

## A segurança energética no estado de Minas Gerais em seus aspectos climáticos e sociais

### RESUMO

Qual será a demanda energética e quais serão as fontes de energia para atendimento dos setores econômicos do estado de Minas Gerais (MG), quando a população do estado atingir seu maior contingente? É crucial a necessidade de previsibilidade e confiabilidade para o suprimento energético de um sistema econômico, o que pode ser traduzido por Segurança Energética. Este trabalho tem o objetivo de apresentar a estrutura energética do estado de MG, o produto interno bruto, a população, os setores energéticos e realizar projeções de crescimento destes parâmetros, bem como estimar o crescimento da demanda de energia, tendo como foco a Segurança Energética. As mudanças climáticas poderão introduzir elementos desfavoráveis para a Segurança Energética e também causar impactos sociais relevantes. O propósito do estudo é descritivo com abordagem metodológica quantitativa, utilizando ferramentas simples para os cálculos de parâmetros e projeções. O estudo mostrou que, mesmo no curso de um cenário de baixo crescimento econômico, a demanda energética do estado crescerá e atenção especial será necessária para a fonte hidráulica. A contribuição deste artigo reside na obtenção da ordem de grandeza dos parâmetros investigados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia. Segurança Energética. Mudanças Climáticas. Planejamento. Energia Hidráulica.

**Leonardo Barrouin Melo**

[leobm@ufmg.br](mailto:leobm@ufmg.br)

Universidade Federal de Minas Gerais -  
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

**Antonella Lombardi Costa**

[antonella@nuclear.ufmg.br](mailto:antonella@nuclear.ufmg.br)

Universidade Federal de Minas Gerais -  
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

**Ângela Fortini**

[fortini@nuclear.ufmg.br](mailto:fortini@nuclear.ufmg.br)

Universidade Federal de Minas Gerais -  
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda energética é um indicativo da evolução econômica das sociedades e é reforçada naturalmente pelo crescimento da população. Ainda que a melhoria da eficiência energética tenha colaborado para alguma redução no consumo de energia dos setores econômicos mineiros ao longo dos anos, através da melhoria tecnológica dos equipamentos como veículos automotores, máquinas, motores elétricos, lâmpadas, refrigeradores, etc., a situação em relação à demanda energética é, evidentemente, crescente. Já sobre segurança energética outros elementos devem ser considerados.

Paiva et al. [1] esclarece que o tema segurança energética implica, prioritariamente, em um grande espectro de contextos e atores mesclados num pano de fundo chamado plano, que poderá ser local, nacional, regional ou global. É também, ainda segundo os autores, um conceito socialmente construído, cujo tratamento deverá ser necessariamente multidimensional, dada a complexidade de temas envolvidos.

Siqueira [2] também pondera que as mudanças climáticas podem resultar em consequências diretas para a segurança energética e para a soberania de um país, além do natural desafio da crescente expansão do desenvolvimento.

Entretanto, um alerta preocupante veio da Agência Internacional de Energia [3] através do relatório “Energy Efficiency 2017” que aponta valores positivos para a intensidade energética do Brasil de 2013 a 2016, o que significa maior uso de energia para cada dólar do produto interno bruto. Os dados da média mundial e de países como China, Índia, Estados Unidos, União Europeia e Japão são todos negativos para os mesmos anos avaliados.

Encontrar os motivos exatos para o aumento da intensidade energética naqueles anos citados na pesquisa acima é tarefa complexa, mas certamente estão envolvidos no problema: a recessão econômica, a obsolescência do parque industrial, a falta de políticas de planejamento energético e a falta da aplicação efetiva de programas de eficiência energética em escala. Deve ser considerado também que a pesquisa informa o aumento da intensidade energética nacional, não tendo especificado o valor para o estado de MG.

