

GUIA DA INDÚSTRIA PARA ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA



**A INDÚSTRIA CRIA.
A INDÚSTRIA É MAIS.**

CNI *Confederação
Nacional
da Indústria*

GUIA DA INDÚSTRIA PARA ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA

Acesse a versão virtual da publicação por meio deste QR Code:



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Antonio Ricardo Alvarez Alban
Presidente

Diretoria de Desenvolvimento Industrial

Jefferson de Oliveira Gomes
Diretor

Mario Sergio Telles
Diretor-Adjunto

Diretoria de Relações Institucionais

Roberto de Oliveira Muniz
Diretor

Diretoria Jurídica

Alexandre Vitorino Silva
Diretor

Diretoria Corporativa

Cid Carvalho Vianna
Diretor

Diretoria de Comunicação

André Nascimento Curvello
Diretor

GUIA DA INDÚSTRIA PARA ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA



**A INDÚSTRIA CRIA.
A INDÚSTRIA É MAIS.**

CNI *Confederação
Nacional
da Indústria*

© 2026. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI

Superintendência de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Dados Internacionais da Catalogação na Publicação (CIP)

C748e

Confederação Nacional da Indústria.

Guia da Indústria para Adaptação do Clima / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2026.

69 p. : il.

ISBN 978-85-7957-570-9

1.Mudança de Clima 2. Cadeia de Valor I. Título.

CDU: 551.5

Elaborado por Alberto Nemoto Yamaguti - Bibliotecário - CRB-1/2396

CNI
Confederação Nacional da Indústria

Sede

Setor Bancário Norte

Quadra 1 – Bloco C

Edifício Roberto Simonsen

70040-903 – Brasília – DF

<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC

Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992

sac@cni.com.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Anomalias mensais na Temperatura relativa a era pré-industrial (1850-1900) (em °C) em 2023 e 2024.....	12
Figura 2 - Flor do risco climático.....	14
Figura 3 - Usos da água no Brasil	19
Figura 4 - A evolução de aridez no Brasil.....	20
Figura 5 - Intensidade do uso da água nos diferentes tipos de indústrias.	21
Figura 6 - Ciclo climático dos incêndios.	23
Figura 7 - Mudança no nível global do mar, comparado ao ano 1900	26
Figura 8 - Cadeia de Valor da Indústria	35
Figura 9 - Cadeia de Valor da Indústria de óleo e gás.	37
Figura 10 - Cadeia de valor da indústria de alimentos.	48
Figura 11 - Cadeia de Valor da Indústria Têxtil.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ações de Adaptação para a Cadeia de Valor do ÓLEO E GÁS.....	42
Quadro 2 - Ações de Engajamento junto aos stakeholders na cadeia de ÓLEO E GÁS.....	46
Quadro 3 - Ações de Adaptação para a Cadeia de Valor de Alimentos.	51
Quadro 4 - Ações de Engajamento junto aos stakeholders na cadeia de Alimentos.	54
Quadro 5 - Ações de Adaptação para a Cadeia de Valor da Indústria Têxtil.	59
Quadro 6 - Ações de Engajamento junto aos stakeholders na cadeia da indústria têxtil.....	60

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
RESUMO EXECUTIVO	12
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Como a Mudança do Clima afeta a Indústria	14
2 AMEAÇAS, VULNERABILIDADE E EXPOSIÇÃO AOS RISCOS CLIMÁTICOS	19
2.1 Riscos físicos	19
2.1.1 Tempestades e Inundações	19
2.1.2 Secas e Escassez Hídrica	20
2.1.3 Incêndios Florestais	24
2.1.4 Deslizamentos de Terra	26
2.1.5 Aumento do Nível do Mar	27
2.2 Riscos de transição	29
3 AÇÕES DE ADAPTAÇÃO	31
3.1 Eficiência de Recursos	31
3.2 Fontes de Energia	31
3.3 Produtos e Serviços	32
3.4 Mercados	32
3.5 Resiliência	34
4 A CADEIA DE VALOR DA INDÚSTRIA	36
5 GUIA DE ENGAJAMENTO	39
5.1 Cadeia de Valor – Indústria Óleo e Gás	39
5.1.1 Exposição da Cadeia de Valor de ÓLEO E GÁS a Riscos Climáticos	39
5.1.2 Ações de Adaptação para Óleo e Gás	41
5.1.3 Engajamento para adaptação climática na cadeia de valor de Óleo e Gás	45
5.2 Cadeia de Valor – Indústria de alimentos	50
5.2.1 Exposição da Cadeia de Valor de Alimentos a Riscos Climáticos	50
5.2.2 Ações de Adaptação para Alimentos	51
5.2.3 Engajamento climático na cadeia de valor da indústria de alimentos	54
5.3 Cadeia de Valor – Indústria Têxtil	58
5.3.1 Exposição da Cadeia de Valor da Indústria Têxtil a Riscos Climáticos	59
5.3.2 Ações de Adaptação para a Indústria Têxtil	60
5.3.3 Engajamento da Cadeia de Valor da Indústria Têxtil	61
REFERÊNCIAS	64
GLOSSÁRIO	69

APRESENTAÇÃO

A mudança do clima é um dos maiores desafios para a indústria, com impactos nas cadeias de valor, nas operações produtivas e na competitividade global dos produtos brasileiros. Para enfrentar esse cenário, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) apresenta o Plano de Engajamento para Adaptação Climática.

Este plano é mais do que um guia técnico: é uma agenda estratégica que orienta empresas e associações setoriais na construção de cadeias industriais capazes de responder aos riscos físicos e às exigências da transição para uma economia de baixo carbono.

Concentrando-se em três segmentos prioritários — óleo e gás, alimentos e têxtil —, o documento oferece recomendações práticas para fortalecer a resiliência frente a eventos climáticos extremos, integrar inovação e eficiência no uso de recursos, diversificar fontes de energia, reduzir emissões e engajar stakeholders em ações colaborativas para adaptação.

Ao consolidar análises, boas práticas e oportunidades, o plano contribui para posicionar a indústria brasileira como protagonista na agenda climática, estimulando a competitividade, a segurança e a sustentabilidade em um panorama mundial ainda marcado por incertezas.

Boa leitura.

Antônio Ricardo Alvarez Alban

Presidente da CNI

RESUMO EXECUTIVO

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) apresenta o Plano de Engajamento para Adaptação Climática. Este plano é uma iniciativa estratégica para fortalecer a resiliência da indústria brasileira diante dos impactos da mudança do clima e das exigências crescentes de uma economia de baixo carbono.

O documento identifica riscos físicos — como secas, inundações, incêndios florestais e elevação do nível do mar — e riscos de transição, relacionados a pressões regulatórias, mudanças tecnológicas e comportamento do consumidor. Com base em análises setoriais, entrevistas com empresas e revisão de literatura, o plano propõe ações práticas para três subsetores prioritários: Óleo e Gás, Alimentos e Têxtil.

As recomendações estão organizadas em cinco eixos estratégicos:

- Eficiência de Recursos: uso racional de água e energia, economia circular.
- Fontes de Energia: diversificação para renováveis e cogeração.
- Produtos e Serviços: soluções resilientes e de baixo carbono.
- Mercados: acesso a novos nichos, certificações e instrumentos financeiros verdes.
- Resiliência: infraestrutura adaptada, planos de contingência e monitoramento climático.

Mais do que um guia técnico, este plano é um instrumento de transformação, que posiciona a indústria brasileira como protagonista na agenda climática global, garantindo competitividade, segurança e sustentabilidade.

Roberto Muniz

Diretor de Relações Institucionais



1 INTRODUÇÃO

A mudança do clima impõe desafios cada vez mais complexos à indústria brasileira, afetando diretamente a estabilidade das cadeias de valor e a continuidade das operações produtivas. Eventos extremos como secas, inundações, elevação do nível do mar e variações de temperatura têm exposto vulnerabilidades em etapas críticas da cadeia produtiva — desde o fornecimento de matérias-primas até a distribuição final. Tais impactos ameaçam a produção, a logística, a competitividade e a segurança operacional dos setores industriais, além de colocar pressão adicional sobre os compromissos regulatórios e as exigências crescentes por sustentabilidade por parte de consumidores e investidores.

A partir disso, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) desenvolveu um Plano de Engajamento Climático em formato de Guia, voltado para a adaptação climática nas cadeias de valor da indústria. A iniciativa parte de uma análise profunda das principais vulnerabilidades, riscos físicos e de transição, impactos socioambientais e medidas de adaptação já adotadas por grandes empresas do setor.

Com o objetivo de elucidar a relação entre a cadeia de valor da indústria e a necessidade de adaptação às ameaças climáticas, foram selecionados três subsetores industriais para compor o Guia de Engajamento: Têxtil, Óleo e Gás e Alimentos. A escolha dos subsetores considerou critérios climáticos, sociais e econômicos, com foco na exposição geográfica, na dependência de recursos naturais sensíveis ao clima e na complexidade das cadeias de suprimentos.

A partir da escolha dos subsetores, foram realizadas entrevistas com empresas representativas dos subsetores industriais do Têxtil, Óleo e Gás e Alimentos, conduzidas em parceria com as respectivas associações setoriais — ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção), IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás) e ABIA (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos). Essas entrevistas desempenharam um papel fundamental na identificação dos principais pontos de exposição da cadeia de valor de cada setor frente aos riscos climáticos, além de revelar estratégias práticas e caminhos efetivos de engajamento com os diferentes elos dessas cadeias para viabilizar ações de adaptação. Complementarmente, foi realizada uma pesquisa em literatura científica nacional e internacional, com o objetivo de aprofundar o entendimento sobre os desafios e soluções específicas de adaptação climática aplicáveis a cada subsetor industrial.

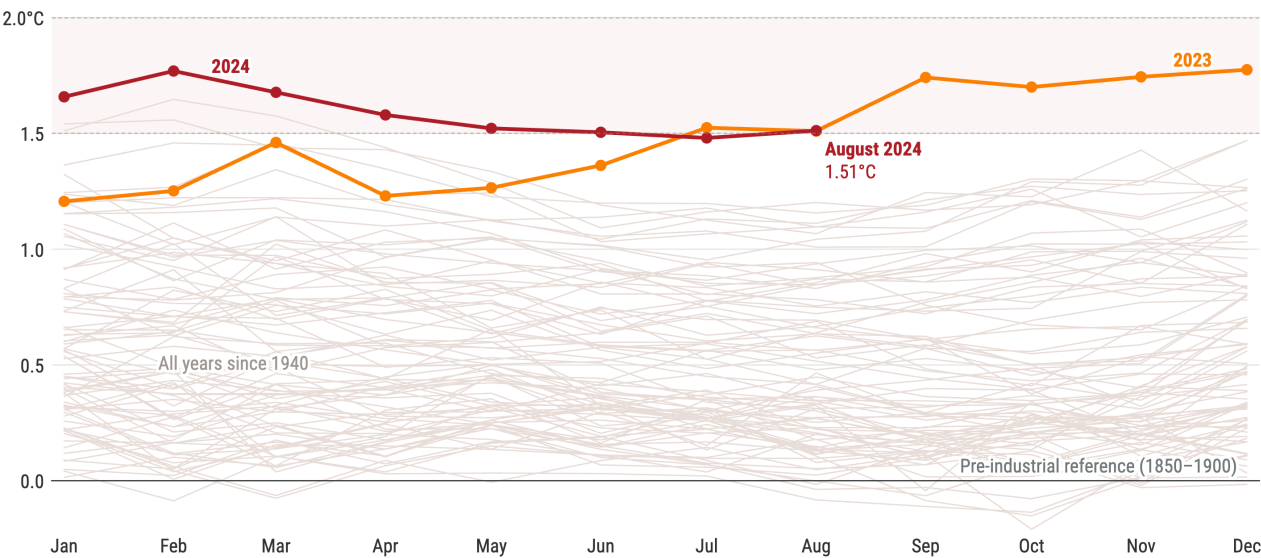
O objetivo do Guia é oferecer subsídios práticos e estratégicos para que os diferentes elos da cadeia industrial — fornecedores, fabricantes, distribuidores e demais parceiros — possam

se engajar de forma mais eficaz no enfrentamento das ameaças climáticas. Ao fortalecer a resiliência da cadeia de valor, a indústria brasileira avança na construção de um futuro mais seguro, competitivo e alinhado às demandas de uma economia de baixo carbono.

1.1 COMO A MUDANÇA DO CLIMA AFETA A INDÚSTRIA

O último Relatório Síntese do Painel Intergovernamental sobre mudança do clima (IPCC), organização que elabora Relatórios de Avaliação abrangentes sobre o estado da arte científico, técnico e socioeconômico da mudança do clima, confirma que a mudança climática é impulsionada pelas atividades humanas, especialmente pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE). O ano de 2024 foi oficialmente o ano mais quente já registrado, finalizando com um aumento da temperatura global acima de 1,55°C em relação aos níveis anteriores à Revolução Industrial. As emissões de CO₂ atingiram níveis históricos, com concentrações mais altas do que nos últimos 2 milhões de anos. A figura a seguir indica o aumento na temperatura terrestre observado entre 1940 e 2024, comparando os anos 2023 e 2024, mensalmente (ALIANÇA, 2024; COPERNICUS, 2024).

Figura 1 - Anomalias mensais na Temperatura relativa a era pré-industrial (1850-1900) (em °C) em 2023 e 2024.



Fonte: Copernicus, 2024

Ressalta-se que para cada aumento de 0,1 °C na temperatura média global, estima-se um acréscimo de R\$5,6 bilhões nos prejuízos econômicos decorrentes de desastres no Brasil. O país já enfrenta impactos diretos da mudança do clima, como eventos extremos cada vez

mais intensos e frequentes, relacionados as ondas de calor, secas severas, chuvas intensas e tempestades. O nível do mar tem subido de uma maneira mais acelerada e ameaçando as zonas costeiras. A infraestrutura urbana e subsetores industriais estão enfrentando sérios desafios devido às mudanças do clima (ALIANÇA, 2024).

De acordo com dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), o Brasil registrou um aumento expressivo no número de desastres climáticos nas últimas décadas, incluindo tempestades e inundações. Entre 1991 e 2023, foram contabilizados 64.280 desastres climáticos no país, sendo que, apenas no período de 2020 a 2023, ocorreram 16.306 eventos, o que representa uma média de 4.077 registros por ano. As principais ocorrências foram secas (50% dos registros), seguidas por inundações, enxurradas e enchentes (27%) e tempestades (19%). Esses dados evidenciam que as inundações e tempestades representam quase metade dos desastres naturais registrados no Brasil, segundo o S2iD, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas à prevenção e resposta a esses eventos extremos (S2iD, 2024).

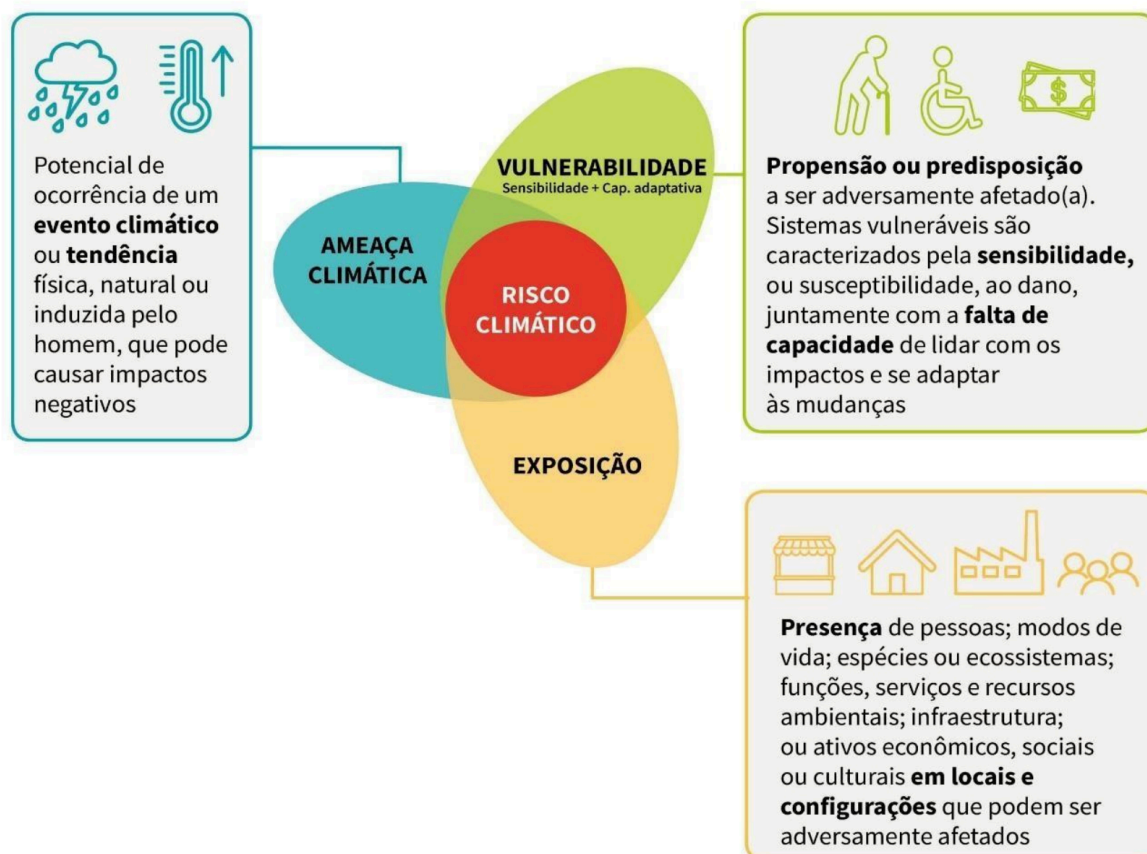
Os impactos climáticos estão afetando diretamente a operação da indústria brasileira, especialmente aquelas em áreas que dependem de recursos naturais e infraestrutura crítica, que estão expostas a ameaças climáticas como:

- ✓ **Tempestades e inundações:** podem causar danos significativos nas instalações industriais, interrupções em cadeias de suprimento e perda de matérias-primas. Na indústria de alimentos, por exemplo, inundações podem afetar desde plantações até centros de distribuição e comprometer a cadeia de abastecimento, a segurança alimentar e causar uma flutuação nos custos para o consumidor final. Já no setor de óleo e gás, tempestades, associadas a descargas elétricas, podem interromper a produção *offshore*, danificar oleodutos e atrasar exportações.
- ✓ **Secas e escassez hídrica:** indústrias que consomem grandes volumes de água estão sendo severamente afetadas pela falta de água. A redução da disponibilidade de água compromete o funcionamento de linhas de produção, o resfriamento de equipamentos e o cultivo de insumos agrícolas, impactando a produtividade e aumentando o custo operacional.
- ✓ **Incêndios florestais:** representam um risco direto para unidades industriais próximas a áreas de vegetação. Além da ameaça à infraestrutura, a fumaça e os bloqueios logísticos podem afetar o transporte e a operação de fábricas. Indústrias do setor têxtil que operam em regiões rurais, por exemplo, podem sofrer com evacuações e perdas materiais.
- ✓ **Aumento do nível do mar:** apresenta riscos especialmente para instalações industriais localizadas em zonas costeiras, como refinarias de petróleo e portos. A exposição à salinização, erosão e inundações permanentes pode gerar custos elevados com adaptação ou até a necessidade de realocação de ativos estratégicos.

Os impactos colocam as indústrias brasileiras diante da necessidade de adaptar-se aos novos desafios climáticos, implementando estratégias de resiliência, como o uso eficiente de recursos, a transição para fontes de energia renovável e a proteção da infraestrutura.

A metodologia utilizada para compreender o risco climático foi a “flor do risco climático” do IPCC em 2014, apresentada na Figura 2 a seguir.

FIGURA 2 - FLOR DO RISCO CLIMÁTICO



Fonte: IPCC (2014) adaptado por BRASIL, 2024.

A indústria, como setor fundamental para o desenvolvimento econômico, apresenta uma considerável vulnerabilidade às mudanças do clima, entendida como a propensão ou predisposição a ser adversamente afetada, combinando suscetibilidade a danos com limitações na capacidade de adaptação.

Diversos segmentos industriais operam com forte dependência de recursos naturais, infraestrutura física e cadeias logísticas complexas e todos esses elementos estão expostos a riscos climáticos crescentes. Por exemplo, a indústria alimentícia depende de um fornecimento constante de insumos agrícolas, que são altamente sensíveis a secas, inundações e variações de temperatura. Já a indústria têxtil, além de consumir grandes volumes de água, possui parte significativa de sua produção concentrada em regiões vulneráveis a extremos climáticos e com limitada infraestrutura adaptativa (AMDA, 2018, HASAN; HOQUE, 2024).

Além disso, muitas instalações industriais, especialmente as mais antigas, foram projetadas com base em padrões climáticos históricos, o que aumenta sua suscetibilidade a danos

físicos diante de eventos como tempestades mais intensas, elevação do nível do mar e incêndios florestais. A indústria de óleo e gás, por exemplo, enfrenta riscos diretos sobre plataformas *offshore*, oleodutos e unidades costeiras, cuja operação pode ser severamente interrompida por eventos extremos.

