



**Franz-Josef Brüggemeier**

# Sol, água, vento: O desenvolvimento da transição energética na Alemanha

sociedade boa –  
social democracia  
**#2017plus**

**FRIEDRICH  
EBERT**  
  
**STIFTUNG**

## sociedade boa – social democracia #2017 plus

UM PROJETO DA FUNDAÇÃO FRIEDRICH EBERT  
PARA OS ANOS 2015 A 2017

O que é uma “Sociedade Boa”? Para nós significa justiça social, sustentabilidade ecológica, uma economia inovadora e bem-sucedida, ou seja, uma democracia na qual os cidadãos participam ativamente. Esta sociedade é sustentada pelos princípios fundamentais da liberdade, justiça e solidariedade.

Precisamos de novas ideias e conceitos para que esta sociedade boa não passe a ser uma utopia. Por isso, a Fundação Friedrich Ebert desenvolve recomendações concretas de atuação para a política dos próximos anos. Neste contexto, os seguintes temas são centrais:

- Debate sobre valores fundamentais: liberdade, justiça e solidariedade
- Democracia e participação democrática
- Novo crescimento e uma política econômica e financeira criativa
- Trabalho decente e progresso social

Uma sociedade boa não surge sozinha, ela requer um processo formador contínuo com participação de todos nós. Neste projeto, a Fundação Friedrich Ebert aproveita a sua rede mundial para reunir as perspectivas alemã, europeia e internacional. Em numerosas publicações e eventos, a serem realizados nos anos 2015 a 2017, a Fundação dedicar-se-á de forma contínua ao tema para que a sociedade boa seja viável no futuro.

Mais informações sobre o projeto podem ser encontradas em  
[www.fes-2017plus.de](http://www.fes-2017plus.de)

### A Fundação Friedrich Ebert

A FES é a fundação política mais antiga da Alemanha, cujo nome remonta a Friedrich Ebert, o primeiro presidente do Reich eleito democraticamente. Na qualidade de fundação próxima do partido Social Democrático (SPD), nosso trabalho orienta-se pelos valores básicos da social democracia: liberdade, justiça e solidariedade. Somos uma instituição sem fins lucrativos de atuação independente. Desejamos promover o diálogo social pluralista sobre os desafios políticos da atualidade. Nos entendemos como parte integrante da comunidade de valores social-democráticos e do movimento sindical na Alemanha e no mundo. Com nosso trabalho na Alemanha e no exterior contribuimos para que as pessoas participem na formação das suas sociedades e defendam a social democracia.

### Sobre o autor desta edição

**Prof. Dr. Dr. Franz-Josef Brüggemeier** é professor catedrático de história econômica, social e ambiental no Departamento de História da Universidade Albert Ludwig em Freiburg na Alemanha.

### O responsável pela publicação na FES

**Dr. Philipp Fink** é responsável pela área de trabalho “Política climática, ambiental, energética e estrutural” no Departamento de Política Econômica e Social no âmbito do projeto “Sociedade boa e democracia 2017pós” (gute gesellschaft soziale demokratie 2017plus).

Franz-Josef Brüggemeier

# Sol, água, vento: O desenvolvimento da transição energética na Alemanha

3	<b>PREFÁCIO</b>
4	<b>1 INTRODUÇÃO AO TEMA</b>
6	<b>2 CONTEXTO HISTÓRICO DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA</b>
6	2.1 O carvão e a transição para a era dos combustíveis fósseis
7	2.2 Petróleo e energia nuclear
8	2.3 Energia nuclear e dependência do petróleo
10	<b>3 A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA ATUAL</b>
10	3.1 Objetivos
10	3.2 Lei de energias renováveis: antecedentes e origem
11	3.3 Fim da energia nuclear I e II
13	3.4 A implementação da lei de energias renováveis
13	3.4.1 Segurança de abastecimento
18	3.5 Europa
20	3.6 Rentabilidade
21	3.6.1 Custos externos
22	3.6.2 Sobretaxa criada pela lei de energias renováveis e preço de mercado
25	3.6.3 Eficiência e economia
26	3.7 Sustentabilidade ecológica
29	<b>4 CONCLUSÕES</b>
30	Índice de figuras
30	Índice de siglas
31	Glossário
33	Bibliografia



## PREFÁCIO

No dia 11.05.2014, as energias renováveis conseguiram suprir temporariamente 80% da demanda elétrica, o que representa um novo recorde. Aliás, no seu conjunto, as energias renováveis estabeleceram um recorde em 2014. Pela primeira vez, mais de 27% da demanda elétrica foi atendida pela energia solar, eólica, hídrica e biomassa. Isso significa que, em 25 anos, foi possível elevar a participação das energias renováveis na geração elétrica de 3% para mais de um quarto da energia elétrica gerada. Além disso, mais de 370.000 pessoas trabalham no setor de energias renováveis na Alemanha. Considerando estes dados, ao menos no que diz respeito à geração elétrica, houve avanço significativo no sentido de alcançar a ambiciosa meta da transição energética, ou seja, o abandono da geração de energia a partir de fontes fósseis nocivas ao clima. Ademais, o interesse na transição energética alemã continua suscitando grande interesse no exterior. A espinha dorsal da transformação energética, a lei de energias renováveis (cujas sigla em alemão é EEG), que regulamenta a ampliação do uso de fontes de energia renováveis, já foi adotada por 65 países.

Apesar dessas conquistas, o processo de transição energética não foi nem será sem atritos, por tratar-se de toda uma reorganização do sistema energético de uma sociedade industrial. Todavia, para uma explicação ampla da transição energética, para além das estatísticas e da dimensão tecnológica pura e simples, é necessário traçar o contexto econômico, social e político do processo de tomada de decisão. Como transcorreu exatamente este processo da transição energética? Que marcos foram atingidos? Quais foram os atores que impulsionaram o processo? Que interesses nortearam a mudança e como estes se transformaram com o passar do tempo? Havia outros exemplos na história?

Estas questões serão analisadas pelo autor do presente estudo, Franz-Josef Brüggemeier, professor catedrático da Universidade Albert Ludwig em Freiburg. Suas conclusões indicam, por um lado, que a transição energética não está apenas diante da tarefa de conciliar o triângulo energético-político formado por segurança de abastecimento, rentabilidade e impacto ambiental, mas também precisou e precisa, por outro lado, considerar diferentes desafios, soluções e interesses na política, na economia e na tecnologia. Na sua análise

histórica, o autor deixa claro que a realização da transição energética representa sempre o resultado de um compromisso complexo baseado em um equilíbrio de interesses. Neste contexto, aponta para o papel de liderança da social-democracia como movimento social e político na formulação da transição energética, pois em comparação a outros movimentos políticos, ela não estava apenas tradicionalmente sempre próxima da indústria energética e dos seus trabalhadores, mas também muitos pioneiros da transição energética vieram do seu meio. Por apostar no complicado, e para alguns até frustrante, equilíbrio de interesses, entre aqueles que ganham e aqueles que perdem, a social-democracia promoveu a transição energética como processo de modernização social e econômico. Estabelecer esta compensação de interesses continuará sendo um elemento essencial da configuração da transição energética, sendo assim uma tarefa da social-democracia no futuro.

No âmbito do projeto de futuro “Sociedade boa e democracia social 2017pós” da Fundação Friedrich Ebert, a equipe do projeto “2017pós” continuará a acompanhar os desenvolvimentos da política energética e climática e analisar a sua importância para a social-democracia.

Desejo uma leitura instigante e interessante!

### **DR. PHILIPP FINK**

Departamento de Política Econômica e Social da  
Fundação Friedrich Ebert

# 1

## INTRODUÇÃO AO TEMA

No mundo todo discute-se a necessidade de uma transição energética para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e frear o temido aumento das temperaturas. Esta mudança requer uma substituição dos combustíveis fósseis (carvão, gás, lignita, petróleo) por energias renováveis, tais como eólica, solar, hídrica ou biomassa. Esforços neste sentido estão sendo desenvolvidos em vários países, porém os avanços estão especialmente adiantados na Alemanha, mostrando, por um lado, avanços muito significativos; por outro, os problemas a serem superados. A transição energética na Alemanha não deve apenas reduzir o consumo de combustíveis fósseis, mas também levar ao abandono da energia nuclear, deixando para trás os riscos envolvidos e a questão do lixo radioativo. Isto significa que os objetivos são particularmente ambiciosos, por isso, os esforços alemães são acompanhados pelo mundo inteiro.

Na transição energética destaca-se sempre, e com razão, a importância das iniciativas da sociedade civil e de grupos ambientalistas. Contudo, sozinhos, estes grupos podem dar impulsos e exercer pressão, mas não conseguem impor as decisões ou leis necessárias. Para tal, é necessário o apoio de grandes movimentos políticos e, na Alemanha, este papel foi assumido pela social-democracia, por ela estar especialmente apta, devido ao seu tradicional e estreito contato com as indústrias estabelecidas e seus trabalhadores, além de sempre ter impulsionado processos de modernização.

Coerente com seus ideais, o partido social-democrata (SPD) não assumiu uma posição homogênea na transição energética, nem apoiou sempre o projeto e, por vezes, até o encarou com certo ceticismo. Isto não deve surpreender, pois nas sociedades industriais modernas, a disponibilização e o uso de energia são de importância tão elementar que qualquer tentativa de mudança provoca repercussões profundas e implica contradições. Embora grupos ambientalistas sempre se lamentem destas contradições, elas são inevitáveis.

Por conseguinte, trata-se de saber lidar com as mesmas e encontrar soluções políticas aceitáveis. Neste sentido, o SPD contribuiu mais do que os outros partidos, inclusive por contar com as experiências de transições energéticas anteriores. Estas, apesar de seguirem outras linhas, serviram para mostrar

quão importante é, questionar e rever sempre as próprias concepções e, sendo necessário, corrigi-las.

