

## ***Proposta de novo marco normativo para empreendimentos de geração de energia solar***

Diálogos com o SISEMA  
13 de agosto de 2019

**Morjana dos Anjos**  
**Analista Ambiental – GEMUC/FEAM**

# CONTEXTUALIZAÇÃO

# Introdução

- Os combustíveis fósseis são os principais recursos utilizados no mundo para geração de energia.
- Os problemas associados a essas fontes tem feito repensar a forma como que se produz energia atualmente.
- Pensar em novas alternativas energéticas, em vista da promoção de uma transição energética, parece ser razoável.
- O Brasil possui uma das mais ambiciosas NDC do mundo.
- É necessário reunir esforços e dividir responsabilidades.
- Dessa forma, apresento:
  - Proposta de novo marco normativo para empreendimentos de geração de energia solar;
  - Zoneamento Ambiental Energético Renovável;
  - Proposta Política Estadual de Transição Energética - PETE

## Justificativa

- Combate às mudanças climáticas.
- O setor de energia é o principal emissor de GEE em todo mundo (34,6% das emissões totais mundial (IPCC, 2014)).
- É necessário encontrar um equilíbrio para assegurarmos o desenvolvimento econômico e social e o suprimento energético para tal, e ao mesmo tempo atuarmos no combate às mudanças climáticas.
- É razoável discutir a implementação de uma política de transição energética a nível estadual visando tanto o cumprimento de acordos climáticos internacionais, bem como um fornecimento seguro e diverso de energia à sociedade mineira.

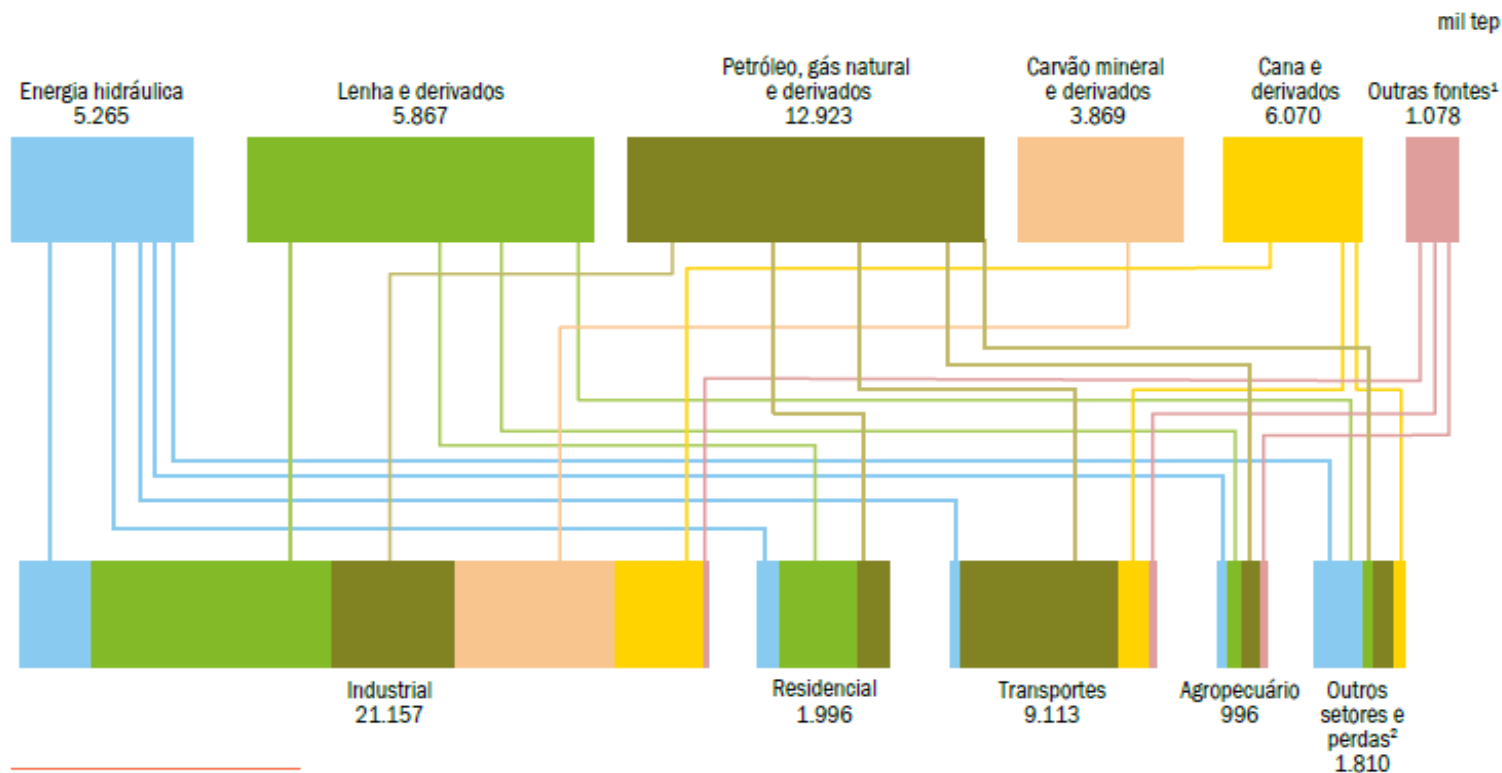
# Conceituação da Transição Energética Atual

- A transição energética é a troca ou diversificação dos insumos de uma matriz energética por outros tipos de fonte. No contexto atual, o nome refere-se a uma reorientação dos padrões de produção e consumo de energia (FORTIN, 2015).
  
- Os principais motivos para que um se realize uma transição energética são:
  - combate às mudanças climáticas **(Acordo de Paris e ODS's)**;
  - independência energética;
  - promoção de inovações tecnológicas e da economia verde;
  - segurança energética;
  - o fortalecimento de economias locais bem como a promoção da igualdade social; e
  - a redução e eliminação de riscos de fontes altamente impactantes ao meio ambiente.

## Transição Energética no Brasil e em Minas Gerais

- O Brasil possui um perfil energético diferente quando comparado a maioria dos outros países.
- Segundo o último balanço de energia do Brasil (EPE, 2018), em 2015, a matriz energética do país é composta por 58,1% de combustíveis fósseis, e os 42,9% restantes são oriundos de fontes renováveis.
- Eólica e solar possuem participação praticamente inexpressiva, alcançando uma ordem de 5% do total da produção de energia primária nacional.
- Para Minas Gerais (CEMIG, 2018), o total da demanda energética, 52,7% referiram-se a fontes de energia renováveis, e o restante a fontes não renováveis.
- O cenário energético atual encontra-se distante do cenário futuro almejado pela NDC brasileira.
- No nível federal, o fomento das fontes de energias renováveis concentram-se basicamente em programas como o PROINFA (ANEEL, 2015a), e o RENOVA BIO (MME, 2017).

# Perfil Energético de Minas Gerais



<sup>1</sup> Outras fontes: licor negro, resíduos de biomassa industriais e agrícolas, oleaginosas e biodiesel.

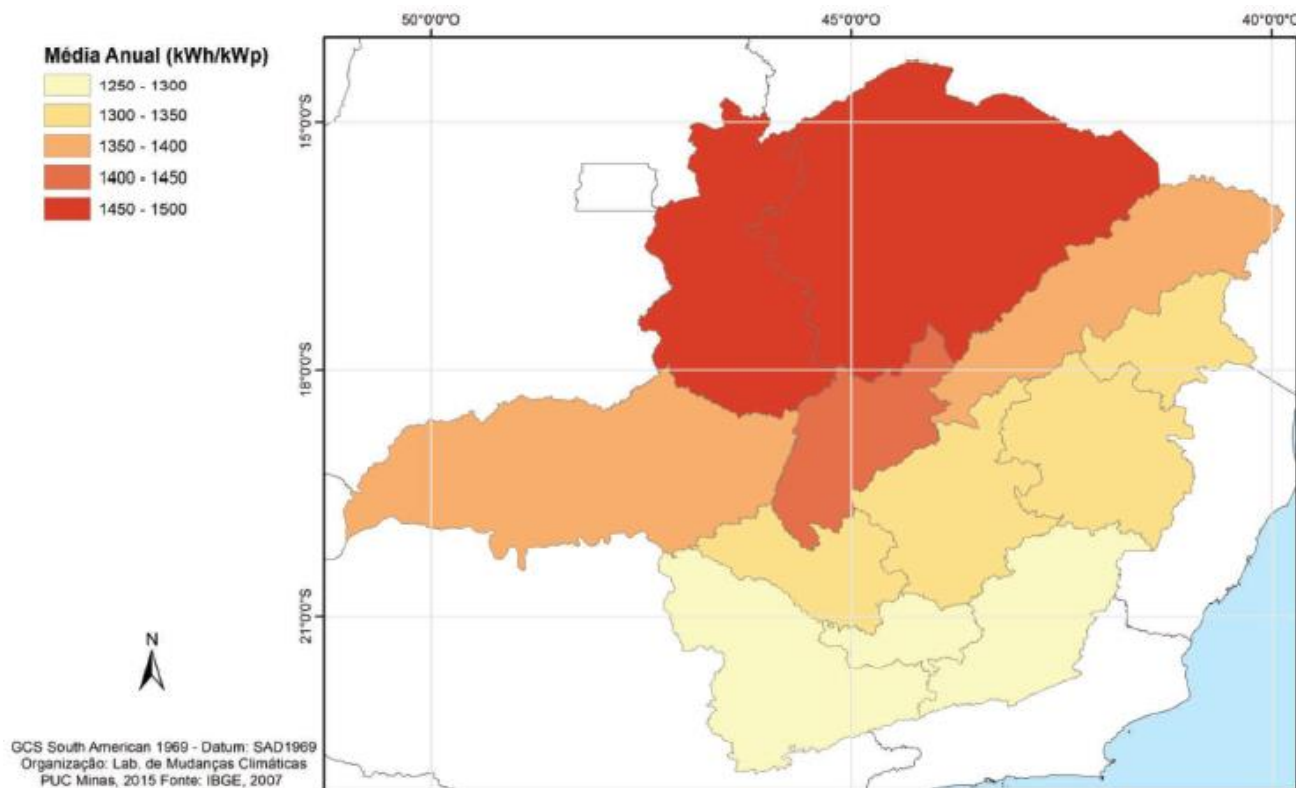
<sup>2</sup> Setores Comercial e Público e Perdas na Distribuição e Armazenagem.

