



Portaria MME nº 540/2021

# DETALHAMENTO DO PROGRAMA PARA USO SUSTENTÁVEL DO CARVÃO MINERAL NACIONAL

Agosto de 2021

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **Ministro**

Bento Albuquerque

### **Secretária Executiva**

Marisete Dadald Pereira

### **Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético**

Paulo Cesar Magalhaes Domingues

### **Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Pedro Paulo Dias Mesquita

**Documento:** Relatório elaborado a partir do conteúdo da Nota Técnica nº 19/2021/DIE/SPE.

**Instituições Coordenadoras:** Secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético - SPE e de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - SGM do Ministério de Minas e Energia.

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **PARTICIPANTES DO TRABALHO**

**Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético:** Paulo Cesar Magalhaes Domingues, Marcello Nascimento Cabral da Costa, André Luiz Rodrigues Osorio, Gustavo Cerqueira Ataíde, Gustavo Santos Masili, Jorge Curi Sadi, Leticia dos Santos Benso Maciel, Lorena Melo Silva e Thiago Guilherme Ferreira Prado.

**Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral:** Lilia Mascarenhas Sant'agostino, Daniel Alves Lima, Enir Sebastião Mendes.

**Secretaria Executiva:** Marisete Dadald Pereira, Agnes Maria de Aragão da Costa e Camilla de Andrade Gonçalves Fernandes.

**Assessoria Especial de Meio Ambiente:** Maria Ceicilene Aragão Martins e Rita Alves Silva.

## Sumário

<b>I. SUMÁRIO EXECUTIVO.....</b>	<b>6</b>
<b>II. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>III. JUSTIFICATIVAS PARA O PROGRAMA .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Grupo de Trabalho Interministerial para o Carvão Mineral Nacional .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Financiamento à Geração Termelétrica a Carvão Mineral.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Justificativa Socioeconômica Regional .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Justificativa Ambiental .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Justificativa Elétrica e Energética.....</b>	<b>11</b>
<b>6. Justificativa tecnológica .....</b>	<b>14</b>
<b>IV. DETALHAMENTO DO PROGRAMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1. OBJETIVO 1 – SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL .....</b>	<b>15</b>
i. Diagnóstico.....	17
1. <i>Eficientização.....</i>	17
2. <i>Redução das emissões e aproveitamento de rejeitos .....</i>	24
3. <i>Sobre a recuperação das áreas degradadas (passivo ambiental).....</i>	30
ii. Identificação das barreiras .....	30
iii. Ações específicas .....	31
iv. Cronograma de implantação .....	32
<b>2. OBJETIVO 2 - MANUTENÇÃO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DA ATUAL INDÚSTRIA CARBONÍFERA.....</b>	<b>32</b>
i. Diagnóstico.....	32
1. <i>Atividades de mineração e efeitos diretos e indiretos na economia da Região Sul ....</i>	33
2. <i>Efeitos da atividade mineral no segmento industrial (outros produtos).....</i>	37
3. <i>Visão de futuro para o setor – gasificação (carboquímica, fertilizantes, metano,             metanol, hidrogênio azul, etc).....</i>	37
ii. Identificação das barreiras .....	38
iii. Ações específicas .....	40
iv. Cronograma de implantação .....	42
<b>3. OBJETIVO 3 - CONTRATAÇÃO DE CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO A PARTIR DE CARVÃO MINERAL NACIONAL .....</b>	<b>42</b>
i. Diagnóstico.....	43
1. <i>Substituindo usinas existentes na Região Sul.....</i>	45
2. <i>Formas que preservem o processo concorrencial, fundamentadas nos estudos de             Planejamento Energético e de Operação do Sistema Elétrico .....</i>	46
ii. Identificação das barreiras .....	46

iii. Ações específicas e Cronograma de implantação .....	47
<b>V. CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>53</b>

## I. SUMÁRIO EXECUTIVO

O Grupo de Trabalho Interministerial para o Carvão Mineral foi criado por sugestão do Ministério de Minas e Energia - MME, por meio do Aviso Ministerial à Casa Civil nº 198/2017, de 7 de dezembro de 2017, com o objetivo de estudar a viabilidade de utilização do carvão mineral brasileiro como insumo para o Setor Elétrico e para a indústria nacional. Em seu relatório final, concluiu-se que a modernização do parque termelétrico a carvão mineral nacional por meio de novas e modernas plantas é a solução mais adequada como orientação de política pública para esse tema.

Em continuidade aos estudos e conclusões do GT Interministerial para o Carvão Mineral Nacional, coordenado pela Casa Civil e composto por diversas pastas e órgãos do Governo Federal, foi publicada a Portaria MME nº 461, de 22 de dezembro de 2020, por meio da qual foram estabelecidos os objetivos do Programa Para Uso Sustentável do Carvão Mineral Nacional. Coube à Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético - SPE e à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - SGM estruturar e coordenar conjuntamente esse Programa, que visa à continuidade da atividade de mineração de carvão nos estados da Região Sul do Brasil através da geração termelétrica de energia e aproveitamento de seus subprodutos, além de desenvolvimento de novos produtos oriundo da mineração de carvão. O Programa contribui com o desenvolvimento regional e a segurança energética para o Brasil. Por outro lado, fomenta a recuperação ambiental da bacia carbonífera de Santa Catarina no que diz respeito aos resíduos da mineração gerados no passado e ao reaproveitamento desses resíduos nas novas usinas termelétricas instaladas ao longo da execução do Programa. Além disso, o Programa propõe a modernização pela substituição do atual parque termelétrico a carvão mineral nacional.

Com isso, espera-se contribuir com a manutenção da atividade mineira de carvão na Região Sul do País, de relevante importância para as microrregiões afetadas. Adicionalmente, o programa contribui com as questões ambientais de reduzir a intensidade de emissões de gases de efeito estufa da geração termelétrica a carvão e de recuperação do passivo ambiental de rejeitos de carvão.

Assim, a Nota Técnica em tela, elaborada conjuntamente pela SPE e pela SGM, tem o objetivo de cumprir a determinação de detalhar o *Programa Para Uso Sustentável do Carvão Mineral Nacional*.

## II. INTRODUÇÃO

O Brasil contém grandes reservas de carvão mineral e historicamente vem utilizando-as para diversos fins, especialmente para a geração termelétrica na Região Sul. Dentro do contexto brasileiro de diversidade e abundância de recursos, esse energético se mostra relevante para o país e os estados do Sul, devido a sua contribuição econômico-regional, ambiental e energética. Essa visão foi ratificada pelo Governo Federal através do Grupo de Trabalho - GT Interministerial para o Carvão Mineral Nacional oriundo do Aviso Ministerial 198/2017.

Os desafios à fonte carvão mineral pela perspectiva do setor elétrico já foram abordados pelos Planos Decenais de Expansão de Energia - PDEs 2027, 2029 e 2030

especialmente pelas condições de financiamento. O Plano ressalta a possibilidade de novas usinas fazerem parte da expansão do sistema dentro do horizonte decenal na hipótese de substituição das usinas existentes por usinas mais modernas e, portanto, mais eficientes energeticamente<sup>[1]</sup>.

Considerando as diretrizes fornecidas pelo GT, bem como o contexto de proximidade do fim da vida útil, de estratégia empresarial de desativação de complexo termelétrico a carvão nacional e de encerramento de contrato de suprimento de energia contratada em leilão, de parcela relevante do atual parque gerador a carvão nacional, a ocorrer até 2025, faz-se necessário estabelecer um planejamento que possibilite e incentive a continuidade da atividade econômica de mineração através do investimento na geração elétrica com esse energético. Não obstante o fato de que o Setor Elétrico Brasileiro já contempla uma série de atrativos ao investimento em geração de energia, faz-se necessária a criação de um plano para este caso em particular, que venha a demonstrar o conjunto de condições favoráveis ao investimento nessa fonte, ao mesmo tempo em que preserve as premissas de competição e modicidade tarifária.

### **III. JUSTIFICATIVAS PARA O PROGRAMA**

#### **1. Grupo de Trabalho Interministerial para o Carvão Mineral Nacional**

O Grupo de Trabalho Interministerial para o Carvão Mineral teve o objetivo de estudar a viabilidade de utilização do carvão mineral brasileiro como insumo para o Setor Elétrico. O grupo foi composto pela Casa Civil, Ministério de Minas e Energia - MME, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MPOG, Ministério da Fazenda - MF, Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil - MTPA, Ministério do Meio Ambiente - MMA, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS e Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Os trabalhos do grupo ocorreram entre dezembro de 2017 e dezembro de 2018, e o seu escopo se restringiu à abordagem no setor elétrico, notadamente a instalação e modernização de usinas termelétricas a carvão mineral na Região Sul do Brasil.

No seu relatório final, o GT concluiu que a modernização do parque termelétrico a carvão mineral nacional, de cerca de 1.800 MW de capacidade instalada, é a solução mais adequada como orientação de política pública. Essa conclusão se dá pelo entendimento de que essas usinas possuem um papel sob a ótica energética para o atendimento da demanda do subsistema Sul. Elas atuam na base, preenchem os requisitos do sistema fornecendo ponta e energia, oferecem confiabilidade à operação elétrica e os sistemas de transmissão as interligam ao centro de carga da Região Sul.

Estabeleceu-se, no âmbito do GT, que medidas propositivas relacionadas a esse tema deveriam ter as seguintes características principais:

- a. sinalização de longo prazo de modo a viabilizar decisões de investimentos;

- b. foco na modernização do parque termelétrico a carvão mineral nacional;
- c. ausência de ônus para o Estado;
- d. medidas de cunho horizontal;
- e. adoção de tecnologias ambientalmente apropriadas na atividade de mineração;
- f. revisar descontos tarifários para as fontes incentivadas; e
- g. não conceder novos subsídios ao carvão mineral e nem estender os já existentes.

Diante das conclusões e diretrizes desse grupo interministerial, entende-se necessário atuar no sentido de promover a modernização do parque termelétrico a carvão mineral nacional. Os esforços nesse sentido devem se basear nas orientações determinadas no seu relatório final.

## **2. Financiamento à Geração Termelétrica a Carvão Mineral**

Outro ponto relevante analisado pelo GT foi o financiamento à novas usinas termelétricas a carvão mineral. O relatório indica que projetos dessa natureza não contam mais com a opção de recursos do BNDES. Esse ponto está alinhado com a visão apresentada pelos PDEs 2029 e 2030, que afirmam que: "o aproveitamento para novas plantas [a carvão mineral] tem esbarrado nas condições de financiamento, que refletem em seus custos totais, incluindo custos de investimento, financiamento e operação"<sup>[2]</sup>. Voltando a fazer referência ao relatório do GT Interministerial, é apontado que o BNDES passou a direcionar sua política de crédito de geração de energia para as fontes renováveis e à geração termelétrica a gás natural em ciclo combinado, motivado em parte pelo fato de que, diante da restrição de recursos, o banco passou a captar de fontes estrangeiras, tornando os empréstimos ainda mais vinculados à economia verde dos créditos concedidos pelo BNDES.

Dessa maneira, percebe-se que os agentes geradores com projetos de novas usinas termelétricas a carvão mineral precisam buscar alternativas de financiamento que não o BNDES. Considerando que as linhas de crédito do BNDES são competitivas, esses agentes têm um desafio relevante de buscar condições igualmente atrativas de recursos para se manterem competitivos. De fato, o modelo vigente do setor elétrico oferece uma série de condições favoráveis aos empreendedores de geração para contornarem esse desafio. Ainda conforme o relatório do GT, o próprio BNDES ressalta que 63% da expansão termelétrica verificada entre 2007 e 2016 não contou com recursos do banco.

Portanto, ao mesmo tempo em que a atuação no sentido de promover a modernização do parque gerador à carvão deve levar em consideração esse desafio de financiamento, é possível que a própria sinalização ao público oferecida por um programa de governo à fonte influencie positivamente a iniciativa privada em compreender melhor o contexto de política energética e, dessa maneira, o espaço de soluções seja aperfeiçoado de modo que os empreendedores e investidores



naturalmente encontrem alternativas de linhas de crédito competitivas no País ou no exterior.

### **3. Justificativa Socioeconômica Regional**

As atividades de mineração e de geração elétrica são de grande importância socioeconômica para alguns municípios na Região Sul do país. Entretanto, observa-se que 5 usinas termelétricas a carvão mineral (478MW) no estado do Rio Grande do Sul foram desativadas no período 1974-2017 e, da mesma maneira, espera-se que outras plantas de Santa Catarina e Rio Grande do Sul continuarão a ser paulatinamente desativadas pelas seguintes razões: fim do prazo de concessão; fim da vida útil e fim da viabilidade comercial, inclusive devido ao fim do subsídio da Conta de Desenvolvimento Energético - CDE em 2027. Como a indústria de mineração do carvão depende da geração térmica, a desativação do parque gerador afeta a cadeia produtiva do carvão (mina, transporte, usina, cimento e demais usos industriais), causando elevado impacto negativo na economia das regiões produtoras do insumo. São esperadas perdas às regiões mineiras, provocando impactos socioeconômicos previsíveis e imprevisíveis.

Por exemplo, a região mineira de Santa Catarina é dependente majoritariamente da Usina Termelétrica - UTE Jorge Lacerda (857 MW) que, se não for modernizada, causará severo impacto na atividade econômica do estado e pode, inclusive, deixar de existir. Caso isso ocorra, o impacto econômico atingirá uma parcela da economia de 15 municípios, afetando a população local e com perda de empregos. Já com a manutenção da indústria, teremos empregos da cadeia produtiva da geração termelétrica a carvão mineral brasileiro nos três estados do Sul. No caso do Paraná, a cidade de Figueira depende economicamente da cadeia produtiva do carvão, com a operação da mina e usina de Figueira, que foi recentemente modernizada.

### **4. Justificativa Ambiental**

A modernização do parque termelétrico a carvão mineral, substituindo as usinas existentes por novas tecnologias, com aumento de eficiência dos processos de combustão e da incorporação de sistemas de captura, transporte e armazenamento de carbono (CCUS, em inglês), irá endereçar o problema do passivo ambiental de rejeitos, além de reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa - GEE, tendo em vista o esperado aumento de eficiência da geração elétrica, contribui com a recuperação de áreas degradadas usando a cinza alcalina das termelétricas.

As tecnologias de combustão limpa – especificamente a Combustão em Leito Fluidizado Circulante (CFBC, em inglês) permitem a utilização de combustíveis de baixo poder calorífico. Assim, evitam a geração de novos rejeitos nas minas de carvão e viabilizam a recuperação do passivo ambiental com a queima de rejeitos de carvão. Esse Programa, ao permitir a manutenção da indústria mineira conciliada à sustentabilidade ambiental com usinas térmicas, tem o benefício de aliar a movimentação econômica com a geração de emprego e renda por meio da recuperação dos passivos ambientais. Serão viabilizados recursos públicos e privados,

inclusive mediante linhas de crédito, para integral cumprimento da sentença na Ação Civil Pública nº. 93.8000533-4, já transitada em julgado, que condenou a União e empresas carboníferas a recuperarem os passivos ambientais da mineração de carvão na região sul de SC<sup>[3]</sup>. Programas com objetivos similares ao proposto encontram-se em operação na Espanha (Central La Pereda, 50 MW) e na Pensilvânia/EUA (14 usinas, 886 MW).

Outro aspecto relevante a ser considerado é que a aplicação de novas usinas térmicas com emprego de tecnologias mais eficientes levará à menor emissão de gases causadores do efeito estufa por cada unidade de energia gerada, isso é, menor relação de CO<sub>2</sub>/kWh. O atual parque termelétrico a carvão tem uma eficiência ponderada de 32,5% e idade média ponderada de 23 anos, como mostra a Tabela 1. Considerando, por exemplo, a substituição por usinas novas com maior eficiência mínima de 35%, as emissões de CO<sub>2</sub>/kWh podem ser reduzidas em 12,5% em relação ao parque atual. Outras emissões também podem ser reduzidas, como as de SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub>, além dos particulados. A utilização de modernas tecnologias termelétrica permitirá o uso do carvão brasileiro em pleno atendimento aos padrões estabelecidos na legislação ambiental vigente. Da mesma maneira, esse fato contribuirá para que o Brasil atenda ao disposto na sua política de mudanças climáticas e compromissos internacionais de redução das suas emissões.

