



Plano de Energia  
e Mudanças Climáticas  
de Minas Gerais

# Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais: Setor Indústria

Com o apoio de :

**feam**  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE





© 2014 Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM  
É permitida a reprodução desde que seja citada a fonte.

**Governo do Estado de Minas Gerais**

Alberto Pinto Coelho - Governador

**Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD**

Alceu José Torres Marques - Secretário

**Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM**

Zuleika Stela Chiacchio Torquetti - Presidente

**Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento - DPED**

Janaina Maria Franca dos Anjos - Diretora

**Gerência de Energia e Mudanças Climáticas - GEMUC**

Felipe Santos de Miranda Nunes – Gerente

Abílio Cesar Soares de Azevedo – Analista Ambiental

Andréa Brandão Andrade – Analista Ambiental

Cibele Mally de Souza – Analista Ambiental

Larissa Assunção Oliveira Santos – Analista Ambiental

Morjana Moreira dos Anjos – Analista Ambiental

Rosângela Mattioli Silva – Analista Ambiental

Wilson Pereira Barbosa Filho – Analista Ambiental

**Conselho Regional de Nord Pas-de-Calais/França**

Presidência: Daniel Percheron, Presidente

Emmanuel Cau, Vice-Présidente Planejamento Territorial, Meio Ambiente e Plano Clima

Majdouline Sbai, Vice-Présidente Cidadania, Relações Internacionais e Cooperação Descentralizada

Direção do Meio Ambiente: Bertrand Lafolie, Chefe de Serviço

Direção Parcerias Internacionais: Sandra Fernandes

**Agência Francesa de Meio Ambiente e Gestão de Energia**

Presidente: François Loos

Diretor da Ação Internacional: Dominique Campana

Gerente de Projeto Brasil: Cécile Martin-Phipps

**Enviroconsult**

Presidente Diretor: Olivier Decherf

Diretor Técnico: Léo Genin

Chefe do Projeto: Charlotte Raymond

Corpo Técnico: Alexandre Florentin

Victor Pires Gonçalves



Ficha catalográfica elaborada pelo Núcleo de Documentação Ambiental do Sisema.

F981p Fundação Estadual do Meio Ambiente.  
Plano de energia e mudanças climáticas de Minas Gerais: setor indústria / Fundação Estadual do Meio Ambiente; com apoio de Agência Francesa do Meio Ambiente e da Gestão de Energia, Conselho Regional de Nord Pas-de-Calais. --- Belo Horizonte: FEAM, 2014.  
40 p. il.

1. Mudanças climáticas - mitigação. 2. Análise setorial. 3. Indústria.  
4. Consumo de energia. 5. Emissões de GEE. 6. Planejamento - Minas Gerais. I. Fundação Estadual do Meio Ambiente. II. Agência Francesa do Meio Ambiente e da Gestão de Energia. III. Conselho Regional de Nord Pas-de-Calais (França). IV. Título.

CDU: 551.588.7(815.1)



## Conteúdo do documento

Este documento apresenta a estratégia, diretrizes e ações para o setor industrial e seus subsetores no âmbito do Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais (PEMC). De maneira sucinta, são abordados o contexto dos subsetores industriais, a evolução do consumo de energia, das emissões de gases de efeito estufa, cenários e potenciais de eficiência energética, assim como as iniciativas de mitigação em andamento e o conjunto de ações prioritárias identificadas no processo participativo para redução da intensidade de carbono do setor. São consideradas as emissões de GEE provenientes de processos de produção e uso da energia do setor industrial no território mineiro.

## Elaboração do documento

Este documento foi elaborado a partir dos estudos que compõem o diagnóstico e os cenários do PEMC, das discussões das Oficinas Institucionais e Regionais durante o processo participativo, do Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de Uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação, dos Inventários de Emissões de GEE do Estado de Minas Gerais, do Balanço Energético do Estado de Minas Gerais, entre outros dados bibliográficos e estimativas próprias da equipe de elaboração do PEMC.

As ações do setor industrial foram selecionadas a partir de discussões sobre redução da demanda, eficiência energética, substituição de fontes e geração descentralizada. Foram priorizadas as ações que representavam um maior potencial de eficiência energética e escalonamento, e aquelas sobre as quais o Estado possui maior governança e poder de interferência.

Participaram dos encontros representantes de associações, autoridades e governos locais como Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (Sede), Instituto Nacional de Desenvolvimento Integrado (Indi), Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG), Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e empresas pertencentes ao grupo, dentre outros.



## Sumário

1 - INTRODUÇÃO .....	7
2 – CONTEXTO .....	9
2.1 - Subsetor de Ferroligas.....	11
2.2 - Subsetor de Alimentos e Bebidas.....	11
2.3 - Subsetor de Cerâmica .....	12
2.4 - Subsetor de Cimento.....	12
2.5 - Subsetor de Siderurgia .....	13
2.6 - Subsetor de Mineração .....	14
2.7 - Subsetor de Cal.....	15
2.8 - Subsetor de Papel e Celulose .....	15
3 - EMISSÕES DE GEE.....	16
4 - CENÁRIOS .....	18
5 - ESTRATÉGIA, DIRETRIZES E INICIATIVAS EM ANDAMENTO .....	22
6 - POTENCIAL DE MITIGAÇÃO .....	24
7 - PORTFÓLIO DE AÇÕES SETORIAIS.....	24
ANEXO I - Lista de Estratégias e Diretrizes do Setor Industrial definidas pelo PMDI.....	32
ANEXO II - Lista de Iniciativas do Setor Industrial definidas pelo PPAG.....	34
ANEXO III - Cronograma das Ações Setoriais .....	38



## Lista de Figuras

Figura 1: Distribuição do consumo de energia final do setor industrial por subsetor em 2011. (Fonte: BEEMG 2012, op.cit) .....	9
Figura 2: Distribuição do consumo de energia final do setor industrial entre 1997 e 2011. (Fonte: BEEMG 2012, op.cit) .....	10
Figura 3 : Distribuição do consumo de energia por tipo na indústria de Minas Gerais em 2012. (Fonte: segundo BEEMG 2012, op.cit).....	10
Figura 4: Distribuição das emissões no setor industrial no Brasil e em Minas Gerais (Fonte: Estimativas de Emissões e Remoções de GEE do Estado de Minas Gerais, 2010 – Estimativas anuais de emissões de GEE no Brasil, 2013) .....	16
Figura 5: Distribuição das emissões do setor energético por subsetores (Fonte: Estimativas de Emissões e Remoções de GEE do Estado de Minas Gerais - Ano base 2010) .....	17
Figura 6: Distribuição das emissões do setor de processos por subsetores (Fonte: Estimativas de Emissões e Remoções de GEE do Estado de Minas Gerais - Ano base 2010) .....	18
Figura 7: Evolução do consumo por fonte – setor Indústria, BAU .....	20
Figura 8: Evolução das emissões por fonte – setor Indústria, BAU .....	20
Figura 9: Evolução das emissões por fonte – Processos Industriais, BAU.....	21
Figura 10: Emissões no setor industrial considerando uso da energia (cenário BAU) e potencial de mitigação com as ações propostas (acumulado 2015-2030) .....	22

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Resumo das metas 2020 dos planos setoriais consolidados .....	8
---	---



## **1 - INTRODUÇÃO**

As mudanças climáticas provocadas pelo crescente aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) já são uma realidade e seus impactos e custos estão cada vez mais condicionados ao nível de adaptação local, bem como ao grau de transição para a economia de baixo carbono dos territórios<sup>1</sup>.

Para o estado de Minas Gerais, além dos danos e prejuízos decorrentes de eventos climáticos extremos já sentidos (cerca de 12,8 bilhões de reais contabilizados desde 2008 por episódios de seca e fortes chuvas)<sup>2</sup>, estima-se de forma conservadora, que se nada for feito, os custos dos impactos decorrentes das mudanças climáticas para a economia estadual podem alcançar, nas próximas décadas, cerca de R\$ 450 bilhões sem considerarmos os impactos de eventos extremos<sup>1</sup>.

Diante da magnitude dessas ameaças, o Estado tem como estratégia prioritária a elaboração e implementação do Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais (PEMC)<sup>3</sup>. O PEMC é uma política pública transversal de médio-longo prazo (2020-2030), construída por meio de um processo participativo<sup>4</sup>, que tem como objetivos principais promover a transição para a economia de baixo carbono, reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas no território mineiro e articular com coerência as diferentes iniciativas já desenvolvidas e planejadas, dentro de uma estratégia territorial integrada.

Em função da transversalidade inerente ao tema, o PEMC prevê a adoção de estratégias, diretrizes e ações setoriais de mitigação considerando os setores **Energia; Agricultura, Florestas e outros Usos do Solo (AFOLU); Transportes; Indústria e Resíduos**, além das ações propostas de adaptação e recursos naturais.

Cabe destacar que no cenário nacional, o Brasil possui, desde 2009, a Política Nacional sobre Mudança do Clima<sup>5</sup> que estabelece a meta de redução das emissões de GEE do Brasil entre 36,1% e 38,9% até 2020, em comparação com o cenário de referência, ou seja, reduzir entre 1.168 e 1.259 MtCO<sub>2</sub>e (milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente).

---

<sup>1</sup> Fundação Estadual do Meio Ambiente. Avaliação de impactos de mudanças climáticas sobre a economia mineira: relatório resumo. Belo Horizonte: FEAM, 2011

<sup>2</sup> Plano de Emergência Pluviométrica 2014/2015 e Plano de Convivência com a Seca /2014 – Defesa Civil, Gabinete Militar do Governador do Estado de Minas Gerais.

<sup>3</sup> Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado 2011-2030

<sup>4</sup> Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais: Diretrizes para o processo participativo  
<sup>5</sup> Lei nº 12.187 de dezembro de 2009, Decreto nº 7.390 de dezembro de 2010



Para consecução da meta, o País desenvolveu, em 2012 e 2013, planos de mitigação e adaptação setoriais, com estabelecimento de metas setoriais de redução e planos de ação com horizonte até 2020 (Tabela 1). Entretanto, essas metas se referem a todo o território brasileiro, não havendo distinção clara quanto à localização geográfica (estados) das reduções a serem alcançadas.