Outro fator que amplia a vulnerabilidade industrial é a baixa capacidade de adaptação em determinadas regiões e cadeias produtivas, seja por limitação tecnológica, financeira ou regulatória. Pequenas e médias indústrias, em especial, podem carecer de recursos para investir em infraestrutura resiliente, diversificação de insumos ou planejamento climático de longo prazo.

Essa vulnerabilidade estrutural coloca em risco não apenas a continuidade operacional, como também a competitividade, a reputação e a sustentabilidade econômica de diversas atividades industriais. Por isso, compreender e reduzir a vulnerabilidade da indústria à mudança do clima é um passo essencial para fortalecer sua resiliência e garantir sua permanência em um cenário climático cada vez mais extremo.

Ademais, a exposição da indústria às mudanças do clima também se alia à presença de pessoas, modos de vida, ativos econômicos, sociais e infraestruturas em locais ou contextos que podem ser afetados por eventos climáticos extremos e alterações ambientais e espaciais graduais. Essa exposição é especialmente crítica em setores que operam em regiões vulneráveis ou que dependem de recursos e cadeias logísticas suscetíveis às condições climáticas adversas.

A indústria de óleo e gás, por exemplo, é fortemente exposta por concentrar grande parte de suas atividades em áreas costeiras e *offshore*, que estão cada vez mais sujeitas aos efeitos da elevação do nível do mar, tempestades tropicais e erosão costeira. Plataformas marítimas, refinarias e portos representam ativos de alto valor econômico que estão diretamente inseridos em zonas de risco climático.

No caso da indústria têxtil, há uma forte exposição devido à sua dependência de recursos hídricos abundantes para processos como tingimento e lavagem. Segundo o estudo de Zonatti et. al (2015), a indústria têxtil brasileira enfrenta desafios estruturais significativos, incluindo a falta de políticas públicas integradas para gestão de resíduos e infraestrutura urbana, o que agrava os impactos ambientais e operacionais em regiões com menor suporte logístico e institucional.

Já a indústria alimentícia está exposta tanto na etapa de produção quanto na de distribuição. Plantios agrícolas podem ser destruídos por secas, inundações ou geadas fora de

época, comprometendo o fornecimento de insumos, por exemplo. Além disso, centros de processamento e distribuição localizados em áreas urbanas podem ser afetados por tempestades, alagamentos e interrupções no transporte, aumentando perdas econômicas e o risco de desabastecimento.

No contexto industrial, a ampla presença de ativos em áreas de risco climático eleva significativamente a exposição do setor produtivo. À medida que os eventos climáticos extremos se intensificam e se tornam mais frequentes, a exposição da indústria se traduz em potenciais perdas operacionais, danos à infraestrutura, interrupções logísticas e impactos socioeconômicos mais amplos.

Reconhecer e mapear essa exposição é essencial para orientar políticas de adaptação, investimentos em resiliência e decisões estratégicas sobre localização e proteção de ativos industriais.



2 AMEAÇAS, VULNERABILIDADE E EXPOSIÇÃO AOS RISCOS CLIMÁTICOS

O risco climático deriva do encontro dos seguintes fatores: **ameaças, exposição e vulnerabilidade**, ao passo que os possíveis impactos são determinados pelo grau de exposição e pela vulnerabilidade do sistema (empresa, associação, pessoas) a tal perigo ou ameaça climática. Para as indústrias, os riscos climáticos físicos referem-se aos impactos diretos e materiais da mudança do clima sobre as infraestruturas, operações e o ambiente físico da indústria, incluindo os trabalhadores que nele se inserem (São Paulo, 2021).

Os **riscos climáticos físicos** exercem uma pressão significativa sobre a indústria, refletindo-se em impactos financeiros que podem comprometer a saúde econômica das empresas. Um dos efeitos mais diretos é o aumento nos custos operacionais, decorrente de danos a instalações e recursos naturais, como a água, que já é uma fonte de conflito em várias regiões.

2.1 RISCOS FÍSICOS

Os **riscos climáticos físicos** podem estar associados a danos estruturais e/ou interrupções nas operações que implicam em impactos socioambientais e financeiros. Esses riscos impõem a necessidade de adaptação e reforço das infraestruturas para suportar eventos extremos, sob o risco de perdas financeiras e problemas de abastecimento. Esse capítulo evidencia as ameaças e riscos climáticos aos quais a indústria está exposta.

2.1.1 TEMPESTADES E INUNDAÇÕES¹

As tempestades e inundações intensificadas pela mudança do clima colocam em risco a infraestrutura industrial, especialmente quando situadas em regiões de topografia acentuada² ou áreas propensas a alagamentos. Parques industriais localizados em regiões de relevo baixo ou susceptíveis a deslizamentos de terra (evento geológico) enfrentam riscos elevados de abastecimento global, já que muitas operações dependem de matérias-primas e insumos transportados por vias marítimas, ferroviárias e rodoviárias, que podem ser interrompidas pelos eventos climáticos.

Inundações intensas podem resultar em rupturas e corrosão das tubulações, além de elevar o fluxo e pressão em estruturas subterrâneas, causando vazamentos de óleo e falhas em sistemas essenciais, o que prejudica o fornecimento de combustível. A diminuição do espaço livre nos tanques também pode levar a transbordamentos, aumentando o risco de vazamentos.

As inundações afetam diretamente as operações industriais, como no caso das inundações extremas na Europa e na China em 2021, que causaram atrasos significativos no comércio internacional e interromperam as cadeias de abastecimento de carvão e outros produtos essenciais, resultando em perdas de até 9 bilhões de dólares por dia para a cadeia industrial envolvida no caso (UNEPFI, 2023).

Outro exemplo de consequência de inundações foi o sofrido pela indústria petroquímica no Texas, em 2021, onde 80% da produção química foi paralisada, afetando a produção de plásticos essenciais nos Estados Unidos. Globalmente, estima-se que 18-23% dos ativos das empresas de produção química estão expostos a inundações (UNEPFI, 2023).

De acordo com o Atlas de Mortalidade e Perdas Econômicas da Organização Meteorológica Mundial (WMO), entre 1970 e 2021, tempestades foram responsáveis por 34% das perdas econômicas globais causadas por desastres relacionados ao clima, totalizando aproximadamente US\$ 1,47 trilhão.

Tempestades e inundações podem reduzir a produção e a qualidade de grãos forrageiros, pastagens e culturas forrageiras³.

¹ Tempestades são fenômenos **meteorológicos** intensos, com chuvas fortes e ventos, enquanto inundações são eventos **hidrológicos** causados pelo excesso de água que não consegue ser escoado ou absorvido pelo solo. As tempestades têm efeitos imediatos, como danos a estruturas, e as inundações, impactos mais duradouros, afetando infraestruturas e operações industriais.

² O IPCC caracteriza as regiões montanhosas como áreas com **terreno acidentado e encostas íngremes**, associadas a processos físico-ecológicos específicos e gradientes verticais distintos. Essas características tornam as montanhas regiões particularmente sensíveis às mudanças climáticas, com impactos significativos nos sistemas naturais e humanos que delas dependem (IPCC, 2019).

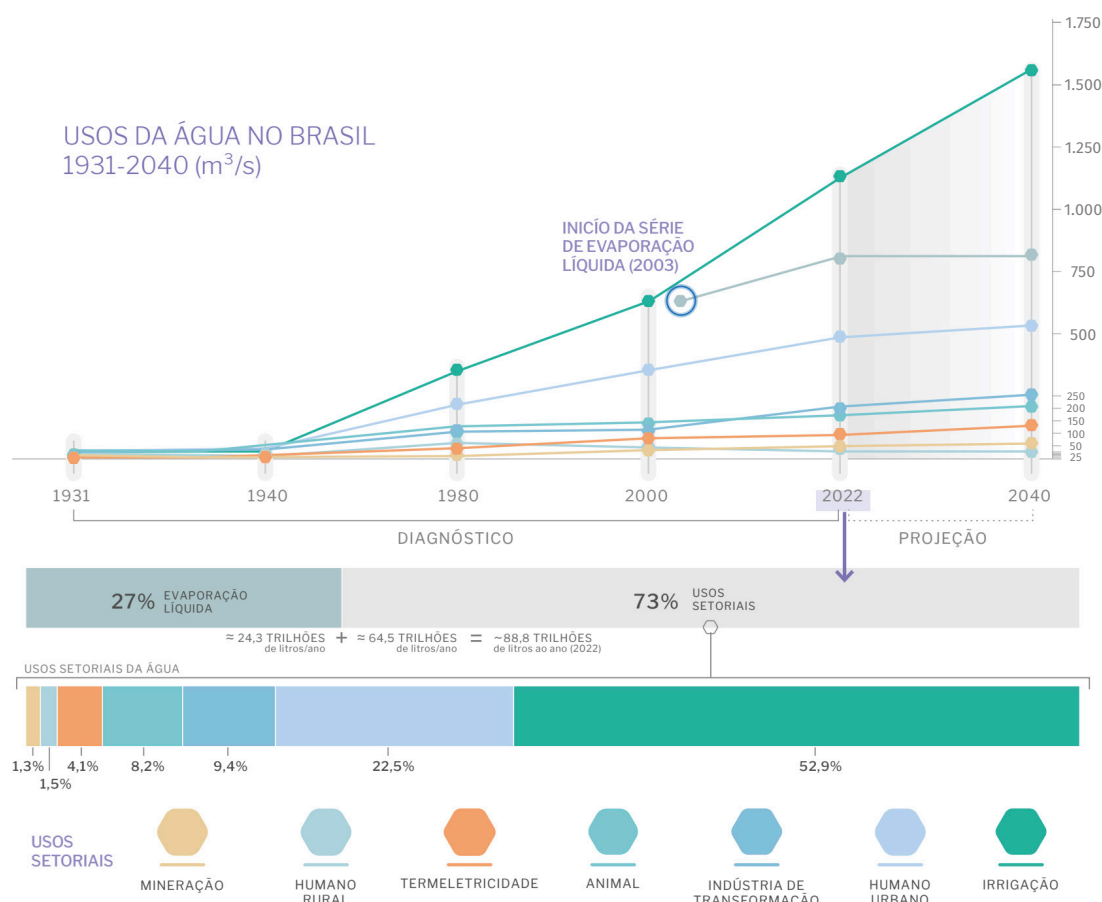
³ Culturas forrageiras são plantas cultivadas principalmente para a alimentação de animais herbívoros, como gado, ovelhas e cabras. Essas culturas são uma fonte essencial de nutrientes, fornecendo fibras, proteínas e minerais que são essenciais para a nutrição animal. Elas podem ser divididas em diferentes tipos, como forragens anuais (exemplo: milho forrageiro) ou perenes (como o capim-elefante), e podem ser utilizadas tanto em pastagens naturais quanto em sistemas de cultivo intensivo. O objetivo principal das culturas forrageiras é garantir a oferta constante de alimento de qualidade para os animais, contribuindo para a produção de leite, carne e outros produtos de origem animal.

No Brasil, 30% dos trechos de rios inundáveis são considerados de alta vulnerabilidade às inundações graduais. As regiões que apresentam maior proporção de trechos de rios com alta vulnerabilidade à inundação são a Centro-Oeste e a Sul (43%), enquanto o Norte e Nordeste possuem 78% dos trechos identificados com vulnerabilidade média ou baixa (ANA, 2014).

Nas regiões Sul e Sudeste foram identificados mais trechos de alta vulnerabilidade gradual. Como um exemplo prático, as enchentes de maio de 2024 impactaram fortemente as indústrias do Rio Grande do Sul, afetando 95% dos estabelecimentos industriais e comprometendo a logística de insumos, com previsões de perdas no PIB de até 0,3% (ETENE, 2024).

2.1.2 SECAS E ESCASSEZ H  DRICA⁴

Outra ameaça crescente para indústrias que dependem de grandes quantidades de água    a falta de água, que impacta diretamente a extração e refino de petróleo, gerando atrasos nas opera  es. Mundialmente, o setor industrial utiliza 40% da água utilizada pelos seres humanos (UNEPFI, 2023). Enquanto isso, no Brasil, a indústria de transforma  o capta 9,4% da água disponível. A próxima figura indica os usos de água entre 1931 e uma projeção até 2040.

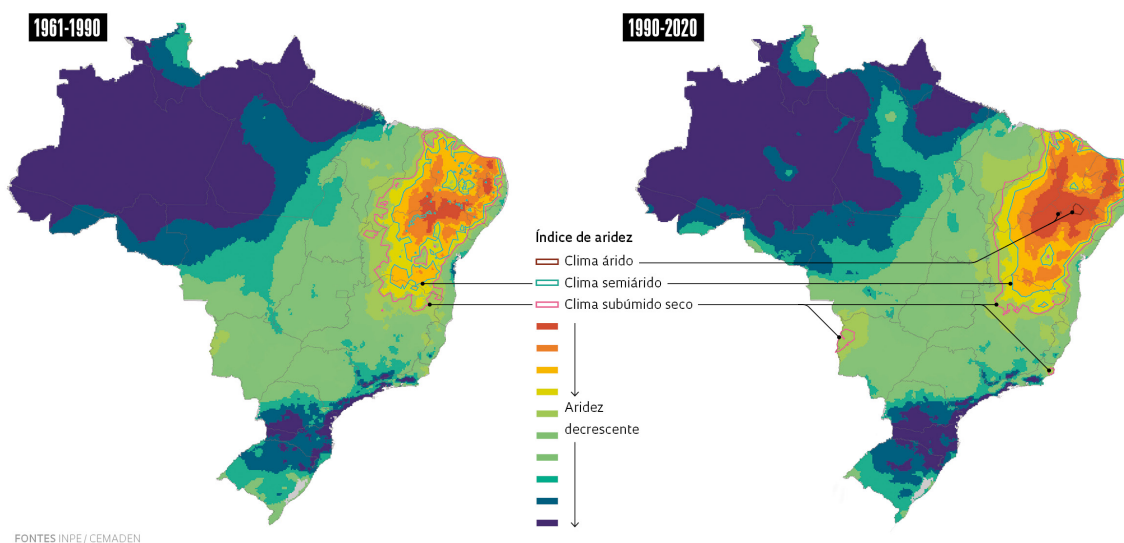


⁴ Defini  es no Glossário.

Considera-se que a **aridez** é uma condição climática caracterizada pela baixa disponibilidade de água, resultante da escassez de precipitações pluviométricas e da elevada evapotranspiração. No Brasil, esse fenômeno tem se intensificado devido às consequências da mudança do clima, que altera o ciclo hidrológico e aumenta a demanda atmosférica por água. Estudos indicam que, nas últimas décadas, áreas anteriormente classificadas como semiáridas têm apresentado índices de aridez superiores a 0,2, caracterizando-as como zonas áridas. Um exemplo é a região entre a Bahia e Pernambuco, onde os índices de aridez estão próximos ou acima desse valor, sinalizando uma transição climática significativa.

Essa expansão da aridez no país está diretamente relacionada à **escassez hídrica**, uma vez que a diminuição da disponibilidade de água compromete o abastecimento para consumo humano, agricultura e indústria. Além disso, a escassez hídrica pode agravar problemas como a desertificação⁵ e a degradação de ecossistemas, afetando a biodiversidade e a qualidade de vida das populações. A figura a seguir indica o avanço da aridez no Brasil desde 1961.

Figura 4 - A evolução de aridez no Brasil.



Fonte: (PIVETTA; FONTANETTO, 2024).

A tendência climática dominante indica que os lugares secos estão se tornando ainda mais secos. Esse fato é exemplificado pelo aumento da área do semiárido brasileiro, crescente desde 1960 e abrangendo cerca de 800 mil Km², 9,4% do território nacional (PIVETTA; FONTANETTO, 2024). Segundo o Instituto Nacional do Semiárido (INSA), ocupa 12% do

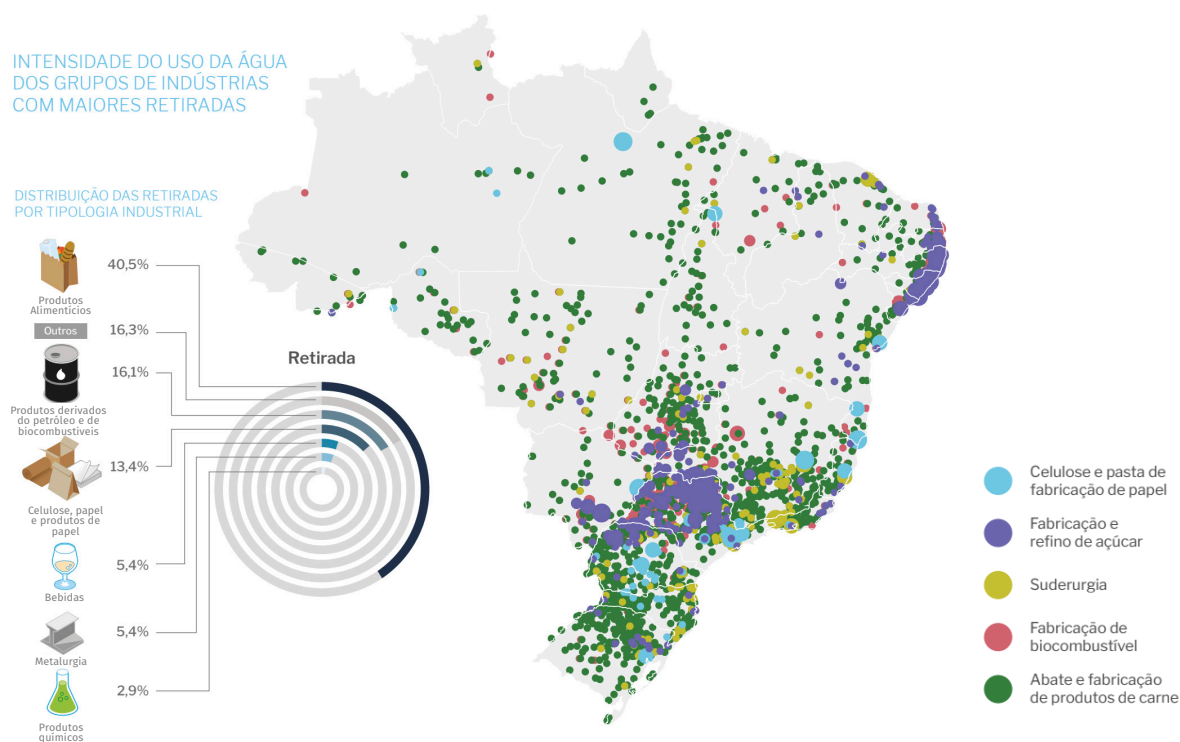
⁵ Entende-se por desertificação, conforme o art. 2º, inciso I da Lei nº 13.153, de 2015, a degradação da terra, nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de vários fatores e vetores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas;

território nacional e abriga cerca de 28 milhões de habitantes divididos entre zonas urbanas (62%) e rurais (38%) sendo, portanto, um dos semiáridos mais povoados do mundo.

Alguns subsetores industriais, como a siderurgia, apresentam uma maior vulnerabilidade às secas devido ao seu alto consumo hídrico. A produção de uma tonelada de aço consome cerca de 237 m³ de água, e a metade das maiores siderúrgicas do mundo estão localizadas em regiões de risco elevado de stress hídrico. Ainda, estima-se que, até 2050, 75% da demanda de água para produção de concreto será proveniente de áreas propensas a escassez de água, aumentando a pressão sobre os recursos hídricos. O setor químico está especialmente exposto a esses riscos, com 45-50% dos ativos globais de empresas químicas situados em regiões de risco de estresse hídrico (UNEPFI, 2023).

No Brasil, considerando as principais tipologias industriais, observa-se a concentração de cerca de 85% da demanda de retirada de água pelos setores de produtos alimentícios⁶ e de bebidas; celulose, papel e produtos de papel; petróleo e biocombustíveis; produtos químicos; e metalurgia. Esses setores totalizaram captação de 163 m³/s em 2022. A Figura a seguir demonstra a intensidade do uso da água de grupos industriais (ANA, 2024).

Figura 5 - Intensidade do uso da água nos diferentes tipos de indústrias.



Fonte: Manual de usos consuntivos de água no Brasil, ANA, 2024.

⁶ Fabricação de produtos alimentícios: inclui o uso de água em processos industriais como lavagem, cozimento, resfriamento, geração de vapor, incorporação ao produto, entre outros.

A escassez hídrica no Brasil representa um desafio significativo para o setor industrial, impactando diretamente a produção, a competitividade e a sustentabilidade das operações. A dependência da água em processos industriais, seja como insumo direto ou para resfriamento e limpeza, torna as empresas vulneráveis a variações na disponibilidade hídrica.

