



## **ESTUDO DAS POTENCIALIDADES ENERGÉTICAS VISANDO ELABORAÇÃO DE UMA MATRIZ ELÉTRICA TERRITORIAL PARA O ESTADO DE MINAS GERAIS**

**Barbosa, W.P.F<sup>1,2</sup>, Ferreira, W. R.<sup>1,2</sup>, Azevedo, A. C. S.<sup>1</sup>, Silva, M. L.<sup>1</sup>, Costa A.  
L.<sup>2</sup>, Pinheiro, R.B.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM; Cidade Administrativa Tancredo Neves, Rodovia  
Prefeito Américo Gianetti, s/n, 1º andar, Ed. Minas, CEP: 31630-900 - Belo Horizonte/MG

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Nuclear – UFMG; Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha- CEP: 31.270-  
90, Belo Horizonte/MG  
wilson.filho@meioambiente.mg.gov.br

**Palavras-Chave:** Energia, Planejamento energético, Territorialidade.

### **RESUMO**

Esse estudo tem por objetivo preparar uma base de dados para fazer as projeções de oferta e demanda de energia elétrica para o setor elétrico mineiro por Território de Desenvolvimento no período 2015 - 2050. O presente estudo, quanto à natureza, caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, que tem como escopo gerar reflexão e entendimento sobre a expansão da geração de energia elétrica em Minas e no Brasil. Trata-se de estudo bibliográfico para elaboração da base de dados que, para sua execução tem por método a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa. A seleção de fontes de pesquisa foi baseada em publicações de autores de reconhecida importância no meio acadêmico e profissional, e em livros e artigos veiculados e pesquisados através da internet, além de dados da Cemig, Siam e ONS. A recente queda no nível de reservatórios e a necessidade de despacho de usinas térmicas acenderam discussões para os rumos em que a matriz energética nacional vem seguindo. A impossibilidade de se construir novos grandes reservatórios vem reduzindo gradativamente a capacidade de regularização da geração hidrelétrica. A matriz elétrica brasileira e a mineira, em destaque, estão passando por um processo acelerado de transição, onde se faz necessário selecionar criteriosamente os empreendimentos futuros com destaque para o desenvolvimento sustentável.

### **1. INTRODUÇÃO**

Tendo em vista a complexidade do sistema energético, em destaque o sistema elétrico, e a real necessidade de se estabelecer um modelo de planejamento de longo prazo territorial é importante seguir analisando os diferentes atores responsáveis pela evolução do setor e suas implicações tanto do lado da oferta quanto do lado da demanda.

O planejamento energético, em destaque do setor elétrico, por território apresenta um elevado grau de utilidade. Pelo lado da oferta de energia, ele permite identificar as fontes energéticas mais adequadas em termos tecnológico, econômico, social e ambiental para atender as demandas da sociedade. Pelo lado da demanda, ele permite identificar as tecnologias de uso final capazes de tornar mais eficiente e racional o uso



das fontes de energia. Por meio da construção de cenários futuros sobre o comportamento das demandas é de fundamental importância na resolução de conflitos envolvendo oferta e demanda de energia, meio ambiente e desenvolvimento econômico. Sua importância foi reforçada com o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável, uma vez que a utilização dessa ferramenta pode evitar a degradação prematura dos recursos energéticos não renováveis e/ou apontar alternativas de substituição de fontes de energia, garantindo a oferta necessária à manutenção do desenvolvimento da sociedade. Esse elevado grau de utilidade torna essa ferramenta indispensável para auxiliar não apenas as tomadas de decisão, mas também a elaboração de políticas energéticas sustentáveis.

Com a predominância da energia hidrelétrica no Brasil, a obtenção de um fornecimento de energia estável ao longo das estações do ano tem sido um desafio histórico para decisões de planejamento da operação do setor de energia, devido às flutuações sazonais de amplitude significativa da energia hidrelétrica. A produção de eletricidade no Brasil e particularmente em Minas Gerais é predominantemente derivada de Usinas Hidrelétricas de Energia (UHE). Recentemente, os níveis de reservatórios caíram significativamente, tendo, como consequência, uma flutuação de matriz elétrica hídrica para matriz elétrica hidrotérmica, com uso predominante de Usinas Termelétricas movidas a combustível fóssil.