Um bom exemplo constitui a mudança de posição em relação à energia nuclear, que despertara tantas expectativas nos anos 1950, com promessas de representar a superação da época da poluição pelo carvão, disponibilizando energia limpa e barata praticamente de forma ilimitada. Até a consolidação da posição, por volta de 1980, de que a energia nuclear implica enormes riscos. Na época, a alternativa mencionada já eram as energias renováveis, ainda incipientes e pouco desenvolvidas, oferecendo, na avaliação geral, uma perspectiva apenas no longo prazo. Parecia mais realista empregar carvão, o qual passou por uma espécie de renascimento. A consequência foi a construção de muitas usinas novas, todas com vida útil de várias décadas. Estas centrais continuam em operação ainda hoje, representando um grande desafio para os objetivos da transição energética atual.

Com referência a transições energéticas anteriores e seus problemas, não pretendemos desviar a atenção da situação atual. A análise torna-se necessária para entender nosso sistema energético e conseguir avaliar a sua capacidade de transformação. Os sistemas energéticos assemelham-se a um navio petroleiro grande, ou melhor, enorme, cujo curso só consegue ser alterado com dificuldade. Decisões tomadas repercutem por muito tempo, como mostra o exemplo das termelétricas a carvão. Mudanças de curso também são dificultadas pelo fato deste petroleiro não ser pilotado por um capitão, mas por vários responsáveis por diferentes áreas do abastecimento energético e eles não optam necessariamente pelo mesmo rumo: operadores de usinas, as redes elétricas, refinarias ou minas de linhito fornecedores de petróleo, carvão e gás natural, fabricantes de painéis solares e aerogeradores e, *last but not least*, os trabalhadores destes segmentos. Além disso, há os políticos e os partidos políticos que também cuidam do abastecimento energético e defendem determinados objetivos, entre os quais está, sobretudo, a proteção dos empregos.

Aqueles que esperavam uma transição energética rápida, com frequência ficam desapontados por tantos grupos e interesses influenciarem e, não raro, acabarem freando o

processo. Existem muitos motivos para perder a paciência de vez em quando, mas a transição energética não é um mero projeto tecnológico, no qual é fácil explicar as medidas a tomar. Concomitantemente, devem ser observados os três objetivos de toda política energética: o abastecimento energético seguro, ecologicamente sustentável e a um preço acessível. Assim, a tentativa de transição é um tema essencialmente político, no qual forçosamente muitas questões e interesses concorrem. Tanto mais importante se tornam partidos como o SPD para restabelecer o consenso social necessário, cuidando tanto dos ganhadores quanto dos perdedores.

A fim de compreender os desafios envolvidos é necessário ter uma noção exata dos múltiplos aspectos e argumentos da transição energética. Isso, no entanto, não é um exercício fácil, visto tratar-se de um debate deveras polêmico, no qual muitos envolvidos apresentam argumentos exacerbados. Os defensores da transição energética são sempre acusados de serem sonhadores “loucos” que colocam o futuro econômico em risco, que muitas vezes exageram nas possibilidades oferecidas pelas energias renováveis e apresentam tudo em tons de rosa. O resultado é um vasto número de pareceres, estudos e laudos com conclusões bastante divergentes e, não raro, contraditórias, de modo que fica difícil formar uma opinião própria sobre a matéria.

As observações abaixo pretendem oferecer uma orientação, apresentando as diversas posições, problemas e opções atualmente associados à transição energética. Para entender melhor do que se trata, temos de examinar transições energéticas passadas. Uma, que ocorreu a aproximadamente 200 anos, é especialmente importante. Pode parecer uma época muito remota, mas o estudo desta transição energética é extremamente útil, por se passar em uma sociedade quase totalmente baseada em energias renováveis – hoje tão relevantes.

## 2

# CONTEXTO HISTÓRICO DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

## 2.1 O CARVÃO E A TRANSIÇÃO PARA A IDADE DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSÉIS

Quando a industrialização começou, cerca de 200 anos atrás, a economia e a sociedade eram quase inteiramente baseadas em energias renováveis. O carvão já era usado há muito tempo, mas em quantidades pequenas, enquanto o petróleo e o gás natural não desempenhavam ainda papel algum. Contudo, é questionável falarmos em energia em geral naqueles tempos. Na época, tratava-se de gerar calor (sobretudo com madeira) ou aproveitar a força motriz do vento, da água, de animais e seres humanos. Energia, na acepção geral, segundo a qual calor é transformado em movimento, não existia ainda. Isto só aconteceu com a máquina a vapor que levou à industrialização e à noção de energia e ao seu uso.

A madeira, uma matéria-prima renovável, era, de longe, a fonte mais importante para gerar calor. Paralelamente, havia vento e água, usados em moinhos de vento, de água, de martelos ou em navios. Tão importante quanto, era a força muscular de homens e animais para transporte de carga, para operar utensílios ou executar outros trabalhos. Destas fontes de energia, apenas a madeira, o vento e a água eram sustentáveis. No entanto volta e meia, podia acontecer do consumo de madeira e de outros recursos ser superior à taxa de reposição. Porém, qualquer uso duradouro exigia que estes excessos fossem evitados, a fim de assegurar um abastecimento sustentável. A força, ou seja a energia proveniente de seres humanos e animais, não era disponibilizada de forma sustentável, pois dependia de alimentos fornecidos pela agricultura (Brüggemeier 2014: cap. 2, 3).

Em geral, tanto a agricultura como o rendimento do solo tinham uma importância decisiva por fornecerem tanto os alimentos quanto todas as demais matérias-primas, das quais dependiam os artesãos, o comércio e as primeiras fábricas: linho, cânhamo, palha ou madeira, obtidos diretamente da terra, mas também a lã, o couro, as velas e outros produtos obtidos pela criação de animais e diversas formas de processamento. A madeira era de suma importância – com razão considerada a matéria-prima central dessa era. Não fornecia apenas calor, mas também material de construção para casas, embarcações, veículos e outros meios de transporte,

além, quase todos os utensílios domésticos eram feitos de madeira (louça, mesas, cadeiras, camas) bem como diversas ferramentas. Mesmo o famoso “spinning jenny” (tear mecânico), por muito tempo considerado o símbolo da industrialização, era majoritariamente feito em madeira.

A madeira e as outras matérias-primas dependiam essencialmente do sol. Só o sol garantia, dia após dia, a energia necessária para que as matérias-primas pudessem crescer e ser usadas pelo homem. Toda e qualquer utilização tinha de ser sustentável, uma vez que cada ano só podiam ser consumidas as quantidades de matérias-primas que cresciam. Se a colheita fosse ruim, o consumo era maior que a oferta e era necessário recorrer às reservas. Porém, este tipo de superexploração não podia prolongar-se por um período mais extenso sem comprometer as bases vitais. E consumir demais madeira, abater demais animais ou quase esgotar as reservas era um comportamento que comprometia o futuro. Assim, o uso de matéria-prima tinha de ser sustentável nestas sociedades, sendo, por isso, caracterizado por forte insegurança, já que as colheitas variavam muito.

Esta insegurança também era devida aos problemas com a estocagem de alimentos por períodos prolongados para formar reservas. E as possibilidades de armazenar a energia do sol, do vento e da água eram bastante limitadas e o transporte por distâncias maiores exigia muito esforço. A energia armazenada existia na forma de biomassa, em especial madeira mas esta gerava custos enormes e dificuldades no transporte devido ao seu peso elevado e à baixa densidade energética. Por este motivo, as empresas que consumiam grandes volumes de energia, estavam localizadas onde houvesse madeira ou força hídrica. Como consequência, a produção era descentralizada e precisava ser ajustada às oscilações naturais do tempo e das estações do ano ou ser interrompida temporariamente em caso de falta de água ou madeira. Dito de outra forma: a demanda de energia se adaptava em grande medida à oferta.

As inseguranças intrínsecas aumentavam quando a população crescia demasiado rápido. Como os rendimentos da terra cresciam lentamente, um aumento populacional acelerado gerava crises. Mesmo assim, surgiram sociedades altamente desenvolvidas baseadas em matérias-primas renováveis,

as quais alcançaram conquistas impressionantes nas ciências e na tecnologia e atingiram um padrão de vida notável muito antes da industrialização. Ao mesmo tempo, havia cada vez mais sinais, em torno de 1800, de que o crescimento populacional era vertiginoso demais e as crises seriam iminentes.

Hoje é difícil avaliar a magnitude dessas crises e se o crescimento populacional geraria de fato, um problema intransponível. Este tipo de problema era recorrente e as sociedades daquele tempo dispunham de numerosos mecanismos para lidar com a situação. No entanto, duas afirmações podem, sem dúvida alguma, ser feitas. Primeiro, estas sociedades eram sustentáveis pela maneira como usavam a energia e as matérias-primas, mas a esta sustentabilidade estavam associadas colheitas variáveis, escassez frequente, mortalidade precoce e muitas outras incertezas, de modo que não podem nos servir de modelo. Segundo, somente a industrialização e a utilização do carvão permitiram vencer estas inseguranças. O carvão não precisava crescer a cada ano, o que significa que seu uso não era sustentável. Além disso, esta fonte de energia parecia ilimitada, oferecendo oportunidades sociais e econômicas inéditas.

O carvão continha energia armazenada e podia ser transportado a baixo custo por grandes distâncias após a invenção das ferrovias. A partir deste momento, grandes quantidades de energia estavam disponíveis em todos os lugares, onde quer que fosse necessária, e sem depender de variações naturais. Assim, surgiram inúmeras máquinas e fábricas, processos produtivos mais eficientes e inovações tecnológicas que junto com as descobertas científicas e muitos outros fatores contribuíram para um rápido aumento da produtividade e o surgimento das sociedades industriais modernas. Na sequência, mais precisamente após 1850, deu-se um acelerado crescimento de cidades e regiões industriais. Lá estavam concentradas a população, a política, a administração e a economia, mas todas dependiam de uma oferta constante de energia barata.

Esse desenvolvimento recebeu um impulso adicional com duas novidades: primeiro, a possibilidade de transportar energia por grandes distâncias na forma de eletricidade e, segundo, usar a eletricidade, o petróleo ou o gás natural para operar não apenas instalações grandes, como, por exemplo, máquinas a vapor, mas também motores bem pequenos. Como consequência, foram construídas grandes centrais que forneciam a eletricidade necessária e contribuíram significativamente para o estabelecimento da produção industrial como nós a conhecemos. Esta produção é contínua, ou seja, ela independe de oscilações naturais, assentando em uma oferta constante de energia impulsionada pela demanda. Este tipo de produção implica uma extensa centralização (Sieferle 2003).

