2 RESILIÊNCIA CLIMÁTICA E UMA JUSTA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA EM ÁFRICA

MENSAGENS PRINCIPAIS

- **A percentagem histórica e atual das emissões de carbono em África é inferior a 3 por cento das emissões globais, mas o fardo das alterações climáticas nas economias e na subsistência do continente é desproporcionadamente elevado – uma injustiça climática.** África é também a região com menos resiliência climática no mundo, com elevada vulnerabilidade às alterações climáticas e baixo nível de preparação para os seus efeitos. As alterações climáticas estão já a ameaçar impedir os ganhos de desenvolvimento e a impor mais custos económicos e perturbações sociais, estimando-se que só a adaptação irá custar ao continente pelo menos 50 bilhões de dólares americanos até 2050.
- **O reduzido acesso de África à energia moderna está a prejudicar os seus objetivos de desenvolvimento e a capacidade de construir resiliência climática.** A evolução para fontes de energia com baixo teor de carbono para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) é tremendamente importante, mas precisa de ser compatível com a realização das aspirações de desenvolvimento do continente e com a satisfação das necessidades energéticas não preenchidas de cerca de 600 milhões de africanos.
- **Tendo atingido 46 por cento em 2020, a percentagem de energia baseada em combustíveis fósseis no cabaz energético de África é relativamente modesta comparada com a de outras regiões a nível global.** O continente aumentou também as suas tecnologias de energias renováveis, o que, juntamente com o gás natural – que poderá servir de combustível de transição nos países que a ele têm acesso – irá permitir-lhe reduzir gradualmente o carvão no seu cabaz energético.
- **Apesar de as transições para baixo teor de carbono em África variarem de país para país, estas poderão ser transformadoras.** Estas variações espelham diferentes zonas ecológicas, climas, padrões de aglomeração urbana, estruturas económicas, bases de recursos e sistemas de governação. África está profusamente dotada de recursos energéticos e minerais, tais como lítio, grafite, cobalto, níquel, cobre e minerais de terras raras – os quais constituem todos novas oportunidades de mercado para a transição verde. Com a dependência limitada de África relativamente às tecnologias energéticas baseadas em combustíveis fósseis, estas oportunidades poderiam ajudar o continente a criar um setor energético sustentável integrado e resistente às alterações climáticas.
- **As políticas para alcançar a resiliência climática e uma justa transição energética em África devem ser criadas para serem inclusivas, "sem deixar ninguém para trás."** Esta transição exige a consideração atenta das implicações em termos de equidade e dos desafios associados à pobreza energética generalizada, ao baixo consumo de energia e às necessidades energéticas do crescimento e transformação económicos.

- **O princípio da justa transição energética em África tem de ter em consideração as emissões anteriores e a forma como estas definem as trajetórias das emissões no futuro.** África contribuiu pouco para a acumulação de emissões históricas, mas pode ser-lhe recusado «espaço de carbono» para expandir a sua economia. A verdadeira justiça climática sugere que o financiamento climático devido a África é quase 10 vezes superior ao recebido nos últimos anos.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da concentração dos principais GEE – dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) – a temperatura global está a aumentar, causando enormes preocupações a nível global. Os líderes mundiais firmaram o seu esforço coletivo no Acordo de Paris, o qual entrou em vigor em novembro de 2016, e apelaram a que o aumento da temperatura média global se mantivesse muito abaixo dos 2°C acima dos níveis pré-industriais e que se limitasse o aumento da temperatura a 1,5°C acima desses mesmos níveis. O acordo destaca as "responsabilidades comuns mas diferenciadas" em termos de adaptação às alterações climáticas e redução das emissões de GEE. A justiça climática – que abrange uma transição energética justa em África – tem a ver com a forma como o mundo devia fazer a transição de soluções com maior intensidade carbónica para soluções resilientes às alterações climáticas e a forma como o custo das emissões históricas e atuais devia ser suportado pelos países cujo contributo para as emissões anteriores e atuais é pouco significativo.

O aumento estimado da temperatura em África excede a média global e prevê-se que seja acompanhado de aumentos na frequência e intensidade de episódios de chuvas intensas, ondas de calor, inundações e secas, elevando os riscos de catástrofe social e económica. Tudo isto ameaça comprometer os ganhos de desenvolvimento arduamente obtidos ao longo das últimas duas décadas, com custos de adaptação estimados num mínimo de 50 bilhões de dólares americanos anualmente até 2050. Cientes disto, muitos países africanos juntaram-se ao esforço global para reduzir as emissões de GEE através de Contribuições Nacionalmente Determinadas.

O compromisso do continente, apesar das suas emissões de carbono históricas e atuais abaixo dos 3 por cento, de reduzir as emissões de carbono é louvável, mas África enfrenta um desafio único no acesso a energia moderna para satisfazer as suas necessidades de desenvolvimento, incluindo a construção de resiliência climática. Cerca de 600 milhões de africanos não têm acesso a eletricidade, apesar de o país estar generosamente provido de recursos energéticos para satisfazer a procura atual e futura. Com as atuais tendências demográficas, de urbanização e de crescimento económico, África precisa de elevar significativamente o seu consumo e produção de eletricidade moderna, o que tem implicações importantes para os seus compromissos climáticos. Estes desafios ao nível das políticas exigem uma análise atenta das questões, conciliando o desenvolvimento sustentável e a resiliência climática, e com a transição para um sistema energético justo no seu cerne.

A 26.ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (COP26) terminou com a aprovação pelas partes do Pacto Climático de Glasgow, que incluiu vários pontos. O pacto requer que os países revejam e reforcem as respetivas Contribuições Nacionalmente Determinadas para se alinharem com o objetivo em termos de temperatura do Acordo de Paris até à próxima COP no Egito. Também reafirma a responsabilidade que os países desenvolvidos têm de cumprirem o compromisso de disponibilizarem 100 bilhões de dólares americanos por ano aos países em desenvolvimento e de duplicarem a provisão coletiva de financiamento climático para adaptação, para 50 por cento do financiamento climático global. Tendo em conta que a próxima COP decorrerá no Egito, África necessita de apresentar uma argumentação convincente de que a atual arquitetura financeira climática para aceder ao financiamento não corresponde às necessidades do continente. Além disso, serão necessários esforços significativos para uma narrativa mais forte sobre o financiamento de perdas e danos.

Este capítulo analisa atentamente o estado da vulnerabilidade climática em África; a resiliência às alterações climáticas e o seu impacto na situação socioeconómica; e as oportunidades e desafios da construção de resiliência climática aliada, de forma decisiva, à satisfação das necessidades de desenvolvimento. O capítulo expõe os argumentos de desenvolvimento e equidade para um sistema energético global justo, assim como analisa vias de transição com baixo teor de carbono e novas oportunidades, concentrando-se no papel das energias renováveis, minerais, gás e hidrogénio verde. O capítulo finaliza com um apelo à conciliação entre as necessidades energéticas de África e os compromissos climáticos globais, fazendo ao mesmo tempo recomendações sobre políticas viáveis.

RESILIÊNCIA, PRONTIDÃO E VULNERABILIDADE CLIMÁTICAS EM ÁFRICA

O estado da resiliência e prontidão climáticas em África

África está a aquecer mais rapidamente do que a média global em terra e nos oceanos. De acordo com o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (PIAC/IPCC), as previsões atuais são que os níveis críticos de aquecimento global serão provavelmente atingidos antes da metade do século em África.[1] África é excecionalmente vulnerável à variabilidade climática e às alterações climáticas, o que afeta milhões de pessoas e torna os esforços de adaptação mais urgentes à medida que as rápidas alterações dos padrões meteorológicos minam a produtividade dos sistemas hídricos e alimentares locais e geram efeitos indesejados para o desenvolvimento sustentável.[2]

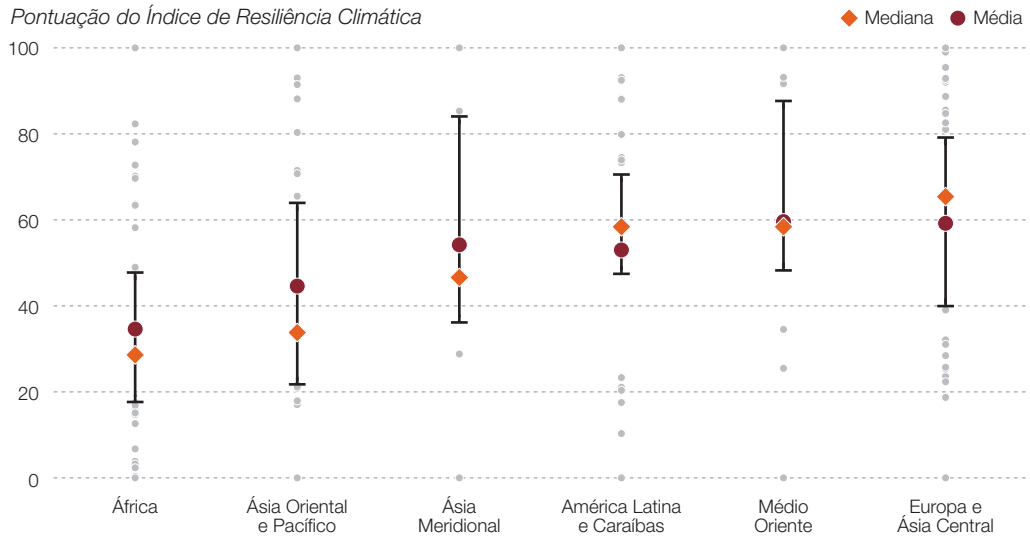
Para explicar os vários elementos envolvidos na resiliência climática, este capítulo usa um Índice de Resiliência Climática (IRC),[3] medido através das características estruturais de um país, que ajudam ou a aumentar ou a diminuir o risco dos efeitos adversos das catástrofes climáticas.[4]

Em 2010–19, África foi a região no mundo com menor resiliência climática, com as pontuações mediana (28,6) e média (34,6) do IRC mais baixas, muito atrás da Europa e da Ásia Central, a região mais resiliente aos choques climáticos (figura 2.1).

Entre as regiões africanas, as mais resilientes ao clima são o Norte de África (63,5 no IRC) e a África Austral (43,6), seguidos pela África

África é excecionalmente vulnerável à variabilidade climática e às alterações climáticas, o que afeta milhões de pessoas e torna os esforços de adaptação mais urgentes à medida que as rápidas alterações dos padrões meteorológicos minam a produtividade dos sistemas hídricos e alimentares locais e geram efeitos indesejados para o desenvolvimento sustentável

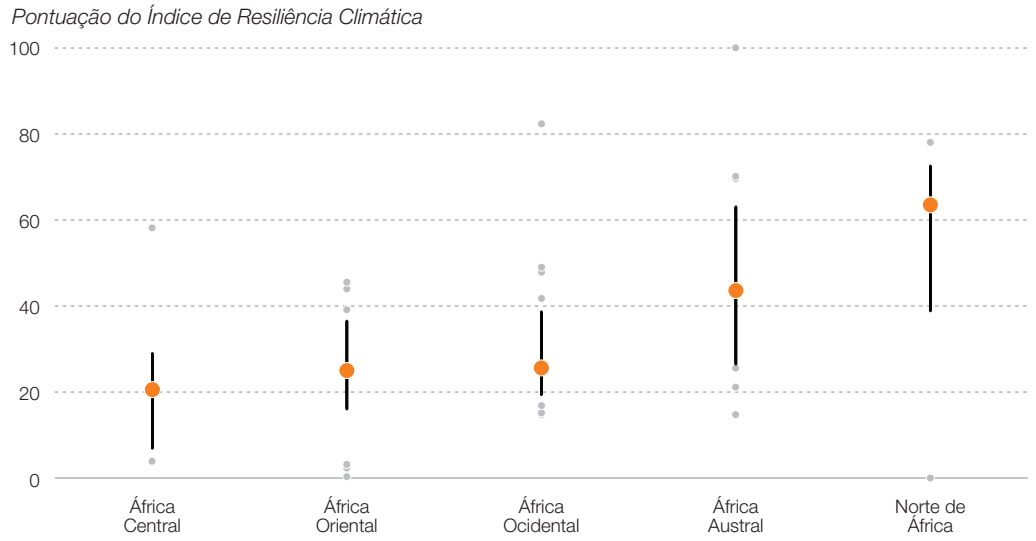
FIGURA 2.1 África foi a região do mundo com menor resiliência climática ao longo de 2010–19



Nota: O gráfico mostra o Índice de Resiliência Climática mediano por região com a amplitude interquartil (IQR) em 2010–19 usando uma análise de componentes principais. As dispersões representam valores fora da IQR.
Fonte: Cálculos da equipa.

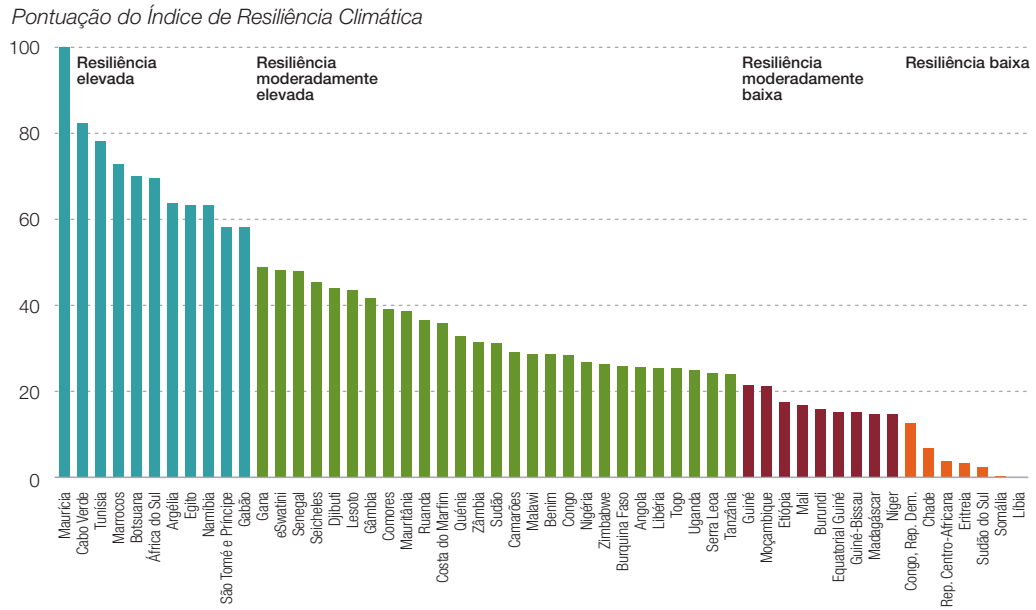
Ocidental (25,6), África Oriental (25,0) e África Central (20,6); (figura 2.2). Ao nível dos países na pontuação do IRC, os seis países menos resilientes foram a República Democrática do Congo, o Chade, a República Centro-Africana, o Sudão do Sul, a Somália e a Líbia; os seis países mais resilientes foram a Maurícia, Cabo Verde, a Tunísia, Marrocos, o Botsuana e a África do Sul (figura 2.3). A maioria dos países com baixa resiliência situa-se nas zonas climáticas desérticas e

FIGURA 2.2 Pontuação do Índice de Resiliência Climática por região africana, média 2010–19



Nota: O gráfico mostra o índice de resiliência climática mediano por região com a amplitude interquartil (IQR) em 2010–19 usando uma análise de componentes principais. As dispersões representam valores fora da IQR.
Fonte: Cálculos da equipa.

FIGURA 2.3 Pontuação do Índice de Resiliência Climática por países africanos, média 2010–19



Fonte: Cálculos da equipa.

semidesérticas, e os países de resiliência moderadamente baixa situam-se, em grande parte, nas zonas de pastagem nas regiões tropicais e subtropicais.

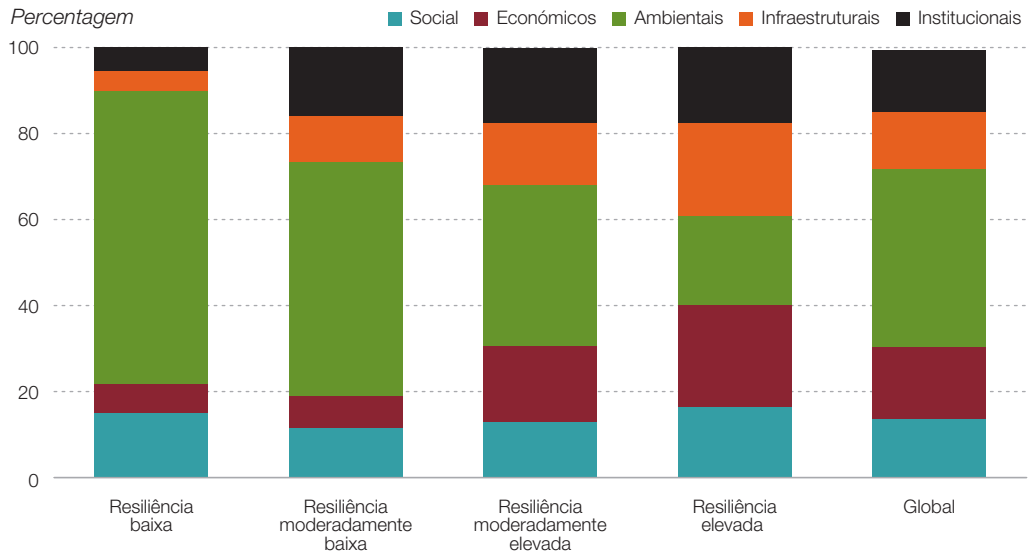
Nos países com pontuações do IRC elevadas, os níveis de diversidade económica, inovação e mão de obra qualificada; a qualidade dos serviços de saúde, educação e tecnologias da informação e comunicação (TIC); as características geográficas; e a qualidade das infraestruturas e instituições locais estão mais adaptados para reduzir as vulnerabilidades relativas a potenciais choques climáticos e para aumentar a capacidade de responder eficazmente aos efeitos adversos dos fenómenos relacionados com o clima (figura 2.4). Em contrapartida, nos países com resiliência baixa ou moderadamente baixa, a pontuação do IRC é essencialmente explicada por fatores ambientais, muitas vezes fora do controlo do país, e não tanto por outras dimensões importantes que parecem desempenhar um papel pouco significativo na construção da resiliência. Ainda assim, os países podem criar a capacidade de se adaptar a estes choques e aumentar a resiliência.

África não só é a segunda região do mundo mais vulnerável – só a Ásia Meridional é mais vulnerável – mas também demonstra a prontidão climática mais baixa (figura 2.5). O Norte de África e a África Austral são os menos vulneráveis (figura 2.6), com prontidão elevada, e tendem a tirar partido de financiamento e investimentos climáticos, o que confirma o resultado anterior de que são os mais resilientes às alterações climáticas (figura 2.7). Estão também relativamente bem posicionados para aplicarem as suas políticas climáticas. Os índices de vulnerabilidade e prontidão climáticas mostram grandes variações entre países. Os dados de 53 países africanos mostram que todos os países são vulneráveis às alterações climáticas, com países como a Somália, Níger, Guiné-Bissau, Chade e Sudão a ficarem classificados como os mais vulneráveis aos choques climáticos, e a África do Sul, Angola, Marrocos e Tunísia como os menos vulneráveis.

O quadrante superior direito da figura 2.8 mostra nove países com vulnerabilidade climática elevada *e prontidão elevada,* e precisam de medidas de adaptação e mitigação para reduzir o impacto dos riscos relacionados ou agravados pelo clima. Os países no quadrante inferior direito (17) mostram vulnerabilidade baixa, mas prontidão elevada, e estão, portanto, bem posicionados para adotar medidas inovadoras de adaptação e mitigação. Os países no quadrante inferior esquerdo (9), com vulnerabilidade climática baixa e prontidão baixa, podem demonstrar

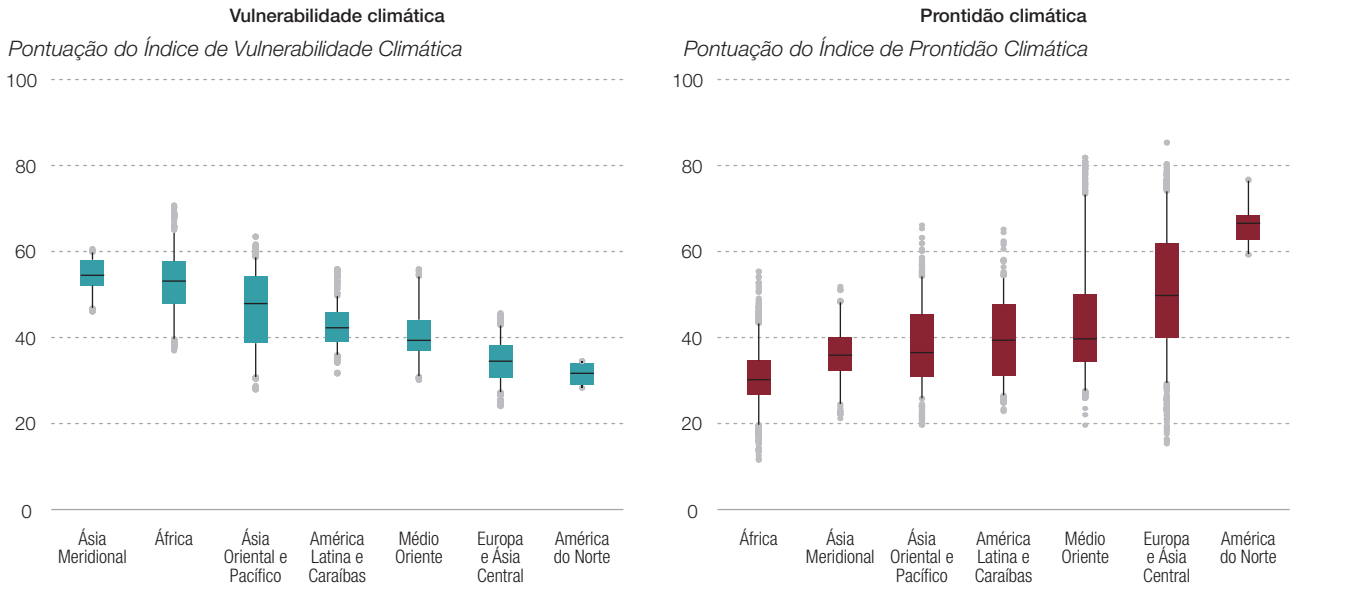
África não só é a segunda região do mundo mais vulnerável, também demonstra a prontidão climática mais baixa

FIGURA 2.4 Contributo das dimensões de resiliência climática para a pontuação global do Índice de Resiliência Climática, média 2010–19



Fonte: Cálculos da equipa.

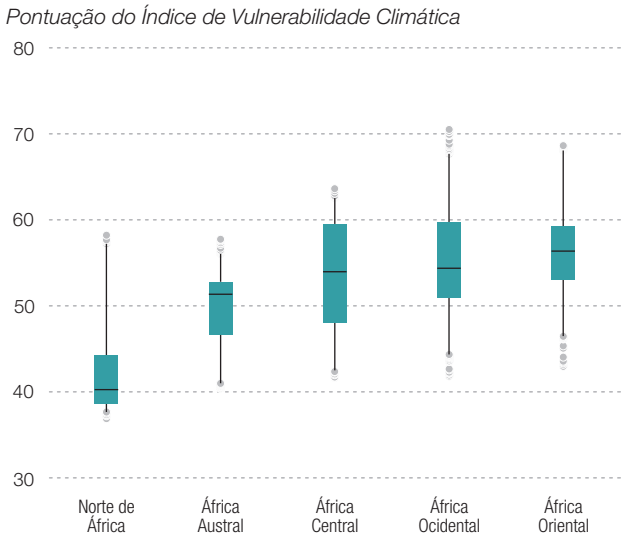
FIGURA 2.5 África é a segunda região do mundo mais vulnerável e demonstra a prontidão climática mais baixa, média 2010–19



Nota: As médias regionais são ponderadas por dimensão da população. Os valores registados representam a mediana regional. Os valores inferiores e superiores da caixa de bigodes representam os valores do percentil 5 e 95, respetivamente. As dispersões representam valores atípicos (valores fora dos percentis 5 e 95).

Fonte: Cálculos da equipa assentes na base de dados da Iniciativa de Adaptação Global da Universidade de Notre Dame.

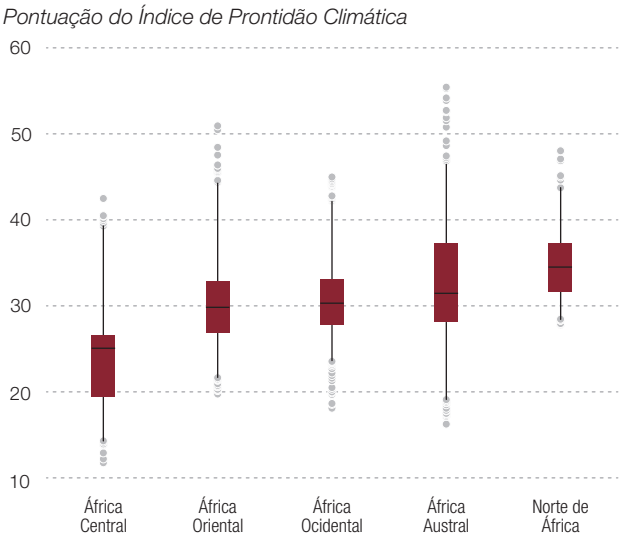
FIGURA 2.6 Índice de vulnerabilidade climática por região africana, média 2010–19



Nota: As médias regionais são ponderadas por dimensão da população. Os valores atípicos (valores inferiores, intermédios e superiores) representam os valores do percentil 25, da mediana e do percentil 75. Os valores inferiores e superiores da caixa de bigodes representam os valores do percentil 5 e 95, respetivamente. As dispersões representam valores atípicos (valores fora dos percentis 5 e 95).

