a geração termelétrica, ou seja, conversão de energia térmica em energia mecânica e, em seguida, a conversão desta em energia elétrica. O gás natural é um combustível com alta eficiência térmica e sua queima resulta na energia térmica que alimenta essa unidade. As tecnologias de geração termelétrica a gás natural podem ser divididas em *i)* usinas de ciclo simples; *ii)* usinas de ciclo combinado e *iii)* usinas de cogeração, como será visto a seguir.

i) Usinas de ciclo simples

Essa usina utiliza a combustão interna para a geração de energia elétrica, sendo que a mistura de ar comprimido com o gás no sistema de combustão resulta em gases com alta temperatura, que acionam o compressor e a turbina para gerar a energia elétrica (Figura 3).

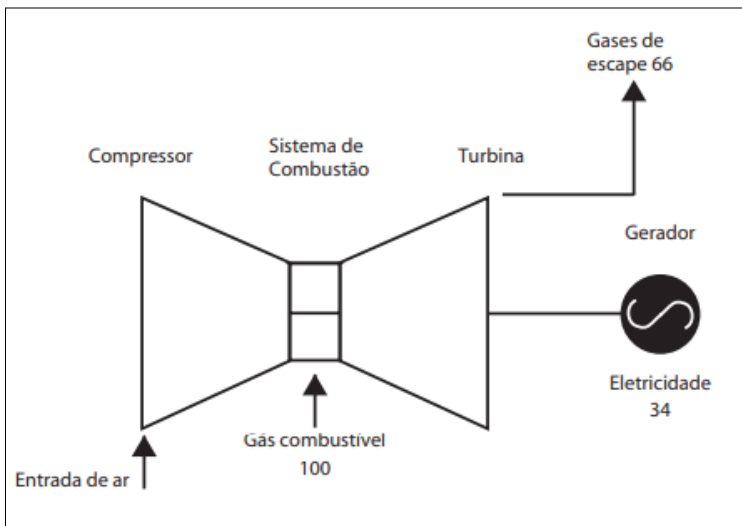


Figura 3 - Fluxograma de uma turbina a gás ciclo simples.

Fonte: MME, 2007

ii) Usinas de ciclo combinado

Uma usina de ciclo combinado consiste na acoplagem de sistemas térmicos a vapor e a gás, na qual a energia térmica contida na descarga, sob altas temperatura dos gases na turbina a gás, é utilizada para a geração de vapor. Nesse sistema ocorre a mistura de ar comprimido com o gás no sistema de combustão e, em seguida, os gases se expandem e acionam a turbina a gás gerando parte da energia elétrica do ciclo. Os gases vão em direção a caldeira de recuperação (HRSG) gerando vapor para mover a turbina subsequente, que é condensado e reconduzido à caldeira de recuperação (Figura 4).

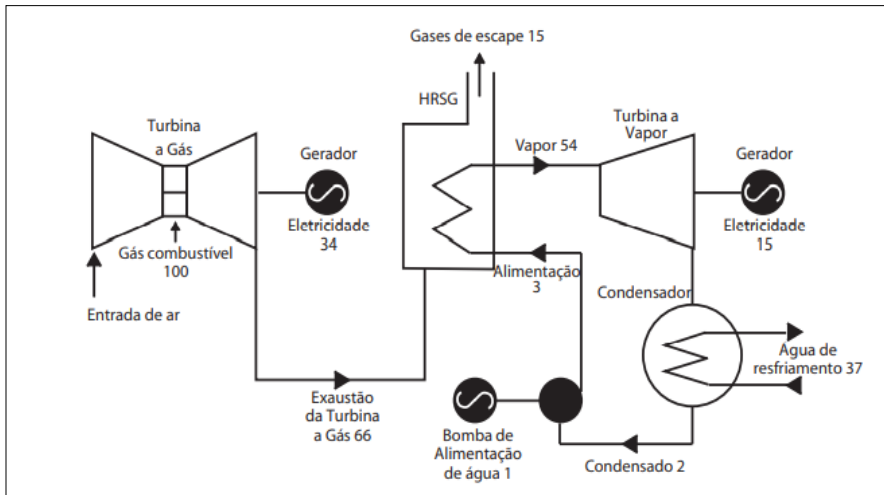


Figura 4 - Fluxograma de uma termelétrica ciclo combinado.

