

# **PLANO DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS 2024**

**CEMIG**

1. INTRODUÇÃO .....	<b>3</b>
2. AVALIAÇÃO E GESTÃO DE RISCOS .....	<b>4</b>
3. INVESTIMENTO EM PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO (PD&I).....	<b>5</b>
4. ENGAJAMENTO E COMUNICAÇÃO .....	<b>6</b>
5. RESILIÊNCIA A EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS.....	<b>7</b>
5.1. Análise de Eventos Meteorológicos Extremos .....	<b>12</b>
5.2. Melhoria do Serviço de Previsão Meteorológico.....	<b>19</b>
5.3. Iniciativas em Análise.....	<b>22</b>
6. DEFINIÇÃO DE AÇÕES DE ADAPTAÇÃO .....	<b>24</b>
6.1. Ações de Adaptação: Distribuição .....	<b>24</b>
6.2. Ações de Adaptação: Transmissão .....	<b>26</b>
6.3. Ações de Adaptação: Geração.....	<b>27</b>
6.4. Anexo: Tabela Ações de Adaptação .....	<b>30</b>





## INTRODUÇÃO

A Cemig, reconhecendo a urgência da crise climática, posiciona a adaptação às mudanças climáticas como um pilar fundamental da sua estratégia. Através da construção do Plano de Adaptação abrangente e inovador, a Companhia busca desenvolver a resiliência necessária para enfrentamento das questões climáticas, permitindo que a empresa se adapte às mudanças do mercado e às novas demandas dos clientes.

O plano detalha iniciativas estratégicas por segmento de negócio, com análises de impacto aprofundadas e medidas eficazes para mitigá-los. Além disso, define novas ações a serem implementadas até 2025.

### ENFRENTANDO OS DESAFIOS CLIMÁTICOS EM CADA SEGMENTO:



**GERAÇÃO DE ENERGIA:** a geração hidrelétrica enfrenta desafios específicos relacionados a extremos de precipitação. Estiagens prolongadas podem reduzir a capacidade de geração, enquanto chuvas intensas podem levar ao vertimento das usinas, diminuindo o aproveitamento da água ou colocando em risco ativos e vidas humanas. Já a geração eólica e a solar podem sofrer interrupções na operação ou danos em sua infraestrutura em virtude das alterações no regime de chuvas, tempestades ou outros eventos extremos.



**TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO:** as redes de T&D também podem ser afetadas por esses eventos, além de temperaturas elevadas que reduzem a capacidade de transmissão, aumentam as perdas elétricas e diminuem a vida útil dos equipamentos. Ventos fortes e descargas elétricas podem romper cabos ou derrubar torres e postes, interrompendo o fornecimento de energia. Até mesmo uma estiagem prolongada pode afetar o sistema elétrico, aumentando a deposição de partículas nas linhas e o risco de curto-circuito.

Nesse contexto, a Cemig se destaca por sua abordagem preventiva, priorizando a avaliação e gestão de riscos climáticos, e busca desenvolver soluções inovadoras para enfrentar os desafios das mudanças climáticas. O Plano de Adaptação às mudanças climáticas se baseia em quatro pilares estratégicos: avaliação e gestão de riscos, investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), engajamento e comunicação e definição das ações de adaptação.

## 2 AVALIAÇÃO E GESTÃO DE RISCOS

### **IDENTIFICAÇÃO DE VULNERABILIDADES:**

A Cemig mapeia detalhadamente os riscos climáticos que podem afetar suas operações e infraestrutura, como eventos extremos. Essa avaliação abrangente considera diferentes cenários climáticos futuros, garantindo uma visão robusta e proativa.

### **ANÁLISE DE IMPACTOS:**

A empresa faz análises aprofundadas para compreender os impactos potenciais das mudanças climáticas em seus ativos, serviços e comunidades atendidas. Essa etapa crucial permite a quantificação dos riscos e a priorização de medidas de adaptação eficazes.

### **DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE AÇÃO:**

Com base na avaliação e análise de riscos, a Cemig elabora planos de ação específicos e direcionados para mitigar os impactos negativos das mudanças climáticas. Esses planos incluem medidas como diversificação da matriz energética, modernização da infraestrutura, investimentos em novas tecnologias, análise de cenários climáticos, e melhorias no sistema de monitoramento, emissão de alertas e previsão meteorológica.



Figura 1

COS



**BUSCA POR SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS:**

A Cemig combate ativamente os desafios da adaptação climática através de investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). Essa iniciativa gera soluções que garantem a gestão eficiente dos recursos hídricos, a resiliência da rede elétrica e o desenvolvimento de soluções inovadoras de armazenamento de energia, como o sistema de armazenamento de energia em baterias (Bess Móvel).

**PARCERIAS ESTRATÉGICAS:**

A empresa colabora com universidades, centros de pesquisa e outras empresas para ampliar o conhecimento sobre as mudanças climáticas e desenvolver soluções conjuntas.

**COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTO:**

A Cemig promove a troca de conhecimentos e boas práticas com outras empresas e stakeholders, disseminando informações valiosas sobre adaptação climática e contribuindo para o avanço coletivo na área.



Figura 2

AgriVoltaico / Novas Subestações

**DIÁLOGO COM STAKEHOLDERS:**

A Cemig mantém um diálogo aberto e transparente com seus stakeholders, incluindo comunidades locais, órgãos governamentais, ONGs e sociedade civil em geral. Esse diálogo é fundamental para compreender as necessidades e expectativas dos diferentes públicos e garantir que as ações de adaptação climática sejam socialmente justas e equitativas.

**CAMPANHAS DE CONSCIENTIZAÇÃO:**

A empresa realiza campanhas de conscientização para informar o público sobre os riscos e impactos das mudanças climáticas, além de promover a adoção de práticas sustentáveis no dia a dia.

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL:**

A Cemig investe em programas de educação ambiental para conscientizar o público interno e externo sobre a importância da preservação ambiental e da adaptação às mudanças climáticas.



Figura 3

Lançamento do EcoCiente, Programa de Educação Ambiental Corporativo da Cemig





## RESILIÊNCIA A EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

A Cemig possui um robusto sistema de previsão meteorológica, que tem por objetivo aumentar a eficiência operacional das diversas atividades da empresa.

O funcionamento desse sistema será detalhado nos itens abaixo.

### a) Sistema de Monitoramento Meteorológico

A Cemig possui sistema de monitoramento meteorológico composto por dezenas de estações automáticas de coleta de dados (**Figura 4**), uma rede própria de detecção de descargas elétricas atmosféricas (**figura 5**), uma estação de recepção de imagens de satélite e um radar meteorológico banda C (**Figura 6**), estrategicamente instalado no centro do estado, sendo a única empresa do setor elétrico a possuir tal equipamento.



Figura 4

Rede de Estações Hidrometeorológicas da Cemig em 2023. Fonte: Cemig

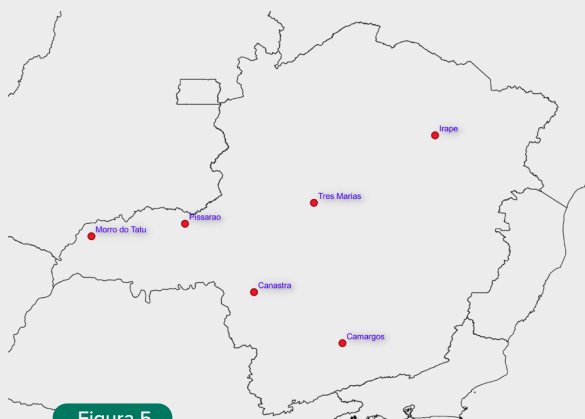


Figura 5

Deteção de Raios da Cemig em 2023. Fonte: Cemig

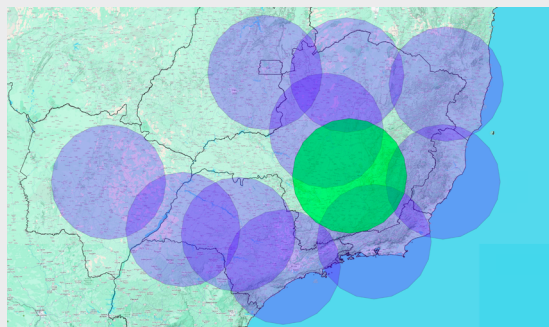


Figura 6

Rede de radares utilizados no monitoramento meteorológico em 2023, com destaque para o pertencente à Cemig, em verde. Fonte: Cemig



## RESILIÊNCIA A EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

### b) Sistema de Alerta Meteorológico

O aumento de tempestades também foi identificado pelo setor de meteorologia da Cemig, responsável por emitir alertas meteorológicos de tempestades para toda a área de concessão da Cemig.

Na **Figura 7**, encontra-se um breve resumo dos limiares utilizados para emissão desses alertas, por variável, de modo que sempre que o meteorologista responsável pelo monitoramento, identificar condições meteorológicas que possam levar a atingir alguns destes limiares (risco) o alerta é emitido para os Centros de Operação da Cemig.

Na **Figura 8**, temos os alertas emitidos para dois desses níveis nos anos de 2022 e 2023:

**R2:** alertas relacionados a tempestades com atividade convectiva intensa, com chance significativa de provocar rajadas de vento forte e raios

**R3:** nível atribuído a tempestades com atividade convectiva extrema, geralmente associadas a sistemas multicelulares e com capacidade de produzir granizo.

