



## Velocistas digitais: o caminho para a sustentabilidade

A tecnologia digital como um facilitador chave para a ação climática em mercados emergentes

**Deloitte.**

Commissioned by **Google**

**Google**

# Sumário executivo

## Introdução

O desenvolvimento e a implantação bem informados e significativos de tecnologias digitais podem **catalisar o progresso rumo às metas de índice zero para 2050.**

No contexto de crescentes impactos das mudanças climáticas, a tecnologia digital proporciona uma oportunidade para os legisladores reconfigurarem a relação entre crescimento, utilização de recursos e consumo. Um estudo recente do Fórum Econômico Mundial (WEF- World Economic Forum) indica que a utilização eficaz de soluções digitais possibilitaria uma **redução das emissões em 20% até o ano 2050**, uma contribuição significativa para as metas de redução nesse período. Este relatório pretende **explorar como as tecnologias digitais podem ser aproveitadas para enfrentar o desafio das mudanças climáticas e o que os governos podem fazer para facilitar a inovação necessária.**

A tecnologia digital - impulsionada por IA, IoT e computação em nuvem - coleta, analisa e aproveita dados para remodelar os mercados e melhorar a tomada de decisões, a automação e a inovação, e são um componente crítico para ajudar a enfrentar as mudanças climáticas e reduzir as emissões. A definição de “Função de impacto” da Deloitte - composta por 4 elementos - fornece uma abordagem estruturada para a compreensão das diversas tarefas das ferramentas digitais modernas.

O Acordo de Paris de 2015 desencadeou uma mudança global no sentido da redução dos gases com efeito de estufa. O relatório do IPCC de 2023 convocou uma ação imediata, agressiva e universal, apresentando oportunidades sociais e econômicas. A crescente conscientização da sociedade também moldou as agendas políticas, enfatizando a sustentabilidade, a redução das emissões de carbono e as energias renováveis. **Os governos desempenham um papel vital na exploração plena do potencial da tecnologia digital, não só através da adoção de ferramentas digitais, mas também da criação do ambiente necessário para acelerar esta transição.**

Este relatório com foco nos mercados emergentes propõe políticas para aproveitar as tecnologias digitais no contexto das mudanças climáticas com o objetivo de reduzir as emissões - e até mesmo eliminá-las - ao mesmo tempo que cria resiliência a mudanças que não podem ser evitadas.

O relatório foi elaborado pela **Deloitte** e encomendado pelo **Google**. Tem como base a riqueza de conhecimento acumulado pelos profissionais da Deloitte em todo o mundo nas áreas de sustentabilidade, tecnologia, energia e políticas públicas. Ao redigir o relatório, foram realizadas extensas pesquisas e entrevistados especialistas do mundo acadêmico, empresarial, lideranças tecnológicas, sociedade civil e tomadores de decisões locais e internacionais.



### Connect & Communicate

Conectar pessoas entre si e com informações críticas;



### Monitor & Track

A observação exensiva e em tempo real do mundo e dos seus sistemas naturais e artificiais;



### Analyze, Optimize, Predict

O desenvolvimento de ideias a partir de dados e o uso dessas ideias para impulsionar a eficiência dos processos e inferir o futuro;



### Augment & Automate

Fornecimento de uma “ponte ativa” entre o digital e o físico, desde a simulação, passando pelo aumento, até a criação de sistemas autônomos

## Ação climática: os três pilares

Há muitos caminhos para enfrentar o desafio das mudanças climáticas e as ações necessárias são mobilizadas de inúmeras formas. Podem ser descritas como centradas em três pilares: **mitigação, adaptação e resiliência e base para ação.**