Exemplos clássicos ilustram os efeitos adversos da escassez de água na indústria brasileira. Durante a crise hídrica de 2014-2015, diversas indústrias em São Paulo enfrentaram restrições no uso da água, levando à redução da produção e, em alguns casos, à suspensão temporária das atividades. Já no estado do Ceará, a escassez de água tem sido agravada por fatores climáticos extremos e pela degradação ambiental. A região semiárida do estado enfrenta desafios históricos relacionados à variabilidade das chuvas e à desertificação, o que compromete a segurança hídrica de comunidades rurais e urbanas. Além disso, a escassez hídrica pode afetar a geração de energia hidrelétrica, essencial para o funcionamento de muitas indústrias, resultando em aumentos nos custos operacionais e interrupções na produção (MARENGO *et al.*, 2025; BRITO; RUFINO, 2022).

Do ponto de vista financeiro, os impactos são expressivos. Dados do Atlas Digital de Desastres indicam que, entre 1991 e 2022, as indústrias brasileiras em geral enfrentaram prejuízos da ordem de R\$ 11 bilhões devido a eventos relacionados à escassez hídrica. Esses prejuízos incluem desde a falta de suprimento de energia a preços competitivos, danos aos ativos e infraestrutura, interrupção de produção, risco de desabastecimento e aumento dos custos com apólices de seguros.

2.1.3 INCÊNDIOS FLORESTAIS⁷

Os incêndios florestais são causados por uma combinação de fatores ambientais e humanos. Entre os principais fatores naturais estão as condições climáticas, como altas temperaturas, baixa umidade do ar e ventos fortes, que favorecem a propagação do fogo. Além disso, a presença de material combustível seco, como folhas, galhos, troncos e vegetação morta, cria um ambiente altamente inflamável. A ignição pode ocorrer de forma acidental, como por descuido com fogueiras, bitucas de cigarro ou queima de lixo, ou de forma intencional, por ações humanas deliberadas.

A combinação de menor precipitação, aumento do período de estiagem, elevação da temperatura e redução da umidade do ar torna o ambiente significativamente mais suscetível à ocorrência de incêndios. A maioria dos incêndios é intensificada durante os períodos em que as condições climáticas favorecem a propagação dos focos de fogo. A maior frequência dos incêndios rurais exige uma mobilização constante de pessoas e recursos ao longo de todo o período crítico, seja para ações de prevenção ou para ações

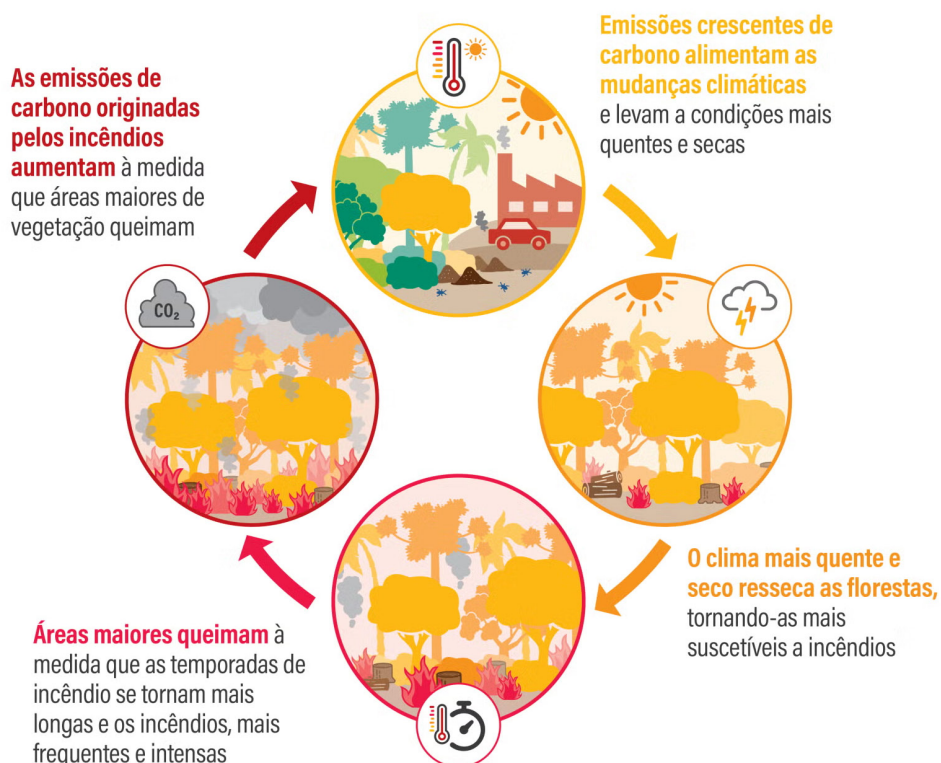
⁷ Fenômeno climatológico, climático, meteorológico e intensificado por ação humana.

de combate, o que impacta a execução das atividades regulares. Além disso, essa situação demanda a realocação de recursos e investimentos adicionais em equipamentos, como caminhões-pipa e aeronaves de combate a incêndios (Portal Celulose, 2024).

As empresas do setor de base florestal desempenham um papel essencial na prevenção e no combate aos incêndios rurais no Brasil. Por meio do fortalecimento de iniciativas preventivas, muitos incêndios são evitados ou têm suas proporções significativamente reduzidas. Além disso, as empresas florestais atuam de forma extremamente abrangente, monitorando áreas além de seus próprios limites e implementando ações efetivas de combate e acordos de parceria mútua, entre órgãos públicos e outros setores, qualificando e reduzindo o tempo de resposta das ações de combate. Neste sentido, o setor atua de forma integrada, com foco em quatro etapas essenciais: prevenção, com uso de aceiros, treinamentos de brigadistas e campanhas comunitárias; monitoramento e detecção, utilizando centrais de monitoramento, tecnologia satelital, torres de monitoramento com câmeras de alta resolução, sensores térmicos e sistemas de transmissão em tempo real, e sistemas de comunicação rápida e eficaz; combate, por meio de brigadas especializadas, equipamentos e suporte aéreo, e protocolos de cooperação mútua; e indicadores que acompanham sinistros e custos operacionais.

De acordo com a Florestar São Paulo, a infraestrutura do setor é projetada para proteger seus ativos florestais e áreas de vegetação nativa, mas cerca de 70% dos incêndios atendidos pelas empresas florestais ocorreram em áreas externas e vizinhas a essas propriedades. Esse dado reflete as características do manejo florestal, que, aliado ao planejamento antecipado, ações de inteligência, monitoramento constante, medidas preventivas, equipamentos adequados e pessoal treinado, permite uma resposta rápida, minimizando danos ambientais e impactos nas comunidades locais (Portal Celulose, 2024).

Os incêndios florestais são intensificados pela situação de seca severa. À medida que as queimadas se tornam mais frequentes, elas emitem mais carbono, exacerbando a mudança do clima e contribuindo para mais incêndios como parte de um “ciclo de feedback incêndio-clima”, conforme a figura a seguir indica.

Figura 6 - Ciclo climático dos incêndios.

Fonte: WRI Brasil, 2024a.

Entre 2019 e 2020, incêndios florestais levaram a uma perda econômica de AU\$ 4–5 bilhões (US\$ 2,7–3,3 bilhões) na Austrália, impactando, principalmente, o sistema alimentar do país. A perda foi equivalente a 6–8% da produção nacional no mesmo período, além de danificar diretamente cerca de US\$ 1,3–1,9 bilhão em propriedades, infraestrutura e terrenos.

Na Europa, os custos econômicos dos incêndios florestais também são elevados, com uma estimativa de 10.000 euros por hectare afetado, incluindo os custos de combate aos incêndios e reparação dos danos econômicos (UNEPFI, 2023).

Segundo Oliveira (2018), ressalta-se que perdas motivadas por fogo na produção sustentável de madeira chegavam a US\$ 183 ha/ano em áreas afetadas por incêndios recorrentes próximos a pátios de processamento na Amazônia. Além disso, essas perdas alcançavam US\$ 565 ha/ano em regiões de alto rendimento agrícola no Cerrado e Amazônia. Apesar de perdas elevadas, no período observado, os investimentos em mitigação de incêndios ainda eram baixos, em média US\$ 3,7 ha/ano em terras públicas e US\$ 11,2 ha/ano em terras privadas.

A indústria têxtil é altamente vulnerável a incêndios florestais, especialmente quando localizada em regiões rurais ou próximas a áreas de vegetação densa. Essa vulnerabilidade se deve à combinação de fatores como o uso de materiais inflamáveis (fibras naturais e sintéticas), o acúmulo de poeiras combustíveis nos ambientes de produção e a presença de produtos químicos inflamáveis. Em situações de incêndios florestais, essas fábricas podem ser diretamente atingidas pelas chamas ou indiretamente afetadas pela fumaça, evacuações forçadas, interrupções no fornecimento de energia e bloqueios logísticos (Tailor Insurance, 2025).

A indústria de papel e celulose está particularmente vulnerável aos incêndios florestais, uma ameaça em crescimento à medida que os incêndios se tornam mais frequentes. Nos últimos 20 anos, a perda de cobertura arbórea nos trópicos, muitas vezes causada por incêndios, aumentou significativamente, representando 15% do aumento global da perda de árvores.

A indústria também é afetada por incêndios em áreas próximas às suas instalações, como ocorreu na Itália em 2022, quando incêndios florestais forçaram o fechamento temporário de fábricas, como uma planta com 3.000 funcionários. Em setembro de 2024, no Brasil, incêndios florestais causaram prejuízos na ordem de R\$ 1,1 bilhão pelas contas da Confederação Nacional dos Municípios (CNM, 2024).

2.1.4 DESLIZAMENTOS DE TERRA

Esses eventos ocorrem quando o solo, encharcado pela água da chuva, perde estabilidade e desliza encosta abaixo, levando consigo rochas, árvores e estruturas construídas. Em cidades com ocupação desordenada, onde residências e infraestruturas são erguidas em encostas íngremes sem a devida proteção, os deslizamentos são especialmente devastadores, causando perdas materiais e humanas. Além disso, o risco de deslizamentos impacta o desenvolvimento urbano e a segurança de rodovias e ferrovias em áreas montanhosas, exigindo medidas preventivas, como o reflorestamento e a construção de muros de contenção (Katopodis & Sfetsos, 2019).

O Brasil está entre os 10 países com a maior área atingida por deslizamentos de terra. Foram registradas 5 mil ocorrências fatais que afetaram a vida de mais de 300 mil pessoas entre 2003 e 2023. Dos 5.570 municípios brasileiros, mais de 4 mil deles não possuem sistema de alerta de desastres (AGÊNCIA, 2023).

No Brasil, o deslizamento de terra representa uma ameaça significativa para as indústrias, especialmente aquelas localizadas em áreas de encostas e regiões montanhosas. As chuvas intensas, cada vez mais frequentes devido à mudança do clima, aumentam a probabilidade

de deslizamentos, o que pode causar danos às infraestruturas e interromper a produção em setores como mineração, agricultura, construção civil e energia.

As indústrias de mineração, por exemplo, podem ser seriamente afetadas por deslizamentos que danifiquem minas ou estradas de acesso, causando paralisações e impactos à vida humana.

A agricultura também sofre com a erosão do solo e a destruição de plantações, o que pode comprometer a oferta de produtos agrícolas e afetar a economia local. Já o setor de construção civil pode enfrentar custos elevados com a necessidade de reconstrução de áreas afetadas ou com o fechamento temporário de obras.

Portanto, o risco de deslizamento de terra não só coloca em risco vidas humanas, mas pode acarretar grandes prejuízos econômicos e interromper a continuidade de atividades industriais importantes para o país. A mitigação desse risco envolve tanto o monitoramento climático quanto a adoção de medidas de engenharia e planejamento urbano, visando reduzir a vulnerabilidade das áreas de risco.

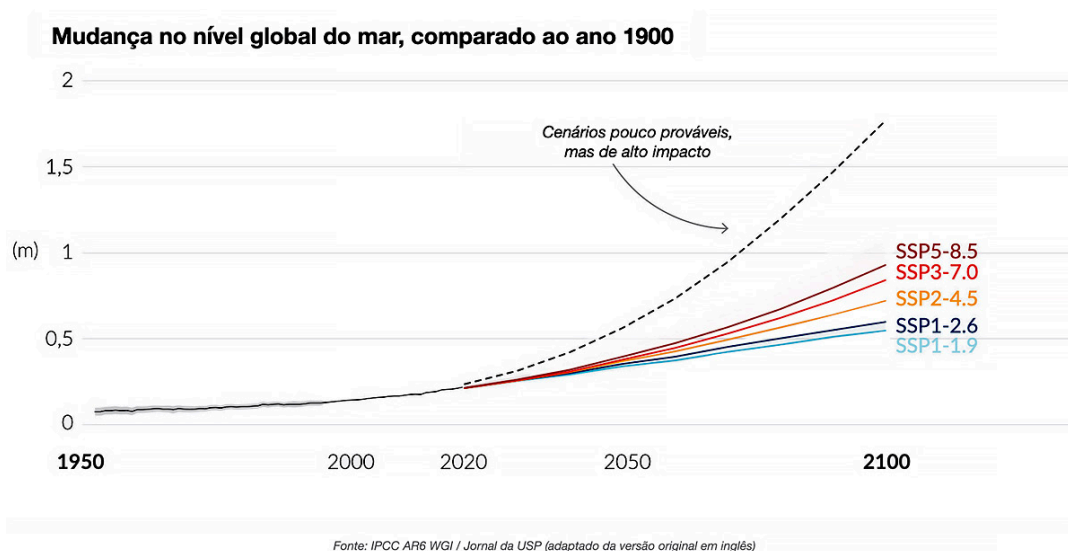
2.1.5 AUMENTO DO NÍVEL DO MAR

O aumento do nível do mar representa um grande risco para as áreas costeiras, pois pode inundar cidades, infraestruturas e ecossistemas que ficam mais próximos do litoral. Com o aumento do nível do mar, tubulações e estruturas litorâneas sofrem danos causados pela erosão e pela elevação das marés, colocando em risco a integridade de infraestruturas industriais. Tempestades severas, comuns em áreas costeiras, danificam plataformas *offshore*, edifícios e sistemas de proteção, aumentando a necessidade de investimento em sistemas de proteção e adaptação.

Caso a urbanização prossiga de forma ascendente nessas regiões expostas, os impactos serão ainda mais graves, especialmente em lugares onde os recursos essenciais, como água e energia, são escassos. Além disso, a perda de biodiversidade e os efeitos danudança do clima colocarão um número crescente de pessoas em risco (IPCC, 2023).

A aglomeração de pessoas e bens nas zonas costeiras implica um potencial impacto se a subida do nível do mar continuar a aumentar, resultando em milhares de refugiados climáticos anualmente. Estima-se que pelo menos 600 milhões de pessoas no mundo vivem hoje a menos de 10 metros acima do nível do mar. (Artaxo, 2022; IPCC, 2023).

A Figura a seguir indica as projeções de aumento do nível do mar para 2100, em comparação a 1900.

Figura 7 - Mudança no nível global do mar, comparado ao ano 1900⁸

Fonte: IPCC AR6 WGI, adaptado por Jornal da USP

Desde 1900, o nível do mar subiu mais rápido do que em qualquer outro período nos últimos 3.000 anos. Prevê-se uma elevação do nível mar no Brasil entre 20,9 e 24,27 centímetros até 2050. Destaque-se que o Brasil possui uma costa de 7.491 Km e que 54,8% da população brasileira que vive na faixa litorânea, correspondendo a 111,2 milhões de pessoas (ONU BRASIL, 2023; ÁGUA SUSTENTÁVEL, 2024; UNDP, 2024).

O aumento do nível do mar pode levar à erosão costeira, intrusão salina em rios e à salinização do solo, comprometendo também áreas agrícolas e ecossistemas adjacentes, o que afeta o fornecimento de matérias-primas e, consequentemente, a produtividade dessas indústrias. As medidas adaptativas estruturantes exigem investimentos em infraestrutura, como barreiras físicas, sistemas de drenagem e, em alguns casos, a realocação de instalações para áreas mais seguras, o que representa um desafio financeiro significativo para o setor industrial (UNEPFI, 2023).

⁸ Cenários climáticos: Neste relatório, o IPCC desenvolveu cinco novos cenários de emissões de gases de efeito estufa para o período de 2015 a 2100, que incluem: dois cenários mais otimistas, onde as emissões diminuem rapidamente nas próximas décadas; um cenário intermediário, em que as emissões se mantêm estáveis até 2050 e começam a reduzir gradualmente após esse período; e dois cenários mais pessimistas, nos quais as emissões continuam a aumentar até o final do século. Esses cenários são identificados pela sigla SSP, que se refere a "Shared Socioeconomic Pathways" (Caminhos Socioeconômicos Compartilhados, em português). No cenário mais otimista (representado pela linha azul clara no gráfico), as emissões de dióxido de carbono causadas pelo homem diminuiriam rapidamente nas próximas décadas, atingindo emissões líquidas zero por volta de 2050, e se tornariam negativas a partir desse ponto. Para isso, seria necessário não só reduzir as emissões, mas também adotar medidas que removam o excesso de carbono já presente na atmosfera, como o plantio massivo de árvores em todo o planeta. Nesse cenário, a humanidade começaria a retirar mais carbono da atmosfera do que adicionaria. No segundo cenário otimista (azul escuro), isso ocorreria, mas somente a partir de 2080. No cenário intermediário (amarelo), as emissões ainda aumentariam um pouco nos próximos anos, começando a diminuir apenas após 2050, mas sem atingir zero antes de 2100. Já nos dois cenários mais pessimistas (vermelho e violeta), as emissões continuariam a subir nas próximas décadas, embora em ritmos diferentes.

2.2 RISCOS DE TRANSIÇÃO

Os riscos de transição são aqueles que podem surgir na transição para uma economia de baixo carbono, podendo acarretar grandes mudanças políticas, legais, tecnológicas e de mercado para atender aos requisitos de mitigação e adaptação relacionados à mudança do clima. Dependendo da natureza, velocidade e do foco dessas mudanças, os riscos de transição podem representar níveis variados de risco financeiro e de reputação para as organizações. Os riscos de transição serão divididos em quatro categorias:

1. Regulatório;
2. Mercado;
3. Tecnológico; e
4. Reputacional.

A seguir, estão listados alguns exemplos de riscos de transição levantados em literatura, aplicáveis e recorrentes para a indústria:

- **Taxação, imposto ou precificação do carbono:** O mercado de carbono surgiu de modo a pressionar os agentes intensivos em emissões de Gases de Efeito Estufa. No Brasil, foi sancionada a lei que estabelece o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (Lei nº15.042/25), com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e estimular inovações tecnológicas de baixo carbono. Diversos subsetores industriais poderão ser significativamente impactados pela precificação do carbono, à medida que seja implementado um custo para as emissões de toneladas de dióxido de carbono equivalentes. O instrumento estabelece um limite de emissões de gases do efeito estufa para as empresas, que podem transacionar as suas cotas (permissões) de emissões previamente definidas.
- **Restrições de políticas públicas e risco de litigância:** Requisitos regulatórios mais rigorosos para indústrias aumentarão a pressão para descarbonizar e limitar a emissão industrial. Para produtores de bens destinados a mercados internacionais, uma vez que essas regras que regulam a intensidade de carbono dos produtos industriais representarão desafios significativos para a indústria aqui instalada.
- **Alternativas tecnológicas de baixo carbono:** O avanço contínuo das tecnologias e a redução dos custos das fontes renováveis de energia estão tornando o setor energético mais competitivo. Esse cenário representa um desafio crescente para as empresas de petróleo e gás, pois pode levar à diminuição da demanda por combustíveis fósseis e, consequentemente, à redução na produção e desenvolvimento de novos produtos.

- **Mudança de comportamento do consumidor:** A expansão das redes sociais nos últimos anos acelerou a mudança na procura dos consumidores de produtos mais “verdes”. Além disso, existe uma pressão de mercados consumidores internacionais com maior nível de exigência sobre a adoção de práticas de mitigação dos gases de efeito estufa e adaptação à mudança do clima nas operações industriais.
- **Riscos tecnológicos:** Referem-se a possíveis danos ou perdas decorrentes do uso, falha ou obsolescência de tecnologias em processos produtivos, sistemas de informação ou infraestrutura. No contexto industrial, falhas em sistemas industriais automatizados, obsolescência de equipamentos com altas emissões de carbono frente a novas exigências regulatórias e a necessidade de investimentos significativos em modernização. Além disso, a adoção de tecnologias específicas pode aumentar a vulnerabilidade das empresas industriais caso essas soluções se tornem ultrapassadas ou não atendam aos padrões ambientais emergentes, afetando a competitividade e a continuidade operacional.
- **Riscos reputacionais:** Referem-se ao impacto negativo que a percepção pública pode ter sobre a imagem e a credibilidade de uma empresa industrial. Esses riscos podem surgir de práticas ambientais inadequadas, omissão diante de desastres climáticos ou da falta de transparência e ação frente às exigências de sustentabilidade. No setor industrial, a perda de confiança por parte de consumidores, investidores, comunidades e órgãos reguladores pode resultar em queda no valor de mercado, retração nas vendas, dificuldades no acesso a financiamentos e rompimento de parcerias estratégicas — comprometendo diretamente a competitividade e a viabilidade de longo prazo da organização. Além disso, a litigância climática pode gerar despesas legais substanciais, impactando ainda mais o resultado financeiro das empresas.