<b>Alerta R1</b>	<b>Vento:</b> Abaixo de 30 km/h <b>Raio:</b> Sem ocorrência <b>Chuva:</b> Ocorrência de chuva moderada, até 10 mm/h
<b>Alerta R2</b>	<b>Vento:</b> Entre 31 km/h e 50 km/h <b>Raio:</b> Ocorrência estratificada dos raios <b>Chuva:</b> Entre 11 mm/h e 20 mm/h
<b>Alerta R3</b>	<b>Vento:</b> Entre 51 km/h e 70 km/h <b>Raio:</b> Ocorrência simultânea em até metade das cidades do polo <b>Chuva:</b> Entre 21 mm/h e 30 mm/h
<b>Alerta R4</b>	<b>Vento:</b> Acima de 71 km/h <b>Raio:</b> Ocorrência simultânea em todo o polo <b>Chuva:</b> Acima de 31 mm/h

Figura 7

Limiares Utilizados nos Alertas Meteorológicos. Fonte: Cemig

Não foi elaborado o gráfico do nível de alerta R4 porque a previsibilidade desses eventos é tal, que não houve registros de emissão de alertas nesses níveis, muito embora tenham ocorrido eventos dessa magnitude em Minas Gerais.



# RESILIÊNCIA A EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

No gráfico da **Figura 8**, fica claro, quando comparamos a quantidade de alertas emitidos para os mesmos meses de 2022 e 2023, que houve um aumento alarmante de um ano para o outro em praticamente todos eles.

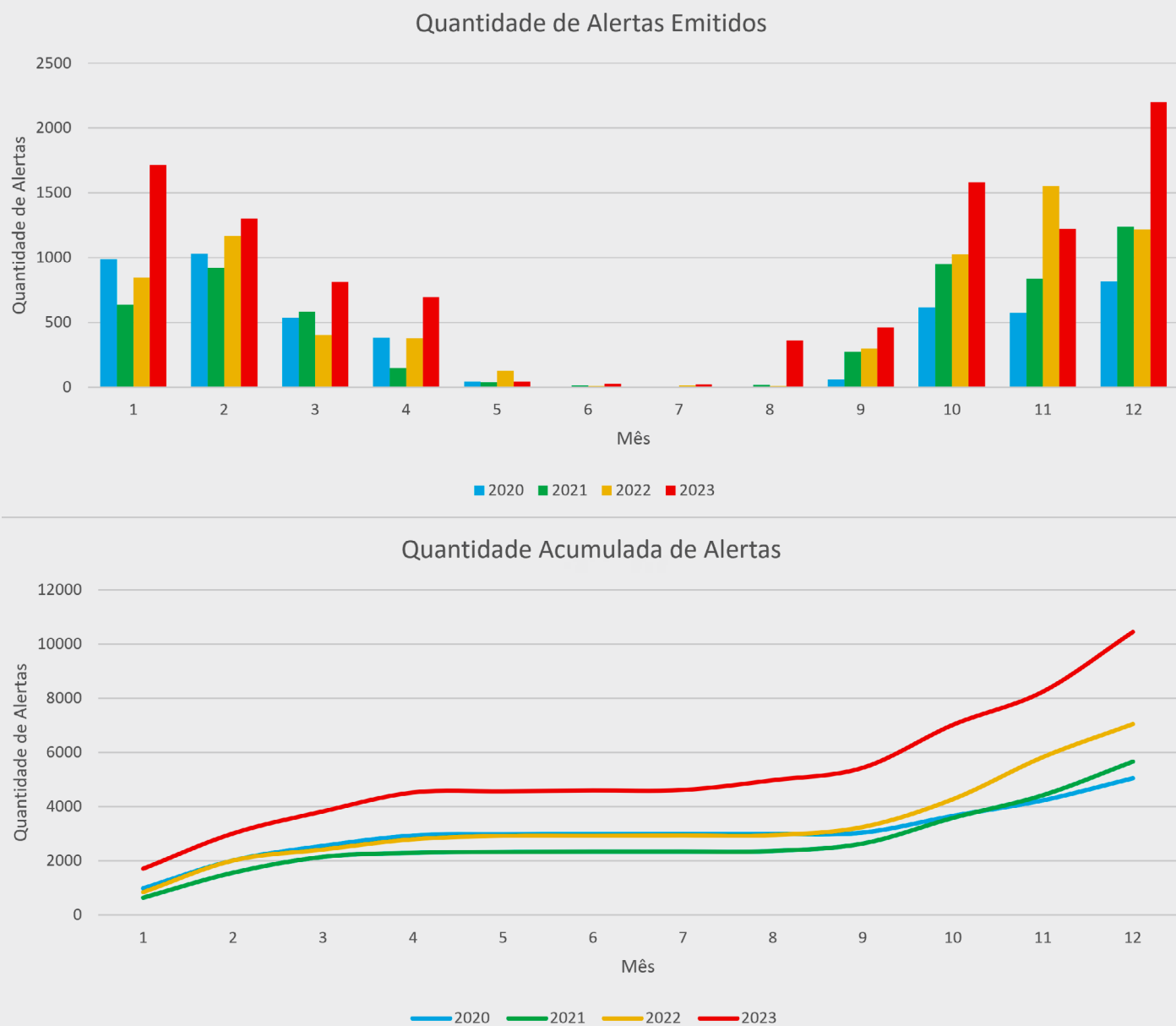


Figura 8

Totais de alertas meteorológicas emitidos entre 2020 e 2023

# RESILIÊNCIA A EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

## c) Sistema de Monitoramento e Alerta de Queimadas

Com o sistemático aumento da ocorrência de queimadas ocorrido nos últimos anos, bem como o prognóstico de aumento para as próximas décadas, a Cemig não mede esforços para aumentar sua resiliência a esse fenômeno.

Foi desenvolvido, então, o Sistema de Monitoramento, Análise e Alerta de Queimadas da Cemig (**Figura 9**), consistindo em ferramentas e técnicas que permitem à empresa:

- Identificar as regiões atingidas por queimadas ao longo de suas linhas de transmissão e Distribuição. Isso permite uma análise de desligamentos mais eficiente, otimização da atividade de limpeza das faixas de servidão e educação ambiental das comunidades próximas.
- Monitorar e emitir alertas em tempo real, permitindo o envio de equipes de campo para avaliar a situação antes de atingir as linhas.
- Calcular o risco físico de ignição de queimadas, possibilitando o dimensionamento adequado das equipes de campo.

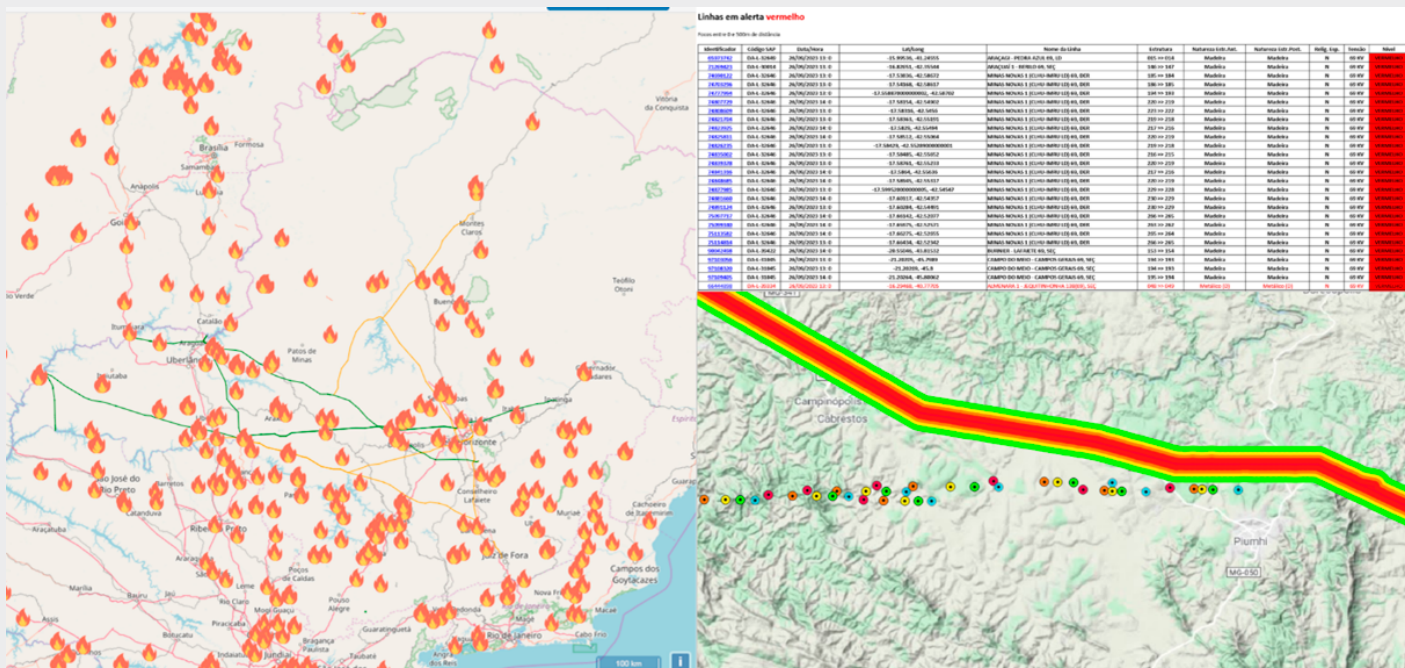


Figura 9 Exemplo do SMAQ. Fonte: Cemig.



No ano de 2023, foram emitidos 10.284 alertas de queimadas para as linhas de transmissão e distribuição de energia da Cemig (**Figura 10**).