Fonte: Cálculos da equipa assentes na base de dados da Iniciativa de Adaptação Global da Universidade de Notre Dame.

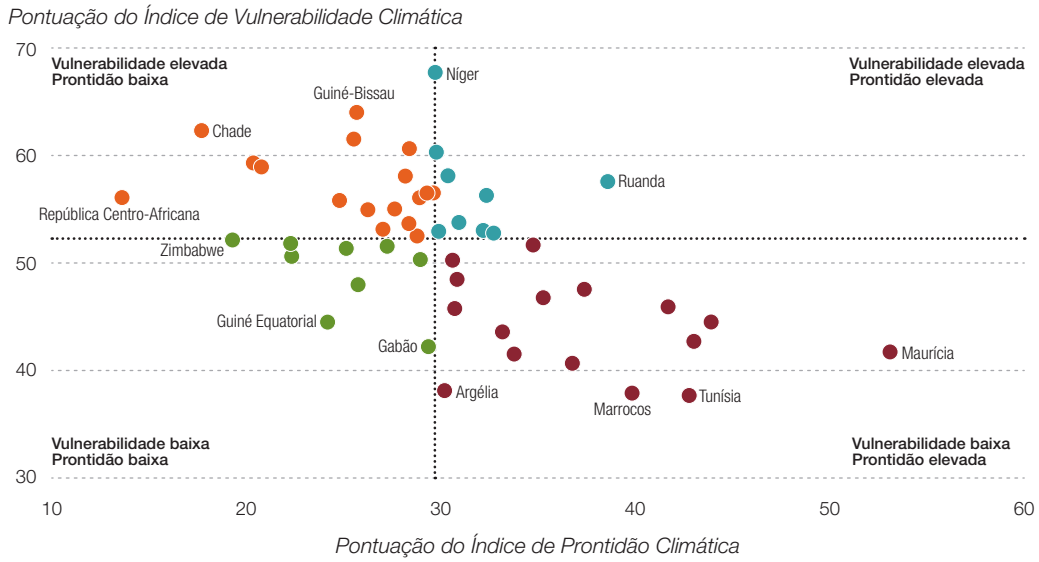
FIGURA 2.7 Índice de prontidão climática por região africana, média 2010–19



Nota: As médias regionais são ponderadas por dimensão da população. Os valores atípicos (valores inferiores, intermédios e superiores) representam os valores do percentil 25, da mediana e do percentil 75. Os valores inferiores e superiores da caixa de bigodes representam os valores do percentil 5 e 95, respetivamente. As dispersões representam valores atípicos (valores fora dos percentis 5 e 95).

Fonte: Cálculos da equipa assentes na base de dados da Iniciativa de Adaptação Global da Universidade de Notre Dame.

FIGURA 2.8 Classificação dos países por vulnerabilidade climática e características de prontidão, média 2010–19



Nota: Os quatro quadrantes estão delineados pela pontuação mediana dos índices de vulnerabilidade e prontidão em todos os países em 2010–19.

Fonte: Cálculos da equipa assentes na base de dados da Iniciativa de Adaptação Global da Universidade de Notre Dame.

uma eficácia demorada do investimento climático nessas medidas devido à sua baixa prontidão. Por último, os 17 países no quadrante superior esquerdo enfrentam os maiores desafios climáticos e precisam urgentemente de tomar medidas relativas à adaptação e mitigação, e têm a maior necessidade de financiamento climático.

Apesar de contribuir apenas marginalmente para o aquecimento global, África está a carregar um fardo desproporcionadamente elevado por ser uma das regiões do mundo mais vulneráveis aos efeitos adversos das alterações climáticas.[5] As vulnerabilidades da região advêm de um desenvolvimento socioeconómico geralmente baixo, onde a falta de recursos aumenta o futuro risco de não cumprimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável. É, assim, imperioso que as regiões e países africanos se concentrem na elaboração de medidas de resposta através da identificação e avaliação dos riscos de catástrofes, bem como no fortalecimento da colaboração e coordenação.

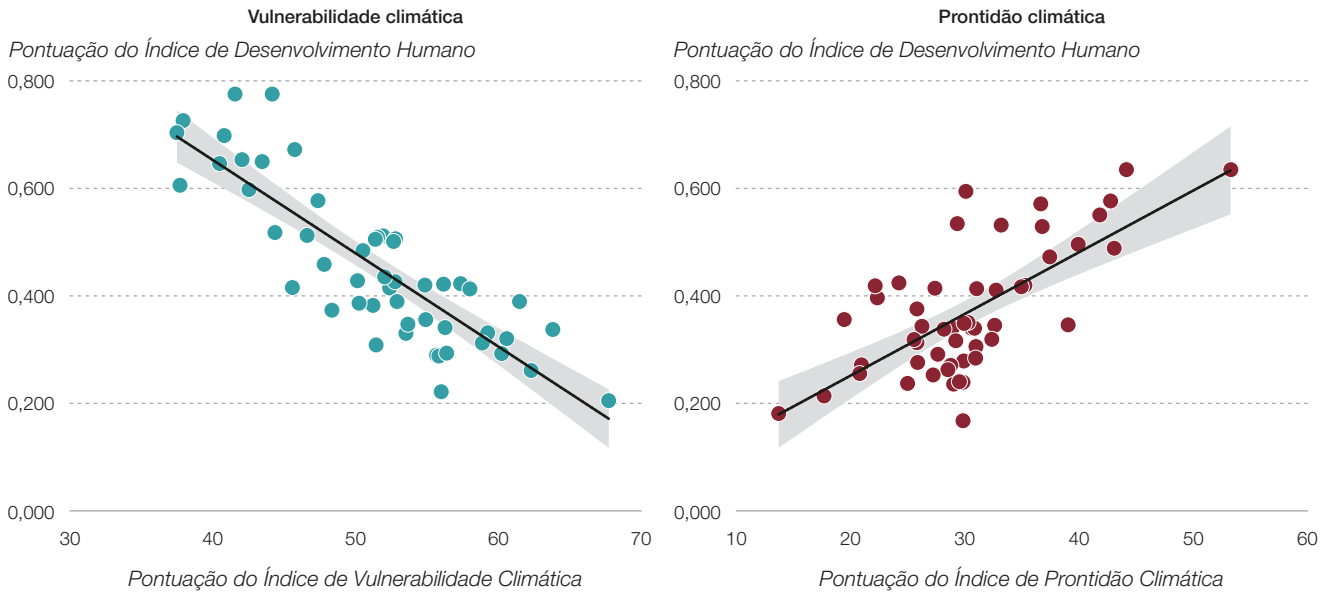
O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH),[6] por um lado, e a vulnerabilidade climática, prontidão e resiliência climática, por outro, mostram uma forte ligação. As pontuações da vulnerabilidade climática e o IDH têm geralmente uma relação inversa, ao passo que a pontuação da prontidão climática está positivamente associada ao IDH (figura 2.9). Os dados ao nível regional mostram ligações idênticas.

Alterações climáticas e impactos socioeconómicos

Agravadas pela baixa adaptação dos países, as alterações climáticas estão a atrasar consideravelmente o crescimento económico em África em todos os países do continente (figura 2.10),[7] com perdas anuais médias no crescimento do PIB per capita de 5 a 15 por cento em 1986–2015. Estas perdas decorrem, em larga medida, das diferenças na estrutura económica e na exposição às alterações climáticas. Por exemplo, as perdas estimadas para os países ricos em recursos, como o Botsuana, a Guiné Equatorial e o Gabão, e para as economias assentes nos serviços e na indústria transformadora, como a Maurícia e a África do Sul, são mais moderadas do que na maioria dos países africanos, cujas economias dependem largamente da agricultura, quer em termos de valor acrescentado ou de quotas de emprego. O mais preocupante é que muitos dos países gravemente afetados pelas alterações climáticas eram já pobres.

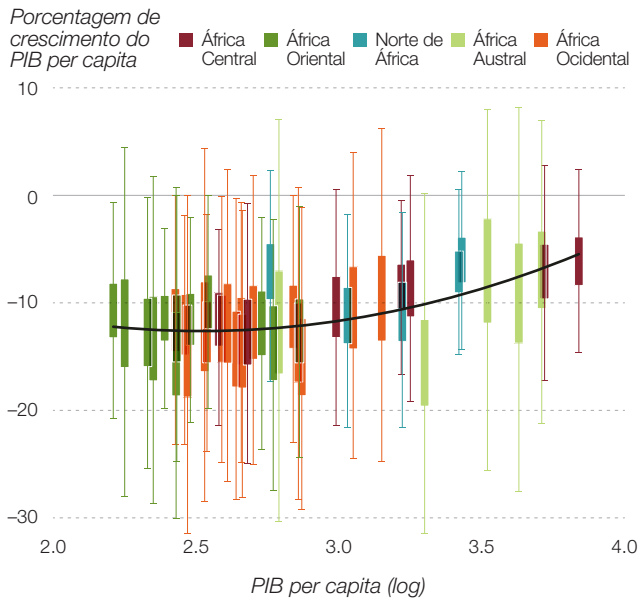
Agravadas pela baixa adaptação dos países, as alterações climáticas estão a atrasar consideravelmente o crescimento económico em África em todos os países do continente

FIGURA 2.9 Índice de Desenvolvimento Humano, pontuações da vulnerabilidade climática e pontuações da prontidão climática por países africanos, média 2010–19



Nota: Os dados são ponderados por PIB per capita em paridade do poder de compra.
Fonte: Cálculos da equipa.

FIGURA 2.10 Perdas anuais médias causadas pelo clima enquanto percentagem do crescimento do PIB per capita em África, por país e região, 1986–2015



Nota: Os pormenores técnicos do modelo são fornecidos por Baarsch et al. (2020).
Fonte: Cálculos da equipa com recurso a dados sobre precipitação e temperatura da NASA.

Estima-se que este custo económico seja mais elevado nas próximas décadas. O futuro risco macroeconómico causado pelo clima para os países africanos foi estimado abaixo de dois Patamares de Concentração Representativos — RCP2.6 e RCP8.5.[8] A figura 2.11 mostra a perda no crescimento do PIB per capita devido às alterações climáticas nestes cenários de aquecimento baixo (RCP2.6) e elevado (RCP8.5) para África e as suas cinco regiões para 2010–50. Estima-se que a África Ocidental e Oriental sejam as regiões mais afetadas em ambos os cenários, com uma redução mediana acima dos 10 por cento no crescimento do PIB per capita no cenário de aquecimento elevado até 2050. O efeito no Norte de África, África Austral e África Central será mais moderado, com uma redução inferior a 10 por cento no crescimento estimado.

O cenário de aquecimento elevado terá consequências particularmente graves para as economias africanas. A redução mediana do PIB per capita nesse cenário estima-se em 16 a 54 por cento até 2030, numa comparação com o cenário de aquecimento baixo. As diferenças nos impactos entre estes cenários são relativamente pequenas para o Norte de África (2 por cento contra 2,3

FIGURA 2.11 Perdas estimadas do crescimento do PIB per capita nos cenários de aquecimento baixo e elevado, por regiões africanas, 2020–50



Nota: A linha vermelha representa um cenário de aquecimento elevado (RCP8.5) e a linha azul representa o cenário de aquecimento baixo (RCP2.6). A faixa sombreada representa 66 por cento de intervalo de confiança estatística, e as linhas azuis e vermelhas contínuas os valores medianos nos cenários de aquecimento baixo e elevado, respetivamente.

Fonte: Baarsch et al. (2020).

por cento) e África Central (–0,6 por cento contra 0,9 por cento). As diferenças são muito maiores para a África Oriental no cenário de aquecimento elevado. Depois de 2030, a diferença nas perdas nos dois cenários aumenta rapidamente, com perdas estimadas no cenário de aquecimento elevado quase duas vezes mais altas.

A evolução da temperatura e da precipitação causada pelas alterações climáticas não segue um padrão idêntico. De acordo com o Modelo Climático Global (GCM), estima-se que as temperaturas aumentem ao longo do tempo a ritmos diferentes, dependendo dos cenários climáticos subjacentes, ao passo que a precipitação tende a variar consideravelmente nas regiões climáticas.[9] Devido a estas diferenças nos padrões climáticos, as temperaturas e precipitação estimadas também evoluem. Ao passo que, no passado recente, os fenómenos hidrometeorológicos, tais como clima extremamente seco e clima extremamente chuvoso, foram os principais fatores de pressão, as projeções do GCM mostram que as perdas causadas pela temperatura estão a ter um efeito cada vez maior no crescimento económico. A natureza mutável dos riscos climáticos é observada em todos os países em África, pelo que uma melhor compreensão destes riscos é essencial para o planeamento da adaptação.

Para além dos impactos macroeconómicos, as alterações climáticas têm impactos significativos nos resultados socioeconómicos. Por exemplo, o risco global médio de mortalidade devido às temperaturas elevadas ascende a 85 mortes adicionais por 100 mil habitantes em 2100, mas os efeitos são piores em África. No Gana e no Sudão, por exemplo, as temperaturas elevadas poderão ser responsáveis por 160 e 200 mortes adicionais por 100 mil habitantes, respetivamente, em 2100.[10] As projeções de temperaturas elevadas para esse ano iriam aumentar a preponderância

da emaciação infantil em crianças com menos de cinco anos em 37 por cento na África Ocidental e em 27 por cento na África Central e África Oriental.[11]

Além disso, os riscos de conflitos relacionados com as alterações climáticas, tais como disputas sobre recursos hídricos, estão a aumentar. Uma temperatura 1°C mais elevada está associada a um maior risco de conflito em África de cerca de 11 por cento desde 1980.[12] Em 2020, 30 milhões de pessoas em todo o mundo ficaram deslocadas internamente em resultado de catástrofes relacionadas com as condições atmosféricas, incluindo 4,3 milhões em África – o nível mais elevado desde 2012 –, sugerindo que as catástrofes relacionadas com o clima conduzem principalmente à migração interna e não internacional, em particular nos países em desenvolvimento.[13]

Os fenómenos meteorológicos extremos são responsáveis por 89 por cento de todas as deslocações devido a catástrofes. Na maioria dos países africanos, estas levam a migração rural-urbana devido às repercussões na agricultura. Acresce que as pessoas deslocadas internamente lutam para encontrar segurança em campos, tendas, abrigos improvisados, muitas vezes por períodos de tempo indeterminados e prolongados. Com a falta de privacidade para atividades quotidianas como tomar banho, dormir e vestir, os campos tornam-se um espaço desgovernado onde a violência sexual se multiplica.[14] Muitas mulheres e raparigas queixaram-se de exposição acentuada a violência de género e violência sexual quando vivem em campos improvisados com pouquíssima proteção.

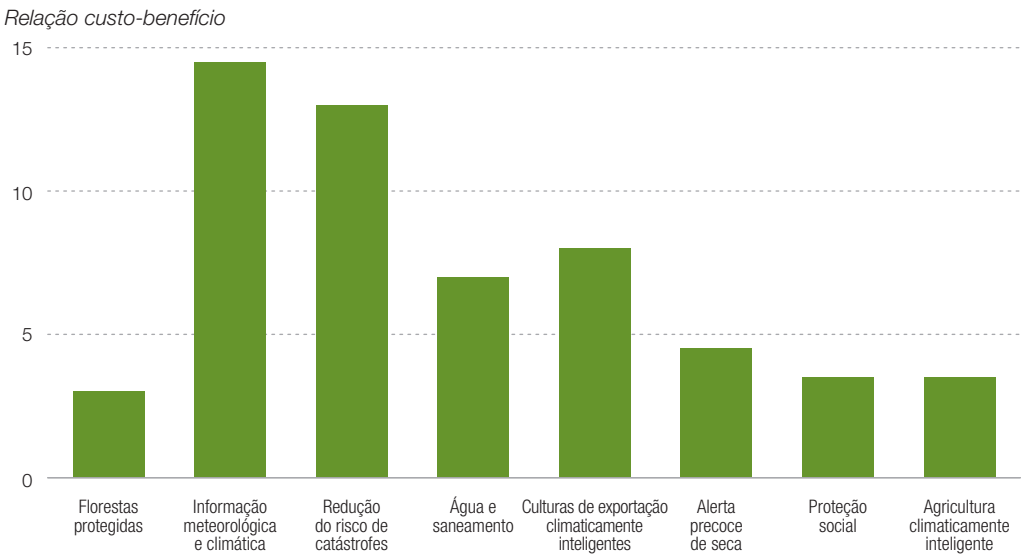
A construção de resiliência, se for bem planeada e executada, pode ser muito rentável, com benefícios bastante superiores aos custos inteligentes em termos climáticos

Oportunidades e desafios da construção de resiliência climática

Concretizar oportunidades

A construção de resiliência, se for bem planeada e executada, pode ser muito rentável, com benefícios bastante superiores aos custos. Algumas das medidas tomadas para construir resiliência climática envolvem sinergias com consideráveis cobenefícios ao nível da mitigação (figura 2.12). Os exemplos para África incluem práticas agrícolas inteligentes em termos climáticos e tecnologias de baixo custo, mas eficientes, tais como técnicas de recolha de água e irrigação em pequena escala, estratégias de conservação e gestão do solo e da água e agricultura de cultivo mínimo

FIGURA 2.12 Relações custo-benefício das opções climaticamente resilientes em África



Nota: A figura mostra médias de uma variação de relações custo-benefício indicativas verificadas na fonte. Estas relações são altamente específicas quanto ao local e ao contexto, e a incerteza futura sobre a escala das alterações climáticas pode afetá-las consideravelmente.

Fonte: Adaptado do Centro Global de Adaptação (2021).

ou plantio direto com rendimentos líquidos elevados para os agricultores – e ainda mais elevados quando os agricultores adotam tecnologias complementares.[15]

A construção de resiliência exige mudanças transformadoras, com o apoio do setor público. Criar ambientes favoráveis à inovação e envolver as partes interessadas, incluindo o setor privado, são os principais desafios. Por exemplo, disponibilizar informação climática e serviços de alerta precoce para permitir medidas baseadas em previsões por parte dos utilizadores são duas áreas que exigem o apoio às tecnologias e à capacidade humana e institucional. Estas medidas iriam também precisar de superar o "desafio da viabilidade" através da redução da discrepância entre a oferta e a procura de informação climática.

Os investimentos de adaptação, incluindo proteção social, em África podem também apoiar o crescimento económico e reduzir as desigualdades e a pobreza. As estimativas para África mostram que esses investimentos em infraestruturas resilientes, com medidas que complementam e modernizam as infraestruturas, podiam reduzir consideravelmente os impactos negativos das alterações climáticas no crescimento económico, em comparação com um cenário de manutenção da situação atual de investimentos em infraestruturas convencionais. O investimento em infraestruturas resilientes também reduz as desigualdades.[16] O exemplo do porto da Beira, em Moçambique, mostra os benefícios de construir infraestruturas resistentes às intempéries na redução de perdas de vidas e de bens e no reinício mais rápido das atividades, após a passagem de ciclones.[17]

A proteção social para apoiar os pobres durante os choques climáticos aumenta também a resiliência dos beneficiários ao minimizar as perdas associadas. Por exemplo, um programa de proteção social na Etiópia melhorou a segurança alimentar e reduziu a venda de bens pelos beneficiários após catástrofes climáticas, em comparação com os não beneficiários. Uma vez que as transferências para os beneficiários do programa aptos fisicamente foram feitas em troca de contribuições laborais em obras públicas, tais como conservação dos solos e da água, o programa ajudou também a construir a resiliência da comunidade e das famílias.[18]

Superar os desafios

Com a capacidade de adaptação e a resiliência climática limitadas de África, as alterações climáticas podem comprometer décadas de ganhos de desenvolvimento arduamente obtidos, os quais estão já ameaçados pelos efeitos adicionais da COVID-19.

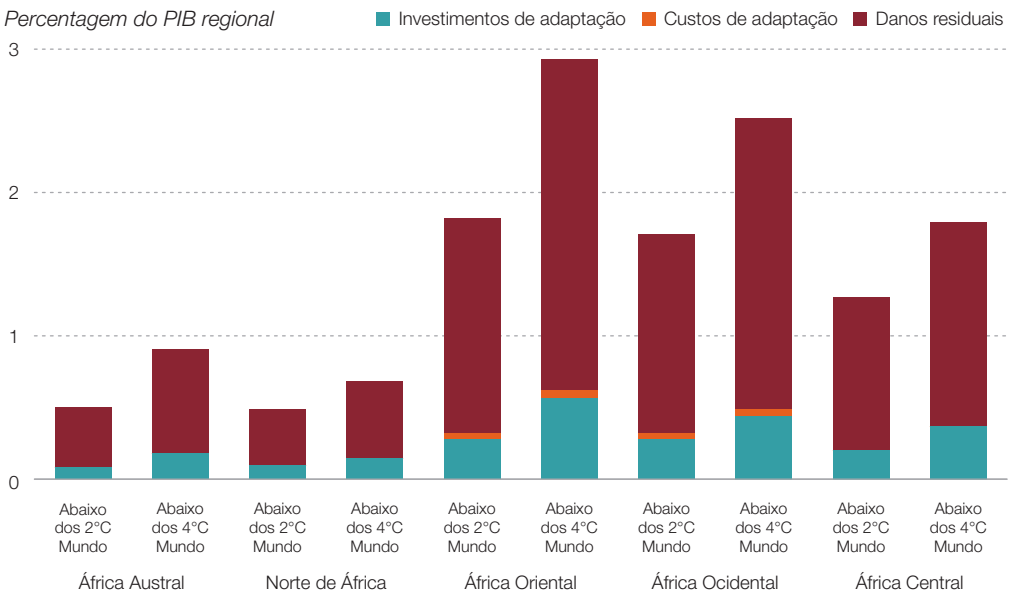
Por conseguinte, uma adaptação eficiente e rentável exige instrumentos em matéria de políticas concebidos e implementados para proporcionarem incentivos adequados à adaptação, ao mesmo tempo que evitam incentivos perversos do tipo referido anteriormente. Exemplos de instrumentos de apoio incluem sinais de preço pela utilização da água e pagamento dos serviços ambientais.[19] Porém, estes instrumentos irão precisar de ter em consideração a necessidade de as tecnologias serem acessíveis e de baixo custo face, por exemplo, às barreiras ao crédito que impedem a adoção de tecnologias respeitadoras do clima. Dadas as necessidades multissetoriais e multiníveis para a construção da resiliência climática, os desafios de coordenação têm de ser encarados horizontal e verticalmente entre instituições, setores e jurisdições, incluindo a maximização por sinergias, considerando opções de baixo risco face à incerteza, integrando a resiliência climática entre setores e reduzindo os riscos de má adaptação.

Um resultado destes desafios é que se irá incorrer em custos adicionais relacionados com as alterações climáticas, incluindo investimentos e custos de adaptação, que são mais elevados per capita para África do que para outras regiões, devido à sua elevada vulnerabilidade, baixa prontidão e baixa resiliência climática. Esses investimentos e custos estimam-se entre cerca de 70 e 100 bilhões de dólares americanos por ano globalmente para um mundo 2°C mais quente até 2050. Isto tem implicações importantes para a atribuição de fundos de adaptação, porque os benefícios da adaptação são específicos para o local, ao contrário da mitigação das emissões de GEE.

Os investimentos e custos de adaptação variam consideravelmente em toda a África, como se pôde ver em investimentos de adaptação preventiva (investimentos na criação de capital de adaptação), custos de adaptação reativa (custos

A proteção social para apoiar os pobres durante os choques climáticos aumenta também a resiliência dos beneficiários ao minimizar as perdas associadas

FIGURA 2.13 Investimentos de adaptação, custos de adaptação e danos residuais em 2050, por região africana



Nota: Os resultados referem-se a cenários de alteração da temperatura global inferior a 2°C e superior a 4°C.
Fonte: Banco Africano de Desenvolvimento, PNUA e UNECA 2019.

A fraca capacidade de adaptação e de resiliência climática de África, assim como os custos elevados da construção de resiliência, implica que a cooperação internacional seja necessária para cobrir não só os investimentos e custos de adaptação, mas também as perdas e danos associados aos danos residuais e aos défices de adaptação

de adaptação em reação às alterações climáticas) e danos residuais (a diferença entre os danos totais e os custos e investimentos totais de adaptação) (figura 2.13). A África Oriental tem os investimentos e custos de adaptação, assim como danos residuais, mais elevados, ao passo que o Norte de África tem os mais baixos. Em geral, as regiões com o IDH mais elevado (ponderado pelo PIB per capita em paridade do poder de compra) tendem a ter investimentos de adaptação e danos residuais mais baixos enquanto percentagem do PIB regional.

