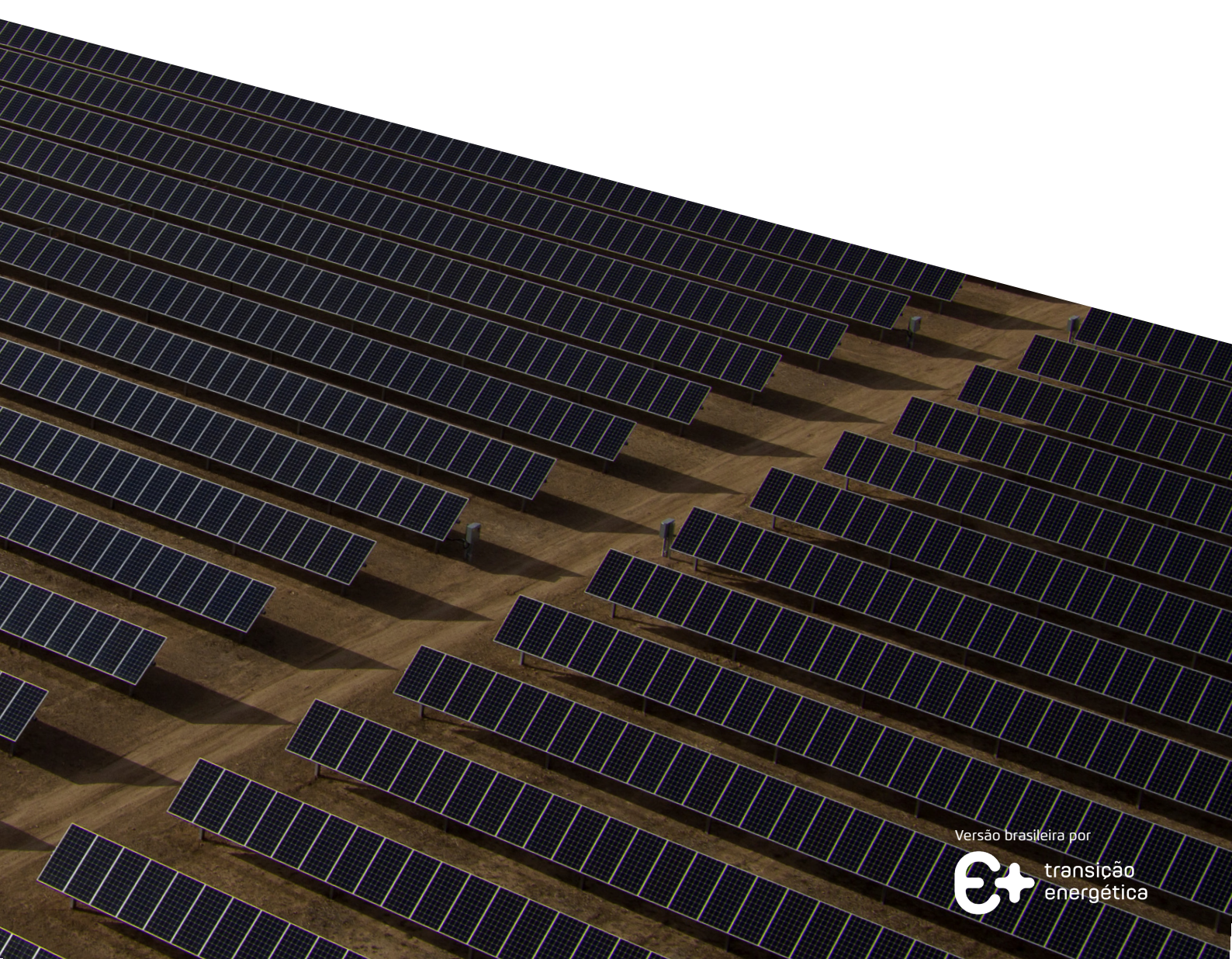


UMA PALAVRA SOBRE

RENOVÁVEIS DE BAIXO CUSTO

A Revolução das Renováveis:
Como Garantir Renováveis de Baixo Custo



Versão brasileira por

 transição
energética

UMA PALAVRA EM

RENOVÁVEIS DE BAIXO CUSTO

EDITORIAL

Renováveis de Baixo Custo

A Revolução das Renováveis:
Como garantir renováveis de baixo custo

COMISSIONADO POR:

Agora Energiewende
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlim
P +49. (0) 30. 700 14 35-000
F +49. (0) 30. 700 14 35-129
www.agora-energiewende.de
info@agora-energiewende.de

AUTORES:

Toby D. Couture (E3 Analytics)
David Jacobs e Nathan Appleman
(IET – International Energy Transition)

Layout: Marica Gehlfuß

Imagem da capa: unsplash.com/publicpowerorg

Tradução para português: Bráullio Souza

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag

140/02-won-2018/EN

Publicação: setembro 2018



Esta publicação está disponível
para *download* com este código QR.

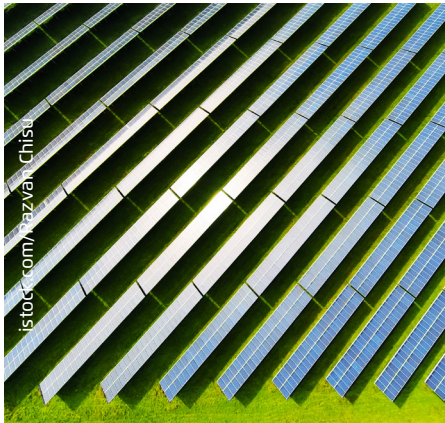
O QUE VOCÊ APRENDERÁ

A energia renovável emergiu rapidamente como a fonte de menor custo da nova geração elétrica na maioria dos mercados de eletricidade ao redor do mundo

ver mais na página 11

Preços recentes de energia renovável estão abalando o cenário energético global: com as tecnologias de energia renovável se

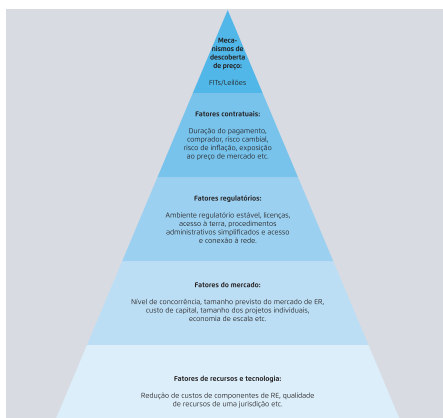
tornando **as fontes de menor custo para a nova geração elétrica**, governos e concessionárias ao redor do mundo estão comprando mais, desencadeando um poderoso ciclo de retorno, enquanto as economias de escala continuam a crescer, as cadeias de suprimentos amadurecem e as tecnologias continuam a melhorar. Juntos, esses desenvolvimentos estão no processo de transformar a recente vantagem de custo das renováveis em uma vantagem competitiva permanente.



Os recentes preços revolucionários das energias renováveis são o produto de uma ampla gama de diferentes fatores contratuais, regulatórios, de mercado e relacionados a recursos

ver mais na página 17

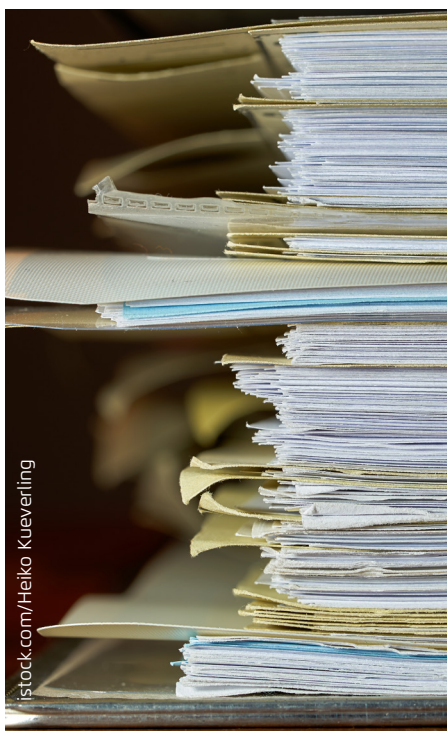
Devido a uma poderosa combinação de fatores políticos e de mercado, incluindo abundantes recursos energéticos renováveis, alguns países como México, Chile e Emirados Árabes Unidos alcançaram recentemente recordes de preços baixos – em torno de 0,02 USD/kWh – para projetos eólicos e solares de larga escala. Este relatório organiza esses vários elementos em uma “pirâmide” de fatores contratuais, regulatórios, de mercado e relacionados a recursos. Cada componente desempenha um papel crítico na redução dos custos gerais de um projeto de energia renovável.



Embora os formuladores de políticas não possam controlar a qualidade dos recursos, muitos elementos cruciais de política e regulamentação estão sob seu controle e podem ser projetados para apoiar o crescimento rápido e duradouro da energia renovável

ver mais na página 21

Para pequenos países insulares, regiões sem litoral, climas do norte e regiões mais nebulosas do globo, alcançar as energias renováveis de menor custo vistas em mercados como México, Arábia Saudita ou Emirados Árabes Unidos pode ser impossível. **As condições de recursos e de mercado podem simplesmente impedir a geração de eletricidade a esses custos revolucionários.** O desafio para cada jurisdição é, portanto, fazer o melhor uso dos elementos regulatórios e de políticas disponíveis para apoiar a obtenção de energias renováveis com o menor custo possível sob as condições locais. Os formuladores de políticas devem se esforçar para fazer o melhor uso das condições existentes de recursos e de mercado, ao mesmo tempo em que calibram seus projetos de regulamentação, políticas e contratos para reduzir os principais riscos de investimento.



Atingir o menor custo possível por kWh é apenas uma parte da equação: em alguns casos, os governos introduziram políticas que aumentam ligeiramente os custos dos projetos para cumprir outras prioridades políticas

ver mais na página 20

Há muitos objetivos políticos que justificam o pagamento de preços ligeiramente mais altos: se o fornecimento de eletricidade for escasso,

pode haver um prêmio para se conseguir que nova geração seja construída rapidamente, o que pode prevalecer sobre o enfoque tradicional dos formuladores de políticas e reguladores no custo. Da mesma forma, os formuladores de políticas podem desejar garantir que a maior parte ou a totalidade da capacidade contratada realmente seja construída, em vez de ver um grande número de propostas dos licitantes entrarem em colapso devido à oferta de valores muito baixos. Além disso, outras jurisdições podem desejar incentivar mais manufatura doméstica, desenvolvimento da cadeia de suprimentos local ou investimentos na comunidade, apesar do fato de que tais elementos provavelmente se refletirão em um custo maior por kWh.

Portanto, há uma série de *trade-offs* inerentes à busca por energias renováveis de menor custo. Os formuladores de políticas podem optar por priorizar esses ou outros aspectos, reconhecendo que o estabelecimento de uma estratégia de transição energética de longo prazo pode envolver, e até mesmo exigir, a presença de uma tensão dinâmica entre os diferentes objetivos da política.



Mão de obra qualificada e empreiteiros especializados não são apenas um pré-requisito para realizar projetos de energia renovável no prazo e no custo desejados. Eles também são o resultado de uma estratégia bem implementada para a construção desses projetos.