**Os esforços de mitigação** referem-se às ações que buscam três objetivos distintos:

- **Reduzir as emissões de gases de efeito de estufa.** As tecnologias digitais contribuem para a eficiência energética através da otimização da rede baseada na IA e da redução do consumo. Também ajudam na redução do uso de combustíveis pela otimização das cadeias de suprimentos com planejamento de rotas baseado em IA, além da redução das emissões no transporte rodoviário, marítimo e aéreo. A eficiência dos recursos e as práticas circulares - inclusive as reuniões virtuais - também ajudam a reduzir as emissões. A utilização eficaz de soluções digitais tem potencial para reduzir as emissões em 20%.<sup>[1]</sup>
- **A substituição dos combustíveis tradicionais por alternativas de baixo carbono** - como a energia solar e a eólica - apresenta desafios que as tecnologias digitais podem enfrentar, com a previsão de padrões climáticos que ajudarão a otimizar a localização dessas estruturas.
- **Captura e remoção de carbono.** As tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CAC) ainda estão nos estágios iniciais, e as tecnologias digitais desempenham um papel no seu desenvolvimento e operação. Os processos naturais de remoção de carbono também podem ser melhorados com a utilização de ferramentas digitais, como IA e drones, para apoiar iniciativas de reflorestamento e de sequestro de carbono no solo.

### Tecnologias de mitigação e suas respectivas Funções de impacto



Soluções de trabalho remoto que reduzem viagens

Redes de energia inteligentes

Rastreamento e otimização da captura de carbono

Soluções Smart City que otimizam infraestruturas (iluminação pública, transporte)

Modelagem de ecossistemas para restauração de habitat

Modelagem com gêmeos digitais para maior precisão

Os sistemas de manutenção alimentados por IA reduzem o desperdício de energia e recursos

Sistemas de otimização alimentados por IA para reduzir a demanda de energia

George, M., O'Regan, K. et Holst, A. (2022). Les solutions numériques peuvent réduire les émissions globales jusqu'à 20 %. Voici comment. Forum économique mondial. Extrait de <https://www.weforum.org/agenda/2022/05/how-digital-solutions-can-reduce-global-emissions/>

Os esforços de **adaptação e resiliência**, que visam gerir os impactos climáticos e reduzir a vulnerabilidade, centram-se em dois objetivos principais:

- **Proteger e sustentar ecossistemas naturais e humanos.** As tecnologias digitais desempenham um papel crucial na criação de sistemas de alerta e infraestruturas robustas. Com mais de 3,6 mil milhões de pessoas residentes em áreas altamente suscetíveis aos impactos das mudanças climáticas, é evidente a necessidade de uma resposta eficiente às crises e de uma infraestrutura resiliente, como sistemas de saúde inteligentes.
- **Sensoriamento e previsão para uma resposta melhor e mais rápida.** Um aspecto crítico deste pilar envolve a coleta e análise de dados para previsões precisas que forma a base para estratégias de planeamento e resposta. Esta rápida expansão da nossa base de conhecimento é possível graças aos avanços nas ferramentas digitais e na IA.

## Tecnologias de adaptação e suas respectivas Funções de impacto



Conectar e comunicar



Monitorar e rastrear



Analisar, otimizar, prever



Aumentar e autonomar

Sistemas de avisos e alertas precoces para resposta a crises

Conjuntos de dados consolidados, bem como plataformas compartilhadas para análise

Coleta de dados em tempo real e consolidação de dados de diversas fontes

Aprendizado de máquina no apoio à inovação e descoberta de novas soluções

Análise de cenários e modelagem avançada para prever impactos de eventos ou políticas

Análise de risco auxiliada por IA

## Tecnologias de base e suas respectivas Funções de impacto



Conectar e comunicar



Monitorar e rastrear



Analisar, otimizar, prever



Aumentar e automatizar

Finalmente, a abordagem das mudanças climáticas exige um esforço colaborativo e em vários níveis que envolve governos, empresas e indivíduos. Para os legisladores, isto implica estabelecer os fundamentos corretos:

- **Criar estratégias e priorizar ações ambientais** com o uso de ferramentas digitais para ajudar a definir objetivos claros e envolver as partes interessadas.
- **Sensibilização** do público, bem como dos líderes empresariais e legisladores, para que compreendam as complexidades dos sistemas climáticos e os seus impactos, visto que às vezes desconhecem as diferentes soluções disponíveis.
- **Conformidade e comunicação:** a comunicação empresarial para fins de transparência e responsabilização são essenciais, com regulamentações recentes que exigem que as grandes corporações relatem métricas de emissões de carbono e previsões da trajetória futura dessas métricas durante um determinado período. Neste contexto, o meio digital pode automatizar com precisão o acompanhamento das emissões e as informações sobre a utilização de recursos, o que facilita a conformidade.