A fraca capacidade de adaptação e de resiliência climática de África, assim como os custos elevados da construção de resiliência, implica que a cooperação internacional seja necessária para cobrir não só os investimentos e custos de adaptação, mas também as perdas e danos associados aos danos residuais e aos défices de adaptação. Tendo em conta a elevada vulnerabilidade e baixa prontidão dos países africanos (problemas agravados pelos efeitos da pandemia de COVID-19) e o limitado contributo de África para as alterações climáticas, é necessário aumentar a cooperação e parceria internacional bilateral e multilateral para cobrir os custos financeiros e permitir a transferência de tecnologia, a cooperação técnica e a criação de capacidades humanas e institucionais. Apesar de os investimentos e custos de adaptação cobrirem os custos adicionais de fazer face aos impactos das alterações climáticas, os danos residuais exigem também a provisão de um mecanismo de perdas e danos.

Energia moderna na construção de resiliência climática

Um dos desafios mais importantes que contribui para o nível reduzido de resiliência e prontidão climáticas é o seu enorme fosso energético. À medida que os fenómenos meteorológicos extremos se tornam mais frequentes e intensos, a instalação de sistemas de controlo de climatização residencial e nos locais de trabalho é importante para a construção da resiliência climática nas habitações e nas empresas que precisam de energia moderna, mas é travada pela baixa produção e consumo de energia moderna em África. Por exemplo, para refrescar as cerca de 700 milhões de pessoas em África que precisaram de climatização em 2018 devido ao aumento das

temperaturas, seriam necessários mais de 1.000 terawatt-hora (TWh) de eletricidade, equivalente a um quinto da eletricidade total produzida em África.[20] Se a tecnologia de ar condicionado se mantiver inalterada, a alimentação de unidades de ar condicionado para cerca de 1,2 bilhões de pessoas, ou 240 milhões de residências, até 2040 irá exigir cerca de 1.008 TWh de eletricidade, o que indica que o continente tem de produzir mais de 10.080 TWh de eletricidade por ano, ou 3,5 vezes mais do que em 2020. Assim, a necessidade de climatização devia alertar os decisores políticos para a integração das necessidades energéticas dos edifícios e dos materiais de construção usados para minimizar a utilização de energia para climatização.

A energia é fundamental na construção da resiliência para setores de produção essenciais das economias africanas, incluindo a agricultura, onde as mudanças dos padrões de precipitação e temperatura ameaçam a produção e a produtividade.[21] Presentemente, a falta de acesso a energia fiável e acessível em quantidade suficiente constitui um enorme obstáculo à produção agrícola e ao tratamento pós-colheita. É essencial investir na agricultura inteligente em termos climáticos ou em infraestruturas de adaptação para melhorar os rendimentos e a produtividade, reduzir o desperdício pós-colheita através de armazenagem frigorífica e fortalecer a segurança alimentar e a resiliência climática, em particular entre os agricultores de subsistência. Por exemplo, a melhoria do acesso e maior utilização de serviços de energia moderna poderão reduzir a desflorestação, já que diminui a procura de biomassa tradicional. Podem ser criadas mais oportunidades económicas, intensificando a agricultura e garantindo o envolvimento dos agricultores em cadeias de valor agrícolas, o que não era possível no passado devido à escassez de energia.

A utilização de energia moderna na construção da resiliência climática tem o potencial de melhorar, em particular, o bem-estar das mulheres e dos jovens. A energia doméstica é tradicionalmente gerida pelas mulheres e jovens, os quais se encarregam das tarefas de recolha, preparação e utilização de lenha para cozinhar. Estas tarefas podem prejudicar a sua saúde, nomeadamente a combustão ineficaz de biomassa, a qual tem como resultado a poluição do ar interior, uma das causas principais de doenças que afetam as mulheres de forma desproporcionada. Os efeitos da cozinha na saúde vão mais longe, pois a carga física da árdua tarefa de recolher combustível aumenta o risco de lesões e insegurança pessoal das mulheres. A queima de biomassa à base de madeira contribui também para a desflorestação em África. Dadas estas preocupações reais com a extração e utilização insustentável de biomassa, o acesso a energia moderna e fiável para cozinhar oferece múltiplos cobenefícios ao nível da construção da resiliência climática e do aumento do bem-estar e capital humano das mulheres.[22]

ENERGIA, DESENVOLVIMENTO E UMA TRANSIÇÃO JUSTA EM ÁFRICA A VISÃO DE DESENVOLVIMENTO DE ÁFRICA E A CENTRALIDADE DA ENERGIA

África necessita de se industrializar para alcançar as ambições de desenvolvimento da sua população e para criar postos de trabalho de alta qualidade e prosperidade para todos. O mesmo caminho para a industrialização seguido por outros países está rapidamente a estreitar-se, em grande parte devido aos limites impostos pelo aquecimento global e à crescente prevalência da automação, que desvaloriza a mão de obra barata na tomada de decisões sobre o local de implantação do negócio face ao sucedido em eras de industrialização anteriores. A industrialização traduz-se em enormes oportunidades para o continente satisfazer as suas próprias necessidades e que vão para além da sua estratégia centrada em exportações. Dada a contribuição inferior a 3% de África para o esgotamento do "orçamento de carbono" – conceito que ajuda a entender as questões levantadas pelas "responsabilidades comuns mas diferenciadas e respetivas capacidades", conforme definidas na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (ver abaixo "Argumentos de desenvolvimento e equidade para um sistema energético global justo") –, a ambição do continente para uma industrialização inclusiva deverá ser apoiada no contexto

de uma forma mais justa e equitativa de abordar simultaneamente os desafios de desenvolvimento e climáticos.

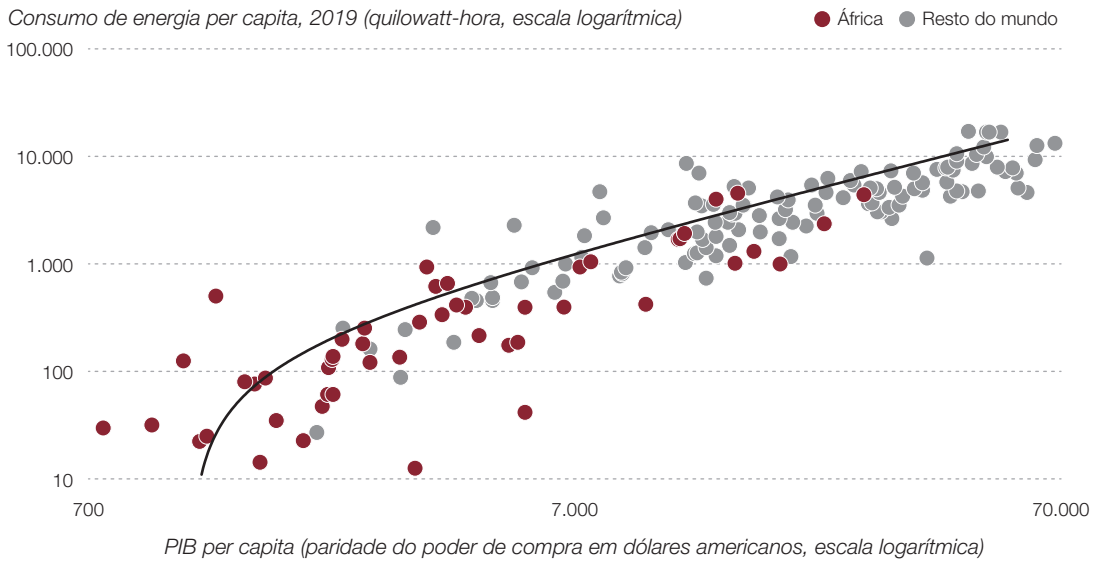
África continua a ser a região menos industrializada do mundo e as fontes modernas de energia têm um papel crucial na facilitação da celeridade e do grau da transformação estrutural. Os aumentos na utilização de energia levaram a um aumento sem precedentes do consumo per capita nas atuais economias avançadas, impulsionando a sua industrialização e acabando por ajudá-las a atingir elevados níveis de prosperidade. Existe uma forte correlação entre o PIB per capita e o consumo moderno de energia na forma de eletricidade num vasto leque de países (figura 2.14). Economias emergentes como a China e, mais recentemente, a Índia impulsionaram a maior parte do crescimento do setor da energia dos últimos 15 anos, ao mesmo tempo que alguns países de elevado rendimento já atingiram o seu pico em termos da procura de energia per capita e total.

A utilização de energia segue um padrão relativamente linear nas primeiras etapas do desenvolvimento económico (ver figura 2.14), começando a estabilizar à medida que os países vão atingindo níveis de prosperidade mais elevados. Este padrão está a mudar rapidamente com a pressão global para a eletrificação dos sistemas energéticos, tais como o "aço verde", o "cimento verde", a digitalização melhorada para tecnologias de utilização final e os transportes elétricos, que levarão a um aumento do consumo da eletricidade.[23] África depara-se então com o dilema do alargamento do fornecimento de energia elétrica a toda a sua população e da implantação de um sistema de energia sustentável assente num setor energético altamente eficiente e resiliente.

A energia contribui de forma muito relevante para o desenvolvimento humano e é crucial para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O consumo de eletricidade está fortemente correlacionado com o IDH, apresentando uma curva exponencial notável, o que sugere que a eletricidade é particularmente importante para atingir um desenvolvimento socioeconómico mais alargado. Para países com um IDH inferior a 0,8, a relação positiva entre o consumo de eletricidade e o desenvolvimento está fortemente correlacionada a níveis reduzidos de utilização de energia. Esta correlação nivela-se quando o IDH é superior a 0,8 – sobretudo países desenvolvidos –, uma vez que esses países tendem a minimizar a intensidade da energia e a maximizar a sua eficiência, o que sugere que mesmo incrementos

África continua a ser a região menos industrializada do mundo e as fontes modernas de energia têm um papel crucial na facilitação da celeridade e do grau da transformação estrutural

FIGURA 2.14 Consumo de eletricidade per capita e PIB per capita, 2019



Nota: A linha preta representa uma projeção linear.

Fonte: Cálculos da equipa com base em dados da BP.

pequenos nos serviços de energia se traduzem num impacto proporcionalmente mais significativo no bem-estar.

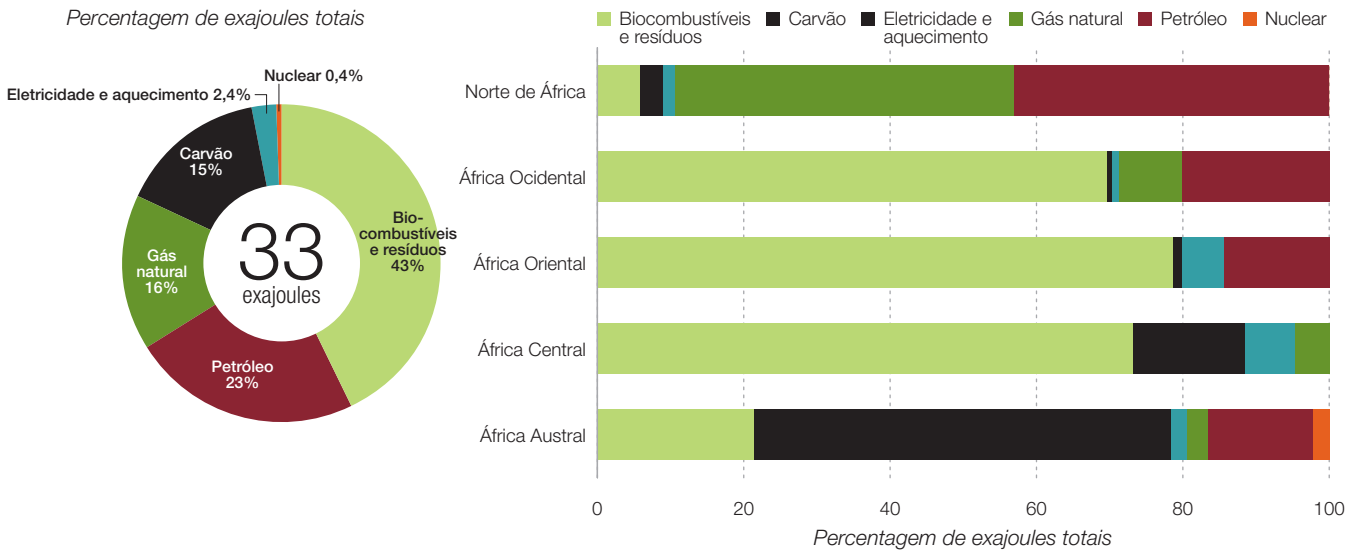
A biomassa tradicional continua a ser a fonte de energia dominante em muitos países africanos, apesar de o continente dispor de recursos energéticos primários ricos e variados, com reservas substanciais de gás e carvão e recursos de energia geotérmica, hídrica, solar e eólica com mais de 11 terawatts de capacidade.[24] Contudo, África continua pobre em termos energéticos, incapaz de tirar proveito do seu enorme potencial energético para fazer face aos seus desafios de desenvolvimento socioeconómico. Apesar de o petróleo e o gás natural representarem mais de 80% das necessidades de energia primária do Norte de África, a maioria dos países africanos ainda depende fortemente de biomassa tradicional e ineficiente para responder às suas necessidades energéticas (figura 2.15), em particular na África Ocidental, África Oriental e África Central, onde a biomassa representa mais de 60% do abastecimento de energia primária. A biomassa tradicional destina-se maioritariamente ao consumo doméstico, sobretudo à preparação de alimentos.

O consumo per capita de formas modernas de energia na África Subsariana é muito inferior ao de qualquer outra região a nível global (figura 2.16). Apesar de o consumo per capita ter sido semelhante ao da China em 1970, representa apenas um quinto desse total em 2019. Com o consumo de energia nas economias industrializadas a manter-se em larga medida inalterado ao longo das últimas cinco décadas, a desigualdade no consumo de energia diminuiu em todas as regiões a nível global com a exceção da África Subsariana.

A produção de eletricidade, uma parte crucial dos sistemas de energia modernos, é gravemente deficitária em África. Em 2018, África tinha uma capacidade instalada de produção de energia de 244 gigawatts (GW) para uma população de 1,2 bilhões de pessoas, marginalmente acima da capacidade da Alemanha, de 211 GW para uma população de 83 milhões. Em 2019, o Norte de África representava cerca de 110 GW, a África Austral cerca de 64 GW e a área restante do continente cerca de 70 GW de capacidade instalada. Este último valor, referente a 47 países, é inferior à capacidade instalada da Turquia. A expansão média da capacidade instalada tem sido relativamente equivalente ao crescimento da população de toda a África desde 1990, ao passo que a capacidade instalada por milhão de habitantes quadruplicou na Índia e no Sudeste Asiático. Mais recentemente, esta diferença foi colmatada por sistemas autónomos (ou fora da rede, "off-grid"): em 2020, cerca de 60 milhões de pessoas em

A energia contribui de forma muito relevante para o desenvolvimento humano e é crucial para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

FIGURA 2.15 Fontes de energia primária em África e suas regiões, 2022



Fonte: IRENA 2022.

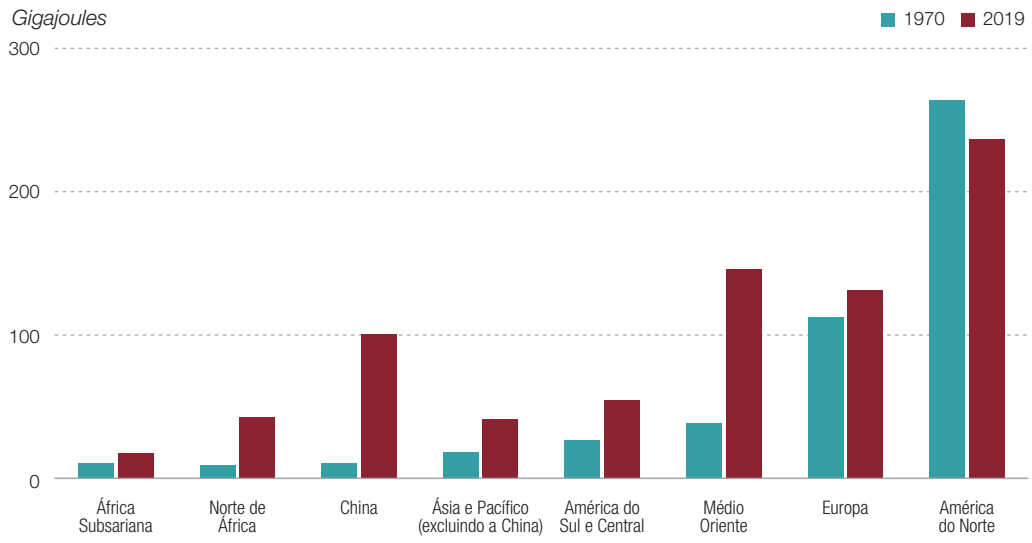
África tinham acesso a soluções autónomas solares, nomeadamente luz solar, sistemas solares domésticos e minirredes.[25]

Para além da geração de eletricidade, as infraestruturas de transmissão e distribuição de África são débeis, apresentando uma média de 200 quilómetros de linhas de transmissão de alta voltagem por milhão de habitantes. Este valor é inferior a um quarto da cobertura nos Estados Unidos (800 km por milhão), França (720) e Chile (680). As taxas nacionais de transmissão variam entre cerca de 30 a 40 km por milhão na Nigéria e no Quénia e 500 km por milhão na África do Sul. No entanto, a comparação entre diferentes países não é linear, uma vez que a extensão da linha de transmissão per capita depende fortemente de fatores geográficos específicos de cada país, assim como de uma grande variação ao nível da viabilidade económica e independência das empresas de serviços públicos, perdas técnicas e não técnicas, conjuntura regulatória e capacidade de geração de energia.

Cerca de metade da população de África continua sem acesso a eletricidade. Ligeiramente acima de 50% – cerca de 600 milhões de pessoas –, a taxa de acesso a eletricidade em África é a mais baixa de todas as regiões a nível global, sendo que este indicador baixa para 30% em média nas áreas rurais. Por região, o acesso a eletricidade é quase universal no Norte de África (e muito avançado na África do Sul), mas em 27 países da África Ocidental, Oriental, Central e Austral, mais de metade da população carece de acesso a eletricidade (figura 2.17). Além disso, desde a década de 1980, a taxa de crescimento da população ultrapassou o crescimento da capacidade elétrica instalada e das suas ligações, com mais cerca de 140 milhões de pessoas sem acesso a eletricidade em 2019 quando comparado com 1990. Apenas o Gana, o Quénia e a África do Sul reduziram, nesse período, o número de pessoas sem acesso a eletricidade.

O consumo de eletricidade per capita em África continua muito baixo, em cerca de 550 kWh (370 kWh excluindo o Norte de África e a África do Sul), o que contrasta com 920 kWh na Índia e 2.300 kWh na Ásia.[26] Tanto o custo da ligação à rede e do equipamento (taxa de ligação, compra do sistema descentralizado ou do forno, eletrodomésticos) como o custo da energia utilizada (fornecimento de eletricidade, combustíveis para cozinhar) são mais altos em África do que

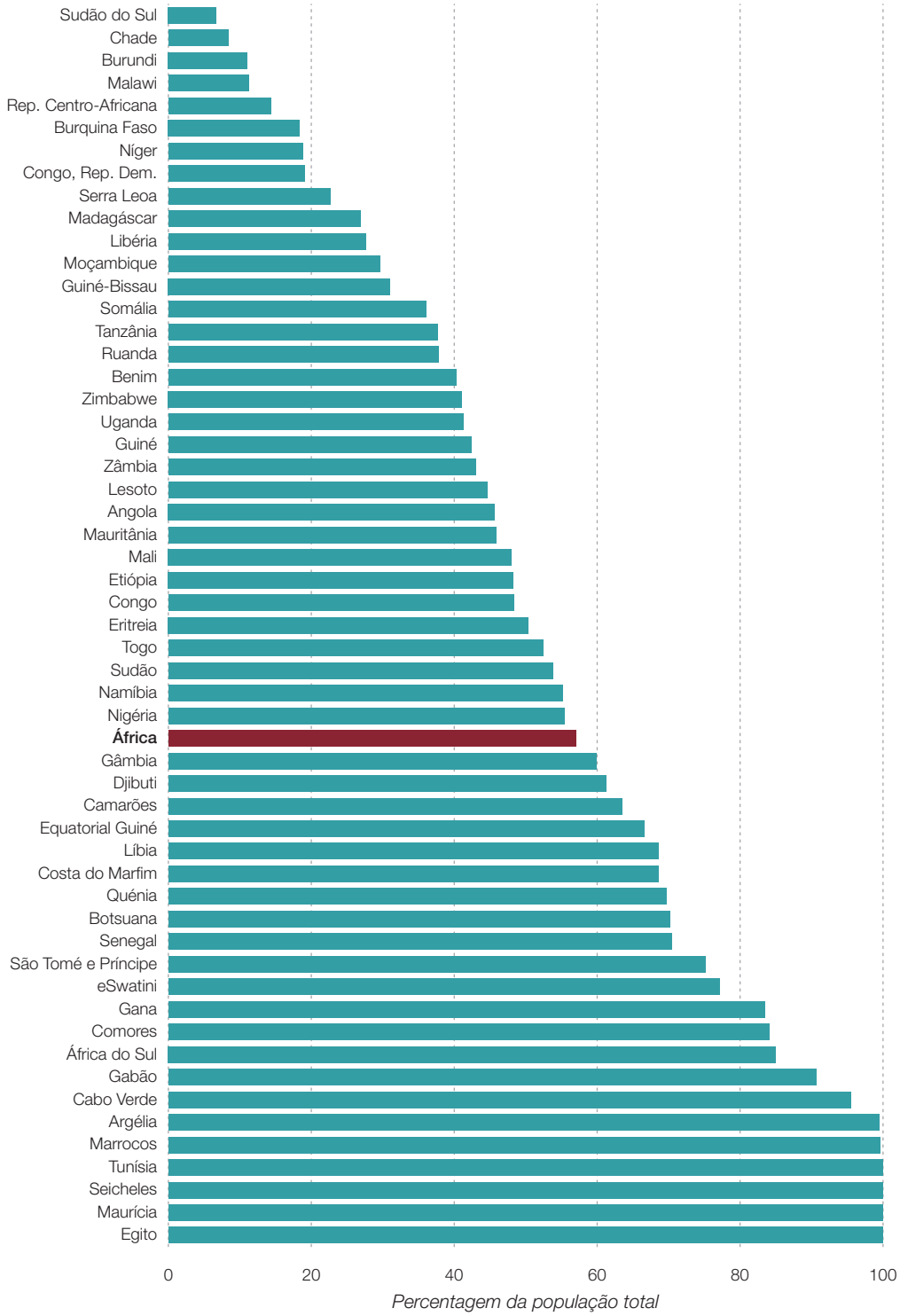
FIGURA 2.16 Consumo de energia primária per capita de formas modernas de energia em 1970 e 2019, por região a nível global



Nota: As formas modernas de energia são definidas como petróleo, gás natural, carvão, energia nuclear, energia hídrica e renováveis. A biomassa tradicional não está incluída.

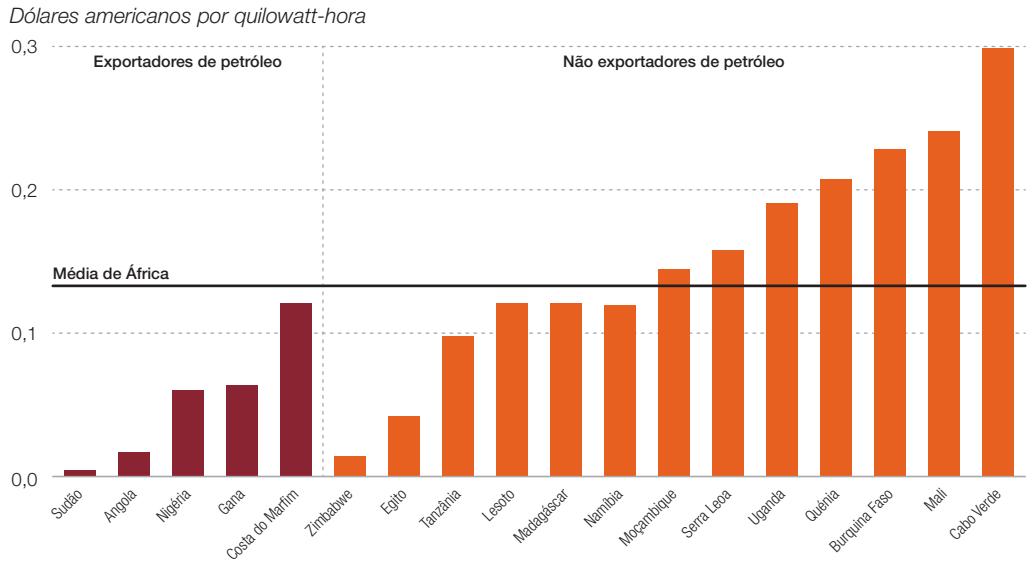
Fonte: BP, Banco Mundial e análise da equipa.

FIGURA 2.17 Acesso a eletricidade em África, por país, 2019



Fonte: Banco Mundial 2021.

FIGURA 2.18 Preços indicativos da eletricidade em países africanos selecionados, junho de 2021



Fonte: Estatísticas sobre tarifas de eletricidade da Comissão Económica das Nações Unidas para África.

