

## A RESILIÊNCIA CLIMÁTICA E SUA APLICABILIDADE NA MINERAÇÃO

Ana Paula Silva Ferreira  
Brandt Meio Ambiente

Alceu Raposo Júnior  
Brandt Meio Ambiente/CilmAgora  
araposo@brandt.com.br

Emanuel Manfred Freire Brandt  
Brandt Meio Ambiente

Markus Weber  
Brandt Meio Ambiente

### RESUMO

A questão das alterações climáticas já deixou de ser uma mera discussão polêmica. Atualmente é considerada por muitos como uma possibilidade real, de interferência negativa, nos custos e estabilidade dos negócios de uma empresa ou governo. Por força desta nova realidade, com organizações empresariais formando uma rede altamente interdependente, a adoção de uma estratégia que inclui conhecimento e adaptação às mudanças climáticas é hoje parte do desenvolvimento das operações do negócio. No setor da mineração, percebe-se a adoção de uma postura ainda efêmera perante o assunto, enquanto outros setores, inclusive governos, encontram-se à frente no desenvolvimento de metodologias em busca de resiliência quanto às mudanças climáticas. O objetivo deste artigo é instigar oportunidades de aplicação da resiliência climática aos negócios da mineração.

**Palavras-chave: variações climáticas; vulnerabilidade climática; riscos climáticos; resiliência climática.**

### ABSTRACT

The climate change issues are no longer a mere polemic discussion. It is currently discussed as a real possibility of negative interference in the cost and stability of business and governments. Under this new reality, in which business organizations form a highly interdependent network, the adoption of a strategy that includes awareness and adaptation to climate change is now part of the development of business operations. In the mining sector, one still notices the adoption of an ephemeral posture towards the issue. On the other hand, other economy sectors including governments lead the development of methodologies that allow resilience to climate changes. The purpose of this article is to stimulate application opportunities of climate resilience to the mining business.

**Keywords: climate change; climate vulnerability; climate risks; climate resilience.**

## INTRODUÇÃO

A questão das alterações climáticas já deixou de ser apenas uma discussão polêmica reservada aos cientistas, políticos ou ambientalistas. Até há pouco, as conclusões e previsões do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas), órgão das Nações Unidas criado para estudar essas alterações, eram vistas com reservas por governos e empresários. Entretanto, no último fórum econômico, realizado em Janeiro de 2014 na Suíça, onde estavam reunidas as principais economias mundiais, os EUA surpreendentemente se declararam favoráveis a políticas ambientais mais contundentes. Exemplo disso é o site recentemente criado pela Casa Branca que apresenta os prováveis efeitos das alterações climáticas sobre o território dos EUA, com o objetivo específico de “informar e preparar as comunidades, empresas e cidadãos para tais alterações” (<http://www.data.gov/climate/>).

Em seu último relatório, o IPCC [1] indicou que as alterações climáticas já representam perdas da ordem de 1,5% do PIB mundial, número este acima de um trilhão de dólares. Segundo o mesmo relatório, nas próximas duas décadas esses números serão ainda maiores, afetando fortemente os negócios em todo o mundo. Dessa forma, mais do que nunca, os atores políticos, as empresas e a sociedade em geral terão que se antecipar e preparar para incluir a variável “mudanças climáticas” em seu contexto de operação.

Segundo a Política Nacional de Mudanças Climáticas [3], a resiliência é definida como “conjunto de iniciativas e estratégias que permitem a adaptação, nos sistemas naturais ou criados pelos homens, a um novo ambiente, em resposta à mudança do clima atual ou esperada”.

No meio técnico-científico é consensual que as medidas de resiliência a serem adotadas são essencialmente de caráter sistêmico, onde as dimensões ecológica, geofísica e socioeconômica têm igual importância. Ademais, todo cenário macroeconômico encontra-se intrinsecamente intertravado, onde a atuação de um único setor ou país pode influenciar a confiança do consumidor e “stakeholders” em geral. Assim, tendo em vista a natureza multicausal e não linear dos eventos causados pelas mudanças climáticas [4] o problema não deve ser encarado de forma simplista. Dessa forma, para desenvolver resiliência às mudanças climáticas, não bastam medidas pontuais ou cautelares simples. É preciso incorporar uma nova postura entre todos os participantes do empreendimento, permeando todo o organograma. Entre as medidas, é necessário mapear com precisão as vulnerabilidades às quais a empresa está sujeita, frente a diversos cenários, tendo em vista as incertezas e a imprevisibilidade dos eventos extremos causados pelas mudanças climáticas.