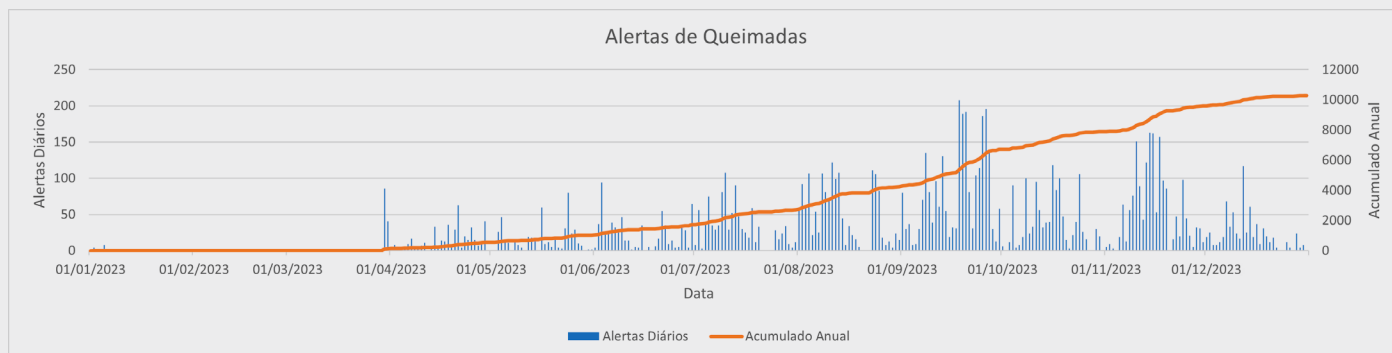


Figura 10

Alertas de Queimadas emitidos em 2023. Fonte: Cemig

## d) Sistema de Previsão Meteorológica

A Cemig possui um robusto sistema de previsão meteorológica, que tem por objetivo aumentar a eficiência operacional das diversas atividades da empresa. Esse sistema utiliza dados de diversas fontes, tanto internas, como os dados do sistema de monitoramento meteorológico, quanto externas, desde dados observacionais até modelos meteorológicos que representam o estado da arte em previsão numérica de tempo.

Para manter esse sistema, a Cemig possui equipe de meteorologia própria, que usa, além das ferramentas já citadas, modelos meteorológicos brasileiros, europeus e americanos de modo a gerar cenários meteorológicos previstos para as diversas atividades da empresa, com cada produto criado para atender as necessidades de cada setor da empresa.

Dentre as aplicações desse sistema, direcionadas à resiliência e à adaptabilidade às mudanças climáticas, pode-se citar:

**PREVISÃO DE TEMPESTADES:** diariamente são realizadas previsões de tempestades para as áreas de interesse da Cemig, de modo a preparar o montante de equipes necessárias para fazer frente a possíveis desligamentos de energia na rede Cemig causados por tempestades.

**PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS:** a previsão de precipitação é elaborada diariamente para garantir a operação mais eficiente e segura possível para os reservatórios da Cemig, de modo a antever possíveis situações de risco e evitar ou diminuir os riscos à população, à infraestrutura das usinas e ao meio ambiente.

**ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO:** para garantir uma alocação eficiente de equipes e insumos, é disponibilizado às áreas fins previsões específicas para as atividades de manutenção de modo a planejar o momento adequado para realiza-las de modo seguro e eficiente.

**GERAÇÃO DE ENERGIA:** todo o planejamento de geração da empresa é baseada em previsões hidrometeorológicas, para garantir o melhor uso dos recursos disponíveis.

**GESTÃO DE CHEIAS:** em períodos de alta pluviometria, a gestão correta dos reservatórios pode evitar a ocorrência de eventos danosos de enchente, portanto em períodos críticos, são realizadas previsões em tempo real, utilizando todas as ferramentas de monitoramento e previsão disponíveis na empresa de modo a garantir o máximo de segurança na operação das usinas.

## e) Alertas meteorológicos para o estado de Minas Gerais

Entendendo o grande impacto das mudanças climáticas para a sociedade, a Cemig possui, desde 2022, um acordo de cooperação técnica entre a empresa, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e a Defesa Civil Estadual (CEDEC), firmado com o Gabinete Militar do Governador. Nesse acordo, cabe à Cemig e ao Igam, em dias e horários predeterminados, a emissão de alertas meteorológicos à Defesa Civil Estadual sobre tempestades que poderão trazer consequências sérias para a população, permitindo que esta emita alertas para todas as cidades de Minas Gerais.

## 5.1. ANÁLISE DE EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

Nesta seção, analisamos variáveis e fenômenos relacionados a eventos meteorológicos extremos no estado de Minas Gerais, com foco em dados de temperatura, queimadas raios, rajadas de vento e precipitações intensas. Identificamos padrões que podem ajudar a prever e a mitigar os impactos desses eventos nas atividades da empresa. Para efeito de comparação, também apresentamos dados relacionados aos anos anteriores.

Ao analisarmos essas variáveis e fenômenos em conjunto, podemos obter uma imagem mais completa e precisa dos eventos meteorológicos extremos. Neste estudo, destacamos os eventos intensos e de curta duração.



## PRECIPITAÇÃO

Na **Figura 11**, temos os totais de ocorrências de acumulados de precipitação em 24 horas, calculados a partir de dados de estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) entre 2021 e 2023. Cada ocorrência diária, de cada estação, é somada, de acordo com sua faixa.

Como houve uma diminuição das chuvas acumuladas de 2023, quando comparado com a média histórica (**Figura 12**), já era esperado que houvesse uma diminuição das ocorrências em 2023, sobretudo pela diminuição do número de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

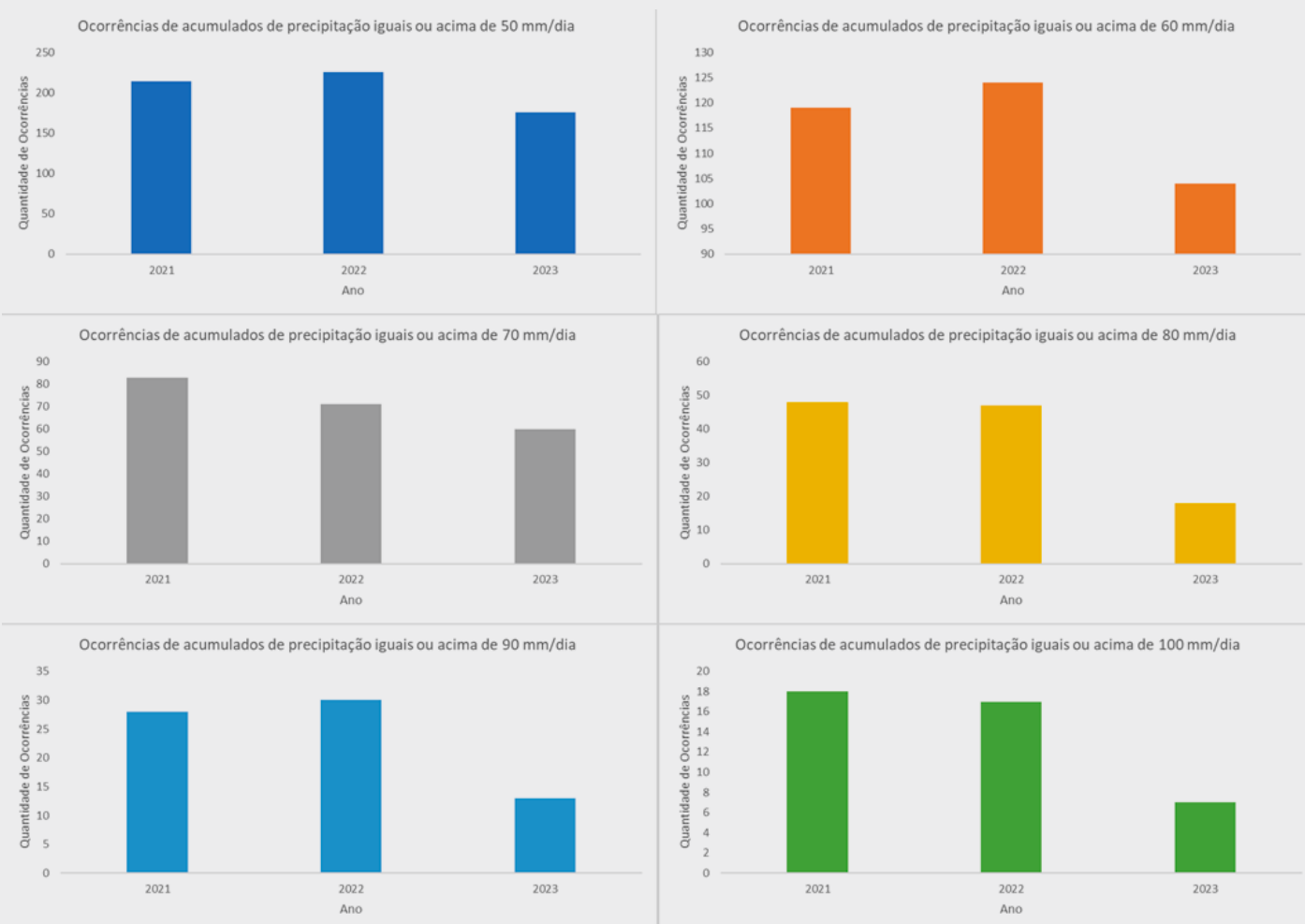


Figura 11

Número de ocorrências para diferentes valores de precipitação diária. Fonte: Adaptado por Cemig a partir de dados do INMET.

## RAJADAS DE VENTO

Com a diminuição do número de ZCAS, já era esperado também que o aumento da temperatura associado à diminuição da nebulosidade provocasse um aumento das tempestades severas, pois haveria uma maior disponibilidade de calor na camada atmosférica. Esse efeito torna-se claro na análise das rajadas de vento e do número de descargas elétricas atmosféricas, que aumentaram consideravelmente e que será apresentado a seguir.

Na **Figura 12**, temos a mesma análise realizada para a precipitação, mas agora com o foco nas faixas de eventos significativos de rajadas de vento. Nesse caso, foi contado todos os dias nos quais cada uma das estações meteorológicas registrou rajadas ventos acima de um determinado valor, de modo a obter informações, tanto da abrangência, quanto da extensão dos eventos significativos de vento em cada ano.

Desde 2021, percebe-se um aumento substancial na frequência de ocorrência de fortes rajadas de vento, o que fica evidente no gráfico da figura, em que houve um aumento em todas as faixas de magnitude de rajadas de vento analisadas, mostrando um cenário desafiador para os próximos anos.