A transição energética de 200 anos atrás representou o fim de uma economia ou modo de produção que era sustentável pela maneira como usava os recursos e cumpria, por conseguinte, um dos objetivos que pretendemos alcançar com a transição energética atual. Porém, as sociedades daquela época dependiam sobremaneira das oscilações das condições meteorológicas, das estações do ano e da natureza em geral e eram sujeitas a grandes inseguranças. Não correspondiam, portanto, ao nosso entendimento mais abrangente de sustentabilidade, segundo o qual não se trata apenas de

matéria-prima, mas também de política e sociedade. Em uma sociedade sustentável devem existir direitos políticos, direitos de participação e expressão bem como outras características que façam com que as pessoas queiram viver nesta sociedade. Não era o caso em 1800.

A propósito, a transformação iniciada naquele momento não aconteceu de forma abrupta. Na verdade, levou décadas até que o novo modo de produção industrial se generalizasse. A transição exigiu alterações em várias áreas, na tecnologia, na economia, na sociedade e na política para poder se adaptar ao modo de produção industrial e controlá-lo, o que, aliás, só se consegue em uma parte do globo até hoje. Por isso, não deve surpreender que a transição energética atual não poderá ser realizada da noite para o dia, mas será um processo complexo e demorado.

## 2.2 PETRÓLEO E ENERGIA NUCLEAR

Desde a ascensão do carvão, era recorrente a preocupação com o esgotamento das reservas dentro em breve. Paralelamente, crescia a crítica aos poluentes produzidos pelo uso desta fonte de energia. Ambas as posições, a preocupação com o fim das reservas e a crítica à poluição, marcaram a era do carvão e persistiram após a Segunda Guerra, até que em meados dos anos 1950, o petróleo e a energia nuclear trouxeram a promessa de uma mudança para fontes de energia limpas e aparentemente infinitas (Müller 1990; Radkau 1978).

O petróleo já era explorado industrialmente no fim do século 19, propagando-se, a seguir, no mundo todo. Na Alemanha, esta matéria-prima só alcançou uma importância central depois de 1945, quando passou a ser usada na indústria química, em usinas termoelétricas e aquecimento privado, acabando por conquistar a indústria automobilística com a gasolina. Do ponto de vista químico, o carvão e o petróleo têm muito em comum, mas o uso do petróleo é claramente mais fácil nas áreas citadas. Assim, nasceu a indústria química moderna com seus inúmeros produtos (de plástico), o consumo de energia cresceu vertiginosamente e, não por último, a mobilidade alcançou uma dimensão inimaginável. Uma das tarefas decisivas da transição energética atual consiste, por isso, em preservar esta mobilidade e/ou desenvolver alternativas viáveis.

Inicialmente, a energia nuclear causou mais frenesi do que a transição para o petróleo, despertando expectativas francamente ilimitadas na sociedade e nos partidos políticos. Em 1955, o governo alemão até criou um ministério para energia nuclear chefiado por Franz Josef Strauß e o SPD aprovou, em 1956, um plano para energia nuclear, o qual anunciava: “É o início de uma nova era. A fissão atômica controlada e a energia atômica gerada desta maneira representam o início de uma nova era da humanidade. (...) A melhoria do bem-estar que poderá ser proporcionada por esta fonte de energia (...) deve beneficiar todas as pessoas.” A energia atômica poderia “contribuir de forma decisiva para o fortalecimento da democracia interna e da paz entre os povos. Assim, a era da energia nuclear poderá se tornar a era da paz e da liberdade para todos” (Brüggemeier 2014: 228; Brandt 1957). Para que isso ocorresse o governo alemão deveria disponibilizar mais

fundos para a pesquisa nuclear, para recuperar o atraso tecnológico frente a outros países. A indústria, por sua vez, era criticada por sua tradicional e estreita relação com a exploração do carvão e por estar negligenciando as novas tecnologias.

Comentários deste tipo eram comuns na época. Usinas nucleares deviam fornecer eletricidade e calor, dessalinizar a água do mar e transformar o deserto em uma região fértil, aquecer as estufas na região norte mais fria ou transpor rios inteiros para irrigar regiões secas. Em formato menor, poderiam propulsionar submarinos, trens e mesmo carros. Nos carros, ainda restavam alguns probleminhas de segurança e planos mais precisos revelaram que eles exigiriam uma blindagem protetora que pesaria cerca de 100 toneladas.

A energia nuclear não prometia apenas energia limpa e barata, mas também inexaurível, disponível por vários séculos, eliminando quase todas as preocupações. Numerosos jornalistas, escritores e políticos defendiam esta posição. Na população, a energia nuclear igualmente encontrava apoio e havia até mesmo argumentos favoráveis considerando a proteção da natureza e do meio ambiente. Conforme o plano de ação do SPD, poderíamos evitar “a exploração excessiva das minas de carvão, a interferência ruinosa na paisagem e no abastecimento de água por conta da extração de linhito”. Argumentos semelhantes foram apresentados por Otto Kraus, o encarregado da proteção da natureza da Baviera, quando publicou em 1960 um documento sobre “O uso da força hídrica e a proteção da natureza na era nuclear”, no qual concedia que “alguns cientistas, alguns políticos e alguns cidadãos” temiam os riscos envolvidos, ressaltando que estes podiam ser dominados. Sobretudo, se admitirmos que represas não são menos perigosas. A própria construção delas já exigia numerosas vítimas. Além disso, diques poderiam se romper, seja por causa de erros técnicos, seja por causa de forças naturais, provocando catástrofes. Em comparação, os progressos da tecnologia nuclear e a construção de usinas nucleares representariam uma alternativa sensata. Era mister aproveitar esta constelação favorável (Kraus 1960: 34).

Os relatos na mídia refletiam apoio praticamente unânime. Contudo, abaixo dos níveis oficiais, eram travadas discussões mais controversas inclusive pelo fato da energia nuclear estar associada aos perigos da bomba atômica. Por conseguinte, o movimento pacifista e ativistas antinucleares estiveram presentes desde o início. Houve confrontos tumultuados em 1951/1952, quando estavam à procura de locais para implantar os primeiros reatores nucleares em Karlsruhe, Colônia e Jülich. Em Karlsruhe, os habitantes entraram na justiça por considerarem ameaçado o direito fundamental à vida e à integridade física, alertando para questões de segurança não resolvidas. Sua queixa suscitou grande atenção, recebendo comentários de toda a Alemanha. Mas a maioria dos artigos defendia a nova forma de energia, chamando os autores da ação de agitadores caipiras, os quais, segundo o jornal “Südkurier” em novembro de 1956, enfrentavam “usinas nucleares com enxadas” (Radkau 1978: 441).

Por revelar a dependência dos países árabes, a crise do petróleo de 1973 contribuiu para as tentativas de fazer uma transição energética baseada na energia nuclear. Como, além disso, a demanda de energia continuava crescendo e o petróleo aparentemente estava acabando, o então ministro da fazenda Helmut Schmidt (SPD) lançou um alerta para a

iminente escassez de energia. Ela seria o principal empecilho “para a continuação do crescimento econômico, do desenvolvimento da produtividade e infelizmente talvez também (...) do emprego”. A indústria nuclear concordou com o presságio e ofereceu satisfazer a demanda de energia primária em até aproximadamente 50% até o ano 2000. Para garantir o abastecimento, a indústria pretendia construir mais 35 usinas nucleares. Estas usinas deveriam gerar eletricidade, fornecer calor de processo para a indústria química e ainda servir para extrair gasolina e outros produtos de petróleo do linhito nacional (Brüggemeier 2014: 316f.).

A empresa Ruhrkohle e o sindicato da mineração ficaram encantados com estas propostas por oferecerem perspectivas inesperadas ao segmento em declínio. Mesmo os meios de comunicação, antes críticos com relação à energia nuclear, passaram a sublinhar as suas vantagens. A revista “Spiegel” exigiu uma duplicação das centrais nucleares em 1973 e para os jornais “Süddeutsche Zeitung” e “Handelsblatt” apenas a eletricidade nuclear poderia substituir o petróleo e garantir o abastecimento elétrico (Schaaf 2002: 56). O governo do CDU no estado de Baden-Württemberg agia de acordo com o consenso comum, quando determinou, em meados de 1973, que uma usina nuclear seria construída no município de Wyhl am Kaiserstuhl. Contudo, com esta decisão, também deu o tiro de largada para o movimento antinuclear que acabou por desencadear o fim da energia nuclear e estimular a busca por alternativas.

## 2.3 ENERGIA NUCLEAR E DEPENDÊNCIA DO PETRÓLEO

Em Wyhl, os opositores da usina nuclear estavam preocupados com a viticultura e a sua saúde, mas no início nem eram totalmente contra a energia nuclear. O governo estadual viu-se confrontado com as resistências costumeiras contra projetos industriais e manteve os seus planos.

Porém, a energia nuclear ficou logo em primeiro plano e motivou repetidos protestos da população local. Nestas manifestações, participavam donas de casa, viticultores e agricultores, ou seja, forças que normalmente não se destacavam nesse tipo de conflito, mas que foram determinantes nas ações em Wyhl. Além disso, receberam apoio dos estudantes de Freiburg, cada vez mais, de cientistas que apresentavam seu know-how, conferindo base científica aos argumentos contra a energia nuclear. Aos poucos, foi se formando uma aliança ampla incomum, o que foi decisivo para o êxito dos protestos de Wyhl. Igualmente importantes foram os políticos, tais como Eppler e o SPD de Baden-Württemberg, que já em 1975 expressaram suas preocupações com relação à ampliação da energia nuclear. As disputas ficaram mais radicalizadas e os opositores da usina nuclear partiram para ações de grande impacto, como a ocupação do canteiro de obra. Quando os tribunais decretaram uma suspensão temporária da construção e os protestos continuaram a ganhar força, a mídia nacional, finalmente, começou a se interessar pelo conflito. Por exemplo, a revista “Spiegel” somente publicou um artigo mais extenso sobre Wyhl em março de 1975, ou seja, dois anos após o início dos confrontos (Rucht 2008).