Restrições operacionais na extração e produção de combustíveis fósseis podem impactar diretamente as receitas, enquanto a transição para energias renováveis está demonstrando retornos financeiros superiores em comparação aos combustíveis fósseis, o que pode resultar na perda de clientes para empresas que não se adaptam.

Acrescente-se que a redução ou eliminação de subsídios ao petróleo e gás também contribui para o aumento de custos e perda de receitas, afetando consumidores e outras partes interessadas devido ao encarecimento da energia e das matérias-primas.

Além disso, os custos na cadeia de suprimentos e os custos operacionais elevados devido à mudança do clima podem afetar a eficiência e a lucratividade. A necessidade de investir em tecnologias de baixo carbono implica custos de transição, e a falta de adaptação a essas novas demandas pode resultar em perda de competitividade, receitas e lucros.

Finalmente, a diminuição da procura por combustíveis fósseis, como por exemplo o carvão, pode impactar negativamente as mineradoras e setores que dependem desses produtos, levando a quedas significativas nos lucros. Assim, a adaptação às novas exigências do mercado e à mudança do clima torna-se crucial para a saúde financeira das empresas.



3 AÇÕES DE ADAPTAÇÃO

Para reduzir a exposição e vulnerabilidade às ameaças climáticas, os esforços para mitigar as emissões de GEE e se adaptar à mudança do clima podem ser vistos como oportunidades para as organizações. Alguns exemplos de oportunidades são: a eficiência no uso de seus recursos, adoção de fontes de energia de baixa emissão, desenvolvimento de novos produtos e serviços, acesso a novos mercados e fortalecimento da resiliência ao longo da cadeia de suprimentos. As oportunidades relacionadas à mudança do clima variam de acordo com a região, o mercado e a indústria em que a organização opera. Sendo assim, as oportunidades foram divididas nas categorias:

1. Eficiência de Recursos;
2. Fontes de Energia;
3. Produtos e Serviços;
4. Mercados; e
5. Resiliência.

A seguir, são listadas as oportunidades de adaptação para a indústria brasileira.

3.1 EFICIÊNCIA DE RECURSOS

- **Eficiência hídrica:** Implementação de práticas que aumentem a eficiência das plantas industriais, minimizando o uso de água. Plantas industriais podem aumentar sua eficiência hídrica por meio do reúso de água, captação de chuva, controle de vazamentos, automação de processos e substituição de equipamentos por modelos mais econômicos. A Ambev realiza reúso e captação de água da chuva por meio de cisternas, automação de processos e controle rigoroso de vazamentos (Forbes, 2021).
- **Eficiência energética:** Pode ser aprimorada com cogeração de energia, uso de variadores de frequência em motores, melhorias no isolamento térmico, iluminação LED com sensores, manutenção preventiva e adoção de fontes renováveis, como biomassa, solar e eólica. Essas medidas reduzem custos operacionais, aumentam a resiliência e contribuem para a sustentabilidade das operações industriais. Para a Petrobrás, por exemplo, essa prática resultou em uma redução de cerca de 13 mil m³/d no consumo de gás natural, o que equivale a uma redução de emissões de cerca de 9 mil tCO₂e/ano (CDP Petrobrás, 2023).

- **Adoção de práticas de circularidade:** Diante da crescente escassez de recursos, a economia circular se apresenta como uma oportunidade para dar suporte à adaptação climática. Esse modelo econômico adota uma abordagem sistêmica para manter um fluxo circular dos recursos na economia. Novos modelos de negócios, como produtos oferecidos como serviço e o compartilhamento de recursos entre organizações ou regiões, ajudam a reduzir a dependência de insumos essenciais como água, energia e matérias-primas, tornando-os mais resilientes à escassez.
- 3.2 Fontes de Energia
- **Uso de fontes de energia com menor índice de emissões:** Diversificação das operações e portfólio, buscando oportunidades em energias renováveis e infraestrutura energética, adaptando-se às demandas do mercado e garantindo a eficiência operacional, com o objetivo de alcançar a neutralidade das emissões de carbono.
- **Recuperação de Calor:** Se trata do aproveitamento do calor residual proveniente de caldeiras, fornos ou efluentes quentes para pré-aquecer água, ar ou matérias-primas, reduzindo o consumo de energia primária. Além de diminuir os custos operacionais, essa medida contribui para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se às exigências da transição para uma economia de baixo carbono. A implementação de trocadores de calor, sistemas de cogeração e caldeiras de recuperação são exemplos de soluções tecnológicas que tornam o processo produtivo mais sustentável e competitivo (UNILESTE, 2020).

3.3 PRODUTOS E SERVIÇOS

- **Desenvolvimento de Produtos Mais Resilientes:** criação de produtos adaptados à mudança do clima, como vidros que minimizam a absorção de calor.
- **Desenvolvimento de produtos de baixa emissão de CO₂:** A indústria de vidros AGC investiu na produção comercial de 1234yf (refrigerante com baixo potencial de aquecimento global), um avanço tecnológico importante se considerado que os gases refrigerantes têm um alto PAG (Potencial de Aquecimento Global) e a indústria como um todo necessita reduzir este fator de emissão (CDP AGC, 2023).
- **Serviços Ecossistêmicos:** Comercialização de serviços relacionados à conservação de recursos hídricos e vegetação, incluindo pagamentos por serviços ambientais.
- **Práticas Agrícolas Regenerativas:** Implementação de técnicas como cobertura de cultivo e plantio direto para aumentar a resiliência do solo para as indústrias vinculadas às atividades florestais, principalmente têxtil e alimentos.

3.4 MERCADOS

- **Uso de Incentivos do Poder Público:** existem vantagens competitivas que as indústrias brasileiras podem incorporar, como a alta disponibilidade de energias renováveis. As tendências de desenvolvimento de um novo parque industrial em território nacional de baixa emissão de GEE e adaptado à mudança do clima poderá possibilitar a instalação de um polo de atração de investimentos industriais. Essa estratégia é chamada de *Powershoring*. O plano Nova Indústria Brasil, apresentado em janeiro de 2024, é uma forte sinalização do governo nessa direção, por meio do qual foram desenvolvidos instrumentos tradicionais de estímulo (subsídios, empréstimos com juros reduzidos e ampliação de investimentos públicos), voltados para uma transição ecológica (SEEG, 2024).
- **Adaptação ao Mercado de Produtos Sustentáveis:** investir em pesquisa e desenvolvimento para criar produtos que atendam a uma demanda crescente por sustentabilidade. Indústrias de diversos setores têm investido em pesquisa e desenvolvimento para criar produtos mais sustentáveis, atendendo à crescente demanda por responsabilidade ambiental. Esses investimentos incluem embalagens biodegradáveis, tecidos reciclados, alimentos à base de plantas, processos industriais de baixo carbono e eletrodomésticos de alta eficiência energética. Além de reduzirem impactos ambientais, essas inovações fortalecem a competitividade das empresas e atendem a exigências regulatórias e de mercado.
- **Modelagem Climática:** análise das particularidades regionais para adaptar a produção e identificar novas oportunidades de mercado em resposta à mudança do clima. Nesse sentido, a plataforma Adapta Brasil/MCTI⁹ é um valioso instrumento para esse fim.
- **Colaboração com Stakeholders** (partes interessadas): fomentar parcerias entre indústrias para desenvolver soluções inovadoras e compartilhar melhores práticas ambientais. A Diklatex é uma empresa têxtil que colabora com clubes esportivos e marcas de moda para desenvolver tecidos sustentáveis, fazendo parceria com a Dope

9 A AdaptaBrasil MCTI é uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), lançada com o objetivo de ser uma ferramenta técnico-científica para apoiar o planejamento e a tomada de decisão em políticas de adaptação às mudanças climáticas no Brasil. A plataforma atende aos objetivos do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), oferecendo uma base robusta de dados e indicadores climáticos. Ela fornece informações atualizadas, confiáveis e georreferenciadas sobre riscos climáticos, vulnerabilidades e impactos em diferentes setores e regiões do país. Seu público-alvo inclui gestores públicos, pesquisadores, planejadores e tomadores de decisão que buscam embasar suas ações com evidências científicas.

Acesse a plataforma: <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/>

Como utilizar a plataforma AdaptaBrasil MCTI:

1. Acesse o portal oficial: <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/>
2. Explore os indicadores climáticos: Navegue por mapas interativos com dados sobre ameaça climática, exposição, vulnerabilidade e impacto, com recortes por município, estado ou região.
3. Escolha o setor de interesse: A plataforma permite visualizar riscos climáticos em setores como agricultura, recursos hídricos, saúde, energia, entre outros.
4. Compare cenários climáticos futuros:
Análise projeções baseadas em diferentes cenários de emissões (RCP 4.5 e RCP 8.5), úteis para planejamento de longo prazo.
5. Acesse fichas analíticas por município: Obtenha relatórios detalhados com dados específicos para cada localidade, facilitando o diagnóstico e a priorização de ações.
6. Utilize os dados para embasar políticas públicas:

Os indicadores podem ser integrados a planos municipais e estaduais de adaptação, contribuindo para a resiliência climática.

Dyeing, que reduz em até 90% o uso de água e efluentes. Também utiliza fios reciclados de garrafas PET, promovendo a economia circular em parceria com *stakeholders* da cadeia produtiva (DIKLATEX, 2022).

- **Acesso a novos mercados:** refere-se à capacidade das indústrias de expandir suas operações para novas regiões geográficas ou segmentos de consumidores, seja nacional ou internacionalmente. Isso pode ocorrer por meio da exportação de produtos, da adaptação às exigências ambientais ou sociais de novos consumidores, ou ainda pela entrada em nichos de mercado que valorizam atributos como sustentabilidade, inovação ou tecnologia limpa. Essa expansão permite diversificar receitas, reduzir riscos e aumentar a competitividade.
- **Emissão de títulos verdes ou metas vinculadas à sustentabilidade:** os títulos verdes são títulos de renda fixa vinculados à projetos sustentáveis/climáticos, caracterizados por taxas de juros mais baixas. Em 2023, a Petrobrás anunciou a emissão de *sustainability-linked bonds* (SLBs), atrelados a metas ambientais, como a redução de emissões de gases de efeito estufa e investimentos em projetos de baixo carbono (Ambipar, 2024).
- **Participação no mercado de carbono:** a BRF tem estudado a oportunidade de gerar créditos de carbono a partir do metano proveniente de projetos de tratamento de resíduos e de geração de energia limpa a partir de parques solares e eólicos. Nesse sentido, a indústria de alimentos avaliou um potencial impacto positivo de aumento de sua receita em até R\$ 9 milhões, proveniente de uma maior demanda por produtos e serviços devido aos ganhos reputacionais (CDP BRF, 2023).
- Além disso, a Engie monitora e avalia ativamente a evolução do mercado de carbono no Brasil, garantindo que as suas estratégias estão alinhadas com as importantes diretrizes e definições estabelecidas pelo Acordo de Paris. A empresa também promove ativamente contratos com garantia de origem, certificados de energia renovável e créditos de carbono (CDP Engie 2023).

3.5 RESILIÊNCIA¹⁰

- **Investimentos em Infraestrutura Resiliente:** construção de barreiras naturais, como características físicas do ambiente que dificultam ou impedem a passagem ou acesso a determinadas áreas, como montanhas, rios, florestas ou pântanos. Além disso, ressalta-se a recuperação de manguezais para proteger áreas costeiras de eventos extremos.

¹⁰ A capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ecológicos interconectados de lidar com um evento perigoso, como as ameaças climáticas, sem afetar sua estrutura essencial (IPCC, 2023).

- **Planos de Contingência e Mapeamento de Risco:** criação de planos de ação para cenários climáticos críticos e mapeamento das áreas de risco para orientar decisões empresariais. Ressalta-se que a elaboração de Planos de Contingência está prevista na Lei nº 12.608, de 2018, já o mapeamento de riscos pode ser realizado a partir dos dados fornecidos da plataforma AdaptaClima.
- **Sistemas de Monitoramento e Alerta:** utilização de ferramentas que permitam acesso a dados climáticos e alertas em tempo real para auxiliar na gestão de riscos. Ferramentas e sistemas públicos existentes são relevantes para a indústria.

O CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais)¹¹ fornece dados em tempo real sobre riscos como inundações, deslizamentos e secas, permitindo que indústrias localizadas em áreas vulneráveis adotem medidas preventivas, minimizando perdas e interrupções operacionais.

A ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) disponibiliza dados sobre disponibilidade hídrica, outorgas e uso da água, fundamentais para o planejamento eficiente de consumo e gestão de recursos hídricos nas plantas industriais.

Já o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) contribui com mapeamentos de risco geológico e hidrológico, além de monitoramento de aquíferos e reservatórios, o que apoia decisões sobre localização de empreendimentos, segurança de barragens e uso sustentável da água. O Monitor de Queimadas (INPE) e o Monitor de Secas (parceria entre ANA e outras instituições) trazem alertas e mapas atualizados sobre focos de incêndio e intensidade da seca em todo o país, ajudando setores como o de alimentos, papel e celulose ou têxtil a se prepararem para impactos sobre cadeias de suprimento e disponibilidade de insumos. Essas plataformas são, portanto, ferramentas estratégicas para a indústria antecipar riscos, adaptar suas operações e planejar investimentos com maior resiliência climática.

As indústrias brasileiras apresentam diversas oportunidades para se adaptar à mudança do clima, não apenas para mitigar riscos, mas também para promover uma economia mais sustentável e resiliente. Essas ações auxiliam no enfrentamento aos desafios impostos pela mudança do clima, ao mesmo passo que identificam novas frentes de negócio e reduzem custos operacionais.

¹¹ **Como utilizar o CEMADEN:**

1. Acesso ao portal oficial:

Visite www.gov.br/cemaden para acessar boletins, alertas e relatórios técnicos atualizados sobre riscos como inundações, deslizamentos e secas.

2. Mapa Interativo:

Acesse o Mapa Interativo do CEMADEN para visualizar em tempo real:

- Estações pluviométricas e hidrológicas
- Alertas geo-hidrológicos por município

3. Dados históricos e previsão de eventos extremos Download de dados:

É possível baixar dados mensais por estado ou município, úteis para análises de risco e planejamento de contingência industrial.

4. Aplicações para a indústria:

- Antecipar evacuações em áreas de risco
- Planejar estoques e logística em função de eventos climáticos
- Ajustar turnos e produção conforme alertas de risco



4 A CADEIA DE VALOR DA INDÚSTRIA

A cadeia de valor da indústria brasileira encontra-se cada vez mais exposta aos impactos da mudança do clima, refletindo um cenário de riscos crescentes para a produção, logística, competitividade e segurança operacional. Eventos extremos como secas prolongadas, inundações, elevação do nível do mar e oscilações de temperatura afetam diretamente setores intensivos em recursos naturais, energia e transporte, revelando vulnerabilidades em etapas críticas da cadeia produtiva — do fornecimento de matérias-primas à distribuição final.

Além disso, pressões regulatórias nacionais e internacionais em torno da descarbonização, bem como as exigências de consumidores e investidores por práticas mais sustentáveis, intensificam a necessidade de adaptação e resiliência. Diante desse contexto, compreender como os diferentes elos da cadeia industrial respondem às ameaças climáticas é essencial para garantir a continuidade dos negócios, mitigar riscos financeiros e ambientais, e tornar a indústria brasileira mais adaptada às ameaças climáticas.

A cadeia de valor da indústria é uma estrutura que descreve todas as atividades envolvidas na criação de um produto ou serviço, desde a concepção até a entrega ao consumidor final. Ela é composta por **atividades primárias**, que estão diretamente ligadas à produção e comercialização, e **atividades de apoio**, que sustentam e tornam possíveis as operações produtivas.

Entre as **atividades de apoio**, destacam-se a **infraestrutura**, que compreende a gestão administrativa, financeira, tecnológica e estrutural da empresa, e os **recursos humanos**, responsáveis pela qualificação, contratação, treinamento e gestão de talentos, essenciais para garantir a eficiência e a inovação em todas as etapas da cadeia.

1. As **atividades primárias** da cadeia de valor industrial são divididas em cinco partes:
 - a) **Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)**: envolve a **atualização setorial**, o **desenvolvimento de novos produtos** e a **melhoria de tecnologias de processos**, sendo essencial para manter a competitividade, inovação e adaptação às exigências de mercado e sustentabilidade.

- b) **Logística de aquisições:** refere-se à **compra de matérias-primas, estocagem de insumos, gestão do transporte de materiais** e ao uso de **tecnologia de processos** para garantir o fornecimento eficiente, com controle de qualidade e custos.
- c) **Produção:** engloba a **produção interna, logística de produção, produção externa (terceirizada)**, além do controle de **custos** e da **flexibilidade operacional**, fatores que influenciam a produtividade e a capacidade de resposta às variações do mercado.
- d) **Logística de distribuição:** abrange a **estocagem dos produtos prontos, o transporte até o consumidor ou pontos de venda**, e o uso de **redes de distribuição** que permitam alcançar os mercados de forma eficiente e econômica.
- e) **Marketing e vendas:** envolve a **atualização sobre tendências setoriais**, a **gestão da marca**, as **estratégias de vendas**, o **relacionamento com o cliente** e os serviços de **atendimento e assistência pós-venda**, fundamentais para consolidar a presença da empresa no mercado e fidelizar consumidores.

A imagem a seguir evidencia a articulação entre os elos da cadeia de valor generalista de uma indústria.

Figura 8 - Cadeia de Valor da Indústria



Fonte: Elaboração própria.

A seguir, é descrito um mapeamento dos principais riscos físicos e de transição aos quais cada elo da cadeia de valor da indústria está exposto.

As atividades de apoio relacionadas à infraestrutura e à gestão de pessoas estão expostas a diversos riscos físicos, como danos estruturais causados por enchentes, tempestades ou incêndios florestais, além de interrupções no fornecimento de energia e água, que comprometem a operação e a segurança dos trabalhadores. Já os riscos de transição

incluem a elevação dos custos operacionais diante de regulamentações ambientais mais rigorosas, a necessidade de qualificação contínua dos colaboradores para lidar com tecnologias de baixo carbono e o risco reputacional decorrente da não conformidade com práticas sustentáveis.

A área de P&D enfrenta riscos físicos como a exposição de centros de pesquisa a eventos climáticos extremos, que podem causar danos a laboratórios e perda de dados. Em termos de riscos de transição, há uma pressão crescente por inovações que reduzam as emissões pegada de carbono dos produtos e processos. Isso exige investimentos em tecnologias mais limpas e eficientes, além do risco de obsolescência de soluções que não se alinhem às novas exigências ambientais.

A logística de aquisições pode ser severamente impactada por riscos físicos, como deslizamentos, secas e enchentes, que comprometem o transporte de matérias-primas e a integridade das infraestruturas envolvidas. Já nos riscos de transição, destacam-se os desafios em manter fornecedores que adotem práticas sustentáveis, além do possível aumento dos custos de insumos resultante de políticas de precificação de carbono.

A produção industrial enfrenta riscos físicos como interrupções operacionais causadas por escassez de água, energia e danos estruturais, além de um aumento considerável nos custos com refrigeração e manutenção em contextos de calor extremo. No campo dos riscos de transição, há a elevação dos custos com insumos regulados, como energia elétrica e créditos de carbono, e a necessidade de adaptar processos industriais para manter competitividade frente a concorrentes mais alinhados com a agenda climática.

A logística de distribuição está vulnerável a eventos extremos que afetam a malha viária e redes de transporte, dificultando a entrega de produtos e a reposição de estoques. Os riscos de transição incluem a necessidade de renovar frotas para opções menos poluentes e a adequação às exigências de logística reversa, cada vez mais cobradas por políticas públicas e consumidores conscientes.

O marketing e o atendimento ao cliente podem sofrer com a limitação da operação em momentos de crise climática, como eventos extremos que impactem a cadeia como um todo. Quanto aos riscos de transição, há uma mudança significativa nas preferências dos consumidores, que priorizam produtos com menor impacto ambiental. Além disso, empresas que não adotam práticas transparentes de sustentabilidade podem sofrer danos reputacionais e perder espaço no mercado.