Uma das ameaças ao estabelecimento e manutenção de sistemas energéticos consiste atualmente e a cada vez mais evidentes, mudanças climáticas, não importando se sua origem é antropogênica ou não. O fato é que alterações climáticas severas levam a eventos extremos como chuvas torrenciais e secas graves e trazem imprevisibilidade para os sistemas energéticos. Além disso, e mais graves, são os impactos sociais que poderão ser observados numa escala nunca antes relatada.

## METODOLOGIA

Este é um estudo descritivo, apresenta a análise dos dados do balanço energético do estado de MG [4] publicado anualmente o que caracteriza, portanto, uma abordagem metodológica quantitativa através da qual serão utilizados gráficos e tabelas para a apresentação de dados e resultados.

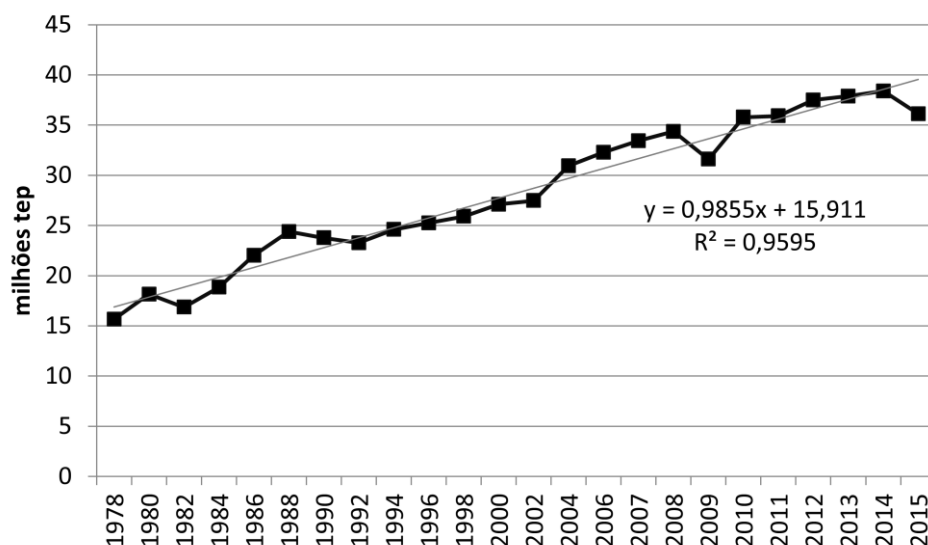
A análise para este trabalho será feita a partir dos dados energéticos e socioeconômicos disponíveis para o estado de MG. Serão utilizadas as ferramentas da regressão linear e da interpolação, inclusive para obtenção de dados históricos não divulgados, de maneira a não prejudicar os cálculos de algum parâmetro, quando necessário.

É importante mencionar que o interesse na ordem de grandeza das variáveis envolvidas determinou a análise do tipo “business as usual” - que não considera alterações estruturais na oferta e demanda de energia - e que as projeções baseadas em dados históricos, apesar das limitações para o longo prazo, seguem o mesmo motivo indicado para o tipo de análise pois cumprem a finalidade neste estudo.

### DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

Os dados apresentados a seguir foram obtidos do 31º Balanço Energético do estado de MG [4]. A evolução da demanda total de energia no estado de MG é mostrada na Figura 1. A unidade energética é o tep – tonelada equivalente de petróleo, a mesma adotada no balanço energético em referência.

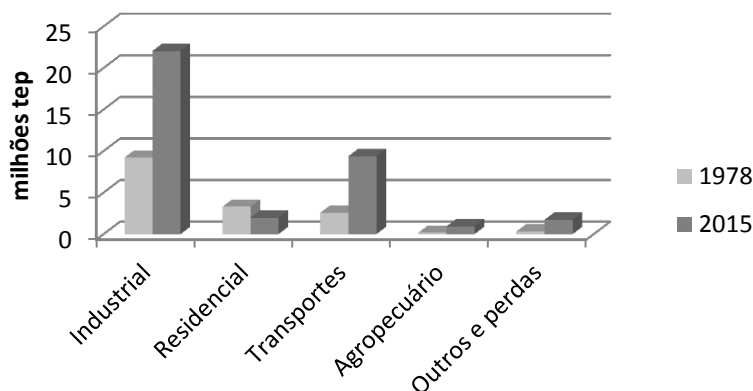
Figura. 1. Aumento da demanda de energia em MG 1978 a 2015.



