



# *Mapeamento e Avaliação de Riscos Climáticos*

## Complexo Solar Fotovoltaico de Boa Sorte – Paracatu, MG

Sumário Executivo

30 de maio de 2023

Projeto nº 0674803

Climate Impact  
Platform  
by



© Copyright 2023 by ERM Worldwide Group Limited and/or its affiliates ('ERM'). All Rights Reserved.  
No part of this work may be reproduced or transmitted in any form or by any means, without prior  
written permission of ERM.

*The business of sustainability*



# Conteúdo

<b>1.</b>	<b>Sumário Executivo</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Metodologia</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Principais <i>Findings</i></b>	<b>10</b>



# Sumário Executivo

---

# Sumário Executivo

## Escopo da avaliação de riscos climáticos

- A **ERM Brasil** (ERM) foi contratada pela **Atlas Energia Renovável do Brasil** (Atlas) para realização do estudo de vulnerabilidade climática da operação do futuro **Complexo Solar Fotovoltaico Boa Sorte** (Paracatu/MG), de acordo com os mais atuais e relevantes cenários climáticos e metodologia baseada nas recomendações da *Task Force on Climate Related Financial Disclosures (TCFD)*.
- Uma análise de risco físico foi realizada para o ativo usando a ferramenta de triagem de risco físico proprietária da **ERM**, a *Climate Impact Platform by ERM*.
- Para avaliar os potenciais impactos futuros das mudanças climáticas, foram selecionados dois cenários de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE): um cenário pessimista de emissões elevadas (SSP5-8.5) e um cenário otimista (SSP1-2.6). Para cada cenário, foram avaliados três horizontes de tempo: linha de base (atual), 2030 e 2050.
- Esta análise revisou nove riscos climáticos diferentes que poderiam danificar ativos ou gerar um impacto financeiro para o **Complexo Solar Fotovoltaico Boa Sorte**. Um total de dois eventos manifestaram-se como riscos de "bandeira vermelha", sendo eles: Incêndios Florestais e Calor extremo.

Evento Climático	Cenário	Baseline	2030	2050
Incêndios Florestais	SSP1-2.6	⚠️ (2.64)	⬆️ (3.18)	⬆️ (3.42)
	SSP5-8.5	⚠️ (2.64)	⬆️ (3.30)	⬆️ (4.02)
Calor Extremo	SSP1-2.6	⚠️ (2.72)	⬆️ (3.92)	⬆️ (5.04)
	SSP5-8.5	⚠️ (2.72)	⬆️ (4.80)	⬆️ (6.32)

- Projetado para o futuro à medida que a mudança climática aumenta a probabilidade de eventos perigosos agudos e crônicos, espera-se que o risco aumente para a maioria dos eventos analisados.
- Os resultados fornecidos neste documento destacam os eventos de maior risco para o **Complexo Solar Fotovoltaico Boa Sorte**. Maiores detalhes podem ser encontrados no Relatório Completo (0674803 ATLAS CCRA 30MAI23 RLF 04.pdf).
- Com base na priorização dos riscos, foi desenhado um plano preliminar de adaptação para a **Atlas**, considerando diretrizes gerais e também medidas específicas para os riscos priorizados (classificados como níveis Alto ou Muito Alto).