Fonte: MME, 2007

iii) Usinas de cogeração

Esse tipo de usina é caracterizado pela produção combinada de energia eletromecânica e calor, ocorrendo a produção combinada de calor útil e energia mecânica, sendo composta por duas configurações dos sistemas de cogeração. No *Topping* o gás é, primeiramente, queimado em uma máquina térmica produzindo energia mecânica ou elétrica, sendo o calor rejeitado e utilizado para outros processos, como por exemplo, refrigeração (Figura 5A). No *Bottoming*, essa energia térmica rejeitada, através de gases de exaustão, é aproveitada em caldeiras recuperadoras para gerar vapores que podem ser utilizados para gerar energia mecânica (Figura 5B).

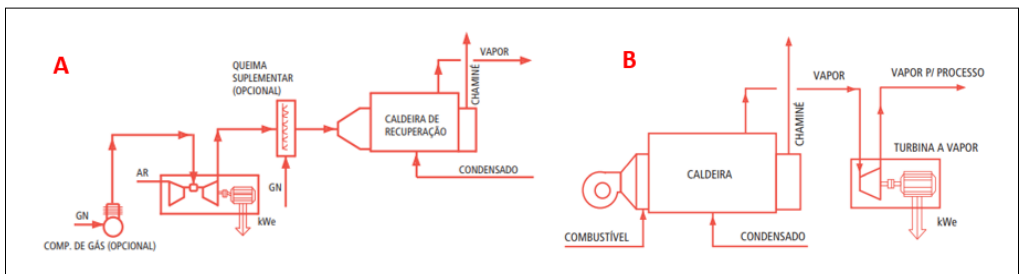


Figura 5 – configuração dos sistemas de cogeração: A) *Topping* e B) *Bottoming*.

Fonte: MME, 2007

PANORAMA BRASILEIRO

Em 2021 haviam 38 usinas termelétricas (UTES) a gás natural, em operação, no Brasil, distribuídas em todas as regiões, com concentração predominante no sudeste e nordeste (Tabela 1), totalizando, aproximadamente, 14 mil MW de potência. A relação espacial das principais usinas termelétricas por região, existentes e planejadas, pode ser visualizada na Figura 6, em valores atualizados para o ano de 2021. Essas usinas apresentam-se estratégicas para o mercado energético nacional, principalmente em momentos de seca e baixo nível dos reservatórios, quando ocorreu uma redução na capacidade de geração pelas usinas hidrelétricas.

Gradualmente as termelétricas movidas a gás natural vem se consolidando no panorama energético brasileiro. O primeiro leilão de Reserva de Capacidade², ocorreu em 2021, sendo as termelétricas a gás natural as mais contratadas, com nove projetos, totalizando 3.499 MW (EPE, 2021).