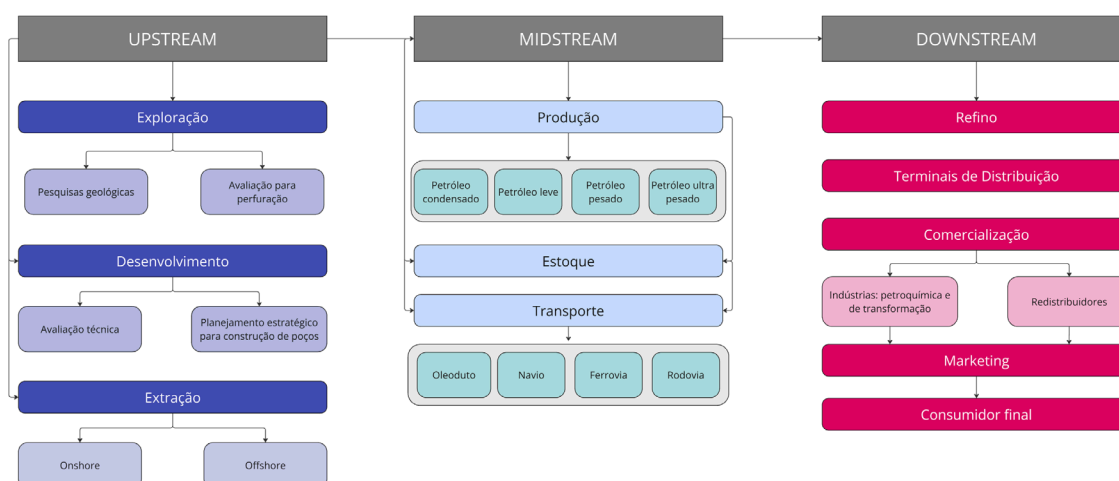
5 GUIA DE ENGAJAMENTO

5.1 CADEIA DE VALOR – INDÚSTRIA ÓLEO E GÁS

A cadeia de valor da indústria de óleo e gás compreende um conjunto de etapas interligadas que transformam os recursos naturais encontrados no subsolo em produtos derivados consumidos amplamente pela sociedade. Essa cadeia é tradicionalmente dividida em três grandes segmentos: **Upstream**, **Midstream** e **Downstream**, os quais englobam desde a exploração geológica e extração do petróleo bruto até o refino, distribuição e comercialização dos seus derivados. Cada uma dessas etapas exige tecnologias específicas, alto investimento de capital, mão de obra especializada e forte regulação ambiental e econômica.

A complexidade da cadeia reflete a importância estratégica do setor para a matriz energética global e para o desenvolvimento industrial, sendo responsável não apenas pelo fornecimento de combustíveis, mas também por insumos essenciais à indústria petroquímica, de plásticos, fertilizantes, cosméticos e outros bens de consumo. Além disso, os desafios operacionais variam de acordo com o tipo de petróleo extraído (leve, pesado, ultra pesado) e com as condições geográficas e logísticas envolvidas, especialmente em ambientes *offshore*. Dessa forma, compreender a estrutura da cadeia de valor do petróleo é essencial para analisar a dinâmica econômica, ambiental e tecnológica dessa indústria. A imagem a seguir ilustra os elos dessa cadeia.

Figura 9 - Cadeia de Valor da Indústria de óleo e gás.



5.1.1 EXPOSIÇÃO DA CADEIA DE VALOR DE ÓLEO E GÁS A RISCOS CLIMÁTICOS

Cada elo da cadeia de valor está exposto de forma distinta aos riscos climáticos. O *upstream* é altamente dependente de recursos naturais e infraestrutura em ambientes extremos; o *midstream* é sensível à logística e integridade física das conexões; e o *downstream* sofre diretamente com pressões regulatórias, de mercado e da sociedade. Em todos os casos, a gestão de riscos climáticos precisa ser integrada à estratégia corporativa, promovendo adaptação estrutural, inovação tecnológica e transição energética justa e resiliente.

Upstream: Exploração, Desenvolvimento e Extração

A etapa de *upstream* na indústria do petróleo e gás — que abrange as atividades de exploração, desenvolvimento e extração — pode ocorrer tanto em ambientes *offshore* (no mar) quanto *onshore* (em terra firme). No Brasil, a produção *offshore* é predominante, especialmente nas reservas do pré-sal localizadas nas bacias de Campos e Santos, onde plataformas marítimas operam em águas profundas. Já a produção *onshore* ocorre em regiões como o Nordeste, com destaque para a Bacia do Recôncavo, na Bahia. Assim, embora nem toda atividade de *upstream* aconteça no mar, o ambiente *offshore* representa a maior parte da produção nacional, devido à sua relevância estratégica e ao volume de reservas exploradas (EPE, 2019).

As operações de exploração e perfuração estão particularmente vulneráveis a riscos físicos decorrentes de eventos climáticos extremos. Inundações e deslizamentos de terra dificultam o acesso a áreas remotas e instabilizam o solo, comprometendo a instalação de sondas, torres e demais estruturas. As instalações *offshore*, por sua vez, enfrentam tempestades severas e o aumento do nível do mar, que podem causar danos significativos às plataformas, colocar em risco a segurança dos trabalhadores e interromper as operações por longos períodos.

A escassez de água, intensificada por secas prolongadas, afeta diretamente técnicas de extração, levando a atrasos ou mesmo à paralisação da produção. Incêndios florestais em áreas *onshore* trazem ainda desafios logísticos, além de danificar cabos elétricos e estruturas de apoio. Adicionalmente, ondas de calor constantes aceleram o desgaste de equipamentos e aumentam os custos com manutenção, ao mesmo tempo em que elevam os riscos de falhas operacionais.

A fase *upstream* também está fortemente exposta a riscos de transição ligados à mudança para uma economia de baixo carbono. No campo regulatório, a precificação do carbono se torna um grande desafio, especialmente considerando que essa fase é uma das mais intensivas em emissões fugitivas, como o metano. A nível tecnológico, o avanço das fontes renováveis reduz o interesse e os investimentos em novos projetos de exploração

de combustíveis fósseis. Do ponto de vista de mercado, políticas climáticas e a crescente substituição por alternativas mais limpas diminuem a demanda por petróleo, tornando economicamente inviável a abertura de novas jazidas. Além disso, o setor enfrenta riscos reputacionais consideráveis, sobretudo quando opera em áreas ambientalmente sensíveis, o que pode gerar oposição pública e prejudicar a licença social para operar.

Midstream: Processamento, Armazenamento e Transporte

As infraestruturas logísticas da etapa *midstream* estão particularmente expostas a eventos climáticos extremos. Oleodutos e gasodutos correm risco de erosão, enchentes e deslizamentos de terra, que comprometem a integridade das tubulações, podendo gerar vazamentos, rupturas ou paradas emergenciais. Os tanques de armazenamento também são vulneráveis: chuvas intensas podem causar transbordamentos de líquidos tóxicos, gerando contaminação ambiental e prejuízos operacionais. A logística terrestre e ferroviária sofre com tempestades severas e quedas de barreiras, que interrompem rotas e dificultam o abastecimento regular. No transporte marítimo, navios petroleiros enfrentam cada vez mais tempestades tropicais, o que aumenta o risco de acidentes ambientais e prejuízos econômicos significativos.

As pressões para a descarbonização também impactam fortemente o segmento *midstream*. Há uma demanda crescente por tecnologias que reduzam as emissões a pegada de carbono do transporte, o que exige a modernização de frotas com veículos menos poluentes, adoção de combustíveis alternativos e implementação de sistemas inteligentes de monitoramento. Regulamentações mais rígidas podem elevar o custo do frete, reduzir margens de lucro e inviabilizar modais de transporte mais poluentes. Do ponto de vista reputacional, a ocorrência de incidentes logísticos, como derramamentos de óleo, tende a atrair atenção pública negativa e ações judiciais, pressionando as empresas a adotar medidas preventivas e corretivas mais rápidas eficazes.

Downstream: Refino, Distribuição e Comercialização

A etapa *downstream* também está sujeita a impactos físicos relevantes causados pela mudança do clima. Refinarias requerem grande quantidade de água para resfriamento e outros processos operacionais, tornando-se extremamente vulneráveis a períodos prolongados de seca. A presença de fumaça e cinzas derivadas de incêndios florestais pode comprometer os sistemas de ventilação e filtragem, o que reduz a produtividade e eleva os custos com manutenção. Tempestades e inundações, especialmente em áreas urbanas e industriais, podem paralisar o funcionamento de terminais de distribuição, redes varejistas e postos de combustíveis. Ondas de calor, por sua vez, impactam o desempenho de equipamentos e elevam o risco de incêndios industriais, exigindo reforços na segurança e nos planos de contingência.

As mudanças nos padrões de consumo e a pressão por práticas sustentáveis geram riscos de transição importantes no *downstream*. A redução da demanda por combustíveis fósseis, impulsionada por uma mudança de comportamento dos consumidores e por políticas públicas ambientais, desafia o modelo tradicional de negócios. Avanços tecnológicos, como biocombustíveis, eletrificação de frotas e diversificação das matrizes energéticas, exigem adaptações nos equipamentos, investimentos em inovação e requalificação da força de trabalho. Do ponto de vista regulatório, normas mais restritivas sobre emissões e composição de produtos podem afetar diretamente a competitividade das empresas do setor. Em termos de reputação, sendo o elo mais exposto ao consumidor, o *downstream* enfrenta forte pressão por transparência e adequação às práticas sustentáveis, o que torna essencial a adoção de estratégias climáticas claras e eficazes.

5.1.2 AÇÕES DE ADAPTAÇÃO PARA ÓLEO E GÁS

Diante da crescente intensificação dos riscos climáticos físicos e de transição, a indústria de óleo e gás enfrenta o desafio de reestruturar suas operações e estratégias para garantir resiliência e competitividade em um cenário de mudanças ambientais e pressão regulatória. Nesse contexto, as ações de adaptação emergem não apenas como uma resposta necessária, mas também como oportunidades estratégicas para reduzir vulnerabilidades, melhorar a eficiência operacional e explorar novos nichos de mercado.

A adoção de medidas voltadas à eficiência de recursos, diversificação da matriz energética, desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis, abertura para novos mercados e fortalecimento da resiliência organizacional pode transformar desafios climáticos em vantagens competitivas. Estas ações, quando aplicadas de forma integrada aos diferentes elos da cadeia – desde a exploração e produção (*upstream*), passando pelo transporte e processamento (*midstream*), até a distribuição e comercialização (*downstream*) – contribuem para mitigar impactos socioambientais e econômicos, ao mesmo tempo em que impulsionam a inovação e a sustentabilidade do setor.

Upstream: Exploração, Desenvolvimento e Extração

Nesta etapa, especialmente em ambientes *offshore*, iniciativas voltadas à eficiência no uso de recursos hídricos têm ganhado destaque como parte das estratégias de sustentabilidade e adaptação climática. Entre essas iniciativas, destaca-se o reúso e a reciclagem de água nas plataformas marítimas, que envolvem o tratamento de efluentes gerados nas operações para posterior reutilização em processos como injeção em poços, resfriamento de equipamentos ou limpeza de sistemas. Essa prática reduz significativamente a dependência de água doce transportada por embarcações de apoio, o que não apenas diminui os custos logísticos e operacionais, mas também mitiga a vulnerabilidade das operações a períodos de escassez hídrica (um risco crescente diante da mudança do clima).

Além disso, o reúso contribui para a redução do volume de descarte no ambiente marinho, alinhando-se às exigências regulatórias e às boas práticas ambientais do setor. Além disso, sensores inteligentes vêm sendo implementados para detectar vazamentos em tempo real, minimizando perdas operacionais. Em termos de fontes de energia, destaca-se a instalação de turbinas eólicas *offshore* auxiliares e sistemas solares híbridos nas plataformas, reduzindo a dependência de geradores a diesel. O aproveitamento do gás natural associado também é utilizado para geração de energia local, evitando sua queima em *flares*.

No desenvolvimento de produtos e serviços, tecnologias de perfuração com menor impacto ambiental e consumo reduzido de água estão sendo priorizadas, ao lado da utilização de drones e inteligência artificial para monitoramento ambiental e antecipação de riscos como deslizamentos ou marés elevadas. No campo dos mercados, empresas estão investindo em certificações ambientais e sistemas de rastreabilidade da produção para atender às exigências climáticas de países importadores. Além disso, parcerias com universidades e centros de pesquisa têm fomentado o desenvolvimento de novas tecnologias de baixo carbono. No eixo da resiliência, medidas como o reforço estrutural de plataformas *offshore* frente a tempestades e à elevação do nível do mar, bem como a criação de protocolos de evacuação e resposta a eventos extremos integrados a sistemas de alerta meteorológico, garantem maior robustez operacional diante da mudança do clima

Midstream: Processamento, Armazenamento e Transporte

No segmento de transporte e logística, a eficiência de recursos tem sido buscada por meio do monitoramento contínuo da integridade de dutos, utilizando tecnologias de inspeção automatizada para evitar falhas causadas por deslizamentos ou corrosão. A priorização de modais ferroviários e da cabotagem também contribui para a redução das emissões pegada de carbono. Em relação às fontes de energia, há um movimento de substituição das frotas logísticas por veículos movidos a gás natural veicular (GNV), biometano ou eletricidade, além da instalação de sistemas de recuperação de calor em compressores de gás para reaproveitamento térmico.

Entre os produtos e serviços, destacam-se os sistemas logísticos inteligentes integrados a plataformas climáticas, que permitem redirecionamento de rotas em tempo real diante de eventos extremos. Também estão sendo desenvolvidos seguros logísticos personalizados para riscos climáticos como incêndios florestais e inundações. Nos mercados, o uso de critérios ESG tem facilitado o acesso a linhas de crédito verdes e emissões de títulos sustentáveis. No campo da resiliência, medidas como o enterro reforçado de dutos em áreas suscetíveis a deslizamentos ou erosão costeira, e o mapeamento climático de rotas logísticas com base em dados geoespaciais, têm sido fundamentais para o planejamento de contingências.

Downstream: Refino, Distribuição e Comercialização

Na etapa de refino e processamento, os ganhos em eficiência de recursos têm vindo da digitalização e automação de processos industriais, reduzindo o consumo de energia e insumos, bem como do reaproveitamento de vapor e calor residual em sistemas de cogeração. Quanto às fontes de energia, estão sendo utilizados insumos complementares como biomassa e hidrogênio verde no processamento de combustíveis, além da instalação de sistemas fotovoltaicos e de armazenamento energético nas refinarias.

Em produtos e serviços, o setor vem produzindo combustíveis de transição como o diesel renovável e o SAF (*sustainable aviation fuel*), ao mesmo tempo em que reformula o portfólio com a inclusão de lubrificantes e derivados de baixo carbono. No tocante aos mercados, as empresas estão participando do mercado de carbono com a geração de créditos a partir de iniciativas de eficiência energética e uso de fontes renováveis. A certificação de produtos como “baixo carbono” também tem sido estratégica para acessar mercados mais exigentes, como União Europeia e Japão. Quanto à resiliência, há uma adaptação dos tanques e unidades de refino para suportar variações térmicas extremas e alagamentos, além da elaboração de planos operacionais de emergência diante de falhas elétricas causadas por tempestades ou ondas de calor.

Na fase de distribuição e comercialização, a busca por eficiência de recursos está sendo impulsionada pela implementação de tecnologias de controle remoto e Internet das Coisas (IoT) nos postos de combustíveis e centros de distribuição, bem como pela otimização logística no transporte final ao consumidor. Em fontes de energia, destaca-se a expansão da infraestrutura para distribuição de combustíveis alternativos, como GNV, biometano e hidrogênio, além da instalação de pontos de carregamento para veículos elétricos.

Entre os produtos e serviços, destaca-se a comercialização de créditos de carbono como parte do abastecimento, bem como a oferta de produtos sustentáveis. Também estão sendo disponibilizados serviços integrados, como painéis solares residenciais e kits de eficiência energética para clientes. No plano dos mercados, há uma ampliação no acesso a nichos como cooperativas rurais e centros urbanos com restrições a combustíveis fósseis, assim como a comercialização de energia renovável e certificados de origem (I-RECs). Em termos de resiliência, as ações incluem o fortalecimento das estruturas dos centros de distribuição localizados em áreas de risco, como zonas costeiras, e a integração com sistemas de resposta climática em tempo real, possibilitando uma gestão mais eficiente de estoques e entregas diante de eventos extremos.

O quadro a seguir apresenta um resumo comparativo entre as ações de adaptação para cada elo da cadeia de Óleo e Gás.

Quadro 1 - Ações de Adaptação para a Cadeia de Valor do ÓLEO E GÁS

Elo da Cadeia	Eficiência de Recursos	Fontes de Energia	Produtos e Serviços	Mercados	Resiliência
1. Exploração e Produção	Reúso de água em plataforma Sensores de vazamento Gestão digital de recursos	Turbinas eólicas <i>offshore</i> auxiliares Aproveitamento do gás associado	Perfuração com menor impacto ambiental - Drones e IA para monitoramento de riscos	Certificações ambientais P&D com universidades e centros de inovação	Reforço estrutural de plataformas Planos de evacuação e resposta climática
2. Transporte e Logística	Monitoramento inteligente de dutos Uso de modais eficientes (ferrovia/cabotagem)	Frotas GNV, biometano ou elétricas Recuperação térmica em compressores	Logística inteligente com dados climáticos Produtos logísticos com seguro climático	Linhas de crédito verdes Logística reversa e economia circular	Enterramento reforçado de dutos Mapeamento climático das rotas logísticas
3. Refino e Processamento	Digitalização dos processos Reaproveitamento térmico (cogeração)	Hidrogênio verde e biomassa como insumo Energia solar com armazenamento	SAF, diesel renovável Lubrificantes de baixo carbono	Créditos de carbono Certificação de produtos como “baixo carbono”	Adaptação de tanques e unidades a extremos climáticos Planos de emergência operacional
4. Distribuição e Comercialização	IoT nos postos e centros de distribuição Logística otimizada	Pontos de abastecimento alternativo (GNV, H ₂) Infraestrutura para veículos elétricos	Créditos de carbono ao consumidor Kits de eficiência energética	Acesso a mercados sustentáveis Comercialização de I-RECS e energia renovável	Fortalecimento estrutural dos centros Gestão climática em tempo real para estoques e entregas

5.1.3 ENGAJAMENTO PARA ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NA CADEIA DE VALOR DE ÓLEO E GÁS

A promoção da adaptação climática ao longo da cadeia de valor do setor de óleo e gás (Óleo e Gás) exige o engajamento ativo de todos os elos privados e públicos estratégicos. A adoção de práticas colaborativas permite reduzir vulnerabilidades, melhorar a resiliência e aproveitar oportunidades associadas à transição climática. A seguir, são apresentadas ações específicas por grupo de *stakeholders* que visam consolidar um ecossistema industrial mais preparado para os desafios climáticos, em alinhamento com as exigências regulatórias emergentes.

Fornecedores

A inclusão de critérios ambientais nos processos de aquisição e contratação é uma estratégia fundamental para impulsionar a sustentabilidade ao longo da cadeia de suprimentos. A adoção de cláusulas ESG em contratos com fornecedores permite estabelecer padrões mínimos relacionados à gestão de emissões de gases de efeito estufa, manejo adequado de resíduos e uso eficiente de energia. Essa abordagem fortalece o compromisso ambiental da empresa, reduz riscos regulatórios e reputacionais e assegura que parceiros comerciais operem sob os mesmos princípios de responsabilidade socioambiental, criando uma base mais sólida para práticas de negócios sustentáveis.

Promover programas de capacitação para fornecedores sobre adaptação climática é essencial para criar uma cadeia de valor mais resiliente. Esses programas devem abordar os riscos físicos associados à mudança do clima, como secas, enchentes e eventos extremos, e apresentar boas práticas de produção que aumentem a robustez das operações frente a esses desafios. A capacitação pode incluir treinamentos técnicos, guias setoriais e workshops colaborativos, garantindo que fornecedores estejam aptos a aplicar soluções de baixo carbono, utilizar recursos naturais de forma mais eficiente e adaptar suas atividades às exigências climáticas emergentes.

A avaliação contínua de fornecedores com base em padrões de disclosure climático, como a norma IFRS S2 e os relatórios CCDR, contribui para o fortalecimento da rastreabilidade e da transparência climática na cadeia de valor. A implementação de critérios alinhados a essas normas permite monitorar indicadores-chave de desempenho relacionados a emissões, riscos físicos, metas de descarbonização e governança climática. Esse tipo de monitoramento também incentiva a melhoria contínua, ao estabelecer *benchmarks* de mercado e reconhecer fornecedores que demonstram evolução nos seus compromissos ambientais, integrando-os de forma estratégica ao plano de transição climática da organização.

A IFRS S2 é uma norma internacional de divulgação climática desenvolvida pelo *International Sustainability Standards Board (ISSB)*, que faz parte da Fundação IFRS. Publicada em junho de 2023, ela substitui e incorpora as recomendações da antiga *TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures)*, com o objetivo de padronizar e melhorar a transparência das informações sobre riscos e oportunidades relacionados ao clima que podem afetar o desempenho financeiro das empresas. A IFRS S2 exige que as organizações relatem informações sobre governança, estratégia, gestão de riscos e métricas e metas ligadas à mudança do clima, promovendo comparabilidade global e apoiando decisões de investidores e *stakeholders*.