**Importação: 20.080 mil tep (61,1%)**

Fonte: CEMIG, 2018

# Potencial de Energia Solar no Estado de Minas Gerais

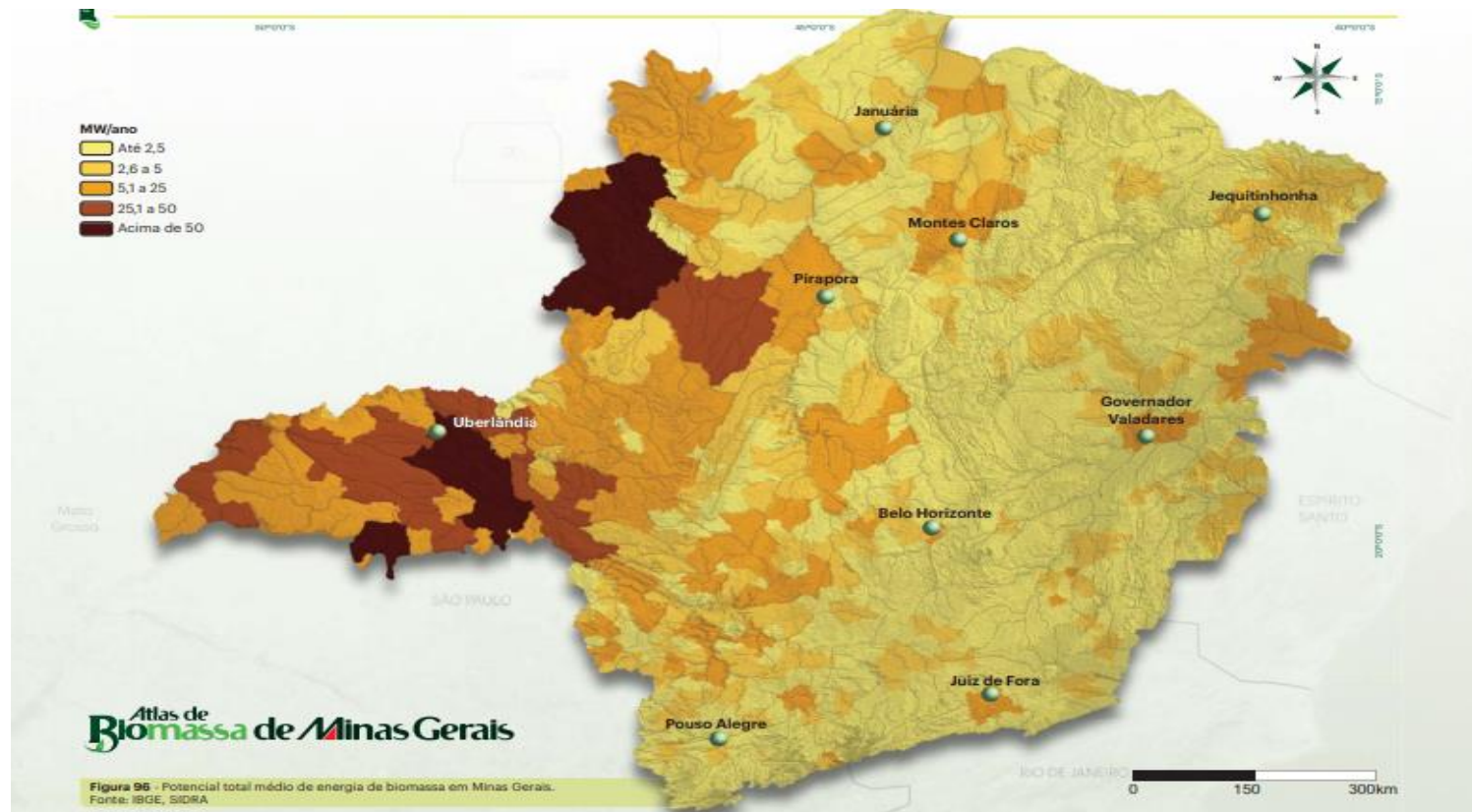
Norte de Minas: Jaíba e Janaúba com médias semelhantes aos melhores valores brasileiros.