Tabela 1 - Eficiência de geração elétrica do atual parque termelétrico a carvão mineral nacional[1, 4]

<b>PARQUE TERMELÉTRICO A CARVÃO NACIONAL</b>				
<b>Usina</b>	<b>UF</b>	<b>Capacidade Instalada (MW)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Eficiência</b>
Figueira	PR	20	56	25%
Candiota III	RS	350	9	35%
Jorge Lacerda A Fases 1/2	SC	100	55	25%
Jorge Lacerda A Fases 3/4	SC	132	47	28%
Jorge Lacerda B	SC	262	41	28%
Jorge Lacerda C	SC	363	23	35%
Pampa Sul	RS	345	1	36%
<b>Parque em operação</b>		<b>1.572</b>	<b>22,53</b>	<b>32,70%</b>
Charqueadas	RS	72	54	21%
Pres. Médici A	RS	126	43	25%
Pres. Médici B	RS	320	31	25%
São Jerônimo	RS	20	63	14%
<b>Parque desativado</b>		<b>538</b>	<b>38</b>	<b>24%</b>
<b>Parque em operação + desativado</b>		<b>2.110</b>	<b>26,49</b>	<b>30,50%</b>

\*As médias são ponderadas pela capacidade.

Obs. Figueira já está modernizada e deverá ter uma eficiência de 25 %.

A questão de eficiência do parque gerador a carvão mineral é matéria também da [Resolução Normativa ANEEL nº 801](#), de 19 de dezembro de 2017, que estabelece os procedimentos para planejamento, formação, processamento e gerenciamento

das parcelas Carvão Mineral e Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, associadas à CDE. A resolução determina como a eficiência de uma usina a carvão mineral impacta variáveis que compõe o cálculo da Subconta Carvão Mineral da CDE. As fórmulas para apuração do 'reembolso devido ao agente beneficiário' ( $R_{\text{carvão}}$ ), da 'quantidade de carvão mineral efetiva' ( $Q_{\text{efetiva}}$ ) e do 'custo total com combustíveis' ( $CT_{\text{comb}}$ ) contém uma componente dada pela razão entre a 'eficiência energética líquida da central geradora' ( $\eta_{\text{usina}}$ ) e uma 'eficiência energética líquida de referência' ( $\eta_{\text{ref}}$ , a qual varia entre 25% e 35% dependendo da potência instalada da planta). Além disso, é determinado um limite de consumo específico de combustíveis para fins de reembolso do custo total de geração. Portanto, a lógica da resolução é a de incentivar os agentes geradores a manterem a eficiência de suas usinas igual ou próxima a um histórico ou valor de referência. O incentivo percebido pelo agente se dá pela possibilidade de redução do reembolso da CDE.

Nesse mesmo tema, o relatório final do GT Interministerial ressalta que o reembolso obtido por intermédio da CDE para a aquisição de carvão mineral tinha como objetivo incentivar a modernização das plantas, com a redução do impacto ambiental, aumento da oferta de energia do SIN e ganho de competitividade (referência à Nota Técnica EPE-DEE-DEA-NT-004/2018-R0). Porém, também é ponderado que esse benefício deve cessar até o ano de 2027 sem ter cumprido seu papel.

A justificativa da CDE não é modernizar as plantas, mas sim para dar competitividade a geração térmica a carvão. “A Conta de Desenvolvimento Energético – CDE foi criada pela Lei 10.438, de 2002 para promover a competitividade da energia produzida a partir de fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas, biomassa, gás natural e carvão mineral nacional, nas áreas não atendidas pelos sistemas interligados e promover a universalização do serviço de energia elétrica em todo o território nacional”. A Resolução da ANEEL nº 500, de 17 de julho de 2012, que inseriu a questão da modernização. Figueira já foi modernizada, mas as plantas de Charqueadas e Presidente Médici A e B fecharam por que não houve uma política de modernização.

## **5. Justificativa Elétrica e Energética**

### **O Setor Elétrico Brasileiro**

O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) tem como seus pilares a segurança de abastecimento, a modicidade tarifária e a universalização do atendimento. O desenho de mercado adotado busca incentivar investimentos na expansão da capacidade instalada, considerada necessária para suprir o crescimento da demanda. Assim, buscou-se criar um ambiente propício ao investimento através de planejamento, de um ambiente único para contratação de energia pelas distribuidoras e de contratos de longo prazo<sup>[10]</sup>.

O modelo foi desenvolvido sob a premissa de oferecer aos agentes geradores condições favoráveis de acesso a financiamento para novos empreendimentos. Neste sentido, uma de suas principais bandeiras consistiu na atribuição de contratos de longo prazo junto às distribuidoras, capazes de assegurar um fluxo de recebíveis

previsível. Os contratos de energia de novos empreendimentos de geração podem ter duração de 10 a 35 anos, a depender da fonte de geração. Para termelétricas, por exemplo, o prazo contratual varia entre 15 e 25 anos<sup>[11]</sup>.

### **O Modelo Elétrico Brasileiro e seus Incentivos ao Investimento no Ambiente de Contratação Regulado**

Podem ser destacadas algumas características do setor elétrico brasileiro que, sob a ótica dos agentes geradores de energia, são relevantes no sentido de atratividade de investimento e gerenciamento de riscos<sup>[12]</sup>:

***Segurança Jurídica, Previsibilidade e Estabilidade Regulatória:*** O Governo Federal sempre tem mantido as condições pactuadas nos contratos de venda de energia no ambiente regulado, independentemente de alterações posteriores de mercado. Assim, confere-se segurança, tanto ao investidor, quanto ao setor e ao país.

***Pool de contratação:*** As distribuidoras devem contratar energia através de leilões centralizados promovidos pelo Governo. Além disso, as distribuidoras, assim como os consumidores livres, têm a obrigação de contratar 100% da sua demanda (com tolerância de 5%). Dessa maneira, toda a demanda dos consumidores cativos é agregada para contratação em um único ambiente, o Ambiente de Contratação Regulado - ACR. Isso permite a apropriação, na tarifa, de economias de escala na compra da energia e a distribuição equilibrada dos riscos e benefícios da contratação. Um breve descritivo dos tipos de leilão de energia é apresentado na próxima seção.

***Pulverização dos contratos de comercialização de energia:*** A contratação de energia do ACR via leilões, além de disponibilizar a demanda cativa à competição entre todos os agentes geradores, também dilui a venda de energia entre diversas empresas distribuidoras. O risco de crédito é atenuado na medida em que um empreendimento de geração fecha contrato de venda de energia com todas as distribuidoras que participaram do leilão no qual ele se sagrou vencedor.

***Contratos e garantia de recebíveis:*** A comercialização de energia nova no ACR se dá através de contratos de longo prazo (e.g. de 15 a 25 anos para termelétricas). Assim, os agentes geradores vencedores dos leilões adquirem contratos mais compatíveis com o horizonte temporal de implementação e depreciação de uma usina geradora. Os longos prazos contratuais visam a promover garantia de recebíveis aos geradores, o que tende a reduzir o custo do financiamento de longo prazo (inclusive na modalidade *project finance*) e melhora as condições para o investimento. A receita proveniente dos contratos de energia no ACR é usualmente utilizada como garantia de recebíveis para os agentes financiadores dos empreendimentos.

***Planejamento setorial:*** A sinalização de longo prazo em relação à expansão da geração estabelece uma comunicação permanente entre o governo e a iniciativa privada. O planejamento setorial do setor elétrico brasileiro apresenta uma expansão indicativa da matriz elétrica, a partir de estimativas de crescimento do mercado consumidor, permitindo ao investidor identificar as oportunidades de novos investimentos. O PDE, que é publicado anualmente, indica a expansão de menor custo do sistema, obedecendo aos critérios de suprimento, identifica a contribuição das diversas fontes no atendimento à demanda e, assim, permite um alinhamento de

informações junto aos investidores. Em última instância, são os agentes do setor que atuam nos leilões de energia que de fato moldam a expansão, uma vez que o PDE possui uma natureza indicativa.

**Contratação antecipada:** Dentro do desenho do mercado elétrico, a contratação de novos empreendimentos é realizada de maneira antecipada. A declaração de necessidade de energia no médio e longo prazo é realizada pelas distribuidoras, permitindo a elas a aquisição de energia para atender ao crescimento da sua demanda tempestivamente. Considerando a perspectiva dos agentes geradores, a contratação dos empreendimentos com a antecedência adequada para a sua implementação resulta na eliminação de risco de mercado e melhores condições de financiamento, com consequente diminuição da tarifa de energia. A contratação de energia nova pode ser feita de 3 a 7 anos antes do início de vigência do contrato de energia – para termelétricas, o prazo tem sido de seis anos de antecedência.

### **O Modelo Elétrico Brasileiro e seus Incentivos ao Investimento no Ambiente de Contratação Livre**

O Ambiente de Contratação Livre (ACL), no qual os consumidores livres e os comercializadores atuam, também se configura como uma alternativa atrativa ao investimento em geração de energia, além do ACR. A existência simultânea de dois ambientes de contratação confere flexibilidade na gestão dos contratos e melhora o perfil do risco do investidor.

Tal fator favorece a competição na geração, na medida em que os geradores podem adotar estratégias de alocação da energia de um novo empreendimento entre os dois ambientes, conforme seu perfil de risco. Respectivamente, os consumidores livres têm acesso aos empreendimentos mais eficientes, conferindo incentivos para o bom funcionamento do mercado livre e tornando efetiva a relação entre os dois ambientes de contratação, com reflexos positivos na formação dos preços e tarifas.

Por fim, o aspecto positivo mencionado também no ACR quanto a segurança jurídica, previsibilidade e estabilidade regulatória somam para um ACL saudável no País.

### **Aspectos elétricos e energéticos para o atendimento da região Sul**

O Sul do Brasil é uma região tradicionalmente importadora de energia e com características de reserva hídrica muito limitadas. Dessa forma, é necessário, para o atendimento dos requisitos de confiabilidade do sistema, a instalação de usinas termelétricas na região, conforme Carta ONS DPL 0231/2021, de 2 de março de 2021. Esta geração termelétrica poderá se dar por meio do gás natural ou do carvão nacional. Porém, devido às restrições de capacidade e de disponibilidade de transporte de gás natural para essa região, as usinas existentes (Araucária - PR, Canoas - RS e Uruguaiana - RS) têm a sua operação limitada ou impedida pela indisponibilidade deste combustível ou alternativas operando com combustível líquido com CVUs acima de R\$600,00/MWh. Assim, fica claro o papel estratégico da manutenção da geração termelétrica a carvão nacional a fim de atender as demandas de energia e potência da região Sul.

## 6. Justificativa tecnológica

O carvão mineral no Brasil possui duas principais aplicações: como combustível para geração de energia elétrica e industrial (indústria de cimento, papel e celulose, cerâmica, química, etc.); e como termo redutor na siderurgia para produção de coque, coque de fundição, ferro-gusa e aço.

O parque termelétrico a carvão mineral nacional é constituído por 6 usinas (1 no Paraná, 2 no Rio Grande do Sul e 3 em Santa Catarina) com uma capacidade instalada de 1.572 MW, com eficiência média ponderada de 32,70% e idade média de 22,53 anos, conforme Tabela 1. Esses dados mostram a necessidade de modernização do parque termelétrico a carvão mineral brasileiro com relação à sua eficiência, idade e mitigação de emissões de GEE.

As tecnologias de queima de carvão e de limpeza dos gases de combustão estão em constante aprimoramento desde o final da década de 90. Atualmente existem grandes parques termelétricos carvão em operação em países como: Alemanha, Coreia do Sul, Japão, China, Estados Unidos da América - EUA, entre outros, operando em condições adequadas próximos a grandes cidades. Essas tecnologias já estão amplamente dominadas e podem ser supridas por diferentes fornecedores globais.

Em relação às emissões de gases tipo NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> o Brasil já apresenta legislação pertinente garantindo níveis de emissões em padrões globais aderentes a recomendações do Banco Mundial e outras instituições multilaterais.

Em relação às emissões de GEE, em especial o CO<sub>2</sub>, o Brasil ainda não desenvolveu legislação específica. Porém vale ressaltar que o balanço das emissões do parque existente a carvão nacional e o já desativado, conforme citado no PDE de 2027, já foram contabilizados na Contribuição Nacional Determinada (NDC, da sigla em inglês) do Brasil levadas ao acordo de Paris. Dessa forma, uma redução de suas emissões de 12,5% até 20% seria uma importante contribuição desse setor.

A tecnologia de combustão mais adequada para os novos projetos deverá levar em conta a qualidade do combustível a ser utilizado, dado que o alto nível de cinzas do rejeito existente, podendo limitar a disponibilidade de tecnologias comercialmente comprovadas.

Ficando a recomendação para: Caldeiras de leito fluidizado do tipo: subcrítico e supercrítico e Caldeiras de carvão pulverizado do tipo: super-crítico e ultra-supercrítico.

Destaque-se que, embora o Brasil tenha uma grande reserva de carvão mineral, que em termos energéticos representa  $7,0 \times 10^9$  tep o País pouco utiliza sua reserva disponível.

Por conseguinte, devido às características do carvão mineral brasileiro (baixo teor energético e alto teor de matéria mineral e enxofre) – diferentemente daqueles carvões para os quais as tecnologias comerciais existentes de caracterização, produção e uso térmico, siderúrgico e carboquímico foram desenvolvidas –, há a necessidade de estabelecer, como visão estratégica, a expansão e ampliação dos investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PD&I para que se possa

melhor conhecer e caracterizar tecnologicamente os depósitos e jazidas existentes e as novas. Adicionalmente, desenvolver tecnologia de processos e produtos e inovação adequadas às suas características, que possibilitem a sua produção e o seu uso limpo e eficiente na geração termelétrica, siderurgia e carboquímica, bem como captura, estoque e uso de carbono resultante do uso do carvão mineral e seus co-produtos,

A oportunidade representada pelos mercados de outros produtos do carvão é convincente. Por exemplo, os EUA produzem atualmente cerca de 750 milhões de toneladas de carvão por ano, mais de 90% das quais são usadas para geração de energia. Estima-se que o mercado global para novos produtos de carvão consuma de 300 a 400 milhões de toneladas de carvão anualmente. A utilização de novos produtos do carvão nos EUA tem o potencial de estar na mesma ordem de magnitude que a projetada para aplicações de geração de carvão.

Os novos produtos de carvão podem criar sorbentes que capturam CO<sub>2</sub> de usinas fósseis, materiais compostos de alta resistência, e elemento de terras raras, componentes para as indústrias eólica e solar.

Os mercados de produtos de carvão criam benefícios econômicos e sociais associados e aditivos na forma de novos empregos de mineração e manufatura, especialmente em regiões que possam ser impactadas negativamente pela desaceleração na produção de carvão para a geração de energia.

#### **IV. DETALHAMENTO DO PROGRAMA**

Considerando as conclusões e diretrizes pontuadas pelo GT Interministerial para o Carvão Mineral Nacional, além das justificativas apresentadas acima, faz-se necessário prosseguir seu trabalho no sentido de determinar objetivos de política pública para os segmentos de mineração e de geração elétrica.

##### **1. OBJETIVO 1 – SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

No que tange ao primeiro objetivo do Programa, qual seja, a promoção da sustentabilidade ambiental da cadeia produtiva do carvão mineral nacional, é importante apresentar o diagnóstico atualizado da cadeia nas seguintes componentes: i) efficientização dos processos (mineração, beneficiamento e conversão de energia); ii) redução das emissões e aproveitamento de rejeitos; e iii) recuperação de áreas degradadas (passivo ambiental). Após o diagnóstico, serão apresentadas a identificação das barreiras que poderão ser superadas, as ações específicas e o respectivo cronograma de implantação do Programa.

Inicialmente, convém destacar as características do minério produzido no País, bem como o histórico das políticas públicas já implantadas no setor. No Brasil, o carvão mineral é utilizado de duas formas: a) carvão vapor, com produção nacional, sendo cerca de 90% usado na geração de energia elétrica, b) carvão metalúrgico, essencialmente importado e usado para geração de energia elétrica, cimento, aço ferro-gusa, química, alimentos e bebidas, papel e celulose, cerâmica, coquearias, mineração e pelotização, não ferrosos, metálicos diversos, entre outros.