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que o crescimento da demanda de energia cresceu a uma taxa anual de 2,22%. Como visto na Figura 2, a demanda de energia dos setores econômicos do estado de MG apresenta um significativo degrau de elevação desde o registro no ano de 1978, exceto para o setor residencial, que registrou em 2015 demanda inferior ao primeiro registro de 1978, explicada pela nova metodologia para dimensionamento do consumo de lenha deste setor, adotada em 2010.

Figura 2 – Demanda de energia por setor econômico em MG

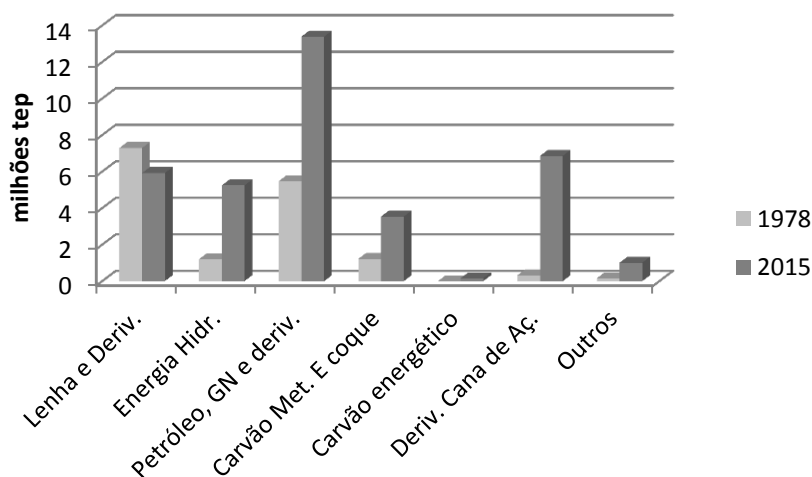


Fonte: Elaboração própria.

Com a melhoria do poder econômico da população (substituição do fogão a lenha por gás liquefeito de petróleo, por exemplo), aumento da população urbana e a substituição de fonte energética no setor industrial, houve forte redução da demanda da fonte Lenha e derivados entre 1978 e 2015, que é o período de toda a série histórica do Balanço Energético de MG.

Por outro lado, todas as outras fontes energéticas registraram aumento considerável neste período. A fonte Petróleo, gás natural (GN) e derivados é a maior demanda energética da economia mineira, mas a soma das demais fontes mantém a matriz energética de MG “verde”, com participação substancial das fontes denominadas renováveis. Esta situação é apresentada na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Demanda por fonte energética em MG



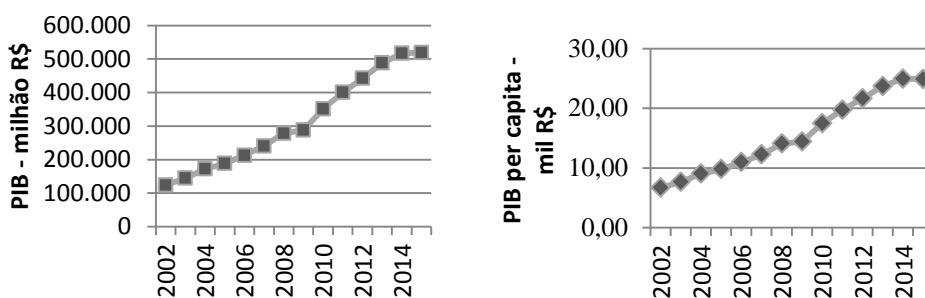
Fonte: Elaboração própria.