Nesse viés, as políticas públicas deverão complementar as ações do setor privado, com coordenadas de planejamento, atuando diretamente sobre os limites dados pelas adversidades climáticas existentes nos diferentes setores (agrícola, energia, transporte, mineração, florestal, etc.). A integração das políticas públicas com os instrumentos de gestão privativos acabam compondo a resiliência de um país. Para tanto, o *World Wide Fund for Nature – WWF* [5] cita como prioridade a articulação e integração dos planos de ordenamento territorial, de uso e ocupação do solo, de bacias hidrográficas, urbanísticos e de zoneamentos ecológico-econômicos.

Neste cenário, empresas com o devido preparo para criar resiliência às alterações climáticas, estarão menos sujeitas aos efeitos das mudanças climáticas, podendo até mesmo encontrar oportunidades efetivas para agregar valor ao negócio. Na gestão empresarial, os conceitos de vulnerabilidade e geração de resiliência serão parte intrínseca para evitar impactos severos ao longo da operação do negócio [4].

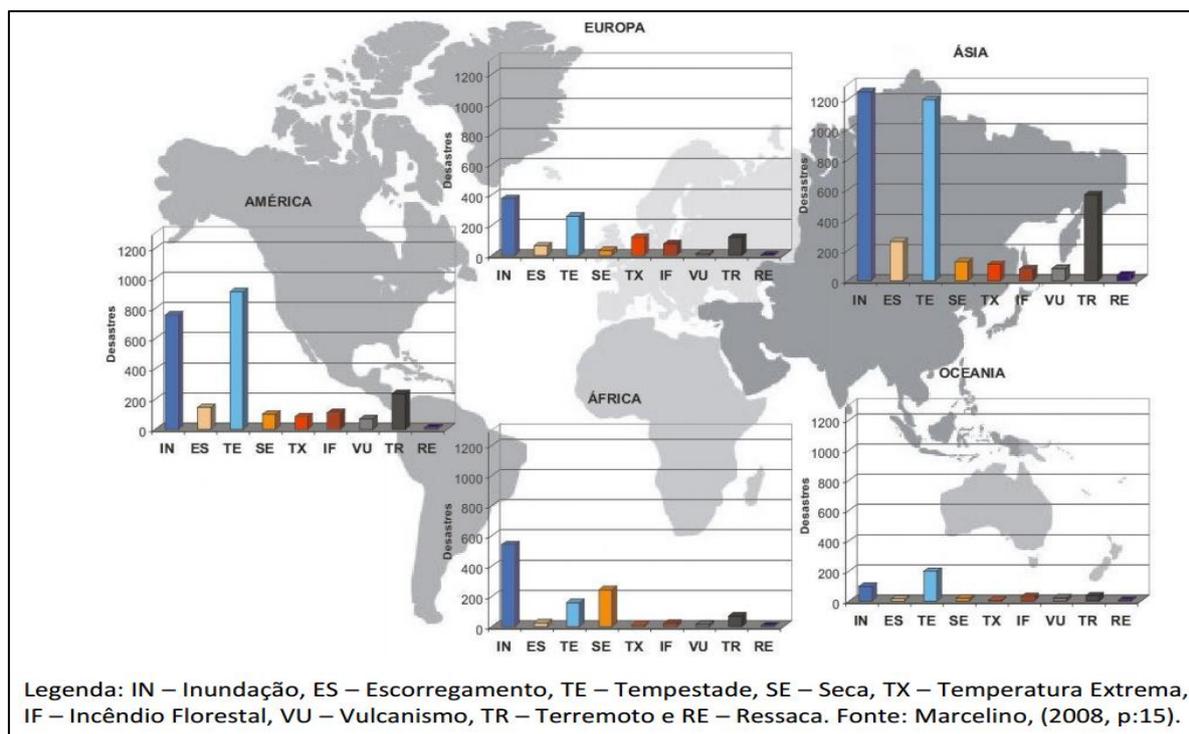
Considerando a importância do tema, este artigo tem como objetivo refletir a respeito dessa nova realidade e instigar oportunidades na melhoria da resiliência para organizações

empresariais também no setor da mineração, bem como fornecer subsídios para que os atuais e futuros empreendedores do setor incorporem aos seus negócios aspectos relacionados à vulnerabilidade climática. Entre os objetivos específicos encontra-se a busca de uma maior confiabilidade dos stakeholders nas organizações, mas também a implantação de uma cultura de sustentabilidade ambiental, social e econômica, conforme as premissas internacionais adotadas recentemente.