Fonte: Cemig, 2016

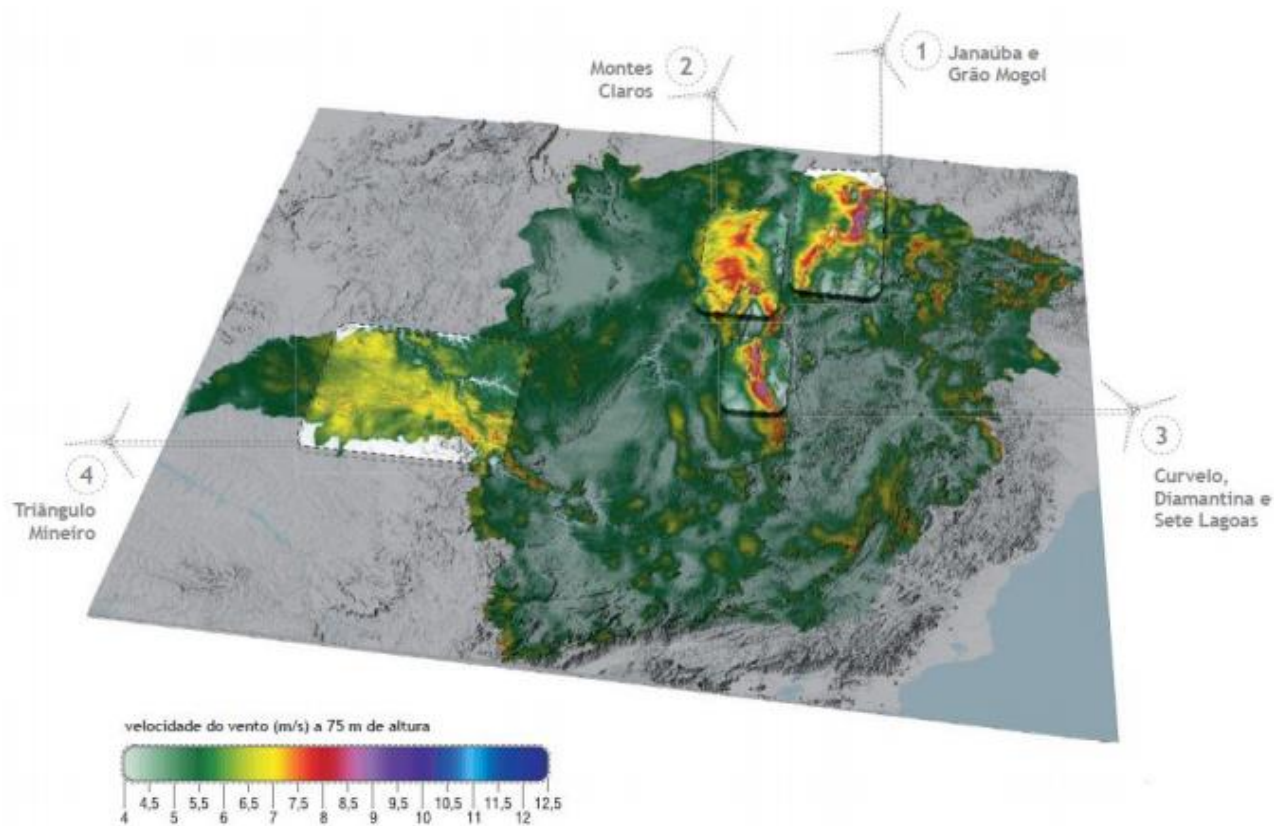


# Potencial de Biomassa no Estado de Minas Gerais



Fonte: CEMIG, 2017

# Potencial de Energia Eólica no Estado de Minas Gerais

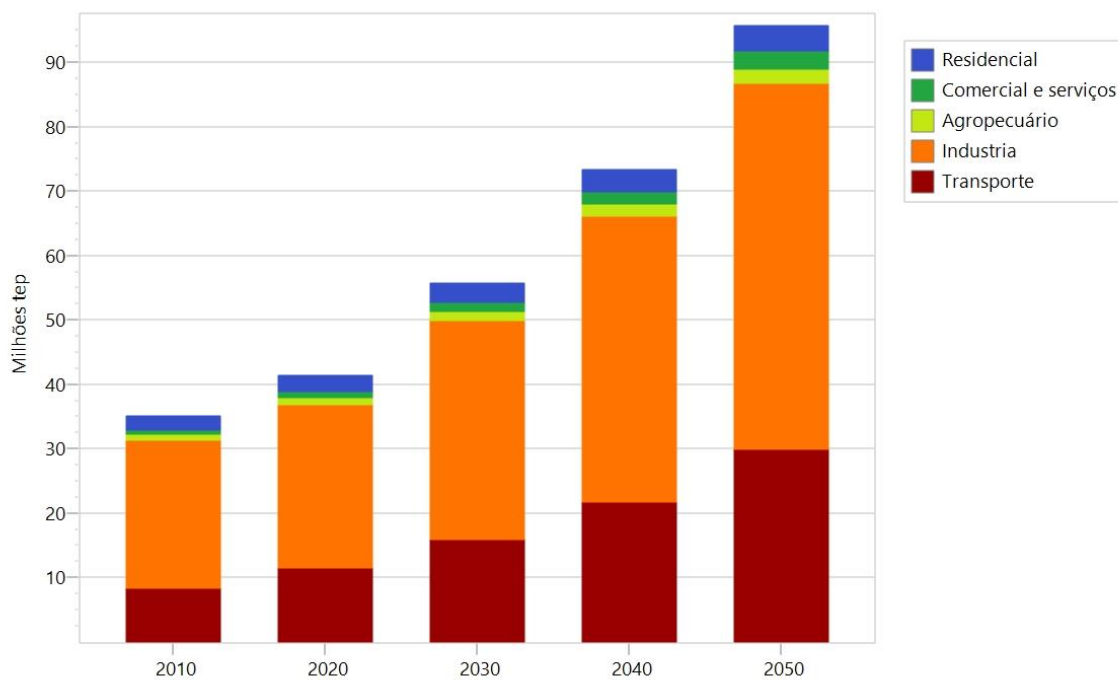


Fonte: CEMIG, 2017

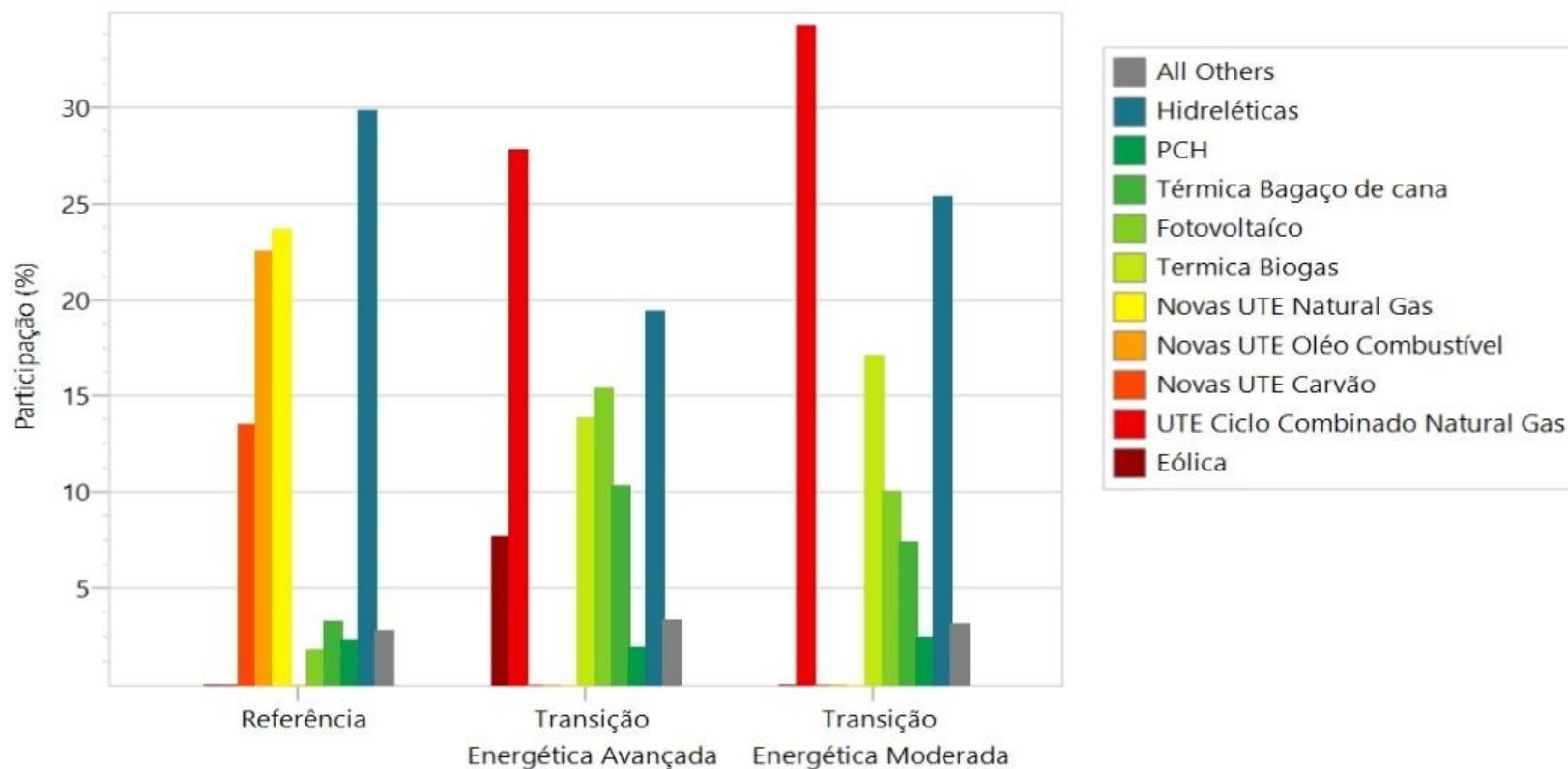
# Cenários para Transição Energética

- Foram construídos três cenários:
  - Cenário REF - projeções baseadas no que poderá acontecer se nenhum esforço adicional for realizado para criação de novas políticas energéticas que visem sistemas energéticos mais sustentáveis;
  - Cenário ETM - tem o objetivo de contribuir com as metas do setor de energia NDC brasileira;
  - Cenário ETA - tem o objetivo de ir além dos objetivos da NDC, sendo ainda mais ambicioso.

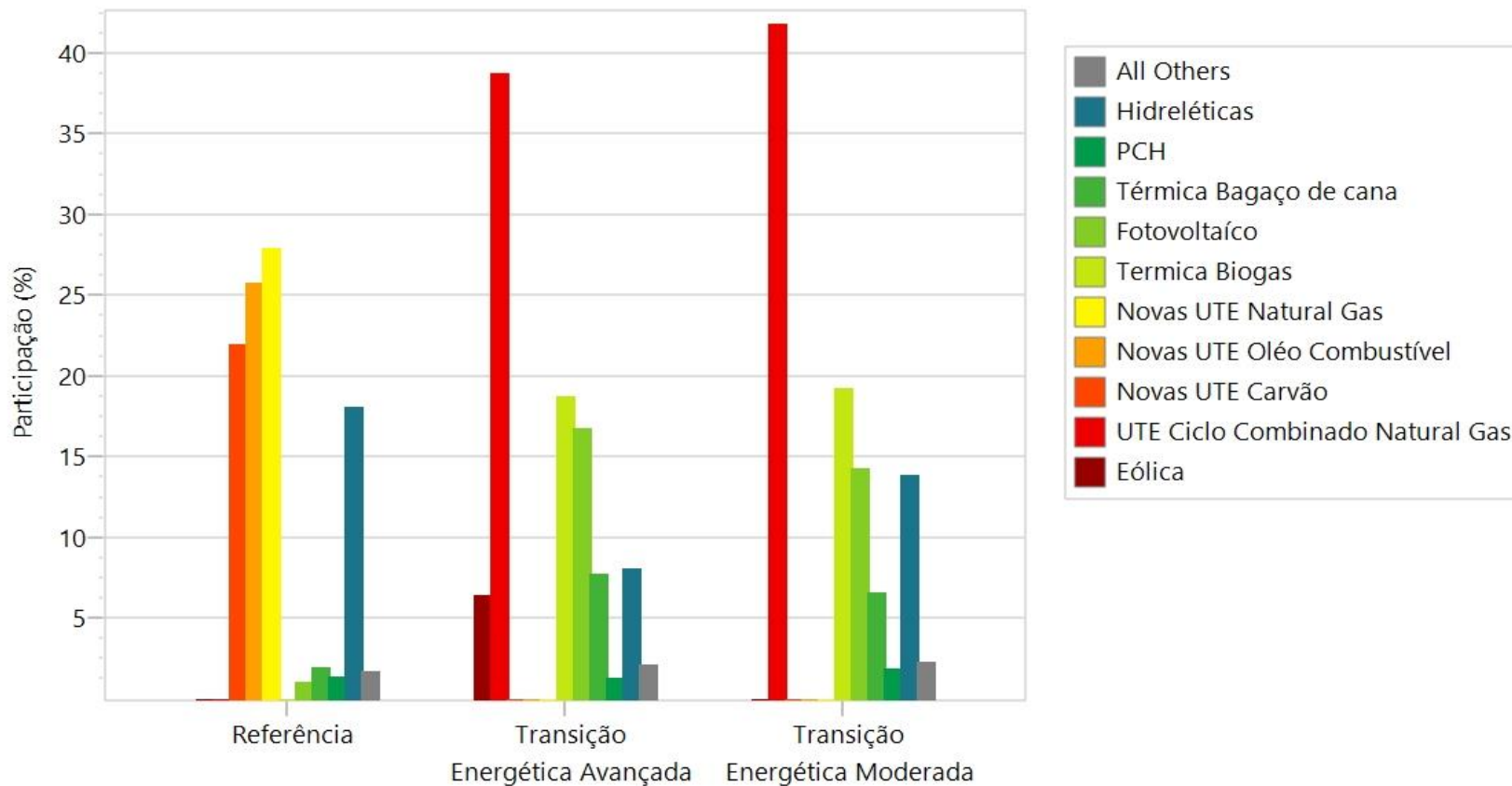
# Cenários – REF, ETM e ETA - Demanda por Setor