Fatores como crescimento econômico, crescimento demográfico e as transformações tecnológicas são, normalmente, elementos que exercem

influência sobre as questões energéticas, assumindo que um detalhamento destes fatores conduz a muitas outras questões que podem ser consideradas no contexto da segurança energética. Uma projeção destes fatores, considerando os valores históricos, possibilita obter uma razoável medida dos patamares de demanda energética futura.

A Figura 4 apresenta o crescimento do produto interno bruto – PIB do estado de MG a valores correntes e o PIB per capita, a partir de dados obtidos da Fundação João Pinheiro [5].

Figura 4 – Comportamento do PIB e PIB per capita.



Fonte: Elaboração própria.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [6], a projeção da população do estado de MG deverá crescer até o ano 2039, quando alcançará naquele ano quase 22,5 milhões de habitantes.

Aplicando a taxa de crescimento de 2,22% ao ano para a demanda de energia dos setores econômicos, pode-se fazer uma projeção até o ano de 2039, ano em que a população atingirá maior contingente, segundo o IBGE. Para o PIB, foi adotada uma taxa de 3,5% a.a. (aproximadamente a terça parte do crescimento observado no período 2002 a 2015) e, para a população, considerou-se a projeção do IBGE. Desta forma, têm-se os parâmetros de interesse na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de interesse.

Parâmetro	Ano 2015	Projeção 2039
Demanda Energética	36,12 Mtep	62,53 Mtep
PIB (valor corrente – bilhão R\$)	519,326	1.227,294
População (habitantes)	20.648.978	22.478.907
Intensidade Energética (tep/mil R\$)	0,07	0,05

Fonte: Elaboração própria

Observa-se na Tabela 1 que a intensidade energética sofrerá redução, o que pode ser relacionado com a melhoria da eficiência energética dos processos de conversão de energia. Contudo, a demanda total de energia em 2039 poderá ser 73% superior à demanda de 2015.

Considerando a premissa “business as usual” do estudo, observa-se que a demanda energética para o ano 2039 é desafiadora tendo em vista que as

principais fontes energéticas de MG são sensíveis ao clima, portanto sujeitas às situações de imprevisibilidade em decorrência das mudanças climáticas.

A projeção para a demanda das fontes energéticas, tendo como referência a situação da participação no ano de 2015, encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Projeção da demanda das Fontes Energéticas

Fonte Energética	Ano 2015	Projeção 2039
Lenha e derivados	16,4%	10,3Mtep
Energia hidráulica	14,5%	9,1Mtep
Petróleo, GN e derivados	37,1%	23,2Mtep
Carvão Metalúrgico e coque	9,8%	6,1Mtep
Carvão energético	0,5%	0,3Mtep
Derivados da Cana-de-açúcar	19,0%	11,9Mtep
Outros	2,8%	1,7Mtep

Fonte: Elaboração própria

É importante levar em conta que a penetração da tecnologia dos veículos elétricos em escala industrial está prestes a iniciar, e isto demandará planejamento para o fornecimento de eletricidade ao setor. Dados do Departamento de Trânsito – DETRAN/MG [7] de 2015 mostram que havia mais de 5,3 milhões de automóveis no estado, que é o veículo alvo típico a receber a nova tecnologia elétrica. Esta previsão deve entrar no planejamento dos cenários energéticos do estado.

Segundo a Mckinsey & Company Consultoria [8], até 2030 entre 10% e 30% dos veículos novos adotarão a nova tecnologia elétrica no Brasil. Em publicação realizada pela Accenture Strategy e Fundação Getúlio Vargas Energia [9], a Companhia Paulista de Força e Luz realizou uma simulação de penetração de veículos elétricos em sua área de concessão considerando uma participação de veículos elétricos de 4% a 10% até 2030.