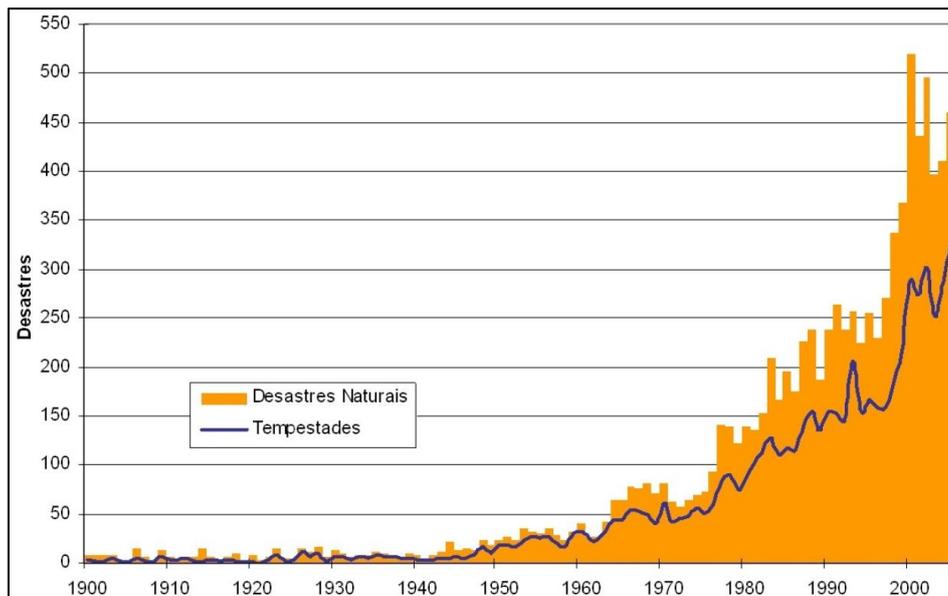
## OS EVENTOS EXTREMOS E AS VARIABILIDADES CLIMÁTICAS

Segundo o 4º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [1], elaborado por centenas de cientistas do mundo inteiro, os atuais níveis de concentração de gases de efeito estufa (GEE) são alarmantes. Os cientistas preveem que a temperatura média do planeta possa se elevar entre 1,8°C e 4°C até 2100, o que causaria alterações drásticas no meio ambiente e nas sociedades em geral.

Esse cenário de elevação de temperatura levaria a um aumento da intensidade de eventos extremos e, também, à alteração do regime das chuvas, com maior ocorrência de secas e enchentes. Estudos de modelos climáticos demonstram que, além de colocarem em risco a vida de grandes contingentes urbanos, tais mudanças no clima do planeta poderiam desencadear epidemias e pragas, ameaçar a infraestrutura de abastecimento de água e luz, bem como comprometer os sistemas de transporte. Muitos desses impactos já poderiam ocorrer antes de 2050, com elevados efeitos econômicos.



**Figura 1 - Distribuição por continente dos desastres naturais ocorridos no globo no período de 1900 a 2006 - IPCC (2007) [1].**



**Figura 2 - Frequência de desastres naturais ocorridos em todo o globo no período de 1900 a 2006 - IPCC (2007) [1].**

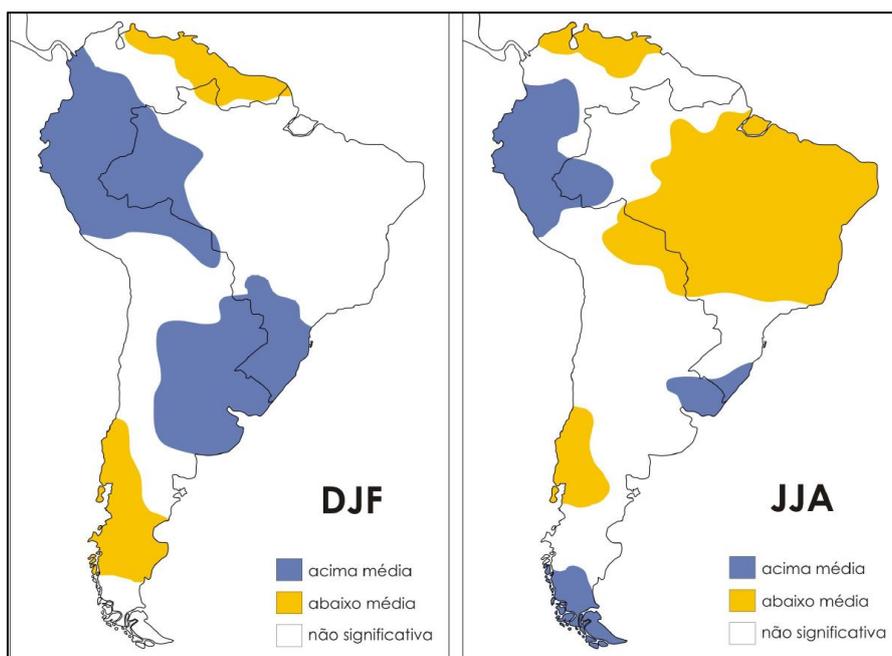
## No Brasil

A variabilidade do clima e dos eventos extremos tem afetado seriamente o Brasil durante os últimos anos. O 4º Relatório do IPCC menciona que no Brasil os desastres naturais de origem atmosférica tendem a continuar aumentando, com destaque para as tempestades e os eventos de precipitações intensas sobre as regiões sul e sudeste do Brasil e o agravamento da seca no nordeste e avanço sobre as regiões norte e centro-oeste [1].