As baixas taxas de acesso à eletricidade e a desadequação do fornecimento e das infraestruturas elétricas afetam não só as famílias em África, mas também os setores social e produtivo

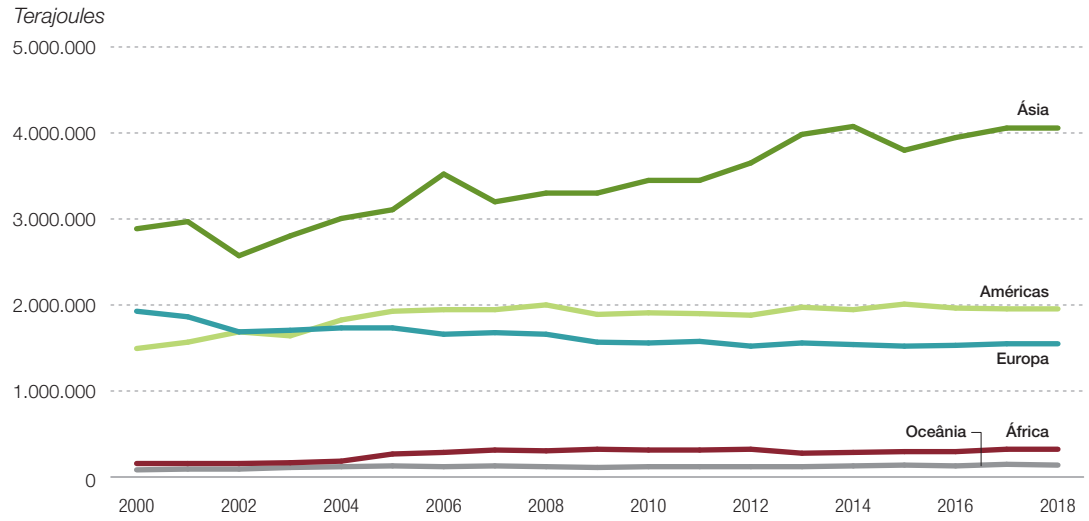
em qualquer outro lugar do mundo. O custo unitário da eletricidade para os consumidores em muitos países africanos é mais do dobro quando comparado com o de países de elevado rendimento, como os Estados Unidos (0,12 dólares americanos/kwh), e significativamente superior ao de mercados emergentes como o da Índia (0,08 dólares americanos/kWh) (figura 2.18). A chave é um pricing eficiente de energia que reduza o desperdício e permita o reinvestimento na expansão das redes e das empresas de serviços públicos, assim como estratégias para a expansão de minirredes. Por exemplo, com a exceção da Mauritânia, Namíbia e Uganda, a maioria das empresas de serviços públicos africanas não recebe tarifas de eletricidade que reflitam custos devido a taxas de cobrança reduzidas; elevadas perdas ao nível da transmissão e distribuição e não-técnicas; e fraca gestão financeira e técnica.

As baixas taxas de acesso à eletricidade e a desadequação do fornecimento e das infraestruturas elétricas afetam não só as famílias em África, mas também os setores social e produtivo. Cerca de 1,75 milhões dos centros de saúde públicos e escolas de África carecem de abastecimento de eletricidade consistente, ao mesmo tempo que uma em cada quatro unidades de saúde carece totalmente de eletricidade e três em quatro carecem de um abastecimento regular da mesma.[27] Além disso, cerca de 80% das empresas em África (exceto no Norte de África e na África do Sul) estão sujeitos a cortes de energia, o que contrasta com 66% no Ásia Meridional e 38% na Europa. A duração dos cortes de energia tende a ser muito mais prolongada em África do que na Ásia e Europa, com grandes discrepâncias entre países.

O acesso à energia dos setores produtivos é um problema persistente em África. O setor agrícola emprega metade dos trabalhadores de África, mas representa menos de 10% da energia para fins produtivos, evidenciando o grande défice energético do setor. Os fatores de produção de energia reduzidos na cadeia de valor para irrigação, produção mecanizada, armazenamento, transformação e transporte têm um impacto enorme na produtividade.

O consumo de energia na agricultura está distribuído de forma largamente irregular entre as regiões a nível global (figura 2.19). Nas últimas duas décadas, o consumo de energia na Ásia cresceu à medida que a agricultura se mecanizou ao longo da cadeia de valor agrícola, desde a irrigação à transformação. Ainda assim, o consumo generalizadamente baixo de energia e as disparidades entre regiões explicam em larga medida a

FIGURA 2.19 Consumo de energia em sistemas agroalimentares, por região a nível global, 2000–18



Fonte: FAOSTAT.

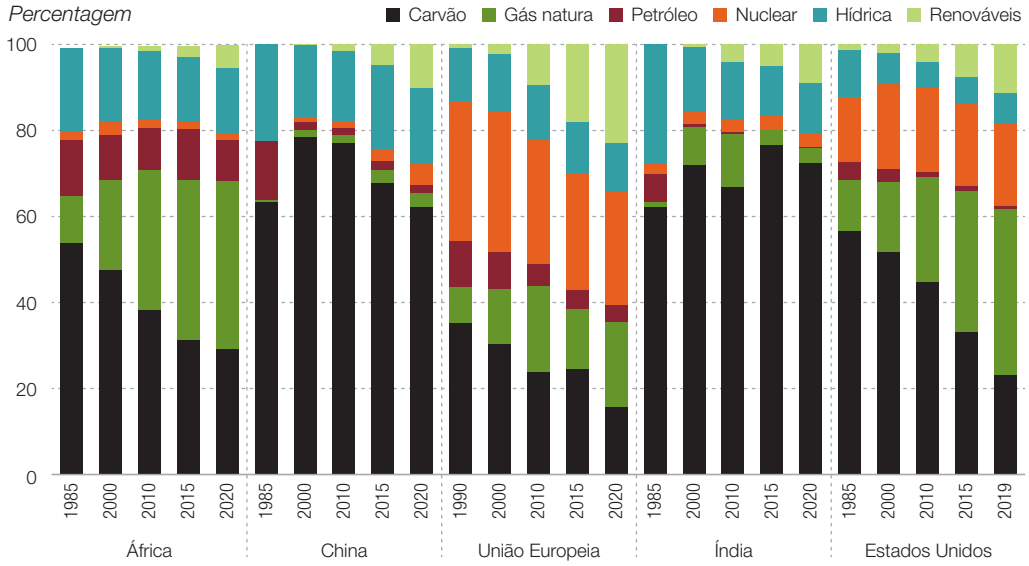
razão para a produção de cereais em África ter o valor mais baixo globalmente, ou seja, 1.445 quilogramas por hectare, contrastando com 3.250 na Índia, 5.240 na União Europeia e 6.081 na China.[28] A baixa utilização de energia na agricultura em África resulta de fatores como as características do terreno, os mercados fundiários e os direitos de utilização das terras e as características dos agricultores, como a educação e o acesso a capital e a fatores de produção. A energia para a agricultura precisa assim de ser abordada como parte de uma transformação mais ampla desse setor.

Argumentos de desenvolvimento e equidade para um sistema energético global justo

A responsabilidade histórica dos diferentes países pelas alterações climáticas é central nos debates sobre justiça climática e está fortemente enraizada na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas. O artigo 3.1 declara que "As Partes devem proteger o sistema climático para benefício das gerações presentes e futuras da humanidade, com base na equidade e em conformidade com as suas responsabilidades comuns mas diferenciadas e respetivas capacidades. Nesse sentido, as Partes de países desenvolvidos deverão tomar a iniciativa no combate às alterações climáticas e aos seus efeitos adversos." Isto também significa que o princípio de uma transição energética justa obriga a que sejam tomadas em conta emissões passadas e a forma como estas definem as trajetórias de emissões futuras.

Os cabazes energéticos estão a mudar lentamente à medida que o gás natural ganha posição de destaque na maioria dos países. Nos últimos anos, as energias renováveis tornaram-se também uma importante fonte de eletricidade, especialmente na União Europeia, onde representam cerca de 23% do cabaz de eletricidade (figura 2.20). O cabaz energético de África também está a mudar à medida que a quota do gás aumenta. Existe certamente uma enorme diferença na dimensão e escala do crescimento dos sistemas de energia entre países. Desde os anos 1980, por exemplo, as economias desenvolvidas substituíram parte do seu consumo de carvão pelo gás, mas o seu consumo generalizado de eletricidade disparou – em 48% nos Estados Unidos, por exemplo, entre 1985 e 2020. No mesmo período, só a geração de energia por carvão aumentou 8 vezes na China e 18 na Índia. Contrariamente, em África, apesar de o setor da energia ser significativamente menor, o cabaz está-se a alterar em favor do consumo de gás à medida que são descobertas novas reservas por todo o continente.

FIGURA 2.20 Mudanças no cabaz de produção de energia, regiões e países selecionados, 1985–2020



Fonte: Cálculos da equipa.

A verdadeira justiça climática sugere que é devido a África quase 10 vezes o que recebeu de financiamento global climático entre 2016 e 2019

As alterações no cabaz global de energia destacam os importantes, ainda que graduais, passos que estão a ser tomados pelas regiões do mundo com elevadas emissões de GEE para reduzirem o consumo de combustíveis fósseis de forma a cumprirem o orçamento de carbono restante.[29] Desde 1850, os humanos libertaram cerca de 2.400 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente ($GtCO_2eq$) para a atmosfera, deixando menos de 400 $GtCO_2eq$ no orçamento de carbono para poder manter o objetivo de 1,5ºC de aquecimento.[30] Isto significa que o mundo utilizou mais de 85% do seu orçamento de carbono e que, aos atuais níveis de emissões de 42,2 $GtCO_2eq$, o orçamento de carbono esgotar-se-á rapidamente. Como referido, África contribuiu pouco para o histórico de acumulação de emissões, mas é possível que o espaço de carbono necessário à expansão da sua economia lhe seja negado. A verdadeira justiça climática sugere que é devido a África quase 10 vezes o que recebeu de financiamento global climático entre 2016 e 2019 (caixa 2.1).

As emissões contínuas provocadas pela produção e estilos de vida de elevado consumo nos países desenvolvidos e o rápido crescimento económico das economias emergentes são as principais causas da redução do orçamento de carbono. Os Estados Unidos lideram com um peso de 25% nas emissões globais acumuladas entre 1850 e 2020, seguidos pela UE27 (+ Reino Unido), com 22,5%, e pela China, com 14%.[31] A percentagem acumulada de África é de apenas 2,7 por cento. O americano médio tem uma pegada de carbono de 14 tCO_2eq em 2020, enquanto o africano médio tem uma pegada de 0,95 tCO_2eq, em linha com o objetivo de 2,0 tCO_2eq necessário para atingir os 1,5ºC de aquecimento.

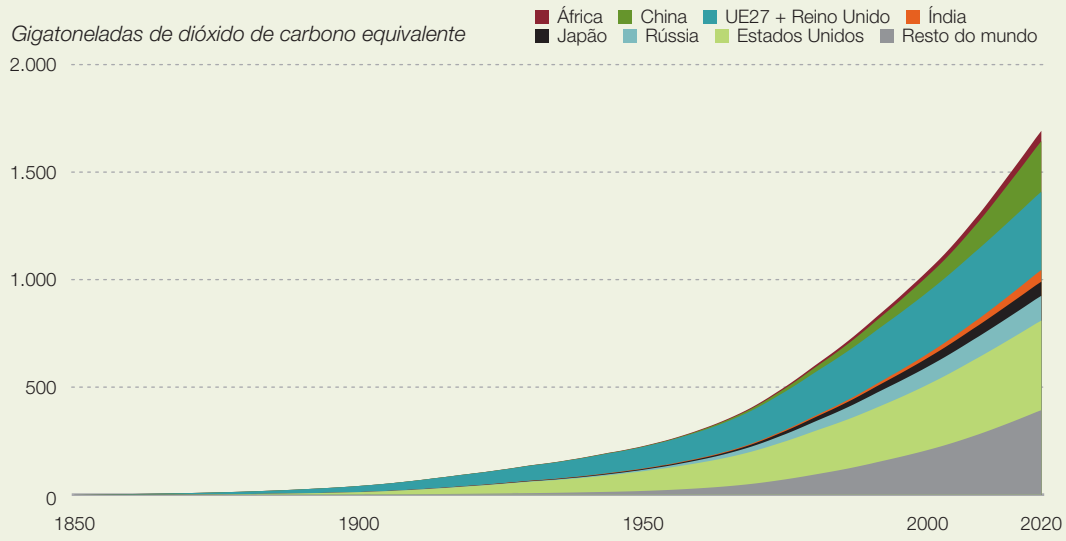
No centro da transição energética justa em África está o direito desta ao remanescente do orçamento de carbono. África dispõe de recursos renováveis e não-renováveis significativos que não se encontram distribuídos de forma equitativa pelo continente. Algumas regiões são ricas em energia hídrica e outras em energia geotérmica e eólica. Alguns países são, desde há muito, exportadores de hidrocarbonetos, utilizando pouco esses recursos para transformar as suas próprias economias e programas de desenvolvimento social.

O rumo chave para África em termos climáticos consiste na adaptação, para a qual serão necessários serviços de energia substanciais por forma a garantir resiliência na sua transformação futura. As atuais emissões de carbono em África continuam a ser extremamente baixas, pelo que,

CAIXA 2.1 Conseguir um equilíbrio justo: Estimativas das dívidas e créditos de carbono

Uma das mais importantes questões nos compromissos globais sobre o clima para limitar os aumentos da temperatura a 1,5ºC e nas negociações de financiamento climático é a atribuição da quantidade de carbono emitido no passado a cada um dos respetivos países e a alocação do restante orçamento de carbono. O consenso global parece ser o de que, através da limitação de emissões futuras e da definição de compromissos de forma equitativa, incluindo os relacionados com financiamento, os países possam quantificar "responsabilidades comuns mas diferenciadas" em termos dos danos climáticos históricos.[1] Este capítulo refere-se a isto como a dívida ou crédito de carbono. Uma vez que o Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (PIAC/IPCC) estima as emissões acumuladas de dióxido de carbono (CO_2) em cerca de 2.400 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente ($GtCO_2eq$), o orçamento de carbono restante estimado desde o início de 2020, com uma hipótese de 67% de limitar os aumentos de temperatura à meta de 1,5°C até 2050, é de apenas 400 $GtCO_2eq$ (figura 2.1.1). Quase todas as emissões de carbono provêm de países industrializados, sendo que as emissões do mundo em desenvolvimento são muito reduzidas.

FIGURA DA CAIXA 2.1.1 Emissões de carbono acumuladas por região, 1850–2020



Fonte: Cálculos da equipa com base no *Our World in Data.*

É importante também o modo como será alocado o orçamento de carbono remanescente definido pelo PIAC/IPCC por forma a garantir que essa alocação vá de encontro ao compromisso global de zero emissões líquidas até 2050 (ver subsecção "Financiamento verde" no capítulo 3). No entanto, não existe um modelo universalmente acordado de alocação de carbono que tenha em consideração ou ofereça um equilíbrio justo entre as responsabilidades históricas de determinados países e as necessidades de desenvolvimento de outros. As duas visões extremadas na literatura sobre o tema são o "grandfathering" ou base de anterioridade (alocar emissões futuras com base nas quotas de emissões atuais) e uma transição abrupta para emissões per capita idênticas (alocando a todos os países um orçamento de carbono numa proporção equivalente à respetiva quota-parte na população mundial).

Uma abordagem pragmática intermédia entre as duas referidas acima é o modelo "contração e convergência".[2] Esta abordagem propõe uma alocação de direitos de emissões futuras em duas fases, que permita equilíbrios de eficiência ambiental, equidade, capacidade e competência nacional, viabilidade política, eficiência económica e requisitos técnicos. Na primeira fase, o modelo de contração e convergência recomenda o aumento das emissões nos países de baixas emissões

(continua)

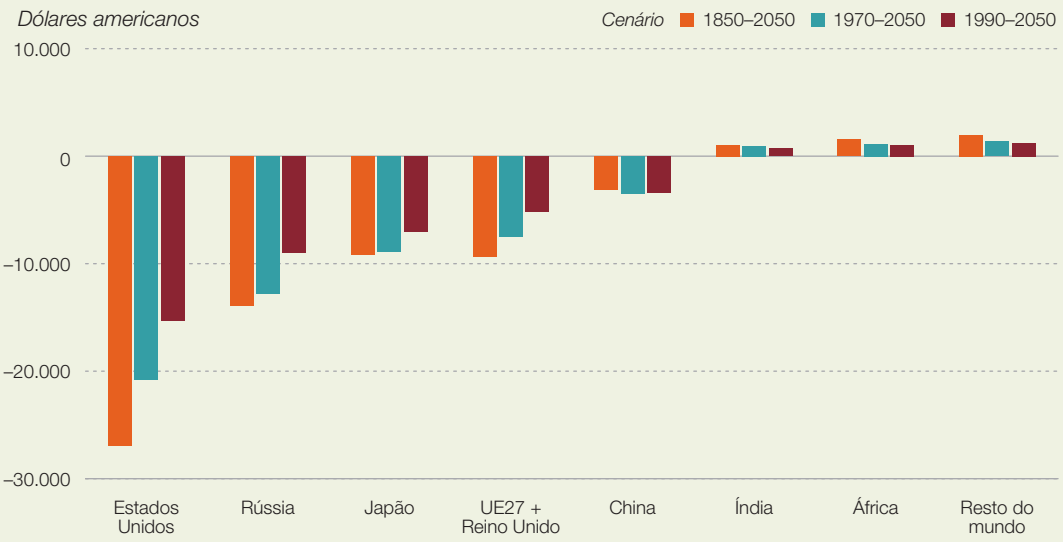
e a diminuição nos países de elevadas emissões por um período até que as emissões per capita convirjam no mesmo valor para

todos os países. Na segunda fase, todos os países e regiões terão direito ao mesmo montante anual de emissões per capita, que deverão diminuir ao mesmo ritmo até que o objetivo de zero emissões líquidas seja atingido. Apesar de esta abordagem ser simples e apresentar limitações, é também pragmática, permitindo aos atuais países de altas emissões reduzirem gradualmente as suas emissões e disponibilizarem assim o espaço de carbono para as regiões com emissões historicamente mais baixas, como África. A abordagem permite também a promoção de um debate sobre a responsabilidade histórica que é frequentemente ignorada pelos países com uma pegada carbónica muito superior, tanto nas emissões anteriores como nas atuais.

Tomando 2035 como um ano de convergência, com as emissões per capita de todos os países em cerca de 2 tCO_2eq por ano, baixando depois gradualmente para zero até 2050, calculámos as dívidas e créditos de carbono, históricos e futuros, para os países. Utilizámos o preço médio do carbono no mercado internacional de energia em 2020 de 31 dólares americanos por tonelada[3] (figura 2.1.2) e o custo social médio do carbono de 70 dólares americanos por tonelada (figura da caixa 2.1.3) sugerido pela Comissão de Alto Nível sobre os Preços do Carbono e utilizámos a taxa de desconto sugerida de 2% para as emissões passadas e futuras.[4] Deduzimos também a parte equivalente de 2 tCO_2eq per capita anuais das atuais emissões anuais per capita antes de calcular as dívidas e créditos de carbono per capita.

A figura 2.1.2 mostra as dívidas e os créditos de carbono acumulados per capita descontados, a um preço médio atualizado internacional de carbono de 31 dólares americanos por tonelada para 3 anos de corte: 1850, 1970 e 1990. As estimativas variam muito consoante os níveis históricos de emissões per capita: as regiões emergentes e em desenvolvimento têm créditos de carbono, mas quase todas as regiões desenvolvidas, assim como a China, têm grandes dívidas de carbono. Os créditos de carbono estimados per capita de África e da Índia situam-se, respetivamente, nos intervalos entre 1.050–1.570 e 700–1.500 dólares americanos, valores que representam o montante médio devido aos habitantes dessas regiões. A maior dívida de carbono pertence aos Estados Unidos – entre 15.272 e 26.954 dólares americanos – representando o montante de que o habitante médio dos EUA precisa para saldar todas as suas dívidas de carbono valorizadas a preços correntes do mercado de carbono.

FIGURA DA CAIXA 2.1.2 Dívida acumulada de emissões per capita ao preço médio internacional descontado do carbono de 31 dólares americanos/tonelada



Fonte: Cálculos da equipa.

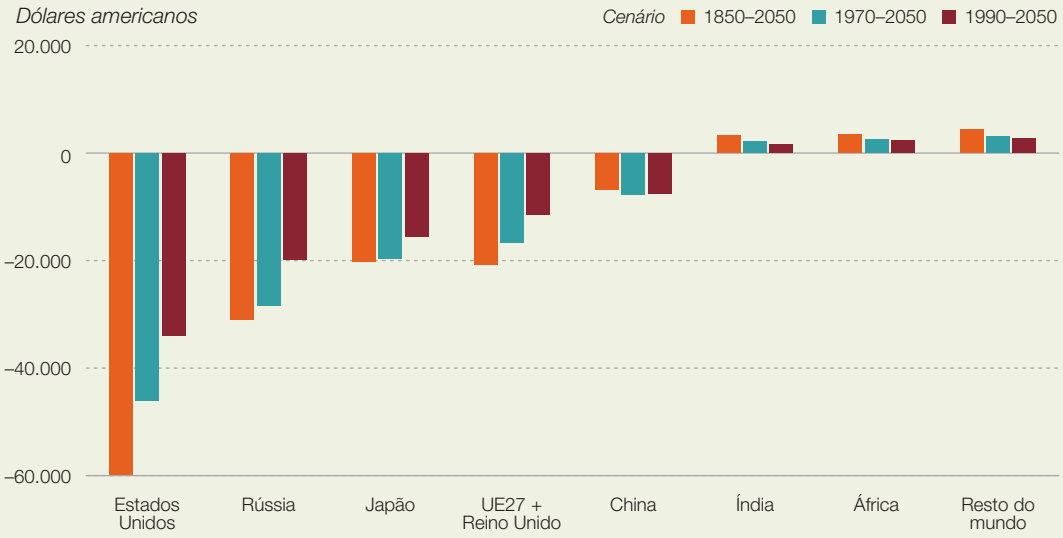
(continua)

Os preços de mercado estão, no entanto, distorcidos a nível global – assim como as emissões de carbono – devido a falhas de mercado estruturais. Para medir o impacto real dos danos climáticos acumulados, utilizámos o custo social médio atualizado do carbono, concluindo que as dívidas e os créditos per capita acumulados de carbono social são mais do dobro dos estimados

utilizando preços de mercado (figura 2.1.3). Estes custos refletem o real impacto monetário dos danos climáticos que os emissores devem ao mundo – e a si próprios. Em contraste, os países e regiões com créditos de carbono deverão ser compensados, de forma substancial – caso se pretenda fazer valer a equidade e a justiça climática.

Resumindo, África tem um crédito de carbono total de 4,58-$4,8 triliões de dólares americanos (em média, 4,64 triliões de dólares americanos), um crédito que tem em consideração as quotas históricas, atuais e futuras das emissões de carbono. Pago anualmente entre 2022–2050, este crédito ascende a cerca de 165,8 bilhões de dólares americanos por ano, balizado pelos montantes inferior e superior de 163,4 e 173 bilhões de dólares americanos. O montante de crédito de carbono devido ao continente é, assim, cerca de 10 vezes o valor que este recebeu em financiamento climático global, que foi cerca de 18,3 bilhões de dólares americanos anuais entre 2016 e 2019.

FIGURA DA CAIXA 2.1.3 Dívida acumulada de emissões per capita ao custo médio social descontado do carbono de 70 dólares americanos por tCO_2



Fonte: Cálculos da equipa.

Notas:

1. Mitchell, Robinson e Tahmasebi 2021.
2. Meyer 1999.
3. https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/.
4. https://www.carbonpricingleadership.org/report-of-the-highlevel-commission-on-carbon-prices; Mitchell, Robinson e Tahmasebi 2021.

mesmo tendo em conta os aumentos significativos de gás para a geração de energia e calor, as suas emissões de GEE representarão apenas uma pequena fração das emissões globais.

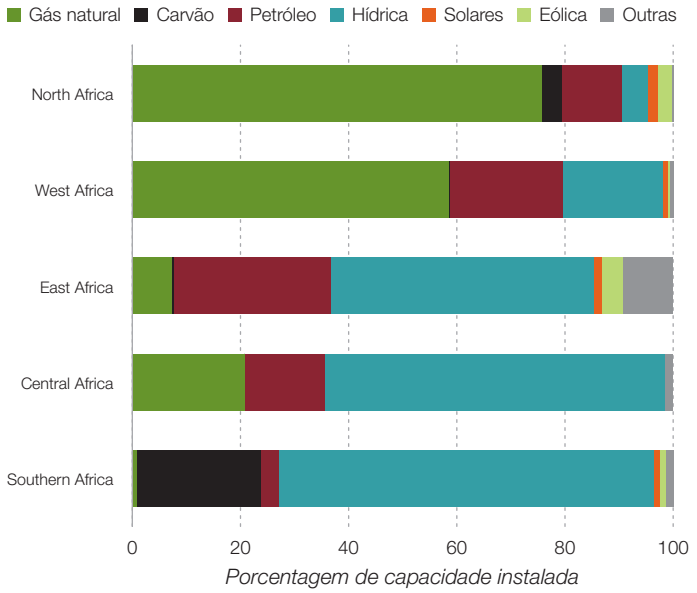
Componentes de uma transição justa no sistema de energia em África

África necessita de uma transição energética justa e equitativa que fortaleça a inclusão e a sinergia destinadas a reduzir a desigualdade e a capacitar as pessoas através de um acesso moderno à energia.[32] Um sistema de energia acessível, fiável e sustentável é fundamental, não só para retirar milhões de africanos da pobreza – a transição necessitará de abrir novas oportunidades e fortalecer os direitos da população pobre –como também para criar resiliência climática, fortalecer as respostas climáticas e minimizar a vulnerabilidade.