Em relação à recarga das baterias dos veículos, já está disponível a Resolução Normativa 819/2018 da ANEEL [10] que “estabelece os procedimentos e as condições para a realização de atividades de recarga de veículos elétricos” no país.

O valor de 9,1Mtep da fonte de Energia hidráulica em 2039 significa uma potência de geração em torno de 12,1GW e representa um acréscimo de 74% em relação ao ano de 2015, que poderá impactar o SIN – Sistema Interligado Nacional, Operador Nacional do Sistema – ONS [11], que prevê acréscimo nacional de 37GW até 2020 ao sistema. Ademais, as previsões dos cenários de mudanças climáticas estabelecem um desafio para a obtenção destes valores, já que o aumento da temperatura e a redução dos índices pluviométricos são quase um consenso nestes estudos.

Outra limitação que poderá ser imposta pelas mudanças climáticas é quanto à participação dos derivados da cana-de-açúcar e da lenha, uma vez que a irrigação é um importante uso consuntivo de água e, em cenários de escassez deste recurso, poderá sofrer reduções.

Um caminho válido para iniciar uma resposta às ameaças de ruptura no fornecimento de energia está na Resolução Normativa 482/2012 [12] e

posteriormente atualizada pela Resolução Normativa 687/2015 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL [13], que estabelece as formas de acesso à microgeração e minigeração distribuídas de energia elétrica, ambas conectadas à rede de distribuição.

A microgeração distribuída diz respeito aos sistemas de geração elétrica cuja potência instalada é menor ou igual a 75kW, através de cogeração qualificada (que atende a requisitos da Resolução Normativa 235/2006 – ANEEL) ou fontes renováveis de energia. Nesta classificação estão os painéis fotovoltaicos, com forte presença nas residências. A minigeração diz respeito às potências instaladas acima de 75kW e menor ou igual a 3MW para fontes hídricas, ou menor ou igual a 5MW para cogeração qualificada ou outras fontes renováveis.

Segundo o 31º BEEMG [4], em 2015 foram adicionadas 293 instalações dentro das Resoluções Normativas acima, totalizando 352 empreendimentos dos quais 349 são via geração fotovoltaica, predominantemente no setor residencial. A potência instalada, tanto em microgeração quanto minigeração, somou 2.224kW em 2015.

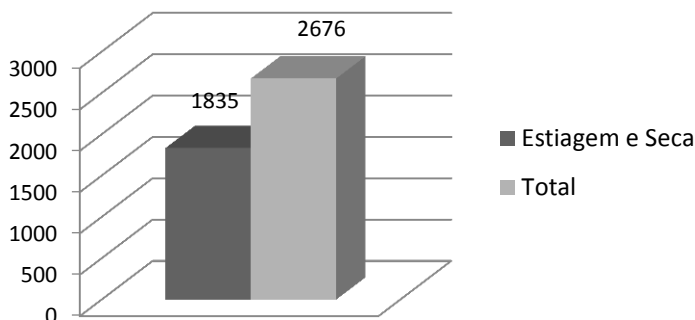
Os valores apresentados na Tabela 2 para as projeções das demandas por fonte energética, não indicam a influência de alterações climáticas. Estudos de cenários nos quais seja possível introduzir as interferências das mudanças climáticas no sistema energético do estado de MG poderão apontar as consequências através de novos valores para a participação de cada fonte energética.

Contudo, uma consulta ao Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2iD [14] desenvolvido pelo CEPED/UFSC e que integra dados da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC, revela a predominância dos eventos de seca e estiagem entre os anos de 2003 e 2016 no estado de MG.

Na Figura 5 pode-se observar o número de registros de desastres no estado de MG para o período de 2003 a 2016, obtendo-se o índice em torno de 69% relacionados à estiagem e seca quando comparados ao total de eventos registrados. Os outros registros de emergência e/ou calamidade pública são: alagamentos, deslizamentos de solo, enxurradas, granizo, inundações, colapso de barragens, transporte de carga e passageiros, erosão, enchentes, vendaval e chuvas intensas. Estes eventos de estiagem e seca podem afetar diretamente o sistema energético como um todo bem como as populações.