Tabela 1: Resumo das metas 2020 dos planos setoriais consolidados

PLANOS SETORIAIS CONSOLIDADOS	META DE MITIGAÇÃO 2020 (MTCO <sub>2</sub> E)
Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAM	564
Plano de Agricultura de Baixo Carbono - Plano ABC	Entre 133,9 e 162,9
Plano Decenal de Energia - PDE	105 (2019)
Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado - PPCerrado	104
Plano Indústria	16,22
Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima - PSTM	6,7
Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono - PMBC	Entre 0,739 e 2,718
Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima	Não se aplica

Nota: se encontra em fase de elaboração o Plano de redução de emissões da Siderurgia

Ao se analisar a estratégia nacional de mitigação, percebe-se que grande parte do compromisso de corte nas emissões brasileiras depende de reduções significativas no desmatamento e na transição para uma agricultura de baixo carbono.

Entretanto, há grande potencial inexplorado de redução de emissões de GEE no setor industrial, principalmente com relação ao uso eficiente da energia e utilização de tecnologias de baixo carbono. Cabe destacar que a grande maioria dessas medidas representam ações de ganha-ganha, já que possibilitam a economia de insumos (custos) e aumento da competitividade industrial, ao mesmo tempo em que reduzem emissões de GEE.

No contexto estadual, o setor ocupa posição de destaque em função do relevante potencial de eficiência energética, uso de combustíveis renováveis e ampliação das boas práticas já existentes. Nesse sentido, o PEMC estabelece uma estratégia setorial com diretrizes e ações específicas no intuito de assegurar a competitividade do parque industrial mineiro na transição para uma economia de baixo carbono.



## 2 – CONTEXTO

O setor industrial foi responsável por pouco mais de 21% do PIB nacional<sup>6</sup> e consumiu mais de 38% da energia produzida no país<sup>7</sup>. Em Minas Gerais, o consumo de energia do setor industrial foi o maior do estado e correspondeu a 55% do total do estado em 2011, valor que corresponde a 15.287 mil tep (toneladas equivalentes de petróleo)<sup>8</sup>. A Figura 1 mostra a distribuição do consumo de energia por subsetor industrial.

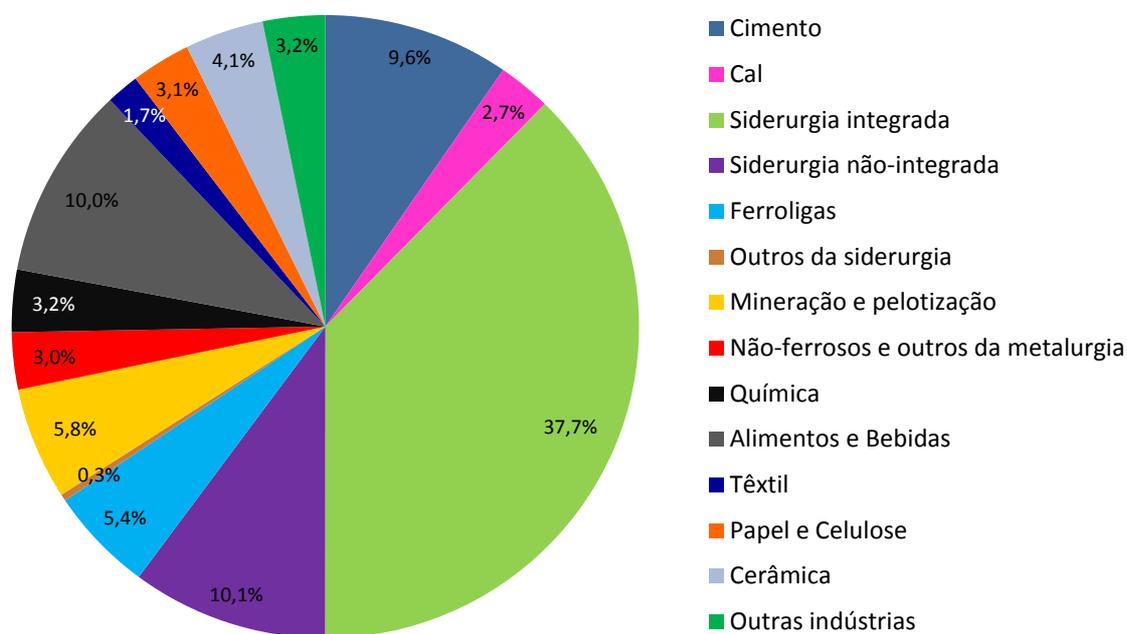


Figura 1: Distribuição do consumo de energia final do setor industrial por subsetor em 2011. (Fonte: BEEMG 2012, op.cit)

Juntos os subsetores de Cimento, Siderurgia, Cal, Ferroligas, Mineração, Alimentos e Bebidas, Papel e Celulose e Cerâmica consomem 91,8% da energia industrial no estado e por isso, as ações propostas se concentrarão nesses oito setores.

Entre 1997 e 2011 o consumo de energia em Minas Gerais no setor industrial apresentou um crescimento médio anual de 3% alcançando 15.287 mil tep em 2011. A Figura 2 mostra a curva do consumo no período.

<sup>6</sup> IBGE, 2013

<sup>7</sup> Balanço Energético Nacional – ano base 2011, EPE

<sup>8</sup> 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – ano base 2011, CEMIG

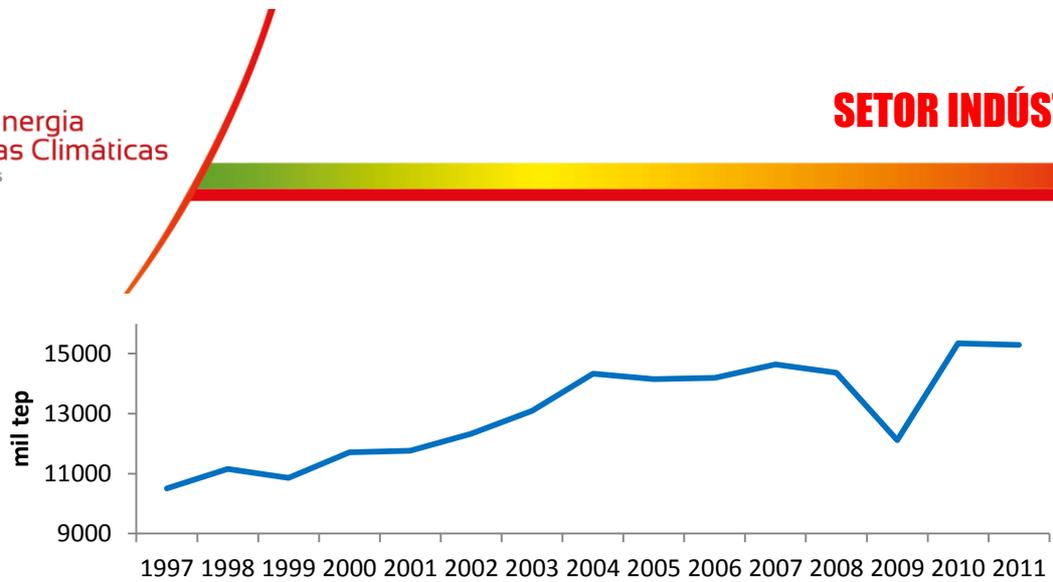


Figura 2: Distribuição do consumo de energia final do setor industrial entre 1997 e 2011. (Fonte: BEEMG 2012, op.cit)

O uso da lenha e do carvão vegetal representa o segundo maior consumo de todo o setor industrial, com cerca de 24% em 2011, perdendo apenas para carvão mineral e derivados (coque) com 24,7% no mesmo ano.

A Figura 3 apresenta uma visão geral do consumo de energia por subsetores. Cabe destacar que o uso de bagaço de cana corresponde a apenas 5,8% do consumo do setor industrial, sendo mais utilizado no subsetor de alimentos e bebidas.

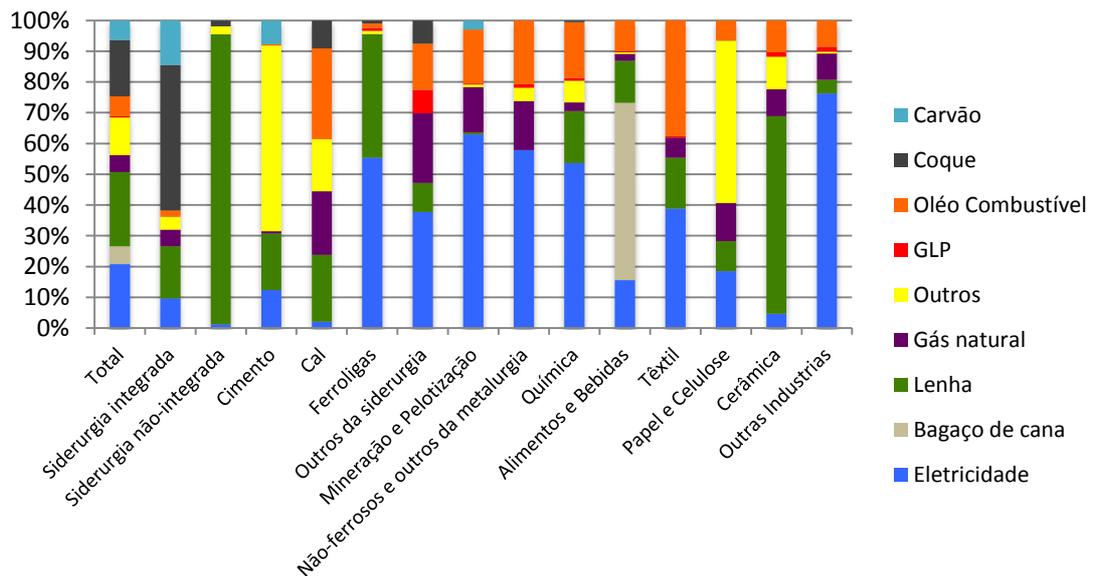


Figura 3 : Distribuição do consumo de energia por tipo na indústria de Minas Gerais em 2012. (Fonte: segundo BEEMG 2012, op.cit)

Em função da heterogeneidade das fontes de emissões de GEE, processos industriais e uso da energia, faz-se necessária uma avaliação dos diferentes contextos dos subsectores conforme seções abaixo.



## **2.1 - Subsetor de Ferroligas**

O Brasil, em 2011, teve produção de 854 mil toneladas de ferroligas<sup>9</sup>. Estima-se que o saldo comercial do setor tenha sido da ordem de US\$ 2,2 bilhões. Entretanto, no período 2007-2011, o setor apresentou uma queda na produção de cerca de 16%.

A produção no Brasil é realizada por diversas empresas e em 2010 o estado possuía 66 fornos com capacidade total de produção de 68.914 t/mês<sup>10</sup>. Os fornos operam principalmente a partir da energia elétrica, assim, a disponibilidade e custo da energia elétrica é fator determinante para a implantação e expansão deste subsetor.