Neste meio tempo, o tema energia nuclear já era capaz de mobilizar grandes grupos populacionais em todo o país e cada vez mais pessoas e grupos foram aderindo ao protesto, culminando na fundação dos Verdes em 1980. A ascensão dos Verdes se deve basicamente à rejeição da energia nuclear, que continuava a ser sustentada pelo SPD, no governo do país. A posição defendida pelos Verdes conquistava cada vez mais apoio, mas a parcela dos partidários da energia nuclear permanecia no mínimo igualmente forte, até quando explodiu um reator no dia 26 de abril de 1986, em Chernobyl. Para cerca da metade da população ocidental, a consequência desta catástrofe era óbvia: queriam o fim da energia nuclear. Em 1986, no seu congresso em Nuremberg, o SPD decidiu pelo abandono da energia nuclear no prazo de dez anos, aproximando-se, portanto, dos Verdes. Enquanto isso, o CDU/CSU e os Liberais mantinham a bandeira da energia nuclear, podendo invocar a outra metade da população favorável à mesma.

Diante dessa conjuntura reivindicou-se novamente uma transição energética, e, pela primeira vez, o conceito passou a ser usado amplamente por todos. Este conceito não englobava apenas o fim da energia nuclear, mas incluía também a preocupação com um iminente esgotamento das reservas de petróleo. O relatório enviado em 1972 ao Clube de Roma e discutido mundialmente, já alertara para os limites do crescimento, sobretudo apontava para as reservas de petróleo que estavam acabando. Muitas pessoas e diversos institutos, entre estes, o “Öko-Institut” (Instituto para Ecologia de Freiburg), basearam seus argumentos nessa premissa. Um estudo de 1980, afirmou que o maior desafio seria a iminente “extinção do petróleo como fonte barata de energia” (Krause et al. 1980: 13), reivindicando que houvesse logo uma transição energética. Os autores propuseram diversos caminhos, os quais continuam a ser discutidos ainda hoje, entre estes o uso mais eficiente da energia ou o desatrelamento entre crescimento econômico e consumo energético. Defendiam ainda um maior uso das energias renováveis, as quais deveriam suprir aproximadamente a metade da demanda até 2030. Com estes números, o Öko-Institut apresentou uma estimativa mais otimista para contribuição destas energias do que era praxe então, porém, também frisou que a outra metade deveria vir do carvão. Segundo o relatório, o futuro consistiria no “auto-abastecimento a partir de carvão e sol” (Krause et al. 1980: 39).

Diversos outros estudos defendiam o fim da energia nuclear e apontavam para a necessidade de isolar as casas, desenvolver novas tecnologias, usar a energia com eficiência e, fundamentalmente, desacoplar o crescimento econômico do consumo de energia. Existiriam grandes chances, mas, em última análise, o carvão teria de continuar a desempenhar um papel central ainda por um bom tempo. Um bom exemplo desses argumentos, aliás muito discutido na época, é oferecido pelo livro “Energiewende” (Transição energética) publicado por Volker Hauff em 1986. Volker Hauff foi ministro federal de 1978 a 1982 no governo Schmidt (SPD) e, desde 1983, é membro da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, a qual elaborou o relatório mais importante sobre sustentabilidade até a presente data na famosa Comissão Brundtland. No seu livro, como denota o subtítulo “Da indignação à reforma”, pretendia mostrar as etapas práticas necessárias para o fim da energia nuclear.

Descreveu que a fonte mais importante de qualquer energia, é o seu melhor uso, mas logo em seguida, chamou o carvão limpo a fonte de energia do futuro. O autor até tinha boas razões para chegar a essa avaliação. Ainda havia, é certo, emissões consideráveis por causa do carvão, entre outros, de óxidos de nitrogênio (nox) e ácido sulfúrico, objeto de crítica e veemente rejeição desde meados dos anos 1980, como responsável pela chuva ácida. Porém, agora estavam disponíveis recursos tecnológicos eficazes que permitiam reduzir significativamente essas e outras emissões. Volker Hauff referia-se a essas inovações e, por isso, falava em “carvão mais limpo”, atribuindo-lhe importância central (Hauff 1986: 95).

Posições parecidas tinham sido defendidas por Erhard Eppler alguns anos antes. No seio do SPD, Eppler foi um dos primeiros políticos a reivindicar a renúncia à energia nuclear, sendo considerado pioneiro da transição energética. Em junho de 1979, já argumentava, em um longo artigo, que o abandono da energia nuclear não geraria um problema sério, desde que as adaptações e conversões necessárias fossem implementadas. Argumentou mesmo que um aumento palpável da oferta de eletricidade seria possível, mas que isto poderia demandar que o consumo de carvão fosse duplicado (Eppler 1979). Eppler mencionou explicitamente os problemas que essa abordagem implicaria: uma maior geração de CO<sub>2</sub>.

A fim de diminuir a dependência do petróleo, o que era essencial para Eppler, tanto quanto o fim da energia nuclear, o uso do carvão era aceitável, ainda mais que já existiam “termelétricas a carvão limpas com caldeiras de leito fluidizado”. Eppler também nutria grandes esperanças em relação a termelétricas descentralizadas à base de gás natural. Embora mencionasse o uso de energia solar, não lhe atribuiu grande importância.

No decorrer dos anos 1980, encontramos repetidas referências a possibilidades de usar a energia solar, mas mesmo seus defensores avaliavam esta alternativa com reticência (Hauff 1986; Krause et al. 1980). Por isso, é falacioso alegar na discussão atual que uma transição para energias renováveis teria sido perdida naquela época. Para a grande maioria dos contemporâneos, um maior uso do carvão era mais realista, principalmente porque havia as tecnologias para reduzir significativamente as emissões de poluentes. Naquela época, como aliás hoje em dia, não se conseguia evitar a liberação de CO<sub>2</sub>. Contudo o aquecimento global associado a essas emissões ainda não era visto como problema crucial. A prioridade era, ao contrário, o esforço de abandonar a energia nuclear e acabar com a dependência das fontes de petróleo que estavam secando.

# 3

## A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA ATUAL

### 3.1 OBJETIVOS

Os objetivos da transição energética atual podem ser resumidos de forma simples e clara: com ela pretende-se conseguir a renúncia à energia nuclear, a substituição dos combustíveis fósseis por energias renováveis e a redução das emissões de gases nocivos ao clima. De acordo com os planos, a última usina nuclear deve ser desligada da rede em 2022. Além disso, as energias renováveis devem suprir até 80 % do consumo elétrico, o consumo de energia primária deve baixar 50 % em comparação a 2008 e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) cair em torno de 95 % em comparação a 1990 até o ano 2050 (BMW i 2014c).

Apesar de parecerem ambiciosos, estes planos são realistas, considerando os sucessos admiráveis alcançados. Somente entre os anos 2000 e 2014, a participação das energias renováveis no consumo bruto de energia elétrica passou de 6,2 % para quase 26 %. Se as energias renováveis continuarem a ser ampliadas no mesmo ritmo, poderão substituir primeiro as usinas nucleares e depois as fontes fósseis. Como emitem apenas quantidades bem pequenas de CO<sub>2</sub>, esta emissão tenderá a cair visivelmente. Para atingir esses audaciosos objetivos, será necessário, portanto, dar seguimento aos desenvolvimentos dos últimos anos (BMW i 2014b).

No entanto, isso não é tão simples assim. Esses desenvolvimentos não trouxeram apenas êxitos impressionantes, também revelaram que a transição energética envolve grandes desafios, contradições e conflitos.

A seguir, analisaremos esse contexto, mostrando que há conflitos não apenas com as empresas convencionais do setor de energia, que temem perder sua influência, mas também entre as diversas formas de geração de energias renováveis. As energias solar, eólica e hídrica ou obtida a partir da biomassa implicam custos diferentes e oferecem níveis de segurança de abastecimento diferentes, portanto, é preciso decidir o quanto cada uma deve ser ampliada. Em vez de uma maior ampliação, também seria possível consumir menos energia ou desenvolver novas formas de crescimento econômico.

Em princípio, essas opções podem ser combinadas livremente e não são contraditórias. Todavia, urge tomar decisões, inclusive para evitar despesas desnecessárias. Além disso, é