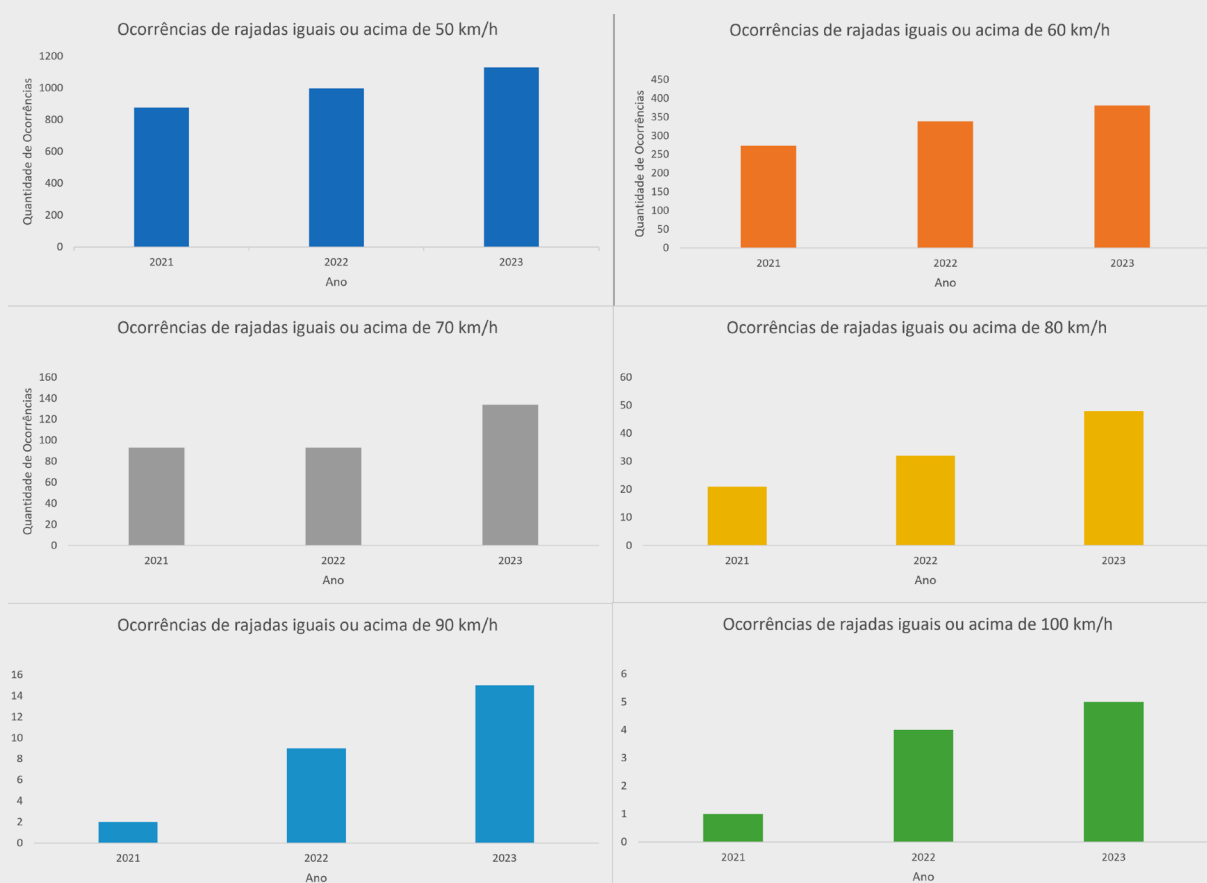


Figura 12

Número de ocorrências para diferentes valores de rajada máxima diária. Fonte: Adaptado por Cemig a partir de dados do INMET.

## TEMPERATURA

Na **Figura 13**, encontram-se os valores máximos absolutos de temperatura máxima registrados em 2022 e 2023, bem como a diferença entre eles, obtidos a partir dos dados das estações do INMET. Nesses registros, observa-se que diversas estações, sobretudo no norte e Triângulo Mineiro, apresentaram valores acima dos 40 °C, e que uma quantidade considerável das demais aproximaram-se deste valor. Outro ponto de atenção observada é que diversas estações registraram um aumento de 4 a 5 graus entre 2022 e 2023.

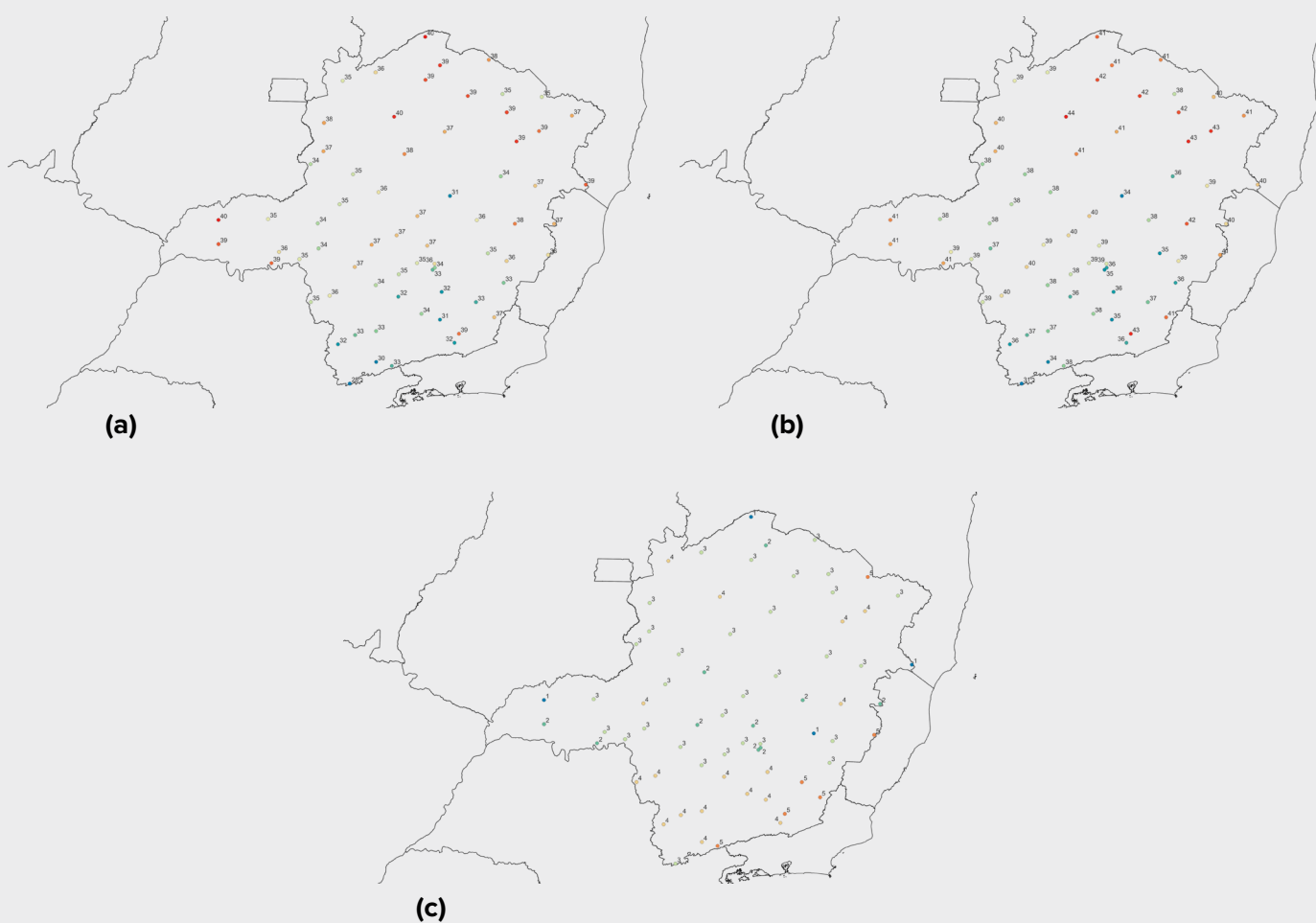


Figura 13

Temperatura máxima absoluta (°C) registradas em 2022 (a), 2023 (b) e a diferença entre os dois anos (c). Fonte: INMET



## RAIOS

Outro indicador do aumento dos eventos meteorológicos extremos é o grande aumento de raios detectados pela Rede Integrada Nacional de Descargas Atmosféricas (RINDAT), que pode ser visto comparando-se os dados presentes na **Figura 14** e **Figura 15**. Nesses mapas, pode-se observar um aumento substancial em todas as regiões, mas com destaque para o Triângulo Mineiro, Zona da Mata, Região Central e Noroeste de Minas, regiões que concentram a maior parte da população do estado.

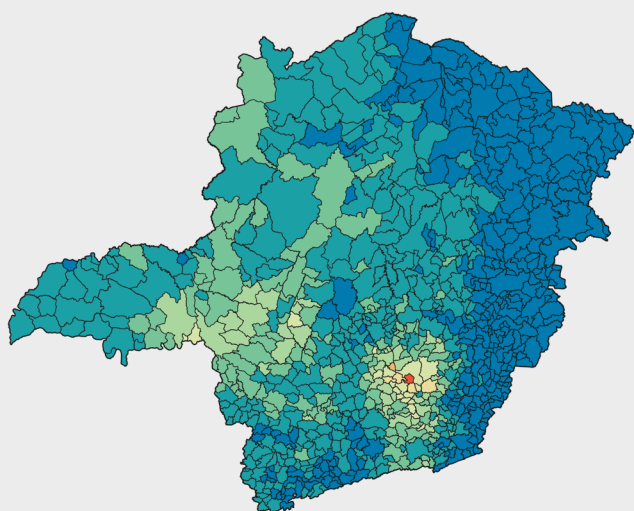


Figura 14

Densidade de descargas (Raios/km<sup>2</sup>) por município em 2022. Fonte: RINDAT.