CONTEÚDO

Introdução	9
Parte 1: Entendendo o ambiente favorável	13
Parte 2: Os alicerces	17
2.1 Fatores de mercado	17
2.2 Fatores regulatórios	21
2.3 Fatores contratuais (PPAs)	25
Referências	33

Introdução

As tecnologias de energia renovável sofreram drásticas reduções de custos nos últimos anos, tornando-se amplamente competitivas em termos de custo tanto com combustíveis fósseis como com fontes nucleares em mercados ao redor do mundo. No processo, as energias renováveis redefiniram o cenário energético global: os fluxos globais de investimentos favorecem cada vez mais as tecnologias de energia renovável, e os contínuos ganhos das economias de escala e de aprimoramento tecnológico estão posicionados para transformar essa vantagem de custo relativamente recente em uma vantagem competitiva permanente.

De um custo não subsidiado de aproximadamente 76 USD/watt em 1976, os preços dos módulos solares fotovoltaicos (FV) caíram para menos de 0,50 USD/watt em 2017, com os custos totais de instalação para sistemas fotovoltaicos montados em solo recentemente ficando abaixo de 1 USD/watt.¹ Essa rápida redução de custos é evidenciada em rodadas recentes de leilões em todo o mundo.

Nos últimos meses, o lance vencedor em um leilão de energia solar na Arábia Saudita foi de 1,79 centavos de dólar/kWh,² e preços semelhantes foram alcançados nos Emirados Árabes Unidos³ (2,42 centavos de dólar/kWh), no Chile⁴ (2,91 centavos de dólar/kWh) e no México⁵ (3,17 centavos de dólar/kWh de preço médio para todas as propostas).

No setor de energia eólica, foram observados declínios similares nos custos. Nos locais com mais vento, o custo nivelado da geração de energia eólica nos EUA era de cerca de 55 centavos de dólar/kWh em 1980.

Em 2000, esse custo declinou em mais de 90%, para aproximadamente 6 centavos de dólar/kWh. Além disso, as recentes tendências tecnológicas já estão promovendo mais reduções.⁶ Vários leilões recentes de energia eólica *onshore* no Peru e no Marrocos renderam resultados entre 2,7 centavos de dólar/kWh e 3,4 centavos de dólar/kWh.⁷ O recente leilão de energia eólica *onshore* da província de Alberta, no Canadá, em dezembro de 2017, resultou em 2,88 centavos de dólar/kWh,⁸ enquanto o leilão de novembro de 2017 no México obteve uma oferta de energia eólica *onshore* vencedora de 1,77 centavos de dólar/kWh.⁹

Apesar de ter chegado relativamente tarde à festa, a energia eólica *offshore* está passando por uma evolução igualmente notável: os primeiros leilões eólicos *offshore* no Mar do Norte em 2010 geraram custos de pouco mais de 160 EUR/MWh; as licitações mais recentes renderam preços na faixa de 60 EUR/MWh, representando um notável declínio de custos de 60% em pouco menos de sete anos. À medida que os modelos de turbinas maiores entram em operação e as equipes de operações e manutenção *offshore* (O&M) crescem em escala e sofisticação, são esperadas reduções de custo adicionais.

Essas notáveis reduções de preço são um sinal inconfundível de que os sistemas de eletricidade em todo o mundo estão prontos para mudanças rápidas à medida que as tecnologias de energia renovável, em particular a energia solar e eólica, se tornam as opções padrão de menor custo para o novo fornecimento de eletricidade. Enquanto os meios de comunicação, os analistas e os reguladores ficam maravilhados com os rápidos declí-

1 Roselund (2017).

2 Dipaola M. (2017a).

3 Dezem, M. (2017).

4 López, B. (2017).

5 American Wind Energy Association (2017).

6 Dipaola, M. (2017b).

7 Ver Agora Energiewende (2017).

8 <https://www.nationalobserver.com/2017/12/14/news/alberta-blows-past-competition-claim-cheapest-wind-energy-rate>

9 <http://www.renewableenergymexico.com/mexicos-third-long-term-electricity-auction-the-results-and-the-comparison/>

nios nos custos que ocorreram nos últimos anos, menos atenção foi dedicada à compreensão das condições que permitiram tais licitações de baixo custo.

Este artigo procura analisar como esses custos historicamente baixos (refletidos principalmente, mas não exclusivamente, por meio de ofertas nos leilões recentes) estão ocorrendo e quais condições subjacentes os tornaram possíveis. Como tal, este documento foi escrito para apoiar os formuladores de políticas na criação de ambientes políticos para permitir renováveis de baixo custo em suas jurisdições.

Os preços dos projetos de energia renovável não refletem apenas os custos da tecnologia de energia renovável; uma série de outros fatores comportamentais, institucionais, regulatórios e estratégicos estão sempre em jogo:

Incerteza sobre a realização real do projeto

Muitos desses resultados de licitações historicamente baixos ocorreram nos últimos 12 a 18 meses, o que significa que ainda não está claro se muitos desses projetos serão de fato construídos a esses preços e/ou em consonância com os cronogramas de construção.

Há exemplos claramente positivos, como dois recentes projetos eólicos no Chile que alcançaram fechamento financeiro após resultados de leilão notavelmente baixos.¹⁰ Outro exemplo é o leilão fotovoltaico de 2016 em Dubai, com uma oferta vencedora de 2,99 centavos de dólar/kWh. Nesse caso, 200 MW entraram em operação recentemente e os 600 MW restantes estão em construção.¹¹

Ainda assim, a incerteza permanece sobre vários contratos recentes. Apesar dos números que chamam a atenção, ainda não está claro se os preços de oferta mais recentes irão de fato resultar na construção dos projetos, ou se os licitantes vencedores terão a oportunidade de renegociar preços mais altos ou prazos de conclusão posteriores. De fato, tais propostas só podem

ser entendidas como um indicador robusto de tendências futuras se os projetos realmente chegarem ao fim.

Precificação em reduções de custo de tecnologia futuras

Também é importante ressaltar que as ofertas de preço nos últimos leilões são, em última instância, os preços que os projetos receberão quando começarem a operar comercialmente, o que geralmente demora de 12 a 24 meses para projetos de energia solar, e até 48-60 meses para projetos eólicos *offshore*. Muitos desenvolvedores de projetos formularam seus lances com base na expectativa de que novas reduções de custos ocorrerão nos próximos meses e anos. Esse é claramente um fator que contribui para a impressão de que os preços de ofertas recentes parecem estar abaixo do ponto de equilíbrio comercial – na verdade, se construídos hoje, muitos projetos incorreriam em perdas. Como tal, os recentes preços de energias renováveis realmente refletem os preços de mercado futuros, em vez dos atuais.

Outro fator importante é que muitas propostas são baseadas na suposição de que as taxas de juros usadas para financiar os projetos permanecerão as mesmas. Quaisquer mudanças significativas nessas taxas podem tornar alguns projetos não lucrativos, ou forçar uma revisão para cima dos preços dos contratos.¹² Esse exemplo ressalta exatamente quantos fatores diferentes estão em jogo na origem dos recentes e revolucionários preços que vimos.

Licitação abaixo dos custos reais

Finalmente, é importante não subestimar o papel da “exuberância do mercado” em impulsionar esses preços de oferta historicamente baixos e avaliar seus possíveis impactos nas taxas de realização dos projetos. Muitos licitantes, particularmente em novos mercados, com frequência desejam entrar no mercado por razões estratégicas, esperando ganhar uma posição segura e começar a construir uma presença local. Isso pode justificar a oferta abaixo

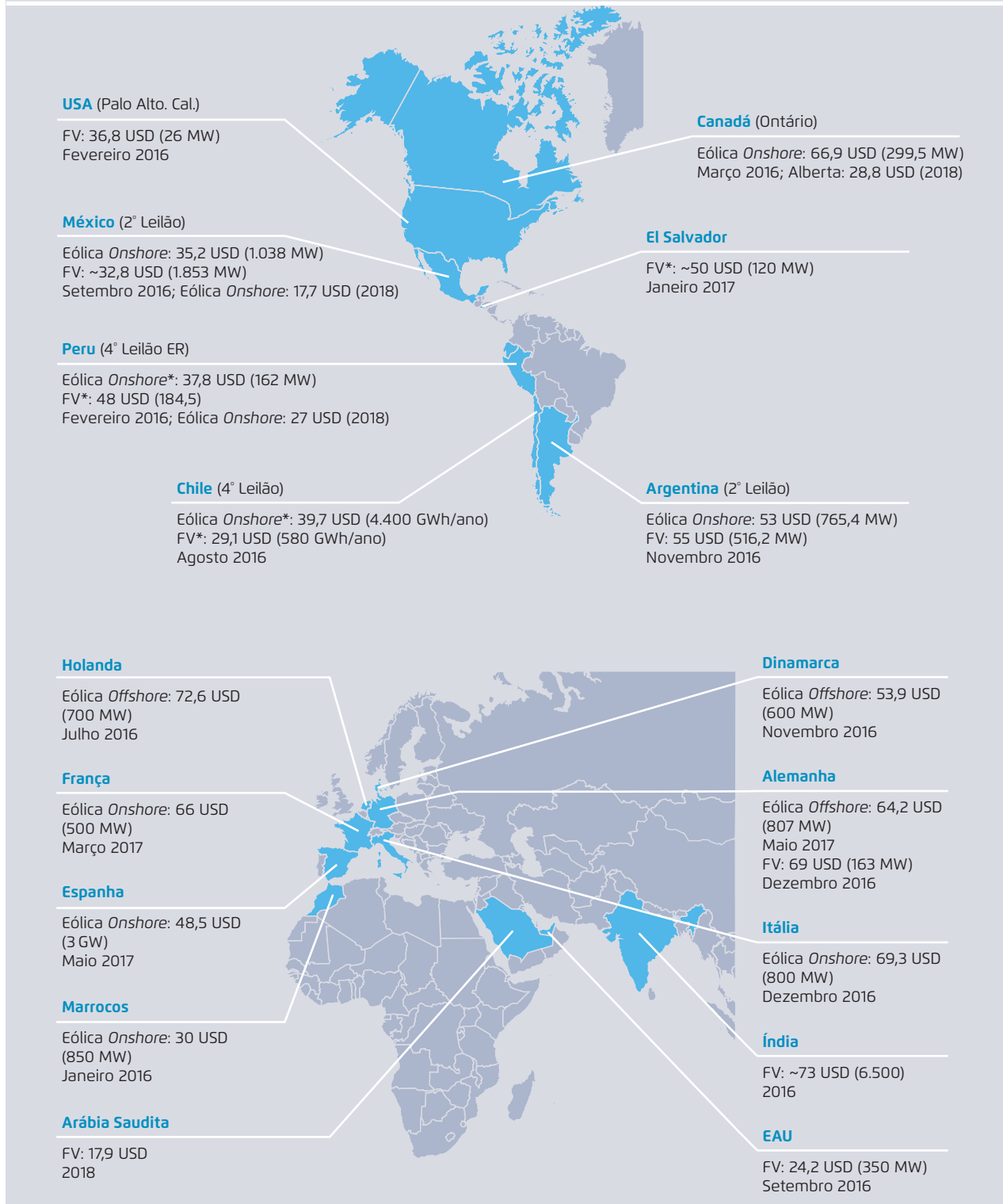
10 <http://mainstreamrp.com/mainstreams-chilean-jv-obtains-us410m-in-project-finance-for-two-wind-farms/>

11 <http://taiyangnews.info/markets/200-mw-connected-to-grid-in-dubai/>

12 <https://www.powerengineeringint.com/articles/2018/02/iberdrola-chief-says-global-renewable-sector-facing-enron-style-endgame.html>

Resultados recentes de leilões para projetos fotovoltaicos de energia eólica *onshore* em escala pública por MWh.