No tocante ao consumo de energia, o subsetor consumia 1.555 mil tep em 2011<sup>11</sup>. As principais fontes utilizadas são a eletricidade e lenha. Em 2011, em Minas Gerais, o consumo atingiu 831 mil tep, valor que equivale a 53% do consumo nacional do setor<sup>12</sup>.

## **2.2 - Subsetor de Alimentos e Bebidas**

A indústria de alimentos e bebidas tem papel importante e relevante no Brasil, haja vista que o subsetor foi responsável por cerca de 10% do PIB do país em 2013 com faturamento de R\$484,7 bilhões (crescimento de 2,3% em relação a 2012)<sup>13</sup>. O número de empresas no setor supera 32 mil e juntas geram 19% dos empregos no país<sup>14</sup>.

O subsetor de alimentos e bebidas apresentou, em Minas Gerais, um consumo final de energia de 1.530 mil tep, que representa cerca de 10% do consumo total da indústria no estado<sup>15</sup>. Cerca de 57% da energia utilizada no subsetor é proveniente do bagaço de cana e o restante é complementado por energia elétrica, lenha e óleo combustível.

<sup>9</sup> Ministério de Minas e Energia

<sup>10</sup> Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM)

<sup>11</sup> Balanço Energético Nacional – ano base 2011, EPE

<sup>12</sup> 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – ano base 2011, CEMIG

<sup>13</sup> Associação Brasileira das Indústrias de Alimento - ABIA

<sup>14</sup> Associação Brasileira das Indústrias de Alimento - ABIA

<sup>15</sup> 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – ano base 2011, CEMIG



O custo médio economizado de projetos de eficiência energética no setor é de R\$ 73/MWh<sup>16</sup>.

## **2.3 - Subsetor de Cerâmica**

O subsetor de cerâmica é bastante amplo e heterogêneo e conta com cerca de 6.900 empresas no Brasil<sup>17</sup>. Seu faturamento gira em torno de R\$ 18 bilhões e em Minas Gerais os principais pólos de produção estão localizados em Araguari e Monte Carmelo<sup>18</sup>.

O subsetor de cerâmica apresenta um constante aumento no consumo de energia térmica em sua cadeia produtiva. Em 2011, o setor consumiu, no país, 4.724 mil tep, cerca de 5% do consumo total do setor industrial<sup>19</sup>. Isso é devido à expansão das exportações brasileiras no subsetor, que saíram de um patamar de 34,6 milhões de m<sup>2</sup> em 1998 para mais de 118 milhões de m<sup>2</sup> em 2006, significando um crescimento anual de 16% ao ano<sup>20</sup>. Além disso, o setor alavanca o desenvolvimento da indústria extrativa, de construção civil, serviços e comercial.

O consumo do subsetor em Minas Gerais, em 2011, era de 620 mil tep, que equivale a 4% do consumo industrial do estado<sup>21</sup>. Mais da metade da energia consumida no subsetor é proveniente da lenha (62%), que é usada exclusivamente para aquecimento direto. O restante do consumo energético se divide em parcelas menores como óleo combustível (10%), gás natural (9%), eletricidade (5%), carvão vegetal (2%) e outras (12%).

## **2.4 - Subsetor de Cimento**

É um dos subsetores com consumo mais intensivo do ponto de vista energético no Brasil e em Minas Gerais. Entre 2003 e 2011 o consumo nacional passou de 2.768 mil

---

<sup>16</sup> Oportunidades de Eficiência Energética Para a Indústria – Relatório Setorial – Setor Alimentos e Bebidas, 2010 – PROCEL/CNI

<sup>17</sup> Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER), 2014

<sup>18</sup> Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER), 2014

<sup>19</sup> Balanço Energético Nacional – ano base 2011, EPE

<sup>20</sup> Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres

<sup>21</sup> 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – ano base 2011, CEMIG



tep para 5.049, um aumento médio anual de mais de 10%<sup>22</sup>. O coque de petróleo é o energético mais utilizado desde meados da década de 90 (substituindo o grande uso de óleo combustível que existia até então), sendo responsável por uma parcela de mais de 70% no consumo.

Em 2006 o país contava com 58 unidades produtoras de cimento, com capacidade instalada de 66 milhões de toneladas por ano<sup>23</sup>. Minas Gerais é o maior pólo produtor, com 24% da produção localizada no estado.

Em Minas Gerais, o consumo do subsetor em 2011 foi de 1.466 mil tep<sup>24</sup>, sendo o coque de petróleo o principal energético usado (participação de 56%).

## **2.5 - Subsetor de Siderurgia**

O subsetor siderúrgico constitui um dos pilares da indústria brasileira, com forte presença no mercado nacional e nas exportações. O país exporta cerca de 40% de sua produção, valor que representa mais de 12 milhões de toneladas de aço por ano<sup>25</sup>. A siderurgia é uma das atividades industriais mais energo-intensivas, apresentando um consumo médio de 0,382 tep por tonelada de aço produzido.

A produção de aço bruto está distribuída por 29 usinas produtoras de aço em todo país, sendo 14 integradas e 15 semi-integradas. Juntas, a capacidade de produção é de cerca de 48 milhões de toneladas por ano, o que coloca o Brasil como 9º maior produtor mundial.

O Brasil consumiu em 2011 cerca de 17.401 mil tep<sup>26</sup> de energia no subsetor de ferro-gusa e aço, valor 7% maior que o registrado em 2003. O energético mais usado continua sendo o carvão mineral (45% do total) seguido do carvão vegetal (20%).

Minas Gerais é o principal produtor nacional, com um parque constituído de 9 usinas siderúrgicas operadas por 5 empresas. Em 2011, a produção no estado foi de 11,7 milhões de toneladas<sup>27</sup>. A indústria integrada tinha, em 2011, um consumo de 5.758

---

<sup>22</sup> Balanço Energético Nacional – ano base 2011, EPE

<sup>23</sup> Oportunidades de Eficiência Energética Para a Indústria – Relatório Setorial – Setor Cimento, 2010 – PROCEL/CNI

<sup>24</sup> 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – ano base 2011, CEMIG

<sup>25</sup> Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS)

<sup>26</sup> Balanço Energético Nacional – ano base 2011, EPE

<sup>27</sup> Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS)



mil tep<sup>28</sup> com grande uso de coque de carvão vegetal (41%). A indústria de siderurgia não integrada apresentou consumo de 1.548 mil tep no mesmo ano com grande uso de carvão vegetal (94%). Outros da siderurgia<sup>29</sup> consumiram 52 mil tep. Portanto, tem-se o consumo de 7.358 mil tep no estado, valor que corresponde a 42% do consumo brasileiro no subsetor siderúrgico.

O custo médio de eficientização energética no subsetor foi estimado em R\$ 98,6 por MWh economizado<sup>30</sup>. Os projetos relacionados para este cálculo apresentavam medidas de racionalização energética em usos finais de iluminação, motores, ar condicionado, inversores, cogeração, entre outros.

## **2.6 - Subsetor de Mineração**

A produção mineral brasileira em 2013 foi de US\$ 45 bilhões e estima-se que no período de 2014 a 2018 serão investidos no subsetor US\$ 53,6 bilhões segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). O número de empreendimentos registrados no Departamento Nacional de Produção Mineral foi de 8.870 em 2011, com geração de 2,2 milhões de empregos.

Minas Gerais extrai mais de 160 milhões de toneladas de minério por ano e é responsável por aproximadamente 53% da produção brasileira de minerais metálicos e 29% de minérios em geral<sup>31</sup>. Dos 10 maiores municípios mineradores brasileiros, 7 estão em Minas Gerais. Em 2013, a balança comercial mineira resultou em um saldo de aproximadamente US\$ 18 bilhões e as exportações representaram cerca de 14% das exportações nacionais.

O consumo energético em 2011 no subsetor de Mineração e Pelotização no Brasil foi de 3.335 mil tep, com grande participação do uso da eletricidade (31%)<sup>32</sup>. Em Minas Gerais, o subsetor consumiu, no mesmo ano, 891 mil tep (26%) com relevante participação de eletricidade (63%)<sup>33</sup>. O gás natural foi inserido na matriz energética

<sup>28</sup> 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – ano base 2011, CEMIG

<sup>29</sup> Metodologia empregada no BEEMG

<sup>30</sup> Oportunidades de Eficiência Energética Para a Indústria – Relatório Setorial – Setor Fundação, 2010 – PROCEL/CNI

<sup>31</sup> Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM

<sup>32</sup> Balanço Energético Nacional – ano base 2011, EPE

<sup>33</sup> 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – ano base 2011, CEMIG



do subsetor em Minas Gerais no ano de 2005 e desde então o seu consumo vem aumentando, tendo atingido cerca de 15% de participação no ano de 2011.

O maior uso de energia final é para aquecimento direto, com 57%, seguido pelo calor de processo, com 33%, e pela iluminação, com 10%. Os demais processos possuem consumos baixos ou quase nulo.

## **2.7 - Subsetor de Cal**

O mercado brasileiro de cal é o 5º maior do mundo, com produção, em 2007, de 7.425 mil toneladas<sup>34</sup>, que representa cerca de 5% da produção mundial. A cal, nas suas formas virgem ou hidratada, tem inúmeras aplicações, sendo a maior parte usada na construção civil e siderurgia. Estima-se que o segmento tenha aproximadamente 200 fábricas, sendo a maior parte nos estados de Minas Gerais (60,3%), São Paulo (13,6%) e Paraná (14%). O subsetor não tem grande participação no PIB, tendo sido responsável por 0,19% do mesmo em 2005, porém o subsetor gera cerca de 5 mil empregos diretos<sup>35</sup>.

O consumo total envolvido na fabricação da cal no Brasil é estimado em 0,104 tep/t, sendo insignificante o uso da energia elétrica. A eficiência do subsetor encontra-se dentro da faixa encontrada na UE (união europeia), de 0,086 tep/t a 0,179 tep/t. Os energéticos mais consumidos são o coque de petróleo (30%), gás natural (20%), óleo combustível (20%), lenha (20%) e em menor escala o carvão mineral (10%). Em 2011, em Minas Gerais, o consumo energético foi de 420 mil tep<sup>36</sup>, ou 2,7% do consumo energético da indústria do estado.