O desmatamento e as queimadas na Amazônia aumentam a concentração de carbono na atmosfera e afetam o clima. A perda da floresta acelera o aquecimento global, que, por sua vez, desregula ainda mais o sistema natural amazônico, favorecendo novas queimadas, fenômenos climáticos extremos e a savanização da floresta.

Em alguns cenários climáticos, relata o pesquisador Carlos Nobre do INPE, as temperaturas aumentariam de 2º C a 5º C no Nordeste do País até o final do século 21. Isso poderia fazer a caatinga dar lugar a uma vegetação mais típica de zonas áridas. A região também poderá ter o clima alterado com o desmatamento da Amazônia [6]. As vazões dos rios da bacia Amazônica, do Pantanal e do Paraná-Prata poderão diminuir e a escassez de água poderá trazer problemas para a geração de energia, para os setores industrial e agrícola, para o turismo e para o abastecimento de água.

Na Figura 3 seguinte [1], na cor de azul estão representadas as áreas onde os índices de precipitação estarão acima da média (até 20%) no final do século 21. Na cor amarela, as áreas que estarão com deficiência de precipitação. As siglas DJF e JJA correspondem aos meses de verão (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e inverno (Junho, Julho e Agosto), respectivamente. Conforme pode ser observado na Figura 3, prevê-se um aumento da precipitação nas regiões sul e sudeste. Nos meses de verão (DJF), observa-se também uma tendência de aumento dos desastres causados pelas tempestades no sul e sudeste do Brasil. Nos meses de inverno, são previstas secas no norte, nordeste e centro-oeste do País.



**Figura 3 - Mudanças nos índices de precipitação para o período 2090-2099 - IPCC (2007) [1].**

## RESILIÊNCIA ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

O conceito de resiliência tem origem na ecologia, e denota a capacidade de um sistema em desenvolver mecanismos para reconquistar um equilíbrio funcional [7, 8]. Nesse contexto, o conceito da resiliência pode perfeitamente ser transferido para o meio empresarial, no qual a competência consiste em manter as funções sistêmicas e estruturas básicas frente a transformações inesperadas. Em uma abordagem mais temporal, o conceito de resiliência está relacionado à eficiência das funções exercidas por um sistema e ao tempo necessário para que esse sistema retorne ao seu estado de estabilidade após uma perturbação [9].

Considerando as interações humanas no meio ambiente mundial, o conceito da resiliência vem sendo empregado como uma nova estratégia dos governos e organizações empresariais de sobrevivência do *status quo* econômico para enfrentarem grandes mudanças. As organizações empresariais desempenham um papel importante dentro deste conceito. Organizações mais resilientes significam sociedades mais resilientes, especialmente em momentos de crises [9] muito acima de nossa capacidade de controle. Surge então uma nova ciência no âmbito administrativo dos negócios, qual seja o relacionamento direto com as mais graves situações. Os governos encontram-se desafiados a esta nova capacidade, e as empresas a decisões mais flexíveis no seu contexto operacional.

Segundo Frankenhauser *et al.* [10], existem quatro estratégias de resiliência climática que podem ser adotadas:

- Adaptação reativa: se resume em medidas tomadas em resposta às mudanças climáticas que já começaram a acontecer;
- Adaptação autônoma: acontece de forma espontânea em face das mudanças climáticas;
- Adaptação prévia: são deliberadas decisões para se preparar para os efeitos potenciais das mudanças climáticas;

- Adaptação planejada: são decisões estratégicas de intervenções conscientes em diferentes cenários potenciais de mudanças climáticas.

Beermann [9] propôs ainda uma quinta estratégia:

- Adaptação proativa: consiste em elaborar projetos robustos e resilientes que considerem ao mesmo tempo em mitigação e adaptação aos impactos das mudanças climáticas. Ao contrário das adaptações prévia e planejada, a adaptação proativa não tem como objetivo alcançar estados estáveis alternativos diante das mudanças climáticas, mas sim manter essencialmente a mesma função, estrutura e, portanto, identidade da organização, relacionando-se ao novo conceito de resiliência ecológica abordado anteriormente.

No entanto, devido às incertezas e imprevisibilidades dos impactos causados pelas mudanças climáticas, o conhecimento sobre os elementos que promovem a resiliência e informações práticas de como as organizações podem lidar com esses impactos ainda são bastante limitados [11].