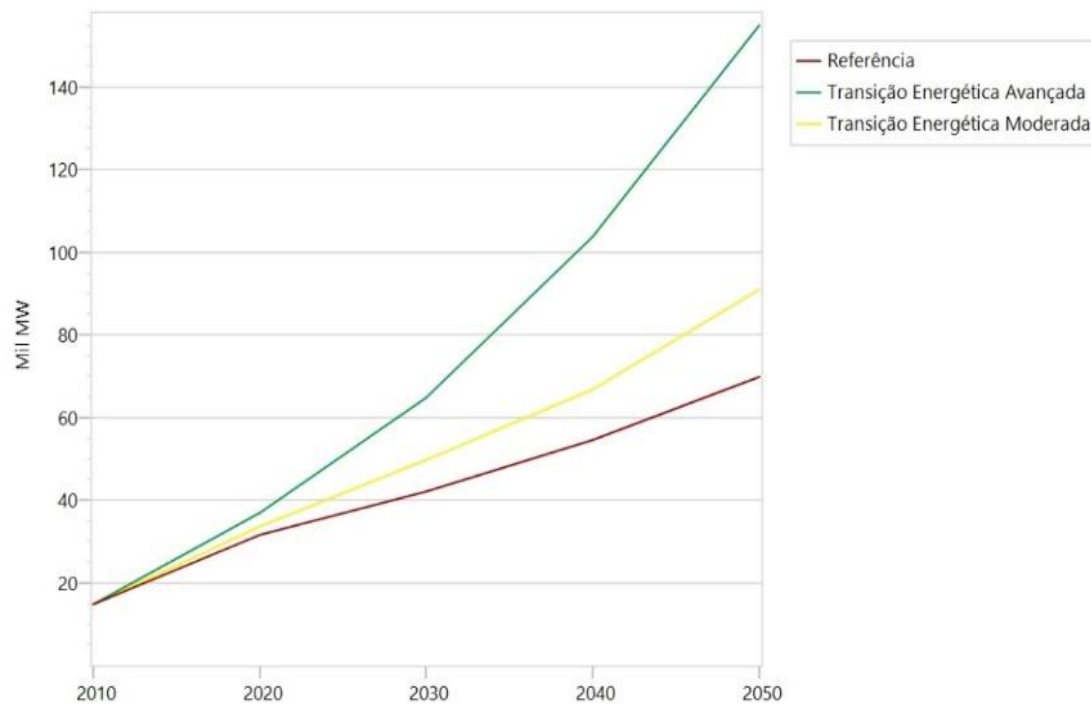
# Matriz Elétrica em 2030



# Matriz Elétrica em 2050

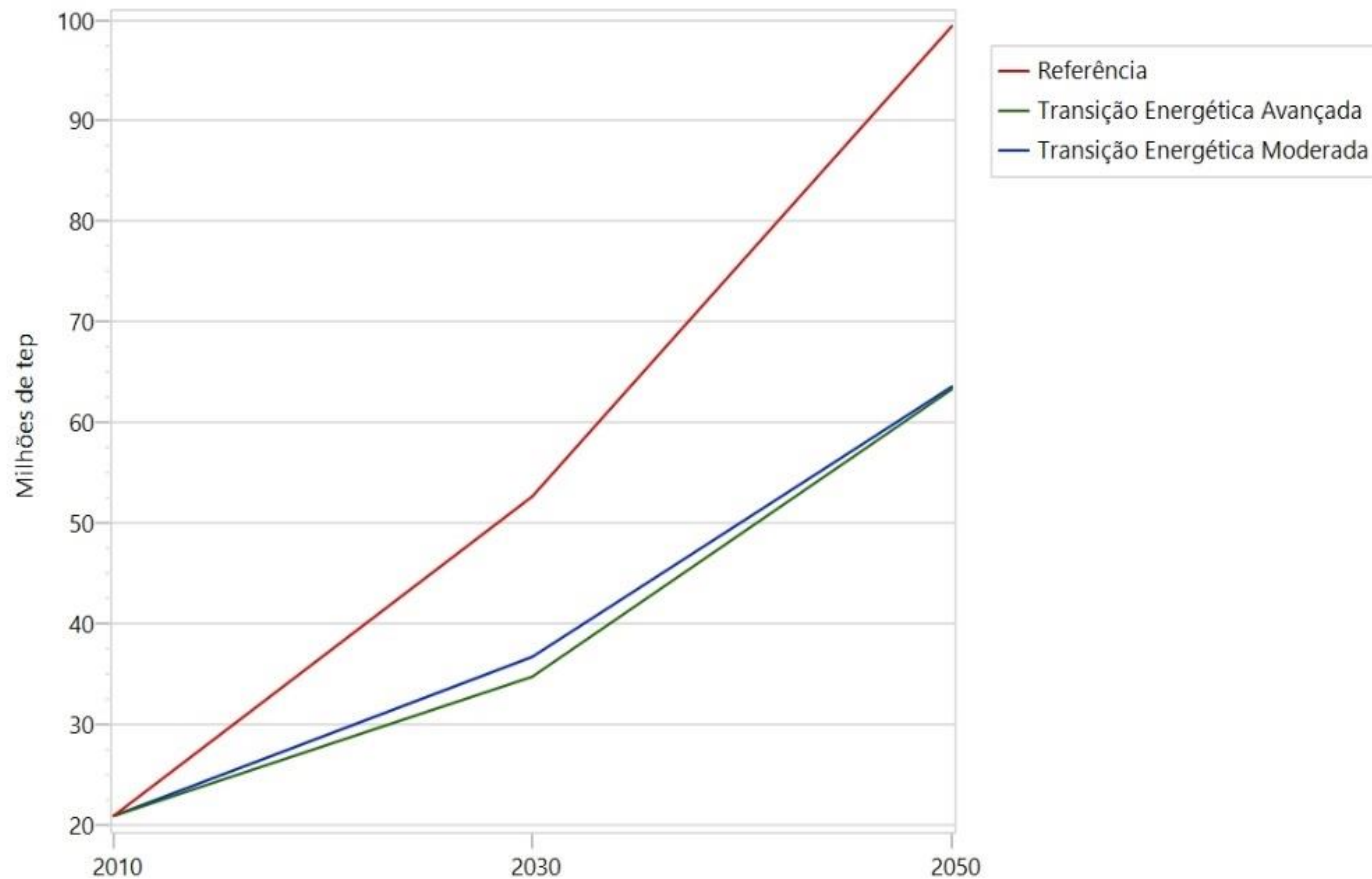


# Produção Eletricidade



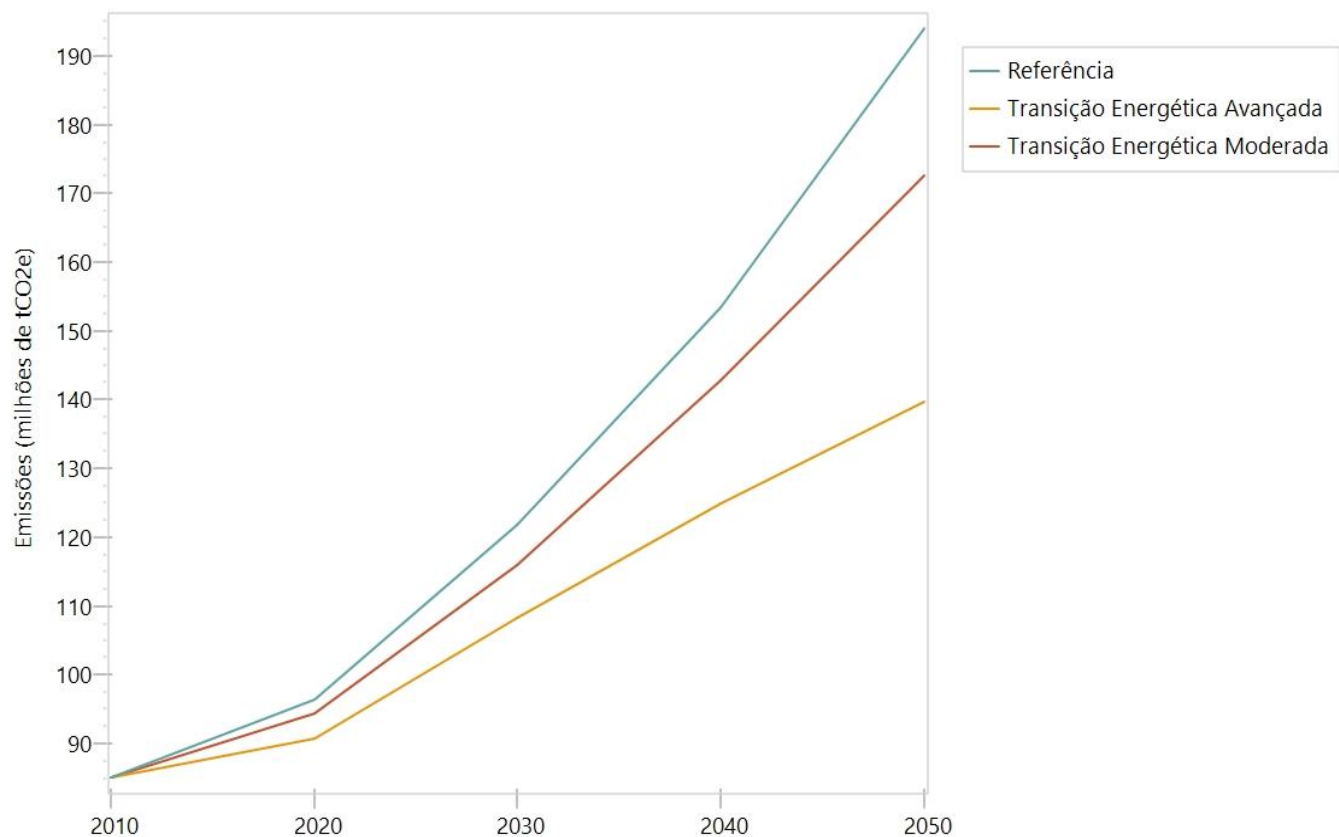
Fonte: Autora.