Crucialmente, a viabilidade dos diferentes caminhos para a transição energética limpa

dependerá dos pontos de partida de cada país e dependências em termos de percurso. As proporções de capacidade energética instalada variam substancialmente entre regiões (figura 2.21). O Norte de África e a África Ocidental são dominados pelo gás natural e, de forma menos relevante, pelo petróleo, mas, na África Oriental e especialmente na África Central, é a energia hídrica que prevalece. Na África Austral, o cabaz de capacidade energética é dominado pelo carvão proveniente da África do Sul e por um cabaz de energia hídrica, carvão, gás e petróleo proveniente de fontes que não a África do Sul. A dotação em termos de recursos, em particular de combustíveis fósseis, é também específica para cada contexto. África necessita de utilizar os seus recursos de gás de forma eficiente e prudente quando possível, assim como de desenvolver programas robustos de energias renováveis por forma a acompanhar a revolução das mesmas.

FIGURA 2.21 Quotas de capacidade de potência instalada nas regiões de África, 2018



Nota: O total para África em 2018 foi de 244 gigawatts.
Fonte: AIE 2019.

Uma transição energética justa em África requer uma consideração cuidada das implicações e dos desafios em termos de equidade associados à pobreza energética, baixos consumos e procura reprimida de energia para o crescimento e a transformação económicos (caixa 2.2). Apesar de estas questões exigirem uma estratégia robusta, uma transição energética justa abre muitas oportunidades que os países deverão maximizar. Por exemplo, países com grande parte das suas populações rurais e periféricas ainda sem eletricidade lançaram planos nacionais de eletrificação para garantir o acesso universal. Os sistemas descentralizados de energias renováveis poderão ser cruciais na satisfação das necessidades energéticas dos agregados familiares e na eletrificação de instituições públicas fundamentais, como as de saúde e as de educação, que são essenciais para o desenvolvimento socioeconómico.[33] Os sistemas descentralizados de energias renováveis poderão também fornecer energia para as necessidades locais, incluindo em

CAIXA 2.2 O que é uma transição justa? Uma perspetiva africana

O enquadramento de uma transição justa foi moldado pelos movimentos dos "direitos laborais" e da "justiça climática". Este conceito provém do movimento sindical nos Estados Unidos na década de 1980 e foi expandido por organizações internacionais como a Organização Internacional do Trabalho e o Programa das Nações Unidas para o Ambiente. As ideias associadas a uma transição justa foram incorporadas no Acordo de Paris de 2015. O seu preâmbulo cita "os imperativos de uma transição justa para a mão de obra e da criação de trabalho digno e emprego de qualidade, de acordo com as prioridades de desenvolvimento definidas a nível nacional, bem como as questões independentes mas relacionadas da integridade ambiental e da justiça climática."

África está a definir e a enquadrar a sua transição justa. Na África do Sul, uma transição justa encontrou espaço nos quadros da política climática desde 2012. Dada a dependência deste país de setores intensivos em energia para o emprego e da extração mineira para receitas, o Plano Nacional de Desenvolvimento de 2012 reconheceu a necessidade de uma "transição

(continua)

criteriosa" que faça face ao facto de que a população pobre e vulnerável será desproporcionalmente afetada pelas alterações climáticas e pelas políticas associadas às mesmas. Em 2015, a Contribuição Nacionalmente Determinada Pretendida articulou uma transição justa como um processo inclusivo que teria em consideração "o conhecimento local e indígena, as considerações de género e as implicações sociais, económicas e ambientais". A última revisão da Contribuição Nacionalmente Determinada (2021) alinha o conceito com os "objetivos de desenvolvimento mais alargados" de um país e reitera que uma transição justa terá de incluir a segurança energética, a segurança hídrica, a segurança alimentar, a resiliência das infraestruturas, o ordenamento do território e a mobilização do financiamento necessário para a inovação tecnológica e para o clima.

Uma transição justa requer que sejam empreendidas ações relacionadas com as alterações climáticas de forma equitativa e justa e que assentem nas atuais estruturas económicas e respetivos desafios, por forma a garantir que essas ações são socialmente aceitáveis, economicamente viáveis e direcionadas para resultados positivos em termos ambientais e de desenvolvimento. África sofrerá desproporcionalmente os impactos negativos das alterações climáticas e os impactos socioeconómicos dos riscos climáticos. Isto significa que soluções equitativas para as alterações climáticas exigirão políticas favoráveis aos que são mais afetados. Dado o grau de pobreza e de desigualdade energéticas, e tendo em conta o desenvolvimento económico, uma transição justa em África deverá priorizar a distribuição equitativa dos benefícios associados à evolução para um futuro de baixas emissões e resiliente em termos climáticos em todos os setores da sociedade, incluindo nos grupos vulneráveis.

As agendas mais alargadas de desenvolvimento sustentável dos países deverão olhar para a transição justa como um todo. Os planos e iniciativas têm de estar alinhados com as prioridades de desenvolvimento e aumentar o acesso a sistemas e tecnologias de energia avançados e eficientes em todos os setores económicos e grupos socioeconómicos. Nesse sentido, a execução de uma transição justa precisa de servir como um princípio fundamental para acelerar o progresso na concretização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Os aspetos de equidade e justiça deverão ser aplicados por forma a mitigar os efeitos adversos da insegurança energética e deverão fazer face aos desafios a nível setorial e regional, tendo em conta grupos intergeracionais, de género e etários, incluindo grupos vulneráveis e marginalizados.

O argumento de "não deixar ninguém para trás" implícito numa transição justa deverá considerar e ultrapassar os desafios de economia política e institucionais por forma a garantir que as comunidades afetadas não só beneficiem como também possam definir os seus futuros. Não obstante o diálogo social ser central, a transição incluirá também financiamentos inovadores direcionados para o cumprimento de vários benefícios conjuntos, e não para a mobilização de investimentos com um objetivo limitado de estimular os mercados comerciais. Em comunidades com elevados níveis de pobreza e de desigualdade energética, os financiamentos inovadores deverão ser capazes de abrir novas oportunidades sem prejuízo da resiliência e da capacidade de adaptação das comunidades.

O padrão global de emissões por pessoa e por setor evidencia não só a urgência da redução das emissões de carbono como também a enorme desigualdade na produção e consumo de carbono intensivo. Num enquadramento de transição justa, apesar de ser essencial que África assuma a sua quota-parte justa de compromissos para os objetivos climáticos, é igualmente essencial que lhe seja dado o espaço em termos de políticas e o horizonte temporal para a transição energética e a descarbonização necessários para equilibrar os objetivos de desenvolvimento com os objetivos climáticos.

A transição energética não diz apenas respeito ao acesso a eletricidade. Refere-se também à garantia da obtenção dos ganhos socioeconómicos provenientes das oportunidades de valor acrescentado que essa mesma transição permite. Um exemplo de uma dessas oportunidades é o fabrico de tecnologias verdes. Um estudo de 2022 da Renewable Energy Solutions for Africa (Soluções de Energias Renováveis para África), da Agência Internacional das Energias Renováveis e da Comissão Económica das Nações Unidas para África indica que, até 2050, assumindo o cenário de aquecimento global de 1,5ºC, o setor energético em África empregará 23 milhões de pessoas, 73% das quais ligadas a postos de trabalho relacionados com a transição.[1] Atualmente, África capta menos de 3% dos postos de trabalho relacionados com energias renováveis a nível global, essencialmente devido ao papel limitado das energias renováveis no cabaz energético deste continente. Sendo assim, uma transição energética justa deverá mitigar os riscos de excluir África da cadeia de valor do fabrico de tecnologias verdes e focar-se em aumentar a participação de África no mercado laboral verde.

Nota:

1. RES4Africa, IRENA e UNECA 2022.

áreas remotas, ajudar a garantir o acesso universal e contribuir para a mitigação das alterações climáticas – tendo por base uma eletrificação pelo custo mais baixo. Além disso, os sistemas distribuídos poderão ser executados juntamente com a expansão da rede por forma a alcançar áreas remotas que, de outro modo, demorariam uma década ou mais a tornar-se acessíveis.

África precisa de manter um cabaz energético equilibrado para gerir a segurança energética a curto prazo e definir trajetórias a longo prazo que conciliem baixas emissões de gases com efeito de estufa com o cumprimento de objetivos chave para o bem-estar da sua população. À medida que as necessidades energéticas em grande parte de África continuam a crescer e a insegurança energética persiste, os países necessitarão de desenvolver estratégias a longo prazo que explorem os seus imensos recursos em energias renováveis em conformidade com os objetivos do Acordo de Paris. Países africanos com enormes reservas de gás natural necessitarão também de definir objetivos a curto e médio prazo para explorarem o gás como um combustível transicional que, juntamente com as fontes de energia renovável, garanta um fornecimento de energia fiável que impulsione o crescimento económico.

África precisa de manter um cabaz energético equilibrado para gerir a segurança energética a curto prazo e definir trajetórias a longo prazo que conciliem baixas emissões de gases com efeito de estufa com o cumprimento de objetivos chave para o bem-estar da sua população

A diversificação da economia é crucial. Por exemplo, no Gana, a riqueza associada aos combustíveis fósseis está a ser utilizada para apoiar os programas de desenvolvimento governamentais One District, One Factory com vista a tornar o país uma economia orientada para a exportação, reduzindo a sua dependência da importação de alimentos.[34]

O financiamento global para países em desenvolvimento com vista a apoiar energia limpa e renovável ascendeu a 21,3 bilhões de dólares americanos em 2017. Mas estes investimentos nem sempre asseguram acesso universal à energia: visam elevados retornos num curto período de tempo, ou não são aplicados de forma equitativa e a todas as regiões. Por exemplo, a Agência Internacional das Energias Renováveis mostra que África recebeu apenas 12% do total dos investimentos para produtores independentes de energia (PIE) a nível global entre 2010 e 2020 (54 bilhões de dólares americanos).[35] O Norte de África e a África Austral receberam a maior percentagem, a África Central apenas 1,9 bilhões de dólares americanos, dos quais apenas 0,2 bilhões para as renováveis.[36]

Para África, que depende quase totalmente de tecnologias de energia importadas, uma transição energética justa deverá evitar excluir este continente da cadeia de valor de fabrico de tecnologias verdes. Apesar de os investimentos globais nas energias renováveis terem aumentado nos últimos 10 anos, este crescimento verificou-se essencialmente em economias desenvolvidas ou em transição. Investigações recentes revelam que a transição para as energias verdes representa uma oportunidade transformacional para os importadores de combustíveis fósseis com bons recursos em energias renováveis, uma vez que lhes permite transferir para o seu território o que outrora seriam importações desse tipo de combustível e produzir os seus próprios suplementos de combustível baseados em energias renováveis.[37] (Ver na penúltima secção uma discussão detalhada sobre oportunidades de crescimento verde.) Em termos mais alargados, o mercado continental para tecnologias de energia limpa deverá proporcionar polos de procura suficientes para encorajar novas instalações fabris em países com preparação técnica, regulamentar e estratégica adequada.

CONSTRUIR SISTEMAS ENERGÉTICOS SUSTENTÁVEIS PARA O FUTURO

Fazer com que o setor da energia funcione

A transição energética apresenta uma oportunidade única para redefinir os sistemas energéticos de África para que cumpram a Agenda 2063 da União Africana, o Acordo de Paris e os ODS. Para que estes sistemas funcionem para o futuro, têm de ser concebidos com tecnologias tecnicamente adequadas, com níveis ótimos de rentabilidade e que sejam viáveis – agora e no futuro. Também têm de criar o valor máximo para o desenvolvimento sustentável em África, fortalecendo a capacidade, os recursos e o conhecimento locais.

O gás natural como combustível de transição terá de ser parte do novo cabaz energético de

África, por diversas razões. Primeiro, os países africanos têm mais de 600 triliões de pés cúbicos de reservas comprovadas de gás natural, na Nigéria, na Argélia e em Moçambique, com novas reservas descobertas no Senegal, na Mauritânia e na Tanzânia. Segundo, em muitos países africanos, as centrais elétricas a gás natural serão necessárias para apoiar a carga básica, fornecer reservas e equilibrar a rede. Os sistemas e mercados elétricos têm de se adaptar e têm de ser novamente otimizados para integrarem grandes proporções de geração de energias renováveis variáveis. Terceiro, é necessário identificar um cabaz energético ideal durante as próximas décadas para determinar a melhor contribuição das energias renováveis e do gás natural em África. Este foco tem de considerar a disponibilidade de combustível, infraestruturas de transmissão para uma maior interligação nacional e regional, custo dos combustíveis, avanços da tecnologia e um preço do carbono sujeito a alterações devido a políticas de países não africanos e africanos. Resumidamente, os países em África necessitarão de novas tecnologias, sistemas de gestão e financiamento para desenvolver e integrar os respetivos recursos energéticos, incluindo o gás, para impulsionar a sua transformação industrial.

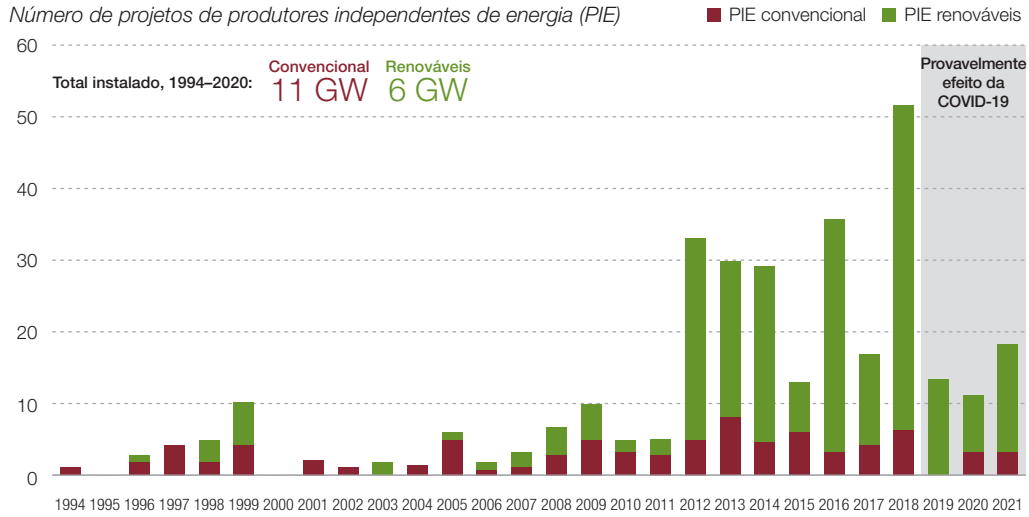
As energias renováveis são as opções mais baratas de geração de energia. Os sistemas solares fotovoltaicos (FV) de grande escala e os sistemas eólicos terrestres estão agora firmemente estabelecidos como as fontes mais baratas de geração de eletricidade. De acordo com os números mais recentes da IRENA e da Lazard, os custos da eletricidade FV nivelados[38] ao longo da vida útil caíram quase 90 por cento, para 0,03–0,06 dólares americanos por kWh.[39] A energia eólica terrestre caiu para um intervalo de custos semelhante. Estes custos são muito inferiores ao custo nivelado médio da eletricidade produzida a partir de combustíveis fósseis, de 0,055–0,145 dólares americanos. O recente trabalho de modelização geográfica pormenorizada da Universidade de Oxford sobre os estudos de caso do Egito e da África do Sul confirma estes intervalos de preços para a energia solar FV e eólica, assim como as suas vantagens em termos de custos em relação à geração de eletricidade a partir de combustíveis fósseis em ambos os países.[40] Os leilões de energia solar FV deram origem a propostas vencedoras de 0,025–0,06 dólares americanos por kWh em alguns países africanos, numa forte tendência de descida.[41]

O setor privado está a tornar-se cada vez mais importante para preencher as lacunas de energia de África, mas os governos continuarão a ser intervenientes vitais. Historicamente, cerca de 80 por cento da capacidade instalada de África teve origem em projetos públicos, sendo os PIE privados responsáveis por 13 por cento da capacidade instalada em 2019. Mas o número de projetos de PIE cresceu acentuadamente na última década (figura 2.22). Mais de 80 por cento dos projetos financeiramente encerrados desde 2010 tinham por base as energias renováveis, embora numa escala consideravelmente mais pequena do que os PIE com base em combustíveis, que dominam as instalações de PIE numa perspetiva de capacidade desde os anos 1990 e oferecem a potencialidade de integração industrial em larga escala. Apesar do notável declínio de encerramentos financeiros de PIE desde o surgimento da pandemia de COVID-19, os PIE representam quase metade de toda a capacidade planeada de geração de energia em África, com a propriedade do Estado a cair para aproximadamente um terço.

Na África Austral, os PIE são responsáveis por mais de 60 por cento da capacidade de geração planeada em fase de preparação, impulsionada pelo Botswana, Zimbabwe, Malawi e África do Sul. O Programa de Aquisição de Energia Renovável a Produtores Independentes de Energia (REI4P) da África do Sul foi transformador para atrair PIE de energias renováveis para o país e para baixar os custos da energia solar e eólica. A quota de PIE em preparação também é elevada na África Ocidental, impulsionada principalmente pela Nigéria e pelo Gana.[42] No Norte de África, aproximadamente metade da carteira de geração de energia é propriedade de PIE, embora na África Oriental e Central a propriedade de PIE se situe abaixo dos 25 por cento. Embora a propriedade pública aumente as possibilidades de uma entrada em funcionamento bem-sucedida das centrais elétricas planeadas, muitos PIE, especialmente centrais de parceria público-privada, falharam no passado, o que sugere a necessidade de melhorar o apoio ao nível das políticas

Os sistemas energéticos africanos têm de ser concebidos com tecnologias tecnicamente adequadas, com níveis ótimos de rentabilidade e que sejam viáveis – agora e no futuro. Também têm de criar o valor máximo para o desenvolvimento sustentável em África, fortalecendo a capacidade, os recursos e o conhecimento locais

FIGURA 2.22 **Investimentos do Governo e dos produtores independentes de energia no setor energético de África, 1994–2021**



Fonte: Alao e Kruger 2022.

A simples expansão da capacidade de geração não encerrará as atuais lacunas de energia em África. Além disso, os sistemas de transmissão, distribuição e fora da rede têm de ser bastante expandidos para garantir uma cobertura mais fiável e com maior alcance

e financeiro para esta categoria. Analisando o REI4P e outros projetos de PIE, investigadores sul-africanos sugeriram que os fluxos de investimento são menos afetados pelas estruturas do mercado de eletricidade do que por uma forte capacidade de planeamento, regulação, aquisição e contratação.[43]

A simples expansão da capacidade de geração não encerrará as atuais lacunas de energia em África. Além disso, os sistemas de transmissão, distribuição e fora da rede têm de ser bastante expandidos para garantir uma cobertura mais fiável e com maior alcance.

Conceção, construção e funcionamento de "portefólios de energia limpa" ideais em África: Cinco opções de equilíbrio

Os primeiros projetos de energia solar fotovoltaica e eólica num país podem normalmente ser adicionados à rede sem grandes alterações na estrutura da mesma. À medida que a sua quota aumenta, devem ser incluídas no sistema diversas opções para compensar as intermitências diárias e sazonais do fornecimento de energia solar e eólica para equilibrar a oferta e a procura, oferecendo o que por vezes é referido como "portefólios de energia limpa". No entanto, embora o potencial desses portefólios para África seja muito promissor, a medida em que podem ser realizados de forma viável depende bastante da existência de investimento inicial suficiente e da rapidez com que as energias renováveis e as diversas opções de equilíbrio podem ser aumentadas, incluindo o armazenamento de energia e o aumento da interconexão, visto que todas têm elevados custos iniciais, mas custos de operação e de manutenção baixos. Assim, alcançar grandes quotas de energia solar e eólica exige que os países africanos assumam um forte compromisso em relação a essas vias e que estas sejam apoiadas financeiramente de forma decisiva pela comunidade internacional e pelo setor privado.

São cinco as opções de equilíbrio da oferta e da procura que permitem a integração de grandes quotas de energia solar e eólica em África e que estão habitualmente associadas a benefícios não técnicos adicionais e cruciais para o desenvolvimento sustentável (e que serão discutidos mais pormenorizadamente abaixo): geração flexível[44] na rede, diversas tecnologias de armazenamento, interconectividade, integração do setor e medidas do lado da procura e utilização de energia descentralizada fora da rede.[45] O portefólio de energia limpa provavelmente ideal para a maioria dos países africanos corresponde à complementação das instalações de energia solar FV e eólica com uma combinação destas opções. As investigações sugerem que um portefólio bem concebido

de energia limpa para toda a África com cerca de 80 por cento de geração de energia solar FV e eólica e que incorpore todas as cinco opções poderia satisfazer toda a procura de eletricidade de África para todas as horas do ano, a um custo geral nivelado da eletricidade de aproximadamente 0,06 dólares americanos por kWh.[46] Os custos da energia renovável e do seu armazenamento continuarão a cair, melhorando ainda mais as perspetivas comerciais para os portefólios de energia limpa.

A geração flexível na rede pode reagir rapidamente e equilibrar as diferenças na oferta e na procura. Determinadas tecnologias convencionais de geração de eletricidade podem ser planificadas de forma flexível em períodos curtos para cobrir insuficiências de eletricidade durante períodos prolongados de baixa disponibilidade de sol e de vento. As turbinas de gás natural de ciclo aberto, por exemplo, são frequentemente aumentadas e diminuídas em períodos subdiários para corresponder às diferenças entre a oferta e a procura. As represas hidroelétricas, atualmente a fonte de eletricidade renovável mais popular de África, podem oferecer equilíbrio nos períodos subdiários e sazonais. As alterações climáticas, no entanto, afetam os ciclos hidrológicos e, por isso, para expandir a quota de energia hidroelétrica em África é necessário considerar estas anomalias nos países. Por exemplo, a Grande Barragem do Renascimento Etíope – a maior central hidroelétrica de África – pode operar de forma flexível para permitir maiores quotas de energia solar FV e eólica barata na rede ao mesmo tempo que satisfaz permanentemente as curvas dinâmicas da procura.[47]

Os custos de armazenamento estão a descer rapidamente e apresentam perspetivas interessantes para a rede e para o desenvolvimento local em África. Os custos dos acumuladores de grande escala diminuíram o suficiente para serem competitivos a nível de custos face às centrais de turbinas a gás natural para períodos de equilíbrio de até quatro horas (para cobrir, por exemplo, os picos de procura noturna).[48] Nos próximos anos, o armazenamento dos acumuladores deve continuar o seu rápido crescimento, obtendo ganhos tecnológicos e conduzindo, indubitavelmente, a descidas ainda mais rápidas dos preços, tornando-os muito mais baratos do que as centrais de turbinas a gás natural para o armazenamento a curto prazo. Os acumuladores não têm tempos de crescimento – podem despachar eletricidade instantaneamente – e oferecem um potencial de desenvolvimento da indústria local em grande escala visto que podem ser produzidos com um custo ideal em África. A acumulação de hidroeletricidade por bombagem é outra forma de armazenamento implantada com sucesso em muitas partes do mundo.

A interconectividade aumenta o comércio e fiabilidade e diminui os custos para os utilizadores finais. Quanto maior a interconexão regional do sistema energético, maior o potencial que oferece – por exemplo, quando está enevoado num local, pode estar soalheiro noutro –, o que permite um maior número de renováveis baratas na rede. África está a procurar tornar a interconectividade uma realidade através do Plano Diretor Continental do Sistema Energético e do correspondente Mercado Único de Eletricidade Africano (caixa 2.3).

A integração do setor, que visa satisfazer a procura de energia em setores em que atualmente a procura não é satisfeita por eletricidade (como transportes, culinária, agricultura e algumas indústrias), ajuda a equilibrar a rede e, talvez mais importante, conduz ao desenvolvimento sustentável e ao fornecimento de serviços energéticos para além da energia como mercadoria. As medidas do lado da procura incluem maior eficiência energética (reduzindo a procura ao mesmo tempo que mantém constantes os níveis de serviços) e integração do setor. Isto conduz a perfis de procura mais suaves porque partes da procura de energia destes setores ocorrem em (ou podem ser mudadas para) momentos do dia em que as energias solar e eólica são abundantes. Ambas as medidas diminuem os custos totais de energia por unidade. Para além de permitir mais renováveis na rede, a integração do setor permite que o futuro sistema energético de África favoreça o desenvolvimento socioeconómico de três formas principais:

- A eletrificação pode permitir poupanças para os utilizadores finais. Em quase todos os países africanos, é mais barato para os utilizadores finais operarem um veículo elétrico do

Os custos de armazenamento estão a descer rapidamente e apresentam perspetivas interessantes para a rede e para o desenvolvimento local em África

CAIXA 2.3 Defesa de mercados regionais de energia e de redes regionais em África

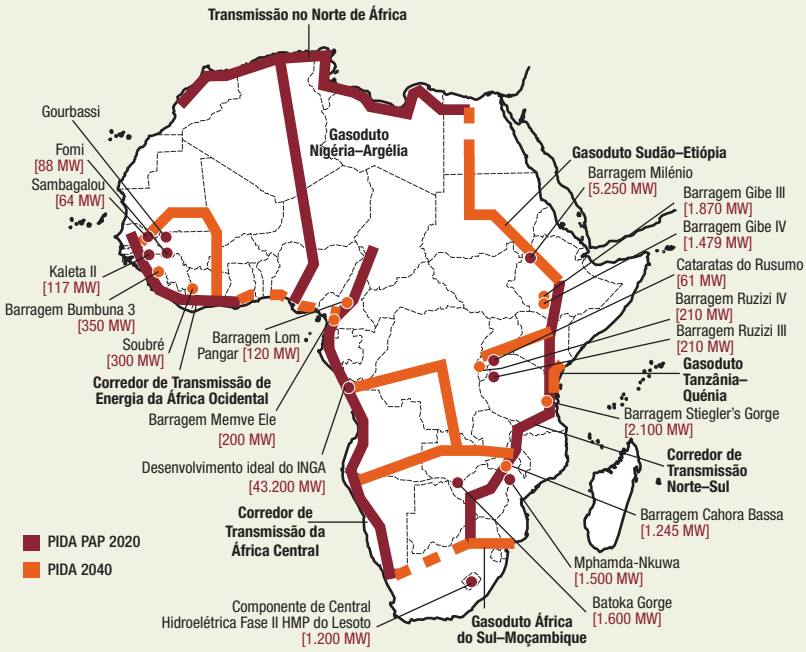
A integração de redes energéticas regionais em África é um pilar essencial da aspiração do continente em relação à sustentabilidade energética a longo prazo. Os mercados interligados podem reunir fontes de abastecimento diversificadas e agregar padrões de carga além-fronteiras. Espera-se, pois, que o comércio de eletricidade ajude a reduzir os custos de produção, otimize os ativos energéticos e aumente a flexibilidade do sistema energético. Os cinco grupos regionais de energia em África variam bastante em escala, governança e eficácia, mas enfrentam alguns desafios comuns num mercado em rápida mutação.