No caso das organizações empresariais, segundo Smit e Wandel [11], um primeiro passo para o desenvolvimento das estratégias de resiliência climática deve ser a aplicação da análise de vulnerabilidade do negócio, que como resposta pode abalizar estratégias de adaptação e preparação do negócio como um todo ou de parte dele.

De uma forma geral, para as organizações empresariais, essa primeira etapa pode ser tratada sob duas vertentes:

- Análise conceitual: essa análise consiste na avaliação do negócio de forma “macro”, considerando informações sobre os efeitos das mudanças climáticas já disponíveis, como por exemplo, relatórios do IPCC, Greenpeace ou de instituições que atuam em cada país ou região a ser considerada. Algumas regiões já dispõem de informações mais consistentes, naquelas que não existem informações consistentes, pode resultar em demanda de análises conceituais e incertas. Em geral, a análise conceitual deve ser adotada para que se tenha uma visão preliminar da vulnerabilidade do negócio a possíveis efeitos de alterações climáticas, a qual deverá ser melhor aprofundada por uma análise objetiva.

- Análise objetiva: essa análise aborda de forma objetiva os locais das operações da organização empresarial, tais como áreas industriais, portuárias, etc. Podem-se considerar também unidades relevantes ao negócio, como por exemplo, os *sites* das operações dos fornecedores de onde se originam insumos fundamentais para os processos do negócio, os *sites* por onde se realiza o transporte de insumos ou de produtos, ou até mesmo os *sites* onde se encontram os principais mercados dos produtos. A análise objetiva deve ser baseada em um modelamento climático efetuado especificamente para os *sites* relevantes para o negócio, de forma a gerar os cenários prováveis de alterações climáticas, identificando-se os efeitos de eventos extremos, como por exemplo, tempestades e enchentes, bem como eventos de longa evolução, como a elevação dos níveis dos oceanos. Dessa forma, faz-se um mapeamento das vulnerabilidades do negócio com base nos cenários prováveis das alterações climáticas apontadas pelo modelo. Para cada cenário, deve-se fazer um levantamento e categorização dos impactos diretos e indiretos das alterações climáticas sobre o negócio.

Contudo, existem diversos fatores que podem tornar a análise da resiliência climática de um negócio muito complexa [9]. As interconexões das economias mundiais e as cadeias de fornecimento das organizações empresariais formam uma rede altamente interdependente que pode ser muito vulnerável e conter diversas incertezas em relação às mudanças climáticas. Mudanças no mercado consumidor também são incertas e levam a outro campo de análise, ao da vulnerabilidade econômica de países ou de regiões. Além disso, os impactos indiretos das mudanças climáticas podem resultar em desestabilizações sociais

decorrentes de pressões sobre o uso do solo ou até mesmo sobre as funções das organizações nas sociedades.

Dessa forma, os conceitos de gestão de resiliência climática discutidos neste item podem trazer *insights* sobre a aplicação dessa nova estratégia de gestão nos negócios de diversos setores da economia. No caso do setor da mineração, conforme será visto no item seguinte, existem poucos estudos desenvolvidos na temática, a despeito de ser um setor extremamente sensível a mudanças climáticas e a variações do mercado decorrentes dessas mudanças.

## **VARIABILIDADES CLIMÁTICAS EXTREMAS E COMPLEXOS MINERÁRIOS**

Grandes empresas mundiais estão modificando suas atitudes em relação às mudanças climáticas, já as incluindo como um fator de risco real em suas decisões. Essas empresas avaliam seus riscos climáticos e desenvolvem mecanismos de gestão desses riscos.

E por que as empresas devem fazer isso? Porque quando analisam os cenários da mudança climática, podem verificar que alguns deles afetam diretamente sua lucratividade. Eventos extremos e variabilidade climática hoje são fatores concretos de riscos.

O conceito de risco climático foi inicialmente introduzido pelas seguradoras, que perderam muitos recursos financeiros devido aos danos materiais associados aos eventos climáticos extremos. Atualmente, as empresas que não avaliam seus riscos têm dificuldades em negociar juntos às seguradoras ou devem pagar um prêmio proibitivo quando da ocorrência desses eventos e a partir dos quais faz-se necessário o acionamento das seguradoras.

Mais recentemente, os investidores introduziram os fundos institucionais e os grandes fundos de pensão independentes, relacionados aos riscos climáticos. Também começaram a ameaçar a retirada de seu portfólio as empresas que não avaliam adequadamente seus riscos climáticos e não os incorporam aos seus custos. Os riscos climáticos são vistos, hoje, como disruptivos às operações das empresas, danosos às suas taxas de retorno e passíveis de reduzir o horizonte de vida rentável de um negócio.