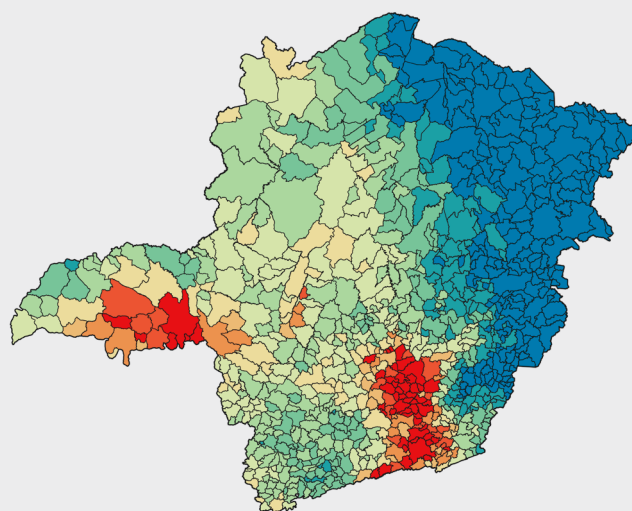


Figura 15

Densidade de descargas (Raios/km<sup>2</sup>) por município em 2023. Fonte: RINDAT.

## QUEIMADAS

Para análise das queimadas ocorridas no estado, foram utilizadas duas fontes de dados, sendo a primeira os dados disponibilizados pelo Fire Information for Resource Management System (FIRMS), sistema desenvolvido pela NASA que disponibiliza dados de focos de calor obtidos por radiômetros a bordo de satélites, possibilitando a identificação e localização de possíveis incêndios. A segunda fonte se refere aos dados de focos de queimadas detectados para o Brasil (INPE, 2019).

O ano de 2023, apesar dos recordes de temperatura, inclusive em Minas Gerais, apresentou um total de focos de queimadas para o estado abaixo da média, que é de 9.845. Segundo os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foram identificados 6.502 focos de queimadas em 2023. Na **Figura 16**, encontram-se os totais anuais dos focos de queimada detectados em Minas Gerais, segundo o INPE, com destaque para o mínimo (barra verde) e o máximo (barra vermelha) já registrados em Minas.

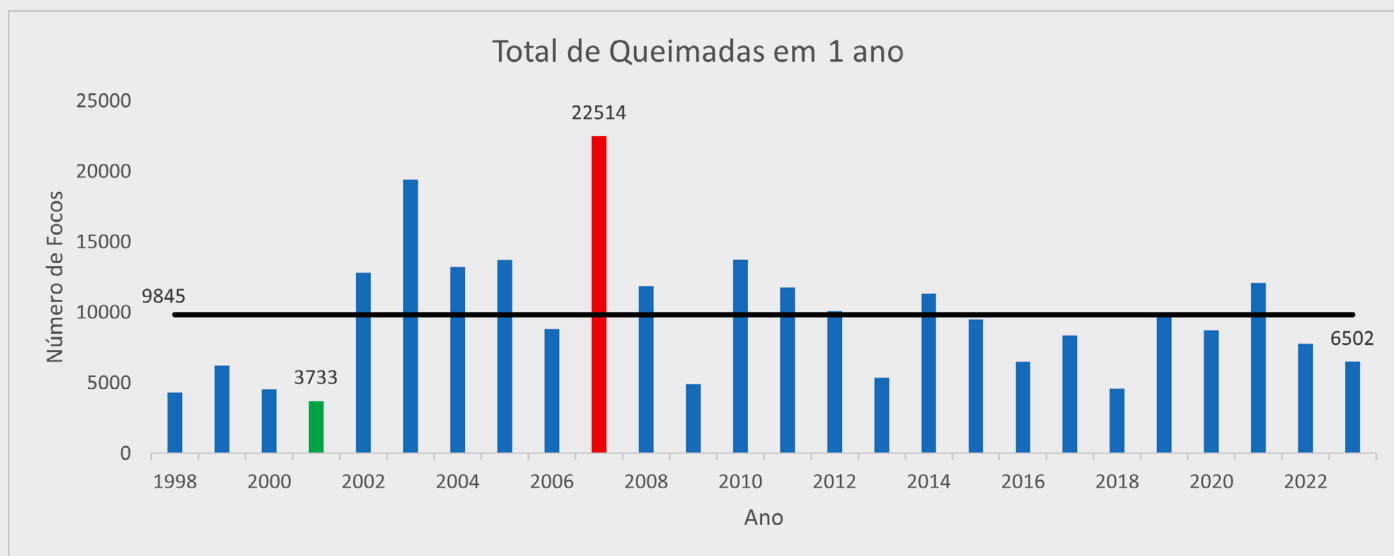


Figura 16

Total Anual de Queimadas em Minas Gerais. FONTE: INPE

Na **figura 17**, encontram-se os focos de calor detectados até 500 metros das principais linhas de transmissão e distribuição da Cemig, totalizando 5.770. Cabe salientar que esses focos são todos os detectados pelos satélites, sem distinção de referência a queimadas específicas. Ou seja, uma mesma queimada pode ter sido detectada por mais de um satélite.

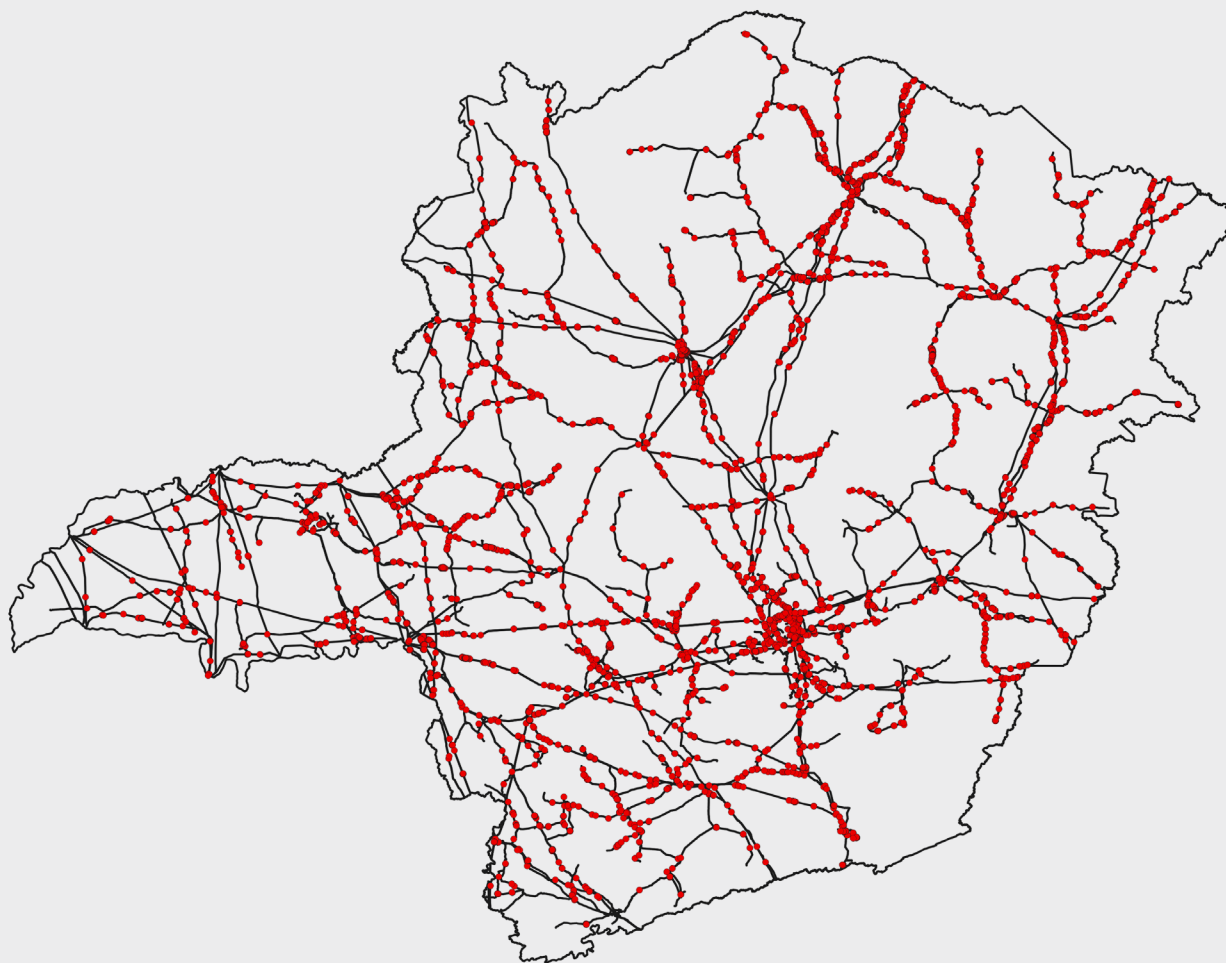


Figura 17

Focos de Calor Detectados até 500 metros das principais Linhas da Cemig em 2023.

FONTE: NASA, adaptado por Cemig



## 5.2. MELHORIA DO SERVIÇO DE PREVISÃO METEOROLÓGICO

As ações listadas nos itens a seguir se encontram em fase de implementação, tendo iniciado em 2023 e com expectativa de conclusão entre os anos de 2024 e 2025.

### a) Expansão da rede de detecção de Descargas Elétricas

A Cemig faz parte da Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas (RINDAT), que é uma rede de sensores especializados e centrais de processamento que permitem detectar, em tempo real, as descargas atmosféricas em parte do território brasileiro. Atualmente, a RINDAT é constituída pelas seguintes instituições: CEMIG, FURNAS e SIMEPAR.

Atualmente a rede de detecção de raios de propriedade da Cemig é composta por seis sensores (**Figura 5**), mas, desde 2023, está em processo de expansão, com o objetivo de atingir dez sensores ao longo de 2024 e, dessa forma, melhorar a eficiência na detecção dos raios para a área de interesse da Cemig. O sensor de Manga já foi instalado, e o de Pissarrão, removido para alocação em Araguari, de modo que a nova rede terá a distribuição vista na **Figura 18**.