Figura 1



Dipaola (2017), Dezem (2017), Fortum (2016), Lopez (2017), Agora Energiewende (2017), National Observer (2018), Renewables Mexico (2018)

do próprio custo real de geração na primeira ou segunda rodada de leilão, simplesmente para obter uma posição importante e estar mais bem posicionado para os leilões subsequentes. Em outros casos, entrar no mercado cedo pode ser visto como necessário para atender à antecipação de aumentar gradualmente os requisitos de conteúdo local no futuro. De fato, muitas das ofertas vencedoras recebidas em leilões de energia renovável em todo o mundo hoje, se construídas dentro do cronograma com base nos custos atuais de tecnologia, resultam em lucratividade extremamente baixa ou mesmo negativa, resultando na chamada “maldição do vencedor”.

Além desses muitos fatores, é fundamental reconhecer que todos os recentes preços recordes de energia renovável foram possibilitados, em parte, pelas taxas de juros historicamente baixas e pela busca agressiva de rendimento entre os investidores em todo o mundo. Se as taxas de juros aumentarem significativamente nos próximos meses ou anos, muitos dos lances recentes em países ao redor do mundo provavelmente se tornarão insustentáveis, desencadeando uma cascata de renegociações em toda a indústria que podem custar caro tanto para os reguladores como para os contribuintes e levar a atrasos prolongados no desenvolvimento dos projetos.

A Figura 1 fornece uma visão geral de alguns dos mais recentes resultados de leilões em todo o mundo.

Parte 1: Entendendo o ambiente favorável

Nenhuma política de apoio a energias renováveis funciona no vácuo. O sucesso depende da existência de um ambiente favorável de fatores contratuais, regulatórios e de mercado. A escolha do instrumento de contratação (leilão, tarifas de produção etc.) é em geral identificada como o fator determinante na geração de renováveis de baixo custo.¹³ No entanto, essa suposição contradiz uma realidade mais complexa, na qual uma ampla gama de políticas, regulamentações e outros fatores desempenham um papel importante. Na busca por uma narrativa simples, muitos comentaristas frequentemente negligenciam tais aspectos.

Nesse sentido, a escolha entre as tarifas *feed-in* (FITs) e os leilões pode ser pensada como a ponta do *iceberg*, a primeira e mais visível característica

do cenário de políticas de energia renovável (ver Figura 2). No entanto, os vários elementos políticos e regulatórios que estão abaixo da superfície também podem desempenhar um papel decisivo, em que podemos distinguir três fatores principais:

Fatores relacionados a recursos e tecnologia afetam criticamente o custo (*Levelized Cost of Energy* – LCOE – Custo nivelado da energia) de projetos de fontes renováveis de energia. Eles se referem aos fatores específicos da jurisdição, como a qualidade dos recursos energéticos renováveis, bem como ao papel mais amplo das reduções tecnológicas de custos em todo o mundo. Embora os custos da tecnologia de energia renovável possam

13 IRENA (2015, 2017), World Bank (2014), BNEF (2017), (IEA 2017).

14 O comprador é o comprador da eletricidade. Na maioria das jurisdições, trata-se da concessionária responsável por assinar um contrato, ou Contrato de Compra de Energia (*Power Purchase Agreement* – PPA), com o desenvolvedor do projeto de energia renovável.

	Descrição
1. Fatores contratuais	Este fator refere-se especificamente à ampla gama de riscos relacionados a contratos que os supervisores e consultores jurídicos consideram para garantir que o contrato seja financiável, incluindo a duração do pagamento, a qualidade de crédito do comprador, ¹⁴ as disposições do contrato relativas ao risco cambial, as cláusulas que protegem contra a inflação excessivamente elevada em qualquer momento durante o período do contrato, o nível de exposição aos preços de mercado (se houver) etc.
2. Fatores regulatórios	Este fator refere-se ao ambiente regulatório geral de uma jurisdição, incluindo a estabilidade percebida do regime regulatório, a previsibilidade de certos processos-chave, como a obtenção de licenças e a garantia de acesso à terra, bem como todo o processo que governa o acesso à rede elétrica, incluindo o compartilhamento de custos entre os operadores da rede e os desenvolvedores de projetos.
3. Fatores de mercado	Este fator refere-se ao mercado, por exemplo, sua dimensão local (quanta capacidade está prevista para ser construída, tanto a curto como a longo prazo), o nível de concorrência, os tamanhos globais dos projetos, o ambiente macroeconômico mais amplo (taxas de juro, inflação etc.), bem como a concepção do mercado global de eletricidade em que os projetos de energia renovável estão sendo desenvolvidos.

INSIGHT: As desvantagens dos esforços para se alcançar os menores custos possíveis de energias renováveis

A implementação de menor custo da geração de eletricidade é um dos objetivos primários de políticas energéticas em todo o mundo. No entanto, o enfoque exclusivo em fontes renováveis de baixo custo geralmente compete com outros importantes objetivos da política, incluindo os possíveis impactos negativos na aceitação pública, aumento da concentração de mercado, falta de envolvimento dos investidores locais e da comunidade, bem como o risco de baixas taxas de realização de projetos.

Segurança do fornecimento:

Se a eletricidade está em falta e as interrupções estão ocorrendo ou são previstas para um futuro próximo, os formuladores de políticas e os reguladores podem priorizar a construção de nova geração ao invés de alcançar o menor preço possível. Em alguns contextos, a segurança do fornecimento pode ser simplesmente mais importante.

Altas taxas de realização de projetos:

Vários leilões anteriores em alguns países resultaram em uma parcela bastante alta de falhas de projetos, com propostas em colapso antes de chegar à fase de construção. Os formuladores de políticas podem, portanto, priorizar uma alta taxa de sucesso ao invés de garantir o menor custo possível, particularmente se for considerado que alcançar o menor custo em rodadas de leilões esteja associado a uma taxa mais alta de falha de projeto.

Incluindo comunidades locais e atores de pequena escala:

Muitos leilões internacionais recentes foram dominados por grandes desenvolvedores, incluindo em alguns casos entidades apoiadas por Estados. Esses grandes atores geralmente têm acesso mais barato a capital e têm maior facilidade de acessar maiores financiamentos, obtendo maiores economias de escala do que atores menores. No entanto, alocar a maior parte da capacidade de energia renovável disponível a alguns consórcios internacionais pode efetivamente excluir empresas e investidores locais e aumentar a rejeição dos cidadãos aos projetos propostos.

Como resultado, algumas jurisdições têm projetado leilões para viabilizar projetos locais e liderados pela comunidade. Exemplos de características de projeto incluem a flexibilização de critérios de pré-qualificação (Alemanha); introdução de cotas mínimas para a parcela da capacidade contratada que vai para os projetos de propriedade local (África do Sul); e criação de mecanismos separados de contratação especificamente para projetos de propriedade da comunidade (Nova Escócia, no Canadá).

Rede mais harmonizada e integração de sistemas; custos reduzidos de expansão da rede:

Especialmente em mercados menores, pode ser mais fácil e mais barato para o operador da rede (ou a concessionária de distribuição) lidar com vários projetos de menor escala em vez de um grande projeto do ponto de vista da integração da rede e do sistema.

Requisitos nacionais de produção e conteúdo local:

Muitos países introduziram requisitos de conteúdo local aos desenvolvedores de projetos de energia renovável, a fim de gerar maiores benefícios econômicos locais (incluindo a criação de empregos e o desenvolvimento industrial). No entanto, a contratação de equipamento nacional frequentemente aumenta os custos dos projetos de energia renovável.

Diversidade de portfólio e suporte para tecnologias emergentes de energia renovável:

Concentrar-se em apenas uma ou duas tecnologias de menor custo pode ter efeitos negativos na integração do sistema. Por exemplo, um foco puro na energia eólica *onshore* pode tornar a energia renovável mais onerosa para integrar o sistema e menos confiável do que um portfólio diversificado com diferentes fontes de geração. Ter uma variedade de tecnologias de geração de energia renovável com diferentes perfis de geração pode, muitas vezes, ajudar a equilibrar umas às outras, proporcionando benefícios importantes para a estabilidade e confiabilidade do sistema. Portanto, muitos formuladores de políticas optaram por apoiar uma grande cesta de tecnologias de energia renovável para assegurar que algum grau de diversidade de portfólio seja alcançado.

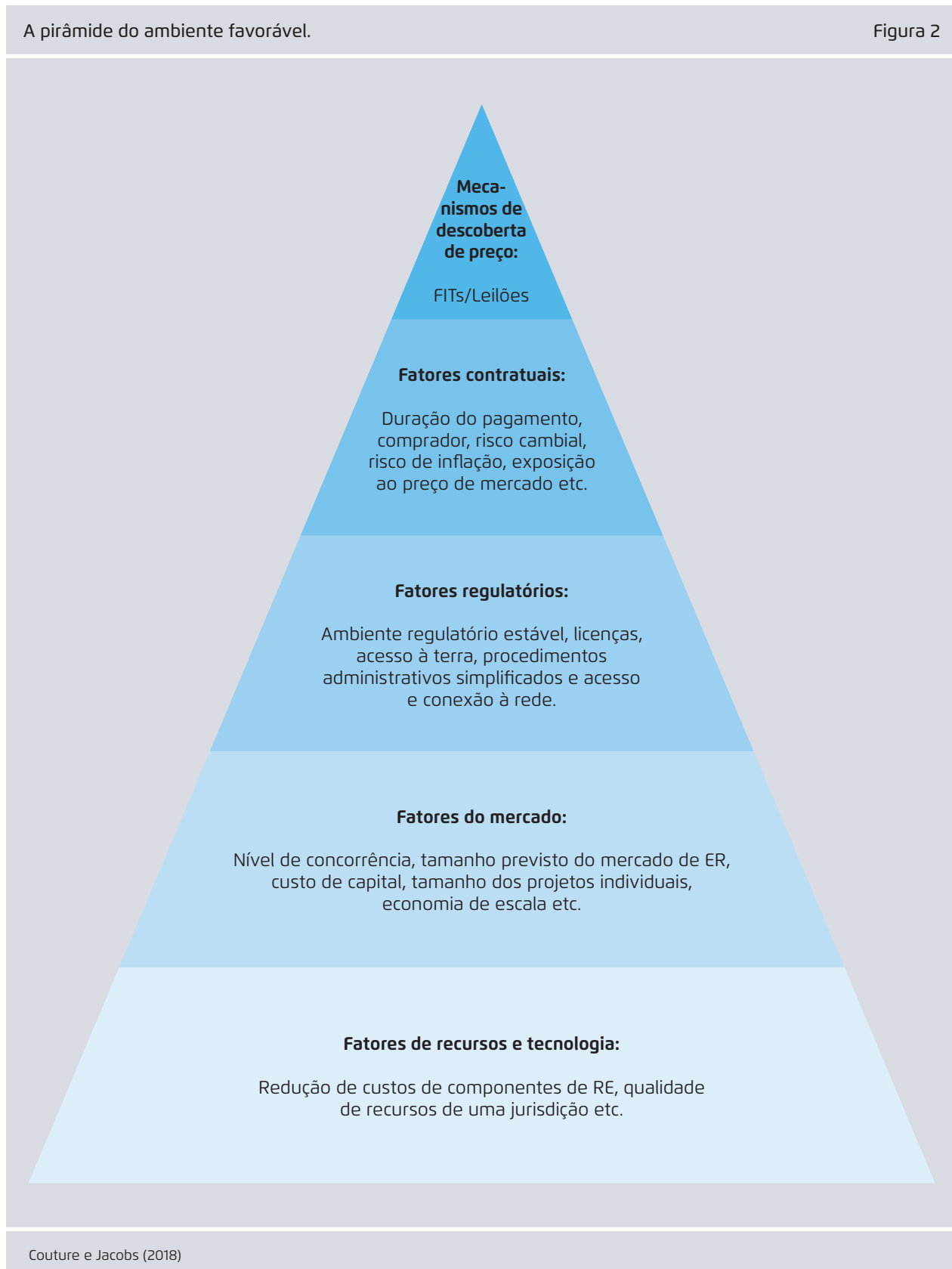
Como destacado aqui, há uma série de *trade-offs* inerentes à busca por energias renováveis de menor custo. Em alguns casos, os formuladores de políticas precisarão aceitar que as considerações de custo ocasionalmente terão de ser equilibradas em relação a outros objetivos das políticas.

diferir significativamente por região, com base na proximidade do local em que os componentes são fabricados, assim como com base no custo da mão de obra, a maioria desses fatores está fora da capacidade de controle de governos individuais ou órgãos licitadores.