Mas como deve ocorrer a gestão dos riscos climáticos? A gestão dos mesmos deve ocorrer da mesma maneira que as empresas manobram seus riscos financeiros, econômicos, regulatórios e políticos. Ou seja, devem ser adotadas ações preventivas, de adaptação ao ambiente de risco, tornando o negócio mais resiliente. Deve-se mudar as estratégias considerando a possibilidade dos riscos. Além disso, faz-se interessante investir em pesquisas de desenvolvimento de novas tecnologias e de processos operacionais que permitam restringir a vulnerabilidade aos riscos.

É visto que as grandes corporações globais continuam operando com a filosofia do interesse próprio e da ideologia empresarial do “*lean and mean*”, do tamanho ótimo e da máxima agressividade empresarial. Mas, quando algo de alto interesse coletivo atinge seus interesses particulares centrais, então outros atores passam a fazer parte de suas decisões. Nesse cenário, as organizações empresariais preferem resolver o problema por conta própria a ter que enfrentar intervenções regulatórias cada vez mais exigentes.

Conforme revelado pela pesquisa da empresa KPMG Internacional [12], no que diz respeito à mineração, as empresas do setor estão adotando uma postura de avaliação e cautela em relação às ações que envolvem as mudanças climáticas. O estudo da KPMG ouviu empresas do setor de mineração sediadas na América do Norte, região da Ásia Pacífico, África, Oriente Médio e América do Sul. Esse estudo mostrou que algumas das companhias do segmento já implementaram algumas medidas de resiliência climática, enquanto em outros casos há falta de progresso em decorrência das dificuldades em se construir um plano de negócios que seja tangível.

Seguem abaixo os destaques da pesquisa [12]:

- Menos de 20% dos entrevistados afirmaram que as mudanças climáticas são um importante impulsionador das novas iniciativas da organização;
- 48% disseram que suas companhias ainda não quantificaram o custo potencial das mudanças climáticas em seus negócios;
- 60% afirmaram que suas organizações não implementaram alterações estruturais para lidar com questões relacionadas às mudanças climáticas;
- 30% estão de alguma maneira dispostas a mudar suas políticas para resolver esta questão;
- 28% das organizações tentam sensibilizar seus *stakeholders* sobre as mudanças climáticas por meio de discussões informais.

Ressalta-se que as operações de mina podem ser vulneráveis a eventos extremos climáticos. Sendo assim, a mineração necessita pensar se as abordagens atuais de planejamento e projeto de mina e infraestruturas, servem como base adequada para a gestão econômica de eventos climáticos extremos que podem incidir no futuro. Planejamento e projeto são necessários para que se tenha uma base sólida para o processo de tomada de decisão mediante incertezas e para que seja possível identificar medidas econômicas para aumentar a resiliência.

Metodologias de risco climático nos oferecem uma estrutura útil e deveriam se basear em análises de eventos extremos climáticos e seus impactos nos empreendimentos.

A Figura 4 abaixo ilustra os caminhos pelos quais os riscos físicos podem afetar os negócios no setor de mineração [13].



**Figura 4 - Os caminhos pelos quais os riscos físicos podem afetar os negócios na mineração [13].**

### **Risco climático na mineração**

Risco climático refere-se ao nível em que a infraestrutura, as operações e os mercados de uma organização são afetados pela variabilidade e alterações em longo prazo, em eventos médios e extremos do clima [4].

Nos negócios do setor da mineração, o risco climático pode se manifestar em várias áreas, como exemplos:

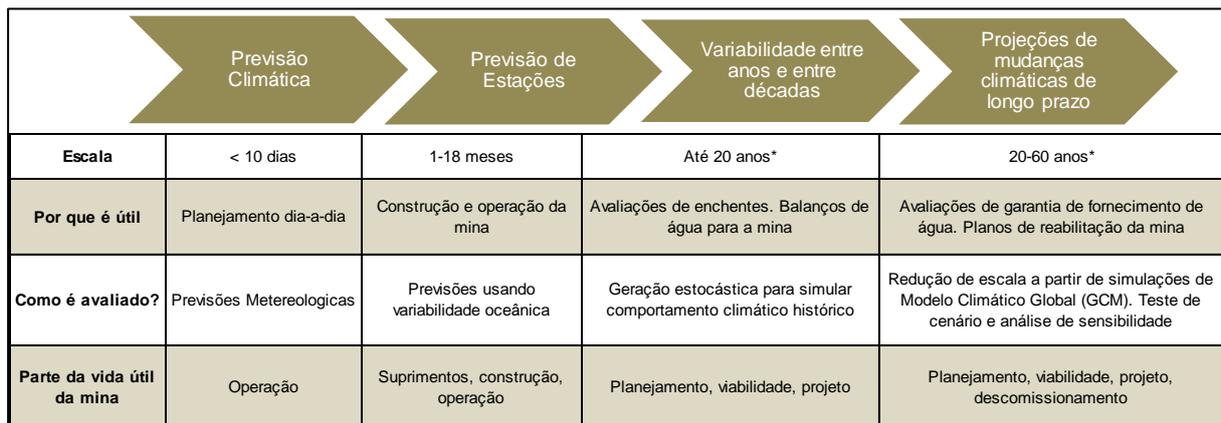
- Comprometimento do fornecimento de água ao complexo minerário;
- Danos ao complexo minerário e à infraestrutura de transportes provocados por enchentes e incêndios;
- Comprometimento nas operações e infraestrutura portuária provocada por aumento do nível do mar e temporais;
- Transbordo de barragens de rejeitos, provocando contaminação ambiental;
- Atrasos na construção de infraestrutura de mina ou na produção e envio do produto ao escoamento do mesmo;
- Ameaças à saúde dos colaboradores provocadas por alterações nas condições de trabalho ou disseminação de doenças;
- Problemas com as comunidades próximas às operações do empreendimento;