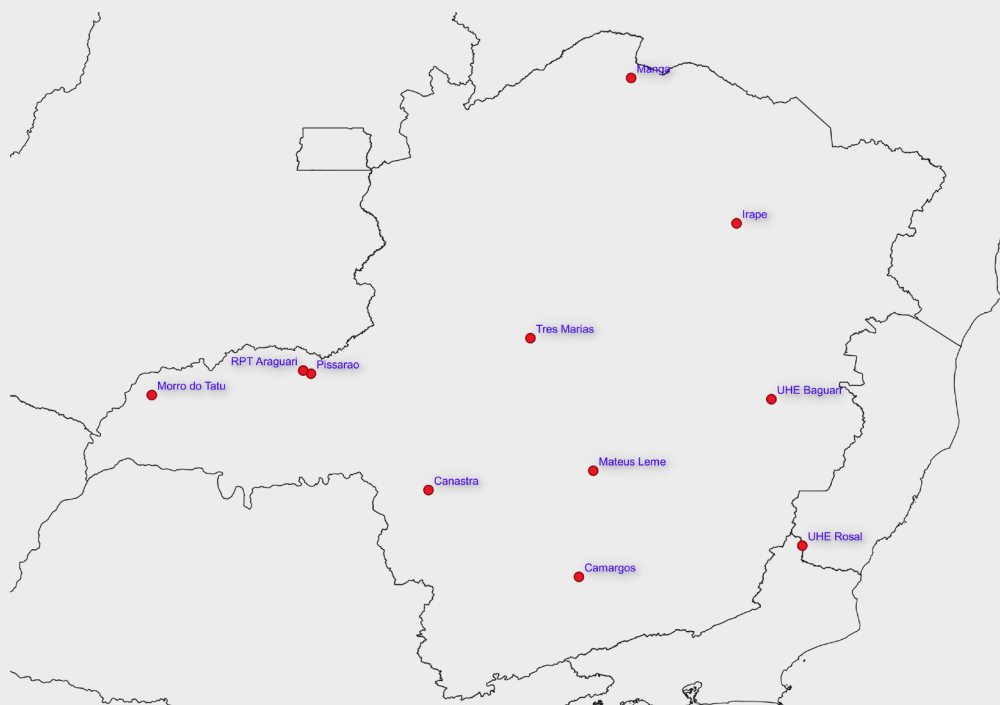


Figura 18

Nova Rede de Sensores de Detecção de Raios da Cemig (em implementação). Fonte: Cemig

## b) Expansão da Rede Anemométrica

Dentre os grandes desafios relacionados às tempestades, um deles é a baixa densidade de dados meteorológicos. Como a maioria dos fenômenos relacionados à tempestades ocorrem entre as escalas convectivas e de mesoescala, as redes públicas e privadas (inclusive à da Cemig) ainda não possuem a quantidade ideal para monitorar eficientemente esses fenômenos. Pensando nisso, a empresa fez uma análise criteriosa da localização de todas as estações meteorológicas disponíveis em Minas Gerais e das áreas mais suscetíveis a tempestades e decidiu ampliar sua rede anemométrica, adquirindo 30 novas estações para compor sua rede. Atualmente elas se encontram em processo de compra e serão distribuídas de acordo com o mapa da **Figura 19**.

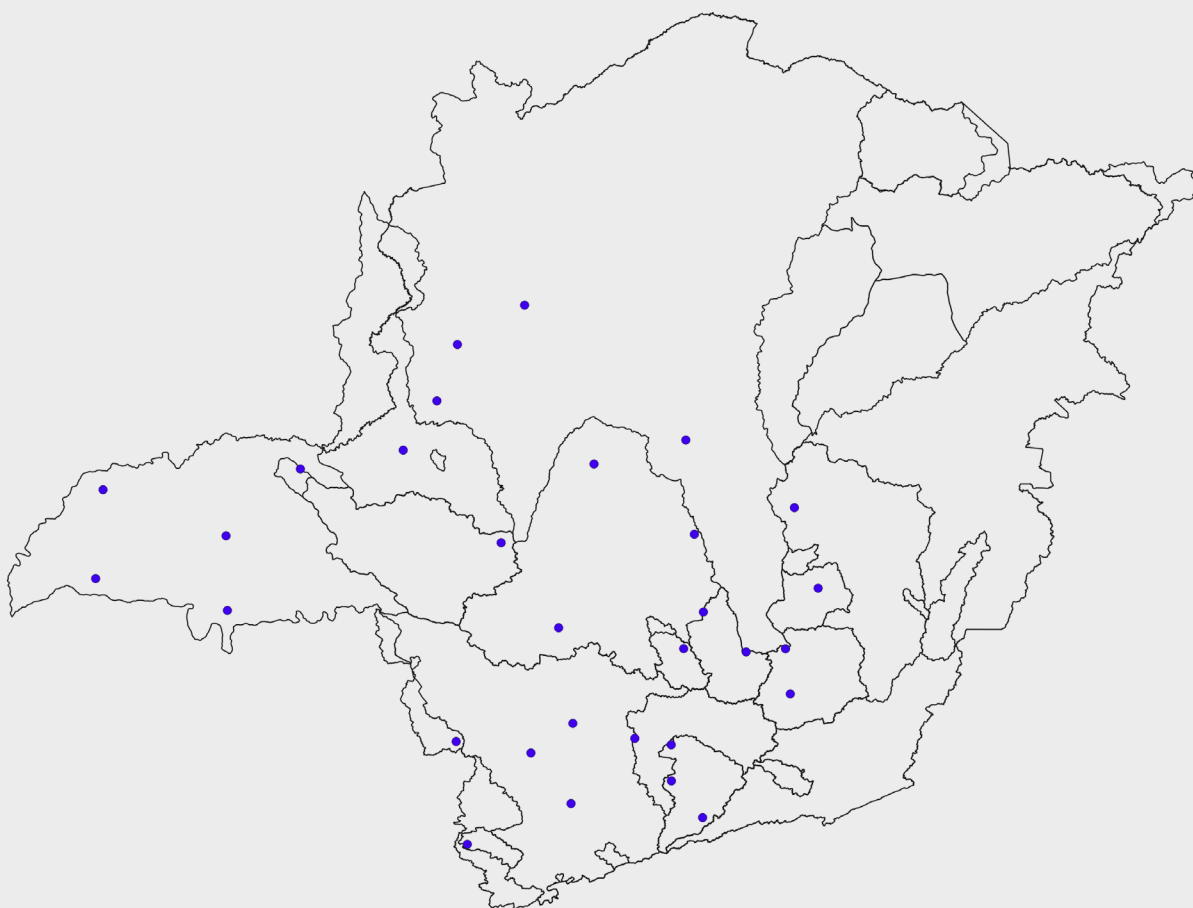


Figura 19

Localização das 30 novas estações da Cemig. Fonte: Cemig.

## c) Elevação do nível do mar – Usinas Eólicas no Ceará

Além das questões atmosféricas, há uma preocupação crescente sobre o aumento do nível do mar nos locais onde estão instalados os parques eólicos da Cemig. Análises iniciais indicam um aumento gradativo nos próximos anos, como pode ser visto no gráfico da **Figura 20**.

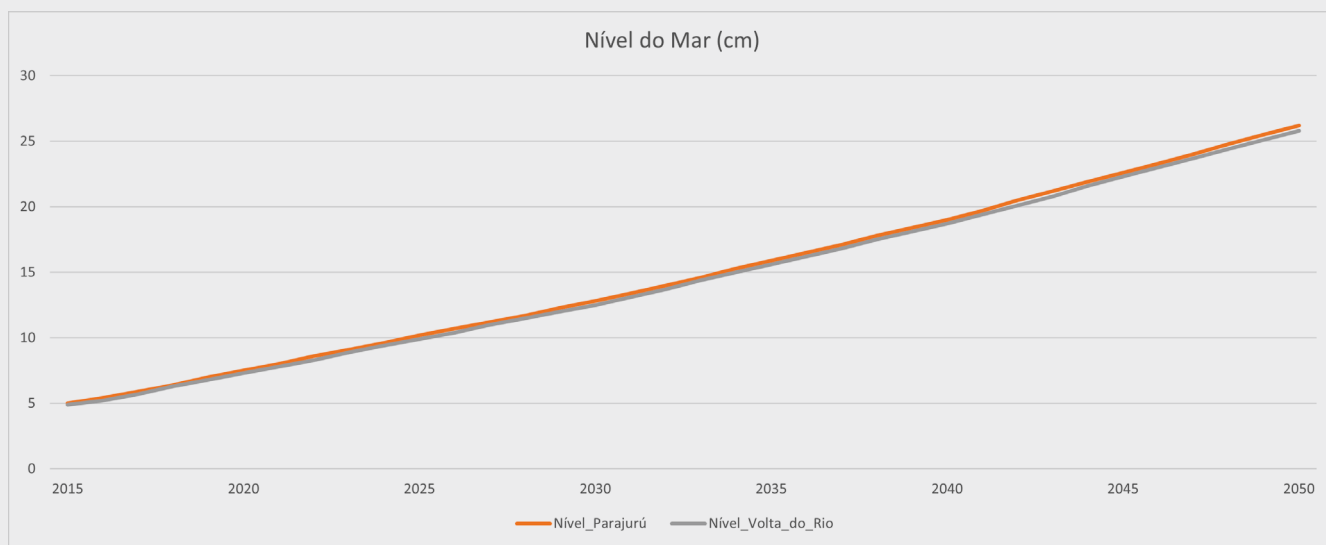


Figura 20

Projeção do nível médio do mar nos parques eólicos da Cemig. Fonte:CMIP6.

## d) Upgrade do Radar Meteorológico

O radar meteorológico da Cemig foi adquirido em 2011 e possibilitou maior segurança para a operação dos empreendimentos hidrelétricos e para a sociedade. O radar também é estratégico para o controle e a operação dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Com a antecipação das informações sobre a direção de deslocamento e intensidade das chuvas, é possível estimar a quantidade de água que chegará ao reservatório e ajustar sua operação hidráulica para minimizar os efeitos das cheias para a população e para o empreendimento.