Como os formuladores de políticas têm comparativamente pouco controle sobre os fatores de recursos e de tecnologia, esses fatores não são abordados em detalhe neste relatório. Em vez disso, o foco está naqueles três fatores que os formuladores de políticas podem controlar, isto é, fatores contratuais e regulatórios e, em certa medida, fatores de mercado. Estes podem ser entendidos como os "alicerces" de um ambiente apropriado para tecnologias de energia renovável.

A pirâmide do ambiente favorável.

Figura 2



Couture e Jacobs (2018)

Parte 2: Os alicerces

2.1 Fatores de mercado

Esta seção abrange os cinco alicerces mais importantes agrupados em fatores de mercado:

1. Tamanho do mercado;
2. Tamanho do projeto;
3. Custo de capital;
4. Presença de mão de obra qualificada;
5. Presença de infraestrutura de apoio.

Tamanho do mercado

Principais insights: um grande mercado de energia renovável ajuda a reduzir os custos gerais dos projetos de energia renovável, permitindo maiores economias de escala e promovendo mais concorrência.

Mercados maiores possibilitam maiores economias de escala, mais competição por mão de obra e peças, e podem ajudar a apoiar a fabricação local, o que pode ajudar a reduzir os custos individuais de cada projeto de energia renovável. Como resultado, as jurisdições com grandes mercados de energia renovável normalmente obtêm projetos de custo mais baixo do que as jurisdições menores. Além disso, os mercados menores, principalmente as ilhas, enfrentam atrasos mais longos na importação de peças de reposição, o que pode aumentar ainda mais os custos do projeto.

Os formuladores de políticas podem apoiar a criação de um mercado de energia renovável maior por meio de:

- adoção de metas de energia renovável grandes e mais ambiciosas;
- cooperação com os países vizinhos para permitir que projetos individuais maiores sejam conectados à rede (por exemplo, permitindo maiores áreas de balanceamento, maiores áreas de transmissão regional);
- harmonização de políticas e planejamento regionais; e
- redução de barreiras ao investimento, para aumentar o número de participantes no mercado.

Tamanho do projeto

Principais insights: grandes projetos de energia renovável geralmente se beneficiam de inúmeras economias de escala que podem ajudar a reduzir o custo total da eletricidade.

O tamanho do projeto pode desempenhar um papel importante na redução dos custos de energia renovável. Um leilão de energia solar fotovoltaica na Turquia, por exemplo, resultou em um único consórcio que conquistou toda a capacidade alocada para o leilão de 1.000 MW.¹⁵ Da mesma forma, um recente leilão de energia solar fotovoltaica em Dubai resultou em um contrato de 1.170 MW de capacidade instalada a um preço final de 2,4 centavos de USD/kWh.¹⁶

O tamanho das ofertas vencedoras continua aumentando: até aproximadamente 2014, era extremamente raro ver projetos eólicos ou solares com mais de 200 MW sendo construídos. Porém, à medida que a indústria de energia renovável tem mudado cada vez mais para países recém industrializados, como China, Brasil e México, e à medida que a própria indústria de renováveis cresceu em tamanho e sofisticação, os tamanhos dos projetos continuaram aumentando. No entanto, como apontado no box *Insight*, a busca por projetos cada vez maiores e preços cada vez mais baixos pode acarretar uma série de *trade-offs* importantes, muitos dos quais ainda não foram adequadamente determinados e avaliados.

A Figura 3 mostra a tendência de economias de escala para a energia eólica em projetos lançados nos EUA ao longo de 2016.

¹⁵ Tsagas (2017), Bhambhani (2017).

¹⁶ O'Brian (2017).

Custo de capital

Principais insights: eólica e fotovoltaica têm altos custos iniciais de investimento, o que as torna muito sensíveis ao custo de capital. Para obter baixo custo de capital, é essencial um ambiente regulatório estável e previsível.

A maioria dos custos associados a um projeto de energia eólica ou solar fotovoltaica são bloqueados desde o início (por exemplo, para a compra do equipamento necessário). Consequentemente, os custos do projeto são muito impactados pela taxa de juros média usada para financiamento. Uma taxa de juros média maior significará que o LCOE de um projeto será maior, pois as receitas de venda de eletricidade precisarão cobrir não apenas os altos custos fixos do projeto, mas também as taxas de juros mais altas usadas para finan-

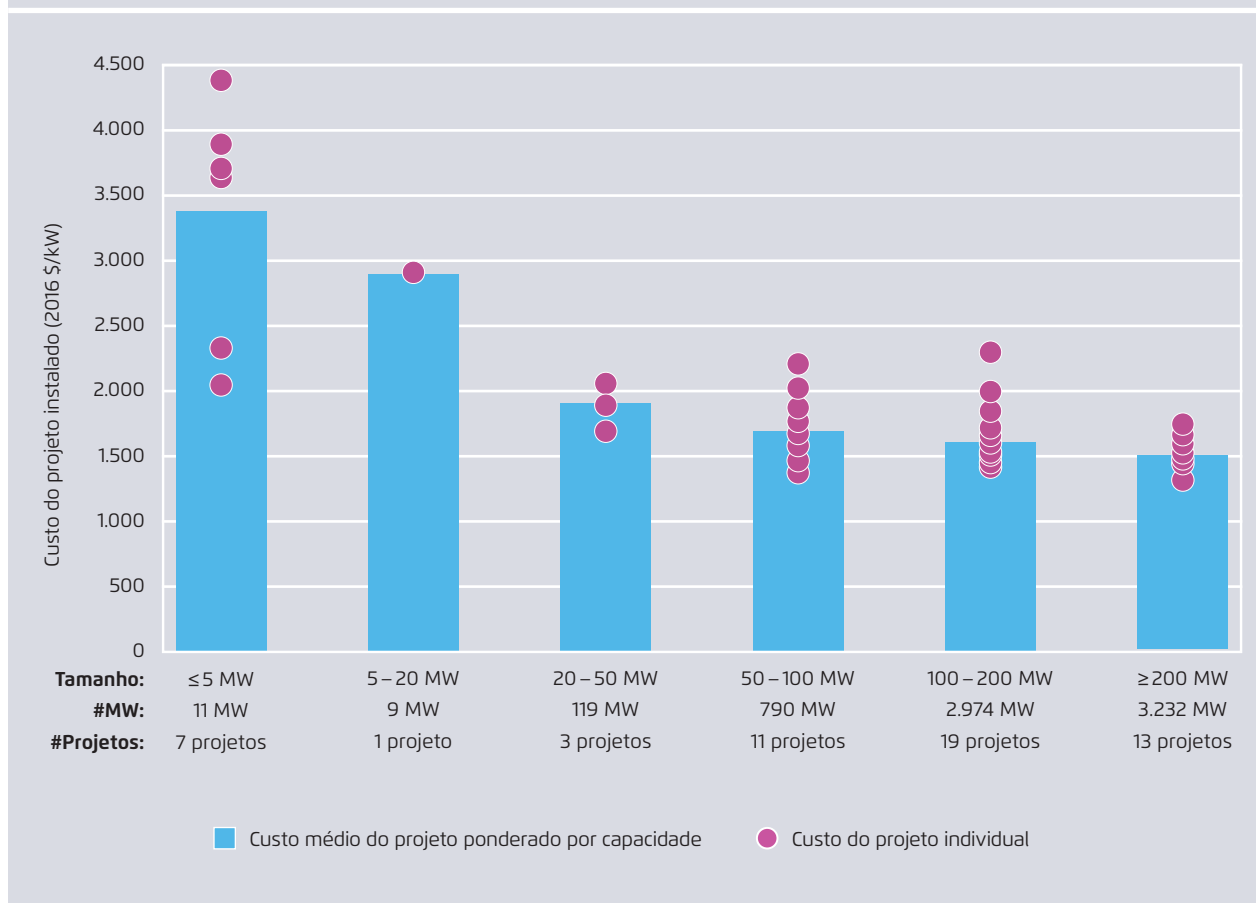
ciar esses custos. Esse é um dos motivos pelos quais o acesso a capital barato é um dos fatores mais críticos para reduzir o custo da eletricidade renovável.¹⁷

Especialmente em mercados nascentes, os bancos locais e internacionais podem ainda ser relutantes em financiar projetos de energia renovável ou solicitar taxas de juros relativamente altas. Portanto, muitos governos nacionais têm apoiado projetos de energia renovável fornecendo-lhes capital mais barato. A Tailândia, por exemplo, estabeleceu o Fundo ENCON, um fundo rotativo que reduziu significativamente o custo de capital para investimento em energia renovável.

¹⁷ Hirth and Steckel (2016), IEA-RETD (2016), Deutsche Bank (2011), Temperton (2016).

Visão geral do impacto de economias de escala nos custos individuais do projeto.

Figura 3



LBNL 2016: https://emp.lbl.gov/sites/default/files/2016_wind_technologies_market_report_final_optimized.pdf

Os empréstimos têm um período máximo de 7 anos e geralmente têm uma taxa de juros de 4% ou menor (em comparação com uma taxa de mercado de 9%).¹⁸ Apoio semelhante é fornecido pelo BNDES no Brasil.¹⁹

Mão de obra qualificada

Principais insights: uma mão de obra local qualificada contribui para energia renovável de baixo custo, reduzindo a necessidade de importação de serviços e diminuindo os prêmios salariais. Além disso, as empresas locais muitas vezes conhecem melhor o cenário do país e podem ajudar a evitar atrasos dispendiosos.

Energia renovável de baixo custo não depende apenas de uma mão de obra especializada e capacitada

¹⁸ CCAP (2012), Frankfurt School (2012).

¹⁹ IRENA (2017).

no setor privado. No setor público também é necessário ter formuladores de políticas e reguladores que entendam as questões e que possam garantir que o desenvolvimento de projetos, incluindo aprovações regulatórias, ocorra de maneira oportuna. A presença de mão de obra qualificada é particularmente importante para as empresas de serviços públicos, pois, em muitos casos, essas empresas possuem pessoal e experiência interna insuficientes para conduzir uma análise complexa dos impactos da rede e integração ideal de energias renováveis, entre outras questões.