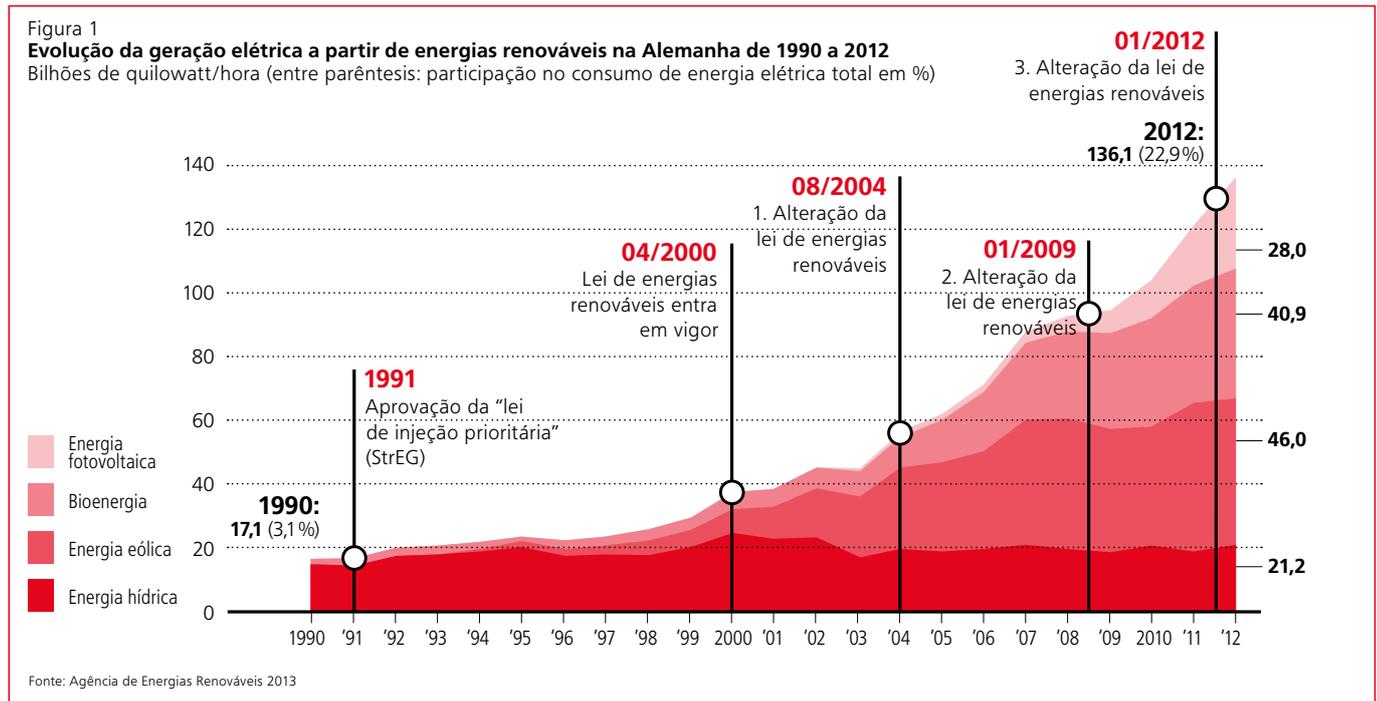
preciso observar que muito mais expectativas estão associadas à transição energética do que enunciamos acima. A transição não deve apenas atender os objetivos mencionados, mas também deve diminuir a dependência de importações de petróleo e gás natural, criar empregos, apoiar regiões com problemas estruturais, melhorar a eficiência do consumo de energia, contribuir para a modernização ecológica e realizar diversas outras ideias. É óbvio que essa multitude de expectativas gera conflitos, sendo amiúde difícil perceber os diversos interesses e motivos por trás.

Algumas considerações individuais ainda vão além. Assim, as de Hermann Scheer, por exemplo, um dos pioneiros da transição energética, que via nela “a mudança estrutural econômica mais abrangente desde o início da era industrial”. A transição energética teria uma “importância civilizatória” e deveria transformar fundamentalmente a nossa vida e economia (Scheer 2010: 23, 28). Poucos vão tão longe. Contudo, mesmo aqueles que não compartilham os objetivos de Scheer, devem ter clareza de que a transição energética não se resume à construção de aerogeradores e parques solares, e sim envolve uma completa e total reconfiguração do sistema energético existente, o que requer grandes esforços e persistência.

Por isso, o governo alemão fala em uma tarefa para gerações, referindo-se a um processo, cujos objetivos foram determinados a grosso modo, mas cujos passos individuais ainda carecem de definição, podendo inclusive demandar correções. Trata-se de um processo que começou modesto. No início da transição energética atual, pretendia-se apenas ampliar a participação das energias limpas, cuja importância vinha caindo continuamente desde a industrialização.

### 3.2 A LEI DE ENERGIAS RENOVÁVEIS: ANTECEDENTES E ORIGEM

No ano de 1990, as energias renováveis contribuíam somente com 3,1 % para a geração elétrica (ver Fig. 1), o que corresponde a 17,1 bilhões de quilowatt/horas. Em 2012, a quota de energia elétrica produzida a partir de energias renováveis teve um incremento de quase 800 % para 136,11 bilhões de quilo-watt/horas. Nos anos 1990, a maior parte era, de longe, gera-



da por hidrelétricas. Devido aos seus custos ainda excessivos, a importância das energias solar e eólica era praticamente desprezível. Os moinhos de vento até persistiram por muito tempo: em 1985, ainda existiam cerca de 18.000 na Alemanha, até serem suplantados por pequenos motores e pela ampliação das redes elétricas. Nos anos 1930, a energia eólica parecia viver uma retomada.

Hermann Honnef, o inventor e pioneiro deste ramo energético, planejava construir gigantescas instalações eólicas e gerar energia elétrica barata (Heymann 1990: cap. 6). As torres deveriam chegar a 430 metros de altura e possuir turbinas com diâmetros de 60 a 160 metros, superando inclusive a torre de televisão de Berlim, com 150 metros. Honnef tinha de projetar torres tão altas para aproveitar os ventos das altitudes e poder gerar eletricidade. Os custos seriam tão baixos que agricultores poderiam implantar um sistema de aquecimento no solo e chegar a três ou quatro colheitas por ano. Hoje em dia, estes projetos soam mirabolantes, mas na época contaram com muito apoio, até um cálculo mais detalhado comprovar que eram utópicos. As torres gigantes representavam problemas estáticos insolúveis e os custos de construção e operação também eram excessivos.

Somente as hidrelétricas eram competitivas, mas não eram benquistas entre os ambientalistas, já que as represas causavam muitas interferências na paisagem. Trata-se de uma objeção que voltou a ser levantada em relação às hidrelétricas reversíveis, de modo que sua contribuição foi limitada. Mesmo assim, atingiu os referidos 3% na geração elétrica em 1990, quando as demais energias verdes não passavam de tentativas modestas. Essa situação não pode apenas ser atribuída aos custos elevados, mas se deve, principalmente, ao comportamento das grandes companhias de eletricidade. Estas não manifestavam qualquer interesse em serem proativas e até se recusavam a aceitar a eletricidade gerada dessa forma.

Esse obstáculo foi superado em 1991 com a “lei de injeção prioritária” (Stromeinspeisegesetz), a qual trouxe duas inovações: a partir de então as distribuidoras de energia elétrica tinham de comprar eletricidade proveniente de energias renováveis e, além disso, pagar o preço mínimo.

Tanto a energia eólica quanto a hídrica ou as usinas de biomassas foram beneficiadas por esta medida, por produzirem energia elétrica a preços em conta (comparativamente). Já as usinas solares continuavam sendo dispendiosas demais e só existiam em alguns nichos. Aliás, pode-se constatar que a contribuição das energias renováveis em geral, foi aumentando apenas lentamente.

### 3.3 FIM DA ENERGIA NUCLEAR I E II

Essa situação mudou somente com a vitória eleitoral da coalizão de SPD e Verdes em 1998, para a qual a transição energética era uma missão central. Sobretudo dois objetivos eram vinculados à transição: o fim da energia nuclear e a ampliação das renováveis. Com este propósito, o novo governo promulgou a lei de energias renováveis (cuja sigla em alemão é EEG) no ano de 2000, valendo para a eletricidade gerada a partir de vento, energia fotovoltaica, biomassa, geotermia ou força hídrica e também fixava compromissos de compra e preços garantidos. À primeira vista, a lei parece não inovar muito. Só que os preços garantidos eram sensivelmente maiores aos praticados anteriormente, em especial para parques solares, e ainda por cima tinha validade de vinte anos, oferecendo a oportunidade de receitas seguras no longo prazo. Com essas medidas, as energias renováveis deslançaram.

Paralelamente, o governo fechou um acordo com as empresas de energia elétrica para conseguir o abandono da energia nuclear e alterou a lei de energia atômica em 2002. Esta lei

Figura 2  
Situação atual e objetivos da transição energética

Categoria	2010	2012	2020	2030	2040	2050
<b>Emissões de gases de efeito estufa (GEE)</b>						
Emissões de GEE (comparado a 1990)	-25,6 %	-24,7 %	-40,0 % min.	-55,0 % min.	-70,0 % min.	-80,0 bis -95,0 % min.
<b>Energias renováveis</b>						
Participação no consumo bruto de energia elétrica	20,4 %	23,6 %	35,0 % min.	50,0 % min. (2025: 40,0-45,0%)	65,0 % min. (2035: 55,0-60,0%)	80,0 % min.
Participação no consumo final bruto de energia elétrica	11,5 %	12,4 %	18,0 %	30,0 %	45,0 %	60,0 %
<b>Eficiência</b>						
Consumo de energia primária (comparado a 2008)	-5,4 %	-4,3 %	-20,0 %		-50,0 %	
Consumo bruto de energia elétrica (comparado a 2008)	-1,8 %	-1,9 %	-10,0 %		-25,0 %	
Participação da energia gerada por cogeração	17,0 %	17,3 %	25,0 %			
Produtividade da energia final	17,0 % por ano (2008-2011)	1,1 % por ano (2008-2011)	2,1 % por ano (2008-2011)			
<b>Edifícios existentes</b>						
Demanda de energia primária	-	-	-		na ordem de -80,0 %	
Demanda de calor	-	-	-20,0 %			
Taxa de renovação/reabilitação	cerca de 1,0 %	cerca de 1,0 %			duplicação para 2 % por ano	
<b>Setor de transporte</b>						
Consumo final de energia (comparado a 2005)	-0,7 %	-0,6 %	-10,0 %		na ordem de -40,0 %	
Número de veículos elétricos	6.547	10.078	1 milhão		6 milhões	

Fonte: Ministério Federal da Economia e Energia 2014c: 11

estabelecia um teto para a produção de energia elétrica pelas usinas nucleares e limitava sua vida útil a 2021. Neste ano, a última usina nuclear deveria ser desligada da rede. Com isto, importantes reivindicações dos Verdes e de muitos grupos de ambientalistas foram atendidas, o que só aconteceu porque o SPD também defendia estes objetivos e garantia a maioria necessária – até a vitória da coalizão formada por CDU/CSU e Liberais nas urnas em outubro de 2009 reverter a situação. O governo de coalizão entre CDU/CSU e Liberais manteve o fim da energia nuclear, mas prolongou a vida útil das usinas nucleares, motivando fortes protestos da população e da oposição. O SPD, Verdes e A Esquerda e nove estados alemães anunciaram uma impugnação por inconstitucionalidade. Poucos meses depois, esta já se tornara supérflua, pois, mais uma vez, a situação deu uma guinada radical. Literalmente, de um dia para outro, tudo mudou com Fukushima (Japão), no dia 11 de março de 2011, quando houve outra grave catástrofe, semelhante a de Chernobyl vinte e cinco anos antes.