## Importação de recursos energéticos por cenários





# Evolução das Emissões de GEE no horizonte 2030-2050 por cenários



## Análise de Custo-benefício dos cenários alternativos em comparação com o cenário REF

Custos e benefícios cumulativos: 2010-2050.  
Relativos ao Cenário: Referência.  
Taxa de desconto 8% para o ano 2010. Unidade:  
Bilhões U.S. Dolar

	<b>Transição Energética Moderada</b>	<b>Transição Energética Avançada</b>
Transformação	18,1	34,8
Geração de eletricidade	18,1	34,8
Recursos	-159,2	-182,0
Produção	-	-
Importação	-159,2	-182,0
Exportação	-	-
<b>Valor Presente Líquido - VPL</b>	<b>-141,1</b>	<b>-147,2</b>
<b>Emissões evitadas (Milhões de tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>286,6</b>	<b>746,2</b>

# INSTRUMENTOS DE APOIO À TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

## *Proposta de novo marco normativo para empreendimentos de geração de energia solar*

Dispõe sobre a viabilidade e as oportunidades relacionados à alteração do potencial poluidor/degradador do solo relativo à empreendimentos de energia solar fotovoltaica de G para M.

## *Proposta de novo marco normativo para empreendimentos de geração de energia solar*

- Acordo de Paris: expansão de 28 a 33% de fontes renováveis, excetuado a hídrica, até 2030.
- Agenda 2030 – ODS.
- Transição energética.
- PEMC - Promoção de fontes energéticas sustentáveis e de uma economia de baixo carbono.
- Aproveitamento do grande potencial do território mineiro: Liderança de mini e micro geração e expansão do número de empreendimento de energia solar fotovoltaica de grande porte.
- Oportunidades ambientais, econômicas e sociais.

## DN 217/2017 – Empreendimento de Energia Fotovoltaica

- Dificuldade de instalação de novos empreendimentos para integração ao SIN.
- Observou-se desproporcionalidade do potencial poluidor/degradador para usinas fotovoltaicas com relação à empreendimentos com maior impacto relacionado ao solo.

# DN 217/2017 – Empreendimento de Energia Fotovoltaica

	Potencial Poluidor/Degradador									
	Variáveis									
Variáveis Ambientais Ar/Água/Solo	P	P	P	P	P	P	M	M	M	G
	P	P	P	M	M	G	M	M	G	G
	P	M	G	M	G	G	M	G	G	G
Geral	P	P	M	M	M	G	M	M	G	G

		Potencial poluidor/degradador geral da atividade		
		P	M	G
Porte do Empreendimento	P	1	2	4
	M	1	3	5
	G	1	4	6

# DN 217/2017 – Empreendimento de Energia Fotovoltaica

		CLASSE POR PORTE E POTENCIAL POLUIDOR/DEGRADADOR					
		1	2	3	4	5	6
CRITÉRIOS LOCACIONAIS DE ENQUADRAMENTO	0	LAS - Cadastro	LAS - Cadastro	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2
	1	LAS - Cadastro	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2	LAT
	2	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2	LAT	LAT

Considera:

- Critérios locacionais de enquadramento
- Fatores de restrição e vedação



# *Proposta de novo marco normativo para empreendimentos de geração de energia solar*

---

## **E-02-06-2 Usina solar fotovoltaica**

Pot. Poluidor/Degradador

Ar: P

Água: P

Solo: **G**

Geral: **M**

Porte:

5 MW < potência nominal do inversor ≤ 10 MW : Pequeno

10 MW < potência nominal do inversor ≤ 80 MW : Médio

Potência nominal do inversor > 80 MW : Grande

- Atualmente, usinas fotovoltaicas são enquadradas, dependendo da observância desses critérios, entre as modalidades LAS-RAS, LAC1 e LAC2, sendo que os empreendimentos de médio e grande porte são enquadrados nas últimas modalidades, que exigem um processo de licenciamento mais criterioso para obtenção das licenças.

## *Proposta de novo marco normativo para empreendimentos de geração de energia solar*

- Necessidade de apresentação da licença ambiental para participação de leilões da ANEEL.
- Usinas de médio e grande porte exigem processo de licenciamento mais criterioso para obtenção de licenças.
- A expansão das fontes renováveis de energia possui um papel crucial na transição para sistemas de energia mais sustentáveis e promoção de uma economia de baixo carbono.

# *Proposta de novo marco normativo para empreendimentos de geração de energia solar*

- Mesma classificação de potencial poluidor/degradador relativo ao solo para sistemas de geração de energia hidrelétrica, energia termelétrica à combustível fóssil e energia solar fotovoltaica, em que todos são classificados como grande (G).
- **Utilização do princípio da proporcionalidade.**
- São Paulo, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte e Maranhão, alteraram sua legislação para que empreendimentos de energia fotovoltaica, tenham potencial poluidor/degradador P.
- Oportunidades tanto para preservação do meio ambiente, uma vez que durante sua operação produz energia limpa, quanto para aspectos socioeconômicos, já que é um mercado em expansão com grande capacidade de geração de empregos e competitividade econômica.
- Desenvolvimento sustentável para a região Norte do estado de Minas Gerais.

# *Proposta de novo marco normativo para empreendimentos de geração de energia solar*

---

## **E-02-06-2 Usina solar fotovoltaica**

Pot. Poluidor/Degradador

Ar: P

Água: P

Solo: ~~G~~

Geral: ~~M~~

**M**

**P**

Porte:

5 MW < potência nominal do inversor  $\leq$  10 MW : Pequeno

10 MW < potência nominal do inversor  $\leq$  80 MW : Médio

Potência nominal do inversor > 80 MW : Grande

# *Proposta de novo marco normativo para empreendimentos de geração de energia solar*

		CLASSE POR PORTE E POTENCIAL POLUIDOR/DEGRADADOR					
		1	2	3	4	5	6
CRITÉRIOS LOCACIONAIS DE ENQUADRAMENTO	0	LAS - Cadastro	LAS - Cadastro	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2
	1	LAS - Cadastro	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2	LAT
	2	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2	LAT	LAT

# Zoneamento Ambiental Energético Renovável

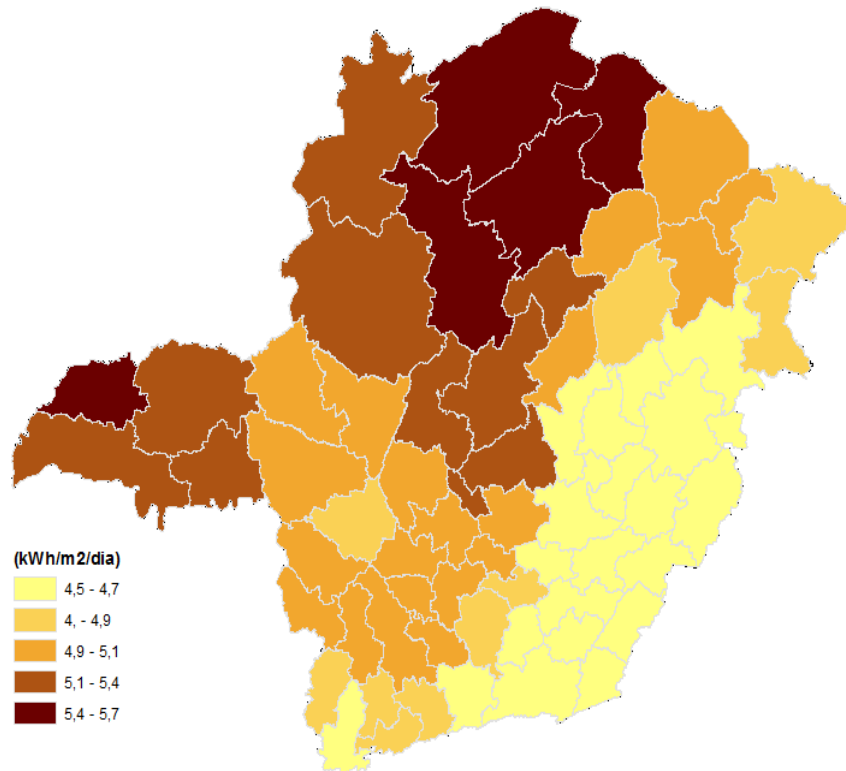
- **Objetivo**
- Desenvolvimento conjunto de instrumentos para assegurar coerência das múltiplas finalidades, vulnerabilidades locais e minimizar potenciais conflitos;
- Identificar potencialidades e oportunidades, como zonas de alto potencial para energia renovável com baixo impacto ambiental;
- Apoiar o planejamento para desenvolvimento das energias renováveis.
  
- **Escopo deste estudo**
- Solar
- Minas Gerais

## Análise Espaço-Territorial

- Desenvolver uma análise espaço-territorial para compreensão:
  - potencial energético solar;
  - provável padrão de mudança de uso da terra no cenário de ausência de instrumentos de direcionamento;
  - vulnerabilidade ambiental territorial para a atividade;
  - zonas que exigem um olhar especial.
- Reunir informações para subsidiar discussões setoriais.