Este artigo tem como escopo realizar um levantamento de dados das potencialidades energéticas presentes e futuras no Estado de Minas Gerais com intuito de auxiliar o planejamento energético de longo prazo para o Estado.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia adotada foi o levantamento de dados referentes aos recursos energéticos utilizando pesquisa na internet, livros, seminários e congressos nacionais. Com relação às unidades de geração de energia elétrica em operação no estado de Minas Gerais foram realizadas pesquisas utilizando o portal do Sistema Integrado de Informações Ambientais – SIAM, da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, que apresenta as características dos empreendimentos de geração de energia em operação no Estado de Minas Gerais, como licenças ambientais, localização e potência. Por efeito da quantidade de usinas de geração de energia existente, os dados foram refinados e esse estudo apresenta a quantidade e potência de usinas Hidrelétricas e usinas térmicas com base no combustível utilizado e por classe.

Com relação às ofertas de energias elétricas possíveis para os próximos anos, foram identificados os possíveis recursos energéticos existentes e tecnologias passíveis de instalação. Para tanto, foram levantados dados técnicos em artigos e eventos técnicos, em destaque, o Seminário Mineiro de Energias renováveis – Eólica e Solar (2016) e o I Fórum Mineiro de Energia Renovável.

## 3. RESULTADOS

### Oferta de energia existente

Minas Gerais possui um grande número de UHEs e PCHs instaladas em suas bacias hidrográficas. A construção de PCHs, devido ao menor impacto ambiental em termos de



área alagada e a restrição de espaço físico, se constituem em um importante instrumento na exploração dos recursos hídricos para produtores de energia elétrica, porém, em termos do sistema elétrico como um todo, a reduzida escala de geração das PCHs valida a necessidade de complementação hidro eólica. Na Tabela 1 são apresentados os dados das UHEs referentes.

Tab.1. UHEs em operação no Estado de Minas Gerais

<b>Usinas Hidrelétricas de Energia</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência (KW)</b>
Pequena central hidrelétrica	97	816.906
Usinas Hidrelétricas	51	16.632.512

Fonte: adaptado da SIAM, 2016 [1]

Como todo empreendimento de produção de energia, a construção de termelétricas movidas a combustível fóssil tem como impactos positivos: o aumento da disponibilidade de energia ao consumidor, com modicidade tarifária, geração de impostos e empregos. Os impactos negativos ao ambiente, no contexto atual, estão associados principalmente com o aquecimento global decorrente da emissão de gases de efeito estufa. Na Tabela 2 são apresentados os dados das UTEs referentes:

Tab.2. UTEs a base de combustível fóssil no Estado de Minas Gerais

<b>Usinas Térmicas de Combustível Fóssil</b>		
<b>Classe de combustível</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência (KW)</b>
Gás natural	4	211.237
Enxofre	1	23.000
Óleo combustível	1	131.000
Óleo diesel	144	87.063

Fonte: adaptado da SIAM, 2016 [1]

Na categoria de gases industriais estão o gás de alto forno, o gás de processo e o gás de refinaria. Na Tabela 3 são apresentados os dados das UTEs referentes.

Tab.3. UTEs a base de gás industrial em operação no Estado de Minas Gerais

<b>Usinas Térmicas de Gás Industrial</b>		
<b>Classe de combustível</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência (KW)</b>
Gás de Processo	2	81.620
Gás de alto forno	11	259.155

Fonte: adaptado da SIAM, 2016 [1]

O termo biomassa abrange toda a gama de sólidos originados de seres vivos, excluindo-se deste conceito os combustíveis fósseis e ainda os que possam ter se constituído em biomassa no passado. O Estado de Minas Gerais possui um potencial de produção de eletricidade a partir de resíduos, originário de diversos tipos de materiais sendo os principais, os da indústria sucroenergética (bagaço de cana e vinhaça). Importante ressaltar que os combustíveis produzidos a partir da biomassa não contêm enxofre,



sendo assim, uma grande vantagem em relação aos combustíveis de origem fóssil. Na Tabela 4, são apresentados os dados das UTEs a base de biomassa em operação no Estado de Minas Gerais.