# Metodologia

---

# Modelagem Climática

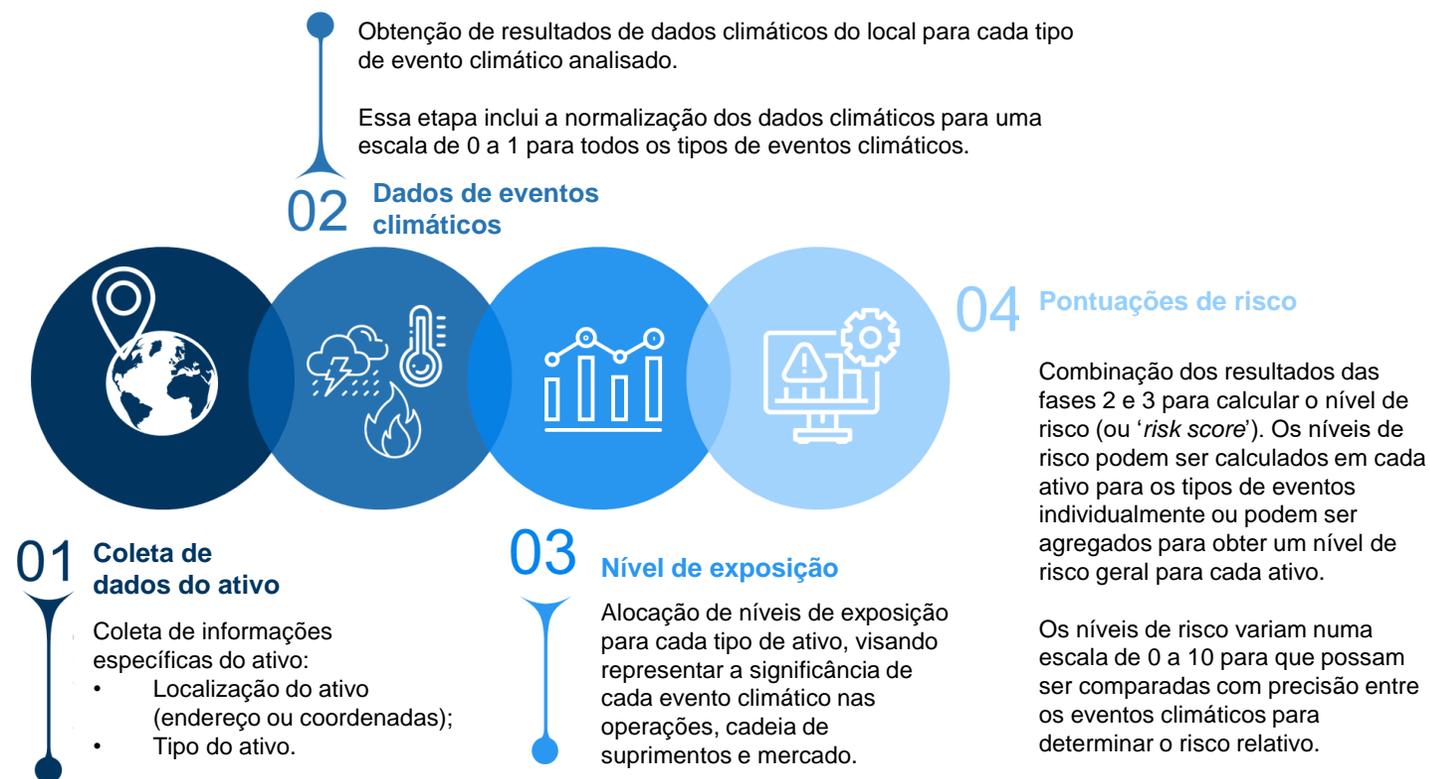
Climate Impact Platform by ERM



A **Climate Impact Platform** extrai de um banco de dados de conhecimento detalhado sobre as vulnerabilidades de diferentes tipos de ativos e uma variedade de projeções climáticas para avaliar rapidamente a exposição de um ativo a riscos climáticos.

## Metodologia da Plataforma

A figura ao lado descreve a metodologia seguida pela Plataforma da **ERM** para realizar a avaliação dos riscos físicos relevantes para os ativos pré-selecionados.