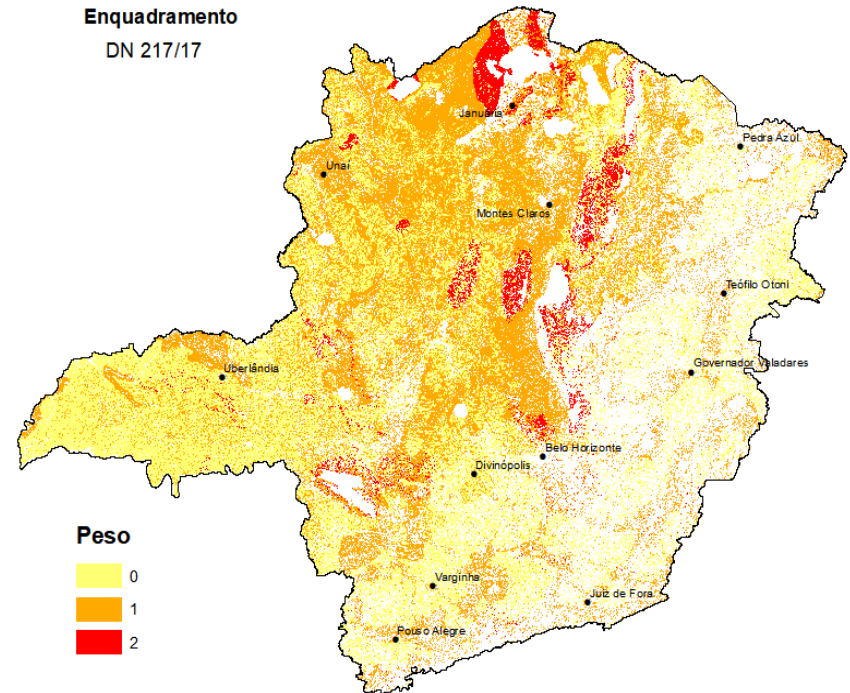
# Análise Espaço-Territorial

Potencial Energético



Vulnerabilidade ambiental territorial

MINAS GERAIS  
Critérios Locacionais de  
Enquadramento  
DN 217/17

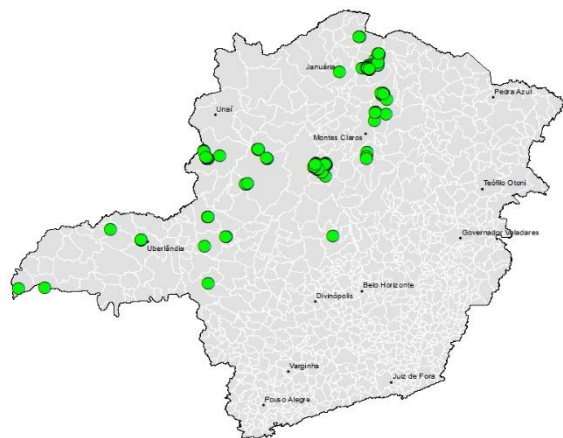




## Modelagem espacial dinâmica - calibração LUC fotovoltaicas MG

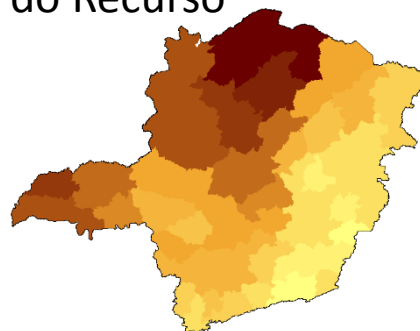
- Desenvolver uma análise geográfica para compreender a dinâmica e o padrão de mudança de uso da terra em um cenário linha de base.

$$\text{Weight of Evidence } P\{i \Rightarrow j | B \cap C \cap D \dots \cap N\} = \frac{e^{\sum W_N^+}}{1 + e^{\sum W_N^+}}$$



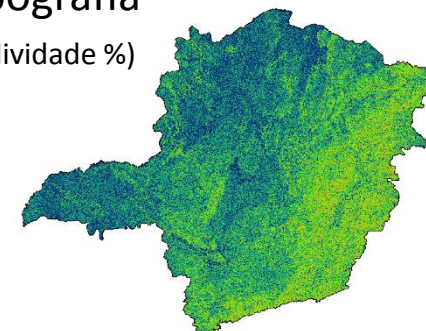
### Qualidade do Recurso

(kWh/m<sup>2</sup>/dia)



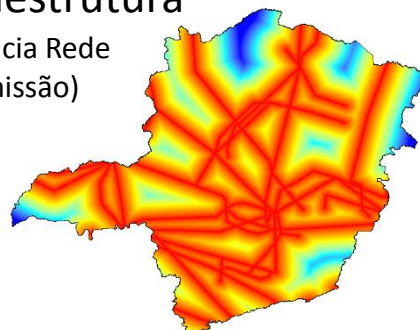
### Topografia

(Declividade %)



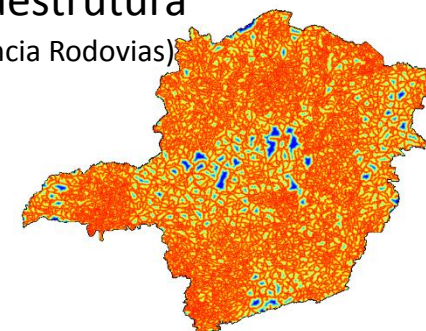
### Infraestrutura

(Distância Rede  
Transmissão)



### Infraestrutura

(Distância Rodovias)