O radar está instalado no Morro do Elefante, município de Mateus Leme, Minas Gerais. Sua localização estratégica, no alto de um morro de cerca de 1.270 metros de altitude e quase sem barreiras em sua área de influência, possibilita uma ampla varredura, levando à melhoria da segurança meteorológica em toda a Zona Metalúrgica e Campo das Vertentes, boa parte da Bacia do Rio Doce, Zona da Mata e Alto São Francisco. Com esse equipamento, é possível identificar, monitorar e estimar a ocorrência de precipitação. Também é possível monitorar e identificar o tipo de chuva e a ocorrência de granizo, a intensidade dos ventos e a velocidade de deslocamento das tempestades.

Entretanto, verificou-se a necessidade de realizar a atualização de alguns dos equipamentos e programas computacionais que integram o radar, portanto a Cemig fará, ao longo de 2024, um investimento de quase 2 milhões de reais na modernização dessa importante ferramenta de monitoramento.

### 5.3. INICIATIVAS EM ANÁLISE

As iniciativas a seguir contemplam análises de viabilidade em andamento, com o objetivo de definir os meios e os recursos necessários à sua implementação, caso as análises indiquem ganhos com sua execução.

#### a) Novo Radar Meteorológico

Considerando a importância das informações geradas por um radar meteorológico e levando em conta a atual distribuição de dados desses equipamentos em Minas Gerais (**Figura 4**), a empresa está considerando a aquisição de mais um radar, a ser instalado no Triângulo Mineiro (**Figura 6**). Neste momento, estão sendo realizados estudos de viabilidade financeira e técnica para definição sobre a aquisição do equipamento (**Figura 21**).

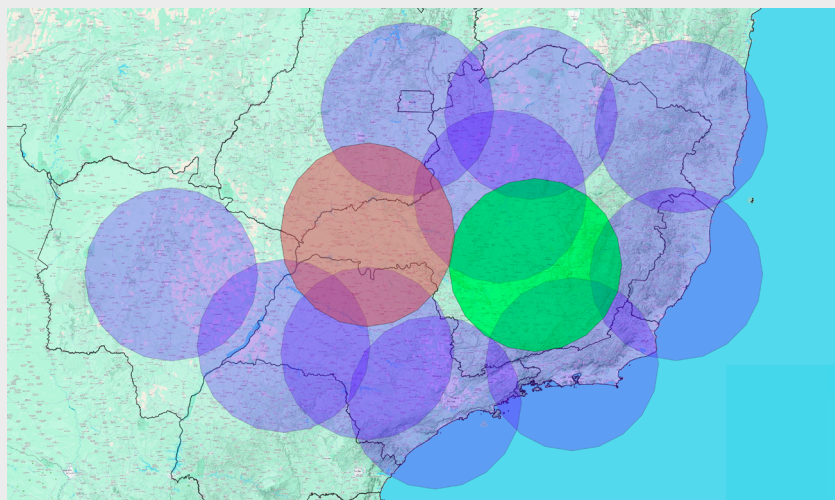


Figura 21

Possível localização do novo radar Meteorológico da Cemig (círculo vermelho). Fonte: Cemig.

### **b) Inteligência Artificial Aplicada à Previsão Meteorológica**

A Cemig está fazendo o levantamento das principais iniciativas em inteligência artificial aplicada à previsão meteorológica em grandes empresas que já estão na vanguarda das pesquisas na área. Atualmente os esforços da Nvidia, Google e Huawei se mostram promissores, estando em análise a possibilidade de aquisição ou instalação dos Modelos Meteorológicos de IA pela Cemig.

### **c) Estudos sobre Monitoramento e Previsibilidade de Eventos de Seca**

A Cemig está avaliando a realização de pesquisas com o objetivo de criar indicadores hidroclimáticos de eventos de seca nas áreas de interesse da empresa, com o objetivo de incorporar técnicas e ferramentais de monitoramento e previsão para diversos horizontes de tempo.

### **d) Ondas de Calor**

Considerando o impacto que as ondas de calor de 2023 causaram nos equipamentos de transmissão e distribuição da Cemig, serão iniciados estudos relacionados à previsibilidade e alerta de eventos dessa natureza.

### **e) Nanosatélites**

A Cemig possui um projeto de pesquisa voltado para a utilização de nanosatélites nas suas atividades e, um dos aspectos que estão sendo considerados é a sua utilização no monitoramento de queimadas, além do desenvolvimento de melhorias no atual sistema de alerta de queimadas da empresa.

A Cemig implementa uma série de medidas para fortalecer a resiliência do sistema de distribuição, transmissão e geração de energia elétrica. A seguir, estão apresentadas as ações de adaptação por segmento de negócio.

### 6.1. AÇÕES DE ADAPTAÇÃO: DISTRIBUIÇÃO

As ações da adaptação na distribuição de energia envolvem esforços para tornar a rede mais resiliente, capaz de resistir aos eventos climáticos extremos, através de investimentos na modernização da infraestrutura, implementação de sistemas de monitoramento e proteção contra eventos climáticos extremos e estruturação do programa de convivência de árvores e redes.

#### a) Modernização e resiliência da rede

Com o Plano de Desenvolvimento da Distribuidora (PDD), a empresa investe na modernização e resiliência da rede com foco na melhoria da qualidade do fornecimento, renovação de ativos, mudança de patamar tecnológico e expansão na capacidade de suprimento de energia, com novas instalações e circuitos de dupla alimentação de sedes municipais.

O projeto de mais resiliência da rede é estruturado em três pilares principais:

- I. Melhoria da infraestrutura do sistema elétrico por meio de obras de modernização, digitalização e expansão.
- II. Redução do tempo de resposta a eventos climáticos severos, correção de falhas e execução de serviços, com ações estruturadas para um atendimento rápido e eficiente, além da automação dos sistemas.
- III. Robusto programa de manutenção com iniciativas de conservação de todo o sistema elétrico e técnicas avançadas de manutenção preditiva, baseadas em estudos analíticos e no ciclo de vida dos ativos.

## DEFINIÇÃO DE AÇÕES DE ADAPTAÇÃO

Dentre os pilares supracitados, destacamos:

### Religadores:

Os religadores trazem grande benefício para a continuidade do fornecimento de energia, pois recompõem o sistema elétrico automaticamente, no menor tempo possível, em caso de interrupções por defeitos transitórios. O aumento do número desses equipamentos instalados na nossa rede de distribuição torna o sistema mais seguro e confiável, com efeitos imediatos para toda a população. Está prevista a instalação de cerca de 5 mil equipamentos adicionais no sistema.

### Medidores Inteligentes:

Os medidores inteligentes (Smart Meters) permitem obter, automaticamente, informações em tempo real sobre o consumo de eletricidade. Para a concessionária, eles trazem benefícios como leitura remota e alerta de falta de energia. Para o consumidor, com esses medidores é possível saber quais equipamentos estão consumindo mais energia, quais são os horários de maior consumo, entre outras informações, permitindo um consumo consciente de energia. Está prevista a substituição de mais de 1 milhão de medidores obsoletos e instalação de mais 1,25 milhão de medidores inteligentes, além dos necessários investimentos em telecomunicações.

### Preparação da Equipe:

Mais equipes para atuação em atendimentos emergenciais permitirão que a Cemig reduza o tempo médio de restabelecimento em caso de falhas no sistema elétrico ou falta de energia.

### Recursos para Manutenção:

Manutenções com um orçamento 15% maior que 2023 (quase 900 milhões). A Cemig realizará inspeções em mais de 140 mil km de sua rede de energia, verificando as condições de operação e segurança, realizará a poda de aproximadamente 600 mil árvores em áreas urbanas (aumento de 6%) e fará a roçada de mais de 36 mil km de faixas abaixo de suas redes rurais (aumento de 21%), minimizando a possibilidade de problemas com a vegetação.

### Dupla Alimentação de Municípios:

Implementar, até 2027, a dupla alimentação de todas as sedes municipais de sua área de concessão com alternativas de alimentação em caso de uma falha que leve ao bloqueio de um circuito. Em 2024, a Cemig garantirá a dupla alimentação para mais 15 municípios, alcançando 91% das cidades em sua área de concessão com pelo menos duas fontes distintas de fornecimento.



### b) Arborização Urbana

Estruturação do Programa de convivência de árvores e redes de energia que engloba as seguintes iniciativas:

- Inspeção da vegetação urbana por arboristas para diagnóstico da saúde das árvores.
- Substituição de árvores inadequadas à rede.
- Supressão de árvores com risco de queda.
- Destinação adequada dos resíduos (priorização do uso agrícola).
- Doação de mudas/apoio ao desenvolvimento de viveiros.
- Elaboração de convênios com as prefeituras para formalização de realização de podas e definição de fluxo para substituição de árvores com risco ao sistema elétrico de potência (SEP).

### c) Ferramentas de Previsão Meteorológica utilizadas na distribuição:

- Rede de estações meteorológicas própria.
- Radar meteorológico banda C de dupla polarização.
- Rede de sensores de detecção de descargas elétricas atmosféricas.
- Estação de recepção de imagens de satélites.
- Sistema de emissão de alertas meteorológicos.
- Sistema de monitoramento, previsão e alerta de queimadas.
- Sistema de acompanhamento de mudanças climáticas.

## 6.2. AÇÕES DE ADAPTAÇÃO: TRANSMISSÃO

As ações de adaptação da transmissão consistem na atualização dos planos de contingência, treinamentos constantes das equipes de operação e manutenção (O&M), aquisição de estruturas de emergência e otimização da logística de atendimento para todas as equipes, digitalização dos ativos de linhas aéreas em ambiente geoespacial, modernização dos equipamentos e ferramentas de inspeção de linhas.