O comércio limitado de energia no continente insere-se num cenário de fraca sustentabilidade financeira do setor, devido principalmente à falta de tarifas que reflitam os custos. A questão essencial é: Como podem os sinais de preço apoiar a entrada eficiente e os investimentos económicos em termos de adequação dos recursos para o futuro? Por um lado, embora os preços da energia tendam a convergir entre países devido à integração do mercado da energia, os efeitos distributivos do comércio de energia podem afetar de forma diferente os países importadores e exportadores. Por outro lado, um país terá de manter a geração e a capacidade de transmissão adequadas não só para o seu próprio sistema mas para a fiabilidade do sistema de toda a região. Para que exista uma atribuição de custos justa entre os países é necessária uma ação regional concertada para apoiar a segurança do investimento e para garantir a segurança do abastecimento.

Dada a disponibilidade limitada da capacidade de base e as limitações das linhas de transmissão para equilibrar o sistema elétrico, o efeito da adoção de geração de energia renovável na intermitência do abastecimento de energia pode ser desproporcionadamente grande, tornando assim mais voláteis e imprevisíveis os fluxos de energia transfronteiriços. Além disso, o crescimento das renováveis está a mudar a economia da frota convencional de produção, especialmente em relação às centrais elétricas de gás natural, ainda bastante necessárias em muitos países africanos. Também se espera que o crescimento da produção distribuída de energia, como minirredes, armazenamento de energia e veículos elétricos, desbloqueie oportunidades flexíveis para os operadores de transmissão e distribuição equilibrarem o sistema em todos os países. Assim, é necessário que os países africanos considerem novos desenvolvimentos das melhores soluções para promoverem oportunidades emergentes de investimento, evitando simultaneamente o futuro abandono de ativos num ambiente de concorrência em mudança.

O Plano Diretor Continental do Sistema Energético integra as visões de implementação do Mercado Único de Eletricidade Africano (AfSEM), o Novo Acordo para a Energia em África do Banco Africano de Desenvolvimento e o conceito de corredores de energia limpa. Uma vez operacional, o AfSEM será o maior mercado interligado de eletricidade por área geográfica em todo o mundo (figura 2.3.1).

FIGURA DA CAIXA 2.3.1 Ligações africanas planeadas



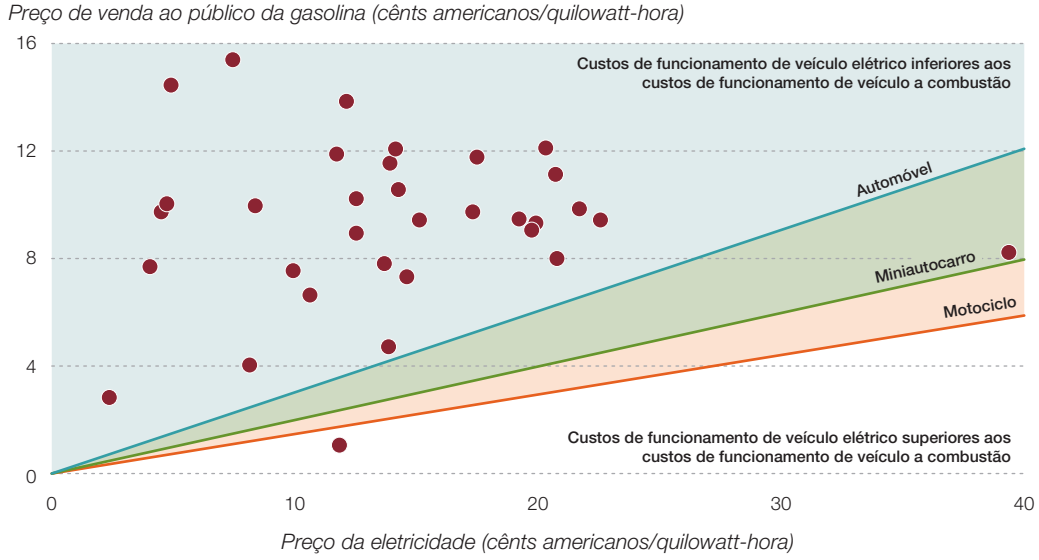
Fonte: Agência de Desenvolvimento da União Africana.

que um veículo com um motor de combustão interna, especialmente motociclos e miniautocarros (figura 2.23). Empresas inovadoras como a Ampersand, no Ruanda, a MAX, na Nigéria, a Bodawerk, no Uganda, a ARC, no Quénia, e a Agilitee, na África do Sul, fazem parte de uma indústria africana de motociclos elétricos em rápido crescimento que apresentou casos de negócio convincentes para a produção de novos motociclos elétricos ou para a modernização dos motociclos convencionais com motores elétricos. Fundamentalmente, os veículos elétricos não têm emissões locais e têm emissões totais bastante mais baixas, especialmente quando as características da rede apresentam proporções elevadas de energias renováveis.

- A integração de novos setores no planeamento da eletrificação e acesso à energia pode criar diversas sinergias. Permite que os planeadores concebam explicitamente sistemas de energia para capturar a adição de valor através da utilização produtiva de energia. Os exemplos incluem um desenvolvedor de minirredes solar integrado na cadeia de valor de pescas local que instalou um sistema que gera rendimento para o desenvolvedor e para os pescadores locais, cobrando simultaneamente tarifas baixas aos agregados familiares.[49] Estas sinergias não estão limitadas à produção alimentar, alargam-se também a todas as intervenções de desenvolvimento sustentável permitidas pela energia, incluindo as que visam a redução da pobreza ou do desperdício alimentar, ou a melhoria da produtividade agrícola, instalações escolares ou o acesso à água. Quanto mais os ODS forem abordados simultânea e não isoladamente, mais se pode esperar um aumento das sinergias de custos da integração de projetos num determinado local.
- A saúde é um setor importante a integrar no planeamento do setor energético, com benefícios que se movem em ambas as direções. A energia solar demonstrou ser uma forma exequível, barata e fiável de eletrificar todos os centros de saúde rurais sem acesso [à eletricidade] em África,[50] ao mesmo tempo que a

Os sistemas de energia descentralizados são fundamentais para um rápido acesso à energia e necessitam de ser coconcebidos com planos de expansão da rede

FIGURA 2.23 Os benefícios ao nível do custo do combustível da eletrificação dos transportes em África



Nota: As linhas representam a diferença ao nível da eficiência do combustível entre os veículos elétricos e os motores internos de combustão. Os marcadores acima da linha indicam os países em que os custos de funcionamento de um veículo elétrico são mais baratos do que os de um motor de combustão interna.
Fonte: Adaptado de Collett et al. (2020).

eletrificação de novos setores e a satisfação da procura por meio de energias renováveis pode ter importantes benefícios para a saúde. Para além dos bem conhecidos riscos para a saúde da poluição no interior (que pode ser atenuada com a instalação de cozinhas limpas), a poluição exterior (ou atmosférica) sob a forma de material particulado de 2,5 mícrones ou inferior (PM2.5) aumenta os riscos de infeções respiratórias do trato inferior, doença cardíaca, perturbações neonatais e AVC e é responsável por 400.000 mortes por ano em África.[51]

Os sistemas de energia descentralizados são fundamentais para um rápido acesso à energia e necessitam de ser coconcebidos com planos de expansão da rede. Nos últimos anos, os sistemas de energia solar fora da rede cresceram rapidamente, especialmente na África Subsariana (figura 2.24). Os sistemas solares domésticos chegaram a 144 milhões de pessoas só em 2019, devido às inovações do modelo de negócio de pagamento por utilização, e aumentaram a capacidade de garantir o financiamento de sistemas fora da rede. De acordo com a IRENA, os investimentos globais em sistemas fora da rede são pequenos, mas estão a crescer, atingindo os 380 milhões de dólares americanos em 2020, sendo a África Oriental responsável por mais de metade de todos os investimentos fora da rede.

Os países africanos precisam de aumentar a produção de energia não só para fazerem face ao acesso reduzido, mas também para melhorarem a eficiência energética e assim alargarem o acesso energético para uma trajetória mais sustentável

Em 2018, estavam a ser utilizadas em África um total de 1.500 minirredes, e existem planos para a instalação de vários milhares mais. Os sistemas fora da rede são fundamentais para proporcionar o acesso universal à eletricidade e para aumentar a produtividade, em especial para os setores da população muito afastados de sistemas de rede fiáveis. A análise da IRENA sugere que aproximadamente 70 por cento da capacidade de energia solar fora da rede são usados para fins produtivos e industriais para garantir o acesso fiável à energia, frequentemente em sistemas com algumas a várias centenas de quilowatts de capacidade.

Uma questão em grande medida não abordada é a integração dos sistemas fora da rede quando a rede chega a uma área. Nos sistemas de rede tradicionais, a energia flui em sentido único das principais centrais elétricas para os utilizadores finais. As modernas infraestruturas de rede são concebidas, usando tarifas feed-in, para permitir que os operadores das minirredes vendam e comprem à rede principal, muitas vezes com deteção remota. Crucialmente, é necessário que existam contratos com os desenvolvedores de minirredes para áreas onde a rede chega, para permitir a segurança a longo prazo das empresas e para integrar a energia solar e a capacidade dos acumuladores. Algumas opções para minirredes incluem serem convertidas para pequenos produtores ou pequenos distribuidores de energia que operam lado a lado com a rede principal sem qualquer ligação física entre os dois sistemas, ou serem compensadas pela saída.[52] A escolha dependerá das características regulamentares, comerciais e técnicas do contexto das minirredes.

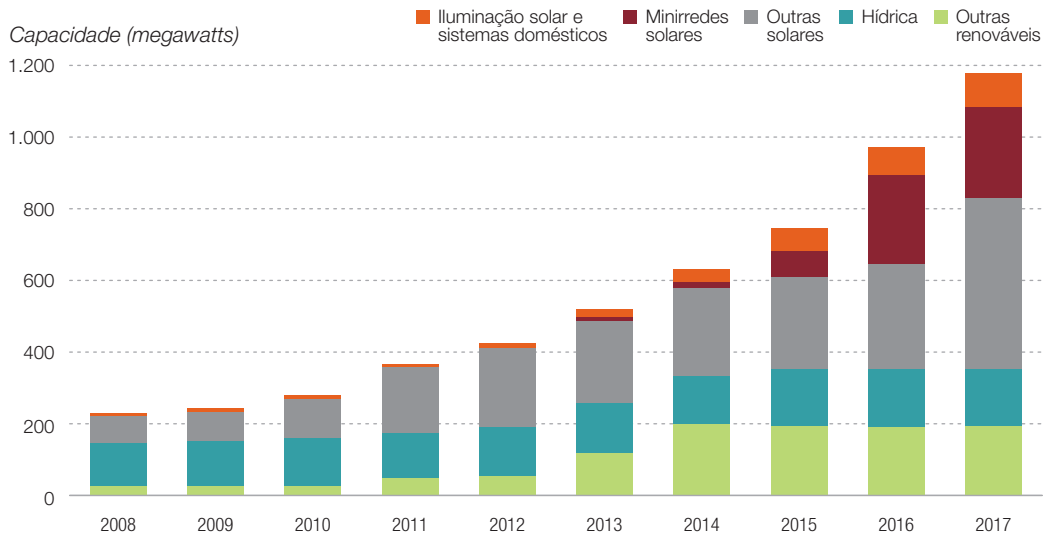
Melhorar a eficiência energética em África

Os países africanos precisam de aumentar a produção de energia não só para fazerem face ao acesso reduzido, mas também para melhorarem a eficiência energética e assim alargarem o acesso energético para uma trajetória mais sustentável. Em 1990–2017, os ganhos em termos de uma melhor eficiência energética e da transformação estrutural económica reduziram a procura energética de África em 22 por cento e 18 por cento, respetivamente, o que conduziu a poupanças energéticas cumulativas de 493.957 quilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep) – 280,599 ktep e 213.358 ktep, respetivamente (figura 2.25, painel da esquerda). Estas poupanças de energia representam cerca de 20 por cento de consumo energético final cumulativo nos três setores produtivos ao longo do período.

ENERGIAS RENOVÁVEIS, MINERAIS E GÁS NA TRANSIÇÃO PARA A ENERGIA VERDE: ÁFRICA TEM O MAIOR POTENCIAL TÉCNICO DO MUNDO PARA AS ENERGIAS RENOVÁVEIS

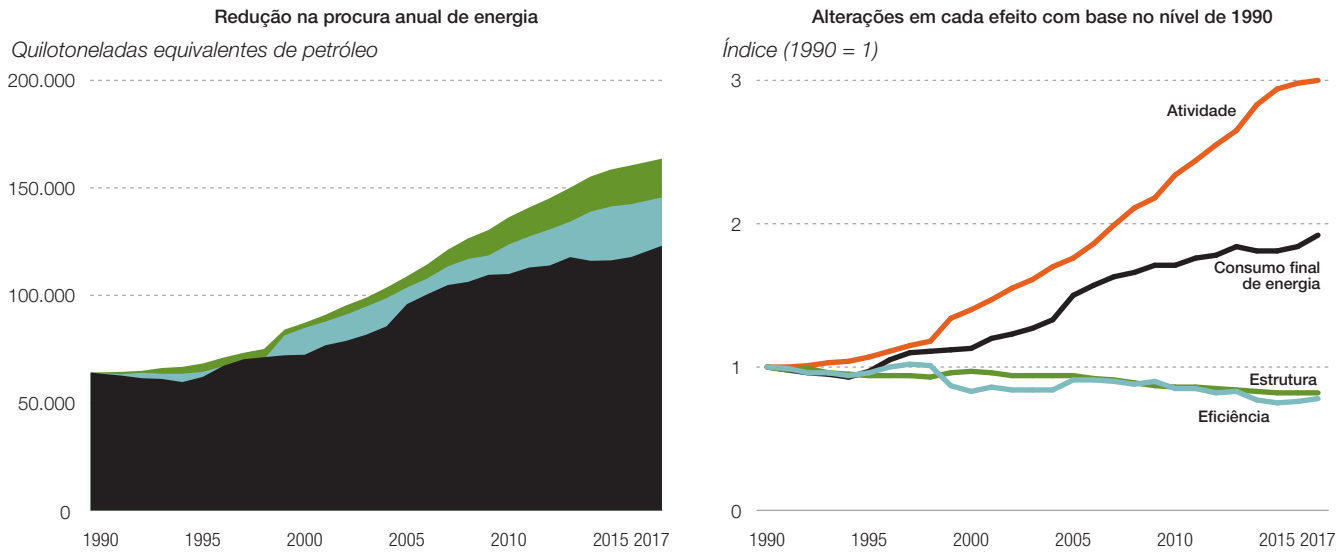
A transição energética representa uma oportunidade de transformação socioeconómica para África. Para alcançar os objetivos do Acordo de Paris, África necessita de um investimento

FIGURA 2.24 Crescimento da energia fora da rede em África



Fonte: IRENA 2020.

FIGURA 2.25 Decomposição do consumo energético final na agricultura, indústria e serviços em África, 1990–2017



Nota: No painel da esquerda, as áreas azul e verde indicam uma redução na procura anual de energia (ou poupanças energéticas anuais) em quilotoneladas equivalentes de petróleo com base no nível de 1990. O efeito de atividade significa que o consumo energético aumenta de forma proporcional ao aumento da produção económica agregada de todos os setores. O efeito estrutural económico descreve a alteração no consumo energético atribuível à alteração proporcional em cada setor na produção económica total. O efeito de eficiência corresponde a uma melhoria na utilização de energia por unidade de produção económica numa economia.

Fonte: Análise da equipa.

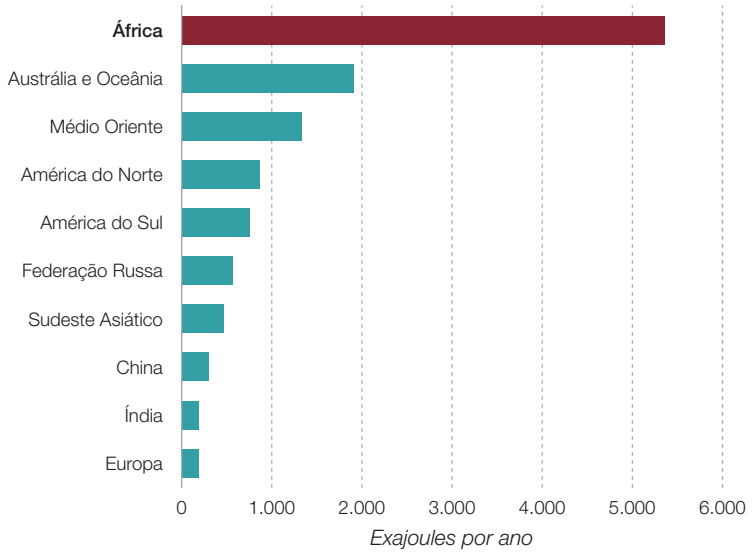
energético anual médio de 3,5 triliões de dólares americanos entre 2016 e 2050, praticamente o dobro dos 1,8 triliões de dólares americanos em 2015. África está idealmente dotada para esta transição e preparada para capitalizar esta oportunidade porque, embora seja um pequeno protagonista na economia fóssil mundial – das reservas globais, tem 8 por cento de petróleo, 6 por cento de gás natural e 1 por cento de carvão –, é de longe a região mais rica do mundo para potenciais energias renováveis baratas, com cerca de metade (44,8 por cento) do potencial técnico total de energias renováveis (figura 2.26). Outras regiões do mundo dificilmente concluirão a transformação para zero emissões líquidas sem importações de energia verde, sob a forma de eletricidade ou de combustíveis verdes, como o hidrogénio verde (caixa 2.4 abaixo), metanol e amónia.

Um estudo recente realizado pela RES4Africa, IRENA e UNECA considera que um cenário de transição para a economia verde que mantenha a atual temperatura em 1,5 °C acima do nível pré-industrial em 2050 conduziria a um PIB 6,4 por cento mais elevado em África no período 2021 a 2050 do que no atual cenário energético planeado – um cenário de statu quo (figura 2.27).[53] Estes resultados confirmam os que modelaram os efeitos macroeconómicos das transições para zero emissões líquidas, mas incluíram o mundo inteiro com uma maior pormenorização e encontraram um efeito positivo líquido para África de um aumento de 6,1 por cento do PIB para 2021–50.[54] Em contraste, para os países muito dependentes dos combustíveis fósseis para exportação, a transição para a economia verde terá provavelmente um impacto negativo no PIB devido à diminuição das receitas das exportações e aos ativos improdutivos de combustíveis fósseis. Estes países necessitam de escrutinar rigorosamente novos investimentos em combustíveis fósseis para evitarem perdas a longo prazo.

Os investimentos e as atividades económicas necessários para o cenário de 1,5 °C criam em África, em 2050, cerca de mais 20,5 milhões de empregos (3,5 por cento em média) do que no cenário energético planeado (figura 2.28), a maioria deles em indústrias e em serviços verdes promissores. Os efeitos do emprego e do crescimento estão associados a uma melhoria do bem-estar total estimada em 24 por cento em 2050 no cenário de transição de 1,5 °C, em comparação com o cenário energético planeado, maioritariamente nos atributos ambientais, sociais, de acesso e distribuição fundamentais para uma transição energética justa. Outros benefícios sociais da transição para a economia verde estão ligados ao aumento do financiamento solar fora da rede, incluindo acesso acelerado à energia moderna, redução das desigualdades de acesso e da pobreza energética e melhoria dos cuidados de saúde.

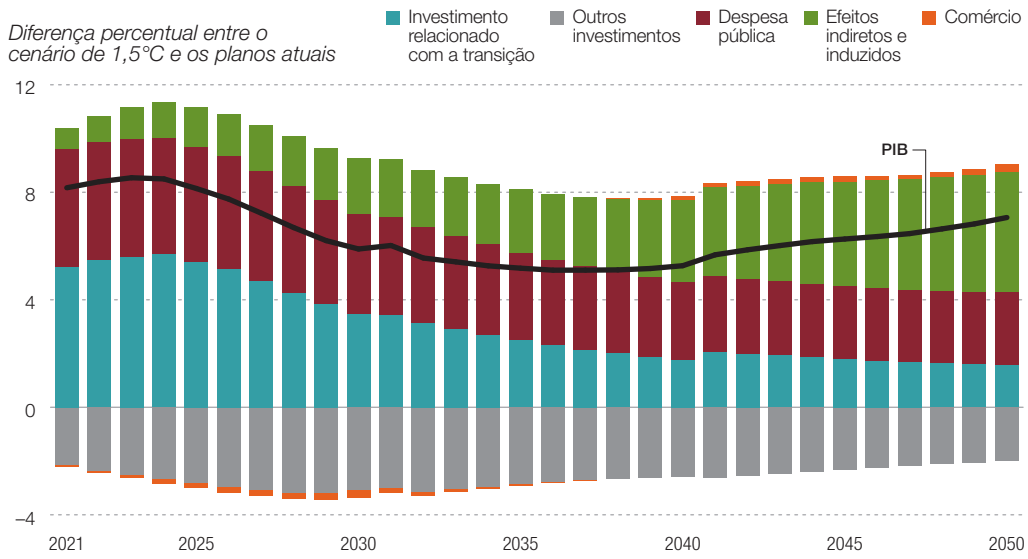
Embora muitos destes investimentos ainda não tenham sido efetuados, já existem exemplos práticos de projetos de energia que estão a promover o crescimento, o emprego e o desenvolvimento social. Por exemplo, o desenvolvimento do Complexo Solar de Noor, em Marrocos, através de políticas de conteúdo local, capturou 24–40 por cento das despesas na economia local criando ao mesmo tempo mais de 1.110 empregos. O Programa de Aquisição de PIE Sul-Africano conduziu à criação de mais de 100.000 anos de emprego por pessoa, ajudando a construir indústrias locais de energias renováveis, o que resultou em mais de 100 milhões de dólares americanos de despesa em infraestruturas sociais e numa poupança de 60,7 milhões de toneladas em emissões de CO_2.

FIGURA 2.26 Potencial técnico de energia renovável, por região do mundo



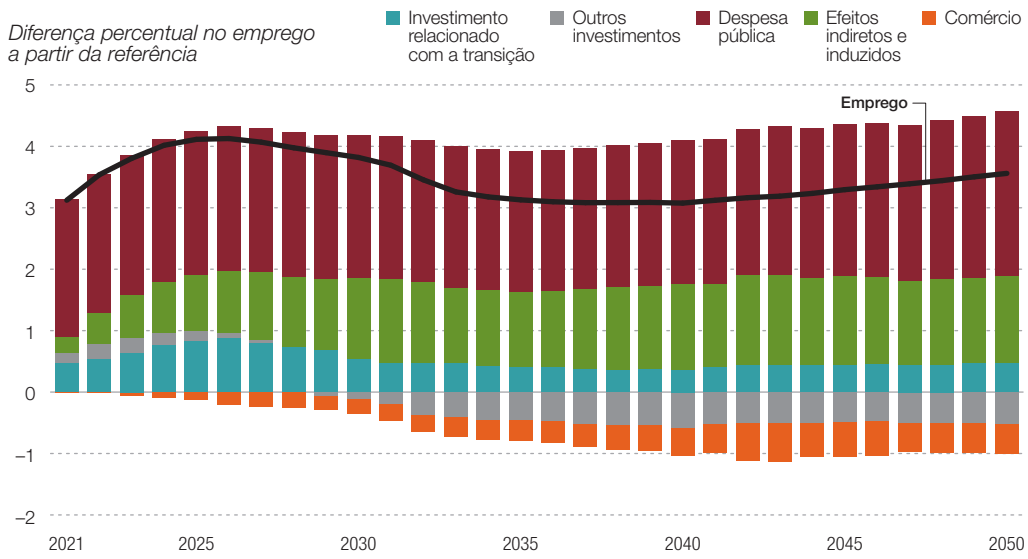
Fonte: REN21 2021.