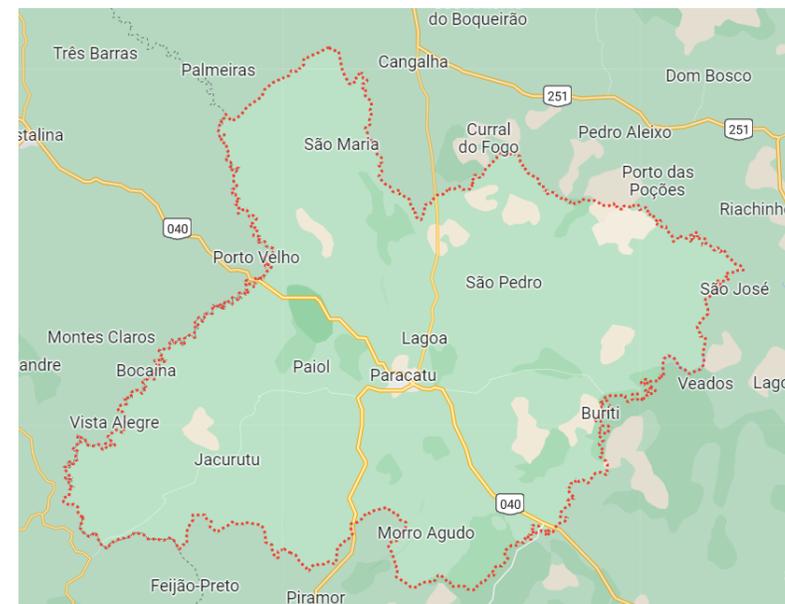


# Modelagem Climática

## Seleção das Coordenadas

- Inicialmente, a **Atlas** indicou oito pontos propostos para inclusão na avaliação dos riscos físicos, englobando quatro pontos na área da Planta Fotovoltaica (PV) e quatro ao longo da Linha de Distribuição (LD).
- Os oito pontos foram analisados pela **ERM**, levando em consideração a resolução dos indicadores climáticos contemplados na *Climate Impact Platform by ERM* e as características da região do empreendimento.
- O Complexo Solar Fotovoltaico Boa Sorte está localizado no município de Paracatu/MG. A região do empreendimento está localizada no bioma cerrado, na divisa entre as bacias hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio Paranaíba.
- Foi proposta então uma priorização dos pontos mais representativos e estes foram então revisados e validados pela **Atlas**. Portanto, o estudo contemplou uma amostra de quatro pontos ao longo do empreendimento, sendo dois posicionados na área PV e dois ao longo da LD (coordenadas a seguir).

Identificação Inicial	Descrição/ Racional para Seleção	Latitude	Longitude
CCRA01	PV: Proximidade do reservatório UHE Batalha no Rio São Marcos ( <b>Bacia do Paranaíba</b> )	-17.168479	-47.298203
CCRA03	PV: Trecho na cabeceira da <b>Bacia do São Francisco</b>	-17.184676	-47.275942
CCRA06	LD: <b>Área de pastagem</b>	-17.109101	-47.217350
CCRA08	LD: Área do <b>Parque Estadual Paracatu (PEP)</b>	-17.059815	-47.127731