Envolvimento gamificado do público e promoção da alfabetização climática por meio de campanhas de conscientização pública

Use sistemas de comunicação para incentivar a colaboração e a ativação

Eliminar o atrito para agir de acordo com um estilo de vida sustentável e opções de consumo

Acompanhe a implementação de políticas para garantir a eficácia

Forneça ferramentas para medir e acompanhar o desempenho climático

Reduza os recursos necessários para uma gestão eficaz e relatórios confiáveis

Tomada de decisão baseada em dados na criação de estratégias e planejamento de longo prazo

Permita opções de compras mais inteligentes e informadas ao consumidor

## Recomendações de políticas para a implantação de tecnologias digitais para a ação climática.

Os governos podem lidar de forma eficaz com os riscos e desafios no contexto das ações ambientais ao estabelecer objetivos e criar uma estrutura flexível para alcançá-los.

Ao apresentar possíveis medidas para as políticas destinadas a impulsionarem a adoção de ferramentas digitais no combate às mudanças climáticas, o Digital Sprinters Framework (Quadro de Velocistas Digitais) proposto pelo Google oferece uma abordagem estruturada para a adoção de tecnologias digitais. Esta estrutura define quatro categorias principais: infraestrutura, pessoas, ambiente de mercado e inovação tecnológica. Cada categoria aborda aspectos específicos da política, que podem facilitar o crescimento econômico sustentável e inclusivo, e aproveita ao mesmo tempo o poder da transformação digital.

Em termos de infraestrutura, a expansão do acesso global à Internet e a garantia da disponibilidade de dados são pré-requisitos fundamentais para a implantação de ferramentas digitais mais sofisticadas. À medida que os países progridem na luta contra as mudanças climáticas, os líderes políticos podem considerar a adoção do investimento em tecnologias como satélites e IoT para melhorar a coleta de dados para soluções climáticas. Em todos os casos, antes de qualquer investimento significativo, os governos devem garantir que os seus projetos de infraestrutura sejam adaptativos e alinhados com as necessidades climáticas e digitais de longo prazo e um mundo mais extremo. Na categoria das pessoas, a educação e a cooperação entre diferentes setores, juntamente com a capacitação dos consumidores, são aspectos fundamentais. Este relatório também sublinha o papel das políticas públicas no estabelecimento de normas para incentivar a adoção de soluções digitais e na integração da tecnologia digital na funcionalidade do mercado. Por fim, na categoria tecnológica, os líderes do setor público desempenham um papel fundamental no incentivo à inovação digital e no apoio à adoção de soluções climáticas digitais.

### Google | Quadro de velocistas digitais



#### Infraestrutura

A **infraestrutura** física que possibilita o uso de soluções digitais, como o aumento do volume de **dados disponíveis** e a construção de sistemas adaptativos



#### Pessoas

O envolvimento de **pessoas** na abordagem das questões ambientais globais exige um ambiente **acadêmico** forte impulsionado por **esforços interdisciplinares**, bem como um **ensino público** para capacitar a próxima geração



#### Ambiente de mercado

O **ambiente de mercado** visa criar um ambiente regulatório que incentive a **integração de soluções climáticas digitais no funcionamento do mercado**, o que **exige a definição de normas para incentivar a adoção**



#### Tecnologia

A **inovação tecnológica** é crucial para atingir os objetivos ambientais e os governos se beneficiariam se considerassem políticas que **incentivassem a inovação digital** e **ajudassem na adoção** dessas ferramentas digitais