Empreiteiros locais, como empresas de engenharia, geralmente conhecem melhor o ambiente de um país do que os prestadores de serviços estrangeiros. Contratar empreiteiros locais pode, assim, ajudar a evitar atrasos onerosos. De fato, criar uma mão de obra qualificada para atender às necessidades da

Comparativo da estrutura de custos das principais tecnologias de geração de energia. **Figura 4**



Nota: Os custos operacionais variáveis incluem, em especial, os custos de combustível e os custos de redução da poluição por CO₂ (por exemplo, certificados EU ETS); os custos operacionais fixos incluem, em particular, a operação e manutenção, bem como os custos de pessoal. Fonte: cálculos próprios baseados em IEA/NEA (2015).

indústria doméstica de energia renovável pode facilitar parcerias e consórcios mais fortes e, por sua vez, reduzir os custos de energia renovável.

No entanto, o desenvolvimento de uma mão de obra qualificada não pode ser alcançado da noite para o dia. É, portanto, crucial investir em capacitação e instituições de formação locais, incluindo escolas técnicas e de engenharia. O desenvolvimento de tais recursos deve ser visto como um investimento no sucesso a longo prazo da indústria de energia renovável.

Disponibilidade de infraestrutura crítica

Principais insights: infraestrutura crítica, como portos e estradas, é necessária para suportar certos investimentos em energia renovável. Essa infraestrutura é frequentemente financiada por autoridades locais e, portanto, não está refletida no preço do contrato.

Em algumas jurisdições, a infraestrutura principal pode nem sempre estar disponível, ou pode precisar

de atualização, a fim de permitir o desenvolvimento de determinados projetos de energia renovável. Em alguns casos, isso pode ser tão simples quanto construir uma nova estrada para que os caminhões que transportam pás de turbinas eólicas (que podem exceder 80 metros de comprimento) possam chegar ao local planejado para a construção. Em outros casos, isso pode envolver investimentos mais caros, como a modernização da infraestrutura portuária ou a atualização de estradas em uma determinada região que não foram originalmente projetadas para lidar com grandes cargas.

O investimento para desenvolver essa infraestrutura raramente é refletido no preço do contrato. Governos em todo o mundo com frequência fazem investimentos em infraestrutura-chave para incentivar o desenvolvimento econômico. Assim, embora esse investimento não seja necessariamente específico do setor de energia, pode ser essencial para o crescimento contínuo de energia renovável doméstica. Ao fazer investimentos de infraestrutura de apoio em tempo hábil, os governos podem ajudar a garantir desenvolvimento de energia renovável de menor custo.



Mão de obra qualificada e empreiteiros especializados são pré-requisitos para realização de projetos de energia renovável no prazo e no custo previstos.

O transporte de máquinas e equipamentos requer uma certa infraestrutura, como portos e estradas. Devido ao tamanho de alguns componentes, como pás de rotor e segmentos de torre, os projetos eólicos têm requisitos mais altos do que os de energia solar.



fotolia.de/embeki

2.2 Fatores regulatórios

Mais acima na pirâmide, esta seção abrange os quatro alicerces mais importantes agrupados em fatores regulatórios:

1. **Ambiente regulatório estável;**
2. **Procedimentos administrativos e de licenciamento simplificados;**
3. **Acesso à terra;**
4. **Procedimentos de interconexão de rede;**
5. **Outros fatores.**

Ambiente regulatório estável

Principais insights: como os investidores valorizam a previsibilidade, um ambiente regulatório estável é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento bem-sucedido de projetos de energia renovável.

A cada ano, o Banco Mundial publica seu relatório "facilidade de fazer negócios", no qual classifica diferentes países em todo o mundo no que se refere à facilidade de administrar um negócio em

um determinado país.²⁰ O principal, entre os fatores avaliados, é a estabilidade geral e a previsibilidade do ambiente regulatório. Os investidores valorizam a previsibilidade, tanto em relação ao planejamento de projeto, licenciamento e construção, como no que tange à previsibilidade dos fluxos de caixa futuros. A chave para essa previsibilidade é manter um ambiente regulatório estável com regras claras e confiáveis.

Os países que consistentemente ocupam posições de destaque no relatório do Banco Mundial incluem Dinamarca, Nova Zelândia e Cingapura. Nesses países, regras e regulamentos são geralmente claros, e sua aplicação e imposição são geralmente previsíveis. Em seu relatório, o Banco Mundial enfatiza a importância de instituições fortes que apliquem regras de maneira previsível.

A fim de fortalecer a estabilidade geral do ambiente regulatório, os governos devem considerar uma série de medidas:

²⁰ World Bank (2017b).



A simplificação dos procedimentos administrativos e de licenciamento é fundamental para reduzir as incertezas quanto aos prazos de entrega e ao custo dos projetos de energia renovável.

- a criação de agências reguladoras independentes, que levam à remoção (ou mitigação) da interferência política direta, atribuindo poderes-chave a órgãos dedicados, incluindo agências unificadas responsáveis por lidar com desenvolvedores de energia renovável;
- a adoção (por lei ou ordem administrativa) de processos claros de atualização ou alteração de regras e regulamentos, incluindo o uso de consultas às partes interessadas antes que as principais mudanças nas regras entrem em vigor;
- a publicação de fluxogramas claros mostrando a lista completa de permissões e autorizações necessárias, com base no quanto cada etapa do processo provavelmente custará e quanto tempo pode levar;
- a introdução de limites máximos específicos para o tempo que etapas específicas do processo de licenciamento ou avaliação do projeto podem levar; e
- o envolvimento de uma ampla gama de representantes de diferentes agências, incluindo especialistas independentes no processo de avaliação de propostas (em jurisdições onde são usados leilões), que podem ajudar a mitigar riscos regulatórios, aumentando a confiança.

Procedimentos administrativos e de licenciamento simplificados

Principais insights: procedimentos administrativos simples, especialmente no que diz respeito a licenciamento, é um componente necessário para reduzir a incerteza em torno dos prazos de entrega e dos custos administrativos dos projetos de energia renovável.

Procedimentos administrativos e de licenciamento complexos e demorados, envolvendo um grande número de autoridades, podem resultar em altos custos e longos prazos para novos projetos de energia renovável.²¹ A simplificação desses processos pode efetivamente reduzir os custos.

Os formuladores de políticas podem reduzir as barreiras administrativas e de licenciamento, estabelecendo tempos de resposta específicos para etapas individuais no processo de autorização, colocando, assim, pressão sobre cada instituição envolvida para lidar com as solicitações em tempo hábil. Um passo adicional que pode ser usado é o estabelecimento de uma agência que atua de forma unificada para todos os aspectos relacionados ao licenciamento. O sucesso dessas mudanças é, no entanto, condicionado à capa-

²¹ Ragwitz, Held et al. (2007), IEA-RETD (2013).

cidade institucional e à expertise das organizações envolvidas. Além disso, os custos de licenciamento podem ser reduzidos de forma eficaz se considerações sobre energia renovável forem integradas nas decisões de planejamento espacial.

Acesso à terra

Principais insights: projetos de energia eólica, fotovoltaica e hidrelétrica exigem a garantia de direitos para extensões consideráveis de terra. Assim, os governos começaram a estabelecer áreas pré-condicionadas que incluem todos os direitos de acesso à terra, mitigando, portanto, um componente-chave de custo da energia renovável.

Em leilões recentes na Jordânia, no Marrocos e na Índia, os licitantes foram convidados a fazer propostas para desenvolver projetos de energia renovável em parcelas de terreno pré-selecionados para as quais os direitos à terra tinham sido anteriormente garantidos e onde os custos de conexão à rede estavam cobertos. Além de reduzir os custos e riscos para os desenvolvedores, essa abordagem tem uma

vantagem adicional de assegurar que os licitantes compitam em igualdade de condições no que se refere à qualidade de recursos. Uma outra vantagem é que tais locais podem ser associados à expansão da rede ou ter direitos fundiários para a construção de quaisquer corredores de transmissão necessários, reduzindo assim outro importante componente de custo (veja a seguir a seção “Metodologia de custo compartilhado para conexão à rede”). Uma desvantagem dessa abordagem, no entanto, é que, como todos os desenvolvedores precisam construir no mesmo terreno, os desenvolvedores com acesso a sítios de melhor qualidade podem perder uma importante vantagem competitiva.

Em outras jurisdições, um processo claro de planejamento e permissão é usado em vez de locais pré-condicionados, com regras claras que regem aspectos como ruído, tremulação ou regulamentação do distanciamento de casas (no caso de turbinas eólicas), regras relativas à proteção ambiental (por exemplo, espécies ameaçadas) ou sobre direitos sobre a água no caso de projetos de energia solar heliotérmica (*Concentrating Solar Power – CSP*).



Como os projetos de energia eólica e solar exigem vastas áreas de terra, o acesso à terra é crucial para o sucesso desses projetos. Entre outras coisas, isso inclui o planejamento espacial e a garantia dos direitos à terra.

Ao reduzir ou até mesmo eliminar os custos de garantia dos direitos à terra e esclarecendo o regime geral de acesso e uso dos terrenos (por exemplo, com um planejamento espacial), os formuladores de políticas podem ajudar a mitigar outra importante fonte de risco para investidores enquanto reduzem o preço de contratação de projetos de energia renovável.

Procedimentos de conexão à rede

Principais insights: procedimentos claros de conexão à rede são cruciais para reduzir os custos de energia renovável, já que podem chegar a 25% para projetos eólicos offshore. Procedimentos de conexão transparente e métodos de compartilhamento de custos entre operadores de rede e desenvolvedores de projetos de energia renovável são importantes para reduzir riscos e custos.

Os custos de conexão à rede podem representar uma parcela significativa dos custos gerais do projeto. Essa questão é particularmente relevante em jurisdições que têm pouca experiência prévia com proje-

tos de eletricidade financiados pelo setor privado (ou cofinanciados), uma vez que protocolos claros podem não existir para conexão à rede elétrica nacional. Na ausência de protocolos claros, incluindo diretrizes técnicas e operacionais, pode ser difícil para os desenvolvedores e investidores prever quanto tempo o processo de conexão à rede deve durar, quanto custará, quem é responsável pelo pagamento de quais itens de custo e como a interação com a rede funcionará quando o projeto iniciar a operação.

Os custos de conexão à rede podem variar significativamente com base na abordagem de compartilhamento de custos aplicada. O que deve ser pago pelo desenvolvedor de energia renovável e o que deve ser pago pelo operador da rede ou pela concessionária? No passado, os legisladores em todo o mundo usavam tipicamente a abordagem "profunda" de cobrança de conexões para usinas de energia. Sob essa abordagem, os produtores de energia têm que pagar tanto pelas conexões da rede como pelo reforço da rede (ou seja, se a capacidade de transmissão existente for insuficiente).



A conexão à rede é um desafio, especialmente em áreas remotas. Procedimentos de conexão transparente e métodos de compartilhamento de custos entre operadores de rede e desenvolvedores de projetos de energia renovável são importantes para reduzir riscos e custos.

Nos últimos anos, a tendência dominante tem sido favorecer uma abordagem de cobrança de conexão “superficial”. Sob essa abordagem, os produtores de eletricidade renovável só precisam pagar pela conexão da rede até o ponto de conexão mais próximo. O custo do reforço da rede é coberto pelo operador da rede nacional (ou concessionária). Essa abordagem já reduziu consideravelmente os custos de conexão à rede em projetos de energia renovável.