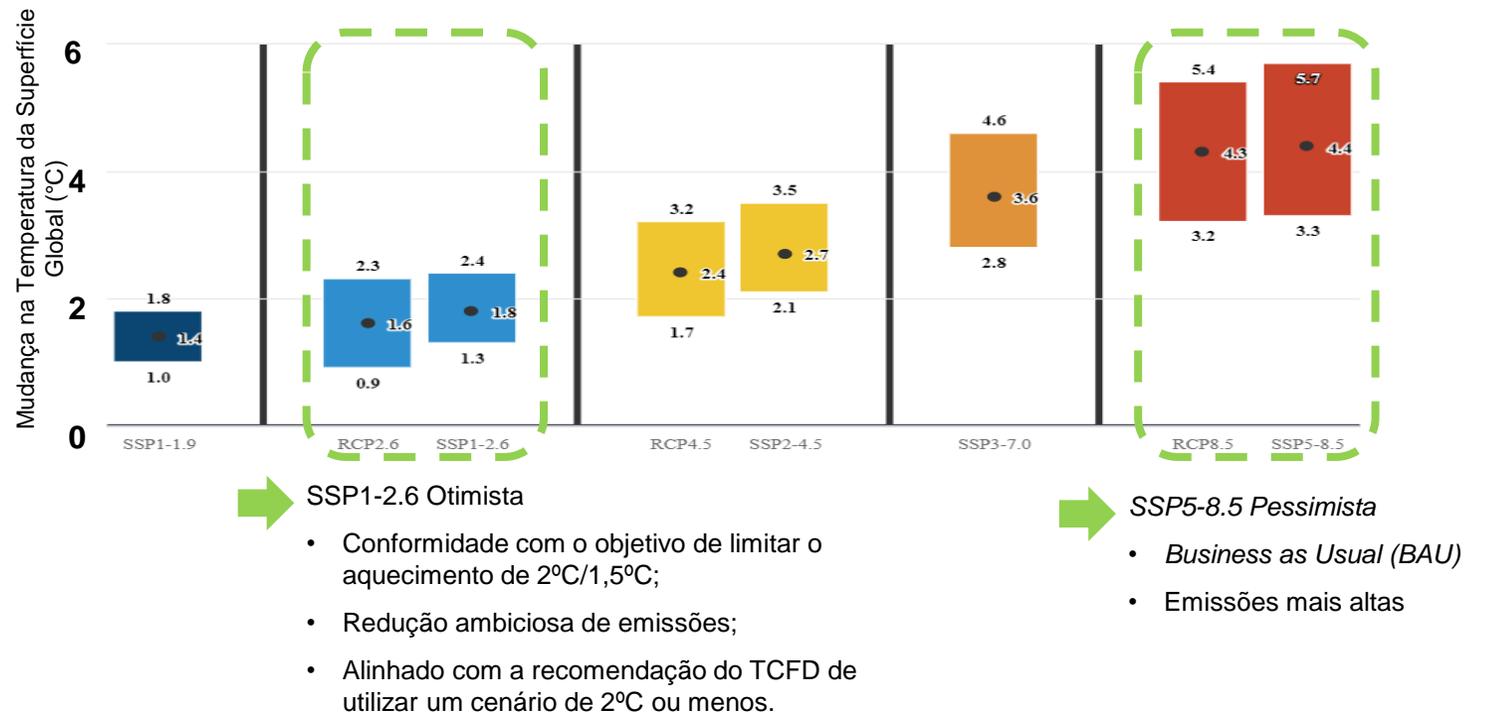


# Modelagem Climática

## Horizontes Temporais e Cenários Climáticos

O estudo realizado considerou os intervalos estabelecidos pelo IPCC para os horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, estabelecendo os horizontes futuros de curto prazo (2030) e de médio prazo (2050), além da linha de base.

- Para a avaliação dos riscos físicos, foram considerados, dentre os cenários *Shared Socioeconomic Pathways*, do IPCC AR6 (2021):
- 1 (um) cenário alinhado com o objetivo de limitar o aquecimento global em 1,5°C ou 2°C (como o SSP1 RCP 2.6); e
- Outro contemplando o cenário *Business as Usual - BAU* (como o SSP5 RCP 8.5).
- Essa seleção está alinhada às recomendações do TCFD.



# Modelagem dos Riscos Físicos

## Dados Climáticos

- Para obtenção dos dados climáticos, a plataforma utiliza **indicadores climáticos**, ou seja, indicadores relacionados à nove tipos de eventos climáticos com dados para avaliar as condições atuais e tendências futuras de acordo com projeções de cenários climáticos físicos. Os dados dos indicadores são oriundos do 6º Relatório do IPCC (AR6), complementado por fontes adicionais (como *WRI Aqueduct*, *NASA*, *Fathom*, entre outros). São eles:

Tipo de Risco*	Riscos Climáticos	Indicadores (Unidade)
Crônico	Inundação costeira	Profundidade de Inundação Costeira (metros)
Crônico	Frio extremo	Índice de Duração do Período de Frio ( <i>CSDI</i> ) (dias)
Crônico	Calor extremo	Índice de Duração do Período de Calor ( <i>WSDI</i> ) (dias)
Agudo	Inundação de chuva extrema	Profundidade de Inundação Pluvial (metros)
Agudo	Inundação fluvial	Profundidade de Inundação Fluvial (metros)
Agudo	Incêndios florestais	Índice de Perigo de Incêndio Florestal ( <i>FFDI</i> ) (dias)
Agudo	Ciclones tropicais	Velocidade Máxima do Vento do Ciclone Tropical (nós)
Agudo	Deslizamentos induzidos por chuvas	Índice de Deslizamentos Induzidos por Chuvas ( <i>R/I</i> ) (número de dias com chance potencial de evento de deslizamento)
Crônico	Estresse hídrico e seca	Estresse Hídrico (mudança na categoria de estresse hídrico)

\*Conforme taxonomia do TCFD.