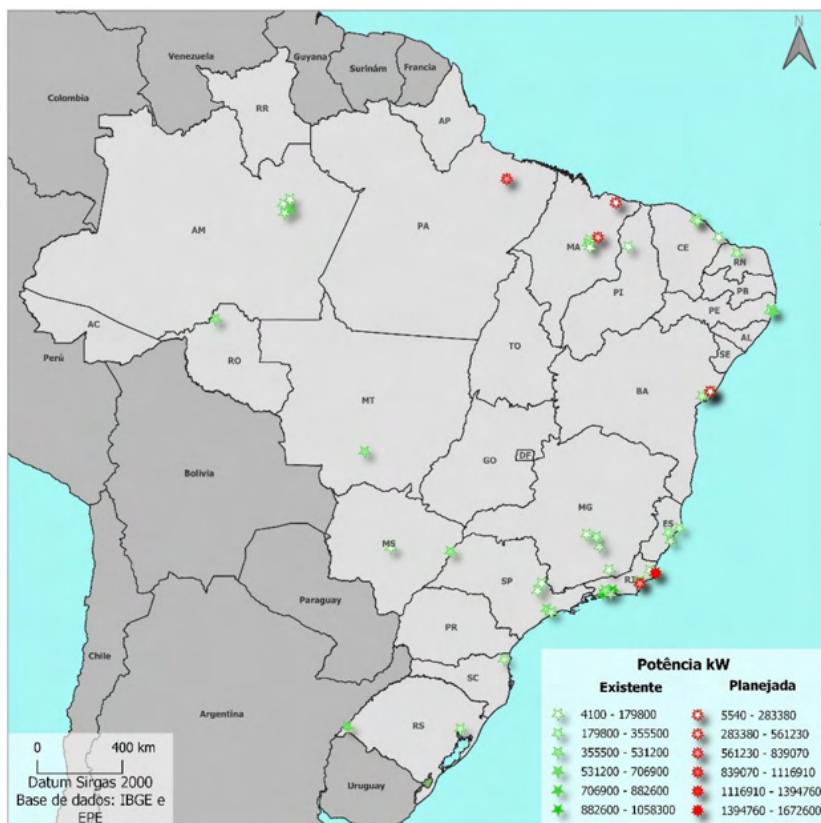


Figura 6 – Mapa com as principais termelétricas a gás natural

² Leilão para Contratação de Potência Elétrica e de Energia Associada, denominado “Leilão de Reserva de Capacidade, de 2021” realizado pelo Ministério de Minas e Energia para contratação de energia e potência a serem entregues ao sistema em 2026 e 2027.

| UTES em operação | | | | | |
|---|-----------------|-------------|---------------|---|----|
| Usina | Tipo de Térmica | Combustível | Potência (MW) | Consumo Específico (mil m ³ /d/MW) | UF |
| Aureliano Chaves (Ex-Ibitiré) | cc | GN | 226 | 4,38 | MG |
| Seropédica (Antiga Barbosa Lima Sobrinho) | ca | GN/OD | 379 | 5,86 | RJ |
| Cuiabá (Antiga Mario Covas) | cc | GN/OD | 529 | 4,57 | MT |
| Euzébio Rocha (Ex-Cubatão) | cc | GN | 250 | 5,28 | SP |
| Nova Piratininga (Antiga Fernando Gasparian) | cc | GN | 565 | 5,02 | SP |
| Termorio (Antiga Gov. Leonel Brizola) | ccv | GN | 1.058 | 4,89 | RJ |
| Juiz de Fora | ca | GN/ET | 87 | 5,98 | MG |
| Luiz O. R. de Melo (Ex-Linhares) | ca | GN | 204 | 5,66 | ES |
| Três Lagoas (Antiga Luiz Carlos Prestes) ⁽¹⁾ | ca | GN | 385 | 7,46 | MS |
| Santa Cruz | cc | GN | 200 | 4,26 | RJ |
| Termomacae (Antiga Mário Lago) | ca | GN | 923 | 5,86 | RJ |
| William Arjona | ca | GN/OD | 206 | 7,34 | MS |
| Baixada Fluminense | cc | GN | 530 | - | RJ |
| Norte Fluminense - (1 a 4) | cc | GN | 869 | 4,74 | RJ |
| TOTAL Sudeste/Centro-Oeste | - | - | 6.411 | - | - |
| Canoas (Antiga Sepé Tiaraju) | cc | GN/OC | 249 | 4,25 | RS |
| Uruguiana ⁽²⁾ | cc | GN/OD | 640 | 4,37 | RS |
| Araucária | cc | GN | 484 | 4,57 | PR |
| TOTAL Sul | - | - | 1.373 | - | - |
| Camaçari | ca | GN/OD | 347 | 7,77 | BA |
| Termobahia (Antiga Celso Furtado) | cav | GN | 186 | 7,40 | BA |
| Vale do Açu (Antiga Jesus Soares Pereira) | cav | GN | 368 | 6,43 | RN |
| Termo Ceará | ca | GN/OD | 242 | 6,56 | CE |
| Termofortaleza | cc | GN | 347 | 4,78 | CE |
| Termopernambuco | cc | GN | 533 | 4,02 | PE |
| Prosperidade I | ca | GN | 28 | n/d | BA |
| Porto Sergipe I | cc | GN | 1.551 | n/d | SE |
| TOTAL Nordeste | - | - | 3.601 | - | - |
| Maranhão III ⁽³⁾ | cc | GN | 519 | 3,85 | MA |
| Maranhão IV ⁽⁴⁾ | ca | GN | 338 | 5,91 | MA |
| Maranhão V ⁽⁴⁾ | ca | GN | 338 | 5,91 | MA |
| MC2 Nova Venécia | ca | GN | 176 | 5,91 | MA |
| Bloco Mauá III | ca | GN/OC | 120 | n/d | AM |
| Aparecida | ca | GN/OC | 166 | n/d | AM |
| Cristiano Rocha | Motor | GN/OC | 85 | n/d | AM |
| Manauara | Motor | GN/OC | 85 | n/d | AM |
| UTE Parnaíba IV | | | 56 | | MA |
| Jaraquí | Motor | GN/OC | 75 | n/d | AM |
| Tambaqui | Motor | GN/OC | 75 | n/d | AM |
| Mauá III | cc | GN | 591 | 4,44 | AM |
| Ponta Negra | | | 66 | | AM |
| TOTAL Norte Interligado | - | - | 2.692 | - | - |
| TOTAL GERAL | - | - | 14.076 | - | - |