Já o CCDR (*Country Climate and Development Report*), ou Relatório sobre Clima e Desenvolvimento, é uma iniciativa do Banco Mundial lançada para apoiar países no enfrentamento dos desafios climáticos, promovendo uma transição justa e sustentável. Esses relatórios integram dados sobre vulnerabilidade climática, emissões de gases de efeito estufa e desenvolvimento socioeconômico, oferecendo recomendações estratégicas específicas para cada país. No caso do Brasil, o CCDR destaca a importância da resiliência climática e da descarbonização como elementos centrais para manter a competitividade econômica, fomentar investimentos e garantir segurança energética e alimentar frente às mudanças do clima.

Distribuidores e operadores logísticos

A adoção de uma logística de baixo carbono e adaptativa representa um passo estratégico para a redução das emissões da cadeia de valor de óleo e gás, além de aumentar a resiliência frente aos impactos da mudança do clima. Isso inclui o incentivo ao uso de frotas elétricas ou movidas a biocombustíveis, a priorização de modais de transporte com menor emissão pegada de carbono — como o ferroviário ou marítimo — e a definição de rotas logísticas que minimizem a exposição a áreas suscetíveis a enchentes, deslizamentos ou outros eventos climáticos extremos. Combinadas, essas ações otimizam o desempenho ambiental da logística e contribuem para a continuidade operacional mesmo em cenários de risco climático elevado.

A gestão integrada de riscos climáticos exige o desenvolvimento conjunto de protocolos de contingência ao longo da cadeia de suprimentos, envolvendo operadores logísticos, fornecedores e parceiros estratégicos. Essa abordagem permite uma resposta coordenada a eventos críticos como inundações, tempestades ou deslizamentos de terra, reduzindo o tempo de inatividade e os prejuízos associados à interrupção das atividades. Além disso, fortalece a governança climática ao distribuir responsabilidades e garantir que todos os elos da cadeia estejam preparados para agir de forma rápida e eficaz diante de cenários extremos.

O compartilhamento de dados climáticos em tempo real entre os diferentes agentes da cadeia de valor é essencial para uma gestão mais eficiente e preventiva dos riscos associados à mudança do clima. A integração de informações meteorológicas, alertas de desastres naturais e mapas de vulnerabilidade nos sistemas operacionais permite uma melhor tomada de decisão sobre produção, transporte e distribuição. Essa prática também favorece o planejamento dinâmico de rotas, a ativação de planos de contingência e a antecipação de impactos, ampliando a capacidade adaptativa das operações logísticas e industriais.

Investidores e instituições financeiras

A adoção de padrões como o IFRS S2 e o Relatório sobre Clima e Desenvolvimento (CCRD) eleva a qualidade e a consistência das informações divulgadas sobre riscos climáticos materiais. Empresas do setor de óleo e gás que seguem essas diretrizes demonstram maturidade na governança climática, ao apresentar estratégias claras de mitigação e adaptação, impactos financeiros estimados e métricas relevantes para acompanhamento. Essa transparência fortalece a confiança dos investidores e facilita comparações setoriais.

O acesso a instrumentos financeiros como títulos verdes, *sustainability-linked bonds* e créditos de carbono permite que as organizações mobilizem recursos direcionados a projetos com benefícios ambientais e climáticos. Para o setor de ÓLEO E GÁS, essas fontes de financiamento representam uma alavanca importante para viabilizar iniciativas de transição energética, eficiência operacional e adaptação climática, reforçando o compromisso com a sustentabilidade e reduzindo o custo de capital.

Manter um relacionamento estruturado com investidores por meio de evidências, metas mensuráveis e estratégias climáticas de longo prazo contribui para consolidar a reputação corporativa. O diálogo transparente sobre os avanços e os desafios da transição climática permite alinhar expectativas, mitigar riscos reputacionais e atrair capital alinhado a critérios ESG, criando valor compartilhado no processo de adaptação.

Colaboradores internos

Capacitar os colaboradores sobre riscos físicos e transição energética é fundamental para integrar a pauta climática à cultura organizacional. Treinamentos contínuos e programas de sensibilização estimulam comportamentos mais sustentáveis e aumentam o engajamento com as metas da empresa, promovendo um ambiente de corresponsabilidade frente à mudança do clima.

A inclusão de metas ambientais e climáticas nos sistemas de avaliação de desempenho — tanto individuais quanto coletivos — contribui para alinhar os objetivos organizacionais com ações práticas no dia a dia. Ao reconhecer e recompensar iniciativas voltadas à redução

de emissões, à eficiência energética ou à gestão de riscos climáticos, a empresa estimula uma atuação mais ativa por parte de seus colaboradores.

Criar comitês climáticos internos permite canalizar ideias, fomentar a inovação e descentralizar a governança da adaptação. Esses espaços incentivam a participação de diferentes áreas da empresa no desenvolvimento e implementação de soluções, promovendo uma abordagem colaborativa e multidisciplinar frente aos desafios climáticos.

Comunidades locais

Apoiar iniciativas como a restauração ecológica, a implantação de infraestrutura natural (como sistemas de drenagem verde) e programas de educação ambiental fortalece a resiliência das comunidades diante da mudança do clima. Tais ações ajudam a reduzir a vulnerabilidade social e ambiental, criando sinergia entre os objetivos corporativos e as demandas locais.

A promoção de consultas públicas e escutas ativas em projetos com potencial impacto climático contribui para aumentar a legitimidade das ações empresariais. Incluir as comunidades nas etapas de planejamento e implementação de empreendimentos permite uma melhor adequação às realidades locais e reduz conflitos socioambientais.

Investir na capacitação e na inclusão de moradores em atividades ligadas a energia renovável, reflorestamento, agricultura regenerativa e saneamento básico estimula o desenvolvimento de uma economia verde local. Essa estratégia fortalece os laços com as comunidades, promove inclusão social e contribui para a transição justa.

Clientes e consumidores finais

A divulgação clara da emissão pegada de carbono dos produtos, bem como das estratégias de mitigação associadas, amplia a confiança do consumidor e permite escolhas mais conscientes. Rótulos ambientais, certificações e relatórios acessíveis contribuem para tornar a sustentabilidade um diferencial competitivo no setor de óleo e gás.

Desenvolver e disponibilizar alternativas como combustíveis de baixo carbono, serviços eletrificados e soluções de eficiência energética amplia o portfólio da empresa de forma alinhada à transição energética global. Essas soluções também atendem a uma crescente demanda por produtos menos intensivos em emissões.

Campanhas educativas voltadas ao uso responsável da energia e da água, à compreensão dos riscos climáticos e às opções de consumo sustentável desempenham papel crucial na mudança de comportamento dos consumidores. Essa aproximação também contribui para a fidelização dos clientes e o fortalecimento da marca sob a ótica ESG.

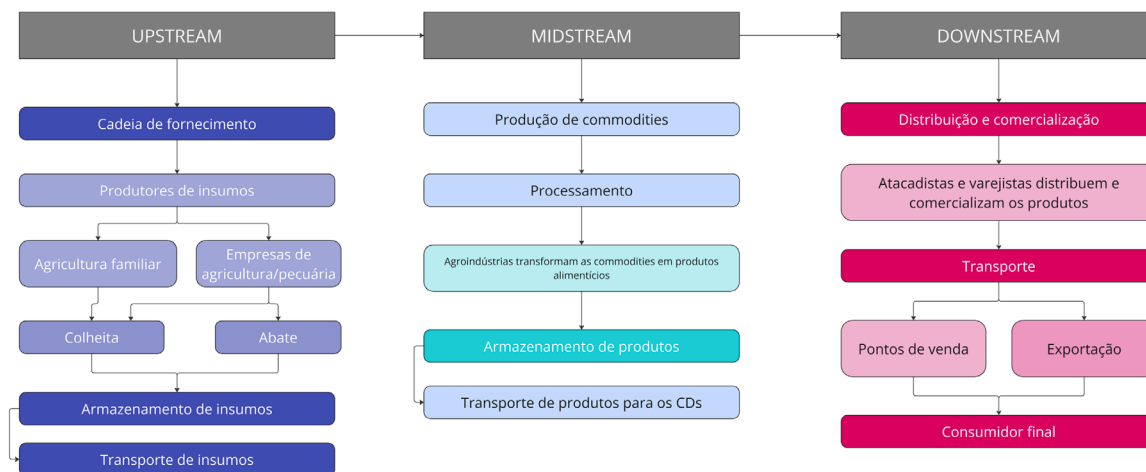
O quadro a seguir resume as ações de engajamento mencionadas.

Quadro 2 - Ações de Engajamento junto aos stakeholders na cadeia de ÓLEO E GÁS.

Stakeholder	Ações de Engajamento
Fornecedores	Inserção de cláusulas ESG em contratos de compras Capacitação em adaptação climática Monitoramento ESG com base no IFRS S2/CCRD
Distribuidores e Operadores Logísticos	Logística adaptativa e de baixo carbono Protocolos de contingência climática Compartilhamento de dados climáticos
Investidores e Instituições Financeiras	Divulgação climática conforme IFRS S2/CCRD Acesso a financiamento verde (green bonds, SLBs) Relacionamento baseado em metas e evidências
Colaboradores Internos	Treinamentos sobre riscos físicos e transição Metas climáticas integradas à performance Comitês climáticos internos
Comunidades Locais	Projetos socioambientais e infraestrutura natural Participação em decisões locais Apoio a economia verde regional
Clientes e Consumidores	Informações claras sobre a emissão pegada de carbono Ofertas de soluções energéticas sustentáveis Informações sobre o uso eficiente da água Campanhas de consumo consciente

5.2 CADEIA DE VALOR – INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A cadeia de valor da indústria de alimentos é ampla, interconectada e sensível a riscos físicos e de transição relacionados às mudança do clima. Desde a produção de insumos agrícolas até o consumo final, cada etapa envolve processos logísticos, tecnológicos e operacionais que podem ser impactados por secas, inundações, alterações regulatórias e mudanças no perfil de consumo. Entender essa cadeia em seus três principais segmentos — *upstream* (fornecimento de insumos), *midstream* (processamento e produção) e *downstream* (distribuição e consumo final) — é essencial para identificar oportunidades de adaptação, redução de emissões e construção de sistemas alimentares mais resilientes e sustentáveis. A figura a seguir ilustra os elos dessa cadeia.

Figura 10 - Cadeia de valor da indústria de alimentos.

Fonte: Elaboração própria

5.2.1 EXPOSIÇÃO DA CADEIA DE VALOR DE ALIMENTOS A RISCOS CLIMÁTICOS

A cadeia de valor da indústria de alimentos é particularmente vulnerável à mudança do clima devido à sua forte dependência de recursos naturais, condições meteorológicas estáveis e infraestrutura logística robusta. Desde a produção de insumos agrícolas e pecuários até a comercialização final, os efeitos do aquecimento global e da transição para uma economia de baixo carbono representam riscos crescentes e complexos. A compreensão desses riscos — tanto físicos quanto de transição — é essencial para que empresas do setor, formuladores de políticas e demais partes interessadas desenvolvam estratégias eficazes de adaptação, resiliência e sustentabilidade em cada elo dessa cadeia. A seguir, são detalhados os principais riscos climáticos enfrentados nos segmentos de *upstream*, *midstream* e *downstream* da indústria alimentícia.

Upstream: Fornecimento de Insumos

No fornecimento de insumos agrícolas e pecuários, os riscos físicos associados à mudança do clima são particularmente críticos. Secas, chuvas irregulares, geadas, enchentes e ondas de calor comprometem diretamente a produtividade agrícola e a saúde animal. As alterações de temperatura e umidade favorecem o surgimento de pragas e doenças, exigindo maior investimento para a resiliência no campo e impactando os custos de produção. A pecuária, por sua vez, sofre com a redução da disponibilidade de água e pastagens, elevando a competição por recursos hídricos. Além disso, a infraestrutura rural, muitas vezes precária, é mais vulnerável a tempestades, dificultando o armazenamento adequado e o transporte eficiente dos insumos. Já os riscos de transição incluem pressões

regulatórias por metas ambientais mais ambiciosas, como desmatamento zero e redução de emissões, exigindo dos produtores a adoção de práticas sustentáveis. A demanda crescente por alimentos com baixo impacto ambiental e o surgimento de novos critérios de financiamento favorecem aqueles que demonstram resiliência climática, enquanto cadeias ligadas a práticas insustentáveis enfrentam riscos reputacionais e comerciais.

Midstream: Processamento e Produção

No segmento de processamento e produção de alimentos, os riscos físicos se manifestam principalmente por meio da instabilidade no fornecimento de matéria-prima, que pode ser interrompido por eventos extremos no campo. Fábricas e armazéns também enfrentam desafios operacionais causados por calor excessivo, inundações e falhas de energia, o que afeta a produtividade e a segurança dos produtos. Alimentos sensíveis a temperatura e umidade estão mais suscetíveis à deterioração, especialmente em situações de transporte e estocagem comprometidas. A dependência de energia e água para os processos industriais representa um ponto crítico, particularmente em cenários de escassez ou racionamento. No que diz respeito aos riscos de transição, há uma crescente necessidade de adaptação às normas ambientais e climáticas, que impõem exigências sobre emissões, rastreabilidade e uso racional de recursos. A adoção de tecnologias mais limpas demanda investimentos em modernização, enquanto a falta de alinhamento aos padrões globais de sustentabilidade pode levar à perda de competitividade.

Downstream: Distribuição e Consumo

A etapa final da cadeia de alimentos também está exposta a riscos físicos significativos. A infraestrutura logística, incluindo rodovias, centros de distribuição e transporte urbano, pode ser severamente impactada por eventos climáticos extremos, prejudicando o abastecimento de produtos perecíveis. Oscilações de temperatura afetam a conservação de alimentos ao longo do armazenamento e transporte final, elevando o risco de perdas e comprometendo a segurança alimentar. Em momentos de escassez ou aumento de preços de produtos básicos, populações vulneráveis podem ser ainda mais afetadas. Quanto aos riscos de transição, destaca-se a pressão crescente por maior transparência ambiental, com consumidores exigindo informações sobre a origem e a respectiva emissão de carbono. A demanda por alimentos sustentáveis aumenta, impulsionada por mudanças regulatórias em mercados estratégicos, como a União Europeia e os Estados Unidos, que exigem conformidade com critérios ambientais. Varejistas e atacadistas também adotam

políticas ESG mais rigorosas, excluindo fornecedores que não atendem a esses critérios, o que pode reconfigurar as relações comerciais e de mercado.

5.2.2 AÇÕES DE ADAPTAÇÃO PARA ALIMENTOS

Upstream – Cadeia de Fornecimento

A produção agrícola pode se tornar mais resiliente por meio da implementação de sistemas agroflorestais, práticas de agricultura regenerativa e conservação do solo e da água, reduzindo a vulnerabilidade a eventos extremos como secas e enchentes. A construção de infraestrutura rural adaptada, como silos e armazéns resistentes ao clima, somada à instalação de sistemas de irrigação mais eficientes, fortalece a capacidade de resposta frente a variações climáticas. A agricultura digital e o uso de meteorologia de precisão são ferramentas essenciais para planejar o plantio e a colheita com base em dados, otimizando decisões frente a riscos climáticos. Na pecuária, estratégias como sombreamento, manejo do estresse térmico e garantia de acesso à água limpa contribuem para manter a produtividade em ambientes mais quentes e instáveis.

A transição agroecológica exige capacitação técnica e apoio financeiro aos produtores rurais, especialmente os de menor porte, para que adotem práticas agrícolas de baixo carbono de forma viável e eficiente. A certificação socioambiental de fornecedores, como os selos de produção orgânica, carbono neutro ou comércio justo, fortalece o acesso a mercados exigentes e estimula a produção sustentável. Além disso, a inserção de critérios ESG nas compras agrícolas das empresas da cadeia contribui para valorizar fornecedores alinhados às novas exigências normativas e de mercado, especialmente em conformidade com padrões como o IFRS S2 e o Relatório CCRD.

Midstream – Processamento, Armazenamento e Transporte

A modernização industrial com foco em resiliência passa pela digitalização e automação de processos nas agroindústrias, otimizando o uso de energia e recursos hídricos, o que reduz a vulnerabilidade a interrupções no fornecimento. A adaptação da infraestrutura de armazenamento, com sistemas robustos de controle térmico e backup energético, assegura a preservação dos produtos mesmo diante de calor extremo ou falhas na rede elétrica. Para a logística, rotas alternativas e o uso de dados meteorológicos em tempo real são essenciais para garantir o escoamento da produção mesmo durante eventos climáticos

extremos. Planos de contingência e protocolos de emergência bem estruturados também são indispensáveis para lidar com enchentes, deslizamentos ou bloqueios logísticos.

A descarbonização da produção pode ser promovida por meio da substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis, como biogás, biomassa e energia solar, integradas aos processos industriais. O *redesign* de embalagens e produtos para utilizar insumos recicláveis ou biodegradáveis atende à demanda por soluções ambientalmente responsáveis e reduz impactos ao longo do ciclo de vida dos alimentos. O acesso a linhas de financiamento verde permite que as empresas invistam em inovação limpa e eficiência energética, ganhando competitividade diante de novas exigências climáticas. A conformidade com o IFRS S2 e a CCRD, por sua vez, garante maior transparência nos riscos climáticos e nas estratégias adotadas para mitigá-los, o que favorece o relacionamento com investidores e consumidores.

Downstream – Distribuição, Comercialização e Consumo Final

A infraestrutura dos pontos de venda e centros de distribuição deve ser preparada para suportar eventos climáticos extremos, como calor intenso ou alagamentos, com adaptações estruturais e sistemas de resfriamento mais eficientes. A gestão da cadeia fria, com foco no controle térmico e na conservação dos estoques, é essencial para preservar alimentos perecíveis em um cenário de aumento de temperatura. No transporte final, a resiliência logística pode ser reforçada com rotas otimizadas, veículos adaptados e a integração de alertas climáticos em tempo real, garantindo a continuidade das entregas mesmo diante de situações adversas.

A educação do consumidor é uma ferramenta poderosa para promover hábitos mais sustentáveis, redução do desperdício de alimentos e rastreabilidade. As empresas podem ampliar sua oferta de produtos que valorizem as matérias-primas oriundas de produtores locais fomentando e valorizando a agricultura regenerativa. A rotulagem transparente dos produtos, com informações sobre a emissão pegada de carbono e as práticas sustentáveis envolvidas em sua produção, fortalece a relação com o consumidor. Além disso, parcerias com redes de varejo conscientes, que priorizam fornecedores com padrões ESG, reforçam o posicionamento sustentável da empresa e ampliam o acesso a novos mercados.

Quadro 3 - Ações de Adaptação para a Cadeia de Valor de Alimentos.

Elo da Cadeia	Eficiência de Recursos	Fontes de Energia	Produtos e Serviços	Mercados	Resiliência
Upstream – Fornecimento de Insumos	Irrigação inteligente e por gotejamento Rotação de culturas e cobertura do solo Manejo de pastagens e adubação verde	Uso de biodigestores em propriedades rurais Energia solar em pequenas unidades Eletrificação de equipamentos agrícolas	Culturas mais resilientes a extremos climáticos Práticas agroecológicas e orgânicas Assistência técnica com foco climático	Certificações sustentáveis (ex: <i>Rainforest</i> , Orgânico) Crédito rural verde e seguro agrícola Mercados com exigências ambientais	Infraestrutura de armazenagem climática Plano de contingência contra eventos extremos Monitoramento climático integrado à produção
Midstream – Processamento e Produção	Uso eficiente de água e energia nas indústrias Redução de perdas no processamento Reaproveitamento de resíduos orgânicos	Cogeração de energia com biomassa Energia solar nos parques industriais Fontes híbridas com armazenamento	Processos com baixa emissão de carbono Embalagens sustentáveis Produtos com rastreabilidade ambiental	Adesão a protocolos de carbono e selos verdes Participação em cadeias globais sustentáveis Parcerias com redes de inovação alimentar	Reforço de estruturas industriais contra extremos Sistemas de backup energético e hídrico Planos de emergência e redundância logística
Downstream – Distribuição e Consumo	Otimização logística com IA Redução de desperdício na ponta Refrigeração eficiente e gestão de estoques	Frotas verdes (elétricas, GNV, biometano) Centros de distribuição com painéis solares	Produtos de baixo impacto ambiental Rótulos climáticos (ou <i>Claims</i>) ¹² e QR codes de rastreio Kits de consumo consciente ao consumidor	Integração com marketplaces sustentáveis Venda de créditos de carbono e I-RECs Posicionamento ESG no varejo	Reforço estrutural de CDs e lojas Sistemas de resposta a interrupções logísticas Ações climáticas em tempo real nos pontos de venda

12 Em caso de dúvidas, consulte os guias disponíveis, como o “Alegações de Sustentabilidade” para Associadas da ABIA: <https://intranet.abia.org.br/vsn/temp/z202517ABIA202402Titulo.pdf>

5.2.3 ENGAJAMENTO CLIMÁTICO NA CADEIA DE VALOR DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A crescente frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos representa um risco direto à segurança alimentar e à sustentabilidade da indústria de alimentos. Para enfrentar esses desafios, é essencial mobilizar e engajar todos os elos da cadeia produtiva em ações coordenadas de adaptação climática. Esse processo requer a integração de políticas públicas, financiamento adequado, inovação tecnológica, conscientização do consumidor e uma nova abordagem colaborativa entre os diversos *stakeholders*. Ao fortalecer a resiliência da cadeia de alimentos, é possível garantir a continuidade da produção, a estabilidade dos preços e a preservação dos recursos naturais, assegurando sistemas alimentares mais justos e preparados para o futuro.