## Principais *findings*

---

# Principais Findings

Uma visão de alto nível dos riscos físicos atuais e futuros

- Dentre os nove riscos climáticos analisados, somente dois estão compreendidos nos intervalos dos **níveis Alto e Muito Alto** (considerados prioritários), sendo eles: **Calor Extremo e Incêndios Florestais**. Ambos os eventos climáticos podem ser correlacionados e corroboram com ocorrências de incêndios que vêm sendo observadas na região do Complexo Solar Fotovoltaico Boa Sorte, em Paracatu/MG;
- Ao comparar esses dois riscos prioritários, o evento de **Calor Extremo** apresentou Níveis de Risco mais elevados do que **Incêndios Florestais**, tanto na LD quanto em PV. Além disso, embora tenham sido amostrados quatro pontos no total, os resultados para esses dois riscos se repetiram em todos eles;
- Os demais sete riscos variaram seus **níveis entre Mínimo, Baixo e Moderado**, sendo eles: Frio Extremo, Inundação (Fluvial/ por Chuva Extrema/ Costeira\*), Ciclones Tropicais, Deslizamento Induzido por Chuva, e Estresse Hídrico e Seca;
- As etapas sugeridas para reduzir o risco incluem o desenvolvimento de uma estratégia corporativa, identificando limites operacionais para os riscos e investindo em esforços e tecnologias resilientes.



Níveis de Risco ao longo dos horizontes temporais (LD à esquerda; PV à direita).

# Tendências dos Níveis de Risco

Resultados detalhados por tipo de evento (LD)



Risco Climático	Cenário	Baseline	2030	2050
Incêndios Florestais 	SSP1-2.6	 (2.64)	 (3.18)	 (3.42)
	SSP5-8.5	 (2.64)	 (3.30)	 (4.02)
Frio Extremo 	SSP1-2.6	 (2.40)	 (1.52)	 (1.36)
	SSP5-8.5	 (2.40)	 (1.68)	 (1.52)
Calor Extremo 	SSP1-2.6	 (2.72)	 (3.92)	 (5.04)
	SSP5-8.5	 (2.72)	 (4.80)	 (6.32)
Inundação por Chuva Extrema 	SSP1-2.6	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
	SSP5-8.5	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
Deslizamento Induzido por Chuva 	SSP1-2.6	 (2.16)	 (2.58)	 (2.28)
	SSP5-8.5	 (2.16)	 (2.04)	 (2.40)
Inundação Fluvial 	SSP1-2.6	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
	SSP5-8.5	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
Ciclones Tropicais 	SSP1-2.6	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
	SSP5-8.5	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
Estresse Hídrico e Seca 	SSP1-2.6	 (0.30)	 (0.08)	 (0.08)
	SSP5-8.5	 (0.30)	 (0.08)	 (0.08)

## Principais tendências e riscos associados

Resultados da tabela ao lado são referentes ao ponto localizado no Parque Estadual Paracatu. Esse ponto apresentou os níveis de risco mais elevados. Os riscos mais prioritários para a LD foram:

### Calor Extremo:

- Níveis de risco mais elevados dentre todos avaliados para a LD;
- Tendência de aumento do nível de risco para ambos os horizontes temporais e cenários climáticos (considerado no baseline como **nível de risco moderado**);
- No cenário mais otimista (SSP1-2.6), há um **aumento moderado** em 2030 e **aumento significativo** em 2050, enquanto que para o cenário mais pessimista (SSP5-8.5), há um **aumento significativo** em ambos os horizontes temporais.

### Incêndios Florestais:

- Níveis de risco mais elevados dentre todos avaliados para a LD, após calor extremo;
- Tendência de aumento do nível de risco para ambos os horizontes temporais e cenários climáticos, mas em variações menores que as do calor extremo (considerado no baseline como **nível de risco moderado**);
- No cenário mais otimista (SSP1-2.6), há um **aumento mínimo** em ambos os anos, enquanto que para o cenário mais pessimista (SSP5-8.5), há um **aumento mínimo** em 2030 e **aumento moderado** em 2050.

Variação em relação ao Baseline						
Diminuição Significativa	Diminuição Moderada	Diminuição Mínima	Sem Variação / Variação Limitada	Aumento Mínimo	Aumento Moderado	Aumento Significativo
						

Nível de Risco				
Mínimo 0 a 1	Baixo 1 a 2	Moderado 2 a 3	Alto 3 a 4	Muito Alto 4 a 10
				

# Tendências dos Níveis de Risco

Resultados detalhados por tipo de evento (PV)