Tab.4. UTEs a base de biomassa em operação no Estado de Minas Gerais

<b>Usinas Térmicas de Biomassa</b>		
<b>Classe de combustível</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência (KW)</b>
Licor negro	1	100.000
Carvão vegetal	2	9.800
Resíduos de madeira	2	26.000
Biogás	4	11.488
Bagaço de cana	38	912.680

Fonte: adaptado da SIAM, 2016 [1]

### Oferta de energia possível

O combustível das usinas nucleares é o óxido de urânio enriquecido 235 em cerca de 3 a 5%, na maioria dos reatores comerciais atuais. No Brasil, as reservas recuperáveis de urânio são de aproximadamente 309.000 toneladas, 5% das reservas mundiais, o que o coloca como o sétimo país do ranking. Segundo a Eletrobrás a expansão da energia nuclear na matriz energética brasileira passa pela instalação de uma usina com potência entre 4.000 MW e 6.000 MW no território do Noroeste de Minas Gerais, junto ao Rio São Francisco. As reservas de Urânio em Minas estão no quadrilátero ferrífero e no Planalto de Caldas.[2]

O Atlas Eólico de Minas Gerais, elaborado pela Cemig [3] estimou o potencial eólico sazonal no estado, em três dimensões distintas, a 50 m, 75 m e 100 m de altura do solo. O potencial de geração eólico a 100 m do solo foi o mais significativo, e aponta uma grandeza de 40.000 MW. O potencial eólico do território do Norte de Minas vem sendo estudado pela Renova, que também identificou o potencial do sul do estado da Bahia, onde se localizam, hoje, um grande número de usinas eólicas. Esses estudos comprovam o grande potencial, cerca de 6.000 MW, principalmente em topos de morro na Serra do Espinhaço.

A energia solar produzida por coletores solares é térmica e não elétrica, por isso, não é contabilizada na matriz elétrica mineira, porém, é importante demonstrar o destaque desta tecnologia como energia elétrica evitada. Segundo o Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – BEEMG [4], a área de coletores acumulada entre 1991 a 2010 totalizou uma economia de 10.013 GWh, o que representa 861 mil tep. Em 2010, a economia representou 1.570 GWh proveniente do aproveitamento solar, o que significa 2,7% de energia evitada em relação ao consumo total de energia elétrica. Em termos energéticos, a instalação de 1,87 milhões de m<sup>2</sup> de coletores em Minas Gerais representa uma capacidade instalada, em 2010, de 1.309 MWth, montante que corresponde, comparativamente, a cerca de três vezes a capacidade instalada de geração da usina hidrelétrica de Três Marias (396 MW), ou quatro vezes e meia a energia assegurada desse empreendimento (239 MW).

As usinas solares fotovoltaicas são centrais de energia compostas por uma configuração de painéis solares fotovoltaicos que convertem a energia da radiação em eletricidade por



meio de cada uma das células fotovoltaicas. Os raios diretos e difusos do sol são transformados em eletricidade por meio de materiais semicondutores (como o silício, muito presente na natureza). Segundo apresentação do IDENE no Seminário de Energias Renováveis – Energia Eólica e Solar [5], existe uma perspectiva de inserção de 20 Usinas solares fotovoltaicas de 30 MW cada, por ano à partir de 2017 e de 4 Usinas solares fotovoltaicas de 300 MW, por ano à partir de 2017 região de Montes Claros, Janaúba, Janaúria e São Francisco, totalizando 3.600 MW a serem instalados.

### Crescimento populacional e de demanda de energia

Em 2000, a população brasileira era de 170 milhões de habitantes e o consumo de energia se elevava a cerca de 190 milhões de tep. O cenário traçado para 2030 estima um consumo de energia primária de cerca de 560 milhões de tep para uma população de mais de 238 milhões de habitantes. Nessas condições, a demanda *per capita* aumentaria de 1.190 para 2.345 tep/10<sup>3</sup> hab. entre 2005 e 2030.