Na central nuclear japonesa ocorreu uma fusão nuclear desencadeada por um terremoto, que provocou um tsunami. As medidas de segurança falharam e grandes quantidades de material radioativo vazaram para o mar e ameaçaram espalhar-se pelo globo. O mundo todo ficou apavorado, em suspense, porque o efeito combinado de terremoto e tsunami poderia levar a uma explosão do reator como em Chernobyl. A explosão não aconteceu e o número de vítimas acabou sendo muito menor do que o esperado, embora ainda não possam ser feitas afirmações confiáveis sobre os efeitos no longo prazo. Pesquisadores americanos estimaram o número

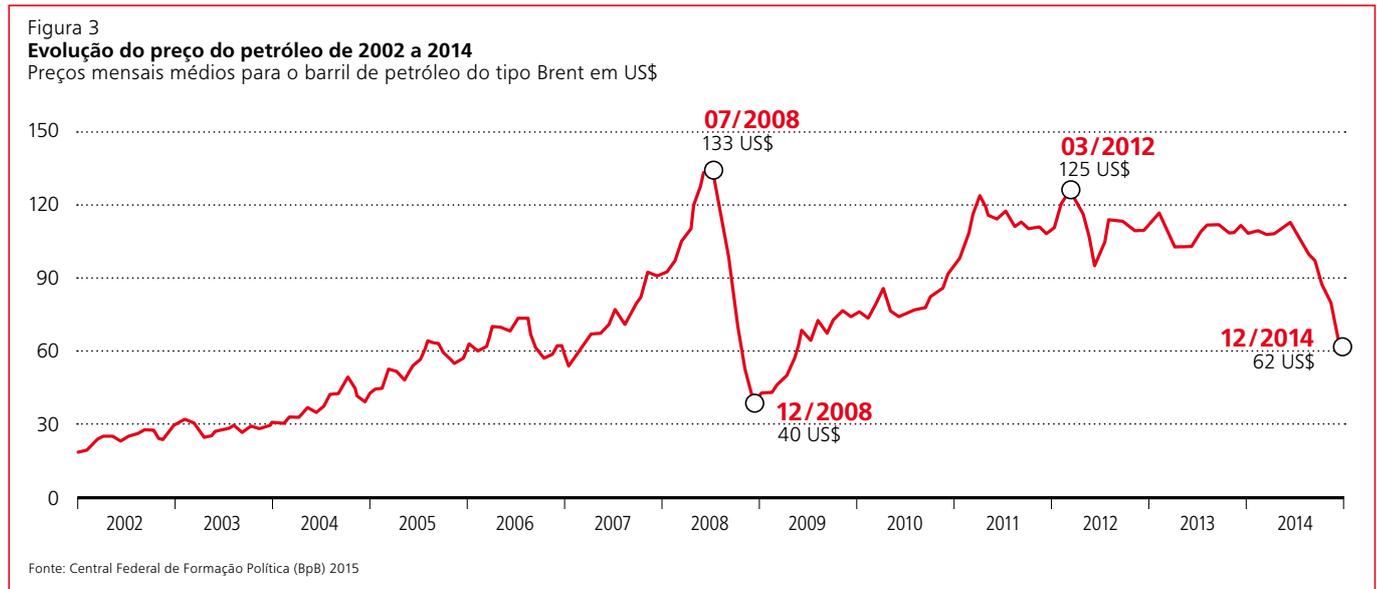
provável de mortos por câncer entre 15 a 1.300 (jornal *Süddeutsche Zeitung* 2012). Conhecemos, no entanto, as vítimas do tsunami, de consequências devastadoras, tirando a vida de aproximadamente 16.000 pessoas, mas esse assunto foi muito menos abordado na mídia alemã.

Em todo caso, o choque foi grande e o governo alemão reagiu, sobretudo a chanceler Angela Merkel. Ela anunciou uma moratória nuclear, que determinou uma checagem da segurança de todas as usinas nucleares, além do desligamento imediato das sete usinas mais antigas por três meses.

Em seguida, o governo aprovou uma nova lei de energia nuclear, na qual revogou as prolongações da vida útil mencionadas acima. Desta forma, a autorização expirou em pouco tempo para oito de um total de dezessete usinas nucleares e as demais devem ser desligadas da rede até 2022, seguindo um cronograma pré-definido.

A lei lembrava as regras da coalizão formada por SPD e Verdes, de 2002 mas interferiu com mais força na indústria de energia, definiu o fim com mais detalhes, fixando inclusive uma data final: 2022. Além disso, e diferentemente da coalizão de SPD e Verdes, o fim da energia nuclear não foi combinado por meio de um consenso com os operadores das usinas nucleares.

Assim, um dos dois objetivos da transição energética, o fim da energia nuclear, foi alcançado. Em paralelo, a ampliação das energias renováveis, também mantida pelo governo conservador-liberal, avançava a passos largos. Em 2013, essas fontes de energia supriram 25,3 % do consumo de energia elétrica na Alemanha, quatro vezes mais em comparação à



data da aprovação da lei de energias renováveis, o que evitou a emissão de 145,8 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (BMW 2014a: 32).

O ministério federal de meio ambiente, as empresas envolvidas, as associações ambientais e os partidos políticos elogiam a lei e acham que ela representa o instrumento mais bem-sucedido no mundo para promover energias limpas e iniciar uma transição energética. E há bons motivos para tal como indica a Figura 1. A lei também goza de ampla aprovação na população. Nas sondagens, mais de 90% dos inqueridos consideravam uma maior ampliação das energias renováveis de “importante” a “extremamente importante” em 2014 (AEE 2014). No mundo inteiro, mais países querem aprovar leis semelhantes ou já as adotaram. Até porque a eletricidade gerada a partir dessas energias foi ficando mais em conta, pelo menos na bolsa, onde a energia elétrica das renováveis pode ser mais barata que a fornecida pelas usinas convencionais, o que mostra que estamos no caminho certo.

Em geral, essa constatação está correta, mas, na realidade, a situação é bem mais complicada. Basta olhar o preço de pechincha cotado na bolsa, uma consequência da lei de energias renováveis que está causando um montão de problemas para todo o mercado de energia. Outras consequências também não foram previstas, mas não geravam problemas enquanto as energias limpas não tinham tanta importância. Porém, desde que começaram a produzir quantidades nada desprezíveis de eletricidade, calor e combustível, algumas questões carecem de esclarecimento. Qual das energias renováveis é mais adequada para a Alemanha e merecedora de tratamento preferencial: energia solar, eólica, hídrica, geotermia ou biomassa? Devem ser gerados sobretudo, eletricidade e calor ou também combustível? O abastecimento deve, se possível, provir de fontes próprias descentralizadas ou precisamos de um sistema interligado nacional ou até europeu? Por quanto tempo ainda devemos usar as usinas de carvão (hulha e/ou linhito)? Devemos continuar a colocar o foco na ampliação das energias renováveis ou seria mais razoável zelar por uma maior eficiência no uso da energia e insistir em melhorias no isolamento térmico?

Com estas perguntas, indicamos apenas alguns dos desafios que surgem automaticamente, quando um sistema de energia passa por alterações profundas. Ao mesmo tempo, existem soluções com enorme potencial, que foram aprimoradas continuamente nos últimos anos. Porém, voltamos a enfrentar problemas que já vigoravam antes da industrialização. Por um lado, a dependência das energias renováveis das intempéries e das estações do ano, que tornam o sistema energético vulnerável e, por outro, a dificuldade de armazenar a energia. Ambos os aspectos têm múltiplas implicações, como, por exemplo, a segurança do abastecimento.

### 3.4 IMPLEMENTAÇÃO DA LEI DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

#### 3.4.1 SEGURANÇA DO ABASTECIMENTO

##### Carvão, petróleo e gás natural

Desde a difusão do carvão e mais tarde do petróleo, sempre houve a preocupação com a duração de suas reservas. Estes temores multiplicaram-se a partir dos anos 1970, quando, em relatório famoso enviado ao Clube de Roma, o então chanceler alemão, Helmut Schmidt, alertou para uma iminente falta de energia e o Instituto de Ecologia de Freiburg e muitos especialistas passaram a compartilhar esta avaliação. Mesmo na transição energética atual, estes medos desempenham um papel proeminente, tanto que o governo federal cita a natureza finita das reservas de petróleo e gás e a dependência de importações de energia como motivo central da necessidade da transição energética.

Em princípio, essa preocupação é legítima. Sem dúvida, as reservas de fontes fósseis estarão esgotadas um dia. Mas não ganhamos muito com esta constatação. Decisivo será determinar o momento em que essas reservas ficarão, de fato, mais escassas e caras. Ao que tudo indica, isto não é nada fácil como demonstram estudos recentes. Quando foi aprovada a lei de energias renováveis em 2000, o consumo

energético mundial subiu consideravelmente e os preços de petróleo e gás idem. Um maior aumento era tido como certo e a transição para energias renováveis aconteceria até pela necessidade de garantir o abastecimento. Ainda mais, partindo do pressuposto de que os preços dos combustíveis fósseis continuariam a subir, tornando as alternativas renováveis competitivas e depois até mais em conta. Inicialmente, tudo foi acontecendo conforme previsto. Porém, desde 2011, os preços do petróleo - tão importante - praticamente não aumentaram mais e, por fim, caíram nitidamente (ver Fig. 3) - como no caso do carvão. Os preços não permanecerão eternamente nesse nível, mas é difícil prever quando e em que medida voltarão a subir.

No mundo todo, os políticos comemoram os preços de energia mais baixos, esperando conseguir um maior crescimento econômico. Já para o meio ambiente, as energias fósseis podem ter consequências indesejadas por causa das emissões. Além disso, ficou evidente que seu problema real não é a sua escassez. Ao contrário, reside na sua abundância e em preços tão convidativos que, no médio prazo, tanto o abastecimento está assegurado quanto uma liberação crescente de CO<sub>2</sub>. Em poucos anos, a situação deu outra guinada de 180 graus. Enquanto, há não muito tempo, a finitude das fontes fósseis era uma grande preocupação, trata-se agora de não usar, se possível, as vastas reservas de carvão, petróleo e gás natural para evitar a emissão de gases de efeito estufa e substituí-las por energias renováveis.