Outros fatores

Existem outros fatores regulatórios relevantes que não são discutidos aqui, como o rigor das avaliações de impacto ambiental e social, a presença ou ausência de impostos de importação sobre o equipamento adquirido, a presença ou ausência de impostos sobre componentes ou na própria eletricidade, e as disposições regulatórias que regem a venda de eletricidade após o término do contrato de compra de energia (projetos de energia renovável normalmente têm vidas úteis mais longas do que o período de contrato oficial, permitindo que vendam bem após o contrato inicial de compra de energia, ou PPA, expirar). Esses vários fatores claramente também desempenham um papel importante na determinação dos custos do projeto de energia renovável.

2.3 Fatores contratuais (PPAs)

Esta seção abrange os seis alicerces mais importantes agrupados em fatores contratuais:

1. **Comprador confiável e solvente;**
2. **Duração do contrato;**
3. **Estrutura de pagamento;**
4. **Indexação de inflação;**
5. **Mitigação do risco cambial;**
6. **Regras de despacho e corte.**

Comprador confiável e solvente

Principais insights: para diminuir os riscos para os produtores de energia renovável, os compradores da

eletricidade devem ser financeiramente solventes. Os governos podem melhorar a solvência dos compradores por meio de garantias soberanas e níveis de tarifas de varejo que cubram os custos dos serviços públicos.

Em qualquer contrato de longo prazo, o vendedor de um produto corre o risco de que o comprador eventualmente não possa pagar. Esse risco, chamado de risco de comprador ou contraparte, também existe para produtores de energia renovável sob qualquer contrato de compra de energia de longo prazo. Assim, é importante que o comprador da eletricidade renovável seja financeiramente solvente. Os governos podem tomar uma série de medidas para melhorar a solvência do comprador, incluindo o fornecimento de garantias soberanas e assegurando que as tarifas de varejo em vigor permitam às concessionárias cobrir seus custos.

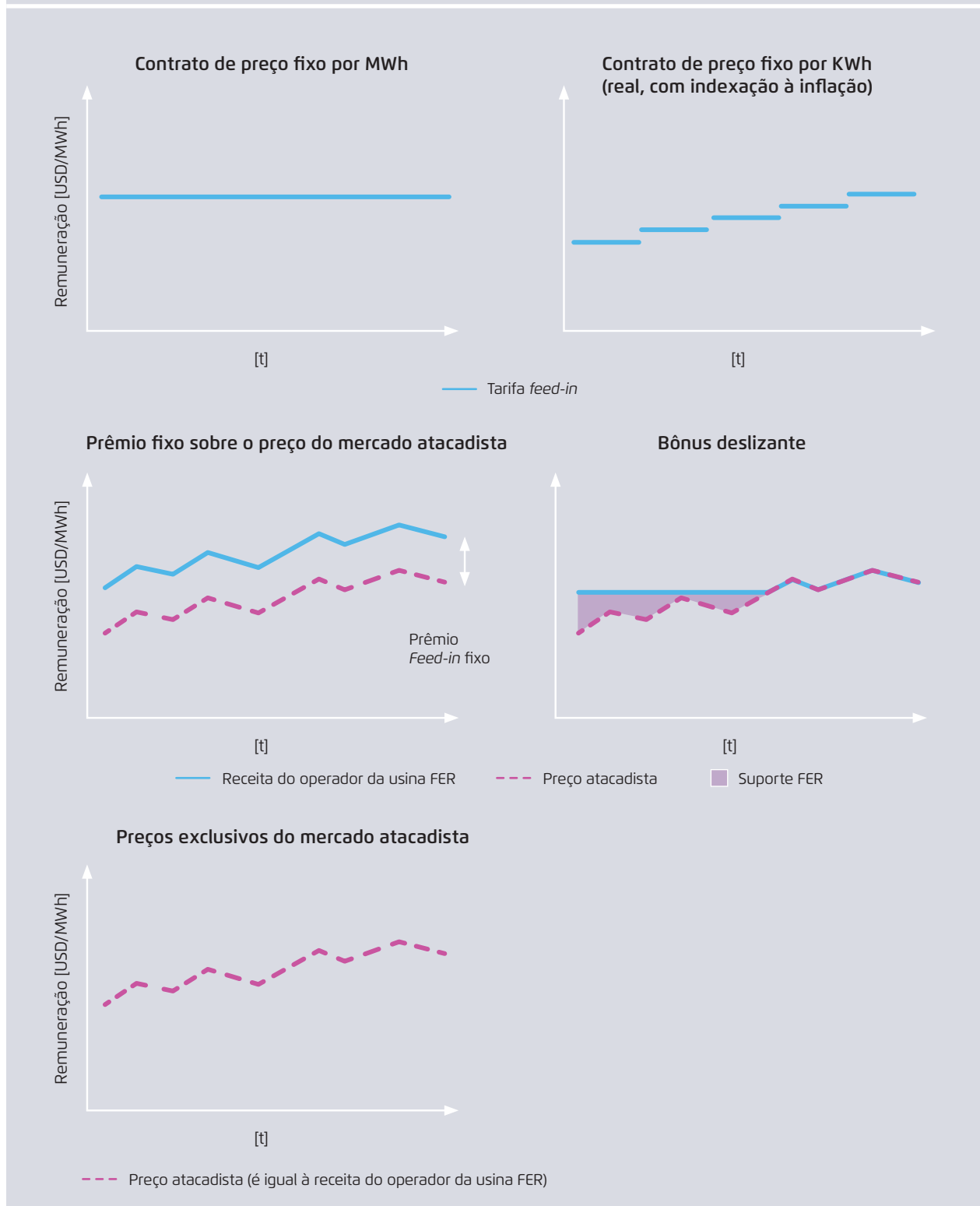
Existem diferentes tipos de compradores em diferentes configurações de mercado. Nos mercados de eletricidade liberalizados, há geralmente várias opções de venda da eletricidade produzida, seja por meio de acordos bilaterais, do mercado atacadista ou de comercializadores. Nos mercados de comprador único (por exemplo, Brasil, África do Sul, Indonésia), os produtores de energia só podem vender sua energia ao comprador central, ou seja, a concessionária. Nesses mercados, a liquidez de um projeto depende fortemente da capacidade de crédito geral do comprador, incluindo a regularidade e oportunidade de pagamento, a extensão da avançagem do comprador, sua capacidade de honrar suas dívidas e sua contínua capacidade de cobrir seus custos gerais de serviço, aumentando as taxas ou cortando custos.²²

Mesmo em mercados com um comprador que esteja preparado para assinar um contrato de longo prazo, medidas políticas adicionais podem ser necessárias, particularmente se a solvência estrutural do

²² IEA-RETD (2016).

Visão geral de diferentes estruturas de pagamento para projetos de energia renovável.

Figura 5



Adaptado de Couture e Gagnon (2010).

prestador de serviços ou do comprador estiver em dúvida. Em alguns países em desenvolvimento, os investidores podem solicitar que os compradores obtenham garantias soberanas, cartas de apoio ou garantias especiais de bancos de desenvolvimento ou outras organizações internacionais, como a Agência Multilateral de Garantia de Investimentos (MIGA) do Banco Mundial.²³

Duração do contrato

Principais insights: os termos do contrato, sob os quais os custos do projeto podem ser recuperados dentro de um longo período, são cruciais para reduzir o custo nivelado dos projetos de energia renovável.

O prazo do contrato (ou duração do pagamento) é outro fator importante que determina o custo por quilowatt-hora de projetos de energia renovável. As jurisdições que obtiveram preços baixos para projetos de energia renovável (por exemplo, Índia, México, Brasil, Alemanha e Emirados Árabes Unidos) tipicamente assinam contratos que refletem a vida útil econômica das usinas de energia renovável. No caso de energia eólica e solar fotovoltaica, isso geralmente resulta em contratos de compra de energia (PPAs) de 20 anos ou mais.

Algumas jurisdições optaram por contratos de prazo mais curto (por exemplo, 5 a 10 anos) ou a possibilidade de voltar a negociar preços após um determinado período. Embora esses contratos de prazo mais curto sejam às vezes assinados com usinas de energia baseadas em combustíveis fósseis ou para usinas de biomassa (que têm custos variáveis mais altos), eles geralmente não funcionam para projetos com altos custos fixos, por exemplo, energia eólica e solar fotovoltaica. O desenvolvedor do projeto precisa saber, no início, como os custos fixos podem ser recuperados ao longo da vida útil. Qualquer incerteza relacionada à duração do contrato pode aumentar os riscos de investimento e, portanto, exercer pressão sobre o

custo médio ponderado de capital (WACC, sigla em inglês para *weighted average cost of capital*).

Estrutura de pagamento

Principais insights: os preços baixos recorde de energia renovável foram atingidos principalmente com contratos baseados no pagamento de um preço fixo por kWh. O grau em que os geradores estão expostos ao risco de preço pode desempenhar um papel significativo na determinação do custo real da energia renovável para o comprador e, portanto, do custo para os consumidores.

A estrutura de pagamento de um contrato de compra de eletricidade influencia diretamente o risco global do investimento e, portanto, tem um impacto importante no custo de capital (ver seção 2.1). Em geral, as seguintes estruturas de pagamento são usadas:

- Pagamento de **preço fixo** por quilowatt-hora (*feed-in*).
- Pagamento de **bônus deslizante** (*sliding premium*) acima do preço do mercado atacadista por hora.
- Pagamento de **prêmio fixo** acima do preço do mercado atacadista por hora (*feed-in premium*).
- Preços exclusivos do **mercado atacadista** (sem qualquer apoio adicional).

De acordo com a estrutura de pagamento adotada, os investidores enfrentam diferentes graus de preço e risco contratual. A maioria dos leilões recentes de baixo custo em todo o mundo, incluindo os realizados na Índia, Marrocos e Emirados Árabes Unidos, incluíram contratos de longo prazo com tarifa *feed-in* (e muitas vezes crescentes) (veja a seguir em Indexação à inflação).²⁴

Indexação à inflação

Principais insights: indexar os PPAs à inflação reduz o risco de preço dos investidores. No entanto, a inclusão de um alto grau de ajuste da inflação

²³ UNDP (2013).

²⁴ IRENA (2017).

transfere o risco para a concessionária ou para o consumidor. Embora isso reduza o custo do capital por proteger os investidores, pode pressionar os custos do contrato de longo prazo quando a inflação aumenta significativamente.

Projetos de energia renovável são capital intensivo. Consequentemente, uma grande parte dos custos é incorrida no início do projeto. Esses custos não estão expostos ao risco de inflação. No entanto, a inflação pode impactar os custos variáveis – como despesas operacionais e de manutenção, compras de combustível (no caso de biomassa), pagamentos de arrendamento de terras, seguros e assim por diante.

A fim de mitigar o risco relacionado à inflação, algumas jurisdições indexaram parte ou a totalidade da remuneração dos contratos de energia renovável à inflação.²⁵ Essa indexação tem um efeito importante sobre o preço “real” do contrato e do custo total para a concessionária ou para os contribuintes: dependendo da inflação média da jurisdição ao longo do período do contrato, um preço de contrato nominal “não indexado” pode representar apenas 50% ou menos do valor total dos fluxos de caixa que seriam gerados a partir do preço de contrato indexado à inflação (veja a Figura 6).

Além disso, na maioria dos casos, quando os preços dos leilões de energia fotovoltaica e de energia eólica são cotados como “recordes”, não é mencionado se esses preços são nominais ou reais. Em muitos casos, e na maioria dos mercados emergentes, os contratos de energia renovável são ajustados total ou parcialmente à inflação, o que torna o preço inicialmente cotado enganoso.