A tabela a seguir resume as recomendações específicas de cada uma das quatro categorias:

## Resumo das recomendações de políticas

Tema	Sub tópico	Pessoas para governos
 <b>Infraestrutura</b>	Disponibilidade de dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expandir a IoT para futuras redes, edifícios, rodovias e gerenciamento de energia</li> <li>Melhorar os recursos de IA por meio da integração de dados em tempo real e integrar as soluções de IA em novos projetos de infraestrutura</li> <li>Estabelecer um centro nacional para o clima e resiliência para dados climáticos padronizados</li> <li>Facilitar o compartilhamento de dados por meio de estruturas regulatórias para segurança e privacidade de dados</li> </ul>
	Construir uma infraestrutura adaptativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avaliar novos investimentos em infraestrutura no âmbito das mudanças climáticas e da tecnologia digital, com a capacitação de especialistas importantes como parte do processo de tomada de decisões</li> <li>Explorar parcerias entre países emergentes, bancos multilaterais de desenvolvimento (BMD) e instituições financeiras de desenvolvimento para capacitar novos projetos de infraestrutura com tecnologias voltadas para o futuro</li> <li>Estabelecer parcerias com plataformas on-line para compartilhar informações críticas para sistemas de alerta precoce à medida que o clima se torna cada vez mais extremo</li> </ul>
 <b>Pessoas</b>	Ensino público e universitário	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criar mecanismos e sistemas digitais para a formação de crianças e outras partes interessadas - como pessoas em busca de emprego - sobre as mudanças climáticas</li> <li>Identificar lacunas de conhecimento relacionadas às questões climáticas e digitais no meio acadêmico e abordá-las através de programas de colaboração e formação internacionais e regionais</li> <li>Orientar os legisladores para integrarem os cursos sobre o clima nas atuais estruturas curriculares para criar uma força de trabalho consciente sobre ciências climáticas e tecnologias digitais</li> </ul>
	Cooperação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover a colaboração entre pesquisadores e inovadores do mercado com o acesso mais fácil às plataformas, iniciativas, reuniões sobre o clima e tecnologias digitais de código aberto</li> <li>Apoiar parcerias público-privadas na área climática e digital, a fim de fortalecer uma cultura inovadora na administração pública em torno das mudanças climáticas e maximizar o impacto e a implementação de iniciativas climáticas</li> </ul>
 <b>Ambiente de mercado</b>	Estabelecer normas para incentivar a adoção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estabelecer protocolos e estruturas para calcular e rotular o impacto ambiental dos produtos para permitir decisões bem informadas com o uso de ferramentas digitais</li> <li>Aproveitar a tecnologia digital para facilitar o processo de padronização e rotulagem de produtos, a fim de capacitar os consumidores a tomar decisões sustentáveis</li> <li>Encontrar o equilíbrio certo entre as leis de privacidade e os benefícios das soluções digitais baseadas em dados para o clima</li> </ul>
	Integrar a tecnologia digital às funcionalidades do mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar ferramentas digitais para apoiar a aplicação das regulamentações atuais que impõem maiores exigências de rastreabilidade às empresas (Regulamento Europeu sobre Desmatamento)</li> <li>Empregar ferramentas digitais para monitorar a utilização em tempo real e adaptar preços, impostos e subsídios para incentivar políticas favoráveis ao clima</li> </ul>
 <b>Inovação tecnológica</b>	Incentivar a inovação digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criar centros e aceleradores de inovação e organizar eventos de desafios nacionais e internacionais para fomentar as inovações digitais para as mudanças climáticas</li> <li>Incentivar os empresários a compartilharem direitos de PI (propriedade industrial) para promover a inovação e o desenvolvimento de dados abertos</li> <li>Apoiar empresas em fase inicial nas áreas do clima e da tecnologia com a redução da burocracia, a oferta de incentivos comerciais e a facilitação do acesso ao mercado global</li> </ul>
	Ajudar na adoção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivar os governos a empregarem soluções de IA para identificar áreas críticas de preocupação e posteriormente tomar decisões bem informadas sobre como abordá-las</li> <li>Incentivar a responsabilização através da coleta e publicação de dados sobre o desempenho climático de empresas estatais e controladas pelo Estado e incorporar critérios climáticos nos editais públicos</li> <li>Incentivar os governos municipais e estaduais a adotarem soluções climáticas tecnológicas e digitais e atuarem como clientes-piloto para demonstrarem a viabilidade e melhorarem as iniciativas governamentais</li> <li>Empregar soluções de IA ou gêmeos digitais para identificar áreas críticas de preocupação ou oferecer perspectivas holísticas sobre estratégias climáticas (por exemplo, otimizar pontos de embarque e desembarque do transporte público)</li> </ul>