Em princípio, estas também podem prover um abastecimento seguro, mas as oscilações naturais causadas pelas condições meteorológicas e estações do ano, inevitáveis nas energias renováveis acarretam problemas sérios. Sociedades pré-industriais não tinham como contrabalançar estas variações. Hoje dispomos de muito mais opções, mas estas exigem esforços e custos consideráveis.

### Oscilações e armazenamento

As energias renováveis dependem fundamentalmente de vento e irradiação solar e ambos estão, inevitavelmente, sujeitos a fortes oscilações. Em função da duração e intensidade, geram quantidades variáveis de eletricidade e não estão disponíveis de forma contínua. Em 2013, instalações solares estiveram em operação, em média, por 867 horas (o que corresponde a 10%) na Alemanha; instalações eólicas nas zonas rurais atingiram um valor melhor com aproximadamente 18%, que subiu para 22% em Schleswig-Holstein (norte da Alemanha), um estado mais rico em vento (BDEW 2015: 25f.). Quando se diz que sua capacidade instalada ou a de usinas solares supera a capacidade de usinas nucleares, isto, em princípio, é uma boa notícia, mas ela é falaciosa, pois a capacidade instalada está à disposição, mas apenas uma pequena parte é aproveitada. Em alto mar, a utilização da capacidade de turbinas eólicas pode chegar a 50% e facilitar um abastecimento contínuo, por isso, um maior ampliação está planejada.

No entanto, essa opção implica em problemas técnicos que não podem ser negligenciados e em custos bem maiores. Dessa forma, as turbinas eólicas no mar contribuem atualmente com apenas 1% para a geração elétrica global (BDEW 2014: 11) e só chegarão a uma importância maior paulatinamente.

A própria natureza ajuda a encontrar uma compensação das oscilações. As usinas fotovoltaicas atingem sua maior capacidade no verão e por volta do meio-dia, quando a demanda de energia é mais alta. Já no inverno, apresentam falhas frequentes, mas como sopram ventos mais fortes, estes podem compensar esse déficit. De qualquer maneira, a força dos ventos e as irradiações diferem a cada momento e de um local para outro, o que também representa uma certa compensação, mas oferece apenas uma segurança limitada. Em 2012, o sol e o vento produziram 22.121 megawatt de energia elétrica em dias especialmente bons; em dias ruins apenas um pouco mais de 5% deste valor (Monopolkommission 2013: 185). Fornecimentos de outros países com incidência solar e ventos constantes podem ser uma saída. Um plano especialmente ambicioso (Desertec) previa a geração de energia elétrica no deserto do Saara e seu transporte para a Europa. No entanto, surgiram nesse projeto diversos problemas técnicos, econômicos e políticos que adiaram sua realização para um futuro longínquo. Mesmo com esses retrocessos, podemos afirmar que o sucesso da transição energética depende de uma cooperação europeia (ver capítulo 3.5).

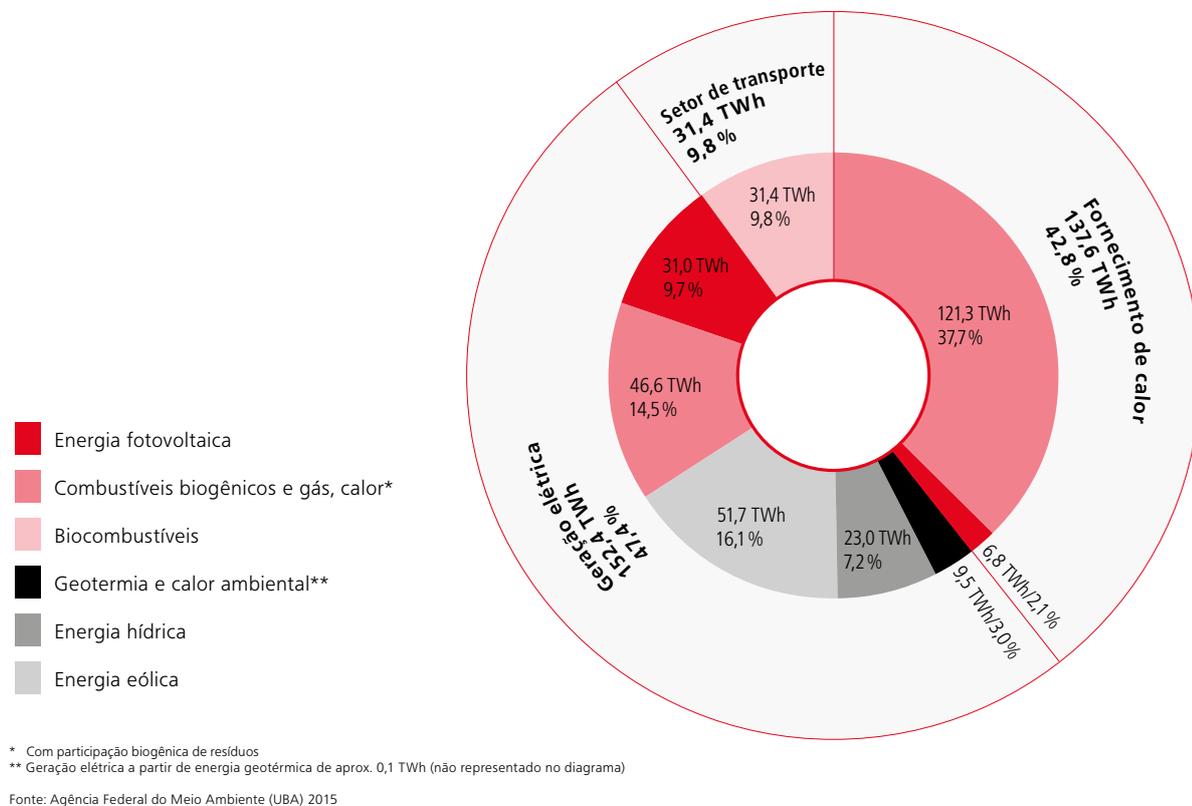
Essas considerações não seriam necessárias se conseguíssemos armazenar a energia térmica e elétrica. Com relação ao calor, há algumas opções, mas estas são limitadas, implicam em custos significativos e há perdas. Aliás, as perdas sempre ocorrem na transformação de formas de energias, o que é inevitável em qualquer armazenamento. A situação é especialmente ruim no caso da eletricidade. Aqui, as possibilidades são menos eficientes, os custos mais altos e as perdas maiores, de modo que a energia gerada só pode ser armazenada em quantidades pequenas e por pouco tempo atualmente. Há grandes discussões em torno das hidrelétricas reversíveis que liberam volumes de água e geram eletricidade de acordo com a demanda. A desvantagem: acarretam intervenções maciças na natureza e na paisagem, oferecem potência limitada e esvaziam em poucas horas. Essas usinas servem para contornar impasses de curta duração, mas não garantem um abastecimento duradouro.

Como opções de armazenamento eficientes são de importância primordial, as mais diversas possibilidades estão sendo testadas, algumas soam literalmente formidáveis, como por exemplo, tentativas de aproveitar minas desativadas com profundidades superiores a 1.000 metros. A diferença de altura oferece condições ideais para criar reservatórios de água que acionam turbinas na profundidade para gerar energia elétrica, mas os desafios técnicos e problemas de custo ainda são excessivos.

Mais adiantados estão os esforços de viabilizar baterias mais potentes. Estas, entretanto, já são usadas na propulsão de carros elétricos, mas, mais uma vez, esbarramos na dificuldade de fabricar baterias de maior potência a preços acessíveis. Quando essas baterias estiverem disponíveis, novas possibilidades serão abertas, pois os carros elétricos, como aliás todos os carros de passeio, não estão em operação na maior parte do tempo, o que significa que as baterias poderiam ser conectadas, criando uma espécie de mega sistema de armazenamento.

Em outros projetos, tenta-se transformar energia elétrica em calor. A qualquer momento, estes ou outros projetos po-

Figura 4  
Fornecimento de energia final a partir de fontes renováveis em 2013



dem trazer uma solução. No momento, contudo, ainda não é possível vislumbrar baterias ou dispositivos comparáveis, capazes de armazenar quantidades de energia suficientemente grandes para assegurar o abastecimento elétrico geral. Todavia, há uma variante não sujeita a oscilações nas energias renováveis que contém energia armazenada, como no caso do carvão e do gás natural, e estas energias renováveis são ideais para compensar variações: a biomassa.