Atualmente, as reservas brasileiras de carvão mineral ocupam o 10º lugar no ranking mundial, mas totalizam apenas 7 bilhões de toneladas, o que corresponde a menos de 1% das reservas globais. Os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina concentram as reservas de carvão mineral nacional, com 89,3% e 10,4% do total, aparecendo o Paraná em terceiro lugar, com apenas 0,3%.

No Rio Grande do Sul, a região dos municípios de Candiota, Butiá e Arroio dos Ratos se destaca como a maior produtora de carvão mineral, enquanto no Paraná, o carvão mineral é extraído no município de Figueiras. Em Santa Catarina, os municípios de Criciúma, Treviso, Içara, Urussanga, Lauro Muller Orleans e Siderópolis se destacam pela produção do minério.

Na década de 1950, o carvão era produzido em minas a céu aberto e subterrâneas e, após sua extração, o carvão passava por um processo de pré-lavagem na boca da mina e enviado para o “Lavador de Capivari” (onde era feito o beneficiamento do carvão, de onde apenas o carvão metalúrgico seguia depois para o porto de Imbituba para abastecer as siderúrgicas estatais no Sudeste), onde novo processo separava o Carvão Metalúrgico - CM, o Carvão Vapor - CV e o rejeito, sendo o rendimento do CM de 10% da produção total extraída das minas (*Run of Mine ou ROM*). O carvão vapor era parcialmente consumido na Usina Termelétrica de Jorge Lacerda próximo do Lavador, construída para aproveitamento do CV.

Durante a produção não havia exigência relativa à recomposição e à proteção do meio ambiente, o que causou imenso dano, com a contaminação do solo, dos cursos de água e mananciais.

Devido à sua baixa produtividade e rendimento, o carvão nacional, de qualidade inferior com elevados teores de cinza e enxofre custava cerca de três vezes o preço do carvão importado. Um programa implantado pela Siderbrás possibilitou que o carvão importado fosse adquirido em condições mais vantajosas que o nacional, contribuindo para a diversificação de fontes de suprimento e, ainda, a redução do frete de retorno de navios “cape size” (com capacidade de carga de até 120.000 t.m.), cujos fretes da Austrália e da Costa Oeste do Canadá fossem inferiores ao frete de cabotagem de Imbituba a Vitória (Praia Mole), Rio de Janeiro (Itaguaí) ou Cubatão (Terminal Marítimo Privativo de Cubatão - TMPC).

Em 1990, com a desobrigação da compra de carvão determinada pelo Governo Collor, o CM deixou de ser adquirido pelas siderúrgicas e, conseqüentemente, deixou de ser produzido. Para estimular a produção do carvão mineral nacional como fonte de energia, foi publicado o Decreto de 31 de março de 2000, o qual instituiu o “Programa de Incentivo à Utilização de Carvão Mineral nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul”, com os seguintes objetivos:

*“[...] Art. 2º O Programa tem como objetivos:  
I - criar condições de competitividade para o emprego do carvão mineral e seus rejeitos na geração de energia elétrica;  
II - recuperar áreas carboníferas degradadas;  
III - ampliar a utilização do carvão mineral na matriz energética, em bases econômicas, com emprego de tecnologia que atenda aos requisitos da legislação ambiental; e  
IV - viabilizar a implantação de polos industriais de desenvolvimento sustentável.[...]”*



Atualmente, 97% do carvão produzido em SC é enviado para a Termelétrica Jorge Lacerda em Capivari de Baixo/SC, sendo o restante destinado à produção de coque e à indústria cerâmica.

## i. Diagnóstico

Quanto ao aspecto da sustentabilidade ambiental, o atual quadro diagnóstico das atividades do aproveitamento do carvão mineral nacional, destinado às usinas termelétricas no País, pode ser analisado levando em consideração as questões relativas à eficiência dos processos, a redução das emissões e aproveitamento de rejeitos e a recuperação de áreas degradadas.

Além disso, é importante apresentar os diferentes contextos operacionais nas 3 regiões produtoras, considerando as características das atividades realizadas na bacia carbonífera de Santa Catarina, na região de Candiota, no Rio Grande do Sul, e em Figueiras, no Paraná. Nota-se que entre as regiões existem variações quanto à ocorrência geológica e o mercado consumidor, o que afeta a qualidade do produto mineral, a escala de produção e, conseqüentemente, a eficiência dos processos, a magnitude das emissões e a geração de resíduos e rejeitos, bem como os desafios para a recuperação ambiental das operações.

### *1. Eficientização*

A eficiência dos processos pode ser analisada sob as perspectivas das operações de mineração, beneficiamento e conversão de energia, nas quais devem ser empregados os métodos mais adequados às dimensões da jazida, às características granulométricas do minério, ao poder calorífico do carvão, entre outros aspectos.

Na etapa de mineração, a lavra do minério pode ocorrer em operações na superfície ou subterrânea, com a utilização de equipamentos apropriados para a escavação de solo e rochas.

As principais diferenças entre as operações de superfície e subterrânea são:

- Escala de produção;
- Seletividade da lavra; e
- Custos de extração do minério.

Para o aproveitamento do poder calorífico do carvão em subsolo, também podem ser empregados métodos alternativos, tal como a “gaseificação in situ”. A gaseificação in situ possibilita o acesso aos recursos energéticos da camada de carvão minerável e não minerável, resultando em um maior aproveitamento da jazida, redução de gases de efeito estufa e é um possível caminho para a captura e armazenamento de carbono (Lauffer, Ketzer, Heemann, & Lourega, 2013).

Quanto às operações de beneficiamento, geralmente são empregados os métodos tradicionais de britagem, peneiramento, jigagem e flotação, com o objetivo de adequar a granulometria e o teor de cinzas às especificações do combustível que abastecerá as fornalhas das usinas termelétricas. Existem algumas tecnologias de beneficiamento que conseguem acessar componentes voláteis no carvão para reduzir

contaminantes. Esses processos incluem: estágios de secagem para reduzir a umidade do carvão, estabilização do carvão para transporte de longas distâncias, tecnologias que envolvem pirólise e fracionamento, técnica de secagem hidrotérmica de carvão, dentre outros (Reid, 2017).

Já a conversão da energia química contida no carvão em energia térmica pode ocorrer em processos para obter gás para a síntese química como o gás de síntese ou *syngas*.

O *syngas* pode ser utilizado diretamente na forma de combustível na queima direta em motores ou turbinas para geração de energia elétrica. Ele também pode ser combinado com alguns reagentes para obtenção de determinados produtos como lubrificantes de alto desempenho e parafinas, metanol, hidrogênio, fertilizantes nitrogenados, dentre outros (CGEE, 2012).

## **Mineração**

Nos estados de Santa Catarina e Paraná, estão praticamente exauridas as reservas de carvão passíveis de extração a céu aberto, mais precisamente a fração utilizada industrialmente como coque, ocorrido por questões econômicas e ambientais. A partir de 1990, com a suspensão da produção de carvão metalúrgico, o consumidor exclusivo passou a ser a detentora do complexo Jorge Lacerda (Castilhos e Fernandes, 2011).

Devem ser levados em conta, ainda, alguns fatores importantes para abertura de novas minas:

- Crescimento das áreas urbanas que podem ser afetadas pela mineração;
- Existência de áreas mineradas não mapeadas corretamente;
- Condições geológicas desfavoráveis, tais como falhas, intrusões, águas subterrâneas, descontinuidade das camadas;
- Método de lavra aplicado chamado de “câmaras e pilares”, que reduz a possibilidade de melhor aproveitamento da reserva;
- Possibilidade da área a ser minerada vir a interferir nas áreas em recuperação;
- Titularidade das áreas;
- Custos na extração e tratamento do carvão; e
- Saúde financeira das empresas de mineração em operação na região.

A tabela 2 apresenta a extração de carvão, abordando diretamente o processo de mineração.

Tabela 2 - Produção de Carvão Mineral (toneladas)- Ano de 2019.

Empresa	R.O.M	CE-4500	CE-5400 CE-5200/CE-3800	CM-FINOS	Total
Metropolitana	1.288.747	462.240		2.057	464.297
Catarinense	1.509.511	486.086			486.086
Rio Deserto	1.294.847	282.070	249.490	211	531.771
Belluno	1.089.462	402.864			402.864
Gabriella	105.449	10.236			10.236
Siderópolis	230.764	64.431			64.431
<b>Total</b>	<b>5.518.780</b>	<b>1.707.927</b>	<b>249.490</b>	<b>2.268</b>	<b>1.959.685</b>

CE - Carvão Energético.

CM - Carvão Mineral.

Fonte: ABCM.

A Agência Nacional de Mineração - ANM identificou os seguintes temas específicos na área de conhecimento e interesse de abordagem para o avanço no setor:

- estimativa do comportamento mecânico das camadas que formam o sistema piso-camada-teto em minas de carvão;
- simulação de subsidência causada pela mineração;
- uso de Backfill visando minimizar os efeitos de subsidência e aumento da longevidade dos pilares;
- dimensionamento de pilares com determinação da vida útil destes;
- efeito de desmonte de rocha com explosivos no dimensionamento de pilares em mina subterrânea e ações para redução de danos nas laterais dos pilares;
- fator de segurança em mina subterrânea, com delimitação de mapas de riscos considerando superficiários, recursos hídricos e meio ambiente;
- planejamento de lavra seletiva baseada na estimativa de incerteza;
- estudos para fechamento de mina;
- diagnóstico para comportamento de aquíferos na fase de projeto das minas, estabelecendo os possíveis danos aos aquíferos durante a operação da mina e no fechamento da mina com o alagamento das galerias;
- critérios para análise do plano econômico para aproveitamento da jazida de modo a minimizar os riscos relacionados a custos de operação da jazida;
- critérios para estabelecer os valores financeiros a serem apresentados pela mineradora, antes do início da operação de lavra, valores esses necessários para cobrir eventuais danos a sociedade, seja de cunho ambiental ou patrimonial;

- metodologias para proteção dos aquíferos inseridos na área de influência da mina, visando a reduzir ou cessar vazões de águas para o interior da mina;
- equipamento para realizar escoramento de teto de modo remoto para o operador;
- critérios que são proibitivos do ponto de vista técnico para utilização de mineradores contínuos na lavra de carvão mineral;
- uso industrial ou outras aplicações dos rejeitos da mineração de carvão;
- metodologia para a destinação final de rejeitos de carvão com potencial para geração de drenagem ácida;
- sistema para eliminação de barragens no processo de beneficiamento de carvão, melhores técnicas, custos de implantação, operação; e
- equipamento e ferramentas para automação dos sistemas de ventilação e monitoramento de maciços rochosos, com seus custos de implantação e manutenção destes.

No momento, as atividades de lavra de carvão mineral estão restritas a um pequeno grupo de mineradoras, apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Situações das Mineradoras na Bacia Carbonífera.		
Mineradora	Mina	Situação
MinaGeo	Mina Santa Augusta (SS)	abandonada
Carb. Siderópolis	Mina Santana (CA)	paralisada
Carb. Metropolitana		
	Mina Fontanella (SS)	operando
	Mina MEL (SS)	operando
Carb. Criciúma	Mina do Verdinho (SS)	abandonada
Carb. Rio Deserto		
	Mina 101 (SS)	operando
	Mina Novo Horizonte (SS)	suspensão lavra
	Mina Cruz de Malta (SS)	operando
Carb. Catarinense		
	Mina Bonito I (SS)	operando
	Mina 3G Plano II (SS)	operando
Copoerminas		
	Mina João Sonogo (SS)	abandonada
	Mina 3 (SS)	abandonada
Carb. Belluno		
	Mina Cantão Norte (SS)	abandonada
	Mina Lauro Muller (SS)	operando

SS - subterrâneo.

CA - céu aberto.

Fonte: ABCM.

Tabela 4- Mineradoras com Cota para fornecimento de carvão junto a Engie Energia.

Mineradora	Mina	Situação
Carb. Siderópolis	Mina Santana (CA)	paralisada
Carb. Metropolitana		
	Mina Fontanella (SS)	operando
	Mina MEL (SS)	operando
Carb. Rio Deserto		
	Mina 101 (SS)	operando
	Mina Novo Horizonte (SS)	suspensão lavra
	Mina Cruz de Malta (SS)	operando
Carb. Catarinense		
	Mina Bonito I (SS)	operando
	Mina 3G Plano II (SS)	operando
Carb. Belluno		
	Mina Cantão Norte (SS)	abandonada
	Mina Lauro Muller (SS)	operando
Mineração Gabriela	Rejeitos	operando

SS - subterrâneo.

CA - céu aberto.

Fonte: ABCM.

## Beneficiamento

O beneficiamento do carvão mineral busca a adequação granulométrica e química do material lavrado aos requisitos para a venda do produto no mercado.

As metodologias conhecidas para o beneficiamento do carvão compreendem operações clássicas de cominuição e concentração, ambas baseadas nas propriedades físicas dos componentes do minério, tirando proveito das diferenças de dureza e densidade para aplicação de processos gravimétricos, concentrando a fração mais leve do carvão, pelo descarte das frações mais densas representadas pelos minerais sulfetados e fragmentos de rocha. Atualmente são utilizados os métodos de separação por densidade e flotação. Estes consistem em um processo físico-químico pelo qual o minério recebe adição de substâncias reguladoras que o tornam hidrofóbico, além de aglutinar ao material de interesse bolhas de ar (flotação) ou demais particulados (densidade), fazendo com que este flutue à superfície ou decante ao fundo da mistura, facilitando a sua retirada (CETEM, 2010).

O material descartado precisa ser depositado em locais próprios e em condições controladas [13]. Segundo Castilhos e Fernandes (2011), durante tais processos, tanto o estéril quanto os resíduos sólidos podem estar expostos à água e oxigênio, o que gera drenagem ácida e atinge ursos d'água diversos. A denominada Drenagem Ácida de Mina - DAM é gerada pela oxidação de minerais sulfetados, principalmente pirita

(FeS<sub>2</sub>) que, por sua vez, gera ácido sulfúrico e lixívia, elementos presentes nos solos, atingindo ecossistemas aquáticos.

A gênese e caracterização do carvão proporcionam a base para a definição do uso e do seu processamento, além de determinar o seu preço e os custos de produção.

Conforme demonstrado na tabela 2, cerca de 35% do carvão ROM (*Run of Mine*) foi aproveitado após o processo de beneficiamento em 2019. Castilhos e Fernandes (2011) afirmam haver padrão neste processo desde a década de 1990, quando se produzia carvão por beneficiamento próximo às minas, com rendimento de 30 a 35% sobre o ROM.

### Conversão de energia

A produção de energia a partir do carvão mineral em 2019 no Brasil representou 7,8% da produção total no país (EPE, 2020). Importante ressaltar que essa produção está concentrada em sua totalidade na região Sul, entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O carvão mineral possui uma representatividade no setor industrial como fonte energética. Ele está presente no setor do cimento, do ferro-gusa e aço, ferroligas, mineração e pelletização e outros setores da metalurgia.

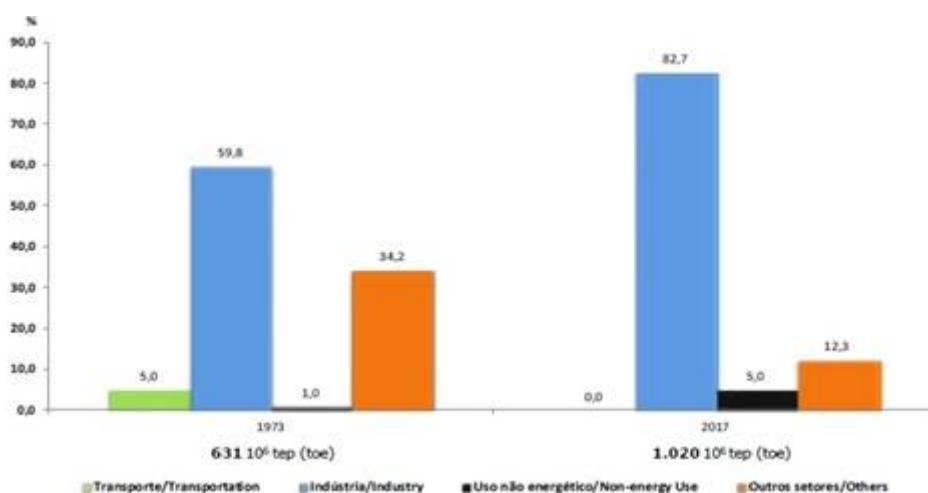


Figura 1 - Consumo Setorial de Carvão Mineral.