- Alterações nas águas subterrâneas e de superfície, com implicações na drenagem ácida de mina – DAM - e na mobilidade de contaminantes;
- Comprometimento de ecossistemas vulneráveis em áreas dentro da propriedade minerária.

Os efeitos dos riscos climáticos podem incluir: atrasos operacionais, lucro cessante, aumento dos custos de produção, falta de mão de obra, danos ambientais. Se forem compreendidos e gerenciados de forma apropriada e na hora certa durante a vida útil da mina, tais riscos podem ser previstos no planejamento de investimentos e decisões operacionais.

As origens de risco climático na mineração, importância e respostas de gerenciamento variam com a fase da vida útil da mina. Por exemplo, ao se desenvolver um programa de implantação de uma mina ou de uma infraestrutura de transportes, seria útil conhecer a quantidade prevista de dias chuvosos ou a probabilidade de enchentes durante a próxima estação chuvosa. Por outro lado, uma estratégia de fornecimento de água, em longo prazo, poderia definir a garantia de fornecimento que se tem durante a vida útil projetada para a mineração e para a sua infraestrutura. Para essa análise, é necessária a inclusão de uma avaliação da influência dos modos climáticos naturais, além de projeções de mudanças climáticas de longo prazo.

O esquema abaixo (Figura 5) apresenta uma visão geral das técnicas disponíveis para caracterizar o risco climático na mineração em cada uma dessas escalas de tempo [14].



\* Para avaliações de impacto futuro a longo prazo, a variabilidade climática natural e as alterações provocadas pelo homem precisam ser analisadas em conjunto para garantir que vários riscos climáticos sejam caracterizados de forma adequada. Sabe-se, no entanto, que a maioria das avaliações de mudanças climáticas são para o intervalo de 2030 a 2070, assumindo-se implicitamente que a variabilidade natural será dominante de agora até 2030, ou alternativamente que o impacto da mudança climática nos próximos 20 anos pode ser adequadamente caracterizado por extrapolação entre as condições climáticas atuais e as previsões para 2030.

**Figura 5 - Técnicas para caracterizar o risco climático na mineração [14].**

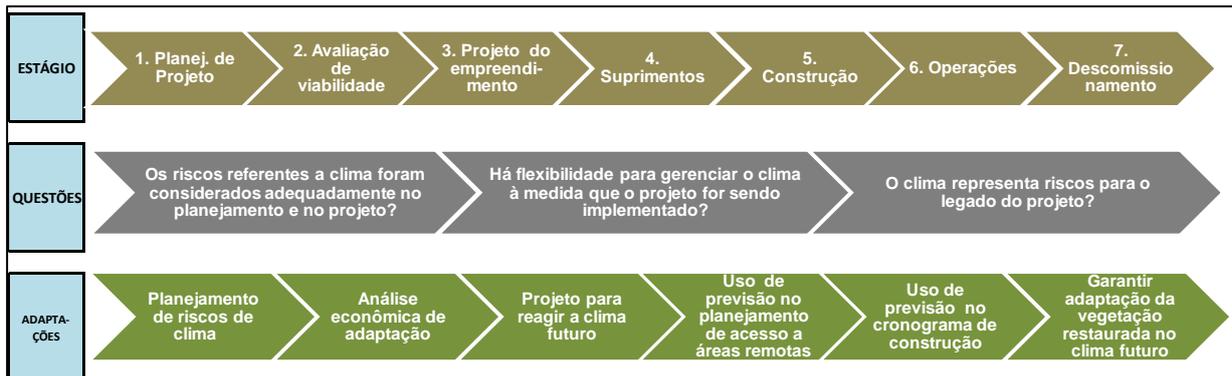
A análise de riscos e oportunidades relacionadas com as variabilidades e as mudanças climáticas consiste somente em fazer algumas perguntas para avaliar o risco e a vulnerabilidade como parte da discussão de escopo de um projeto, ou poderá ser um plano mais específico e abrangente em relação aos aspectos particulares de um projeto minerário.