Para citar alguns exemplos, Brasil, Peru e África do Sul indexaram seus PPAs à inflação em recentes leilões de energia renovável. Assim, os preços

cotados, uma vez ajustados pela inflação, serão significativamente maiores que os anunciados. A Figura 6 fornece uma visão geral do impacto da indexação à inflação nas receitas totais geradas por um projeto.

Existe, portanto, um importante *trade-off* entre a obtenção de energias renováveis de baixo custo a curto prazo (via preço PPA “real” ou indexado à inflação) e a obtenção de energias renováveis de baixo custo a longo prazo, via um preço de PPA inicial ligeiramente elevado, mas fixo ou “nominal”, durante o período de contrato de 10 a 20 anos.

Mitigação do risco cambial

Principais insights: para reduzir a exposição dos investidores ao risco de moeda, os contratos de energia renovável podem ser denominados em moedas internacionais, como o dólar ou o euro. No entanto, isso pode tornar um PPA mais caro se a moeda local enfraquecer.

O risco cambial refere-se ao risco de a moeda em que o pagamento é garantido se depreciar de maneira significativa, corroendo, assim, o valor real das receitas auferidas. Esse risco também é frequentemente chamado de “risco cambial”. Em termos gerais, os formuladores de políticas podem mitigar o risco cambial de duas maneiras:

1. Denominar o PPA em uma moeda internacional (por exemplo, USD ou EUR).
2. Fornecer outras formas de garantias ou apoios (por exemplo, o ajuste da inflação) para mitigar o risco cambial.

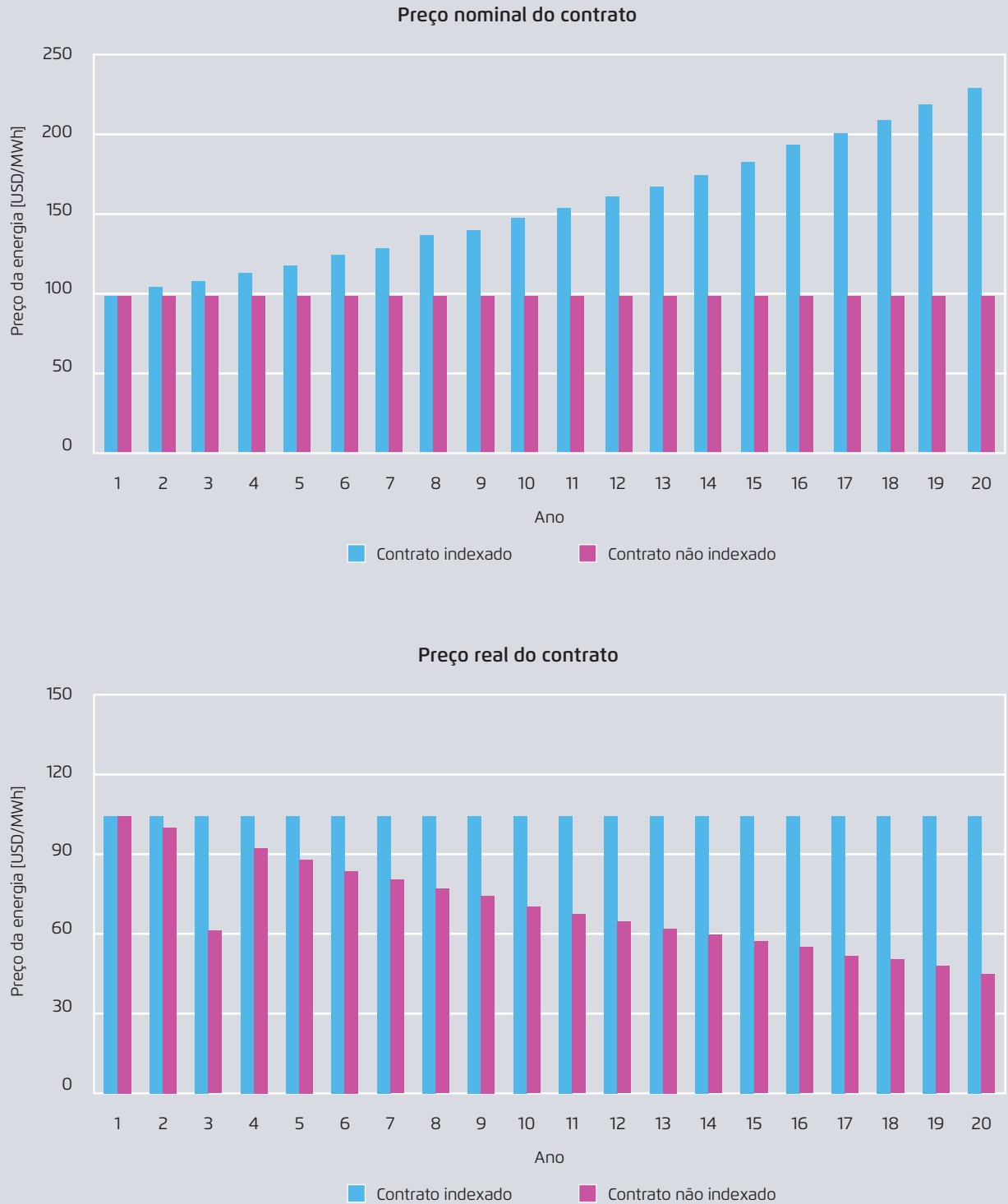
Por exemplo, o Quênia se ofereceu para pagar contratos em dólares americanos, efetivamente responsabilizando a empresa nacional de serviços públicos pelos riscos cambiais.²⁶ Dessa forma, as receitas geradas por um projeto são obtidas na mesma moeda em que

²⁵ Couture, Cory et al. (2010), Jacobs (2012), Jacobs, Marzolf et al. (2013), UK LCCC (2017).

²⁶ Nehme (2016).

Impacto da indexação da inflação no preço real contratado de projetos de energia renovável.

Figura 6



Adaptado de (IRENA 2017, p. 11)

ocorre a maioria das despesas. Por outro lado, algumas jurisdições, como a Tailândia²⁷ e a Indonésia²⁸, optaram por deixar os PPAs denominados em moeda local e deixaram para os desenvolvedores o gerenciamento dos riscos cambiais associados. Outras jurisdições, como o México, oferecem aos empreendedores uma opção: podem indexar contratos diretamente em dólares americanos ou à taxa de inflação mexicana (Mayer Brown, 2016).

Além disso, alguns países, como o Nepal, introduziram dois regimes de PPA diferentes: um para empresas de propriedade local, pagas em rúpias locais do Nepal, e outro para empresas internacionais, que são pagas em dólares americanos.²⁹

No entanto, tal como acontece com o risco de inflação, existe um importante *trade-off* entre reduzir os riscos para os investidores internacionais, a fim de reduzir o custo do capital internacional, e reduzir os riscos para o próprio país (isto é, contribuintes) de futura depreciação significativa da moeda. A fraqueza futura da moeda poderia fazer com que o contrato de energia renovável de baixo custo assinado hoje parecesse muito mais caro amanhã.

Regras de despacho e corte

Principais insights: regras claras e mecanismos de compensação para despacho e corte são necessários para fornecer estabilidade de longo prazo aos investidores.

O *curtailment* é uma ferramenta usada pelos operadores da rede para reduzir a energia gerada por usinas específicas. O *curtailment* pode ser motivado por várias situações, incluindo a demanda inadequada de eletricidade, a disponibilidade de recursos alternativos de geração, a disponibilidade de capacidade de rede de

transmissão e/ou problemas de estabilidade da rede. O termo "despacho" refere-se à ordem em que as usinas são usadas para atender a demanda de eletricidade. Isso também é conhecido como "ordem de mérito" ou "curva de despacho". Nos mercados de energia liberalizados, usinas de energia são geralmente ativadas de acordo com seus custos marginais de curto prazo (que consistem principalmente em custos de combustível).

Regras claras sobre *curtailment* e despacho são necessárias para reduzir os custos de financiamento de produtores de energia renovável. Em muitos países ao redor do mundo os produtores de energia renovável recebem o "despacho prioritário" (ou seja, a energia renovável é despachada primeiro, antes que qualquer usina convencional seja levada em consideração).

Reguladores e operadores de sistemas precisam desenvolver regras claras descrevendo em detalhes quando o *curtailment* de quais plantas é possível e qual compensação é fornecida. Do ponto de vista de um investidor, a compensação de 100% no caso de *curtailment* é, naturalmente, um arranjo ideal. No entanto, nos últimos anos, algumas jurisdições adotaram regimes nos quais apenas uma fração da eletricidade cortada é compensada. Como é muito difícil para os produtores de eletricidade anteciparem onde congestionamentos de rede podem ocorrer nos próximos 20 anos, tais regras podem aumentar o risco de maneira bastante considerável.

Para mitigar os riscos de *curtailment*, os formuladores de políticas têm várias opções:

- Definir limites superiores para o *curtailment* permitido.
- Fornecer compensação total ou parcial pela eletricidade cortada.
- Reduzir a capacidade de geração em excesso no sistema para reduzir a frequência de eventos de corte.
- Melhorar o gerenciamento pelo lado da demanda.
- Reduzir o número de horas "must-run" estipuladas em contratos convencionais de geração de eletricidade e introduzir armazenamento.³⁰

²⁷ WFW (2015).

²⁸ Halstead et al. (2016).

²⁹ The Asia Foundation (2013).

³⁰ IEA-RETD (2016).

REFERÊNCIAS

Agora Energiewende (2017)

Future cost of *onshore* wind. Recent auction results, long-term outlook and implications for upcoming German auctions. Available at: https://www.agora-energiawende.de/fileadmin/Projekte/2017/Future_Cost_of_Wind/Agora_FutureCost-of-Wind_WEB.pdf [Accessed 6 October 2017]

American Wind Energy Association (2017)

The Cost of Wind Energy in the U.S. [online] Available at: <http://www.awea.org/falling-wind-energy-costs> [Accessed 6 Oct. 2017].

Astroza, S., Patil, P. N., Smith, K. I., & Bhat, C. R. (2017)

Transportation Planning to Accommodate Needs of Wind Energy Projects. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2669), 10-18. Available at: <http://www.cae.utexas.edu/prof/bhat/ABSTRACTS/Wind%20Turbines.pdf>
Bardolet, M. (2014). Regulatory Overview: Morocco, Desert Industrial Initiative 1-11.

Bhambhani, A. (2017)

Turkey Winner Of 1 GW FV Tender From Korea. [online] [Taiyangnews.info](http://taiyangnews.info). Available at: <http://taiyangnews.info/markets/turkey-winner-of-1-gw-pv-tender-from-korea/> [Accessed 6 Oct. 2017].

Boonin, D. M. (2008)

Feed-in tariffs: Best design focusing Hawaii's investigation. Washington, DC, National Regulatory Research Institute.

CCAP (2012)

Revolving and ESCO Funds for Renewable Energy and Energy Efficiency Finance: Thailand'. Washington, CCAP.

Couture, T., et al. (2010)

A policymaker's guide to *feed-in* tariff policy design. Golden, CO, National Renewable Energy Laboratory.

Couture, T. and Y. Gagnon (2009)

"An analysis of *feed-in* tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment." *Energy Policy* 38(2): 955-965.

de Jager, D. and M. Rathmann (2008)

Policy instrument design to reduce financing costs in renewable energy technology projects. Utrecht, Netherlands, Ecofys International BV. Prepared for the International Energy Agency, Renewable Energy Technology Development.