FIGURA 2.27 **Diferença no PIB entre o cenário de 1,5°C e o atual cenário energético planeado, por fator, 2021–50**



Fonte: RES4Africa, IRENA, e UNECA 2022.

FIGURA 2.28 **Diferença no emprego entre o cenário de 1,5 °C e o atual cenário energético planeado, por fator, 2021–50**



Fonte: RES4Africa, IRENA, e UNECA 2022.

África tem uma vantagem competitiva única em vários grandes setores de crescimento verde (figura 2.29) em que tem de capitalizar para beneficiar da transição para a economia verde. Estes setores incluem as matérias-primas, componentes, produtos e serviços que são relevantes para utilização interna e internacional e que se estendem a todos os setores e ao longo de toda a cadeia de valor. Os setores de crescimento verde em que se deve focar dependerão do contexto, refletindo as capacidades, a experiência, as infraestruturas, as prioridades em termos de políticas, a capacidade para mobilizar investimentos e a procura global. As grandes

África tem uma vantagem competitiva única em vários grandes setores de crescimento verde em que tem de capitalizar para beneficiar da transição para a economia verde

FIGURA 2.29 Os países africanos têm uma vantagem competitiva em vários grandes setores de crescimento verde



Fonte: Análise do Banco Africano de Desenvolvimento.

dotações de África em energias renováveis e minerais e as suas capacidades inovadoras em tecnologias para o desenvolvimento sustentável sugerem um considerável potencial para o crescimento verde.

Produtos de crescimento verde

As energias renováveis como produto, e os produtos verdes que estas permitem mais a jusante na cadeia de valor, são uma pedra angular do potencial do crescimento verde em África. As energias renováveis estão sujeitas à economia de produção – ao invés dos combustíveis fósseis, que estão amplamente sujeitos à economia orientada para os recursos –, permitindo que os países africanos entrem no setor como produtores de componentes como os biogaseificadores, equipamento elétrico e células solares. Uma fábrica de componentes solares FV no Quénia demonstra o potencial do setor em África.

A transição para a energia verde também oferece às empresas africanas a oportunidade de se integrarem mais nas cadeias de valor industriais e de capturar maiores proporções de valor adicionado ao tornarem-se produtores industriais de combustíveis verdes, geralmente considerados fundamentais para a descarbonização global (caixa 2.4). Os combustíveis líquidos verdes são produzidos a partir de hidrogénio verde[55] e de CO_2, mais uma conversão impulsionada pelas energias renováveis.

Materiais e componentes de crescimento verde

África pode beneficiar do aproveitamento das suas grandes dotações em minerais (ver figura

CAIXA 2.4 Deixar escapar: Perspetivas para o hidrogénio verde em África

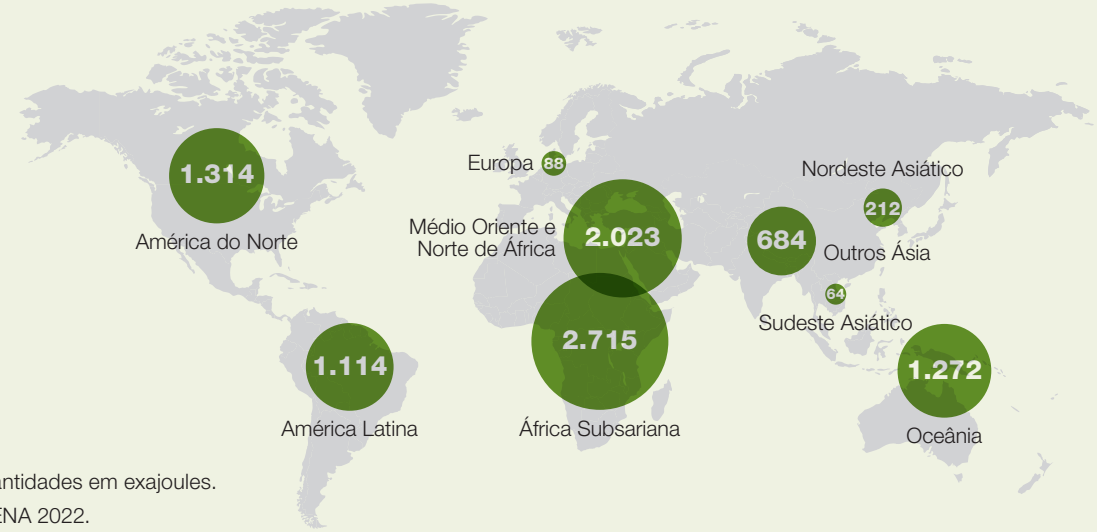
De acordo com a Precedence Research, o mercado global de hidrogénio verde atingirá aproximadamente 90 bilhões de dólares americanos em 2030, para uma taxa de crescimento anual composta de 54 por cento entre 2021 e 2030.[1] Em 2050, as projeções preveem um mercado de hidrogénio verde de 400 a 800 milhões de toneladas, no valor de 0,8 triliões a

(continua)

1,6 triliões de dólares americanos anuais. O hidrogénio verde tem diversas utilizações: para a descarbonização em indústrias químicas e do aço; aquecimento; transporte rodoviário, marítimo e aéreo de mercadorias pesadas; e no setor energético como armazenamento sazonal da indústria e para geração flexível com base em energias renováveis.

África tem o melhor potencial do mundo para produzir hidrogénio barato devido ao seu abundante potencial solar e eólico (figura 2.4.1), mas não está a conseguir agarrar esta oportunidade (ver figura 2.32 no texto principal). Investigações recentes mostram que, em termos práticos, a Europa, por exemplo, não pode descarbonizar a sua indústria química sem depender de importações de combustível verde devido às suas limitadas energias renováveis, e cita África como estando entre as suas fontes mais promissoras.[2]

FIGURA DA CAIXA 2.4.1 Potencial técnico das regiões a nível mundial para a produção de hidrogénio verde barato a preços inferiores a 1,50 dólares americanos por quilograma, em 2050



Nota: Quantidades em exajoules.
Fonte: IRENA 2022.

A Mauritânia está a estabelecer-se como um país africano líder no mercado de hidrogénio verde, tendo previstas a 4ª e a 11.ª maiores instalações de produção de hidrogénio verde do mundo, com mais de 20 gigawatts de capacidade instalada em 2021. O investimento de capital nestas duas instalações é de aproximadamente cinco vezes o PIB da Mauritânia.

Seguem-se oportunidades e riscos selecionados do hidrogénio verde em África:

Oportunidades

- Crescimento verde em grande escala com base na vantagem competitiva de África.
- Alavancagem para transformar os países importadores de combustíveis em exportadores de combustíveis.
- Opção de armazenamento a longo prazo para a energia limpa.
- Multiplicidade de utilizações finais internas e de exportação.
- Facilitador para o aumento do valor acrescentado africano e um impulsionador da industrialização africana.
- Criador de valor, empregos e competências locais.

Riscos

- Elevados custos de investimento inicial.
- Risco da "maldição dos recursos" – dependência muito elevada de um único produto ou indústria que torna a diversificação das exportações mais difícil –, daí a necessidade de utilizar as receitas para diversificar.
- Conflitos ao nível dos recursos pelo uso da terra.
- Risco de foco exclusivo nas exportações; necessidade de assegurar os benefícios locais.
- A escala dos projetos apresenta riscos para a corrupção e transparência, para a exclusão de partes interessadas e para o ambiente a menos que associada à reciclagem e à gestão de resíduos.

Notas:
1. https://www.precedenceresearch.com/green-hydrogen-market. 2. Kätelhön et al. 2019.

2.29) e do seu potencial para produzir componentes críticos a partir desses minerais. As baterias elétricas são um exemplo importante da forma como as dotações de recursos tornam a produção em África bastante mais barata do que em qualquer outro local (caixa 2.5). A indústria das baterias tem um enorme potencial para aproveitar e integrar as capacidades existentes – e frequentemente informais – de reciclagem de materiais preciosos para estabelecer uma indústria "circular" de baterias em África. Outro recurso primário é o gás natural, um potencial combustível de transição para sistemas de energia limpa: dependendo do contexto do país, a produção [de eletricidade] com base no gás natural pode ser vital para vencer diferenças de capacidade embora, dada a sua potencial magnitude, seja fundamental que os planeadores e os decisores avaliem a dimensão dos riscos económicos associados a esses investimentos.

Com apoio ao nível das políticas e financeiro adequado, África pode criar uma grande cadeia de valor de reciclagem e reutilização de baterias de chumbo-ácido e de ião de lítio, mediante a organização e formalização das capacidades informais existentes, ligando as fontes regionais de baterias e normalizando as cadeias de valor das baterias. A reutilização das baterias geraria benefícios ambientais, reduziria os custos das baterias até 30 por cento e construiria uma cadeia de valor de um grande número de postos de trabalho (a venda de 1.000 baterias equivale aproximadamente a 40 novos empregos).

Com apoio ao nível das políticas e financeiro adequado, África pode criar uma grande cadeia de valor de reciclagem e reutilização de baterias de chumbo-ácido e de ião de lítio, mediante a organização e formalização das capacidades informais existentes, ligando as fontes regionais de baterias e normalizando as cadeias de valor das baterias

No entanto, África arrisca-se a perder oportunidades. Apesar de a energia solar ser a sua tecnologia de geração mais barata, com quase 45 por cento do potencial global de energias renováveis combinadas e as muitas oportunidades para o desenvolvimento socioeconómico abordados acima, África é responsável anualmente por aquilo que é quase um erro de arredondamento – 0,5 por cento – de todas as novas instalações solares FV (figura 2.30).

África tem aproximadamente 5 GW (0,7 por cento) da capacidade solar FV instalada mundial. A África do Sul, só por si, é responsável por 42 por cento desta capacidade e três países do Norte de África – Marrocos, Egito e Argélia – por 40 por cento, estando os restantes 18 por cento distribuídos pelos outros 50 países do continente. Tanto o Bloomberg NEF como um estudo da Universidade de Oxford[56] preveem que as quotas de energia solar fotovoltaica e eólica em África não aumentarão acentuadamente durante esta década dados os projetos de energia planeados. Em 2018, menos de 4 por cento da eletricidade em África provinha das energias solar, eólica, geotérmica e de biomassa combinadas e, de acordo com os planos atuais, esta quota não excederá 10 por cento em 2030 (figura 2.31).

De modo semelhante, o mercado emergente de hidrogénio está a desenvolver-se esmagadoramente fora de África (figura 2.32), apesar da vantagem competitiva do continente.[57]

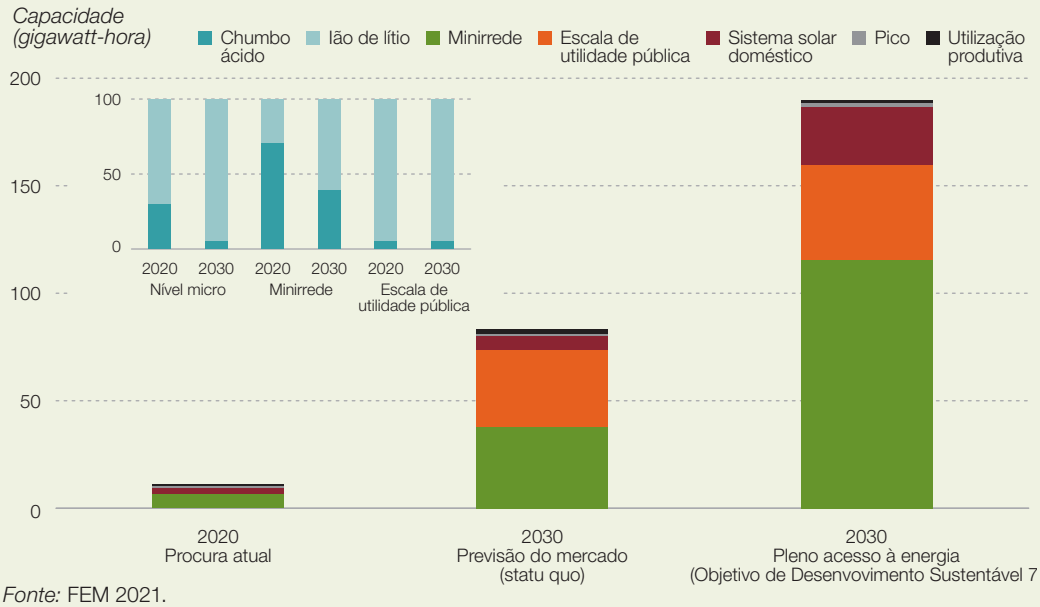
Para além das oportunidades de desenvolvimento perdidas, a dependência continuada dos combustíveis fósseis representa riscos a médio e a longo prazo para as empresas africanas envolvidas no comércio internacional. À medida que as empresas internacionais se estão a comprometer com os objetivos de zero emissões líquidas do Âmbito 3 (que se refere a emissões de ativos que não são propriedade da nem controlados pela empresa mas que se encontram a montante ou a jusante da sua cadeia de valor), as empresas africanas necessitam de assegurar baixas emissões de carbono nas respetivas cadeias de valor. Assim, manter relações comerciais com empresas africanas num país com quotas elevadas de combustíveis fósseis no cabaz energético torna-se mais caro e, portanto, menos atrativo. Por exemplo, diversas regiões e países, incluindo a União Europeia, o Japão e o Canadá, estão a planear – ou já implementaram (Califórnia) – mecanismos de ajustamento transfronteiriço de carbono, que pretendem evitar as fugas de carbono e apoiar as suas crescentes ambições em relação à mitigação das alterações climáticas. Os países africanos e as instituições do continente devem estudar estes mecanismos e aconselhar os governos sobre as formas de se ajustarem às limitações e capitalizarem as oportunidades.

Um tema dominante é que a profundidade da pobreza energética em África exige a intensificação do investimento em infraestruturas energéticas para acelerar o acesso para milhões de pessoas e que, à medida que se diminui a lacuna de acesso, é também essencial assegurar o

CAIXA 2.5 Minerais raros e tecnologia de baterias: Perspetivas para a indústria de baterias em África e lições de países na Organização dos Países Exportadores de Petróleo

O crescimento da energia fora da rede, da produção de energia solar e eólica e da eletrificação dos transportes e da indústria alimenta a procura crescente de baterias em África. Espera-se que a capacidade de baterias fixas em África cresça 22 por cento por ano até 2030, para 83 GWh, e atinja os 190 GWh com o pleno acesso universal à energia (figura 2.5.1).

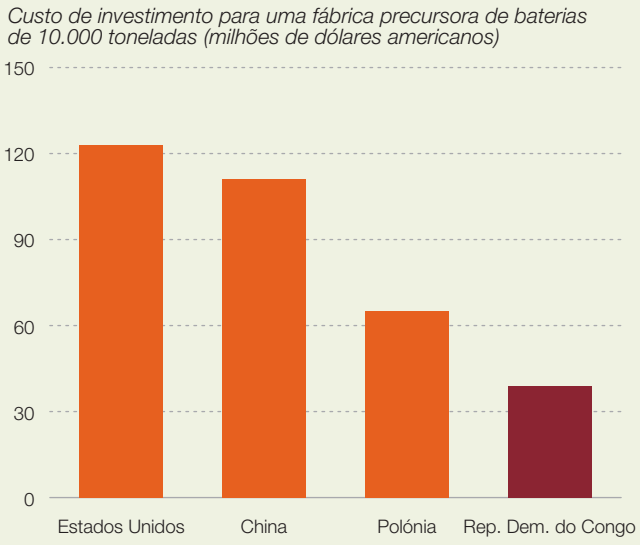
FIGURA DA CAIXA 2.5.1 Potencial técnico de África para a produção de hidrogénio verde barato a preços inferiores a 1,50 dólares americanos por quilograma, em 2050



Fonte: FEM 2021.

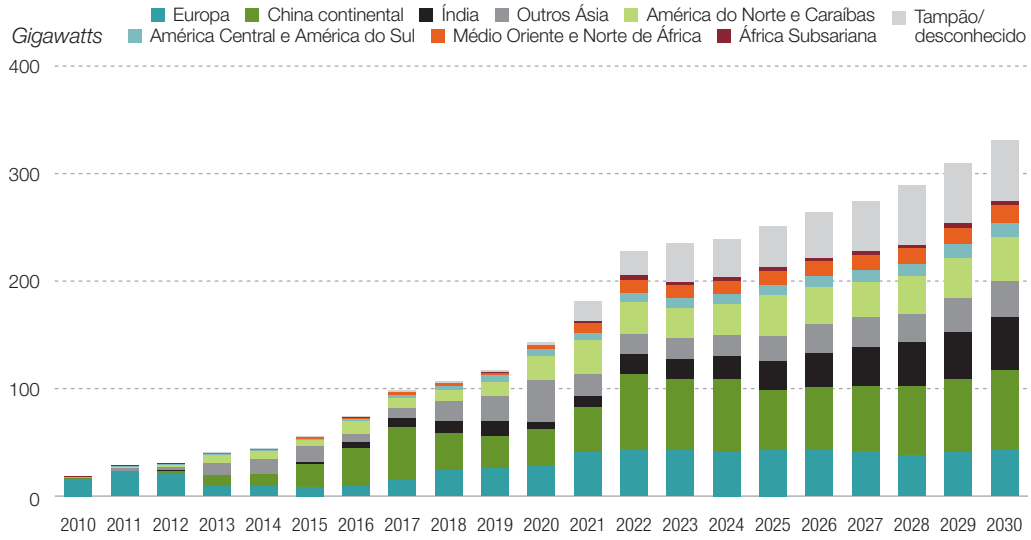
Os países africanos têm presenças estratégicas em minerais de terras raras essenciais para o fabrico de baterias que têm elevada procura mundial. A República Democrática do Congo tem 50 por cento das reservas mundiais de cobalto, e a África do Sul e o Gabão têm quase 40 por cento das reservas mundiais de manganésio. Moçambique e a Tanzânia, embora em menor escala devido à dimensão relativa das respetivas reservas, podem desempenhar um papel na cadeia de valor da grafite. O Zimbabwe pode desenvolver uma presença de nicho no lítio e, devido à logística rentável e ao desenvolvimento pouco dispendioso de projetos, uma fábrica de baterias nesse país custaria aproximadamente um terço de uma fábrica nos Estados Unidos ou na China (figura 2.5.2).

FIGURA DA CAIXA 2.5.2 Custo de investimento de uma fábrica precursora de baterias de 10.000 toneladas, quatro países



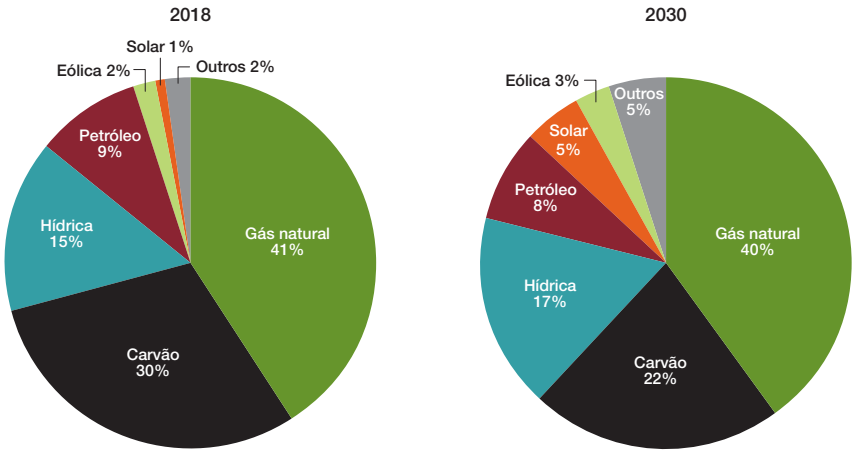
Fonte: BloombergNEF.

FIGURA 2.30 Estimativas e previsões de instalação mundial de energia solar fotovoltaica, 2010–30



Fonte: BloombergNEF, previsão de janeiro de 2022.

FIGURA 2.31 A composição da geração de eletricidade de África em 2018 e as previsões para 2030, com base nos planos nacionais de expansão, sugerem pouco crescimento nas quotas de energia solar e eólica



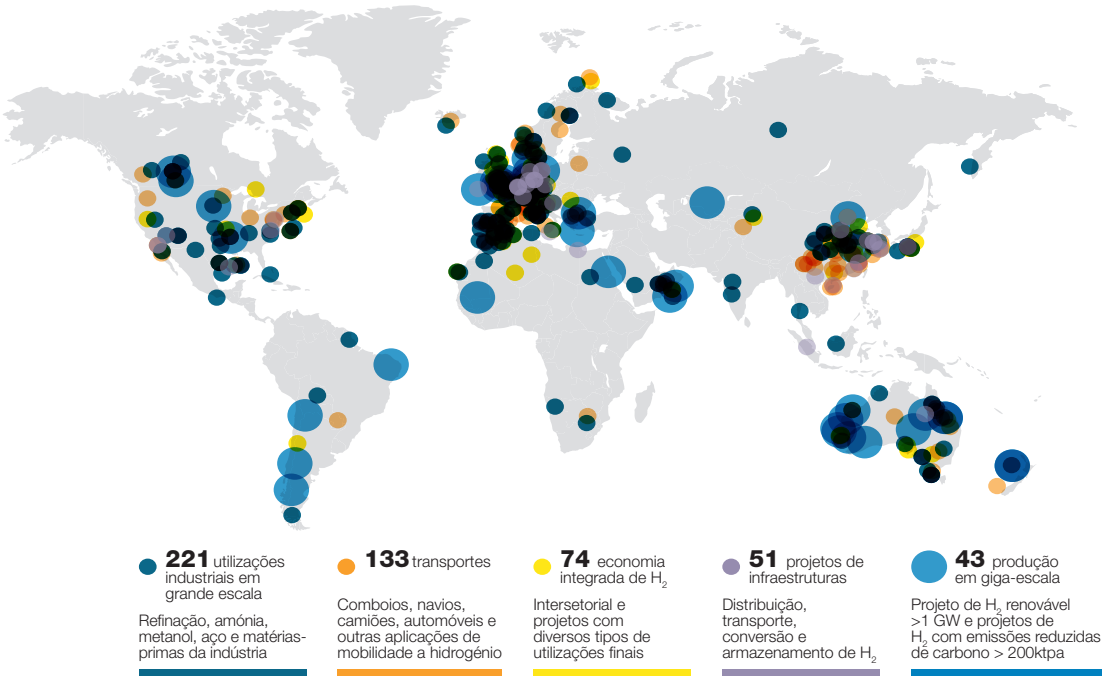
Fontes: Agência Internacional de Energia; Alova, Trotter e Money 2021.

fornecimento de energia de elevada qualidade, acessível e fiável, de uma forma inclusiva e equitativa. O crescimento industrial é essencial para uma economia diversificada e robusta do continente que cumpra as aspirações da Agenda 2063 da transformação económica ancorada na industrialização. Alcançar este objetivo exigirá o rápido desenvolvimento das infraestruturas energéticas de África. Em resumo, África necessita de acesso à energia e de ganhos de desenvolvimento.

Equilibrar as necessidades de energia de África e os seus compromissos climáticos globais

Embora seja essencial que África cumpra a sua quota-parte de compromissos em relação aos objetivos climáticos, também é necessário que

FIGURA 2.32 **Os projetos e investimentos de hidrogénio verde cresceram rapidamente, mas quase todos fora de África, apesar da vantagem competitiva do continente, novembro de 2021**



Fonte: IRENA 2022.

sejam dados a África o espaço em termos de políticas para a transição energética e a descarbonização para equilibrar os objetivos de desenvolvimento e os objetivos climáticos e o horizonte temporal para o fazer. O Diálogo de Alto Nível sobre Energia, em setembro de 2021, na Assembleia Geral da ONU, reconheceu esta realidade para as economias em desenvolvimento, vendo-as a eliminar progressivamente o carvão na década de 2040 e reconhecendo o papel contínuo do gás como combustível de transição, com as economias desenvolvidas a reduzirem a respetiva dependência para atingirem as zero emissões líquidas em 2050.

O futuro sistema energético de África necessita de uma nova forma de apoio financeiro e ao nível das políticas. Existem cada vez mais dados no sentido de que África pode ter tudo: o continente tem a oportunidade de aumentar o seu sistema energético para fornecer eletricidade barata, sustentável e fiável. Contudo, não pode alcançar isto sem aumentar drasticamente o financiamento interno climático e do desenvolvimento e garantir, especialmente, o financiamento externo. As necessidades de desenvolvimento de África, as suas dotações e a oportunidade de transição verde necessitam de ser alavancadas através de financiamento acelerado para o desenvolvimento, de abordagens diferentes para mobilizar o setor financeiro privado e da ligação do financiamento às Contribuições Nacionalmente Determinadas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES SOBRE POLÍTICAS

As alterações e a variabilidade climáticas afetaram fortemente as economias dos países africanos entre 1986 e 2015, tendo causado provavelmente perdas médias anuais no crescimento do PIB per capita de 5 a 15 por cento, com variações regionais que refletem de um modo geral a estrutura económica do país e a sua exposição às alterações climáticas. As economias ricas em recursos, baseadas em serviços e diversificadas

tenderam a experimentar impactos mais limitados, enquanto as economias agrárias sofreram perdas mais elevadas, em grande medida devido à vulnerabilidade à variabilidade da precipitação. As consequências previstas das catástrofes relacionadas com o clima e as alterações em cenários de reduzido (RCP2.6) e elevado (RCP8.5) aquecimento também apresentaram padrões regionais. Prevê-se que os países na África Ocidental e Oriental sejam os mais afetados, com o impacto do cenário de aquecimento elevado a tornar-se progressivamente mais grave.