## **2.8 - Subsetor de Papel e Celulose**

Em 2012, o Brasil era o 4º maior produtor mundial de celulose (13.977 mil toneladas) e o 9º maior produtor mundial de papel (10.260 toneladas)<sup>37</sup>. O subsetor possui mais de 200 empresas em 16 estados, com geração de mais de 65 mil empregos diretos. O

---

<sup>34</sup> Associação Brasileira dos Produtores de Cal (ABPC)

<sup>35</sup> Oportunidades de Eficiência Energética Para a Indústria – Relatório Setorial – Setor Cal e Gesso, 2010 – PROCEL/CNI

<sup>36</sup> 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – ano base 2011, CEMIG

<sup>37</sup> Associação Brasileira de Celulose e Papel - BRACELPA



consumo de energia em 2012 foi de 10.066 mil tep sendo 46% advindos de lixívia e 16,7% de eletricidade<sup>38</sup>. Em Minas Gerais o consumo de energia em 2011 foi de 470 mil tep<sup>39</sup>, com participação de 53,7% de licor negro.

O subsetor tem indústrias que geram muito vapor, dessa forma, existe alta possibilidade de aproveitamento energético por meio de sistemas de cogeração. Os potenciais técnicos de eficiência energética por cogeração são de cerca de 16% para plantas de celulose e 14% para plantas integradas. Para plantas de papel a partir de celulose adquirida de outras fábricas o potencial técnico de cogeração é de cerca de 50% e de 13% para plantas de reciclagem<sup>40</sup>.

### **3 - EMISSÕES DE GEE**

Em 2010, o Brasil emitiu 1.246.477 milhões de tCO<sub>2</sub>e, considerando os setores de energia, processos industriais, agropecuária, florestas e resíduos<sup>41</sup>. Minas Gerais foi responsável por 123.434,3 milhões de tCO<sub>2</sub>e desse valor<sup>42</sup>. As emissões associadas ao uso da energia e aos processos no setor industrial do Brasil e de Minas podem ser visualizadas na Figura 4.

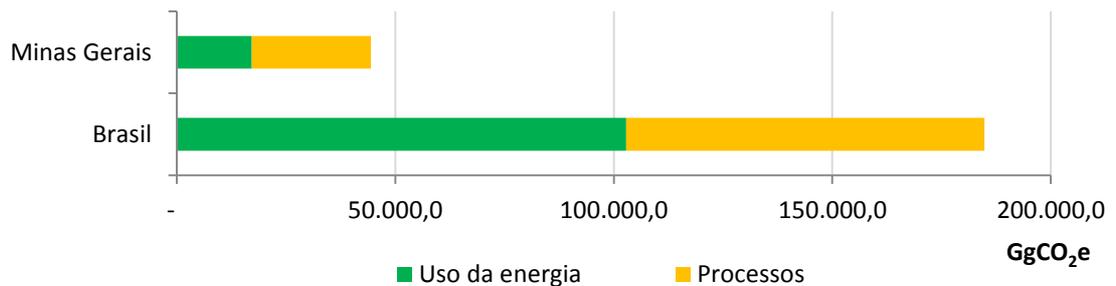


Figura 4: Distribuição das emissões no setor industrial no Brasil e em Minas Gerais (Fonte: Estimativas de Emissões e Remoções de GEE do Estado de Minas Gerais, 2010 – Estimativas anuais de emissões de GEE no Brasil, 2013)

<sup>38</sup> Balanço Energético Nacional – ano base 2011, EPE

<sup>39</sup> 27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – ano base 2011, CEMIG

<sup>40</sup> Oportunidades de Eficiência Energética Para a Indústria – Relatório Setorial – Setor Papel e Celulose, 2010 – PROCEL/CNI

<sup>41</sup> Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, 2013

<sup>42</sup> Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais - ano base 2010, FEAM



A Figura 5 traz a subdivisão das emissões por subsetor.

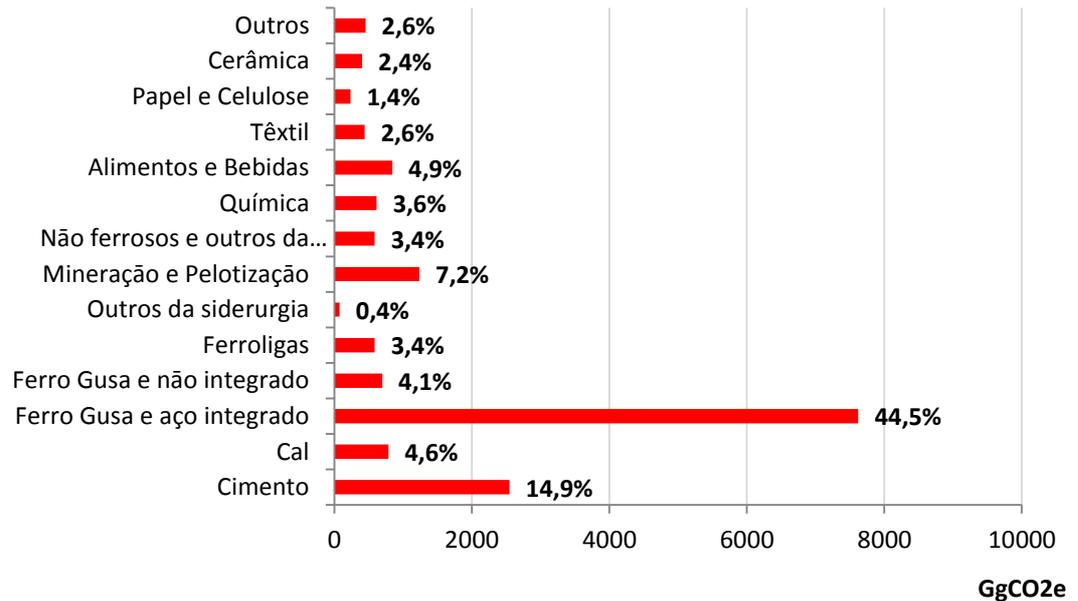


Figura 5: Distribuição das emissões do setor energético por subsetores (Fonte: Estimativas de Emissões e Remoções de GEE do Estado de Minas Gerais - Ano base 2010)

Em Minas Gerais, com relação ao uso da energia, os subsetores de Cimento, Siderurgia, Ferroligas, Mineração, Alimentos e Bebidas, Papel e Celulose, Cal e Cerâmica representaram cerca de 91% das emissões totais. Com relação às emissões de processos físico-químicos, a emissão foi de cerca de 19,5 milhões de tCO<sub>2</sub>e, sendo cerca de 53% referentes ao subsetor de minerais metálicos (siderurgia e alumínio) e 47% de minerais não metálicos (cimento e cal).

Juntos, energia e processos totalizam o valor de cerca de 64 milhões de tCO<sub>2</sub>e ou quase 52% do total das emissões no estado e 35% das emissões industriais do Brasil. Isso se deve principalmente à grande presença de indústrias de siderurgia no estado. A Figura 6 traz a distribuição das emissões por subsetor industrial<sup>43</sup>.

<sup>43</sup> É importante ressaltar que os subsetores que fazem consumo de carvão vegetal oriundo de florestas plantadas, juntamente com as demais fontes renováveis, não resultaram em grandes quantidades de GEE, apesar de seu elevado consumo. Por se tratar de uma fonte renovável, somente as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O são contabilizadas.

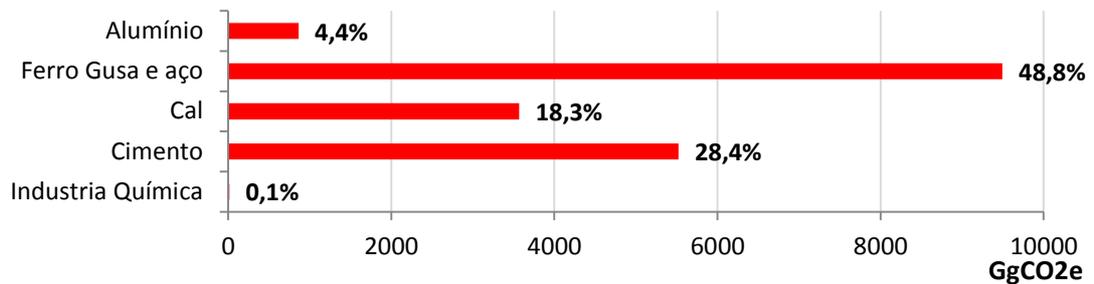


Figura 6: Distribuição das emissões do setor de processos por subsetores (Fonte: Estimativas de Emissões e Remoções de GEE do Estado de Minas Gerais - Ano base 2010)

## 4 - CENÁRIOS

O combate às mudanças climáticas no setor industrial exige um planejamento de médio e longo prazo. Dessa forma, é fundamental a elaboração de cenários de evolução das emissões de GEE, a fim de apoiar a tomada de decisão governamental quanto à definição de metas e ações custo-efetivas para mitigação das emissões e gestão de riscos.

Apesar das incertezas intrínsecas que caracterizam todo exercício de projeção, é importante explorar diferentes cenários possíveis para o nível estadual de emissões de GEE visando também um melhor entendimento das opções de mitigação disponíveis e futuras análises de custos e benefícios das medidas de mitigação a serem adotadas.

Não se trata aqui de um exercício de determinação probabilística de uma trajetória socioeconômica. Os métodos utilizados para geração das projeções de emissões de GEE são simples, robustos e baseados nos dados de atividade/fontes de emissão buscando representar um cenário tecnicamente explícito.

A abordagem adotada no PEMC de Minas Gerais baseia-se na construção de três cenários hipotéticos até 2030:

1. **Um cenário de referência ou Business-As-Usual (BAU)**, que projeta as tendências passadas para simular como as emissões poderiam evoluir se nada se alterasse no futuro (se nada for feito para o enfrentamento das mudanças climáticas). Serve como base ou referência para os outros cenários.
2. **Um cenário de contribuição federal (FED)** baseado no compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro da ONU sobre Mudança do Clima (UNFCCC) de redução de emissões de GEE até 2020, construído aplicando-se proporcionalmente para o estado de Minas Gerais os objetivos de redução de



emissões líquidas de GEE previstos no Plano Nacional e Planos Setoriais sobre Mudança do Clima<sup>44</sup>. Conforme estimativas realizadas, excluindo-se o setor da Mudança de Uso da Terra e Floresta, estes objetivos representam uma redução global aproximada de 7% a 9% das emissões de GEE em comparação com o cenário de tendência para 2020 no estado.

3. **Um cenário mineiro de baixa intensidade de carbono (BIC)**, considerando as medidas adicionais de eficiência energética e redução (ou remoção) de GEE previstas nas ações estaduais setoriais definidas no âmbito do PEMC, visando promover de forma mais ambiciosa, rápida e robusta a transição para uma economia de baixo carbono.

## Cenário BAU

As estimativas do cenário de referência ou BAU indicam um potencial crescimento da participação de certas fontes de energia (como no caso do subsetor de cimento) que atinge 13% de participação no consumo energético em 2030 ante os quase 10% de 2010. A evolução do consumo por fonte pode ser visto na Figura 7. O consumo total do setor industrial sai de 15,3 mil tep em 2010 para 26,9 mil tep em 2030, um aumento percentual de cerca de 76%.