Dezem, M. (2017)

Solar Sold in Chile at Lowest Ever, Half Price of Coal. [online] [Bloomberg](https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-08-19/solar-sells-in-chile-for-cheapest-ever-at-half-the-price-of-coal). Available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-08-19/solar-sells-in-chile-for-cheapest-ever-at-half-the-price-of-coal> [Accessed 6 Oct. 2017].

DIA-CORE (2016)

The impact of risks in renewable energy investments and the role of smart policies, Final Report, February 2016, Available from <http://diacore.eu/results/item/enhancing-res-investments-final-report>.

Dipaola, M. (2017a)

Saudi Arabia Gets Cheapest Bids for Solar Power in Auction. [online] [Bloomberg](https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-03/saudi-arabia-gets-cheapest-ever-bids-for-solar-power-in-auction). Available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-03/saudi-arabia-gets-cheapest-ever-bids-for-solar-power-in-auction>

Dipaola, M. (2017b)

Cheapest Solar on Record Offered as Abu Dhabi Expands Renewables. [online] [Bloomberg](https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-19/cheapest-solar-on-record-said-to-be-offered-for-abu-dhabi). Available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-19/cheapest-solar-on-record-said-to-be-offered-for-abu-dhabi> [Accessed 6 Oct. 2017].

EWEA (2010)

WindBarriers. Administrative and grid access barriers to wind power. Brussels European Wind Energy Association.

EY (2017)

Batteries: leading the charge, Ernst and Young.
Renewable energy country attractiveness index.

Frankfurt School (2012)

Case Study: The Energy Efficiency Revolving Fund,
Available from <http://fs-unep-centre.org/publications/case-study-thai-energy-efficiency-revolving-fund-eerf>, Frankfurt School - UNEP Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance.

Garbe, K., et al. (2012)

FV Legal, Reduction of bureaucratic barriers for successful FV deployment in Europe, Final Report.
Available from <http://www.pvlegal.eu/>

Gonzalez, J. and R. Lacal-Arantequi (2016)

"A review of regulatory framework for wind energy in European Union countries: Current state and expected developments." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 56: 588-602.

Guillen, P., Wetzler, N., Abstoss, N. (2011)

Analysis of Maryland Port Facilities for *Offshore* Wind Energy Services. Kinetik Partners, LLC.
Available at: http://www.offshorewindhub.org/sites/default/files/resources/mea_2-28-2012_mdportfacilities-foroffshorewindenergyservices_0.pdf

Halstead, M., et al. (2014)

Indonesian *Feed-in* Tariffs: challenges & options, Mitigation Momentum.

Hauser, E., Weber, A., Zipp, A., Leprich, U. (2014)

Bewertung von Ausschreibungsverfahren als Finanzierungsmo-
dell für Anlagen erneuerbarer Energie-
nutzung. Institut für ZukunftsEnergieSysteme.
Available at: https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/IZE-S20140627IZESBEE_EE-Ausschreibungen.pdf

Held, A., et al. (2017)

"Challenges and appropriate policy portfolios for (almost) mature renewable electricity technologies." *28 issue*: 34-53.

Hirth, L. and J. Steckel (2016)

"The role of capital costs in decarbonizing the electricity sector." *Environmental Research Letters* 11(11): 114010.

IEA (2015)

World Energy Outlook – 2015. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development. Available at: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEB_WorldEnergyOutlook2015-ExecutiveSummaryEnglishFinal.pdf

IEA (2016)

World Energy Outlook – 2016. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development. Available at: <http://www.iea.org/newsroom/news/2016/november/world-energy-outlook-2016.html>

IEA (2017)

Renewables 2017: Executive Summary. Market Report, Available at: <http://www.iea.org/Textbase/npsum/renew2017MRSsum.pdf>

IEA-RETD (2013)

Overcoming environmental, administrative and socio-economic barriers to renewable energy technology deployment Utrecht, IEA RETD

IEA-RETD (2016)

RE TRANSITION – Transitioning to Policy Frameworks for Cost-Competitive Renewables, [Jacobs et al., IET – International Energy Transition GmbH]. Utrecht, IEA Technology Collaboration Programme for Renewable Energy Technology Deployment (IEA-RETD).

IRENA (2017)

Renewable Energy Auctions: Analysing 2016. Abu Dhabi, IRENA.

Jacobs, D. (2012)

Renewable Energy Policy Convergence in the EU – The evolution of *feed-in* tariffs in Germany, Spain and France. Farnham, Ashgate Publishing

Jacobs, D., et al. (2013)

"Analysis of renewable energy incentives in the Latin America and Caribbean region: The *feed-in* tariff case." Energy Policy 60(0): 601-610.

Klessmann, C., et al. (2008)

"Pros and cons of exposing renewables to electricity market risks – A comparison of the market integration approaches in Germany, Spain, and the UK." Energy Policy 36(10): 3646-3661.

López, B. (2017)

Mexico signs lowest-price solar contracts to date. [online] FV Magazine International. Available at: <https://www.pv-magazine.com/2017/02/06/mexico-signs-lowest-price-solar-contracts-in-the-world-to-date/> [Accessed 6 Oct. 2017].

Low Carbon Contracts Company (2017)

Guidance on Strike Price Adjustments under Contracts for Difference and Investment Contracts. London, Low Carbon Contracts Company

Mayer-Brown (2016)

Mexico's Clean Energy Auction: Material Provisions of the Power Purchase Agreements, Mayer-Brown. May.

MIGA (2015)

"Providing political risk and credit enhancement support." World Bank Group. Available at: <https://www.miga.org/Pages/Resources/MIGA%20products.pdf>

Nehme, B. (2016)

Renewable Energy Training Program Financing Renewable Energy Projects: PPAs and Tariff Design, ESMAP.

O'Brian, H. (2017)

Turkey tenders 1GW in new auction system. [online] Wind Power Monthly. Available at: <http://www.windpowermonthly.com/article/1431120/turkey-tenders-1gw-new-auction-system> [Accessed 6 Oct. 2017].

Öko-Institut (2014)

Erneuerbare-Energien-Gesetz 3.0 (Langfassung). Studie im Auftrag von Agora Energiewende.

Ondraczek, J., et al. (2015)

"WACC the dog: The effect of financing costs on the levelized cost of solar FV power." Renewable Energy 75: 888-898.

OPIC (2014)

Important Features of Bankable Power Purchase Agreements For Renewable Energy Power Projects. Joint Report, OPIC, U.S. Trade and Development Agency, U.S. Agency for International Development, U.S. Department of Commerce: 1-2.

PwC (2016)

Developing renewable energy projects – A guide to achieving success in the Middle east.

Ragwitz, M., et al. (2007)

Assessment and optimisation of renewable energy support schemes in the European electricity market, OPTRES final report, Karlsruhe, February 2007. Available online at http://www.optres.fhg.de/OPTRES_FINAL_REPORT.pdf

Rickerson, W., et al. (2012)

Feed-in tariffs as a policy instrument for promoting renewable energies and green economies in developing countries, Paris: UNEP.

Rogers, J., et al. (2010)

Examples of wind energy *curtailment* practices. Golden, CO, National Renewable Energy Laboratory.

Roselund, C. (2017)

Utility-scale solar falls below \$1 per watt (w/ charts). [online] FV Magazine USA. Available at: <https://pv-magazine-usa.com/2017/06/12/utility-scale-solar-falls-below-1-per-watt/> [Accessed 6 Oct. 2017].

Sumkhov, I. (2017)

Abu Dhabi confirms USD24.2/MWh bid in solar tender. [online] Renewables Now. Available at: <https://renewablesnow.com/news/update-abu-dhabi-confirms-usd-24-2-mwh-bid-in-solar-tender-540324/> [Accessed 6 Oct. 2017].

Swider, D. J., et al. (2008)

"Conditions and costs for renewables electricity grid connection: Examples in Europe." *Renewable Energy* 33(8): 1832-1842.

Temperton, I., et al. (2016)

Reducing the cost of financing renewables in Europe. Study on behalf of Agora Energiewende. https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/De-Risking/Agora_RES-Derisking.pdf

The Asia Foundation (2014)

A Political Economy Analysis of Electricity Tariff Restructuring in Nepal, The Asia Foundation.

Tsagas, I. (2017)

Four bidders for Turkey's 1 GW Konya solar FV plant. [online] FV Magazine International. Available at: <https://www.pv-magazine.com/2017/03/14/four-bidders-for-turkeys-1-gw-konya-solar-pv-plant/> [Accessed 6 Oct. 2017].

Tisheva, P. (2016, 08/09/2017)

"Greenergy wins 36 MW of wind projects in Peru auction." from <https://renewablesnow.com/news/greenergy-wins-36-mw-of-wind-projects-in-peru-auction-513758/>.

UNDP (2013)

Derisking Renewable Energy Investment. New York, United Nations Development Programme. [http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP%20Derisking%20Renewable%20Energy%20Investment%20-%20Full%20Report%20\(April%202013\).pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP%20Derisking%20Renewable%20Energy%20Investment%20-%20Full%20Report%20(April%202013).pdf)

UNDP (2013).

Derisking Renewable Energy Investment New York, United Nations Development Programme. [http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP%20Derisking%20Renewable%20Energy%20Investment%20-%20Full%20Report%20\(April%202013\).pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP%20Derisking%20Renewable%20Energy%20Investment%20-%20Full%20Report%20(April%202013).pdf)

Van Arsdall, W. (1981)

Coal Trucks and the Law: Statutes, Regulations and Policies Affecting Truck Transportation of Coal in Kentucky, Legislative Research Commission (Kentucky). 73 pp. (Report No. 176). Available at: <http://www.lrc.ky.gov/lrcpubs/rr176.pdf>

Watson Farley & Williams (2015)

Thailand shifts from renewable energy adder rate to *feed-in* tariffs for VSPPs.

World Bank Group (2017a)

"Power Purchase Agreements (PPAs) and Energy Purchase Agreements (EPAs)." Public-private partnership in infrastructure and resource center. from <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sector/energy/energy-power-agreements/power-purchase-agreements>.

World Bank Group (2017b)

Doing Business 2017: Equal Opportunity for All. Washington, DC: World Bank. Available at: <http://www.doingbusiness.org/-/media/WBG/DoingBusiness/Documents/Annual-Reports/English/DB17-Report.pdf>

Sobre a Agora Energiewende

A Agora Energiewende desenvolve estratégias politicamente viáveis e baseadas em evidências para garantir o sucesso da transição de energia limpa na Alemanha, Europa e no resto do mundo. Como um *think tank* e laboratório de políticas, pretendemos compartilhar conhecimento com as partes interessadas nos ambientes da política, negócios e academia, enquanto possibilitamos uma troca produtiva de ideias. Nossa pesquisa com rigor científico destaca soluções políticas práticas, ao mesmo tempo em que evita uma agenda ideológica. Como uma fundação sem fins lucrativos financiada principalmente por meio de doações filantrópicas, não estamos comprometidos com interesses corporativos ou políticos restritos, mas sim com o confronto à mudança climática.



Esta publicação está disponível
para *download* com este código QR.

Agora Energiewende

Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlin
P +49 (0)30 700 14 35-000
F +49 (0)30 700 14 35-129
www.agora-energiewende.de
info@agora-energiewende.de