Risco Climático	Cenário	Baseline	2030	2050
Incêndios Florestais 	SSP1-2.6	 (2.64)	 (3.18)	 (3.42)
	SSP5-8.5	 (2.64)	 (3.30)	 (4.02)
Frio Extremo 	SSP1-2.6	 (1.20)	 (0.76)	 (0.68)
	SSP5-8.5	 (1.20)	 (0.84)	 (0.76)
Calor Extremo 	SSP1-2.6	 (2.72)	 (3.92)	 (5.04)
	SSP5-8.5	 (2.72)	 (4.80)	 (6.32)
Inundação por Chuva Extrema 	SSP1-2.6	 (0.24)	 (0.30)	 (0.36)
	SSP5-8.5	 (0.24)	 (0.36)	 (0.48)
Deslizamento Induzido por Chuva 	SSP1-2.6	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
	SSP5-8.5	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
Inundação Fluvial 	SSP1-2.6	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
	SSP5-8.5	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
Ciclones Tropicais 	SSP1-2.6	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
	SSP5-8.5	 (0.00)	 (0.00)	 (0.00)
Estresse Hídrico e Seca 	SSP1-2.6	 (1.20)	 (0.32)	 (0.32)
	SSP5-8.5	 (1.20)	 (0.32)	 (0.32)

## Principais tendências e riscos associados

Resultados da tabela ao lado são referentes ao ponto localizado na Bacia do Rio Paranaíba. Esse ponto apresentou os níveis de risco mais elevados. Os riscos mais representativos (prioritários) para PV foram:

### Calor Extremo:

- Níveis de risco mais elevados dentre todos avaliados para PV;
- Tendência de aumento do nível de risco para ambos os horizontes temporais e cenários climáticos (considerado no baseline como **nível de risco moderado**);
- No cenário mais otimista (SSP1-2.6), há um **aumento moderado** em 2030 e **aumento significativo** em 2050, enquanto que para o cenário mais pessimista (SSP5-8.5), há um **aumento significativo** em ambos os horizontes temporais.

### Incêndios Florestais:

- Níveis de risco mais elevados dentre todos avaliados para PV, após calor extremo;
- Tendência de aumento do nível de risco para ambos os horizontes temporais e cenários climáticos, mas em variações menores que as do calor extremo (considerado no baseline como **nível de risco moderado**);
- No cenário mais otimista (SSP1-2.6), há um **aumento mínimo** em ambos os anos, enquanto que para o cenário mais pessimista (SSP5-8.5), há um **aumento mínimo** em 2030 e **aumento moderado** em 2050.

Variação em relação ao Baseline						
Diminuição Significativa	Diminuição Moderada	Diminuição Mínima	Sem Variação / Variação Limitada	Aumento Mínimo	Aumento Moderado	Aumento Significativo
						

Nível de Risco				
Mínimo 0 a 1	Baixo 1 a 2	Moderado 2 a 3	Alto 3 a 4	Muito Alto 4 a 10
				

# Principais Riscos

Conhecer os riscos relacionados ao clima ajudará a gerenciar melhor os potenciais impactos



## Impactos Potenciais na LD



## Impactos Potenciais em PV

### Incêndios Florestais



### Calor Extremo



- Danos físicos diretos por meio de calor e chama nos equipamentos elétricos;
- Risco à saúde e segurança para o pessoal do local devido ao calor e chamas, bem como fumaça e partículas de poeira;
- Transmissão de energia pode ser afetada e conseqüentemente perda de receita;
- Sistemas de transmissão de eletricidade podem começar ou agravar incêndios florestais, podendo enfrentar repercussões sobre a causa do evento ou até mesmo interromper o fornecimento em áreas propensas a incêndios devido ao risco adicional que representam;
- Bloqueio das principais rotas de acesso dos colaboradores ao local, interrompendo reparos e manutenções programadas

- Redução da eficiência dos equipamentos elétricos;
- Eventuais interrupções de geração e perda de receita;
- Risco à saúde e segurança dos colaboradores que trabalham ao ar livre.

- Danos físicos diretos por meio de calor e chama nos equipamentos elétricos;
- Poeira e partículas de fumaça de incêndios florestais são transportadas no ar e se acumulam nos painéis, o que reduz a exposição ao sol no nível da superfície, o que diminui a geração de energia;
- Risco à saúde e segurança para o pessoal do local devido ao calor e chamas, bem como fumaça e partículas de poeira;
- Transmissão de energia pode ser afetada e conseqüentemente perda de receita;
- Bloqueio das principais rotas de acesso dos colaboradores ao local, interrompendo reparos e manutenções programadas.