Produtores Rurais (agricultores e pecuaristas)

Os produtores são a base da cadeia alimentar e estão entre os mais expostos aos impactos da mudança do clima, como secas, enchentes e proliferação de pragas. Para engajá-los na adaptação, é necessário ampliar o acesso à assistência técnica e extensão rural, promovendo práticas como o manejo sustentável do solo, rotação de culturas, uso eficiente da água e integração lavoura-pecuária-floresta. Além disso, linhas de crédito específicas, seguros agrícolas ajustados ao risco climático e valorização de práticas regenerativas no mercado contribuem para fortalecer sua resiliência produtiva e financeira.

Agroindústrias e Cooperativas

As agroindústrias desempenham um papel estratégico ao transformar insumos em produtos alimentares e conectar produtores ao mercado. Para engajá-las, é fundamental promover a modernização dos processos produtivos com foco em eficiência energética e hídrica, rastreabilidade e controle ambiental. Parcerias com cooperativas e centros de pesquisa podem viabilizar a adoção de tecnologias de baixo carbono, enquanto políticas de compras sustentáveis ajudam a incentivar práticas resilientes ao longo da cadeia. Investimentos em inovação e certificações climáticas também contribuem para a competitividade no mercado interno e externo.

Varejistas e Atacadistas

O varejo alimentício está cada vez mais pressionado a garantir transparência e sustentabilidade em suas cadeias de suprimento. Para envolver esse segmento, é importante incentivar políticas de compras que valorizem fornecedores com práticas de adaptação, promover campanhas de educação para o consumo responsável e estabelecer metas de redução de desperdícios. Além disso, varejistas podem funcionar como elo de disseminação de boas práticas, usando seu poder de influência para estimular transformações em toda a cadeia produtiva, desde a origem até o consumidor final.

Governo e Órgãos Reguladores

O papel do Estado é essencial para criar um ambiente regulatório e institucional favorável à adaptação. Governos podem liderar esse processo por meio de políticas públicas integradas que incentivem boas práticas agrícolas, protejam áreas vulneráveis e apoiem financeiramente inovações tecnológicas sustentáveis. Além disso, é importante que a legislação incorpore critérios climáticos em normas de produção, rotulagem e exportação, ao mesmo tempo em que promove compras públicas sustentáveis e investe em infraestrutura resiliente nas zonas rurais e urbanas.

Consumidores

O comportamento dos consumidores tem influência direta sobre a transformação dos sistemas alimentares. Por isso, sua sensibilização é fundamental para acelerar a adoção de práticas de adaptação. Campanhas educativas, rotulagem transparente com informações climáticas e acesso facilitado a alimentos produzidos de forma sustentável ajudam a moldar novas preferências de consumo. Além disso, o engajamento do consumidor em ações como a redução do desperdício de alimentos e a valorização de produtos locais e sazonais contribui para a construção de cadeias mais resilientes e inclusivas.

Instituições Financeiras e Investidores

O financiamento climático é uma das alavancas mais importantes para escalar ações de adaptação. Bancos, seguradoras e investidores podem desempenhar um papel ativo ao criar linhas de crédito verdes, fundos climáticos e produtos financeiros voltados à gestão de riscos. Ao incorporar critérios de resiliência climática nas avaliações de risco e nos modelos de financiamento, essas instituições contribuem para a reorientação dos fluxos financeiros em direção a cadeias produtivas mais robustas, promovendo também maior transparência e governança ambiental nas empresas do setor.

O Fórum Econômico Mundial destaca que o financiamento climático ainda é fortemente voltado à mitigação, com US\$ 1,2 trilhão investidos em 2022, enquanto apenas US\$ 68 bilhões foram destinados à adaptação, o que representa uma oportunidade de investimento climático em medidas de adaptação. Investidores e bancos de desenvolvimento estão cada vez mais alocando recursos para projetos industriais que aumentem a resiliência climática, como infraestrutura resistente a eventos extremos, tecnologias de reúso de água, eficiência energética e gestão de riscos climáticos (WORLD ECONOMIC FORUM, 2025).

O Brasil ocupa uma posição estratégica na agenda global de financiamento climático para adaptação, especialmente em um momento em que exerce a presidência do G20 e se prepara para sediar a COP30 em 2025. Em 2024, São Paulo sediou a primeira reunião dos ministros de finanças e presidentes de bancos centrais do G20, criando um ambiente propício para o avanço dessa pauta. Um dos destaques foi o Fórum Brasileiro de Finanças Climáticas, que reuniu representantes de governos, bancos multilaterais, organizações

filantrópicas e sociedade civil para discutir mecanismos de financiamento que atendam às necessidades de adaptação nos países em desenvolvimento. O evento reforçou o papel do Brasil como articulador de soluções financeiras inovadoras e inclusivas, capazes de fortalecer a resiliência climática de setores produtivos e comunidades vulneráveis (WRI BRASIL, 2024b).

Academia e Centros de Pesquisa

O conhecimento científico é a base para soluções inovadoras e eficazes frente aos riscos climáticos. Universidades, institutos de pesquisa e centros tecnológicos devem ser estimulados a ampliar estudos aplicados sobre adaptação na cadeia alimentar, com foco em tecnologias acessíveis para pequenos produtores, práticas de manejo sustentáveis e análise de riscos setoriais. Parcerias com empresas, governos e cooperativas são estratégicas para viabilizar a implementação de pilotos, a capacitação técnica e a transferência de conhecimento para os diferentes elos da cadeia.

Quadro 4 - Ações de Engajamento junto aos stakeholders na cadeia de Alimentos.

Stakeholder	Como as indústrias podem promover adaptação climática
Produtores Rurais (agricultores e pecuaristas)	✓ Oferecer assistência técnica com foco em agricultura climática inteligente e manejo sustentável. ✓ Viabilizar acesso a crédito rural com incentivos à adoção de práticas regenerativas. ✓ Expandir o acesso ao seguro agrícola climático e políticas de garantia de preço mínimo. ✓ Promover capacitação em uso eficiente da água, diversificação de cultivos e agroflorestas.
Agroindústrias e Cooperativas	✓ Estimular o investimento em eficiência energética e hídrica nos processos produtivos. ✓ Integrar critérios climáticos nas cadeias de suprimento (ex.: rastreabilidade e seleção de fornecedores resilientes). ✓ Incentivar certificações ambientais e apoio técnico para adequação regulatória. ✓ Co desenvolver soluções com startups e centros de pesquisa voltadas à adaptação.
Varejistas e Atacadistas	✓ Priorizar fornecedores com boas práticas climáticas (ex.: carbono neutro, produção orgânica, ESG). ✓ Promover campanhas educativas sobre alimentação sustentável e mudança do clima. ✓ Incorporar critérios de risco climático nas políticas de compra e distribuição. ✓ Estabelecer metas de redução de desperdícios alimentares.

Governo e Órgãos Reguladores	✓ Estabelecer políticas públicas que incentivem práticas agrícolas resilientes e zonas de proteção. ✓ Atualizar legislações considerando critérios de adaptação e riscos climáticos nos diversos elos da cadeia. ✓ Financiar pesquisas e tecnologias adaptativas por meio de agências de fomento. ✓ Incentivar compras públicas sustentáveis (ex.: merenda escolar com alimentos de base agroecológica).
Consumidores	✓ Promover campanhas de conscientização sobre o impacto do clima na segurança alimentar. ✓ Incentivar escolhas alimentares com menor emissão pegada de carbono e valorização de produtos locais. ✓ Estimular a adoção de selos e rotulagens climáticas¹³ para facilitar decisões de compra. Envolver consumidores em programas de combate ao desperdício de alimentos próprios e seguros para consumo.
Instituições Financeiras e Investidores	✓ Desenvolver produtos financeiros específicos para adaptação climática no setor (créditos verdes, seguros, fundos climáticos). ✓ Integrar métricas climáticas na análise de risco das empresas do setor. ✓ Priorizar investimentos em infraestrutura resiliente e inovação tecnológica verde. ✓ Exigir transparência climática e planos de adaptação nos critérios de financiamento.
Academia e Centros de Pesquisa	✓ Ampliar pesquisas aplicadas sobre adaptação climática no setor agroalimentar. ✓ Desenvolver soluções tecnológicas de baixo custo para pequenos e médios produtores. ✓ Articular redes de conhecimento e extensão rural para difusão de boas práticas. ✓ Estabelecer parcerias público-privadas para testes de inovações em ambientes reais.

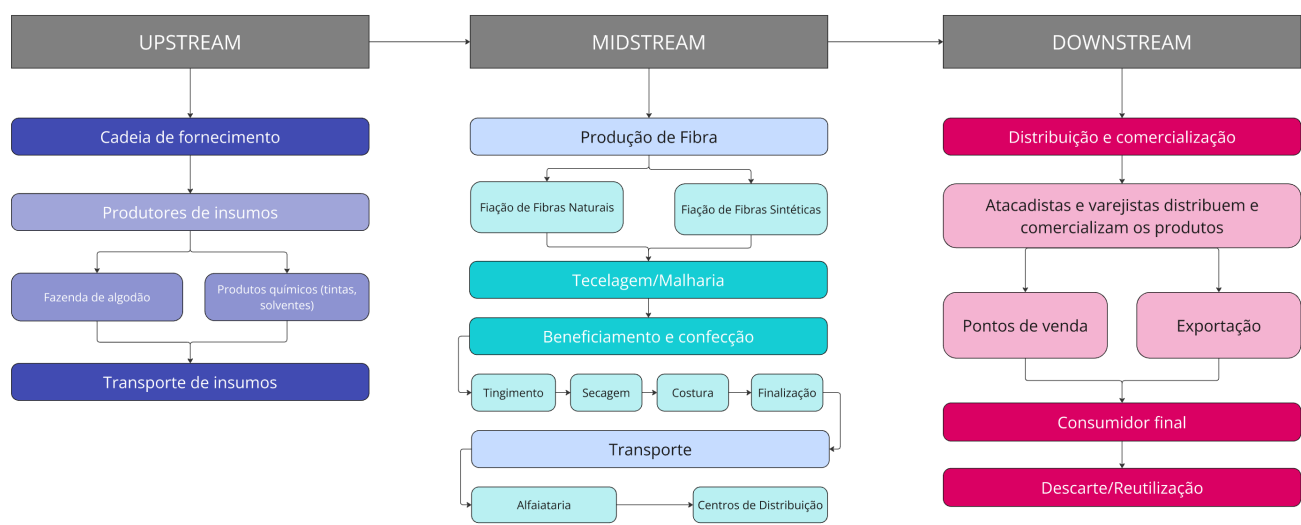
13 Em caso de dúvidas, consulte os guias disponíveis, como o “Alegações de Sustentabilidade” para Associadas da ABIA: <https://intranet.abia.org.br/vsn/temp/z202517ABIA202402Titulo.pdf>

5.3 CADEIA DE VALOR – INDÚSTRIA TÊXTIL

A indústria têxtil é uma das cadeias produtivas mais complexas e globais da economia, envolvendo múltiplos elos desde a extração de matérias-primas até o descarte ou reaproveitamento das peças. No **upstream**, concentram-se os processos ligados ao fornecimento de insumos, como o cultivo de algodão em fazendas — atividade intensiva em uso de água, pesticidas e fertilizantes — e a produção de insumos químicos, como corantes e solventes. Essa etapa inclui também o transporte dos insumos agrícolas e químicos até os centros industriais, o que requer infraestrutura logística eficiente e com frequência transnacional, conectando áreas rurais, zonas portuárias e polos petroquímicos.

Na fase **midstream**, os insumos são transformados em fibras têxteis — tanto naturais quanto químicas —, que passam pelas etapas de fiação, tecelagem ou malharia. Após a formação dos tecidos, ocorre o beneficiamento (lavagem, tingimento, estamparia e acabamento), seguido pela confecção de peças que atendem às demandas do varejo. Essas confecções produzem e subcontratam parte da produção. Em seguida, os produtos são embalados e transportados para centros de distribuição. Já no **downstream**, ocorre a distribuição e comercialização das roupas, outros artigos confeccionados e tecidos por atacadistas, varejistas e *e-commerces*, chegando ao consumidor final. Após o uso, as peças e produtos podem ser descartados ou encaminhadas para reutilização, doação, reciclagem ou logística reversa, compondo o elo final da cadeia.

Figura 11 - Cadeia de Valor da Indústria Têxtil.



Fonte: Elaboração própria.

5.3.1 EXPOSIÇÃO DA CADEIA DE VALOR DA INDÚSTRIA TÊXTIL A RISCOS CLIMÁTICOS

Upstream – Cadeia de Fornecimento

A exposição da cadeia de valor da indústria têxtil a riscos climáticos começa no *upstream*, onde o fornecimento de insumos é altamente dependente de condições climáticas estáveis. O cultivo do algodão, por exemplo, está sujeito a secas prolongadas, chuvas irregulares, enchentes e ondas de calor, que comprometem a produtividade e elevam os custos de irrigação e controle de pragas. Além disso, eventos extremos podem afetar a infraestrutura rural, dificultando o transporte de matérias-primas para as fábricas. Já a produção de fibras sintéticas enfrenta riscos regulatórios crescentes devido à dependência de petróleo e ao uso de substâncias químicas com alto impacto ambiental, o que gera pressões por substituição por materiais mais sustentáveis.

Midstream: Produção e Beneficiamento

No *midstream*, os riscos físicos se manifestam em interrupções operacionais causadas por calor extremo, inundações ou escassez de água, especialmente nas etapas de beneficiamento e tingimento, que são intensivas em recursos hídricos e energéticos. Além disso, variações climáticas afetam o controle de qualidade dos tecidos e aumentam perdas na produção. Os riscos de transição também são significativos, com a crescente exigência por rastreabilidade, redução das emissões e adoção de processos menos poluentes. Normas ambientais mais rígidas, pressões por certificações e mudanças tecnológicas exigem investimentos em inovação, eficiência energética e tratamento de efluentes, sob pena de perda de competitividade nos mercados internacionais.

Downstream: Distribuição e Comercialização

No *downstream*, os riscos físicos afetam a logística de distribuição — com impacto direto em centros de distribuição, redes varejistas e transporte urbano — e a conservação dos produtos em função de variações de temperatura e umidade. Eventos climáticos extremos podem interromper cadeias de suprimento e reduzir o fluxo de mercadorias. Já os riscos de transição incluem mudanças no comportamento do consumidor, que pressiona por maior transparência sobre a origem dos produtos, menor emissão de carbono pegada ambiental e opções de moda sustentável. A regulamentação em mercados desenvolvidos, como a União Europeia, também impõe barreiras à importação de têxteis com altos impactos ambientais, exigindo das marcas ações concretas de descarbonização, circularidade e inclusão de critérios ESG em toda a cadeia.

5.3.2 AÇÕES DE ADAPTAÇÃO PARA A INDÚSTRIA TÊXTIL

Upstream – Cadeia de Fornecimento

A cadeia têxtil pode adotar diversas ações de adaptação para lidar com os riscos climáticos no elo *upstream*, que envolve o fornecimento de insumos como o algodão e produtos químicos. A produção agrícola do algodão, fortemente dependente de padrões climáticos estáveis, pode ser adaptada por meio da diversificação de culturas, uso de sementes mais resistentes à seca e calor, técnicas de agricultura regenerativa e irrigação eficiente. Já a produção de insumos químicos pode incorporar o uso de matérias-primas renováveis e sistemas de gestão hídrica e energética mais eficientes, além de assegurar infraestrutura resiliente a eventos extremos. O investimento em rastreabilidade e certificações ambientais também fortalece a resiliência da cadeia.

Midstream: Produção e Beneficiamento

No elo *midstream*, que compreende o processamento das fibras, tecelagem, malharia, beneficiamento e confecção, as adaptações climáticas podem incluir a modernização de maquinário para maior eficiência energética, uso de fontes renováveis como solar e biomassa nos processos industriais, reaproveitamento de água e efluentes, além de estratégias de economia circular, como reutilização de resíduos têxteis. A digitalização dos processos de produção permite um monitoramento em tempo real das condições operacionais e climáticas, otimizando o uso de recursos e prevenindo perdas. Além disso, a capacitação de fornecedores e trabalhadores para a gestão de riscos climáticos é essencial para manter a continuidade e qualidade da produção.

Downstream: Distribuição e Comercialização

Já no *downstream*, que abrange a distribuição, comercialização e pós-consumo, as ações de adaptação envolvem o fortalecimento da logística para enfrentar interrupções causadas por eventos climáticos extremos, como enchentes e calor intenso. A ampliação de canais de venda digitais, combinada com estoques descentralizados e transporte com menor pegada de carbono, aumenta a flexibilidade e a resiliência da cadeia. Para o consumidor final, é possível promover iniciativas de educação ambiental, programas de coleta e reutilização de roupas usadas, e comercialização de peças com menor impacto climático. O engajamento com varejistas e atacadistas para priorizar produtos sustentáveis e com certificação de baixo carbono também contribui para fortalecer a resposta da cadeia aos desafios climáticos.

Quadro 5 - Ações de Adaptação para a Cadeia de Valor da Indústria Têxtil.

Elo da Cadeia	Eficiência de Recursos	Fontes de energia	Produtos e Serviços	Resiliência
Upstream (Fornecimento de insumos)	✓ Técnicas de irrigação eficiente ✓ Agricultura regenerativa ✓ Gestão hídrica para insumos químicos	✓ Sistemas energéticos eficientes ✓ Uso de matérias-primas renováveis	✓ Diversificação de culturas ✓ Sementes resistentes à seca e calor ✓ Rastreabilidade e certificações ambientais	✓ Diversificação de fornecedores de insumos ✓ Infraestrutura resiliente a eventos extremos
Midstream (Processamento e confecção)	✓ Modernização de maquinário ✓ Reaproveitamento de água e efluentes ✓ Reutilização de resíduos têxteis	✓ Energia solar e biomassa ✓ Eficiência energética nos processos industriais	✓ Digitalização dos processos produtivos ✓ Monitoramento em tempo real ✓ Economia circular na produção	✓ Capacitação para gestão de riscos climáticos ✓ Adaptação de instalações industriais
Downstream (Distribuição e comercialização)	✓ Estoques descentralizados ✓ Transporte com menor pegada de carbono ✓ Programas de coleta e reutilização	✓ Logística com combustíveis alternativos ✓ Centros de distribuição energeticamente eficientes	✓ Canais de venda digitais ✓ Educação ambiental para consumidores ✓ Comercialização de peças de baixo impacto	✓ Fortalecimento logístico contra interrupções ✓ Engajamento com varejistas para produtos sustentáveis

5.3.3 ENGAJAMENTO DA CADEIA DE VALOR DA INDÚSTRIA TÊXTEL

Produtores de Algodão e Fornecedores de Insumos Químicos

O engajamento da produção agrícola e de fornecedores de insumos químicos no enfrentamento das mudanças do clima pode ser fortalecido por meio de programas de incentivo à agricultura regenerativa, uso de defensivos menos poluentes e capacitações técnicas sobre práticas climáticas inteligentes. Grandes marcas podem estabelecer contratos de fornecimento que premiem práticas sustentáveis e implementar sistemas de rastreabilidade que valorizem cadeias produtivas livres de desmatamento e com baixo uso de água e energia. Cooperativas, instituições de pesquisa e certificadoras ambientais também reforçam o engajamento desses fornecedores com metas de adaptação.

Indústrias de Fiação, Tecelagem, Beneficiamento e Confecção

Para os fabricantes e indústrias têxteis, o engajamento pode ocorrer por meio de parcerias com startups, universidades e organizações do terceiro setor que promovam inovação em processos de baixo carbono e economia circular. Adoção de métricas padronizadas

de desempenho climático, auditorias ambientais e incentivos financeiros para eficiência energética e hídrica ajudam a alinhar os objetivos produtivos com os climáticos. Além disso, integrar os fornecedores em plataformas de capacitação e reconhecimento pode engajar pequenas e médias empresas do setor, muitas vezes com menor acesso a recursos técnicos e financeiros.

Varejistas, Distribuidores e Consumidores Finais

No caso dos varejistas, distribuidores e consumidores finais, o engajamento pode ser promovido por meio de campanhas de conscientização sobre consumo responsável, transparência na rotulagem ambiental dos produtos e estímulo a práticas de moda circular, como programas de recompra, aluguel de roupas ou *upcycling*. Grandes redes varejistas podem exigir padrões climáticos mínimos de seus fornecedores, influenciando toda a cadeia a se adaptar. Já políticas públicas e incentivos fiscais podem apoiar essas ações, reforçando o papel dos consumidores e lojistas na construção de um setor mais resiliente à mudança do clima.