## Perspectiva setorial específica

Uma forma útil de focar a atenção é pensar em termos **setoriais**, com a abordagem estratégica de **áreas-chave** que apresentam um impacto significativo nas emissões de gases com efeito de estufa e na sustentabilidade ambiental.

A Deloitte identificou quatro setores principais — **energia, transportes, indústria e alimentação** — que apresentam um impacto significativo nas emissões de gases de efeito estufa e na sustentabilidade ambiental. Dentro de cada setor, a tecnologia digital desempenha um papel crucial na resposta às mudanças climáticas. No setor de energia, a tecnologia digital ajuda a obter energia livre de carbono, otimizar as redes de transmissão e apoiar a eficiência do consumidor. Os transportes se beneficiam da eletrificação, da mobilidade compartilhada e da redução do consumo de combustíveis através da otimização. A indústria pode aproveitar soluções digitais para circularidade, eficiência energética e produção sustentável. A agricultura pode melhorar a eficiência dos recursos, reduzir o desperdício e aumentar a resiliência através da agricultura de precisão e do envolvimento digital com os produtores. Os governos devem pensar em se concentrar na regulamentação da tecnologia de cibersegurança e de compartilhamento de dados na área de energia, bem como apoiar a pesquisa e desenvolvimento nos transportes, promover zonas industriais circulares e desenvolver competências digitais na indústria alimentícia, ao mesmo tempo que incentiva a agricultura urbana inteligente e a redistribuição de alimentos.

## Conclusão

Os governos desempenham um papel fundamental na abordagem às mudanças climáticas com um apelo à ação em termos de **mitigação, adaptação e resiliência**, e a **criação de fundamentos**, além da criação de sistemas de conscientização e de apoio. As tecnologias digitais podem contribuir substancialmente ao facilitar **a melhoria da comunicação, monitoramento e rastreamento**, com software para **análise e previsão** e através de **otimização e autonomia**, com potencial para **reduzir até 20% das emissões necessárias até 2050**. Os governos podem destravar todo o potencial das tecnologias digitais para combater as mudanças climáticas com a criação de uma abordagem política abrangente em quatro áreas principais: **infraestrutura, pessoas, ambiente de mercado e inovação tecnológica**. Os governos podem utilizar a tecnologia digital para construir infraestruturas resilientes, melhorar a análise de dados e otimizar o consumo de recursos. O aumento do volume de dados disponíveis também permite a internalização dos custos ambientais nos preços com o conseqüente incentivo para escolhas amigas do meio ambiente. Incentivar a inovação tecnológica, apoiar a oferta de capital para financiamentos e adotar soluções internamente contribuem para o panorama da ação climática. Aproveitar a tecnologia para conexão e comunicação ajuda a instruir os cidadãos e a promover atividades ecologicamente corretas. Os investimentos governamentais nestas áreas, quando interligados, têm o potencial de impulsionar a inovação e solucionar desafios climáticos em todas as áreas.

Ao aproveitar o poder da tecnologia digital nestas quatro áreas, os governos podem criar uma base sólida para mitigar os danos ambientais e adaptar-se de forma eficaz às realidades climáticas.