---

<sup>44</sup>Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima/plano-nacional-sobre-mudanca-do-clima>.

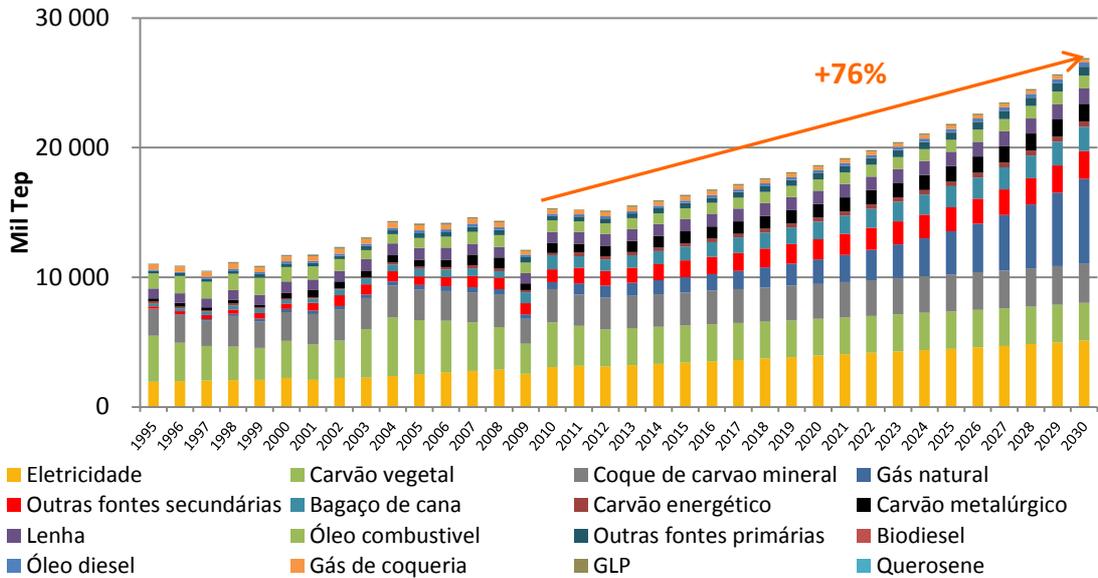


Figura 7: Evolução do consumo por fonte – setor Indústria, BAU

Já as emissões totais do setor saltam de 13,6 milhões de tCO<sub>2</sub>e para 22,6 milhões de tCO<sub>2</sub>e<sup>45</sup>, um aumento percentual de cerca de 66%. É possível ver a evolução na Figura 8.

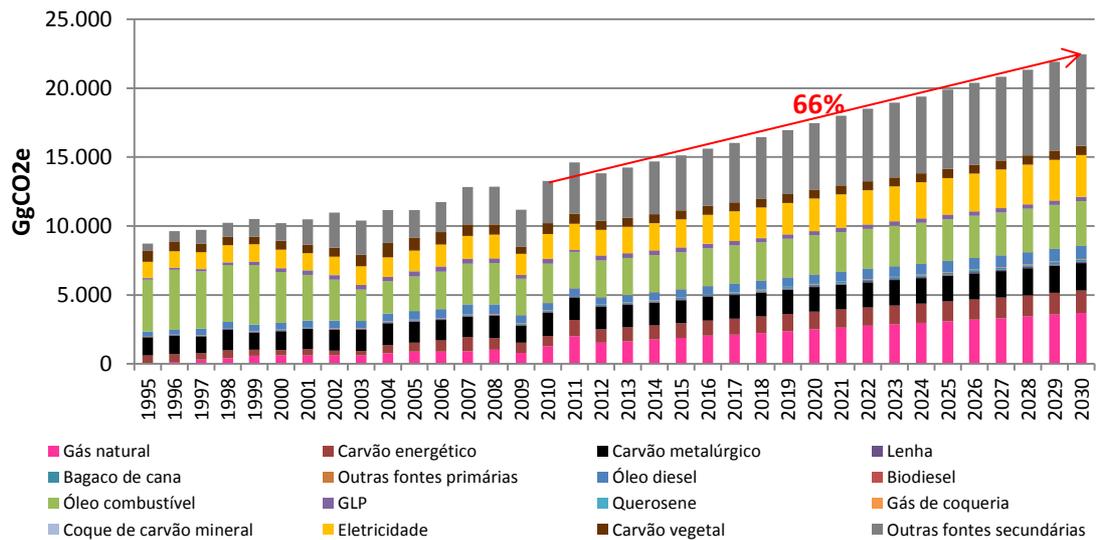


Figura 8: Evolução das emissões por fonte – setor Indústria, BAU

<sup>45</sup> As emissões associadas ao coque de carvão mineral no setor siderúrgico foram contabilizadas como carvão metalúrgico, bem como a parcela referente ao CO<sub>2</sub> do gás de coqueria, de forma que não houvesse dupla contabilização.



No segmento dos Processos Industriais, em 2010, 42% das emissões de GEE foram devidas à produção de aço, 31% de cimento, 20% de cal e 6% de sínter<sup>46</sup>.

A evolução da parcela de emissões por subsetor é visível na Figura 9. Ao longo do período 2010-2030, as emissões totais passarão de cerca de 18 milhões de tCO<sub>2</sub>e em 2010 para aproximadamente 30 milhões de tCO<sub>2</sub>e em 2030.

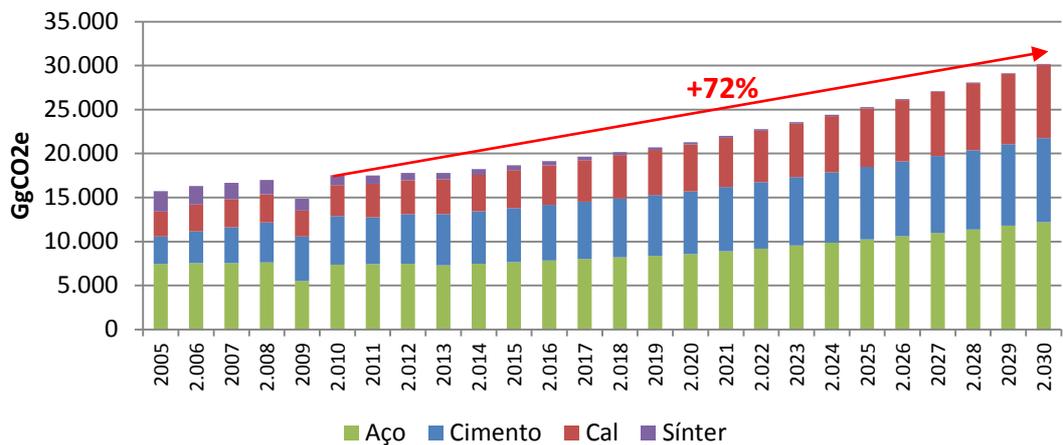


Figura 9: Evolução das emissões por fonte – Processos Industriais, BAU

## Cenário FED

O cenário de contribuição federal ou FED contabiliza a redução das emissões no estado a partir das ações federais definidas no compromisso voluntário do Brasil junto à UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) (até 2020). O Plano Indústria traz uma meta de 5% de redução de emissões em relação ao cenário nacional de referência. Em função das diferenças nas premissas e hipóteses dos cenários nacional e mineiro é necessário um significativo esforço de compatibilização para se estimar o impacto no setor industrial mineiro, o que será feito posteriormente pelo Observatório Clima e Energia de Minas Gerais no âmbito do PEMC (2015).

<sup>46</sup> Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais: Cenários de emissões de gases de efeito estufa. Feam, 2014.



## Cenário BIC

Considerando as ações setoriais que serão explicitadas nas próximas seções, foi estimado, de forma conservadora, o potencial de redução das emissões no setor. O potencial total de mitigação estimado com a execução das ações foi de cerca de 3,4 milhões de tCO<sub>2</sub>e. Parte das ações identificadas não puderam ter estimativas consolidadas em função da ausência de dados, definições ou metodologias disponíveis. Entretanto, isso deve ser realizado pelo Observatório Clima e Energia de Minas Gerais em 2015<sup>47</sup>. A Figura 10 mostra as emissões do setor no estado em 2030, considerando o cenário BAU, e o potencial estimado de mitigação com as ações definidas no processo participativo do PEMC.

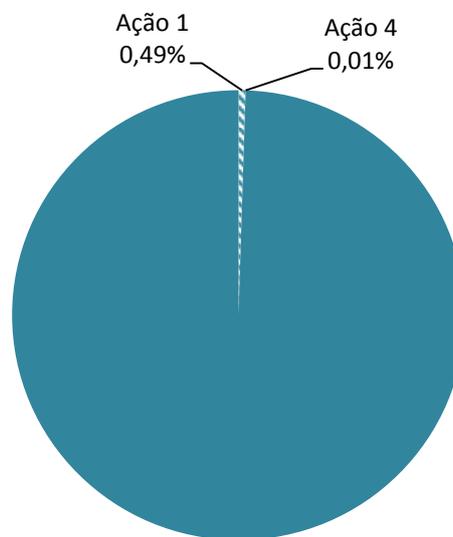


Figura 10: Emissões no setor industrial considerando uso da energia (cenário BAU) e potencial de mitigação com as ações propostas (acumulado 2015-2030)

## 5 - ESTRATÉGIA, DIRETRIZES E INICIATIVAS EM ANDAMENTO

A estratégia de desenvolvimento e as diretrizes do estado de Minas Gerais que se relacionam com o setor industrial foram definidas previamente no Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado 2011-2030 (PMDI).

<sup>47</sup> Rede que reunirá entidades da sociedade civil com o objetivo de discutir a questão das mudanças climáticas no contexto mineiro.



Entretanto, uma avaliação à luz dos desafios impostos pelas mudanças climáticas revela diretrizes muito convergentes aos objetivos do PEMC como:

- ▲ Incentivar a produção de pesquisas científicas que contribuam para a geração de conhecimento vinculado aos novos paradigmas ambientais, notadamente os relacionados à economia de baixo carbono, redução da poluição, produção e uso de energias limpas e conservação da biodiversidade;
- ▲ Atrair e estimular empresas produtoras de bioenergia e de bens ou serviços da economia de baixo carbono;
- ▲ Desenvolver programas de estímulo à eficiência energética;
- ▲ Impulsionar a capacidade de absorção e geração de inovações por parte das empresas localizadas no território mineiro por meio do desenvolvimento e da atração de laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), de Centros de Excelência e da aquisição de novas tecnologias;
- ▲ Constituir agenda estratégica para um novo ambiente econômico, que seja compartilhada por todos os órgãos do Poder Executivo e do setor privado que atuam na promoção do desenvolvimento do Estado;

A lista completa das estratégias e diretrizes ligadas ao setor industrial pode ser visualizada no ANEXO I.