Fonte: EPE, 2020.

A Figura 1 mostra o consumo de carvão de acordo com os principais setores que o utilizam. Percebe-se que a indústria é o principal setor de consumo. O Balanço Energético Nacional 2020, publicado pela EPE, considera o carvão mineral como fonte de energia primária após o seu beneficiamento, nas formas de carvão vapor e carvão metalúrgico.

Em geral, a queima de carvão em usinas térmicas consiste nos seguintes processos:

- o carvão é extraído do solo, fragmentado e armazenado;

- preparação do combustível através de uma trituração preliminar e pulverização nos moinhos;
- granulometria; e
- queima na fornalha da caldeira e injetado por meio de queimadores.

Ao final do processo, a turbina é acoplada a um gerador onde, por movimento giratório, há a conversão em eletricidade e esta é fornecida aos consumidores por meio das linhas de transmissão que estão conectadas à usina (EPE,2016).

A utilização da tecnologia de gaseificação *in situ* constitui um processo bastante adaptável ao tipo de carvão que é utilizado no Brasil e é muito utilizado na geração de energia elétrica como a carboquímica, o uso na siderurgia e poligeração (CGEE, 2012). Em média a eficiência das usinas termelétricas a carvão no Brasil ficam em torno de 34%. Com o uso de novas tecnologias como as caldeiras supercríticas ou o Ciclo Combinado Integrado com Gaseificação (IGCC, do inglês) podem aumentar o seu rendimento em, pelo menos 40%, com menores índices de emissões poluentes.

Dessa forma, a busca por tecnologias que possuam maior eficiência energética e menor emissões poluentes é essencial e vem sendo objetivo do setor carbonífero. Os estudos estão se preocupando bastante com os impactos ambientais, e desta forma, muitas pesquisas estão se concentrando em assuntos como:

- remoção de impurezas antes da combustão;
- remoção de poluentes durante o processo de combustão;
- remoção de impurezas após a combustão;
- conversão em combustíveis líquidos (liquefação) ou gasosos (gaseificação).

Estudos vêm sendo levantados para a utilização de tecnologias de queima do carvão mineral de forma a alcançar maior eficiência energética, como:

- plantas supercríticas de carvão pulverizado e leito fluidizado circulante;
- plantas leito fluidizado borbulhante subcrítica multicomcombustível;
- previsão de captura e armazenamento de CO<sub>2</sub> em novas plantas a carvão;
- gaseificadores para IGCC, gaseificação *in situ* para IGCC e poligeração;
- captura de CO<sub>2</sub> (pré-combustão, pós combustão, oxicomcombustão e biofixação);
- cofiring; e
- aproveitamento de coprodutos da combustão.

Algumas possibilidades do uso do carvão mineral na Bacia Carbonífera de Santa Catarina são descritas abaixo:

- ampliar a produção de coque para fundição: os finos de carvão são utilizados na produção de coque, entretanto o mercado atualmente é limitado;
- uso de carvão no processo de redução direta de minério ou pelotas de ferro: essa é uma tecnologia dominada e já foi utilizada na Aços Finos Piratini, no Rio Grande do Sul. Entretanto depende da implantação de uma usina siderurgia a forno elétrico próxima, pois o minério reduzido, ao contrário da sucata de aço, não comporta armazenagem e transporte. A Índia é o maior produtor mundial de ferro esponja;
- carboquímica: retomar os estudos e atividades da ICC – Indústria Carboquímica Catarinense que foi extinta em 1990. O objetivo é o aproveitamento do rejeito piritoso do carvão; e
- carvão metalúrgico: o carvão nacional já foi utilizado nas usinas siderúrgicas integradas. Sua participação chegou a 20% no “blend” de carvões para a produção de coque. Nas condições atuais ele não é competitivo, mas pode ser usado no processo PCI – Injeção de Carvão Pulverizado.

Recuperação da pirita contida nos rejeitos da mineração de carvão: Os rejeitos da mineração de carvão em Santa Catarina contêm minerais sulfetados, principalmente na forma de pirita, que ao oxidar gera drenagem ácida, com efeitos ambientais e socioeconômicos. Esta pirita pode ser aproveitada para a produção de enxofre (ácido sulfúrico) utilizado na produção de fertilizantes.

## 2. Redução das emissões e aproveitamento de rejeitos

Os resíduos gerados pela mineração de carvão na região Sul de SC são formados por estéreis e rejeitos. Os estéreis são gerados no processo de extração mineral, formados pelos materiais de cobertura e pelas camadas intermediárias ou circundantes do minério de carvão. Os rejeitos são gerados no processo de beneficiamento para concentração do minério. Na mineração e beneficiamento do carvão, os resíduos sólidos e até mesmo o estéril podem gerar a drenagem ácida e atingir cursos d'água superficiais, solos e águas subterrâneas (Castilhos & Fernandes, 2021).

O aproveitamento econômico integral dessas pilhas de rejeitos depende de realização de estudos de viabilidade técnico-econômica, com base em premissas tais como a cubagem desses depósitos, sua distribuição geográfica e, em especial, a caracterização tecnológica, química e mineralógica. Tal caracterização serve de indicativo para geração de produtos do rejeito com possibilidade de aproveitamento econômico. Segundo Amaral Filho et al. (2013), com o beneficiamento mineral é possível obter uma fração para aproveitamento energético e outra fração rica em pirita. Outras aplicações podem ser estudadas para o material restante, constituído principalmente por siltito e folhelho, desde que não contenham material piritoso, passível de geração de drenagem ácida de minas.



### Rios e aquíferos em recuperação

Segundo informações do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, uma grande parte dos rios do sul de Santa Catarina se encontram com suas características naturais alteradas pela drenagem ácida produzida pela mineração do carvão. O monitoramento dos recursos hídricos destas áreas é executado pela CPRM desde 2004. A área inclui 17 municípios do Sul do Estado, abrangendo parte das bacias hidrográficas dos rios Araranguá, Urussanga e Tubarão. No total, 1.241,8 km de rios estão impactados pela atividade de mineração em três bacias hidrográficas.

O desafio enfrentado nos mananciais é a drenagem ácida de mina, um dos mais graves impactos ambientais associados à atividade de mineração, sendo gerada quando minerais sulfetados presentes em resíduos de mineração são oxidados em presença de água. No processo, o PH da água é reduzido, tornando-se ácido e liberando vários metais, que podem se bioacumular e se biotransformar prejudicando os ecossistemas locais. Assim, as drenagens ácidas de minas, constituem-se um dos maiores desafios enfrentados, principalmente no que se refere ao controle e minimização de seus efeitos (Lauffer, Ketzer, Heemann, & Lourega, 2013).

O monitoramento dos recursos hídricos é realizado em 140 pontos de água superficial, com campanhas semestrais, 28 poços de água subterrânea, e em 32 bocas de mina com surgência de drenagem ácida. Para diminuir o risco ambiental da geração de drenagem ácida de mina é preciso evitar que as superfícies de rejeitos que contém minerais sulfetados fiquem expostas a condições oxidantes em presença de água (CPRM, 2019).

### Sustentabilidade na gestão de rejeitos da mineração

A busca pela sustentabilidade está presente em diversos setores produtivos e na mineração não é diferente. Os impactos ambientais causados durante a construção e atividade das bacias são preocupações constantes dos gestores. Estes impactos devem ser minimizados/reduzidos de forma a tornar os processos produtivos sustentáveis.

A tabela 5 aborda os principais tópicos que devem ser considerados em uma gestão sobre rejeitos de mineração.

Tópicos de Sustentabilidade na gestão dos rejeitos da mineração			
Meio Ambiente	Economia	Social	Legislação
Poluição da água e do ar	Despesas gerais	Problemas de saúde	Leis aplicáveis
Esgotamento dos recursos hídricos	Despesas operacionais	Impacto social	
Destruição do ecossistema	Custo de reagentes	Segurança	
Ocupação do solo	Custo de energia	Aprovação da população	
Emissões de gases	Custo para encerramento		

Fonte: (Gomes, 2017).

O conceito de desenvolvimento sustentável elaborado pela Organização das Nações Unidas - ONU informa que o ponto ideal é o de interseção entre o máximo de desenvolvimento com o mínimo de impacto ambiental. Assim, os planos de gerenciamento dos resíduos sólidos minerais precisam apresentar informações sobre a descrição de empreendimentos, diagnóstico dos resíduos gerados apresentando seus possíveis passivos ambientais e ações preventivas e corretivas e caso de acidentes ou incorreções. Além de apresentar metas e procedimentos para a minimização e medidas de saneamento desses passivos ambientais (Gomes, 2017).

### **Recuperação de áreas degradadas (passivo ambiental)**

A coincidência das duas situações históricas, ou seja, a promulgação da Constituição Federal - CF de 1988 e o declínio da exploração do carvão mineral nacional na década de 1990, contribuiu para o agravamento do quadro de redução da rentabilidade da atividade mineral e o aumento dos custos para a recuperação ambiental das áreas exauridas.

Há algumas décadas, em consequência da evolução dos conhecimentos e da fiscalização da atividade, os depósitos de rejeitos são licenciados, planejados e geridos de forma a minimizar os seus impactos ambientais. Entretanto, no passado, os rejeitos de mineração foram depositados sem critérios técnicos e ambientais, sendo atualmente encontrados em diversos locais ao longo da Bacia Carbonífera de Santa Catarina. O principal impacto ambiental devido à deposição inadequada dos rejeitos é a geração de drenagem ácida de mina, decorrente de sua lixiviação<sup>[14]</sup>.

Existem diversas formas de mitigar os impactos promovidos pela Drenagem Ácida de Mina - DAM em processos que podem ser economicamente viáveis. As principais técnicas consistem no isolamento do rejeito frente à água e ao oxigênio, através de coberturas secas ou úmidas; em algumas situações também podem ser aplicadas técnicas de tratamento passivo. Porém, o tratamento mais eficaz é a utilização desse rejeito como combustível para geração de energia elétrica, desde que suas características o permitam. Nesse processo, ocorre a remoção do rejeito das áreas onde estava depositado com a finalidade da sua queima em usina termelétrica, retornando-o à área sob forma de cinzas alcalinas, o que promove o cessar do processo de geração de DAM, bem como de acidificação do solo e dos recursos hídricos<sup>[15]-[16]</sup>.

### **Ações Civas Públicas na Bacia Carbonífera de Santa Catarina**

O mercado do carvão mineral brasileiro permaneceu o maior período da história recente do País atrelada à garantia da aquisição da produção mineral por empresas estatais, o que entrou em um período de declínio, principalmente na região sul de Santa Catarina, após o término da obrigatoriedade de sua compra pelas siderúrgicas. Abaixo é descrito uma breve introdução sobre as ACPs.

#### **ACP do Carvão (ACP nº 93.8000533-4):**

- condenação e cumprimento da sentença: União e empresas carboníferas;
- saldo a licitar: R\$ 496 milhões;
- MPF/SC considera que a responsabilidade maior pela solução referente à geração de drenagem ácida de minas, de superfície e subsuperfície, em toda a região, é da União;
- o MPF sugere que o SGB/CPRM fiscalize e monitore todas as áreas de recuperação ambiental – a União foi condenada em uma área de 1.130 ha; e
- a Ação Civil Pública foi proposta em 15.04.1993 pelo Ministério Público Federal- MPF (ACP nº 93.8000533-4).

**ACP de Segurança Estrutural (ACP nº 5001478-03.2015.4.04.7204):**

- condenação e cumprimento da sentença: ANM e empresas carboníferas;
- fundo Judicial (estimativa): R\$ 245 milhões (5% do faturamento da empresa, até 2027); e
- por meio desta ACP, o MPF judicializou a implantação de novos projetos de mineração de carvão, condicionando ao depósito de garantia.

**ACP Mina João Sônego (ACP nº 5017433-35.2019.4.04.7204):**

- condenação e cumprimento da sentença: ANM, Instituto do Meio Ambiente - IMA de Santa Catarina e União foram condenadas, em decisão judicial liminar, a tratar dos efluentes dessa mina em fase de descomissionamento. A decisão liminar foi confirmada em 2ª instância, aguarda a definição em relação ao prazo para o cumprimento;
- custo do Projeto Executivo: R\$ 0,3 milhões – 6 meses;
- as questões acerca da inadequada disposição de rejeitos de carvão da mina, envolvendo também os processos de tratamento de efluentes, se estendem desde 2013. Em 2017, os acordos judiciais previam que as atividades na mina estariam suspensas, o que vigora atualmente, podendo acarretar em multas de R\$ 1 mil ao dia em caso de descumprimento; e
- estão sob análise da ANM, por equipes de avaliação e execução de projetos de recuperação das áreas afetadas pela mineração, sabendo que o processo de tratamento de efluentes é contínuo.

**ACP Mina Verdinho (5049506-46.2016.4.04.0000/TRF):**

- condenação e cumprimento da sentença: A empresa Engie está envolvida na ACP, juntamente com a empresa Carbonífera Criciúma, fornecedora do combustível utilizado na UTE Jorge Lacerda;

- passivo ambiental: R\$ 500 milhões – sem detalhamento; e
- abandonada em 2015 pela Carbonífera Criciúma devido a dificuldades financeiras, a área minerada se tornou passivo ambiental com recuperação de responsabilidade solidária da União e demais entidades públicas.

### **Proposta preliminar para o termo de referência para revisão do diagnóstico ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina**

Custos: Proposta 1: R\$ 43 milhões; Proposta 2: R\$ 208 milhões - 53 meses.

- em 2010, foi realizado o diagnóstico ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina, pelo Instituto de Pesquisas Ambientais - IPAT da Universidade Estadual de Santa Catarina - UNESC, como parte dos estudos para elaboração do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD;
- esta proposta preliminar para o termo de referência para revisão do diagnóstico ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina foi elaborada pela CPRM, seguindo diretrizes apontadas pelo MPF de Criciúma, independente da análise de viabilidade técnico-econômica de sua realização. O objetivo é ter o entendimento da interação entre os fluxos de águas superficiais e subterrâneas, submetidas aos processos de geração de drenagem ácida da mineração de carvão e como esta dinâmica se estabelece;
- a Procuradoria da República do MPF/SC defende a realização de diagnóstico abrangente em três sub-bacias hidrográficas na região a um custo estimado de R\$ 208 milhões;
- a proposta do MME e CPRM é realizar uma primeira etapa abrangendo as áreas afetadas pela mineração, a um custo estimado de R\$ 48 milhões e, depois dessa fase, em função dos resultados desse diagnóstico, analisar estudo complementar mais abrangente; e
- a União está atrasada no cumprimento do cronograma de recuperação – a revisão do cronograma e revisão dos PRADs depende da realização do referido diagnóstico.

### **Andamento dos Trabalhos de Recuperação Ambiental em Santa Catarina**

Considera-se como cumprimento da sentença a realização das seguintes etapas:

- licitação para elaboração dos PRADs;
- elaboração dos PRADs;
- licitação das áreas;

- execução das obras de campo;
- fiscalização da execução das obras; e
- monitoramento dos resultados por pelo menos 5 anos.

A situação atual é a seguinte:

- Área Belluno: obras concluídas em fase de monitoramento. Foram gastos R\$ 5.369.020,08;
- Área Ex-Patrimônio: em execução, entretanto a empresa vencedora da licitação abandonou a obra quando havia executado mais de 70% das obras. Valor contratado: R\$ 2.561.538,10;
- Área Rio Pio: contratada com as obras em execução de 2016 e a 2019. Valor contratado: R\$ 51.500.000,00, com as alterações esse valor foi de R\$ 54 milhões;
- Área Santa Luzia com licitação ainda em andamento; e
- Área Itanema I foi constatada a deposição clandestina na área de material retirado de bacias de decantação. O fato foi denunciado ao Ministério Público e está sendo aguardada a solução para dar prosseguimento ao processo licitatório.