- Redução da eficiência dos equipamentos elétricos;
- Reanálise do sistema de resfriamento, e possível aumento de custo;
- Eventuais interrupções de geração e perda de receita;
- Risco à saúde e segurança dos colaboradores que trabalham ao ar livre.

# Respostas

Conhecer os riscos relacionados ao clima ajudará a gerenciar melhor os potenciais impactos



## Potenciais Medidas de Adaptação para LD e PV

### Incêndios Florestais



- Posicionar os pátios de estocagem de material lenhoso e expurgo vegetal distantes dos painéis solares, além de considerar distâncias dos mesmos em relação a áreas vegetadas e comunidades (PV)\*;
- Avaliar implantação e manutenção de aceiros nos limites do empreendimento (PV)\*;
- Avaliar tecnologia ou material adequado de longo prazo, para amarração dos cabos entre as placas solares e o *string box*\*\*\*;
- Avaliação sobre a implementação de controles, manutenção e monitoramento do crescimento da vegetação do entorno (PV) e da vegetação na faixa de servidão (LD);
- Avaliação sobre engajamento e construção de relacionamento com comunidades vizinhas, devido à potencial causa de incêndios de origem não-natural (por exemplo, queima de resíduos, utilização de fogo não controlado para preparo do solo para agricultura, fogos de artifício, balões, etc.), por meio de atividades de responsabilidade social corporativa ou programas de geração de emprego para moradores locais (PV e LD)\*;
- Avaliar a seleção do ângulo apropriado do painel inclinado para limpar a poeira oriunda de incêndios florestais (PV)\*;
- Avaliação sobre instalação de estação de emergências em locais estratégicos da planta (exemplo de conteúdo: extintores de incêndio, kit de primeiros socorros, sinal sonoro, kit de vestimenta para brigadistas, holofotes, abafador de fogo, mochila anti-incêndio etc.)\*\*\*; e
- Avaliação sobre aquisição de Tanque de Água ou “Aqua tanque” para acoplamento no trator do parque para atendimento a emergências\*\*\*.

\*Baseado em estudos da literatura.

\*\*Baseado pesquisa de benchmark com empresas do setor.

\*\*\* Sugestão da equipe Atlas consultada.

# Respostas

*Conhecer os riscos relacionados ao clima ajudará a gerenciar melhor os potenciais impactos*



## Potenciais Medidas de Adaptação para LD e PV

### Calor Extremo



- Monitorar o rendimento dos equipamentos, quando necessário, com vistas a avaliar o uso de materiais mais resistentes ou de tecnologia de resfriamento, visto que estudos indicam que determinados materiais envelhecem mais rapidamente quando expostos ao calor e que determinados materiais podem não ser capazes de resistir a picos curtos de temperatura alta\*.

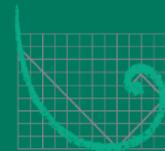
### Geral

- Avaliar o uso de tecnologias existentes no sentido de monitorar as ocorrências de incêndios em tempo real na Área de Influência Direta (AID) (como o Programa Queimadas do INPE) e criar sistemas de alerta para ajudar a antecipar riscos e melhorar a eficiência das respostas aos eventos, diminuindo o tempo de potenciais interrupções\*\*;
- Avaliar o uso de tecnologias de sinalização e detecção de arco e incêndio para diminuir o tempo de resposta de atendimento a emergências (PV)\*\*\*; e
- Incluir no Plano de Atendimento a Emergências (PAE) ações específicas para casos de incêndios e calor extremo\*\*.

\*Baseado em estudos da literatura.

\*\*Baseado pesquisa de benchmark com empresas do setor.

\*\*\* Sugestão da equipe Atlas consultada.



**ERM**

# Obrigada!

**Fernanda Britto**  
Sócia Responsável

**Fernanda.britto@erm.com**  
São Paulo, Brasil

**Ana Cheibub**  
Gerente do Projeto

**Ana.Cheibub@erm.com**  
Rio de Janeiro, Brasil

**Luciana Bernardini**  
Consultora Sênior

**Luciana.bernardini@erm.com**  
São Paulo, Brasil

**Daniela Manela**  
Consultora

**Daniela.manela@erm.com**  
São Paulo, Brasil

**Eliza Silva**  
Consultora

**Eliza.silva@erm.com**  
São Paulo, Brasil