### a) Atualização dos Planos de Contingência:

Investimentos na modernização desses planos, incorporando novas tecnologias como:

- **Tecnologia GIS:** permite uma análise geoespacial precisa e detalhada de onde se encontra a nossa infraestrutura, facilitando a identificação de áreas de risco e a tomada de decisões estratégicas em emergências.
- **Estruturas Emergências – Torres de emergência triangulares (TET):** fornecem soluções rápidas e eficientes para a reconstrução de linhas de transmissão danificadas, garantindo a rápida retomada do fornecimento de energia.
- **Sistemas de Comunicação para Internet Banda Larga:** asseguram comunicação ininterrupta durante eventos climáticos, permitindo o monitoramento remoto da infraestrutura, a coordenação das equipes de reparo e a comunicação rápida e eficaz com os clientes.

#### Observação:

As mesmas ferramentas do item “c” da **seção 6.1** aplicam-se à transmissão de energia.

### 6.3. AÇÕES DE ADAPTAÇÃO: GERAÇÃO

Diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e da crescente necessidade de diversificar a matriz energética, a empresa intensifica seus investimentos em energia solar e eólica e implementa medidas para mitigar os impactos dos eventos climáticos severos.

### a) Gestão Eficaz dos Reservatórios Hidrelétricos:

**Monitoramento dos reservatórios:** a empresa monitora rigorosamente o nível e a vazão dos rios, permitindo a identificação precoce de situações de risco e a tomada de medidas preventivas para evitar inundações e outros impactos negativos. Essa prática garante a segurança das barragens, a proteção das comunidades ribeirinhas e a otimização da geração de energia hidrelétrica.

## DEFINIÇÃO DE AÇÕES DE ADAPTAÇÃO

**Previsão Meteorológica:** a Cemig possui um robusto sistema de previsão que utiliza os mais modernos modelos meteorológicos do mundo para garantir a gestão mais eficiente dos seus reservatórios e maximização da geração hidrelétrica da empresa com o menor risco possível. Considerando a segurança dos novos empreendimentos da Cemig nas fontes eólica e solar, e diante dos possíveis riscos à infraestrutura e pessoal, a Cemig está ampliando o escopo dos alertas meteorológicos e de queimadas para incluir esses novos ativos, garantindo assim a continuidade e eficiência na geração de energia.

**Previsão Hidrológica:** para a adaptação ao cenário de mudanças climáticas, em que eventos extremos (secas e inundações) vêm se tornando mais frequentes e intensos, a Cemig tem investido em ferramentas que permitam trabalhar com previsões probabilísticas, utilizando várias fontes de dados observados de precipitação e de vazão e de modelos de previsão meteorológica para alimentar os modelos hidrológicos de previsão de vazões. Com o sistema integrador FEWS-Cemig, conseguimos trabalhar com um enorme número de cenários de previsões e avaliar as consequências que esses vários cenários podem trazer para os empreendimentos e as comunidades de jusante. Assim, se os eventos têm mudado a frequência de ocorrência, conseguimos aplicar técnicas estatísticas para adotar nas análises os cenários que melhor se adequam à nova realidade climática. Dessa forma, minimizamos os riscos para os empreendimentos e comunidade afetada, atuando de forma preventiva nos alertas.

### **b) Comunicação Transparente e Engajamento da Comunidade:**

**Diálogo aberto:** a Cemig mantém um canal de comunicação aberto e transparente com as comunidades afetadas pelas operações dos seus reservatórios. A empresa fornece informações atualizadas sobre os níveis dos reservatórios, as vazões dos rios e as medidas de segurança em vigor, promovendo a confiança e a participação da comunidade na gestão dos recursos hídricos.

**Ferramentas digitais:** a empresa disponibiliza o aplicativo Prox, que permite à população acompanhar em tempo real as informações sobre os níveis e vazões dos rios e reservatórios. Essa iniciativa facilita o acesso à informação, habilita a comunidade a participar ativamente e promove a transparência na gestão dos recursos hídricos.

### c) Parcerias Estratégicas:

**Colaboração com órgãos públicos:** a Cemig trabalha em conjunto com órgãos de defesa civil, Corpo de Bombeiros, prefeituras e outros órgãos relevantes para garantir a segurança da população em situações de risco causadas por eventos climáticos. Essa colaboração demonstra o compromisso da empresa com a segurança pública e a proteção das comunidades.

**Participação em comitês de bacias hidrográficas:** a Cemig atua ativamente em comitês de bacias hidrográficas, contribuindo para a gestão participativa dos recursos hídricos e para a promoção do desenvolvimento sustentável das regiões. Essa participação demonstra o compromisso da empresa com a responsabilidade socioambiental e com a construção de um futuro mais sustentável para todos.

### d) Investimentos em Energias Renováveis:

**Expansão da geração solar e eólica:** a Cemig intensifica seus investimentos na construção de usinas solares e eólicas, buscando reduzir sua dependência da geração hidrelétrica no longo prazo e explorar ao máximo a complementaridade que existe em um portfólio de fontes renováveis.



Figura 22

Usina Solar



# DEFINIÇÃO DE AÇÕES DE ADAPTAÇÃO

Tabela 1: Ações de adaptação ao risco físico por atividade de negócio

Risco Físico	Atividade de Negócio	Impacto potencial no negócio	Ações Implementadas até 2023	Ações planejadas para os próximos 5 anos
Aumento da temperatura	Transmissão/Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento do estresse dos equipamentos, levando a danos e redução da vida útil, como, por exemplo, transformadores.</li> <li>Aumento da evaporação e consequente diminuição dos recursos hídricos e aumento da probabilidade de queimadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento da temperatura a nível local e em grande escala.</li> <li>Identificação de áreas com alto risco observado.</li> <li>Projeto Piloto no sistema Betim 6, 345 kV sobre a capacidade dinâmica de LTs por meio de Gêmeos Digitais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melhorias no sistema de previsão meteorológica.</li> <li>Modernização das linhas de distribuição.</li> <li>Melhoria na previsão de ondas de calor.</li> </ul>
Aumento da velocidade dos ventos	Transmissão/Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>Danos nas estruturas que suportam as linhas aéreas de energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento dos eventos climáticos e utilização de alertas meteorológicos como forma de preparação da equipe de operação.</li> <li>Treinamentos de Planos de Contingências para as equipes com adequações e melhorias da última revisão realizada nos planos de contingências.</li> <li>Encontro técnico sobre aplicações práticas de Planos de Contingências com outras empresas no Brasil (CTEEP, TAESA).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Treinamentos técnicos constantes com as equipes de O&amp;M para reconstrução das Linhas.</li> <li>Aquisição de estruturas de emergência e otimização da logística de atendimento para todas as equipes da transmissão.</li> <li>Digitalização dos ativos de Linhas Aéreas em ambiente geoespacial, modernização dos equipamentos e ferramentas de inspeção de Linhas.</li> <li>Desenvolvimento de Projetos de P&amp;D Aneel para medir o impacto das alterações climáticas junto aos ativos das linhas aéreas.</li> <li>Realização de encontros técnicos sobre novas tecnologias aplicáveis nos planos de contingência no setor de transmissão de energia.</li> <li>Desenvolvimento de novas soluções de engenharia no mercado do setor de elétrica, nacional e internacional.</li> <li>Analisar mapas de ventos dos últimos anos para identificar os locais com maior incidência de ventos críticos que possam comprometer as estruturas da Linhas Aéreas.</li> </ul>
Redução da Disponibilidade hídrica	Geração hidrelétrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução da geração hídrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investimentos em novas fontes de geração de energia (solar e eólica)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investimentos em novas fontes de geração de energia (solar e eólica).</li> <li>Identificar áreas mais suscetíveis a redução de disponibilidade hídrica através das análises dos cenários climáticos futuros.</li> </ul>
Chuvas intensas	Transmissão/Distribuição/Geração	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descontinuidade do serviço de fornecimento de eletricidade.</li> <li>Danos a estruturas dos reservatórios, incluindo o risco de rompimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modernização das linhas de distribuição: automação de religadores digitalização e modernização das subestações.</li> <li>Treinamentos de Planos de Contingências para as equipes que incluem as adequações e melhorias identificadas na última revisão desses planos.</li> <li>Encontro técnico sobre aplicações práticas de Planos de Contingências de outras empresas no Brasil (Cemig D, CTESP, TAESA, Seccional e Imagem geossistemas).</li> <li>Sistema de Previsão Hidrometeorológica para todas as usinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar treinamentos técnicos constantes com as equipes de O&amp;M para reconstrução das Linhas</li> <li>Aquisição de estruturas de emergência e otimização da logística de atendimento para todas as equipes da transmissão.</li> <li>Digitalização dos ativos de Linhas Aéreas em ambiente geoespacial, modernização dos equipamentos e ferramentas de inspeção de Linhas.</li> <li>Desenvolvimento de Projetos de P&amp;D Aneel para medir o impacto das alterações climáticas junto aos ativos das linhas aéreas.</li> <li>Buscar soluções inovadoras em engenharia disponíveis no mercado nacional e internacional, que contribuam para o aumento da resiliência do setor elétrico.</li> <li>Realização de novos encontros técnicos sobre novas tecnologias aplicáveis nos planos de contingência do setor de transmissão de energia.</li> <li>Implementar novas versões dos modelos meteorológicos. Além da calibração/recalibração dos modelos hidrológicos de previsão de vazões.</li> </ul>
Incêndios	Transmissão/Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>Danos em estruturas que suportam as linhas aéreas de energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpeza de faixa mecanizada.</li> <li>Desenvolvimento do Sistema de monitoramento contra queimadas, plataforma on-line <a href="http://www.apagaofogo.eco.br">www.apagaofogo.eco.br</a>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar limpeza de faixa mecanizada, e aprimorar o sistema de monitoramento contra queimadas, plataforma on-line <a href="http://www.apagaofogo.eco.br">www.apagaofogo.eco.br</a>.</li> </ul>

**CEMIG**



**MINAS  
GERAIS**

GOVERNO  
DIFERENTE.  
ESTADO  
EFICIENTE.