As principais políticas públicas estaduais que estão em andamento ou foram executadas e que possuem ligação com o setor se encontram no Plano Plurianual de Ação Governamental 2012-2015 (PPAG).

Alguns programas já criados estão ligados à pesquisa, desenvolvimento e inovação no parque industrial mineiro com apoio principalmente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Instituto de Geoinformação e Tecnologia (IGTEC)<sup>48</sup>. Esses programas abrangem desde o fortalecimento de pesquisas científicas até a criação de pólos de excelência e inovação. Outros programas se relacionam com a consolidação das cadeias produtivas, com aumento de competitividade no setor industrial e diversificação da produção. Uma lista mais completa pode ser visualizada no ANEXO II.

---

<sup>48</sup> A Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) era a responsável, porém se juntou ao Instituto de Geociências Aplicadas (IGA) para formar o IGTEC.



Existem ainda outros programas nas áreas de meio ambiente e energia que impactam o setor industrial com relação às emissões de GEE, mas não são ações específicas para o mesmo, e, portanto não foram detalhadas no presente documento.

## **6 - POTENCIAL DE MITIGAÇÃO**

As oportunidades de mitigação no setor industrial estão relacionadas com as estratégias estabelecidas no PMDI e PPAG. Já as ações setoriais específicas definidas no processo participativo do PEMC estão ligadas principalmente à:

1. **Eficiência Energética:** conservação de energia por meio da melhoria nos processos produtivos ou na tecnologia utilizada para a produção. Essa estratégia é ligada à constante evolução e inovação dos processos e tecnologias (P&D);
2. **Substituição de fontes energéticas e sequestro de carbono:** substituição de combustíveis mais intensivos em carbono por carvão vegetal de florestas plantadas, cujo ciclo de vida resulta também no sequestro de carbono<sup>49</sup> por meio dos plantios florestais;

De forma preliminar, considerando as ações do portfólio abaixo e cenários definidos para o cálculo, o potencial de mitigação com as ações chega a 1,58 milhões de tCO<sub>2</sub>e. Esse valor pode ser diferente, considerando incertezas do potencial de eficiência energética nos setores e com as premissas de competitividade entre carvão vegetal e coque. Os detalhes são encontrados em cada uma das fichas das ações. Considera-se que as metas poderão ser atualizadas através da consolidação dos dados sob responsabilidade do Observatório Clima e Energia de Minas Gerais.

## **7 - PORTFÓLIO DE AÇÕES SETORIAIS**

As ações que compõem o presente portfólio foram definidas no âmbito do processo participativo de elaboração do PEMC com envolvimento de diversos órgãos estaduais e atores não governamentais. Os critérios para identificação e priorização basearam-se em discussões técnicas que levaram em conta os planos, programas e projetos já existentes e os gargalos e oportunidades na transição para uma economia de baixo carbono no setor industrial mineiro. As cinco ações apresentadas abaixo têm foco

---

<sup>49</sup> Centro de Inteligência em Florestas



tanto na oferta e demanda de energia (redução do consumo de energia através de medidas de eficiência energética, produção descentralizada, dentre outras) quanto nos processos produtivos (processos físico-químicos) que contribuem com emissão de GEE. As ações 2 e 3 deste portfólio são ferramentas adicionais para alcance dos objetivos especificados na Ação Setorial 1, portanto, tem o mesmo potencial de mitigação. O cronograma proposto para cada ação pode ser encontrado no ANEXO III. Ressalta-se que os cronogramas representam planejamentos preliminares que poderão sofrer modificações pelas discussões que ocorrerão nas oficinas institucionais do PEMC em 2015/2016 ou mesmo na medida em que cada ação evolua.

### Ação Setorial 1

#### PROGRAMA ESTADUAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (PEEE)

**Descrição:** O programa atuará sob duas bases, o progresso autônomo (se dá de forma espontânea) e progresso induzido (requer estímulos de políticas públicas). O programa será coordenado por um grupo técnico e um grupo articulador. O primeiro irá promover e apoiar tecnicamente os projetos de eficiência energética dentro das indústrias identificadas como alvos potenciais dessa ação e o segundo irá articular os projetos com possíveis linhas de financiamento, principalmente no tangente ao progresso induzido. A promoção do programa se dará por meio de incentivos fiscais, tributários, creditícios ou outros benefícios governamentais adicionais a serem definidos em 2015. As ações 2 e 3 deste portfólio são, principalmente, ferramentas dentro do PEEE.

**Justificativa:** Minas Gerais possui um grande potencial de eficiência energética nos subsetores industriais. Estimativas do potencial técnico de economia de energia para os subsetores industriais indicam que a indústria siderúrgica tem potencial de eficiência energética entre 9-18%, a indústria de cimento entre 28-33%, a de papel e celulose entre 15 e 18% e a indústria química entre 13-18%<sup>50</sup>. No setor de alimentos e bebidas, a economia de energia elétrica se situa na faixa de 2 a 9%<sup>51</sup>. No setor de cerâmica o potencial de economia chega a 43,6%<sup>52</sup>. Na mineração, a troca de equipamentos mais eficientes resultaria numa economia de 6,4%<sup>53</sup> e no

<sup>50</sup> Agência Internacional de Energia, IEA

<sup>51</sup> Plano Nacional de Energia, PNE 2030

<sup>52</sup> (PROCEL/CNI)

<sup>53</sup> (PROCEL/CNI)



setor de ferroligas 16,4%<sup>54</sup>. O programa deve, então, aproveitar os potenciais latentes de cada subsetor.

**Metas:** Meta preliminar de 10% de economia de energia no setor de siderurgia, cimento, papel e celulose, química, cerâmica e ferroligas em comparação com cenário de referência BAU (2030). Em 2016, as metas poderão ser alteradas por subsetor através da consolidação dos dados sob responsabilidade do Observatório Clima e Energia de Minas Gerais.

**Etapas/Instrumentos:** (I) seleção de um subsetor para piloto do programa; (II) seleção de processos a serem tratados nesse subsetor; (III) intercâmbio de dados do subsetor e o grupo técnico; (IV) identificação de potenciais técnicos e econômicos; (V) elaboração do projeto; (VI) fomento do projeto; (VII) implementação.

**Indicadores de monitoramento:** Indicadores de eficiência (consumo específico, intensidade energética e elasticidade-renda); indicadores de produtividade (produção no tempo); indicadores de qualidade (desvios na produção); indicadores de competitividade (participação do mercado) e outros indicadores a serem definidos pelo Observatório Clima e Energia de Minas Gerais.

**Responsável:** INDI; SEDE

**Parceiros:** FEAM; CEMIG; FIEMG; UNIFEI e outros potenciais parceiros a serem identificados

**Orçamento previsto:** A ser definido em 2015 na revisão do PPAG.

**Prazo:** O programa deverá ser estruturado até o final de 2015, com seleção do subsetor e de processos a serem tratados. A identificação e elaboração de projetos deve iniciar-se em 2016 e sua implementação a partir de 2017. Outros subsetores poderão ser incluídos futuramente conforme agendas setoriais do processo participativo.

**Potencial acumulado de mitigação em 2030 (preliminar):** De forma preliminar, pode-se falar numa economia de 3.370.542 tCO<sub>2</sub>e seguindo a meta especificada. Já o potencial máximo de mitigação, considerando os potenciais máximos identificados através de revisão da literatura, é de 4.794.562 tCO<sub>2</sub>e.

<sup>54</sup> (PROCEL/CNI)



### Ação Setorial 2

#### **PROPOSTA DE DIFERENCIAÇÃO TRIBUTÁRIA PARA TECNOLOGIAS DE BAIXO CARBONO**

**Descrição:** Redução da alíquota de ICMS incidida em equipamentos e tecnologias eficientes e que se provarem (através de P&D) alternativas mais sustentáveis às opções tradicionais e cujo interesse da indústria seja estabelecido.

**Justificativa:** Existem diversas tecnologias com alto grau de eficiência que podem ser usadas para os processos produtivos do estado. Entretanto, por se tratar de tecnologias que não são produzidas em Minas Gerais, o imposto arrecadatório que incide sobre elas inviabiliza a compra das mesmas pelo setor produtivo, que acaba optando por tecnologias que tem maior emissão de GEE ou acabam por desistir do investimento.

**Metas:** Redução do ICMS para tecnologias que propiciem uma redução significativa nas emissões de GEE em comparação com as tecnologias usuais, e que tenham potencial para geração de empregos "verdes" e valor agregado.

**Etapas/Instrumentos:** (I) Estudo dos efeitos da redução da alíquota de ICMS sobre tecnologias eficientes; (II) Elaboração da metodologia para definição dos parâmetros que definem a tecnologia como eficiente (III) Elaboração de estrutura legal.

**Indicadores de monitoramento:** Redução percentual da alíquota de imposto; Número de empregos verdes gerados; intensidade de carbono e outros indicadores a serem definidos pelo Observatório Clima e Energia de Minas Gerais.

**Responsável:** SEDE; SEF

**Parceiros:** FEAM; INDI; FIEMG e outros potenciais parceiros a serem identificados

**Orçamento previsto:** A ser definido em 2015 na revisão do PPAG.

**Prazo:** Implementação em conjunto com a Ação Setorial 1.

**Potencial acumulado de mitigação em 2030 (preliminar):** Por ser uma ferramenta para a Ação 1, o potencial é o mesmo.

### Ação Setorial 3

#### **FOMENTO À COGERAÇÃO INDUSTRIAL**

**Descrição:** Promover e difundir conhecimento técnico quanto à projetos de cogeração industrial nos subsetores pertinentes. Articular linhas de financiamento com juros menores para desenvolvimento dos projetos que promoverem ganhos energéticos significativos e aumento da competitividade industrial.

**Justificativa:** Com o avanço das tecnologias que permitem cogeração a partir de



calor de processo (produção de vapor, gradientes de temperatura em chaminés, etc.) e aquecimento direto, existe a oportunidade de redução do consumo energético industrial.

**Metas:** Redução da demanda industrial de energia através de ações de cogeração. Por ser uma ferramenta para a Ação 1, a meta diz respeito a ela.

**Instrumentos:** (I) Elaboração de artigos e estudos técnico-científicos ligados ao tema de cogeração industrial; (II) Fomento de linhas de financiamento para a substituição de processo/tecnologia.