Após um período de aproximadamente sete anos de execução dos trabalhos de recuperação de áreas degradadas, foram verificados os seguintes aspectos considerados relevantes:

#### **a) Descomissionamento das áreas recuperadas**

Para serem consideradas concluídas as obras de recuperação de uma área, elas devem atender a parâmetros que estão sendo discutidos no âmbito do Grupo Técnico de Assessoramento - GTA. A União é representada nesse grupo por técnicos da CPRM, ANM, AGU e MMA. Até a data de hoje, nenhuma área recuperada foi descomissionada.

#### **b) Lagoas das antigas cavas de mineração a céu aberto**

Os resultados obtidos com a correção da água do PH da lagoa localizada na área recuperada denominada Belluno, nos dois anos de monitoramento, mostram que o PH voltou a cair, sendo obrigado a realizar constantes correções. Dessa forma, na área denominada Rio Pio, foi feito o aterramento de todas essas lagoas em um processo de solução não prevista nos PRADs originais.

#### **c) Drenagem ácida**

A proposta aprovada e utilizada para isolamento de uma área minerada a céu aberto prevê seu “envelopamento” por argila e a plantação de gramínea que teoricamente isolaria e impermeabilizaria a área. Não existe, entretanto, a comprovação de que as águas do manto freático não possam se comunicar com outras áreas e provocar oxidação da pirita e aumento da acidez, além de contaminação por outros metais.

#### **d) Cobertura Vegetal**

Os PRADs preveem uma cobertura vegetal nas áreas e a recuperação das Áreas de Preservação Permanentes - APPs com espécies nativas. Entretanto espécies exóticas como eucalipto, pinus e maricá que são pivotantes e cujas raízes ultrapassam a camada de argila, estão se desenvolvendo, prejudicando assim o envelopamento da área conforme preveem os PRADs.

#### **e) Uso futuro dos terrenos recuperados**

Após conclusão da fase de recuperação e monitoramento das áreas, essas estarão ainda com restrições de seu uso futuro, as quais deverão constar no registro de imóveis dos cartórios. Existem sérias dificuldades de fiscalização para se evitar usos não previstos com conseqüente degradação dos trabalhos realizados.

#### **f) Mina desativada com visitação turística**

A proposta dos PRADS é fechar todas as bocas de mina abandonadas. O Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina - SIESC, preparou uma mina para visitação pública, colocando um conjunto de equipamentos que simulam uma mina subterrânea. Segundo o PRAD da área, essa boca de mina deve ser fechada. Qualquer outra opção, implica em maiores custos e indefinição sobre de quem é a responsabilidade de possíveis acidentes.

### *3. Sobre a recuperação das áreas degradadas (passivo ambiental)*

O maior problema para a recuperação ambiental das áreas degradadas em Santa Catarina está relacionado à DAM, tanto do lençol freático quanto das águas subterrâneas.

A União já concluiu os trabalhos de campo de duas áreas, estando agora na fase de monitoramento. Seria importante que fossem feitas gestões junto ao Ministério Público, GTA e Justiça Federal para que fossem claramente definidos os parâmetros necessários para o descomissionamento dessas áreas. Somente assim poderemos reformular os PRADs das demais áreas.

A produção mundial de carvão é superior a 8 bilhões de toneladas, distribuídas em centenas de minas em mais de uma dezena de países, muitos deles com problemas semelhantes ao do Brasil no que se refere à DAM. Deveríamos conhecer o estágio da arte no tratamento das águas dessas minas para podermos adaptar as soluções para nosso caso.

As avaliações devem ser feitas através de visitas e feitas por técnicos especialistas e coordenadas de preferência por órgão governamental.

#### **ii. Identificação das barreiras**

- Eficientização (Mineração, Beneficiamento, Conversão de energia)**

- Altos custos de investimentos para otimização das operações de mineração subterrânea (minerador contínuo).

- **Redução das emissões e aproveitamento de rejeitos**

- Lacuna normativa para aproveitamento de rejeitos.

- **Recuperação de áreas degradadas (passivo ambiental)**

- Descontinuidade de dotação orçamentária para as ações de recuperação ambiental;

- Previsão de redução de repasses da Conta de Desenvolvimento de Energia aos mineradores; e

- Abertura de novas minas de carvão na região com geração de passivos ambientais e sem garantia de mercado para a produção, em médio e longo prazo.

### iii. Ações específicas

- **Eficientização (Mineração, Beneficiamento, Conversão de energia)**

- Criação de linhas de financiamento para aquisição de equipamentos de mineração

- Fortalecimento da estrutura de fiscalização da Gerência Regional da ANM em Santa Catarina – UAC-SC/ANM

- **Redução das emissões e aproveitamento de rejeitos**

- Avaliação e proposição de normas específicas para aproveitamento de rejeitos de carvão mineral

- Regulamentação para o aproveitamento de estéreis e rejeitos da mineração (Agenda Regulatória da ANM 2020-2021)

- **Recuperação de áreas degradadas (passivo ambiental)**

- Proposição de alteração normativa para garantir de dotação orçamentária para as ações de recuperação ambiental

- Proposição de alteração de cobrança de encargos regulatórios para o custeio das obras de recuperação ambiental.

- Definição de garantias financeiras

- Revisão do Diagnóstico Ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina

#### iv. Cronograma de implantação

Atividade	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Levantamento de estudos sobre melhoramento da eficiência energética no setor mineral	X							
Levantamento das tecnologias atuais utilizadas no setor mineral	X							
Regulamentação da ANM	X							
Busca por estudos e ações que reduzam as emissões poluentes	X	X						
Estudos e práticas para aproveitamento de rejeitos	X	X						
Regulamentação da ANM	X	X						
Diagnóstico ambiental da Bacia Carbonífera – SC	X	X	X	X	X			
Recuperação de áreas degradadas ACP do Carvão (ACP nº 93.8000533-4)	X	X	X	X	X	X	X	X

## 2. OBJETIVO 2 - MANUTENÇÃO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DA ATUAL INDÚSTRIA CARBONÍFERA

### i. Diagnóstico

O segundo objetivo do programa é a manutenção da atual atividade de mineração de carvão na Região Sul do país. Isso tem relação com as condições socioeconômicas dos municípios impactados daquela região.

Face à característica do carvão nacional, as operações de geração térmica são feitas junto às minas, “*mine mouth*”. Portanto, a manutenção dessa atividade depende da continuidade da geração de energia elétrica a carvão mineral, a qual ocorre em locais próximos das minas do combustível. Portanto, o objetivo de manutenção da atividade de mineração de carvão está fortemente ligado ao objetivo de modernização do parque gerador térmico do Sul. Essa condição atende diretamente à conclusão do GT Interministerial de que a modernização do parque termelétrico a carvão mineral nacional é a solução mais adequada como orientação de política pública.

Adicionalmente, destaca-se que a atividade mineral também contribui com outros segmentos industriais. As tecnologias atuais de gaseificação de carvão tornam o gás de síntese competitivo, permitindo ganhos de eficiência no desenvolvimento regional via criação de uma indústria carboquímica que produz fertilizantes, olefinas, plásticos, dentre outros. Assim, se torna oportuno o exame cuidadoso da contribuição do carvão nacional tanto para a geração de energia elétrica quanto para a produção de produtos de valor agregado.



## *1. Atividades de mineração e efeitos diretos e indiretos na economia da Região Sul*

### **O setor de mineração de carvão na Região Sul do Brasil**

#### **Aspectos Econômicos, Sociais e Ambientais**

A região sul de Santa Catarina possui uma conjuntura socioeconômica, cultural, política e ambiental vinculada à mineração de carvão, na qual a relação entre os benefícios trazidos por essa atividade e os atuais passivos, com destaque aos ambientais, é histórica.

Todas as regiões onde o carvão foi explorado (Baixo Jacuí/RS, Candiota/RS, Criciúma/SC e Figueira/PR) tiveram nesse bem mineral um vetor de desenvolvimento econômico e social. Por outro lado, nos locais onde a atividade foi interrompida, houve um forte impacto nas economias locais devido ao fato de que alguns municípios são totalmente dependentes da mineração de carvão. O desenvolvimento da atividade carbonífera permitirá a retomada ou manutenção do crescimento econômico e social dessas regiões<sup>[5]</sup>.

A principal alternativa ao carvão nacional, após a geração de energia elétrica na região Sul, seria o complemento ou a substituição por gás natural importado da Bolívia. Devido às limitações de transporte desse gás pelo gasoduto da Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil - TBG, a sua oferta está estagnada aos níveis atuais, inviabilizando até o despacho de diferentes termelétricas no Paraná e no Rio Grande do Sul. Alternativamente, poderia se avaliar a oferta de Gás Natural Liquefeito – GNL; porém, como apresenta preços muito superiores ao do carvão nacional, essa solução levaria a um aumento dos custos aos consumidores finais de energia elétrica dada a natureza constante de despacho das termelétricas da região Sul.

Nota: Com relação a importação do gás natural da Bolívia, até o final de 2019 o contrato vigente entre a Petrobras e a estatal boliviana YPFB previa um volume de compra entre 24 milhões e 30,08 milhões de metros cúbicos/dia. No início de 2020, um aditivo contratual reduziu esse volume para entre 14 milhões e 20 milhões de metros cúbicos/dia, mas, posteriormente, a Petrobras reduziu as importações junto aos bolivianos para cerca de 10 milhões de metros cúbicos/dia devido aos impactos da pandemia de coronavírus sobre o consumo de gás no Brasil.

Essa mesma lógica se aplica para o mercado industrial, o qual utiliza o carvão local como fonte de energia para geração de vapor, enquanto o gás natural é suprido pelas distribuidoras a cerca de U\$10,00 MMBtu, o carvão chega a indústria por U\$3 a 4,00 MMBtu, demonstrando a importância deste energético para a manutenção da competitividade dessas indústrias.

A indústria cerâmica de Santa Catarina usa o carvão mineral para a secagem de barbotina (geração de calor), mas sempre procurou obter gás de síntese de carvão para uso em fornos. Desde 1994 é atendida com o gás da Bolívia, com limitações.

Há algumas décadas, em consequência da evolução dos conhecimentos e fiscalização da atividade, os depósitos de rejeitos são licenciados, planejados, possuem limites conhecidos e patamares com disposição ordenada de material. Entretanto, no passado, e por longa data, os rejeitos de mineração foram depositados sem critérios técnicos e ambientais, sendo atualmente encontrados em diversos locais ao longo da Bacia Carbonífera de Santa Catarina. O principal impacto ambiental devido à deposição inadequada dos rejeitos é a geração de DAM, decorrente de sua lixiviação<sup>[15]</sup>.

Existem diversas formas de mitigar a DAM em processos economicamente viáveis. As principais técnicas consistem no isolamento do rejeito frente à água e ao oxigênio, através de coberturas secas ou úmidas; em algumas situações também podem ser aplicadas técnicas de tratamento passivo. Porém, o tratamento mais eficaz é a utilização desse rejeito como insumo em uma nova indústria como, por exemplo, na composição de combustível para geração de energia elétrica, desde que suas características permitam. Nesse processo, ocorre a remoção do rejeito das áreas onde estava depositado com a finalidade da sua queima em usina termelétrica, retornando-o à área sob forma de cinza alcalinas, o que promove o cessar do processo de geração de DAM, bem como de acidificação do solo e dos recursos hídricos<sup>[6,7]</sup>.

### **Características do Carvão Mineral Brasileiro**

Os recursos brasileiros conhecidos atualmente, são de 32 bilhões de toneladas de carvão (fonte CPRM), com um poder calorífico médio de 2.500 kcal/kg (ROM), representam um potencial de abastecimento elétrico de 18.600 MW durante cem anos de operação<sup>[8]</sup>.

A utilização econômica de carvões de baixo poder calorífico e alto teor de cinzas e enxofre, como no caso brasileiro, aponta para operações caracterizadas pelo uso do carvão mineral bruto, e para a adoção das tecnologias de queima limpa, que diminuem os custos de manuseio de carvão e de proteção ambiental, além de apresentarem rendimentos térmicos mais elevados.

Antes do Programa de Mobilização Energética lançado pelo governo federal, em função das crises do petróleo na década de 70, os recursos conhecidos de carvão mineral no Brasil eram da ordem de 3,8 bilhões de toneladas. Como resultado dos trabalhos de pesquisa realizados pelo DNPM e CPRM no final da década de 80 as reservas brasileiras atingiram um total de 32 bilhões de toneladas.

Nas últimas três décadas, pouco ou nenhum investimento público ocorreu em pesquisa geológica, sobretudo em carvão mineral que deixou de ser prioridade a partir da década de 90, foi feito.

As reservas conhecidas de carvão (ver Figura 2) se concentram principalmente nos três estados da Região Sul, que juntos somam 99,97% dos recursos identificados no Brasil, sendo que 89,27% das reservas estão no Rio Grande do Sul, 10,38% em Santa Catarina e 0,32% no Paraná.

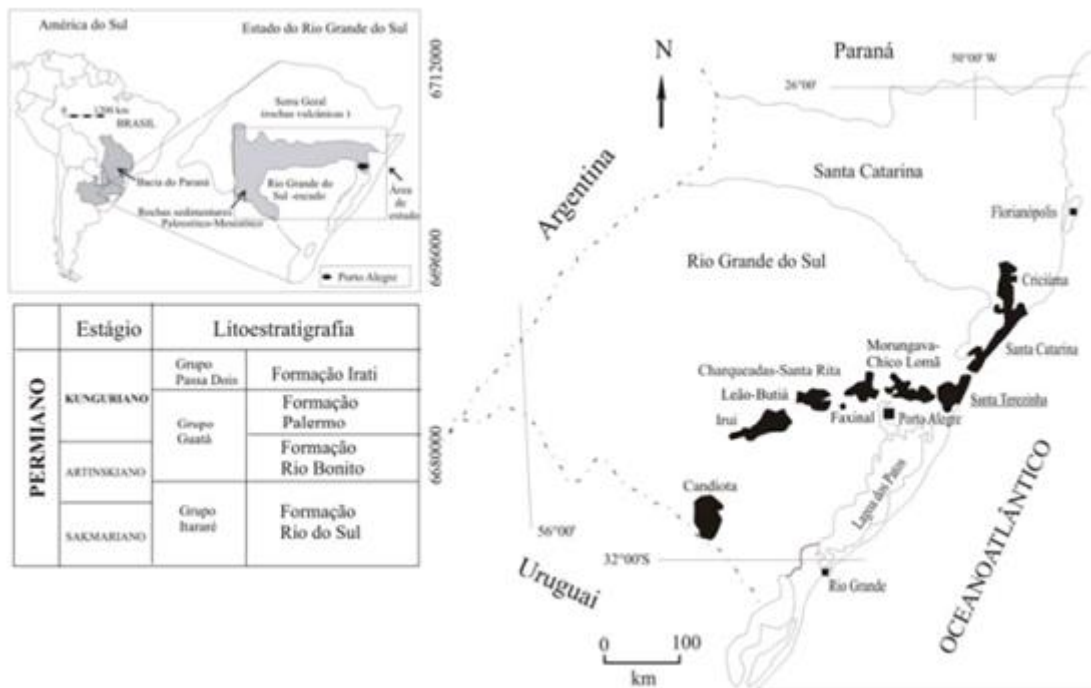


Figura 2 - Localização das principais reservas de carvão conhecidas no Brasil<sup>[8]</sup>

As principais características dos carvões brasileiros, comparados com outros carvões encontrados mundialmente, são o alto teor de cinzas, baixo poder calorífico e, em alguns casos, um elevado teor de enxofre. As características dos carvões nacionais são equivalentes a cerca de 50% dos recursos carboníferos mundiais. Devido ao contexto geológico, a mineração atual é desenvolvida majoritariamente através de lavra a céu aberto no RS e subterrânea em SC e PR. Em função da qualidade do carvão, as suas aplicações tecnológicas demandaram, no passado, a adoção de métodos de beneficiamento para adequar essas características e permitir sua utilização para a metalurgia e geração de energia, sendo essas aplicações a razão da geração de rejeitos.

As metodologias conhecidas para o beneficiamento do carvão compreendem operações clássicas de cominuição e concentração, ambas baseadas nas propriedades físicas dos componentes do minério, tirando proveito das diferenças de dureza e densidade para aplicação de processos gravimétricos, concentrando a fração mais leve do carvão, pelo descarte das frações mais densas representadas pelos minerais sulfetados e fragmentos de rocha. Esse material descartado precisa ser depositado em locais próprios e em condições controladas<sup>[9]</sup>.