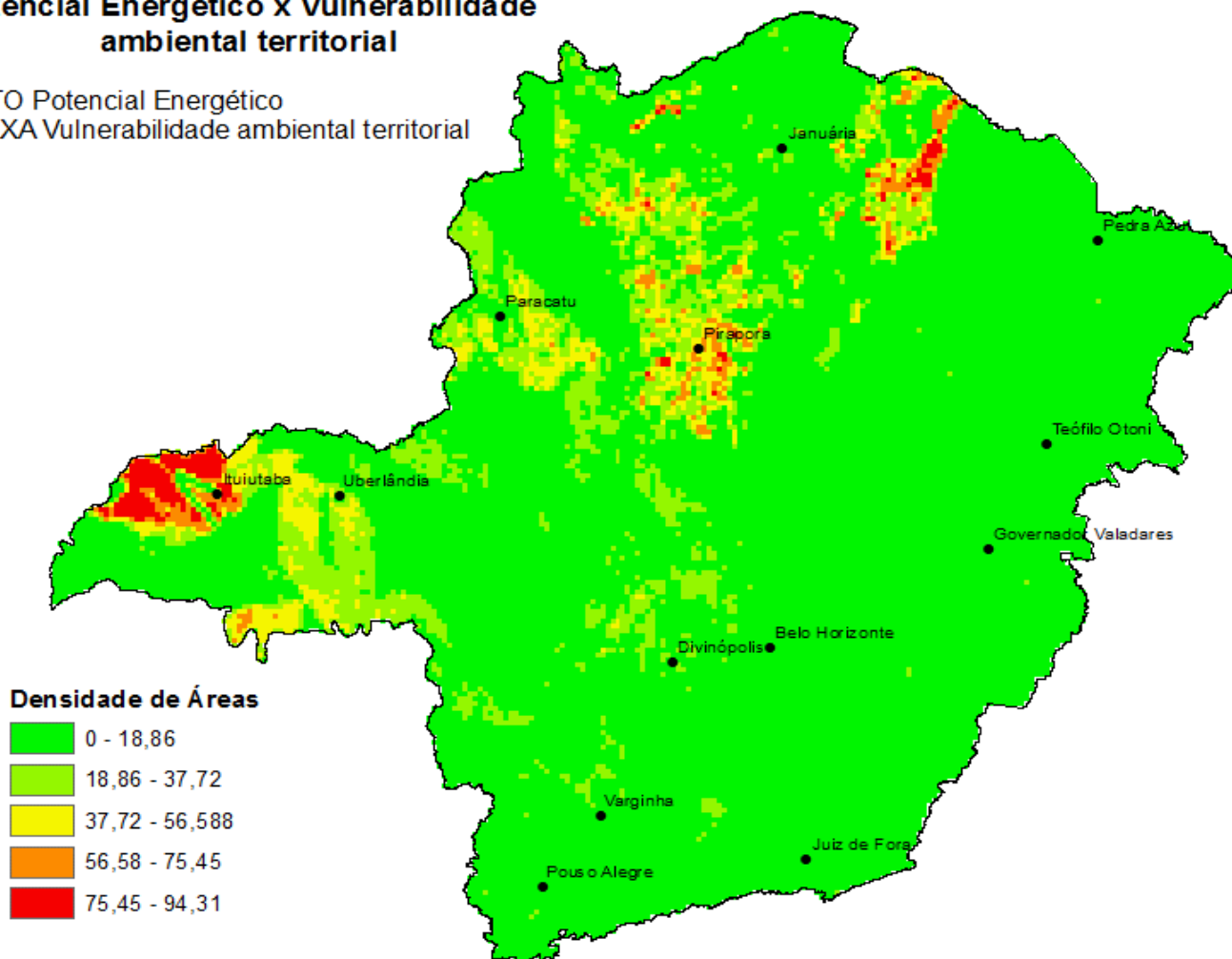




# Resultados Preliminares Análise Espaço-Territorial

## MINAS GERAIS Potencial Energético x Vulnerabilidade ambiental territorial

ALTO Potencial Energético  
BAIXA Vulnerabilidade ambiental territorial

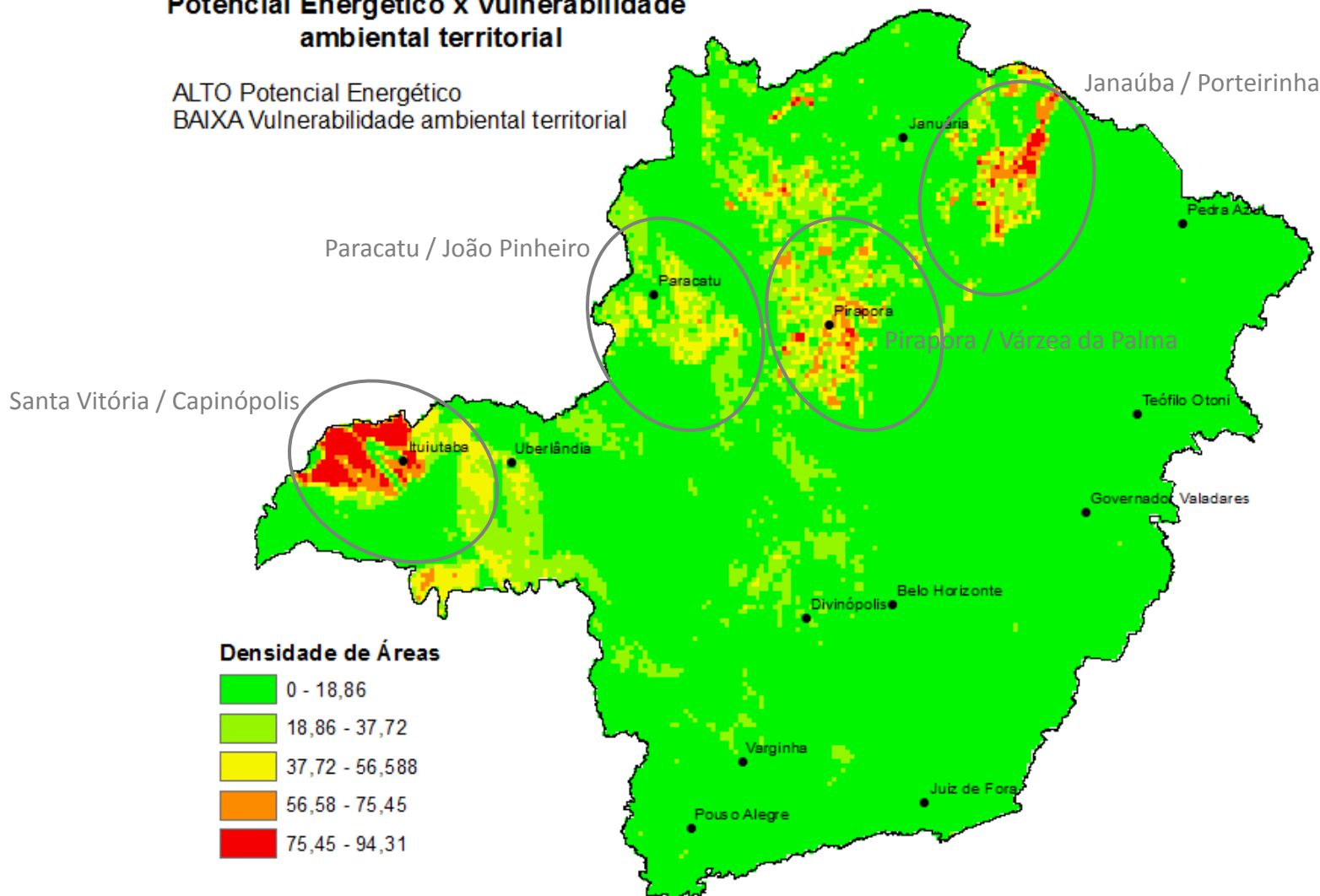


# Resultados Preliminares Análise Espaço-Territorial

## MINAS GERAIS

### Potencial Energético x Vulnerabilidade ambiental territorial

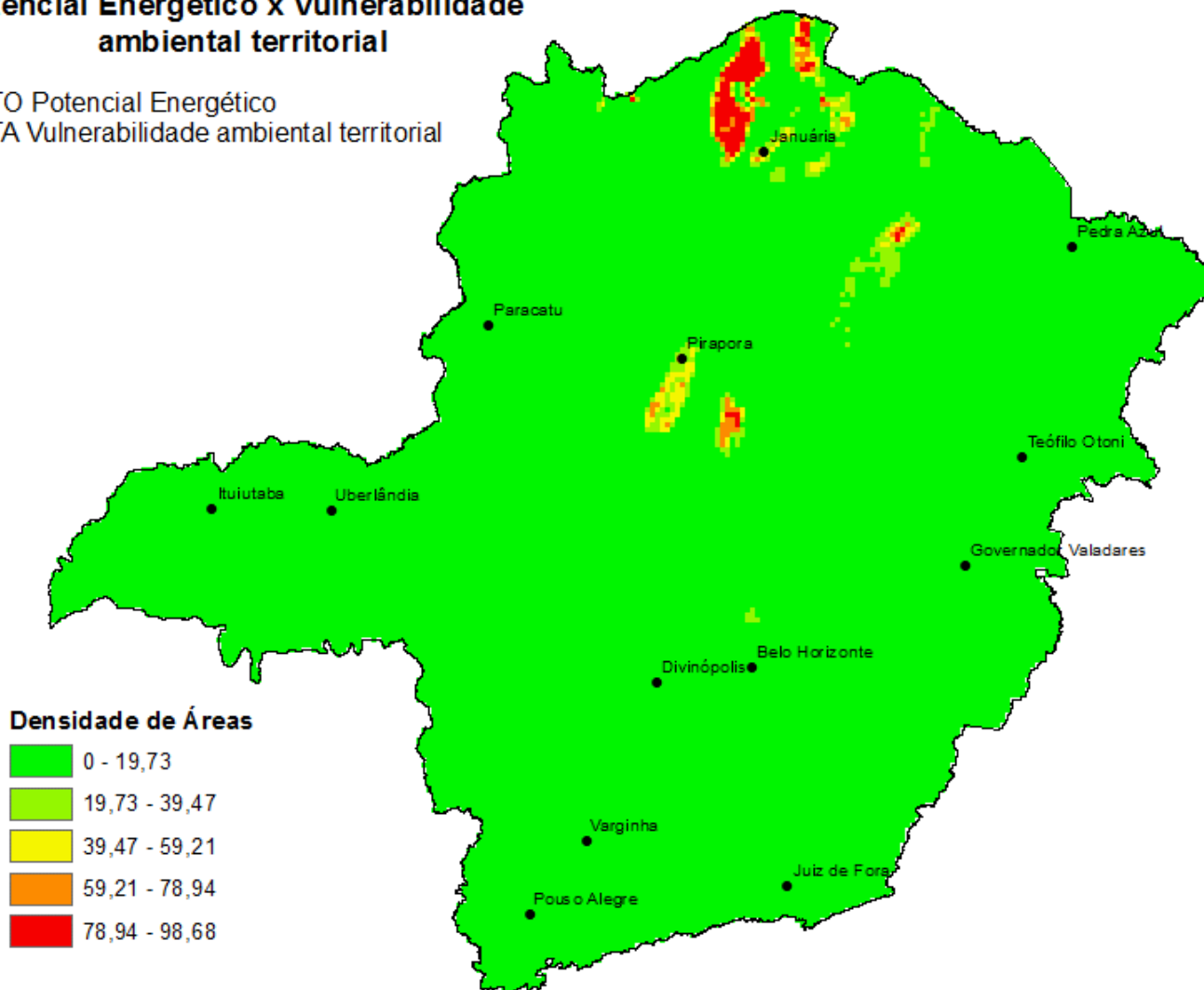
ALTO Potencial Energético  
BAIXA Vulnerabilidade ambiental territorial



# Resultados Preliminares Análise Espaço-Territorial

## MINAS GERAIS Potencial Energético x Vulnerabilidade ambiental territorial

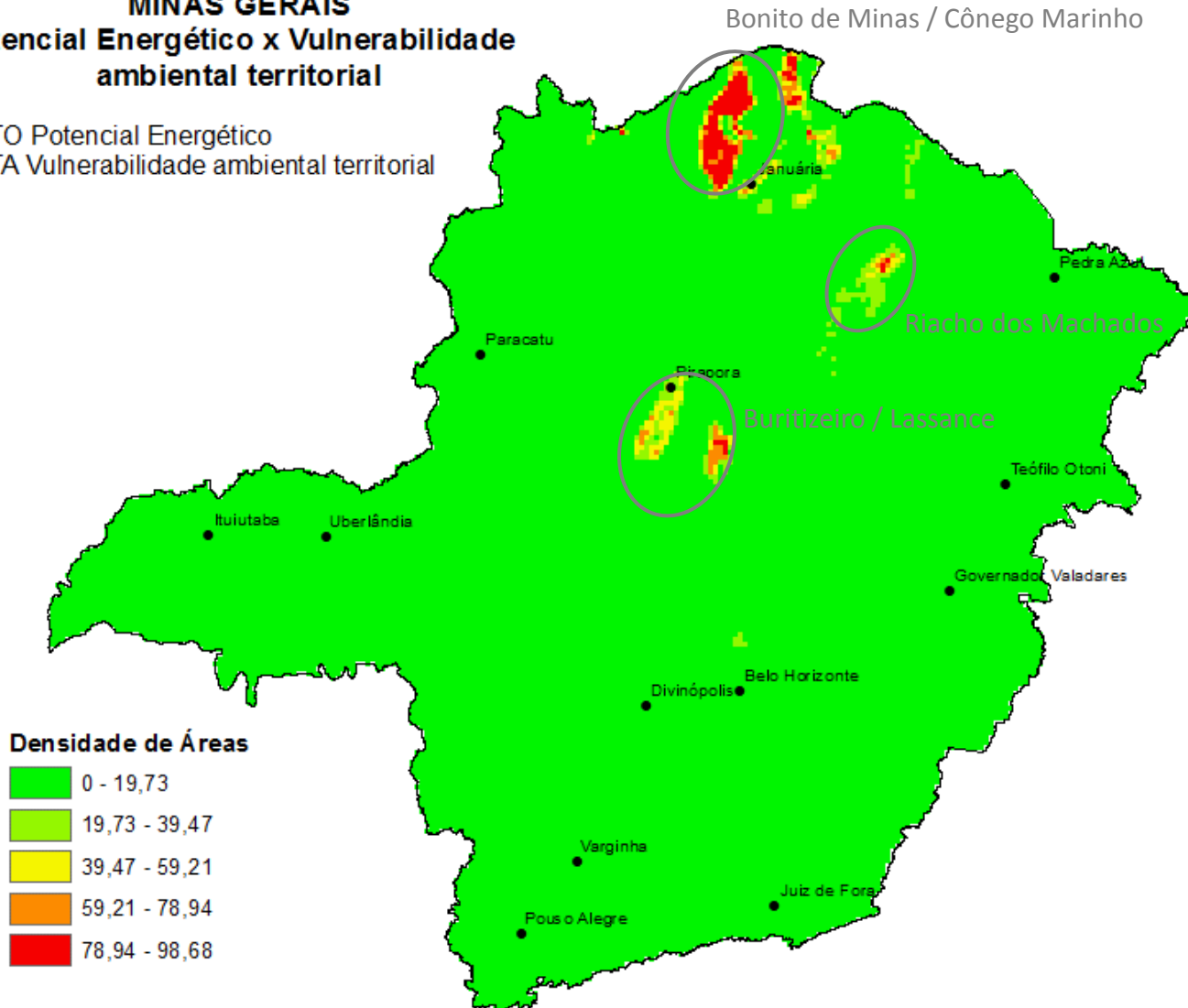
ALTO Potencial Energético  
ALTA Vulnerabilidade ambiental territorial