Para Minas Gerais, o estudo da matriz energética [6] cria dois cenários para auxiliar as políticas publicais estaduais, o cenário Referência e o cenário Alternativo. No período 2025-2030, o acréscimo de demanda é quase integralmente atendido por importação, havendo pouco acréscimo de geração de energia elétrica dentro do Estado. Segundo esse cenário, Minas Gerais passa de um exportador líquido para um importador líquido de energia elétrica no final do período de análise, importando cerca de 17% da eletricidade consumida. O cenário Alternativo elucidada que a demanda por energia elétrica no Estado de Minas Gerais cresce a uma taxa média anual de 3,81%, enquanto a geração cresce a 3,43%, mostrando assim que o estado chega em 2030 também como um importador líquido de energia elétrica, sendo 8,7% da sua demanda atendida por importação. Esses números são pouco maiores que os do cenário Referência em função da maior capacidade instalada de geração a bagaço. E segundo o estudo, essa capacidade compensa a menor geração a gás natural e óleo combustível, assim como diminui a necessidade de importação de energia elétrica de outros Estados. Outro fator que também ocorre nesse cenário é o esgotamento do potencial hidrelétrico no Estado, o qual segue a mesma tendência do cenário anterior com característica de evolução um pouco distinta.

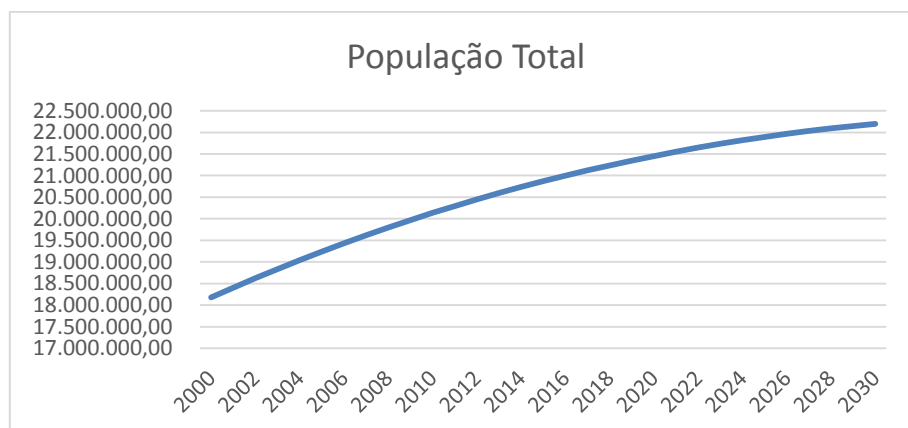


Fig. 1. Evolução do crescimento populacional no Estado de Minas Gerais

Fonte: adaptado IBGE, 2016 [7].



#### 4. CONCLUSÃO

Esse estudo demonstra que a oferta de energia atual no Estado de Minas Gerais não atenderá o crescimento da demanda. No período 2025-2030, o acréscimo de demanda de energia elétrica será quase integralmente atendido por importação, havendo pouco acréscimo de geração de energia elétrica dentro do Estado. A Matriz Energética de Minas Gerais 2007 a 2030 delimita a necessidade de repensar o uso da energia na economia mineira, reduzir a dependência externa, avaliar novas tecnologias, busca por melhor eficiência energética e a possibilidade de agregar maior valor a todos os setores da sociedade mineira com a implantação de um planejamento energético e ambiental.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] SIAM - Sistema Integrado de Informação Ambiental. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/siam/>.

[2] BARBOSA, W. P. F. Et al. Study of the energy matrix of Minas Gerais considering the contribution of nuclear power plants. 2015 International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2015

[3] CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS, 2010. Atlas Eólico de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, pp. 43-56, 2010.

[4] CEMIG. COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. 26º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – BEEMG: ano base 2010. Belo Horizonte, Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/Inovacao/AlternativasEnergeticas/Documents/26BEE MGcc.pdf>.

[5] DANTAS, D. B.. “Energia Fotovoltaica no Norte e Minas”. [http://www.feam.br/images/stories/2016/PESQUISA\\_DESENVOLVIMENTO/Energia\\_Fotovoltaica\\_no\\_Norte\\_de\\_Minis.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2016/PESQUISA_DESENVOLVIMENTO/Energia_Fotovoltaica_no_Norte_de_Minis.pdf).

[6] MATRIZ ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS 2007 – 2030. Sumário Executivo. Outubro, 2007.

[7] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Crescimento Populacional do Estado de Minas Gerais. 2016.