A gênese e caracterização do carvão proporcionam a base para a definição do uso e do seu processamento, além de determinar, juntamente com outros fatores, o seu preço e os custos de produção.

Em 2004, a promulgação de Lei nº 10.848, em seu artigo 10, garante a disponibilidade de recursos financeiros para prospecção de Combustíveis Fósseis incluindo o carvão mineral, o linhito, e a turfa. Com a necessidade de planejamento de médio e longo prazo dos recursos energéticos nacionais, capazes de suportar nosso

desenvolvimento, torna-se necessário ter um inventário completo e atualizado dos recursos energéticos disponíveis no país. Com o advento das tecnologias de armazenamento de geológico de CO<sub>2</sub>, onde as camadas de carvão e folhelho podem ser usadas para estocagem de CO<sub>2</sub> capturado em unidades térmicas, torna-se importante ampliar esse conhecimento, inclusive na plataforma continental do sul do Brasil, onde foram detectadas camadas de carvão.

### **Obrigações Judiciais da União**

Em 1993 o Ministério Público Federal propôs Ação Civil Pública - ACP nº 93.8000533-4 em desfavor das empresas carboníferas, seus diretores e sócios majoritários, o Estado de Santa Catarina e a União Federal, visando à recuperação dos danos ambientais causados pela exploração de carvão mineral na região Sul de Santa Catarina. Em 05/01/2000, foi proferida sentença que condenou os réus, solidariamente, a apresentarem, projetos de recuperação ambiental da região que compõe a Bacia Carbonífera do Sul do Estado, cujas áreas totalizam cerca de 6.500 hectares<sup>[3]</sup>.

A União foi demandada a recuperar o passivo ambiental das empresas falidas ou insolventes no processo, tais como a Carbonífera Treviso, a Companhia Brasileira Carbonífera Araranguá - CBCA e, mais recentemente, a Carbonífera Criciúma S/A, em um total de 1.402 hectares, a um custo estimado da ordem de R\$ 1 bilhão<sup>[3]</sup>.

Os réus foram condenados a apresentar e executar projetos de recuperação das áreas degradadas abrangidas pela bacia carbonífera do sul do estado de Santa Catarina, os quais devem contemplar "*as áreas de depósitos de rejeitos, áreas mineradas a céu aberto e minas abandonadas, bem como o desassoreamento, fixação de barrancas, descontaminação e retificação dos cursos d'água, além de outras obras que visem amenizar os danos sofridos principalmente pela população dos municípios-sede da extração e do beneficiamento [de carvão mineral]*".

A decisão do Superior Tribunal de Justiça se pronunciou por meio de acórdão, do qual se destacam alguns pontos: a responsabilidade civil do Estado, a fiscalização das atividades concernentes à extração mineral, a reparação de danos ambientais, a responsabilidade da União solidária com os entes administrados.

Nesse processo, foi decidido por exigir o cumprimento pela União nas situações em que não seja viável exigir de determinada carbonífera a recuperação ambiental. O MME foi designado pela União como o órgão responsável pelo cumprimento do acórdão, e vem operacionalizando as ações através da CPRM, sua empresa vinculada.

No período de dezembro de 2015 a setembro de 2019 foram investidos mais de R\$ 53 milhões nas obras de recuperação ambiental das áreas. A União apresentou ao Ministério Público Federal um novo cronograma para cumprimento da sentença e recuperação ambiental das áreas da CBCA e da Carbonífera Treviso S.A, o qual foi submetido à aprovação por meio Nota Jurídica nº 22/2018/PSUCCM/PGU/AGU e aprovado pelo Procurador-Geral da União e MME.

Destaca-se o interesse do setor em executar um plano de ações em conjunto com o Governo, abrangendo aspectos como: discussões técnicas e estruturação da recuperação ambiental; coordenação de ações de engajamento dos *stakeholders* na

estruturação de um plano para a recuperação ambiental; acordo entre as partes envolvidas visando a apoiar o desenvolvimento da recuperação ambiental da Bacia Carbonífera de SC; desenvolvimento de novas indústrias e novos produtos; estabelecimento de um programa de P&D&I incluindo o apoio à implantação de novas indústrias da cadeia produtiva do carvão. Esse movimento tem relação com o Programa proposto nesta Nota Técnica e, portanto, deve ser avaliado e acompanhado em momento oportuno posterior à sua implementação.

## *2. Efeitos da atividade mineral no segmento industrial (outros produtos)*

O uso do carvão mineral como matéria-prima para produtos químicos, combustíveis e carbono está passando por uma transformação, via avanço de tecnologia, e pela necessidade de manutenção da indústria mineira na transição energética, via agregação de valor e redução da pegada de carbono. A transformação do combustível sólido em gás - a gaseificação do carvão - tem aumentado substancialmente, tornando o setor um concorrente global para a produção de plásticos e fibras. A fibra de carbono baseada em pitch, que formava 10% do mercado, agora é vista como o caminho para reduzir a fibra de preço e superar barreiras de custo para o transporte terrestre e materiais de construção. O carvão para os nanomateriais está em um estágio-chave com novas rotas descobertas para produzir grafeno a partir do carvão; o grafeno tem um enorme potencial para transformar a ciência do material com usos emergentes em toda a indústria que inclui veículos elétricos, aeroespacial e computação. Há progresso na extração de elementos de terras raras a partir do carvão, elementos críticos às tecnologias necessárias para a transformação energética, o uso de linhito para a agricultura está evoluindo. No mundo estão sendo incentivados programas de pesquisa focados em "carvão para produtos" que impactará o desenvolvimento tecnológico futuro em toda a indústria.

## *3. Visão de futuro para o setor – gasificação (carboquímica, fertilizantes, metano, metanol, hidrogênio azul, etc)*

A gaseificação de carvão é uma tecnologia em constante desenvolvimento que se apresenta como uma solução promissora para novos usos do carvão, visando um ambiente de maior sustentabilidade.

A gaseificação do carvão busca a produção do gás de síntese, que é a matéria prima para a indústria química. A partir deste gás de síntese, podem ser produzidos: Fertilizantes, Metanol, Gás Natural Sintético, Olefinas, Hidrogênio e outros produtos químicos.

A região sul também é grande importadora destes produtos e a sua produção local apresenta como solução competitiva a importação internacional, com forte impacto social econômico nos estados.

O governo do Rio Grande do Sul lançou em 2017 a Lei 15.047, criando uma política para o fomento do uso carboquímico do carvão local.

Segundo estudos executados pela Universidade Federal do Paraná um Polo Carboquímico com o foco em produção de uréia, metanol e gás natural sintético no estado, poderia ter um impacto de incremento do PIB em mais de 4% e incremento do PIB nacional em mais de 1 %.

Além dos produtos acima apresentados, vale ressaltar a possibilidade da produção do Hidrogênio a partir da gaseificação do carvão. Segundo publicações internacionais, esta seria uma das formas mais competitivas de se produzir hidrogênio azul, incluindo a captura, a utilização e o armazenamento do carbono (CCUS, do inglês *Carbon Capture, Utilisation and Storage*), sendo necessário maior detalhamento para ratificar estas premissas.

A gaseificação de carvão demonstra um potencial promissor como solução do uso do carvão nacional como insumo da indústria química em detrimento da importação de matérias primas (Nafta e GN) e produtos acabados como fertilizantes e metanol.

Por ser uma tecnologia nova no Brasil, devem ser avaliadas políticas públicas para o fomento de investimento e aporte de tecnologia e desenvolvimento de tecnologia de gasificação para os carvões brasileiros.

## ii. Identificação das barreiras

### **Falta de recursos para Programas de P&D para resíduos, rejeitos, tratamento de emissões e eficiência das plantas**

Atualmente não existe uma política de ciência e tecnologia para o desenvolvimento da cadeia produtiva do carvão mineral nacional. Com isso, recursos de P&D disponíveis via ANEEL contabilizados pela geração térmica a carvão não estão sendo direcionados para o desenvolvimento tecnológico da geração termelétrica e seus subprodutos. Tampouco existe um programa que incorpore o carvão nos seus eixos estratégicos de apoio e financiamento.

### **Linha de financiamento – atração de investimento (roadshow com investidores)**

A crescente pressão ambiental referente às mudanças climáticas está dificultando o financiamento e a atração de investimentos para os combustíveis fósseis, em especial ao carvão. Em face da redução de gases de efeito estufa, agentes de financiamento exigem tecnologias mais eficientes com menor impacto ambiental.

### **Consulta (*Market sounding*) aos fabricantes de fertilizantes do interesse em investimento em plantas de carvão (Santa Catarina)**

O carvão mineral, pode produzir fertilizantes nitrogenados em dois processos, via a gasificação ou via o uso de amônia em reação com óxido de enxofre (SO<sub>x</sub>) proveniente dos gases de combustão de uma usina térmica. Para viabilizar essa produção, é necessário obter contratos de longo prazo para garantir a compra do fertilizante e viabilizar o financiamento das plantas.

### **Contrato de longo prazo para aquisição de produtos da gasificação e combustão (metanização / fertilizante (de ureia, sulfato de amônia)**

Desenvolver mecanismo que viabilize contratos de longo prazo para aquisição de produtos derivados da gaseificação:

- gás natural sintético;
- fertilizantes (amônia e ureia);
- metanol;
- olefinas e outros produtos químicos; e
- Hidrogênio azul.

### **Barreira tecnológica para gaseificação (especificação para os carvões do Sul) para projetos à carvão nacional (caldeiras, etc)**

A gaseificação do carvão nacional de alta cinza pode ser realizada, em especial com tecnologia conhecida (*entrained flow gasification* - gaseificação de fluxo arrastado), com carvão beneficiado. Para carvões com alta cinza, a tecnologia existente ainda é nova e existe risco tecnológico.

O projeto de gaseificação financiado pela FINEP para a Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina-SATC no período de 2000 – 2014 objetivando a produção de gás de baixo poder calorífico para indústria cerâmica da região de Criciúma, a partir de carvão de alta cinza, concluiu que a construção de unidades de 5 Gcal de leito fluidizado borbulhante, pode alcançar eficiência de processo de 83,7%, na produção de gás com poder calorífico de 1.381,5 kcal/Nm<sup>3</sup>, mas precisa desenvolver o reator.

### **Linha de financiamento para equipamentos de mineração**

A indústria de mineração subterrânea precisa de processo modernização para redução de custo do produto minerado. Para isso, é necessária uma política de fomento para aquisição de equipamentos de mineração.

### **Incentivo via política pública para absorver as cinzas do carvão**

A reciclagem e reutilização de produtos das cinzas de carvão têm crescido consistentemente ao longo das décadas. O principal uso das cinzas seria sua substituição em até 50% da massa da areia natural do cimento, preservando as características físicas e mecânicas de um concreto de boa qualidade. Possíveis usos

futuros serão o resultado de pesquisas sobre a composição química e física das cinzas em suas partes elementares. Por exemplo, as cinzas leves podem ser uma fonte para nanomateriais de carbono, que estão sendo estudados para uma ampla gama de usos, da eletrônica à medicina.

### **Conhecimento Geológico para armazenamento de CO<sub>2</sub> nas regiões produtoras de carvão**

O manejo de carbono será necessário para viabilizar no futuro as usinas de geração de energia fósseis e na bacia sedimentar do Paraná, onde estão as jazidas de carvão, existem camadas de carvão e folhelhos que podem armazenar o CO<sub>2</sub> capturado. É necessário ter o conhecimento geológico e experiências de injeção de CO<sub>2</sub> nessas estruturas geológicas, para determinar a quantidade e o custo de estocar o CO<sub>2</sub>.

### iii. Ações específicas

#### **P&D estratégico para o carvão - ação de política pública estruturado no pilar de novos produtos e resíduos**

1. Estabelecer prioridade no uso dos recursos de P&D da ANEEL e incluir em outros fundos setoriais (petróleo e gás) recursos de P&D para o carvão mineral;
2. Elaboração e implantação de um “Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para Carvão Mineral”, que promova o conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico na exploração e produção de carvão mineral e seus co-produtos, garantindo segurança no abastecimento e o uso eficiente desse combustível com o objetivo de aumentar a competitividade da indústria carbonífera nacional. (MCTI /MME);
3. Fomentar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação em produtos oriundos do carvão que apresentam déficit comercial visando a produção de produtos finais baseados nesse bem mineral;
4. Apoiar ações de PD&I para a produção e o uso limpo do carvão mineral e seus coprodutos com foco na geração termelétrica, siderurgia, carboquímica e novos produtos do carvão mineral com o objetivo de aumentar a competitividade da indústria nacional e redução das importações e dos impactos ambientais;
5. Atualizar e implantar as ações proposta no *Roadmap* tecnológico para produção, uso limpo e eficiente do carvão mineral nacional: 2012 a 2035” (CGEE 2012);
6. Estabelecer um programa de P&D focado em novos produtos carvão, incentivando a pesquisa aplicada e comercial. incentivar a formação de clusters para a fabricação de novos produtos.



Devem ser tomadas medidas para estabelecer um apetite mais forte de investimento do setor privado para as primeiras fábricas de conversão de carvão e fábricas de produtos finais, a fim de rapidamente mover tecnologias de carvão para produtos para a operação comercial, para criar empregos;

7. Fortalecer centros de tecnologia focados no desenvolvimento de novos produtos a partir do carvão mineral, incluindo resíduos de termelétricas e rejeitos visando a economia circular e o manejo do carbono, onde se inclui a tecnologia de CCUS; e

8. Viabilizar o uso eficiente do capital financeiro do setor público privado (BNDES, BRDE etc.) alinhando aos interesses do setor privado na viabilização de investimentos com os planos de investimento em P&D do setor público.

#### **Linha de financiamento – atração de investimento (*roadshow* com investidores)**

Adicionalmente, visando a um cenário de isonomia, instituir que uma parcela da receita poderia sofrer reajuste em dólares americanos. Este mecanismo reduziria o custo de um hedge internacional para um financiamento junto aos fornecedores de equipamentos internacionais, viabilizando um refinamento a custos competitivos, quando a usina atingir a sua operação comercial. Importante ressaltar que este mecanismo existente é oferecido à fonte fóssil importada em detrimento do carvão nacional.

Deve-se examinar, ainda, as possibilidades de financiamento e linhas de crédito disponíveis dentro do Programa de Parcerias de Investimentos - PPI que foi criado exatamente para viabilizar os projetos de infraestrutura prioritários para o país, dentro dos programas oficiais aprovados, como seria o caso do Programa para o Uso Sustentável do Carvão Mineral Nacional.

#### **Regime especial para indústria de fertilizante – Carboquímica**

Incluir o carvão no Regime aduaneiro especial de exportação e de importação de bens destinados às atividades de pesquisa e de lavra das jazidas de petróleo e de gás natural - Repetro (isenção fiscal para aquisição de equipamentos), e no programa do Regime Especial de Incentivo ao Desenvolvimento da Infraestrutura da Indústria de Fertilizantes - REIF (barateamento e incentivo a investimentos em novas plantas, através da suspensão de PIS/Cofins, Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI, e IPI vinculado à importação durante a execução das obras).

#### **Viabilizar projetos para gasificação (especificação para os carvões do Sul) para projetos à carvão nacional (caldeiras, etc)**

- Viabilizar projetos de escala de demonstração de tecnologias gasificação adequado ao carvão nacional (gasificação em leito fluidizado); e
- Viabilizar projetos consorciados ou híbridos (RSU + carvão), (RSU+ rejeito de carvão).

#### **Incentivo via Política Pública para absorver as cinzas do carvão**

Criar programas para fomentar o desenvolvimento de uso de cinzas, como pavimento (via incentivos para as prefeituras), ou via incentivos para indústrias que agreguem valor ao uso de cinza.

#### **Conhecimento Geológico para armazenamento de CO<sub>2</sub> nas regiões produtoras de carvão**

Criar um programa de pesquisa geologia e de estudos para quantificar a capacidade e o custo de estocar o CO<sub>2</sub> gerado nas regiões produtoras de carvão.