Estes dados mostram como os aspectos sociais são sensíveis às condições climáticas uma vez a somatória das mazelas potencializam a gravidade das consequências como, por exemplo, disputa pelo uso da água, saneamento básico insuficiente, pobreza crescente, doenças oportunistas como dengue, malária, febre amarela, diarreia, sarampo, tuberculose, hepatite e outras.

Figura 5 – Situações de emergência e calamidade pública entre 2003 e 2016 em MG



Fonte: Elaboração própria.

O Estudo de Vulnerabilidade Regional às Mudanças Climáticas, elaborado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente de MG – FEAM/MG [15] aponta riscos sociais iminentes frente às mudanças climáticas severas como perda de renda e emprego, pressão migratória para as zonas urbanas bem como o aumento potencial das doenças sensíveis ao clima. Também são citados no estudo os impactos econômicos e ambientais nos quais os sistemas de produção de energia possuem grande inter-relação.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da demanda de energia é uma realidade para os próximos anos e, embora a recessão econômica impeça o aumento real e necessário da renda da população, o estudo mostrou que, aplicando o comportamento observado na série histórica, haverá importante aumento nas demandas das principais fontes energéticas.

Para a fonte hidráulica, o aumento da renda da população significará maior pressão sobre a capacidade de geração elétrica por fonte hidráulica, já que mais equipamentos domésticos poderão ser adquiridos em larga escala. Com a taxa de crescimento adotada para o PIB/MG, o PIB per capita dobrará até 2039. Além disso, novas tecnologias deverão ser implantadas, como os veículos elétricos. Para cumprir com as exigências de aumento desta demanda uma das preocupações será quanto à normalidade dos ciclos hidrológicos para manutenção dos reservatórios das usinas hidroelétricas, sob o risco de aumento do despacho das usinas termoeletricas alimentadas por combustíveis fósseis.

Estabelecer o mesmo percentual de participação das fontes energéticas na demanda total de energia do ano de 2015 para o ano de 2039, objetiva dimensionar a ordem de grandeza dos valores de demanda por fonte, pois significa considerar as mesmas eficiências dos processos de conversão de energia e políticas governamentais vigentes (“business as usual”).

Além da séria perspectiva de interferência na matriz energética nacional e estadual, as mudanças climáticas anunciadas poderão trazer consequências sociais, cuja gravidade dependerá do grau de severidade. Mobilidade territorial de comunidades, fome, sede, perda de área agricultável e aumento de doenças



associadas são algumas das graves consequências que podem se abater sobre o estado de MG.

A segurança energética é, portanto, um tema multifatorial e deve ser considerado em qualquer planejamento governamental.

## Energy security in the state of Minas Gerais in its climatic and social elevations

### ABSTRACT

What will be the energy demand and what will be the sources of energy to serve the economic sectors of the state of Minas Gerais (MG), when the population of the state reaches its largest contingent? The need for predictability and reliability for the energy supply of an economic system is crucial, which can be translated by Energy Security. This work aims to present the energy structure of the state of Minas Gerais, the gross domestic product, the population, the energy sectors and to carry out growth projections of these parameters, as well as to estimate the growth of energy demand, focusing on Energy Security. Climate change could introduce unfavorable elements for Energy Security and also cause relevant social impacts. The purpose of the study is descriptive with a quantitative methodological approach, using simple tools for calculating parameters and projections. The study showed that even in the course of a scenario of low economic growth, the state's energy demand will grow and special attention will be needed for the water source. The contribution of this article resides in obtaining the order of magnitude of the investigated parameters.e.