Quadro 6 - Ações de Engajamento junto aos stakeholders na cadeia da indústria têxtil.

Elo da Cadeia	Estratégias de Engajamento	Incentivos
Upstream (Produtores de Algodão e Fornecedores de Insumos Químicos)	✓ Programas de incentivo à agricultura regenerativa ✓ Contratos que premiem práticas sustentáveis ✓ Sistemas de rastreabilidade para cadeias livres de desmatamento ✓ Cooperação com cooperativas e instituições de pesquisa	✓ Capacitações técnicas sobre práticas climáticas inteligentes ✓ Prêmios pelo uso de defensivos menos tóxicos ✓ Valorização de cadeias com baixo uso de água e energia ✓ Certificações ambientais
Midstream (Indústrias de Fiação, Tecelagem, Beneficiamento e Confecção)	✓ Parcerias com startups, universidades e terceiro setor ✓ Métricas padronizadas de desempenho climático ✓ Auditorias ambientais ✓ Plataformas de capacitação para PMEs	✓ Incentivos financeiros para eficiência energética e hídrica ✓ Reconhecimento para inovação em processos de baixo carbono ✓ Suporte para implementação de economia circular ✓ Acesso facilitado a recursos técnicos e financeiros
Downstream (Varejistas, Distribuidores e Consumidores Finais)	✓ Campanhas de conscientização sobre consumo responsável ✓ Transparência na rotulagem ambiental ✓ Programas de recompra, aluguel e <i>upcycling</i> ✓ Exigência de padrões climáticos mínimos dos fornecedores	✓ Políticas públicas de apoio ✓ Incentivos fiscais para práticas sustentáveis ✓ Reconhecimento de marcas com compromisso climático ✓ Estímulo à moda circular

REFERÊNCIAS

ÁGUA SUSTENTÁVEL. **Os efeitos da elevação do nível do mar nas praias de Recife.** 2024. Disponível em: <https://www.aguasustentavel.org.br/conteudo/blog/244-os-efeitos-da-elevacao-do-nivel-do-mar-nas-praias-de-recife>. Acesso em: 2 jul. 2025.

ALIANÇA BRASILEIRA PELA CULTURA OCEÂNICA; MARÉ DE CIÊNCIA; MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO; UNESCO; FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO. **Brasil em transformação 1 – 2024: o ano mais quente da história.** [S.l.]: Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica, 2024. Disponível em: <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

ALVES, Tatiana. **Brasil está entre os países com maior área atingida por deslizamentos.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/meio-ambiente/audio/2023-11/brasil-esta-entre-os-paises-com-maior-area-atingida-por-deslizamentos>. Acesso em: 08 nov. 2024.

AMBIPAR. **Ambipar, Fleury e Vivo: por que grandes empresas estão investindo em títulos verdes.** Disponível em: <https://ambipar.com/noticias/ambipar-fleury-e-vivo-por-que-grandes-empresas-estao-investindo-em-titulos-verdes/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO AMBIENTE - AMDA. **Indústria têxtil consome 93 bilhões de metros cúbicos de água por ano.** Disponível em: <https://amda.org.br/informacoes-ambientais/5240-industria-textil-consome-93-bilhoes-de-metros-cubicos-de-agua-por-ano/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações.** Brasília: 2014. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2cfa808b-b370-43ef-8107-5c3bfd7acf9c/attachments/Atlas_de_Vulnerabilidade_a_Inundaes.pdf. Acesso em: 06 nov. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Monitor de Secas. 2024.** Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa?mes=9&ano=2024>. Acesso em: 07 de nov. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil.** 2. ed. rev. e ampl. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd/attachments/ANA_Manual_de_Usos_Consuntivos_da_Agua_no_Brasil.pdf. Acesso em: 2 jul. 2025.

ARTAXO, Paulo. Oportunidades e vulnerabilidades do Brasil nas questões do clima e da sustentabilidade. **Revista USP**. São Paulo • n. 135 p. 119-136. outubro/novembro/dezembro 2022. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/206255/189890>. Acesso em: 29 jan. 2025.

BRASIL. **Câmara aprova projeto que regulamenta o mercado de carbono no Brasil**. Objetivo do texto é criar incentivos para frear emissões de gases do efeito estufa e reduzir impactos das empresas sobre o clima. Agência Câmara de Notícias. 2023. Disponível em: Câmara aprova projeto que regulamenta o mercado de carbono no Brasil - Notícias - Portal da Câmara dos Deputados (camara.leg.br). Acesso em: 08 nov. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 30 dez. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 22 abr. 2025.

BRITO, Higor Costa de; RUFINO, Iana Alexandra Alves. O desafio da sustentabilidade hídrica no semiárido brasileiro: modelo conceitual no suporte à cenarização futura. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 61, 2022. DOI: 10.5380/dma.v61i0.86189.

CARGILL. Cargill investe em biomassa para produção de energia sustentável. Globo Rural, 18 mar. 2024. Disponível em: <https://globorural.globo.com/conteudo-de-marca/cargill/noticia/2024/03/cargill-investe-em-biomassa-para-producao-de-energia-sustentavel.ghhtml>. Acesso em: 5 jun. 2025.

CEEMAR. **O Brasil é uma nação de frente para o Mar. Um novo olhar para os oceanos**. 2023. Disponível em: O Brasil é uma nação de frente para o Mar - CEEMAR. Acesso em: 22 abr. 2025.

CDP **AGC**. AGC Inc. Climate Change 2023. Disponível em: [CDP](#). CDP **Eletrobrás**. Centrais Elétricas Brasileiras S/A – Eletrobras. Climate Change 2023. Disponível em: [CDP](#). CDP **Engie**. Climate Change 2023. Disponível em: [CDP](#). CDP **Nike**. Nike Inc. Climate Change 2023. Disponível em: [CDP](#). CDP **Petrobrás**. Petróleo Brasileiro SA - Petrobras. Climate Change 2023. Disponível em: [CDP](#). CDP **Suzano**. Suzano Papel & Celulose. Climate Change 2023. Disponível em: [CDP](#). Acesso em: 08 nov. 2024.

CLIMAINFO. **Brasil precisa reduzir emissões de GEE em 92% até 2035, diz Observatório do Clima**. Observatório do Clima apresenta proposta de nova NDC brasileira para o Acordo de Paris, com alinhamento de metas nacionais ao limite de 1,5oC de aquecimento. 2024. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2024/08/26/brasil-precisa-reduzir-emissoes-de-gee-em-92-ate-2035-diz-observatorio-do-clima/>. Acesso em: 07 nov. 2024.

CNN. **Brasil teve ondas de calor em todos os meses de 2024; veja quando será a próxima**. Dados do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (LAPIS)

registraram fenômenos de janeiro a setembro. 10 Out. 2024. Disponível em: Brasil teve ondas de calor em todos os meses de 2024; veja quando será a próxima | CNN Brasil. Acesso em: 07 nov. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS - CNM. **Os prejuízos das queimadas no Brasil. Os incêndios florestais que tomam conta do país já causaram prejuízos da ordem de R\$ 1,1 bilhão.** Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/podcasts/os-prejuizos-das-queimadas-no-brasil-ep136/>. Acesso em: 08 nov. 2024.

COPERNICUS. **Summer 2024 – Hottest on record globally and for Europe.** August Climate Bulletins | Newsflash. 2024. Disponível em: Copernicus: Summer 2024 – Hottest on record globally and for Europe | Copernicus. Acesso em: 08 nov. 2024.

DIKLATEX. **Tingimento sustentável: os processos Dope Dyeing e Bye Dyeing. 2022.** Disponível em: <https://www.diklatex.com.br/tingimento-sustentavel/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Panorama do Onshore Brasileiro.** Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-bicombustiveis/novo-mercado-de-gas/apresentacoes-1/20190913_EPE_REATE2020_PANORAMADOONSHORE_MARCELOALFRADIQUE.pdf. Acesso em: 2 jul. 2025.

ETENE. Impactos econômicos no Rio Grande do Sul devido as enchentes: estimativas iniciais e repercussões para o Nordeste. **Banco do Nordeste**, v. 9, n. 04, jul. 2024. Disponível em: https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/2046/1/2024_INET_04.pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.

EXAME. **Quase 95% da atividade econômica do RS foi afetada por enchentes, aponta Fiergs.** 2024. Disponível em: <https://exame.com/brasil/quase-95-da-atividade-economica-do-rs-foi-afetada-por-enchentes-aponta-fiergs/>. Acesso em: 07 nov. 2024.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Seca histórica no Amazonas custou R\$ 1 bi a mais para indústria e reduziu importações:** nível dos rios reduziu circulação de barcos, e empresas tiveram que optar por transportes alternativos. Nível dos rios reduziu circulação de barcos, e empresas tiveram que optar por transportes alternativos. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/01/seca-historica-no-amazonas-custou-r-1-bi-a-mais-para-industria-e-reduziu-importacoes.shtml>. Acesso em: 07 nov. 2024.

FORBES. **Conheça 7 empresas com atuação no Brasil que estão empenhadas em reduzir o consumo de água.** 2021. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesesg/2021/03/conheca-7-empresas-com-atuacao-no-brasil-que-estao-empenhadas-em-reduzir-o-consumo-de-agua/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

IEMA. **As emissões brasileiras de gases de efeito estufa nos setores de Energia e de Processos Industriais em 2019.** Esses setores foram responsáveis por cerca de um quarto das emissões do país. 2020. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/as-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-nos-setores-de-energia-e-de-processos-industriais-em-2019-20201201>. Acesso em: 07 nov. 2024.

INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS - IHU. **População pobre sofre mais nas ondas de calor.** 28 Nov. 2023. Disponível em: <https://www.ihu.unisinos.br/categorias/634625-populacao-pobre-sofre-mais-nas-ondas-de-calor>. Acesso em: 08 nov. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO - INSA. **O semiárido brasileiro.** Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro#:~:text=O%20Semi%C3%A1rido%20Brasileiro%20se%20estende,semi%C3%A1ridos%20mais%20povoados%20do%20mundo>. Acesso em: 22 abr. 2025.

IPCC. **Mudança do clima e terra.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/srcl-port-web.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2024.

IPCC. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate – Chapter 2: High Mountain Areas. 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/SROCC_FOD_Ch02_Final.pdf. Acesso em: 22 abr. 2025.

IPCC. **Mudança do Clima 2023.** Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf. Acesso em: 07 nov. 2024.

KATOPODIS, Theodoros; SFETSOS, Athanasios. **A review of climate change impacts to oil sector critical services and suggested recommendations for industry uptake.** 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2412-3811/4/4/74>. Acesso em: 05 ago. 2024.

MARENGO, José A.; NOBRE, Carlos Afonso; SELUCHI, Marcelo Enrique; CUARTAS, Adriana; ALVES, Lincoln Muniz; MENDIONDO, Eduardo Mario; OBREGÓN, Guillermo; SAMPAIO, Gilvan. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, São Paulo, Brasil, n. 106, p. 31–44, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/110101>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MOURA, Agnaldo et al. Estimating water input in the mining industry in Brazil: a methodological proposal in a data-scarce context. **The Extractive Industries and Society**, v. 9, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214790X21001866>. Acesso em 04 nov. 2024.

OLIVEIRA, Aline Silva de. **Estimativas de perdas econômicas e custos de manejo de incêndios florestais no cerrado e na amazônia brasileira.** Viçosa, 2018. Disponível em:

<https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/36f8242e-0136-40e8-b20f-66ee5b499b19/content>. Acesso em: 29 jan. 2025.

HASAN, Mohammad Abul; HOQUE, Mohammad Mohsin Ul. **Sustainability Challenges of the Textile Industry**. ResearchGate, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/391976143_Sustainability_Challenges_of_the_Textile_Industry/fulltext/682efc28be1b507dce8dc63b/Sustainability-Challenges-of-the-Textile-Industry.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

ONU BRASIL. **Ameaças existenciais impostas pelo aumento do nível do mar**. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/279878-amea%C3%A7as-existenciais-impostas-pelo-aumento-do-n%C3%ADvel-do-mar>. Acesso em: 2 jul. 2025.

PIVETTA, Marcos; FONTANETTO, Renata. Aquecimento global faz surgir primeira zona árida e expande clima semiárido e áreas secas no Brasil. **Pesquisa Fapesp**. 2024. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/aquecimento-global-faz-surgir-primeira-zona-arida-e-expande-clima-semiarido-e-areas-secas-no-brasil/>. Acesso em: 08 nov. 2024.

PORTAL CELULOSE. **Portal Celulose**. 2024. Disponível em: <https://portalcelulose.com.br>. Acesso em: 02 jul. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Guia de adaptação e resiliência climática para municípios e regiões. São Paulo: SIMA, 2021. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/municipiosresilientes/sites/257/2021/09/guia_adaptacao-e-resiliencia-climatica-para-municipios-e-regioes_final.pdf. Acesso em: 2 jul. 2025.

SEEG. **Futuro da Energia: visão do Observatório do Clima para uma transição justa no Brasil**. Volume 4. Observatório do Clima. Clima e Energia. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa/ / Instituto de Energia e Meio Ambiente. Disponível em: [SEEG-OC-FUTURO-DA-ENERGIA.pdf](#). Acesso em: 06 nov. 2024.

SEEG. **Análise das emissões de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil**. 2023. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/02/SEEG11-RELATORIO-ANALITICO.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2024.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES - S2iD. Disponível em: S2iD - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres v3.8.10. Acesso em: 22 de abr. 2025.

TAILOR INSURANCE. **Gestão e mitigação de riscos na indústria têxtil**: proteção contra incêndios, explosões e perigos químicos. 2025. Disponível em: <https://tailorinsurance.com.br/2025/01/13/gestao-riscos-industria-textil-incendios-perigos-quimicos/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

UNDP. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/atlas-dos-municipios>. Acesso em: 2 jul. 2025.

UNEPFI. **Climate Risks in the Oil and Gas Sector**. 2023. Disponível em: <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2023/04/Oil-and-Gas-Sector-Risks.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2024.

UNILESTE. **Processo Kraft e seu sistema de recuperação e geração de energia**. 2020. Disponível em: <https://unileste.catolica.edu.br/portal/wp-content/uploads/2020/05/PROCESSO-KRAFT-E-SEU-SISTEMA-DE-RECUPERACAO-E-GERACAO.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2025.

UOL. GIZ_BR. **Mapa mostra regiões do Brasil que podem afundar com mudança do clima**. Estima-se que 1 em cada 7 pessoas que vivem em cidades costeiras ao redor do mundo serão afetadas. Por Pablo Nogueira. 09 de julho de 2024. Disponível em: [Mapa mostra regiões do Brasil que podem afundar com mudança do clima \(uol.com.br\)](https://www.uol.com.br/giz-br/noticias/2024/07/09/mapa-mostra-regoes-do-brasil-que-podem-afundar-com-mudanca-do-clima/). Acesso em: 05 nov. 2024.

ZONATTI, Welton Fernando et al. Reciclagem de resíduos do setor têxtil e confeccionista no Brasil: panorama e ações relacionadas. **Revista Sustentabilidade em Debate**, v. 6, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288056873>. Acesso em: 5 jun. 2025.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Scaling up adaptation finance with de-risking approaches. 2025**. Disponível em: <https://www.weforum.org/stories/2025/06/scaling-up-adaptation-finance-with-de-risking-approaches/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. **Atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water-related hazards (1970–2021)**. Genebra: WMO, 2023. Disponível em: <https://wmo.int/publication-series/atlas-of-mortality-and-economic-losses-from-weather-climate-and-water-related-hazards-1970-2021>. Acesso em: 9 jun. 2025.

WRI BRASIL. **Os dados mais recentes confirmam: os incêndios florestais estão piorando**. 30 Ago. 2024a. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/os-dados-mais-recentes-confirmam-os-incendios-florestais-estao-piorando>. Acesso em: 08 nov. 2024.

BETTI, Luana; FELIN, Bruno; ALMEIDA, Vinicius. 3 questões sobre financiamento climático que o Brasil enfrentará à frente do G20 e da COP30. **WRI Brasil**, 14 mar. 2024b. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/3-questoes-financiamento-climatico-brasil-g-20-cop30>. Acesso em: 2 jul. 2025.

GLOSSÁRIO

Adaptação: intervenções humanas na facilitação do ajuste ao clima esperado e seus efeitos. A adaptação pode ocorrer nos sistemas humanos ou em sistemas naturais (IPCC, 2023).

Cenários de Emissão: Uma projeção do desenvolvimento futuro das emissões de substâncias radiativamente ativas (por exemplo, gases de efeito estufa ou aerossóis) com base em um conjunto coerente de suposições sobre fatores demográficos, socioeconômicos, tecnológicos, energéticos, agroecológicos, entre outros (IPCC, 2023).

Exposição: presença de infraestrutura, ativos econômicos ou vida que pode ser afetada adversamente (IPCC, 2023).

Impactos: Os impactos geralmente se referem aos efeitos sobre vidas, meios de subsistência, saúde e bem-estar, ecossistemas e espécies, ativos econômicos, sociais e culturais, serviços (incluindo serviços ecossistêmicos) e infraestrutura. São consequências dos riscos percebidos nos sistemas naturais e humanos (IPCC, 2023).

IPCC: Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

Mudança do Clima: A PNMC, instituída pela Lei nº 12.187/2009, define “mudança do clima” como alterações climáticas atribuídas direta ou indiretamente à atividade humana que alterem a composição da atmosfera mundial, somando-se à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis. A lei também conceitua “adaptação” como iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima. Outros termos definidos incluem “mitigação”, “impacto”, “vulnerabilidade”, “emissões”, “sumidouro” e “gases de efeito estufa”.

Resiliência: A capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ecológicos interconectados de lidar com um evento perigoso, como as ameaças climáticas, sem afetar sua estrutura essencial (IPCC, 2023).

Risco: os riscos são resultado de interações dinâmicas entre os perigos relacionados ao clima com a exposição e a vulnerabilidade do sistema humano ou ecológico afetado aos perigos (IPCC, 2023).

Vulnerabilidade: razão entre a sensibilidade do sistema de interesse diante de cada ameaça/perigo climático e a sua capacidade de adaptação (São Paulo, 2021). A propensão

ou predisposição para ser afetado negativamente. A vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos e falta de capacidade de enfrentamento e adaptação (IPCC, 2023).

Seca: Refere-se a uma condição climática prolongada em que há uma escassez de precipitação (chuva), o que resulta em baixos níveis de água em rios, lagos, reservatórios e no solo. A seca é uma situação que pode afetar grandes áreas geográficas e durar meses ou até anos. Ela é tipicamente caracterizada pela falta de chuvas, e seus efeitos podem ser devastadores para a agricultura, o abastecimento de água e a biodiversidade.

Escassez hídrica: É uma condição mais específica que se refere à falta de água disponível para as plantas e outros organismos, o que prejudica o seu funcionamento normal. Pode ocorrer não apenas em períodos de seca, mas também em locais onde a água está disponível, mas em quantidades insuficientes ou com baixa qualidade para atender às necessidades das plantas. O stress hídrico é um termo usado mais frequentemente em ecologia e agricultura, quando as plantas não conseguem obter a quantidade necessária de água para realizar processos vitais, como fotossíntese.

CNI

Antonio Ricardo Alvarez Alban
Presidente

DIRETORIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS

Roberto de Oliveira Muniz
Diretor de Relações Institucionais

Superintendência de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Davi Bomtempo
Superintendente de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Gerência de Recursos Naturais

Mario Augusto de Campos Cardoso
Gerente de Recursos Naturais

Rafaela Aloise de Freitas
Maria do Socorro Lima Castello Branco
Erica dos Santos Villarinho
Equipe Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO

André Nascimento Curvello
Diretor de Comunicação

Superintendência de Publicidade e Mídias Sociais

Mariana Caetano Flores Pinto
Superintendente de Publicidade e Mídias Sociais

William Homero Rufino da Silva - FSB Comunicação
Produção Editorial

DIRETORIA CORPORATIVA

Cid Carvalho Vianna
Diretor Corporativo

Superintendência de Desenvolvimento Humano

Flavia Azevedo Moreira de Moraes
Superintendente de Desenvolvimento Humano

Gerência de de Desenvolvimento e Relacionamento

Carolina Maia Vendramine
Gerente de Desenvolvimento e Relacionamento

Alberto Nemoto Yamaguti
Normalização

Way Carbon

Melina Amoni
Talita Daniela Mendonça Elias
Consultoria

Mediterrâneo Traduções
Revisão Gramatical

Fênix Editorial
Projeto Gráfico e Diagramação

 www.cni.com.br

 [/cnibrasil](https://www.facebook.com/cnibrasil)

 [@CNI_br](https://twitter.com/CNI_br)

 [/cnibr](https://www.instagram.com/cnibr)

 [/cniweb](https://www.youtube.com/cniweb)

 [/company/cni-brasil](https://www.linkedin.com/company/cni-brasil)