#### iv. Cronograma de implantação

<b>Atividade</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Levantamento de estudos P&D estratégico para o carvão - ação de política pública estruturado no pilar de novos produtos e resíduos	X	x					
Linha de financiamento – atração de investimento (roadshow com investidores)	x	x	x				
Regime especial para indústria de fertilizante – Carboquímica	x	x	x				
Viabilizar projetos para gasificação (especificação para os carvões do Sul) para projetos à carvão nacional (caldeiras, etc)	x	x	x	x			
Incentivo via Política pública para absorver as cinzas do carvão	x	x	x	x	x	x	
Conhecimento Geológico para armazenamento de CO <sub>2</sub> nas regiões produtoras de carvão	x	x	x	x	x	x	x

### **3. OBJETIVO 3 - CONTRATAÇÃO DE CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO A PARTIR DE CARVÃO MINERAL NACIONAL**

O presente objetivo refere-se ao art. 1º, inciso III, da [Portaria MME nº 461](#), de 22 de dezembro de 2020.

*Art. 1º Definir os objetivos do Programa Para Uso Sustentável do Carvão Mineral Nacional, conforme a seguir:*

...

*III - Contratação de capacidade instalada a partir de novas e modernas plantas a carvão mineral nacional, substituindo usinas existentes na Região Sul e preservando o processo concorrencial, com fundamento em*

Sendo assim, o escopo definido na Portaria acima mencionada buscou tratar primeiramente da dimensão da sustentabilidade ambiental, em seguida da dimensão econômica com a manutenção da atividade da indústria carvoeira da Região Sul do País para, num último momento, culminar numa avaliação sob a ótica do Setor Elétrico Brasileiro vis-à-vis à atividade mineral.

Para tanto esta seção está dividida em três etapas: i) o diagnóstico do parque gerador atual, ii) a identificação de barreiras e iii) as ações específicas acompanhadas por um cronograma de implantação.

É importante definir os problemas ou necessidades que se buscam endereçar sob a ótica do planejamento da expansão dos sistemas de geração. Em princípio, busca-se corrigir ou diminuir efeitos decorrentes da sistemática desativação de usinas termoeletricas que utilizam o carvão mineral nacional como combustível, seja por decisão empresarial de descarbonização da geração ou por vencimento dos seus CCEARs, afetando a atividade econômica dos estados que compõem a região sul do País que têm forte atividade mineradora, isto é, as unidades federativas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

As causas do problema são o encerramento do subsídio ao carvão mineral nacional via Conta de Desenvolvimento Energético-CDE, previsto para acontecer em 2027 e a não contratação da termoeletricidade à base do mencionado combustível nos leilões para compra de energia nova, devido a fatores diversos fora da atuação deste Ministério.

Como consequência foi solicitado ao Ministério de Minas e Energia, a partir de demandas do Poder Executivo Estadual de Santa Catarina e dos Poderes Legislativos do Rio Grande do Sul e, também, de Santa Catarina, o estudo de possíveis caminhos para mitigar os efeitos da situação acima identificada.

## i. Diagnóstico

O Ministério de Minas e Energia tem investido na atuação do Novo Mercado de Gás Natural, considerado o combustível da transição energética nos países cujas matrizes de energia elétrica estão substancialmente calcadas em energia fóssil e termoeletrônica. A matéria teve votação concluída no Congresso Nacional no dia 17 de março de 2021 e, a Lei n. 14.134/2021, que trata do novo marco regulatório do setor de gás, foi sancionada, sem vetos presidenciais, em 08 de abril de 2021. Embora muitas economias desenvolvidas tenham se movido na direção das fontes renováveis de energia, tais fontes apresentam um perfil de geração de eletricidade intermitente, sazonal e rapidamente variável. Dessa forma, a termoeletricidade permanece sendo um recurso necessário para a operação dos sistemas interligados de forma segura, contínua e com qualidade, tanto para operação na base do sistema, quanto no atendimento à ponta de carga do sistema.

Contudo, a caracterização da Matriz de Energia Elétrica Brasileira não é similar à dos demais países desenvolvidos ou em desenvolvimento. O Brasil possui uma matriz

considerada limpa, dispondo da predominância de recursos renováveis no seu parque gerador sem desprezar a igual necessidade de um parque gerador capaz de responder à variabilidade e ao acelerado crescimento da participação das fontes renováveis de energia.

*Pari passu* às condições atuais da Matriz, o Governo Federal há anos não contrata usinas termoeletricas para geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional utilizando combustíveis fósseis líquidos, a exemplo do óleo combustível e diesel. Tal parque gerador encontra-se no final da execução dos seus contratos, não restando opção além de sua conversão do combustível para gás natural, do descomissionamento ou da comercialização no mercado livre, possibilidade considerada remota considerando os elevados custos operacionais necessários para a operação de tal parque gerador, o que leva a um preço de energia gerada superior ao das fontes renováveis disponíveis no sistema.

Em suma, atualmente são contempladas pela política energética nacional, prevista no Plano Nacional de Energia 2050, a termoeletricidade a partir do gás natural, carvão mineral nacional e nuclear.

Na Tabela 1 da presente Nota Técnica observa-se a presença de um parque gerador termoeletrico à carvão nacional da ordem de 1.572 MW, distribuídos em 7 empreendimentos, todos localizados na região sul do País e concentrado nas unidades da federação de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Do universo de 7 Usinas Termoeletricas, 4 possuem idade superior à 40 anos e eficiência energética média da ordem de 26,5%, isto é, elas possuem uma eficiência inferior da ordem de 26,4% em relação à Usina Termoeletrica à Carvão mais eficiente da região e, também, à mais recente em operação comercial, a UTE Pampa Sul (36%). Isso decorre do fato de que as termoeletricas a carvão nacional mais antigas utilizam projetos com a tecnologia de caldeira subcritica, de menor eficiência.

Por outro lado, nos últimos 10 anos foram licitadas importantes linhas de transmissão, em altos níveis de tensão e com capacidade elevada de transporte de energia elétrica, ampliando as possibilidades de intercâmbio eletroenergético entre as Regiões Sul e Sudeste do País.

Cabe destacar que tal expansão do sistema de transmissão encontra-se geograficamente próxima das principais reservas de carvão, cujas áreas são localizadas na Figura 2. Dessa forma, num primeiro momento, não se identifica a necessidade de expansão de sistemas de transmissão para receber a eventual geração termoeletrica à carvão nacional. No entanto, os estudos recentes do ONS concluíram que a entrada em operação de tais novos reforços de transmissão previstos para o Subsistema Sul para o corrente ano de 2021 também tem o efeito de minimizar a importância elétrica e energética das termoeletricas a carvão nacional no referido subsistema.

Uma característica que favorece a utilização do potencial específico do carvão mineral nacional na região sul do país é que as centrais de geração de energia elétrica estejam próximas das minas visando reduzir os custos associados com a logística, tornando-se mais eficientes, pois o que se extrai da mina é direcionado para a usina termoeletrica. Outro importante aspecto sobre o carvão mineral nacional é que o combustível é

nacional e não indexado ao dólar, não sofrendo as mesmas variações dos preços indexados a índices internacionais como o gás natural, especialmente o liquefeito.

No âmbito da variabilidade das fontes renováveis de energia, a termoelectricidade a carvão mineral nacional pode ser uma alternativa de menor custo, quando comparada com o gás natural, e que pode atenuar os efeitos dessa variação ao longo do despacho das fontes renováveis na operação do sistema interligado nacional. É imperativo destacar que não se propõe a substituição de combustível, mas que ambos tem espaço na matriz de energia elétrica considerando a expansão majoritária de renováveis nos planos emitidos pelo Governo Federal.

### *1. Substituindo usinas existentes na Região Sul*

Em função da idade avançada de tais parques geradores é pertinente avaliar a possibilidade de substituição das usinas atualmente em operação comercial.

Dessa forma, vislumbra-se dois cenários:

## **CENÁRIO 1 – SEM INTERVENÇÃO POR MEIO DE POLÍTICA PÚBLICA**

Via de regra, caso não ocorra nenhuma mudança no curso de ação do Governo Federal, embora haja projetos cadastrados e habilitados tecnicamente pela Empresa Pesquisa Energética-EPE por ocasião dos Leilões para Compra de Energia Nova (LEN), os empreendimentos a carvão mineral nacional não tem realizado ofertas de preço competitivas nos certames, na maior parte das vezes sequer aportando garantias para a participação nos leilões.

O que tal cenário demonstra é que, embora haja empresas interessadas em desenvolver projetos termoelétricos a carvão mineral nacional, mesmo na presença de subsídios até o ano de 2027, não há estruturação suficiente para formar preço capaz de originar uma oferta nos LENs.

Devido a tal cenário é que desde 2014, quando foi contratada a última termoelétrica que utiliza carvão mineral nacional como combustível no 20º Leilão de Energia Nova (A-5 em 2014), a UTE Pampa Sul, não são contratados novos empreendimentos utilizando esse combustível. Em 2013, 4 empreendimentos cadastraram-se nos 2 LEN (A-5) realizados, mas não se viabilizaram pelo fato de o preço-teto ter sido considerado baixo. Em 2017, outros 3 projetos se cadastraram para o LEN (A-5), mas nenhum se viabilizou.

Cabe destacar que as fontes de energia termoelétricas a partir de combustíveis fósseis (gás natural e carvão mineral nacional) competem num mesmo produto nos mencionados Leilões. Assim, as contratações via leilões de energia refletem o maior protagonismo e competitividade do gás natural, motivado pelos preços mais competitivos e atual contexto econômico e da política energética nacional quando comparados ao carvão mineral.

Ao mesmo passo, não foram identificadas fontes de financiamento tanto nos bancos privados quanto públicos e, também, para o desenvolvimento e implantação desses projetos, o que torna a viabilização desse recurso energético menos atrativo quando comparado com as demais fontes de geração de energia elétrica.

Sendo assim, a conclusão para o Cenário 1 é de que, se não houver ação do Governo Federal, permanecerá a tendência no curto prazo, médio e longo prazos de não contratação de termoeletricidade baseada em carvão mineral nacional, principalmente tendo em vista os compromissos ambientais internacionais assumidos pelo Brasil ao longo dos últimos 20 anos.

Nessa condição a atividade de produção do carvão mineral deverá buscar outros usos econômicos desse recurso mineral no mercado, à exemplo dos potenciais usos mencionados no presente trabalho.

## **CENÁRIO 2 – COM INTERVENÇÃO POR MEIO DE POLÍTICA PÚBLICA**

Tendo em vista a nova meta assumida pelo Brasil no Acordo de Paris, a chamada Contribuição Nacional Determinada (NDC, da sigla em inglês) será a neutralidade nas emissões de gases de efeito estufa até 2050.

Nesse sentido, caso ocorram processos de contratação a partir de 2022, tem-se uma janela de 28 anos para o aproveitamento com fins para geração de energia elétrica do carvão de mineral nacional até o encerramento das atividades do parque gerador e a transição para outros potenciais usos econômicos desse recurso energético.

Segundo Cui et alii, 2019, embora, historicamente, plantas de carvão tenham uma idade média de operação de até 46 anos, globalmente há casos que podem operar de 50 a 60 anos ou até mais. Pode-se ainda considerar o ciclo de vida de 30 anos de uma planta que utiliza carvão mineral de 30 anos (NREL, 1999). Ainda assim, é esperado que 16% do total da capacidade instalada a partir de carvão mineral no mundo seja descomissionada até 2030, isto é 320 GW, em função dos compromissos assumidos no Acordo de Paris.

Dessa forma, a depender da quantidade de rodadas de contratação, o prazo de suprimento dos contratos deverá refletir: (i) o atual compromisso do Brasil de neutralidade nas emissões de gases de efeito estufa até 2050; e, (ii) o ciclo de vida de uma nova planta que utilizará carvão nacional mineral como combustível.

### *2. Formas que preservem o processo concorrencial, fundamentadas nos estudos de Planejamento Energético e de Operação do Sistema Elétrico*

#### ii. Identificação das barreiras

Para os Leilões A-5 e A-6/2021 foi proposta a redução de 25 anos para 20 anos no prazo de suprimento para empreendimentos termelétricos a biomassa, a carvão

mineral nacional e a gás natural, inclusive em ciclo aberto, ciclo combinado e ampliação de empreendimento existente a gás natural por meio de fechamento do ciclo térmico.

Cabe destacar que a Nota EPE-DEE-NT-083-2020-r0, também utilizada como subsídio na referida Consulta Pública dos Leilões A-5 e A-6/2021 busca examinar as variações de preços para 25, 20, 15 e 10 anos de contrato, considerando: 100% flexível com Custo Variável Unitário (CVU) = R\$ 200/MWh, 100% flexível com CVU = R\$ 300/MWh e 50% flexível com CVU = R\$ 200/MWh. Como conclusão, a EPE indica que se verifica que, a alteração do prazo de suprimento dos contratos de empreendimentos termelétricos entre 10 a 15 anos de suprimento pode acarretar um aumento em torno de 9% a 16% no ICB, dependendo do nível de inflexibilidade e do CVU da usina.

Ao mesmo passo, a Empresa de Pesquisa Energética traz outros elementos de destaque na análise de redução de prazo contratual:

*Cabe ressaltar que os aumentos nos preços de energia decorrentes da redução dos prazos contratuais podem ser compensados por fatores internos ao projeto (como otimização de custos, gestão de portfólio e de riscos de cada agente), assim como externos (modernização do setor, dinamismo do ACL, entre outros), que podem atenuar os impactos esperados.*

*Ainda assim, mesmo sendo esperada uma pequena elevação dos preços iniciais ofertados pelos geradores em razão da redução dos prazos contratuais, conforme as avaliações realizadas pela EPE, a substituição desse projeto por uma nova tecnologia mais eficiente ao fim do período de suprimento poderia resultar em ganhos para o consumidor. Prazos contratuais menores possibilitam ainda a diminuição do impacto da indexação nos preços de energia, uma vez que os índices utilizados nem sempre refletem a real evolução dos custos de geração.*

*Também vale lembrar que já ocorreram mudanças anteriores realizadas em contratos diante das quais se esperava que os preços iriam sofrer impactos (ou ainda que poderiam haver reflexos na competição dos certames), mas que não se concretizaram, como por exemplo, na mudança de modalidade contratual de empreendimentos eólicos e solar fotovoltaicos para quantidade.*

*Convém ressaltar que os últimos leilões de energia apresentaram uma grande oferta de projetos das fontes acima mencionadas o que, considerando o volume de contratação, tende a revelar preços bastante competitivos. Nesta linha, também é importante destacar o nível acentuado de deságio destes leilões, o que denota que a competição pode levar inclusive a preços menores que os últimos resultados, mesmo considerando a redução contratual.*

### iii. Ações específicas e Cronograma de implantação

As novas contratações poderão ter níveis de preço de venda ligeiramente mais elevados, porém com contratos mais curtos – reduzindo o legado financeiro.

Dessa forma propõe-se viabilização da contratação de empreendimentos que utilizem o carvão mineral nacional, com prazos contratuais variáveis até 2050 que é o atual

compromisso brasileiro de descarbonização de sua matriz energética assumido em abril de 2021.

Importante observar que, se as contratações específicas para a fonte carvão mineral nacional a partir de 2022 ocorrerem, é possível trabalhar com até dois períodos de contratações utilizando mecanismos competitivos via licitação. Caso a opção seja por antecipar as metas de neutralidade de emissões para 2050, seria possível uma única contratação com até vinte anos de duração com a previsão do término dos contratos entre 2048 e 2050.

Em síntese, o que se pretende com a proposta constante na Tabela acima:

1. Apresentar um pipeline de processos licitatórios para que os empreendedores possam se organizar para desenvolver projetos utilizando carvão mineral nacional;
2. Utilizar *Power Purchase Agreements* - PPAs de longo prazo para estruturar esses negócios e facilitar a busca por financiabilidade dos projetos e em prazos compatíveis com o que se pratica em outros países;
3. No prazo residual após o término do suprimento ainda seriam possíveis novas rodadas de contratação por igual período, permitido os projetos existentes serem contestados por novos projetos, mais eficientes tecnologicamente. Ainda, naquela ocasião poderá ser decidido se as novas contratações repõem as realizadas entre 2022 e 2024 ou se poderão ter seus montantes reduzidos em função dos compromissos da Agenda de Paris;
4. Prazos de suprimento menores permitem diminuir o impacto da indexação nos preços de energia, considerando os índices utilizados nem sempre refletem a real evolução dos custos de geração, pois o carvão mineral nacional não possui indexação ao dólar à exemplo de outros combustíveis fósseis;
5. Estabelecer a premissa do encerramento da utilização do carvão mineral nacional para o suprimento do Ambiente de Contratação Regulado, Suprimento de Capacidade ou Potência ou Lastro até 2050, mantendo o compromisso do Brasil no Acordo de Paris;

Cabe destacar que mudanças relacionadas com a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil no Acordo de Paris possuem efeitos na duração dos novos contratos e das possíveis rodadas para contratação de empreendimentos novos e existentes.