**KEYWORDS:** Energy. Energy Security. Climate changes. Planning. Hydraulic energy..

## REFERÊNCIAS

I. Paiva et al, “Aspectos Teóricos e Analíticos da Segurança Energética e os Desafios do Setor Elétrico Brasileiro”, Gesel – UFRJ, Texto nº71, maio (2017).

C.D. Siqueira, “Segurança Energética e Regime Internacional de Mudanças Climáticas: O Papel da Burocracia Pública Brasileira na Elaboração de Diretrizes Políticas”, Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

IEA - International Energy Agency, “Energy Efficiency 2017”, Market Report Series, OECD/IEA, 2017. Disponível em <<http://www.iea.org>>. Acesso em 03/09/2018.

Cemig - Companhia Energética de Minas Gerais S/A - (2015). 31ºBalanço Energético do Estado de Minas Gerais - BEEMG 2016: ano Base 2015. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/inovacao/Alternativas\\_Energeticas/Documents/BEEMG.pdf](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/BEEMG.pdf)>. Acesso em 28/08/2018.

FJP – Fundação João Pinheiro, “Produto Interno Bruto de Minas Gerais (PIB)”. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos1/2745-produto-interno-bruto-de-minas-gerais-pib-2>>. Acesso em 05/09/2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, “Brasil/Minas Gerais”, Dados consolidados. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>>. Acesso em 05/09/2018.

DETRAN/MG – Departamento de Trânsito de Minas Gerais, “Estatísticas de Trânsito”, Dados consolidados. Disponível em: <<https://www.detran.mg.gov.br/sobre-o-detran/comunicados/comunicados/542-estatisticas>>. Acesso em 08/09/2018.

McKinsey & Company Consultoria – “A mobilidade em 2030”. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com.br/our-insights/blog-made-in-brazil/a-mobilidade-em-2030>>. Acesso em 26/04/2019.

Fundação Getúlio Vargas – FGV Energia e Accenture, Cadernos FGV Energia, “Carros Elétricos”, maio 2017, Ano 4, nº7, ISSN 2358-5277. Disponível em: <<http://www.automotivebusiness.com.br/abinteligencia/pdf/FGV-Accenture-EstudodeCarrosEletricos.pdf>>. Acesso em 26/04/2019.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, “Resolução Normativa 819/2018.” Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2018819.pdf>>. Acesso em 27/04/2019.

ONS - Operador Nacional do Sistema, “Plano de Ampliação e Reforços nas Instalações de Transmissão do SIN”, Sumário Executivo, julho (2017). Disponível em: <[file:///C:/Users/Leo/Downloads/PAR2017-2019\\_sumario\\_executivo.PDF](file:///C:/Users/Leo/Downloads/PAR2017-2019_sumario_executivo.PDF)>. Acesso em 08/09/2018.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, “Resolução Normativa 482/2012.” Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>. Acesso em 27/04/2019.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, “Resolução Normativa 687/2015.” Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em 27/04/2019.

S2iD – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – CEPED/UFSC, Série histórica – Estado de Minas Gerais, 2003 a 2016. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/series/>>. Acesso em 01/05/2019.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais – “Estudo de Vulnerabilidade Regional às Mudanças Climáticas”, 2014. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/Estudos/pemc\\_vulnerabilidade\\_regional%2021022014.pdf](http://www.feam.br/images/stories/Estudos/pemc_vulnerabilidade_regional%2021022014.pdf)>. Acesso em 01/05/2019.

**Recebido:** 08 mar. 2019.

**Aprovado:** 26 jun. 2019.

**DOI:** 10.3895/rts.v15n37.9769

**Como citar:** MELO, L. B.; COSTA, A. L.; FORTINI, A. A segurança energética no estado de Minas Gerais em seus aspectos climáticos e sociais. *R. Technol. Soc.*, Curitiba, v. 15, n. 37, p. 417-428, jul./set. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/9769>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Leonardo Barrouin Melo

-

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