## Análise Multicritério e Álgebra Espacial

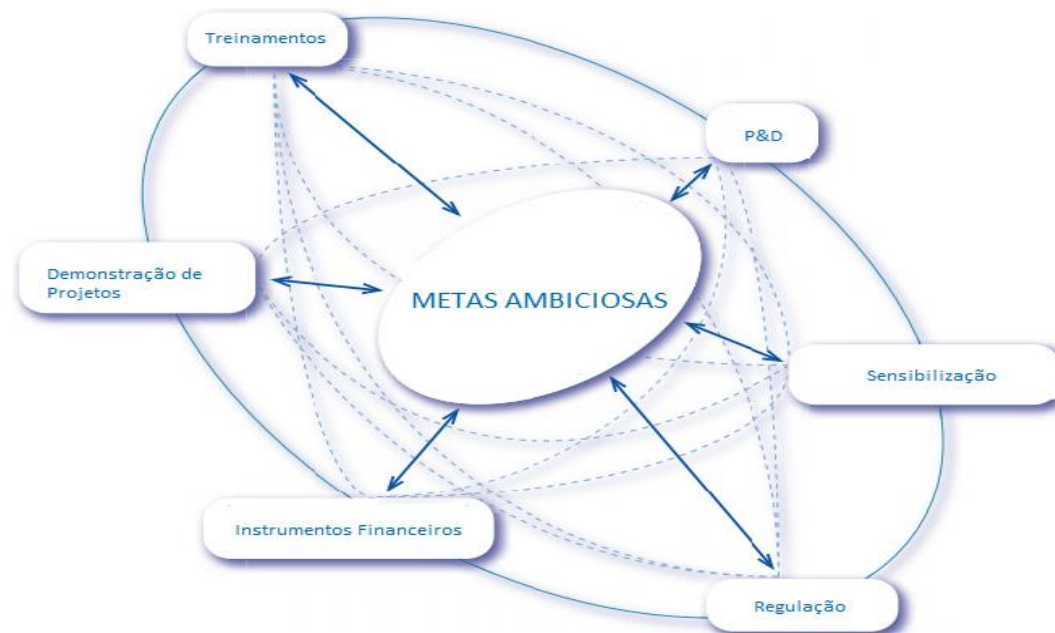
### MINAS GERAIS Potencial Energético x Vulnerabilidade ambiental territorial

ALTO Potencial Energético  
ALTA Vulnerabilidade ambiental territorial



## Proposta Política Estadual de Transição Energética - PETE

- É baseada na modelagem de cenários de médio e longo prazo desenvolvidos para o sistema energético do estado, utilizando a ferramenta LEAP e na avaliação do Programa Mineiro de Energias Renováveis – PMER.
- A PETE também é fundamentada nas medidas sugeridas por ESTIF, 2007.
- Baseada em Energias Renováveis e Eficiência Energética.



## Proposta PETE

- A Política Estadual de Transição Energética de Minas Gerais – PETE, tem por objetivo promover a adoção integrada e aprimorada da modelagem de cenários energéticos no médio e longo prazo, para desenvolver e acelerar a transição energética no estado de Minas Gerais.
- Nesse sentido, cenário ETA, que demonstra maior viabilidade, deverá ser integrado ao processo de tomada de decisão, de modo a fornecer as metas e diretrizes do planejamento do sistema energético do estado de Minas Gerais no horizonte 2030-2050.



## Metas de Transição Energética para o Horizonte 2030-2050

	2030	2050
<b>Energias Renováveis</b>	50% excluindo largas hidrelétricas.	60% excluindo largas hidrelétricas.
<b>Eficiência Energética no setor elétrico</b>	10% de ganhos no setor elétrico	15% de ganhos no setor elétrico
<b>Redução de Emissões de GEE</b>	12% comparado ao cenário REF.	28% comparado ao cenário REF.

# Diretrizes da PETE

- A PETE estabelece as seguintes diretrizes:
- Identificar e solucionar desafios que dificultem o cumprimento das metas de energia renovável e eficiência energética;
- Reduzir a dependência de combustíveis fósseis como fonte de energia primária para atendimento as demandas energéticas do estado;
- Promover amplamente o cumprimento das metas de energia renovável e eficiência energética;
- Prover instrumentos tributários, financeiros e creditícios que aumente a viabilidade econômica de empreendimentos de energia renovável e ações de eficiência energética no estado;
- Investir em pesquisa e desenvolvimento em energia renovável e eficiência energética para contribuir com o desenvolvimento socioeconômico do estado.

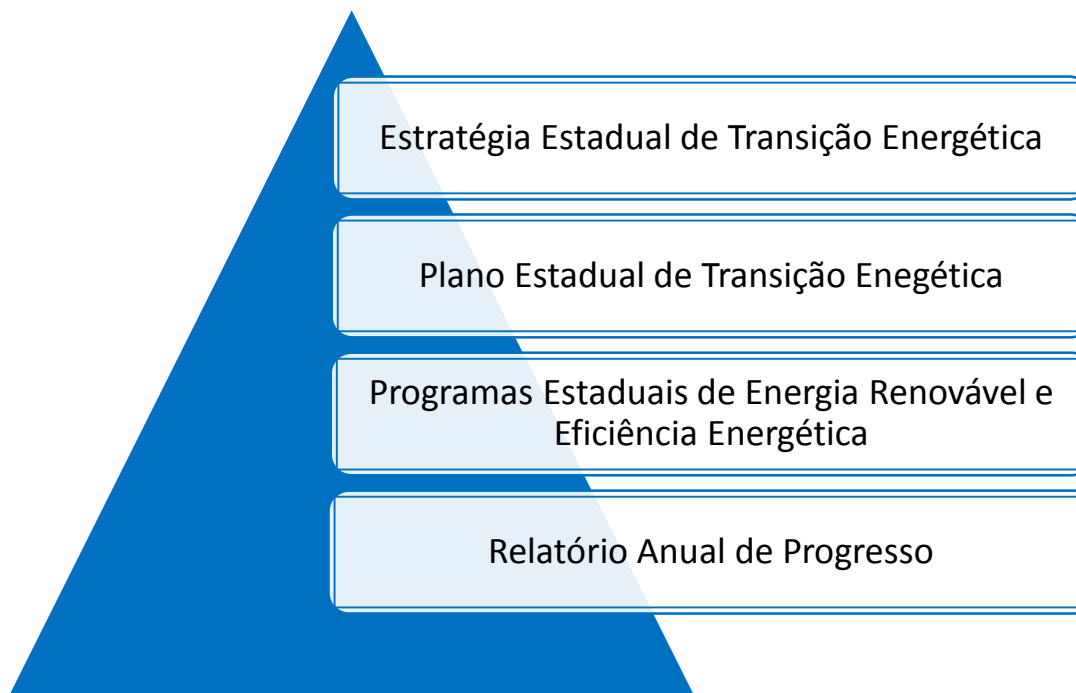
## Eixos da PETE

- A PETE visa efficientizar e diversificar a matriz energética de Minas Gerais por meio, principalmente, dos seguintes eixos de eficiência e energia renovável:
  - Eficiência energética no setor elétrico;
  - Eficiência energética no consumo final de energia;
  - Tecnologias de baixo carbono;
  - Energia Solar, principalmente as tecnologias:
    - Fotovoltaico;
    - Usinas de concentração solar;
    - Aquecedores solar;
    - Sistemas de condicionamento de ar solar.
  - Energia Eólica
  - Biomassa
    - Biogás, e
    - Biocombustíveis

## Linhas de Ação Política Estadual de Transição Energética de Minas Gerais – PETE

- Regulação;
- Sensibilização;
- Pesquisa & Desenvolvimento & Inovação;
- Demonstração de Projetos;
- Capacitação de Recursos Humanos;
- Mercados e financiamento;
- Cooperação Internacional.

# Principais Instrumentos Esperados da Política de Transição Energética



# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- **A transição estadual para sistemas sustentáveis de energia dependerá amplamente das políticas energéticas iniciadas e implementadas no futuro.**
- No cenário REF é esperado que a demanda de energia aumente 55% em 2030, e que quase triplique em 2050.
- Os combustíveis fósseis devem representar em média 55% do uso final de energia até 2050. Já a matriz elétrica será composta majoritariamente por combustíveis fósseis, 75%, até o fim do período analisado.
- O cenário REF, tenha um custo de capital menor comparado aos demais, porém no médio-longo prazo faz com que esse cenário seja mais caro.
- Os cenários ETM e ETA se mostraram opções viáveis para mudar as perspectivas futuras, intensivas em carbono e com custos elevados, por meio da implantação de políticas de médio e longo prazo visando sistemas energéticos mais sustentáveis.

- A análise de custo-benefício ratificou que no médio-longo prazo o investimento em empreendimentos de energia renováveis é inferior aos empreendimentos energéticos de origem fóssil;
- Podemos considerar que a PETE possui metas e objetivos ambiciosos, a ambição é um dos fatores-chave para criar uma política de transição energética que vise difundir sistemas de energias sustentáveis.
- **A PETE é uma oportunidade para a consolidação de uma política de estado, garantindo assim o princípio da continuidade, e ao mesmo tempo tendo a garantia de um ambiente saudável com acesso à energia segura e confiável para todos.**



**Obrigada!**

**Morjana dos Anjos**

**Gerência de Energia e Mudanças Climáticas**

**FEAM**

Contato: [morjana.anjos@meioambiente.mg.gov.br](mailto:morjana.anjos@meioambiente.mg.gov.br)