Com relação aos possíveis formatos para as contratações que possuem efeitos isoladamente ou de forma combinada no ACL e ACR:

- **Leilões para Compra de Energia Nova ou Existente:** a alteração em relação ao cenário existente, seria por meio da criação de um produto específico Carvão Mineral Nacional, onde apenas os projetos utilizando esse combustível competiriam entre si, dessa



forma, os leilões no Ambiente de Contratação Regulado, com relação ao produto termoelétrico estariam compostos pelos seguintes produtos:

- Resíduo Sólido Urbano;
- Carvão Mineral Nacional;
- Gás Natural;
- Biomassa, incluído Biogás;

• **Leilões para Suprimento de Capacidade ou Potência:** estabelecer que os empreendimentos movidos a Carvão Mineral Nacional possam participar desses certames; e

• **Contratação de Lastro:** a depender do desenho em desenvolvimento no Grupo de Trabalho de Modernização do Setor Elétrico.

Ainda, caso se opte por estabelecer balizas para a manutenção do carvão mineral nacional na Matriz de Energia Elétrica do Brasil, pode-se considerar a capacidade máxima instalada. Esse montante encontra-se justificado como a expansão indicada nos Planos Decenais de Expansão de Energia 2022 e 2023, cujos anos base referem-se aos anos de maior participação do carvão mineral na matriz brasileira, conforme indicação do Balanço Energético Nacional.

Dessa forma, atende-se a diretriz do inciso II, art. 1, da Portaria MME nº 461/2020 quanto o quesito da manutenção da atividade econômica da atual indústria mineira. Cabe destacar que, a partir da contratação de novas unidades geradoras mais eficientes, caso se mantenha a capacidade instalada indicada de 3.210 MW, o consumo específico de carvão das minas poderá ser inferior ao da mesma época o que demanda uma avaliação quanto as questões econômicas e sociais relacionadas às minas.

Conforme já indicado na presente Nota Técnica, as reservas conhecidas de carvão se concentram principalmente nos três estados da Região Sul, que juntos somam 99,97% dos recursos identificados no Brasil, sendo que 89,27% das reservas estão no Rio Grande do Sul, 10,38% em Santa Catarina e 0,32% no Paraná.

Todos os leilões para compra de energia nova previstos para 2021, A-3/A-4/A-5 e A-6, possuem previsão de seleção dos empreendimentos por margem de escoamento o que evidencia a preocupação pelo Poder Concedente de que haja capacidade de transporte disponível para os empreendimentos de geração de energia elétrica.

Duas abordagens podem ser empregadas nas contratações, em função dessa condição particular da Região Sul quanto a localização dos potenciais minerais e do sistema de transmissão de energia elétrica contratado e em implantação:

- o uso de margem de escoamento, mas sem delimitação de produtos a serem contratados por unidade federativa; e
- o uso de margem de escoamento com a indicação pelo Poder Concedente, a partir de estudos do ONS e EPE das

barras candidatas e dos montantes possíveis de serem contratados abrangendo as três unidades federativas.

Destaca-se que os empreendimentos que irão aproveitar o carvão mineral nacional encontram-se na região Sul cuja expansão dos sistemas de transmissão já foi licitada e encontra-se atualmente em implantação, com previsão de conclusão ainda em 2021, isto é, não se espera problemas relacionados à margem de escoamento.

Um importante aspecto na abordagem por Unidade Federativa é que poderá buscar-se a contratação de empreendimentos que queimem rejeito existentes de carvão associados com a recuperação de passivo ambiental de mineradoras no Estado de Santa Catarina, estando aderente à diretriz do inciso I, art. 1, da Portaria MME nº 461/2020 e, também, ao Decreto S/N de 31 de março de 2000 (inciso I, art. 2o).

Cabe destacar que, para os três formatos de contratação, são necessários estudos do Operador Nacional do Sistema Elétrico e da Empresa de Pesquisa Energética também atende o disposto no inciso III, art. 1, da Portaria MME nº 461/2020.

Qualquer que seja o formato de contratação escolhido, se faz necessário traçar balizas em relação aos requisitos tecnológicos dos empreendimentos, tendo em vista o objetivo do inciso III, art. 1º, da Portaria MME nº 461/2020, sobretudo no que se trata da contratação de novas e modernas plantas a carvão mineral. Uma das principais motivações da referida Portaria é viabilizar o aumento da eficiência térmica dos projetos termelétricos e a redução das emissões de gases de efeito estufa. Dessa forma, é desejável que os leilões para contratação de empreendimentos a carvão mineral tragam requisitos técnicos específicos e busquem projetos com maior eficiência dos processos de combustão, redução das emissões e incorporação de sistemas de captura, transporte e armazenamento de carbono, por exemplo.

Por fim, conclui-se para o Cenário 2 que há necessidade de definição da política que será conduzida para o carvão mineral nacional, principalmente em função da necessidade de se estabelecer balizas para o uso desse recurso na matriz de energia elétrica nacional bem como avaliar a adoção ou não de ações específicas por unidade da federação.

Nesse sentido retoma-se a atribuição relacionada a estabelecer diretrizes para programas específicos dentre os quais, encontra-se positivado o carvão. É isso que estabelece o [Decreto de 31 de março de 2000](#) que “*Institui o Programa de Incentivo à Utilização de Carvão Mineral nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e dá outras providências.*” que encontra-se em vigor:

*O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso IV, da Constituição,*

*DECRETA:*

*Art. 1º Fica instituído o Programa de Incentivo à Utilização de Carvão Mineral, nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com o objetivo de aumentar a participação do carvão mineral na matriz energética brasileira, por intermédio da geração competitiva de energia elétrica, com o emprego de tecnologia que permita a recuperação ambiental de áreas carboníferas degradadas.*

*Art. 2º O Programa tem como objetivos:*

*I - criar condições de competitividade para o emprego do carvão mineral e seus rejeitos na geração de energia elétrica;*

*II - recuperar áreas carboníferas degradadas;*

*III - ampliar a utilização do carvão mineral na matriz energética, em bases econômicas, com emprego de tecnologia que atenda aos requisitos da legislação ambiental; e*

*IV - viabilizar a implantação de polos industriais de desenvolvimento sustentável.*

*Art. 3º Fica criada Comissão Interministerial, constituída por representantes do Ministério de Minas e Energia, que exercerá a sua coordenação, e dos Ministérios da Fazenda, do Meio Ambiente e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, para adotar providências visando à implementação do Programa instituído neste Decreto, observadas as seguintes diretrizes:*

*I - definir os polígonos de abrangência que delimitarão os polos industriais de desenvolvimento sustentável;*

*II - propor medidas que permitam a redução dos encargos tributários incidentes sobre as atividades e bens inerentes ao Programa;*

*III - incentivar as atividades industriais que utilizem subprodutos do processamento do carvão mineral, nos pólos industriais de desenvolvimento sustentável;*

*IV - viabilizar programas de financiamento para a implantação de indústrias que se instalem nos polos industriais; e*

*V - promover a interação entre o poder público federal, estadual e municipal, com a criação de políticas complementares ao Programa.*

*Parágrafo único. O Ministro de Estado de Minas e Energia designará os membros da Comissão de que trata o caput deste artigo, por indicação dos titulares dos Ministérios representados.*

*Art. 4º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.*

*Brasília, 31 de março de 2000; 179º da Independência e 112º da República.*

Os integrantes da Comissão Interministerial de que trata o Decreto em referência, no seu art. 3º, estão listados abaixo:

- Ministério de Minas e Energia, que exercerá a sua coordenação;
- Ministério da Economia (que atualmente agrega os antigos Ministério da Fazenda e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior); e
- Ministério do Meio Ambiente.

Dessa forma, estabelecidas as balizas da política energética nacional em ato regulamentar, pode-se avançar na implementação do referido Decreto S/N, de 2000 no sentido de envolver os demais Ministérios no assunto e os respectivos pares nas Unidades Federativas tal qual disposto no seu inciso V, art. 3.

Observa-se do Decreto S/N de 2000 a ênfase sobre a recuperação ambiental de áreas carboníferas degradadas, a delimitação do universo para aplicação de política pública, isto é, os Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul.

Com relação a essa delimitação ela decorre justamente do fato que são nessas unidades federativas que as reservas de carvão mineral se encontram. Cabe estender similar raciocínio sobre os potenciais de energia hidráulica, cujo aproveitamento

ótimo da bacia é definido pela Agência Nacional de Energia Elétrica-Aneel e, constitucionalmente, é considerado bem da União. Da mesma forma que tais aproveitamentos possuem rigidez locacional, as reservas de carvão também. De forma muito similar, os potenciais de energia eólica e solar fotovoltaica com melhor destinação e eficiência para geração de energia elétrica são característicos de regiões específicas do Brasil.

Cabe destacar nos exemplos citados de hidroeletricidade e energia eólica e solar fotovoltaica que a política energética nacional se incumbiu de ampliar os sistemas de transmissão para otimizar o aproveitamento eletroenergético desses recursos sendo que, para algumas renováveis, perdurou por até recentemente os subsídios com descontos nas tarifas de transporte de energia até que se a fonte atingiu sua maturidade e competitividade inquestionáveis para suprimento de energia elétrica no Brasil.

A reflexão em si não busca realizar um profundo e extenso comparativo entre fontes, mas destacar que cada qual, na sua medida de necessidade e oportunidade, recepcionou política pública específica para sua expansão na matriz de energia elétrica nacional. Contudo, aqui não se busca a extensão de subsídios diretos ou implantação de sistemas de transmissão com benefícios energéticos para os subsistemas, mas a contratação por meio de processo competitivo de centrais geradoras que possam utilizar esse recurso energético, não renovável, por um período de tempo já decidido pelo Governo Executivo Federal, atualmente, o ano de 2050, considerando balizas e condições de contorno como as mencionadas nesta seção.

## **V. CONCLUSÃO**

O Programa para Uso Sustentável do Carvão Mineral Nacional é uma proposição conjunta e interdisciplinar da SPE e SGM do MME. O Programa ora proposto busca estabelecer uma política para a continuidade da atividade de mineração de carvão nos estados da Região Sul do Brasil através da geração termelétrica de energia e produção de novos produtos a partir do carvão mineral.

Os objetivos são contribuir com o desenvolvimento regional, com a segurança energética e com a recuperação ambiental no que diz respeito aos rejeitos da queima de carvão e geração de drenagem ácida. A proposta é a de modernização do parque gerador a carvão mineral no Sul do País, através da contratação de energia elétrica referente a uma nova capacidade instalada de geração, em substituição às usinas que foram descomissionadas e as que estão em final de vida útil e que devem ser paulatinamente descomissionadas nos próximos anos.

Um aspecto do Programa que deve ser debatido é a forma de contratação de energia. Na Nota Técnica em tela, foram levantadas algumas possibilidades para essa contratação. Devido às diferenças de condições de competitividade e maturidade dos estudos de projetos de novas usinas termelétricas entre os três estados, deve-se discutir se cabe ou não um planejamento dessas modalidades de forma a permitir a expansão em cada unidade da federação vocacionada com as reservas de carvão mineral nacional. É natural se esperar que os projetos mais competitivos sejam contratados antes dos demais, o que pode levar a modernização do parque à carvão

a se iniciar de forma concentrada em dadas regiões, como no estado do Rio Grande do Sul.

Com o avançar do programa, novos projetos em outras regiões podem surgir, permitindo que o mercado se acomode dentro dos limites a serem estabelecidos, o que implica em um avanço gradual da modernização do parque à carvão.

Outros aspectos ainda a serem analisados são o preço de contratação das novas usinas e o impacto que a necessidade de recuperação ambiental em SC pode ter na sua competitividade em relação aos projetos em outras unidades da federação.

A contratação de energia elétrica proposta deve observar algumas condições e premissas: estabelecer um requisito mínimo de eficiência de geração elétrica; ausência de ônus para o Estado e a não concessão de novos subsídios ao carvão mineral e nem a extensão dos já existentes; adoção de tecnologias ambientalmente apropriadas na atividade de mineração e uso do carvão (inclusive quanto à recuperação ambiental com a queima de rejeitos).

## **VI. BIBLIOGRAFIA**

[1] Brasil, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2029. Brasília: MME/EPE, 2018.

[2] Brasil, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2029. Brasília: MME/EPE, 2020. Página 59.

[3] Brasil. 12º Relatório de Indicadores Ambientais do Grupo Técnico de Assessoramento da Ação Civil Pública no 93.8000533-4. Disponível em: [www.acpdocarvao.com.br](http://www.acpdocarvao.com.br).

[4] Elaboração ABCM com dados coletados ajunto às empresas geradoras.

[5] Valentini, N. A. S. J.; Krebs. Projetos para a Retomada das Pesquisas de Carvão e Turfa no Brasil.

[6] Patel, S. The Coal Refuse Dilemma: Burning Coal for Environmental Benefits. Power Magazine, p. 7, 7 jan. 2016.

[7] EConsult Solutions. The Coal Refuse Reclamation to Energy Industry - A Public Benefit in Jeopardy. Pittsburg: [s.n.].

[8] Siecesc. Anuário do Carvão Mineral. Criciúma: Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina, 2018.

[9] Schneider, C. H. A Fragmentação Mecânica dos Rejeitos de Beneficiamento e seus Efeitos Avaliados via Medida do Potencial de Geração de Acidez. V Congresso Brasileiro de Carvão Mineral. Anais. Criciúma: 2017

[10] Tolmasquim, M.; Power Sector Reform in Brazil. Rio de Janeiro: Synergia; Brasília: EPE, 2012.

[11] Dutra, J., Amorim, L., Danilow, R. Z., Timponi, G., Lima, C.E.L. Geração Termelétrica a Gás Natural - Comprovação de Disponibilidade de Combustível. CERI-FGV. Rio de Janeiro: 2016.

- [12] Walvis, A. Avaliação das Reformas Recentes no Setor Elétrico Brasileiro e Sua Relação com o Desenvolvimento do Mercado Livre de Energia. CERI-FGV. Dissertação: 2014.
- [13] Schneider, C. H. A Fragmentação Mecânica dos Rejeitos de Beneficiamento e seus Efeitos Avaliados via Medida do Potencial de Geração de Acidez. V Congresso Brasileiro de Carvão Mineral. Anais. Criciúma: 2017.
- [14] Brasil. 12º Relatório de Indicadores Ambientais do Grupo Técnico de Assessoramento da Ação Civil Pública no 93.8000533-4. Disponível em: [www.acpdocarvao.com.br](http://www.acpdocarvao.com.br).
- [15] Patel, S. The Coal Refuse Dilemma: Burning Coal for Environmental Benefits. Power Magazine, p. 7, 7 jan. 2016.
- [16] EConsult Solutions. The Coal Refuse Reclamation to Energy Industry - A Public Benefit in Jeopardy. Pittsburg: [s.n.].
- [17] Ryna Yiyun Cui, Nathan Hultman, Morgan R. Edwards, Linlang He, Arijit Sen, Kavita Surana, Haewon McJeon, Gokul Iyer, Pralit Patel, Sha Yu, Ted Nace & Christine Shearer. Quantifying operational lifetimes for coal power plants under the Paris goals. Nature Communications, 10, Article Number 4759, 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-12618-3#:~:text=Historically%2C%20coal%20plants%20have%20retired,3a>). Acessado em: abril, 2021.
- [18] Spath, P. L. Mann, M. K., Kerr, D. R. Life Cycle Assessment of Coal-fired Power Production. Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy99osti/25119.pdf> ; Consultado em Abril, 2021.