LEGENDA:

ca - Turbina em Ciclo Aberto
cav - Turbina em Ciclo Aberto com produção de vapor
cc - Turbina em Ciclo Combinado
ccv - Turbina em Ciclo Combinado com produção de vapor
Motor - Motor a gás natural

GN - Gás natural
OC - Óleo Combustível
OD - Óleo Diesel
ET - Band

Tabela 1- Usinas Termelétricas a Gás por Região.

Fonte: MME, 2022

REFERÊNCIAS

EPE (2021). Empresa de Pesquisa Energética (site). MME publica as diretrizes para o Leilão de Reserva de Capacidade, de 2021. Disponível em < <https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/mme-publica-as-diretrizes-para-o-leilao-de-reserva-de-capacidade-de-2021>>. Acesso em: 23 de **abril** de 2022.

FGV (2014). Fundação Getúlio Vargas. **Cadernos FGV Energia: Gás Natural**. FGV: Rio de Janeiro, 2014 80p.

MME (2007). Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética: Brasília: 2007, 166p.

MME (2022). Ministério de Minas e Energia. **Boletim Mensal de Acompanhamento de Gás Natural**. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Departamento de Gás Natural, nº 178, 19p. Disponível em:<<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/publicacoes-1/boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural/2021/12-boletim-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural-dezembro-de-2021.pdf/view>>. Acesso em: 23 de **abril** de 2022.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aditivos 1, 2, 3

Altas temperaturas 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11

B

Barragens 34, 35

Bending theory 22, 25, 27

C

Carbono 13, 14, 15

Combustível fóssil 15

Concreto 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

D

Dimensões do reservatório 35

Domes 22, 25, 28, 31, 32, 33

E

Economia 13, 14, 53

Equipamentos 5, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61

F

Finite element method 22, 25, 34, 36, 40

G

Gás natural 13, 15, 16, 17, 19, 21

Gestão de resíduos 47, 48, 50, 53, 60, 62

I

Informática 47, 49, 53, 54, 60

Interação fluido-estrutura 34, 35, 45

L

Logística sustentável 47, 59

M

Membrane theory 22, 25, 26, 27, 33

Metano 15

Método dos elementos finitos 23, 33, 35

P

Pressão 14, 15, 50

R

Resistências 1, 2, 4, 6, 7, 10, 11

Roman pantheon 22, 24, 25, 32

T

Temperatura 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 17, 50

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2022

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2022