**Indicadores de monitoramento:** Redução percentual de energia demandada; número de projetos implementados e outros indicadores a serem definidos pelo Observatório Clima e Energia de Minas Gerais.

**Responsável:** SEDE; INDI

**Parceiros:** FEAM; CEMIG; FAPEMIG e outros potenciais parceiros a serem identificados.

**Orçamento previsto:** A ser definido em 2015 no PPAG.

**Prazo:** Implementação em conjunto com a Ação Setorial 1.

**Potencial acumulado de mitigação em 2030 (preliminar):** Por ser uma ferramenta para a Ação 1, o potencial é o mesmo.

#### Ação Setorial 4

##### **SUBSTITUIÇÃO GRADUAL DE FONTES ENERGÉTICAS COM ALTO FATOR DE EMISSÃO DE GEE**

**Descrição:** Proposição de incentivos fiscais, creditícios, tributários ou outros benefícios governamentais adicionais para substituição gradual de fontes energéticas com alto fator de emissão de GEE por outras fontes que possam atender ao mesmo processo, com um fator de emissão menor ou cujo ciclo de produção garanta o efetivo sequestro de carbono.

**Justificativa:** Minas Gerais apresenta grande uso do carvão mineral e derivados na matriz energética no setor industrial (22% do consumo em 2011). Esse combustível possui alto fator de emissão (94,6 kg/GJ para carvão metalúrgico e 107 kg/GJ para coque de carvão mineral) e seu ciclo de vida não permite sequestro de carbono, como o caso do carvão vegetal. Existe ainda a possibilidade de substituição desse carvão mineral por gás natural (fator de emissão de 56,1 kg/GJ), mas existe dependência da mudança do processo e/ou tecnologia.

Há uma grande oportunidade do uso de carvão vegetal (advinda de florestas plantadas), principalmente no setor metalúrgico, mas a substituição esbarra em limitações técnicas da produção (limitada a 1.200 t/dia nos alto-fornos). Entretanto, para pequenas produções (siderurgia não-integrada) tal substituição é



viável. Existe também um possível cenário em que o valor de venda do coque torne-se mais atrativo em comparação ao carvão vegetal, sendo preterida a substituição inversa. A ação proposta visa impedir esse quadro.

**Metas:** Substituir 100% dos alto-fornos que utilizam coque como energético com produção menor que 1.200 t/dia por carvão vegetal de floresta plantada até 2030. Essa meta poderá ser revisada futuramente no âmbito das oficinas institucionais do PEMC. As substituições de energéticos na indústria integrada são mais complexas e estudos devem ser realizados para identificação oportunidades.

**Etapas/Instrumentos:** (I) Interlocação entre setores industriais e produtores rurais em concomitância com as linhas de financiamento disponíveis para plantio de eucalipto e manutenção da atratividade financeira do carvão vegetal em comparação ao coque; (II) Estudo de oportunidades nos setores industriais e P&D em parceria com universidades para identificação de tecnologias de fornos propícios ao uso de GN ou carvão vegetal; (III) Criação de incentivos adicionais para a substituição de processo/tecnologia; (IV) Apoio técnico na elaboração de projetos; (V) Implementação dos projetos.

**Indicadores de monitoramento:** Consumo específico dos energéticos utilizados; percentual de substituição de energéticos; número de periódicos e trabalhos científicos que tratam das questões citadas e outros indicadores a serem definidos pelo Observatório Clima e Energia de Minas Gerais.

**Responsável:** FEAM

**Parceiros:** SEDE; SEAPA; IEF; FAPEMIG e outros potenciais parceiros a serem identificados

**Orçamento previsto:** A ser definido em 2015 na revisão do PPAG.

**Prazo:** Interlocação e estudos com início em 2015 e concluídos ao final do ano. Projetos devem ser implementados a partir de 2018.

**Potencial acumulado de mitigação em 2030 (considerando cenário de atratividade)\*:**

Total de emissão no cenário tendencial (coque + carvão vegetal): 271.725 tCO<sub>2</sub>e

Cenário (20% de substituição por coque + 80% carvão): 992.787 tCO<sub>2</sub>e

Cenário (50% de substituição por coque + 50% carvão): 2.135.869 tCO<sub>2</sub>e

Cenário (100% de substituição por coque + 0% carvão): 4.041.006 tCO<sub>2</sub>e

**Potencial acumulado de mitigação em 2030 (considerando substituição do restante do coque no cenário tendencial BAU):** 40.992 tCO<sub>2</sub>e

\*foi considerada a premissa de um cenário hipotético em que o preço do coque se torna mais atrativo que o carvão vegetal e há a substituição deste último pelo coque na siderurgia não integrada nos percentuais de 20%, 50% e 100%. Foi considerado que cada tep de carvão vegetal equivale a um tep de coque para simplificação do cálculo.



### Ação Setorial 5

#### **ANÁLISE SIMBIÓTICA ENTRE PRODUTOS INDUSTRIAIS E OS FLUXOS ENVOLVIDOS**

**Descrição:** Pesquisa a ser realizada em três etapas, sendo a segunda dependente (pode sofrer revisão) da primeira: (I) Estudos sobre os resíduos industriais com potencial de reaproveitamento em outros subsetores, com mapeamento dos fluxos, análise das implicações ambientais e seus efeitos sob a ótica das emissões de GEE, com definição do foco de ações futuras que tratem da simbiose dos mesmos. Divulgação dos estudos através de seminários que reúnam setores produtivos e órgãos governamentais pertinentes. Parceria com a FIEMG para coleta de informações sobre as tipologias de resíduos não relacionados no Inventário Estadual de Resíduos e que possam ser alvo dos estudos. Utilização da ferramenta do GEOBDA (Geoprocessamento de dados do Banco de Declarações Ambientais) para visualização do fluxo simbiótico que pode ser estabelecido. (II) Revisão do fluxo geral e atuação governamental (pós-estudos) para análise de possíveis ações que aumentem a simbiose dos resíduos que se provarem pertinentes na redução das emissões de GEE. Apoio técnico à FIEMG para alavancar o programa “Bolsa de Resíduos”, de forma sistemática e coordenada, considerando também os resíduos definidos pelos estudos. (III) Avaliação de potenciais simbioses entre efluentes domésticos e industriais, ou somente industriais, considerando as unidades já existentes.

**Justificativa:** O processo de simbiose industrial reduz custos de matérias primas e, conseqüentemente, o consumo de recursos naturais, danos ao meio ambiente e emissões de GEE. Entretanto, não existem estudos aprofundados sobre o tema e é possível que haja um desconhecimento por parte das indústrias sobre as oportunidades relacionadas. Artigos e produções técnico-científicas poderiam dar a base técnica para aproveitamento de resíduos nos subsetores industriais. A parceria com a FIEMG é também de suma importância no que tange ao levantamento de dados, à divulgação dos resultados e à articulação de futuras ações. No contexto de efluentes, pequenos municípios têm encontrado dificuldades no cumprimento da legislação quanto à obrigatoriedade de implantação de sistemas de tratamento de esgotos. Uma potencial solução seria firmar convênios com grandes indústrias da região, permitindo assim uma destinação adequada dos efluentes industriais. O contrário também poderia ser proposto, tendo em vista a significativa presença de pequenos empreendimentos nos municípios, cujos efluentes industriais poderiam ser tratados conjuntamente na ETE municipal (considerando as características do efluente e a eficiência de tratamento). Além disso, é importante avaliar, para novos distritos industriais, a viabilidade técnica, econômica e ambiental de implantação de uma estação de tratamento de efluentes comum aos empreendimentos industriais desse distrito, que garanta eficiência de tratamento considerando os diferentes portes e tipologias industriais presentes.

**Metas:** (I) 10 publicações aprovadas em periódicos nacionais e/ou internacionais. (II) Redução percentual de resíduos destinados aos aterros/incineração (a ser



definido em 2015 através da consolidação dos dados sob responsabilidade do Observatório do Clima e Energia de Minas Gerais.).

**Etapas/Instrumentos:** (I) Edital de demanda induzida da FAPEMIG; (II) Formalização de parceria com FIEMG; (III) Articulação para definir a legislação que trate da simbiose industrial dos resíduos estudados. (IV) Termo de parceria entre SEMAD e Ministério Público para apoio ao tratamento de efluentes em conjunto (município/empresa); (V) Articulação e implementação dos projetos de simbiose.

**Indicadores de monitoramento:** Número de publicações aprovadas em periódicos nacionais e internacionais; percentual de redução dos resíduos destinados aos aterros/incineração e outros indicadores a serem definidos pelo Observatório Clima e Energia de Minas Gerais.

**Responsável:** FEAM; SEMAD

**Parceiros:** SEDRU; SEDE; INDI; FAPEMIG; FIEMG e outros potenciais parceiros a serem identificados

**Orçamento previsto:** A ser definido em 2015 na revisão do PPAG.

**Prazo:** Chamada para estudos até fim de 2015 com publicação dos mesmos até 2016. Definição de políticas públicas para simbiose industrial dos resíduos estudados entre 2016 e 2017. Articulação e implementação dos projetos de simbiose a partir de 2018.

**Potencial acumulado de mitigação até 2030 (preliminar):** Deverá ser conhecido após a definição de metas e estimativas realizadas pelo Observatório Clima e Energia de Minas Gerais



## **ANEXO I - Lista de Estratégias e Diretrizes do Setor Industrial definidas pelo PMDI**

A estratégia de desenvolvimento para os próximos 20 anos é explicitada no Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado – PMDI 2011–2030. São 11 Redes de Desenvolvimento Integrado – cujo objetivo é o de proporcionar um comportamento cooperativo e integrado entre agentes e instituições em torno de grandes escolhas para o futuro de Minas, de acordo com a capacidade de integração das ações de Governo e de agregação de valor para a sociedade. As estratégias e diretrizes de desenvolvimento ligadas ao setor industrial podem ser vistas abaixo:

1. Intensificar o apoio a empreendimentos produtivos e/ou de inclusão social nas regiões com menores índices de desenvolvimento econômico ;
2. Rever os mecanismos e intensificar o apoio ao desenvolvimento de micro e pequenas empresas inovadoras e intensivas em conhecimento ;
3. Constituir agenda estratégica para um novo ambiente econômico, que seja compartilhada por todos os órgãos do Poder Executivo e do setor privado que atuam na promoção do desenvolvimento do Estado ;
4. Estimular a modernização e a inovação tecnológica nos setores dominantes (siderurgia, mineração e agronegócio) da economia mineira de modo a torná-los mais competitivos internacionalmente ;
5. Aprimorar a competitividade tributária do Estado com inteligência, priorizando os setores estratégicos para o desenvolvimento da economia mineira. Atrair e estimular empresas nacionais e estrangeiras de perfil inovador ;
6. Conferir maior agilidade e efetividade ao licenciamento ambiental ;
7. Ampliar a divulgação das potencialidades e realizações mineiras e aumentar os efeitos econômicos, sociais e ambientais dos grandes investimentos privados ;
8. Aumentar a inserção das empresas mineiras, com potencial de atuação internacional, em redes globais de fornecimento, processamento e comercialização e inovação ;
9. Criar instrumentos de incentivo e transformação de conhecimento em negócios ;
10. Incentivar a produção de pesquisas científicas que contribuam para a geração de conhecimento vinculado aos novos paradigmas ambientais, notadamente os relacionados a economia de baixo carbono, redução da poluição, produção e uso de energias limpas e conservação da biodiversidade ;
11. Criar instrumentos de incentivo e transformação de conhecimento em negócios ;



12. Reestruturar o Sistema Mineiro de Inovação (SIMI) para permitir a interiorização de suas ações ;
13. Impulsionar a capacidade de absorção e geração de inovações por parte das empresas localizadas no território mineiro por meio do desenvolvimento e da atração de laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), de Centros de Excelência e da aquisição de novas tecnologias ;
14. Atrair e estimular empresas produtoras de bioenergia e de bens ou serviços da economia de baixo carbono. Desenvolver programas de estímulo à eficiência energética .