É importante analisar como as variabilidades e as mudanças climáticas afetam o projeto de mineração. Isso envolve a avaliação de:

- Vulnerabilidade do projeto em relação ao clima: ou seja, o nível que a mudança climática comprometerá o projeto. Por exemplo, qual seria o efeito de um aumento de 20% nas enchentes de um rio próximo ou uma diminuição do volume de água para o depósito da mina em 20%;

- Exposição do projeto ao tempo: ou seja, a intensidade de variabilidade natural e/ou o nível de modificações projetadas em termos de temperatura, disponibilidade de água, probabilidade de enchentes e temporais;
- Capacidade de adaptação à mudança: capacidade (planejada ou não) dos colaboradores, das comunidades locais e/ou ambiente natural de se adaptarem às mudanças climáticas.

Uma técnica para analisar e gerenciar o risco climático é considerar os impactos climáticos prováveis em todas as etapas do projeto de mineração (Figura 6). Isso inclui analisar outros itens além do que é considerado normalmente, objetivando acrescentar uma avaliação de risco climático e oportunidades, metas e métodos de entrega do projeto.



**Figura 6 – Consideração dos riscos climáticos em cada etapa de um projeto de mineração [14].**

## CONCLUSÕES

As empresas do setor da mineração cada vez mais, a exemplo de outros setores, estão sujeitas à implantação de estratégias de negócio relacionadas às vicissitudes das mudanças climáticas, em busca de resiliência e competitividade futura. A identificação dos componentes vulneráveis quer no âmbito dos recursos da empresa (estrutura), naturais utilizados (p.ex. quantidade e qualidade água, direcionamento dos ventos, etc.) ou sociais (flagelo humanitário, migração social, disponibilidade de mão de obra, modificação do uso e ocupação do solo, recrudescimento da lei), além das exigências de segurança financeira dos *stakeholders* em potencial apresentam-se a partir de agora como premissas de uma boa gestão empresarial. Acompanhar de forma sistemática o desdobramento dessas iniciativas e respectivos riscos será de crucial importância para a continuidade das operações da mineração e os seus gestores serão, cada vez mais, cobrados a fornecerem respostas adequadas a esta nova realidade.

Os instrumentos que atualmente existem requerem precisão e inovação para lidar com os impactos das mudanças climáticas. A abordagem proposta (inovadora e muitas vezes revolucionária) promove a qualificação ou valorização do negócio em função de adição de segurança e preparo para adversidades inúmeras que estão por vir nas próximas décadas, garantindo novas estratégias de investimento e sustentabilidade socioambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] IPCC (2007). PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). Special Report on Methodological and Technological Issues in Technology Transfer.

[2] MARSHALL, N. A. (2010). Understanding social resilience to climate variability in primary enterprises and industries. *Global Environmental Change*, v. 20, p. 36-43.

[3] PNMC (2008), PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – PNMC disponível: [http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq\\_climaticas/\\_arquivos/plano\\_nacional\\_mudanca\\_clima.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf)

[4] ARMITAGE, D.; MARSCHKE, M.; PLUMMER, R. (2008). Adaptive co-management and the paradox of learning. *Global Environmental Change*, v. 18, p. 86–98.

[5] WWF (2009), Adaptação às mudanças climáticas.  
[http://www.wwf.org.br/informacoes/especiais/dia\\_do\\_meio\\_ambiente/mudancas\\_climaticas\\_adaptacao/](http://www.wwf.org.br/informacoes/especiais/dia_do_meio_ambiente/mudancas_climaticas_adaptacao/)

[6] GREENPEACE (2006). Mudanças do Clima, Mudanças de Vidas. Como o aquecimento global já afeta o Brasil

[7] ODUM (1971). *Fundamentals of Ecology*. 3ª ed. Philadelphia

[8] HOLLING (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 4, p. 1-23.

[9] BEERMANN, M. (2011). Linking corporate climate adaptation strategies with resilience thinking. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, p. 836-842.

[10] FRANKENHAUSER S.; SMITH, J. B.; TOL, R. (1999). Weathering climate change: some simple rules to guide adaptation decision. *Ecological Economics*, v. 30, p. 67-78.

[11] SMIT, B.; WANDEL, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, v. 14, p. 282-292

[12] KPMG (2010). <https://www.kpmg.com/Global/en/industry/Energy-Natural-Resources/latam/Pages/default.aspx>

[13] SUSSMAN & FREED, (2008) *Adapting to climate Change: A Business Approach*. Pew Center on Global Climate Change. USA.

[14] SINCLAIR KNIGHT MERZ. Disponível: <http://www.globalskm.com/>