Compreender a natureza variável dos fatores de *stress* das economias africanas é fundamental para o planeamento da adaptação. Especificamente na adaptação da agricultura, as opções exclusivamente focadas no abastecimento de água – tipicamente, irrigação – podem conduzir a investimentos adaptativos improdutivos visto que os agricultores podem sofrer consequências mais permanentes e graves por via de temperatura e de calor extremos do que por via da insuficiência da água. É, portanto, de primordial importância identificar os problemas de forma contextualizada – sendo elemento central o desenvolvimento resistente às alterações climáticas.

As ações para criar resiliência às alterações climáticas envolvem sinergias que devem ser maximizadas, com cobenefícios de mitigação consideráveis, enquanto muitas outras ações têm benefícios que excedem várias vezes os custos. Estas medidas precisam de ser inclusivas e equitativas, oferecendo uma adaptação justa, considerando os ODS e partindo da análise das melhores opções de adaptação no contexto local. Por exemplo, a agricultura inteligente em termos climáticos pode envolver a adesão às culturas resistentes às alterações climáticas por parte dos pequenos agricultores. Os serviços energéticos acessíveis e fiáveis são importantes para melhorar o bemestar das pessoas, comunidades e sociedades que enfrentam as vulnerabilidades relacionadas com o clima e para ajudar a criar capacidades adaptativas para gerir os riscos climáticos e construir oportunidades em termos dos meios de subsistência.

A pobreza energética em África tem implicações negativas críticas para o crescimento da economia e para os objetivos mais vastos. Apesar de mais de 50 anos de esforços, os sistemas energéticos do continente continuam em grande parte com fraca potência, ineficientes, desiguais e, em última instância, insustentáveis devido às alterações climáticas. Os países que alcançaram a riqueza através da industrialização fizeram-no usando sistemas energéticos centralizados, de grande escala, que dependem dos combustíveis fósseis e de grandes centrais hidroelétricas e infraestruturas associadas. Mesmo sem as pressões adicionadas pelas alterações climáticas, o reduzido acesso à energia moderna tem sido a norma para a maioria dos países africanos, e o reduzido consumo de energia está amplamente relacionado com o baixo PIB per capita e, inversamente, como o IDH. Muitas áreas com reduzido acesso energético – frequentemente, áreas agrícolas – têm fraco acesso a sistemas de comunicação, fracas estradas e fracos sistemas educativos e de saúde, além de uma fraca geração de rendimentos, frequentemente porque não conseguem adicionar valor por meio do processamento agrícola.

Dada a importância da energia para o desenvolvimento económico e sustentável em termos mais amplos, os países africanos têm de desenvolver e apoiar uma transição justa para um sistema de energia limpa que possa conduzir a benefícios socioeconómicos, inclusão social e empoderamento. A atual lacuna de acesso tem de ser encerrada para garantir que as dimensões de equidade não são apenas discutidas nos círculos políticos mas objeto de medidas. As transições para as emissões reduzidas de carbono precisam de ser concebidas propositadamente por meio de procedimentos justos para garantir que as questões de igualdade de género e de justiça social estão incluídas na conceção e na implementação. Os governos africanos têm a responsabilidade de criar as condições de governança e institucionais para que as ambições distributivas estejam ancoradas na justiça processual.

Dadas as baixas emissões de GEE e a sua pobreza energética prevalente, tem de ser atribuído a África um espaço de carbono e um horizonte de planeamento para definir os percursos de transição contextuais ideais que protejam

As ações para criar resiliência às alterações climáticas envolvem sinergias que devem ser maximizadas, com cobenefícios de mitigação consideráveis, enquanto muitas outras ações têm benefícios que excedem várias vezes os custos

as suas aspirações socioeconómicas de transformação. África contribuiu muito pouco para a acumulação de emissões de GEE. Assim, a mera justiça climática exige que não lhe deva ser negado acesso ao orçamento global de carbono remanescente para potencializar a sua industrialização. Especificamente, quando os benefícios do gás natural ultrapassem os riscos económicos dos ativos improdutivos, dos custos elevados da eletricidade e de uma diminuição do desempenho macroeconómico, o gás natural deve ser permitido como combustível de transição. O gás também pode ser usado com as energias renováveis para ajudar a ultrapassar a intermitência do fornecimento de energia. A composição do cabaz energético dependerá em última instância de uma série de fatores, incluindo a velocidade e a dimensão do financiamento e a tecnologia para desenvolver e acelerar as opções de energias renováveis nos países africanos.

O conflito Rússia–Ucrânia e o impacto que este tem no mercado global da energia também lançaram alguma luz sobre as limitações do setor emergente das energias renováveis para fazer face ao aumento global de procura de energia. Para contrariarem a escassez de energia devido ao embargo ao petróleo e gás russos, as economias avançadas estão a recorrer a fontes de energia a carvão e a outros métodos que são prejudiciais para o ambiente, como o fraturamento hidráulico *[fracking]*. Embora esses esforços possam ser justificados para preencher a lacuna nas necessidades de energia a curto prazo, contrariam os princípios globais estabelecidos para uma transição energética justa, com que estes países se comprometeram. Os países que enfrentam pobreza energética extrema e uma elevada vulnerabilidade aos efeitos das alterações climáticas, mas que contribuem de forma desproporcionalmente muito reduzida para as emissões globais de carbono, podem considerar que estas ações prejudicam a credibilidade e a confiança nas parcerias globais rumo a uma transição energética justa.

Os países africanos podem escolher entre várias vias de transição, dependendo das respetivas circunstâncias, recursos e finanças. Quaisquer que sejam as vias escolhidas, o setor energético tem de ser concebido tecnicamente para satisfazer as necessidades de desenvolvimento sustentável do continente. A exploração do acesso às tecnologias globais e a adaptação dessas tecnologias para explorar os abundantes e variados recursos energéticos de África devem ser a pedra angular de um futuro sistema energético africano no contexto de um quadro mais vasto de acesso universal à energia, como sublinhado no Acordo de Paris e nas declarações posteriores. Uma transição energética justa também significa assegurar que os benefícios da transição para o futuro sistema energético de África são distribuídos equitativamente e que os países não são impedidos de aceder à cadeia de valor de fabrico de tecnologias verdes. A guerra entre Ucrânia e Rússia e o seu impacto no mercado de energia global também serviram para pôr a nu as limitações do nascente setor das energias renováveis para responder ao aumento da procura de energia a nível global. No sentido de fazer frente ao défice energético decorrente do embargo ao petróleo e ao gás russos, as economias avançadas estão a recorrer a fontes energéticas movidas a carvão e a outros métodos ambientalmente nocivos como o fraturamento hidráulico. Embora tais ações se possam justificar para colmatar lacunas nas necessidades energéticas a curto prazo, vão contra os princípios globais estabelecidos para uma transição energética com os quais esses países se comprometeram. Os países a braços com pobreza energética extrema e elevada vulnerabilidade aos efeitos das alterações climáticas, e que, no entanto, em termos proporcionais, contribuem muito pouco para as emissões de carbono a nível global, poderão considerar essas ações prejudiciais para a credibilidade e a confiança das parecerias globais com vista a uma transição energética justa.

A integração de grandes quotas de energia solar e eólica em África é possível e é mais barata do que outras opções, mas exige grandes investimentos iniciais com uma combinação de medidas, designadamente geração flexível, tecnologias de armazenamento, interconectividade regional e continental, integração do setor e medidas do lado da procura, assim como

Dada a importância da energia para o desenvolvimento económico e sustentável em termos mais amplos, os países africanos têm de desenvolver e apoiar uma transição justa para um sistema de energia limpa que possa conduzir a benefícios socioeconómicos, inclusão social e empoderamento

sistemas energéticos fora da rede. Uma grande parte de África pode, contudo, estar a perder esta oportunidade.

A transição para a energia verde tem um potencial de transformação para a economia, o emprego, o bem-estar e um desenvolvimento sustentável mais vasto de África. O continente tem vantagens competitivas em diversas matérias-primas – designadamente, no hidrogénio verde – e na fabricação de alguns componentes, produtos industriais e serviços para o crescimento verde. A questão de saber se explorará essas vantagens será crucial para as vidas e meios de subsistência de todos os africanos nas próximas décadas.

NOTAS

1. PIAC/IPCC 2021.
2. PIAC/IPCC 2022.
3. O IRC foi calculado usando a análise de componentes principais e normalizado entre 0 e 100 para comparabilidade.
4. Rifat e Liu 2020.
5. OMM 2019.
6. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado como um índice compósito relativo à esperança de vida, educação e nível de vida (PIB per capita).
7. Baarsch et al. 2020.
8. O RCP2.6 representa um cenário de aquecimento baixo do patamar de emissões e concentração que visa limitar o aumento da temperatura média global até 2°C até ao final do século, ao passo que o RCP8.5 representa um cenário de aquecimento elevado de limitação do aumento da temperatura até 5°C.
9. https://www.gfdl.noaa.gov/climate-modeling/.
10. Carleton et al. 2020.
11. Baker e Anttila-Hughes 2020.
12. Este capítulo usa a metodologia do Índice de Adaptação Global da Universidade de Notre Dame para definir vulnerabilidade e prontidão climática (Carleton et al. 2020).
13. IDMC 2021.
14. Desai e Mandal 2021.
15. Tesfaye et al. 2017; Teklewold et al. 2017; Teklewold e Mekonnen 2017.
16. FMI 2020.
17. FMI 2020.
18. Knippenberg e Hoddinott 2017.
19. Niang et al. 2014.
20. AIE 2019.
21. Lipper et al. 2014; Taylor 2018.
22. Culver 2017.
23. Mulugetta et al. 2019.
24. McKinsey & Co. 2015.
25. IRENA 2022.
26. AIE 2019.
27. Moner-Girona et al. 2021.
28. Base de dados do Banco Mundial.
29. O orçamento de carbono representa o valor acumulado de emissões de dióxido de carbono (CO_2) permitido ao longo de um período de tempo para manter um determinado limiar de temperatura. Os limiares normalmente utilizados são 2°C e 1,5°C acima do período pré-industrial.
30. PIAC/IPCC 2021.
31. Evans 2021.
32. Diálogo de Alto Nível das Nações Unidas sobre Energia 2021.
33. Chen et al. 2019.
34. UNU-INRA 2019.
35. IRENA 2020.
36. IRENA e Banco Africano de Desenvolvimento 2022.
37. Mercure et al. 2021.
38. O custo nivelado da eletricidade é definido como o preço a que a eletricidade gerada deve ser vendida para o sistema atingir um nível de equilíbrio no final da sua vida útil.
39. IRENA 2021; Lazard 2021.
40. Doorga, Hall e Eyre 2022.
41. IRENA e Banco Africano de Desenvolvimento 2022.
42. Alova, Trotter e Money 2021.
43. Eberhard et al. 2017.
44. Flexibilidade é a capacidade do sistema energético de responder rapidamente às alterações na posição oferta-procura, como alterações na produção variável de energias renováveis, falhas na geração e variações na procura (Operador Australiano do Mercado de Energia 2018).
45. Sterl 2021.
46. Barasa et al. 2018.
47. Sterl et al. 2020.

48. Conselho de Energia Limpa 2021; Lazard 2021.
49. Haney et al. 2019.
50. Moner-Girona et al. 2021.
51. Fisher et al. 2021.
52. Tenenbaum, Greacen e Vaghela 2018.
53. RES4Africa, IRENA e UNECA 2022.
54. Mercure et al. 2021.
55. O hidrogénio verde é produzido a partir da utilização de grandes quantidades de ER para separar a água em hidrogénio e oxigénio num processo denominado eletrólise. O hidrogénio é um gás combustível que emite unicamente água quando é queimado.
56. Alova, Trotter e Money 2021.
57. Os investimentos de África na energia fora da rede foram prejudicados pela pandemia de COVID-19. Embora de um modo geral tivessem mantido a sua posição, ainda são demasiado pequenos para atingir o acesso universal à energia.

REFERÊNCIAS

AIE (Agência Internacional de Energia) 2019. *Africa Energy Outlook 2019*. [*Panorama Energético de África 2019*] Paris: AIE.

Alao, O., e W. Kruger. 2022. "Review of Private Power Investments in Sub-Saharan Africa in 2021." Documento de Trabalho 2022/01, Power Futures Lab, Universidade da Cidade do Cabo (2022), Cidade do Cabo, África do Sul.

Alova, G., P. A. Trotter e A. Money. 2021. "A Machine-learning Approach to Predicting Africa's Electricity Mix Based on Planned Power Plants and Their Chances of Success." *Nature Energy* 6 (2): 158–166.

Baarsch, F., J. R. Granadillos, W. Hare, M. Knaus, M. Krapp, M. Schaeffer e H. Lotze-Campen. 2020. "The Impact of Climate Change on Incomes and Convergence in Africa." *World Development* 126: 104699.

Baker, R. E., e J. Anttila-Hughes. 2020. "Characterizing the Contribution of High Temperatures to Child Undernourishment in Sub-Saharan Africa." *Scientific Reports* 10 (1): 1–10.

Banco Africano de Desenvolvimento, PNUA (Programa das Nações Unidas para o Ambiente) e UNECA (Comissão Económica das Nações Unidas para África). 2019. "Climate Change Impacts on Africa's Economic Growth 2019." Abijão, Costa do Marfim: Banco Africano de Desenvolvimento.

Barasa, M., D. Bogdanov, A. S. Oyewo e C. Breyer. 2018. "A Cost Optimal Resolution for Sub-Saharan Africa Powered by 100 Percent Renewables in 2030." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92 (2018): 440–457.

Carleton, T. A., A. Jina, M. T. Delgado, M. Greenstone, T. Houser, S. M. Hsiang, A. Hultgren, R. E. Kopp, K. E. McCusker, I. B. Nath, J. Rising, A. Rode, H. K. Seo, A. Viaene, J. Yuan e A. T. Zhang. 2020. "Valuing the Global Mortality Consequences of Climate Change Accounting for Adaptation Costs and Benefits." Documento de Trabalho n.º 27599, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

Centro Global de Adaptação 2021. *State and Trends in Adaptation Report 2021: How Adaptation Can Make Africa Safer, Greener and More Prosperous in a Warming World.* https://gca.org/wp-content/uploads/2021/10/GCA_STA21_Sect1_Macroeconomics.pdf.

Collett, K. A., M. Byamukama, C. Crozier e M. McCulloch. 2020. "Energy and Transport in Africa and South Asia." Documento de Trabalho da Universidade de Oxford, Oxford, Reino Unido.

Conselho de Energia Limpa [Clean Energy Council]. 2021. *Battery Storage: The New Clean Peaker*. Melbourne, Austrália: Conselho de Energia Limpa [Clean Energy Council].

Culver, L. 2017. "Energy Poverty: What You Measure Matters." Trabalhos do Simpósio "Reducing Energy Poverty with Natural Gas: Changing Political, Business and Technology Paradigms", Stanford, Califórnia.

Desai, B. H., e M. Mandal. 2021. "Role of Climate Change in Exacerbating Sexual and Gender-based Violence against Women: A New Challenge for International Law." *Environmental Policy and Law* 51: 137–157.

Diálogo de Alto Nível sobre Energia da ONU 2021 "New Commitments at UN Energy Summit a Major Stride towards Affordable and Clean Energy, but Much Work ahead to Halve Energy Access Gap by 2025." Comunicado de imprensa de 24 de setembro. https://www.un.org/en/hlde–2021/page/new-commitments-un-energy-summit.

Doorga, J. R., J. W. Hall e N. Eyre. 2022. "Geospatial Multi-criteria Analysis for Identifying Optimum Wind and Solar Sites in Africa: Towards Effective Power Sector Decarbonization." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 158: 112107.

Eberhard, A., K. Gratwick, E. Morella e P. Antmann. 2017. "Independent Power Projects in Sub-Saharan Africa: Investment Trends and Policy Lessons." *Energy Policy* 108: 390–424.

Evans, S. 2021. "Analysis: Which Countries Are Historically Responsible for Climate Change?" *CarbonBrief*, 5 de outubro. https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change.

FEM (Fórum Económico Mundial) 2021. "Closing the Loop on Energy Access." Livro Branco, Fórum Económico Mundial, Genebra.

Fisher, S., D. C. Bellinger, M. L. Cropper, P. Kumar, A. Binagwaho, J. B. Koudenoukpo, Y. Park, G. Taghian e P. J. Landrigan. 2021. "Air Pollution and Development in Africa: Impacts on Health, the Economy, and Human Capital." *The Lancet Planetary Health* 5 (10): e681–e688.

FMI (Fundo Monetário Internacional). 2020. *Fiscal Monitor, outubro de 2020: Policies for the Recovery*. Washington, DC: FMI.

Haney, A., S. Stritzke, P. Trotter, A. Puranasamriddhi, A. Madhlopa, B. Batidzirai, P. Twesigye e A. Moyo. 2019. "Electricity for Integrated Rural Development: The Role of Businesses, the Public Sector and Communities in Uganda and Zambia." Projeto RISE (Renewable, Innovative and Scalable Electrification), Relatório Profissional, Universidade de Oxford, Oxford, Reino Unido. 2019.

IDMC (Centro de Monitorização de Deslocamento Interno). 2020. *Internal Displacement in a Changing Climate*. Genebra: IDMC.

IRENA (Agência Internacional das Energias Renováveis). 2020. *Off-grid Renewable Energy Solutions: Global and Regional Status and Trends*. Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos. IRENA.

IRENA (Agência Internacional das Energias Renováveis). 2021. "Renewable Power Generation Cost 2021." Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos: IRENA. https://www. irena.org/costs/Power-Generation-Costs/Solar-Power. Consultado em 12 de abril de 2022.

IRENA (Agência Internacional das Energias Renováveis). 2022. Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor. Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos: IRENA.

IRENA (Agência Internacional das Energias Renováveis) e Banco Africano de Desenvolvimento. 2022. *Renewable Energy Market Analysis: Africa and Its Regions*. Abu Dhabi, Emirados Árabes Unidos, e Abijão, Costa do Marfim: IRENA e Banco Africano de Desenvolvimento.

Kätelhön, A., R. Meys, S. Deutz, S. Suh e A. Bardow. 2019. "Climate Change Mitigation Potential of Carbon Capture and Utilization in the Chemical Industry." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116 (23): 11187–11194. [*Trabalhos da Academia Nacional de Ciências* 116 (23)]

Knippenberg, E., e J. F. Hoddinott. 2017. "Shocks, Social Protection, and Resilience: Evidence from Ethiopia." Documento de Trabalho 109 do ESSP, Instituto Internacional de Pesquisa em Política Alimentar (IFPRI) e o Instituto para a Investigação do Desenvolvimento na Etiópia (EDRI), Adis Abeba, Etiópia.

Lazard. 2021. "Levelized Cost of Energy, Levelized Cost of Storage, and Levelized Cost of Hydrogen." https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-levelized-cost-of-storage-and-levelized-cost-of-hydrogen/. Consultado em 6 de abril de 2022.

Lipper, L., P. Thornton, B. M. Campbell, T. Baedeker, A. Braimoh, M. Bwalya, P. Caron, A. Cattaneo, D. Garrity, K. Henry, R. Hottle, L. Jackson, A. Jarvis, F. Kossam, W. Mann, N. McCarthy, A. Meybeck, H. Neufeldt, T. Remington, P. T. Sen, R. Sessa, R. Shula, A. Tibu e E. F. Torquebiau. 2014. "Climate-smart Agriculture for Food Security." *Nature Climate Change* 4 (12): 1068–1072.

McKinsey & Co. 2015. *Brighter Africa: The Growth Potential of Sub-Saharan Electricity Sector Africa*. https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/dotcom/client_service/EPNG/PDFs/Brighter_Africa-The_growth_potential_of_the_sub-Saharan_electricity_sector.ashx. Consultado em 6 de abril de 2022.

Mercure, J. F., P. Salas, P. Vercoulen, G. Semieniuk, A. Lam, H. Pollitt, P. B. Holden, N. Vakilifard, U. Chewpreecha, N. R. Edwards e J. E. Vinuales. 2021. "Reframing Incentives for Climate Policy Action." *Nature Energy* 6 (12): 1133–1143.

Meyer, A. 1999. "The Kyoto Protocol and the Emergence of 'Contraction and Convergence' as a Framework for an International Political Solution to Greenhouse Gas Emissions Abatement." Em O. Hohmeyer e K. Rennings (eds.), *Man-Made Climate Change*. ZEW Economic Studies, Volume 1. Heidelberg, Alemanha: Physica.

Mitchell, I., L. Robinson e A. Tahmasebi. 2021. "Valuing Climate Liability." Notas do CGD, Centro para o Desenvolvimento Global, Washington, DC.

Moner-Girona, M., G. Kakoulaki, G. Falchetta, D. J. Weiss e N. Taylor. 2021. "Achieving Universal Electrification of Rural Healthcare Facilities in Sub-Saharan Africa with Decentralized Renewable Energy Technologies." *Joule* 5 (10): 2687–2714.

Mulugetta, Y., P. Carvajal, J. Haselip e T. Spencer. 2019. "Bridging the Gap: Global Transformation of the Energy System." Capítulo 6 do *The Emissions Gap Report 2019*. Nairobi: PNUA (Programa das Nações Unidas para o Ambiente).

Niang, I., O. C. Ruppel, M. A. Abdrabo, A. Essel, C. Lennard, J. Padgham e P. Urquhart. 2014. "Africa." Em *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part B: Regional Aspects: Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Alterações Climáticas em 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade: Parte B: Aspetos Regionais: Contributo do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas*.] Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

Operador Australiano do Mercado de Energia. 2018. "Power System Requirements." Documento de Referência. Maio de 2018. Operador Australiano do Mercado de Energia (Australian Energy Market Operator Limited).

OMM (Organização Meteorológica Mundial) 2019. "WMO Statement on the State of the Global Climate in 2019." OMM-n.º 1248, Organização Meteorológica Mundial, Genebra. https://library.wmo.int/doc_num. php?explnum_id=10211. PIAC/IPCC (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas). 2021. "Summary for Policymakers." ["Síntese para decisores políticos."] Em *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [*Alterações Climáticas em 2021: Elementos de ciências físicas. Contributo do Grupo de Trabalho I para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas.]* Genebra: PIAC/IPCC.

PIAC/IPCC (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas). 2022. "Summary for Policymakers." ["Síntese para decisores políticos."] Em *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [*Alterações Climáticas em 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade. Contributo do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas.*] Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. Prestes a ser publicado.

REN21. 2021. *Renewables 2021 Global Status Report*. Paris: Secretariado da REN21.

RES4A (Soluções de Energias Renováveis para África), IRENA (Agência Internacional das Energias Renováveis) e UNECA (Comissão Económica das Nações Unidas para África). 2022. *Towards a Prosperous and Sustainable Africa: Maximising the Socio-economic Gains of Africa's Energy Transition*. Roma: Fundação RES4Africa.

Rifat, S. A. A., e W. Liu. 2020. "Measuring Community Disaster Resilience in the Conterminous Coastal United States." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9: 469.

Sterl, S. 2021. "A Grid for all Seasons: Enhancing the Integration of Variable Solar and Wind Power in Electricity Systems across Africa." *Current Sustainable/ Renewable Energy Reports* 8 [*Relatórios Atuais sobre Energia Sustentável/Renovável* 8]: 274–281.

Sterl, S., I. Vanderkelen, C. J. Chawanda, D. Russo, R. J. Brecha, A. van Griensven, N. P. M. van Lipzig e W. Thiery. 2020. "Smart Renewable Electricity Portfolios in West Africa." *Nature Sustainability* 3: 710–719.

Taylor, M. 2018. "Climate-smart Agriculture: What Is It Good for?" *The Journal of Peasant Studies* 45 (1): 89–107.

Teklewold, H., e A. Mekonnen. 2017. "The Tilling of Land in a Changing Climate: Empirical Evidence from the Nile Basin of Ethiopia." *Land Use Policy* 67: 449–459.

Teklewold, H., A. Mekonnen, G. Kohlin e S. Di Falco. 2017. "Does Adoption of Multiple Climate-smart Practices Improve Farmers' Climate Resilience? Empirical Evidence from the Nile Basin of Ethiopia." *Climate Change Economics* 8 (1): 1750001.

Tenenbaum, B., C. Greacen e D. Vaghela. 2018. "*Mini--Grids and Arrival of the Main Grid: Lessons from Cambodia, Sri Lanka, and Indonesia*." Relatório Técnico 013/18 do Programa de Assistência à Gestão do Setor Energético (ESMAP), Banco Mundial, Washington, DC.

Tesfaye, K., P. H. Zaidi, S. Gbegbelegbe, C. Boeber, D. B. Rahut, F. Getaneh, S. Kaliyamoorthy, O. Erenstein e C. Stirling. 2017. "Climate Change Impacts and Potential Benefits of Heat-tolerant Maize in South Asia." *Theoretical and Applied Climatology* 130 (3): 959–970.

UNU-INRA (Universidade das Nações Unidas – Instituto para os Recursos Naturais em África). 2019. "Africa's Development in the Age of Stranded Assets." Documento de Discussão, UNU-INRA, Acra, Gana.