## **ANEXO II - Lista de Iniciativas do Setor Industrial definidas pelo PPAG**

O Plano Plurianual de Ação Governamental (PPAG) representa um importante instrumento gerencial, na medida em que contribui para o aperfeiçoamento contínuo da formulação e da gestão dos programas que integram o Plano e os Orçamentos Anuais. As iniciativas do estado ligados ao setor industrial que se encontram no PPAG 2012-2015 podem ser vistas abaixo:

1. **Programa 0127 - Desenvolvimento Tecnológico do Parque Industrial Mineiro**  
**Responsável :** Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais  
**Objetivo :** Análises de conjuntura, estudos prospectivos e monitoramento das tendências da economia industrial estadual, nacional e internacional.  
**Orçamento :** R\$ 50.000,00  
**Orçamento executado:** R\$ 0,00
2. **Programa 0228 – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação**  
**Responsável :** Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais  
**Objetivo :** Contribuir para a evolução tecnológica pela apropriação do conhecimento e do desenvolvimento e da antecipação de soluções inovadoras, ambientalmente compatíveis, em prol das indústrias mineiras e brasileiras.  
**Orçamento previsto:** R\$ 131.000,00  
**Orçamento executado:** R\$ 2.395.405,29
3. **Programa 0190 – Serviços Tecnológicos**  
**Responsável:** Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais  
**Objetivo :** Prestar serviços tecnológicos em consonância com as necessidades do setor público e da indústria mineira, atuando na transferência, adaptação, aperfeiçoamento, criação e aplicação de tecnologias.  
**Orçamento previsto :** R\$ 749.600,00  
**Orçamento executado :** R\$ 66.214,56
4. **Programa 0259 – Programa de Apoio à Indução e à Inovação Científica e Tecnológica para o Desenvolvimento do Estado de Minas Gerais**  
**Responsável :** FAPEMIG  
**Objetivo :** Promover a integração entre o setor empresarial e instituições de pesquisa para a troca de informações e experiências que favoreçam a realização



de projetos relevantes para o desenvolvimento do Estado.

**Orçamento previsto** : R\$ 237.955.000,00

**Orçamento executado** : R\$ 220.386.223,88

5. **Programa 0176 – Gestão do Setor Mineral**

**Responsável** : Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais

**Objetivo** : Contribuir para o desenvolvimento econômico e social do Estado com geração de informações geológicas e geofísicas oferecendo vantagens comparativas georreferenciadas favorecendo a competitividade do setor mineral.

**Orçamento previsto** : R\$ 7.600.000,00

**Orçamento executado** : R\$ 2.881.724,00

6. **Programa 0043 – Tecnologia e Inovação Rumo à Economia do Conhecimento**

**Responsável** : Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia

**Objetivo** : Potencializar em quantidade e qualidade a criação e disseminação de conhecimento e de tecnologia em diferentes áreas para transformar conhecimento em negócios.

**Orçamento previsto** : R\$ 129.804.000,00

**Orçamento executado** : R\$ 54.038.579,64

7. **Programa 0101 – Arranjos Produtivos, Pólos de Excelência e Pólos de Inovação**

**Responsável** : Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia

**Objetivo**: Ampliar e melhorar a capacidade competitiva dos arranjos produtivos de elevado conteúdo tecnológico de forma autossustentável; pólos de excelência; pólos de inovação.

**Orçamento previsto** : R\$ 712.562,00

**Orçamento executado** : R\$ 5.046.840,34

8. **Programa 0287 – Expansão do Mercado da GASMIG em Minas Gerais**

**Responsável** : Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia

**Objetivo** : Recuperar o mercado de GNV; entrar definitivamente no segmento residencial; efetivar negócios viabilizando aos nossos clientes novas soluções a partir do gás natural, tais como a cogeração, a climatização e a geração distribuída

**Orçamento previsto** : R\$ 6.388.496,00

**Orçamento executado** : R\$ 17.626.113,00



9. **Programa 040 – Investimento Competitivo para Fortalecimento e Diversificação da Economia Mineira**  
**Responsável :** Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico  
**Objetivo :** Ampliar a capacidade de promoção do desenvolvimento econômico, bem como a diversificação da economia e aumentar a atração de investimentos para Minas Gerais.  
**Orçamento previsto :** R\$ 759.064.851,00  
**Orçamento executado :** R\$ 93.558.681,42
  
10. **Programa 0195 – Consolidação Das Cadeias Produtivas – Minas do Princípio ao Fim**  
**Responsável :** Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico  
**Objetivo :** Tornar as cadeias produtivas e arranjos produtivos locais mais competitivos, em seus vários níveis (cadeias de produção), adaptando-os à conjuntura internacional, nacional e estadual, permitindo, dessa forma, maior agregação de valor aos produtos mineiros, resultando no crescimento do PIB mineiro e da posição relativa da economia mineira na nacional.  
**Orçamento previsto :** R\$ 9.312.568,00  
**Orçamento executado :** R\$ 8.445.395,64
  
11. **Programa 0111 – Difusão de Informações do Setor Minerometalúrgico**  
**Responsável :** Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico  
**Objetivo :** Dar suporte à gestão e ao desenvolvimento do setor minero metalúrgico para promover e divulgar as estatísticas sobre a economia do setor no estado, no Brasil e no mundo. Constituir fonte de consulta atualizada para tomada de decisão empresarial e/ou governamental, além de fornecer à sociedade uma visão do setor mineral e da indústria de transformação.  
**Orçamento previsto :** R\$ 80.900,00  
**Orçamento executado :** R\$ 4.732,72
  
12. **Programa 202 – Estímulo ao Desenvolvimento Produtivo e à Inovação**  
**Responsável :** Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico  
**Objetivo :** Contribuir para o estabelecimento de um ambiente favorável ao crescimento e maior desenvolvimento da estrutura produtiva, comercial e de serviços do estado, com base nas políticas estabelecidas no âmbito nacional e estadual visando aumentar a capacidade de atração, expansão, inovação e consolidação de empreendimentos produtivos. Dar suporte às atividades do Conselho de Desenvolvimento Integrado – COIND - e seus fundos de



desenvolvimento.

**Orçamento previsto :** R\$ 140.284,00

**Orçamento executado :** R\$ 2.446.724,00

13. **Programa 284– Fomento ao Crescimento das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte de Minas Gerais**

**Responsável :** Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico

**Objetivo :** Criar um ambiente favorável ao crescimento das microempresas e empresas de pequeno porte com articulação de políticas públicas que estimulem o aumento sustentável do faturamento e progressão de porte.

**Orçamento previsto :** R\$ 67.397.066,00

**Orçamento executado :** R\$ 4.079,05

14. **Programa 150– Promoção e Desenvolvimento do Comércio e Serviços em Minas Gerais**

**Responsável :** Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico

**Objetivo :** Coordenar e executar atividades de apoio e promoção dos segmentos de indústria, comércio e serviços de minas gerais, através da realização e participação em feiras, exposições e eventos tendo por objetivo a divulgação das atividades produtivas e de negócios.

**Orçamento previsto :** R\$ 533.570,00

**Orçamento executado :** R\$ 185.612,98

## ANEXO III - Cronograma das Ações Setoriais

### Ação Setorial 1

Ano		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
Semestre		1º	2º										
Instrumentos	Seleção de um subsetor para piloto do programa												
	Seleção de processos a serem tratados nesse subsetor												
	Intercâmbio de dados do subsetor e o grupo técnico												
	Identificação de potenciais técnicos e econômicos												
	Elaboração dos projetos												
	Fomento do projeto												
	Implementação												

### Ação Setorial 2

Ano		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
Semestre		1º	2º										
Instrumentos	Estudo dos efeitos da redução da alíquota de ICMS sobre tecnologias eficientes												
	Elaboração da metodologia para definição dos parâmetros que definem a tecnologia como eficiente												
	Elaboração de estrutura legal												

## Ação Setorial 3

Ano		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
Semestre		1º	2º										
Instrumentos	Elaboração de artigos e estudos científicos ligados ao tema de cogeração industrial												
	Fomento de linhas de financiamento para a substituição de processo/tecnologia												

## Ação Setorial 4

Ano		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
Semestre		1º	2º										
Instrumentos	Interlocução entre setores industriais e produtores rurais em concomitância com as linhas de financiamento disponíveis para plantio de eucalipto e manutenção da atratividade financeira do carvão vegetal em comparação ao coque												
	Estudo de oportunidades nos setores industriais e P&D em parceria com universidades para identificação de tecnologias de fornos propícios ao uso de GN ou carvão vegetal												
	Avaliação para criação de incentivos fiscais para a substituição de processo/tecnologia												
	Apoio técnico na elaboração de projetos												
	Implementação dos projetos												

**Ação Setorial 5**

Ano		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
Semestre		1º	2º										
Instrumentos	Edital de demanda induzida da FAPEMIG												
	Entrega dos estudos												
	Formalização de parceria com FIEMG												
	Articulação para definir a legislação que trate da simbiose industrial dos resíduos estudados												
	Termo de parceria entre SEMAD e MP para apoio ao tratamento de efluentes em conjunto (município/empresa)												
	Articulação e implementação dos projetos de simbiose												