## Biomassa

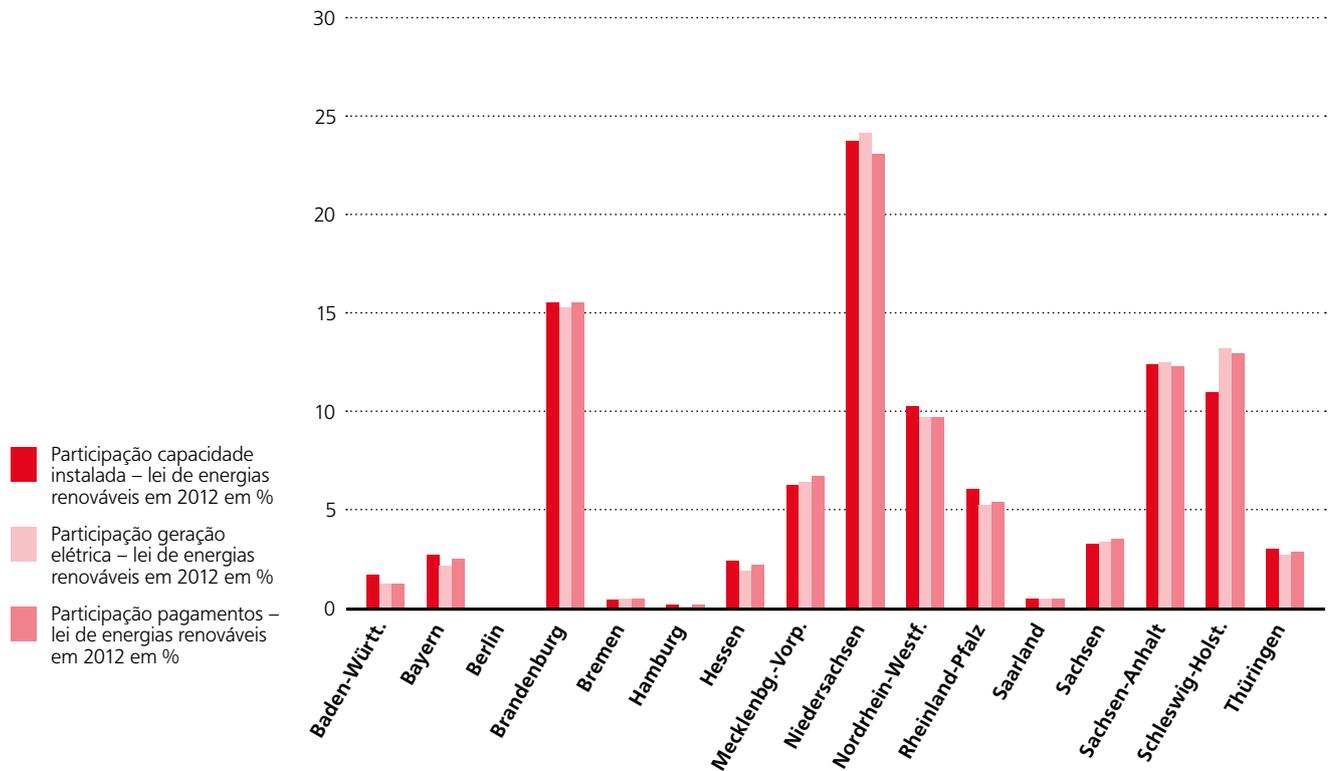
O termo biomassa engloba materiais orgânicos diversos, entre outros, excrementos de animais e muitos outros resíduos. Quantidades enormes são produzidas na criação intensiva de animais, na forma de esterco líquido, cujo aproveitamento energético ainda ajuda a resolver um grave problema ambiental. Além disso, há resíduos provenientes da agricultura ou de abatedouros, resíduos domésticos e industriais orgânicos e inflamáveis bem como gases de minas ou aterros, sendo que estes últimos, na verdade, não são energias renováveis. Independentemente desta observação, uma característica importante dos diferentes tipos de biomassa é o fato de disponibilizarem energia de forma armazenada, passível de ser utilizada de acordo com a demanda.

Por causa destas propriedades não são usados apenas resíduos existentes, a biomassa já é, por assim dizer, plantada de forma direcionada. Isto vale há tempos para a madeira. Neste caso, estamos assistindo a um renascimento impressio-

nante atualmente: o da madeira como material de aquecimento na forma de pellets. Mas é sabido que as árvores crescem lentamente, de modo que oferecem apenas uma perspectiva mais no longo prazo. No curto prazo, pode-se usar milho, um excelente fornecedor de energia, que passou a ser cultivado mais amplamente nos últimos anos. Neste caso, os subsídios mais altos também contribuíram, pois milho e biomassa em geral são especialmente indicados para a transição energética. São culturas anuais, sendo, portanto, realmente renováveis no sentido mais estrito, e podem tanto disponibilizar eletricidade e calor como servir de base para a geração de combustíveis e outras matérias-primas.

Como resultado, a biomassa experimentou um surto espantoso nos últimos anos, sendo responsável por cerca de 60% de todas as energias renováveis em 2013. Em seguida, mas bem distante, temos as energias eólica (16,1%), fotovoltaica (9,7%) e finalmente a hídrica (7,2%), enquanto as demais fontes são praticamente negligenciáveis (ver Fig. 4). O desenvolvimento da biomassa surge como uma história de sucesso impressionante que ajuda não apenas a compensar oscilações. Por ser, sobretudo, indicada para a operação de instalações pequenas a médias, a biomassa também pode dar uma contribuição importante ao abastecimento descentralizado e a uma matriz local ou regional mais diversificada. Um bom exemplo são as usinas de cogeração que fornecem energia e calor, possuem um alto grau de rendimento e são, especialmente, adequadas para a produção de eletricidade ou calor em pequena escala.

Figura 5  
**Energia eólica onshore: distribuição regional da potência, geração elétrica e remuneração em 2012**  
 Participações em %



Fonte: Associação Alemã das Indústrias de Energia e Água (BDEW) 2014: 80

Apesar dessas possibilidades, um incremento maior da biomassa não deixa de ser problemático. Primeiro, seu uso acarreta custos elevados; segundo, seu cultivo requer áreas, concorrendo com a produção de alimentos. Na Europa bem abastecida, essa concorrência não suscita problemas, mas nos assim chamados países do terceiro mundo, o abastecimento com gêneros alimentícios fica prejudicado se vastas áreas, que são frequentemente aquelas de grande biodiversidade, são empregadas no cultivo de plantas energéticas. Com algumas diferenças, isso também aconteceu na Europa. Como o milho é, especialmente, indicado como biomassa, monoculturas começaram a cobrir vastas extensões. Esse plantio exigiu grandes quantidades de adubo e pesticidas, causou poluição dos solos e dos efluentes e colocou a biodiversidade em risco. Por isso, os apoios para biomassa diminuíram e continuou a busca por alternativas para superar essas dificuldades. Aqui podemos citar os esforços voltados para a concentração em resíduos, a limitação do plantio de plantas energéticas, baseando-se em critérios consequentemente ecológicos e, *last but not least*, e o uso de algas e outras plantas ou bactérias que não concorrem com alimentos. No longo prazo, podem surgir chances inesperadas, mas no momento importa achar caminhos adicionais para compensar as oscilações, como redes de transmissão mais potentes – isto é uma prioridade. As redes devem conectar regiões com pouca ou muita geração elétrica solar, eólica ou hídrica entre si para chegar à compensação necessária.

**Redes**

No abastecimento elétrico deve-se distinguir entre três tipos de usinas classificados pela carga: carga de base, média e de pico. Para atender a carga de base, isto é, a demanda existente praticamente de forma contínua, servem usinas nucleares e termelétricas à base de linhito, as quais, do ponto de vista econômico administrativo, geram eletricidade a baixo custo. A desvantagem é que se adaptam apenas lentamente a oscilações na procura e, na verdade, esta nem é a sua função. Para tal, existem as usinas de carga média que operam principalmente nos momentos com elevado consumo previsível. Essas centrais são capazes de reagir mais rapidamente e são operadas com hulha, gás natural, vapor e força hídrica. Para atender a demanda de pico de curta duração (carga de pico) há usinas à base de gás natural com capacidade de reagir de forma muito flexível, mas a custos mais elevados.

Estas usinas estão interligadas por redes, que podem ser relativamente pequenas, pois as usinas convencionais usam a energia armazenada disponível no carvão, petróleo ou gás natural. De forma simplificada, podemos dizer que fontes de energia fóssil funcionam como baterias que foram carregadas por milhões de anos e são consumidas agora em pouquíssimo tempo. Como o transporte desses combustíveis é simples, as usinas movidas com combustíveis fósseis podem ser construídas em qualquer local onde haja demanda. Mesmo assim, pode haver diferenças entre oferta e procura, usinas indi-

viduais deixarem de produzir ou haver situações de emergência. Contudo, oscilações maiores representam a exceção e são controladas facilmente, por haver outras usinas nas proximidades capazes de cobrir eventuais falhas.

Com as energias renováveis isto é mais difícil. Neste caso, as usinas não podem simplesmente ser construídas onde há demanda, pois exigem irradiação solar suficiente e ventos suficientemente fortes. Dito de outra forma: nas energias renováveis, geradores e consumidores estão separados geograficamente. Como a energia eólica desempenha um papel importante aqui, sua ampliação se dá sobretudo no norte e no leste, já os principais centros industriais estão localizados no oeste e no sul, o que significa que a energia elétrica precisa ser transportada para lá (ver Fig. 5).

Em princípio, poder-se-ia pensar em implantar fábricas intensivas em energia onde as energias renováveis podem ser geradas de forma fácil e segura – como se fazia na era pré-industrial. As condições de vento são particularmente favoráveis no norte da Alemanha e lá as regiões com problemas estruturais certamente saudariam essa oportunidade de desenvolvimento. Mas isso ocorreria em detrimento dos estados no sul do país e acarretaria problemas consideráveis, de modo que quaisquer transferências são, no máximo, cogitadas no nível teórico. Na transição energética vigora o consenso de fornecer energia elétrica para onde há demanda, devendo ser oferecida em todo o país a preços comparáveis. A consequência deste consenso é óbvia: precisamos de redes de grande potência.

Tal capacidade requer, por um lado, longas linhas de transmissão e postes em número suficiente, por outro, também exige outras abordagens. Entre estas podemos citar as redes inteligentes (*smart grids*), que não registram apenas a oferta e a procura, mas distribuem a energia elétrica de acordo com essas informações. Além disso, devem controlar o consumo e ativar processos intensivos em energia quando há energia excedente (gerenciamento da carga pelo lado da demanda). Aqui, podemos pensar, por exemplo, em máquinas de lavar roupa ou louça que operam à noite ou no fim de semana, frigoríficos que podem passar períodos sem eletricidade com isolamento adequado, mas também fundições de alumínio que demandam quantidades enormes de energia e devem por isso aumentar a produção quando esses volumes de energia estão disponíveis em abundância.

Na essência, trata-se de diluir um elemento fundamental do sistema energético tradicional: a disponibilização de energia onde ela é necessária. Esta orientação deve continuar valendo, mas ser complementada por tentativas de adaptar a demanda à oferta. Tais esforços remetem ao mundo pré-industrial, quando adaptações não eram voluntárias, mas um imperativo. Hoje em dia, dispomos de sistemas potentes que oferecem diversas opções de compensação e reduzem a necessidade de armazenamento, na medida em que conseguirmos uma adaptação à demanda. Aqui a fantasia pode ganhar asas, mas não devemos descuidar dos pontos difíceis e um deles é a proteção dos dados, já que o controle do consumo pode levar a uma ampla coleta de dados e representar uma ingerência na esfera privada.

Outra opção consiste em atingir mais autossuficiência no nível regional e local ou nos domicílios. Painéis solares, aerogeradores ou usinas de cogestão existem em diversos taman-

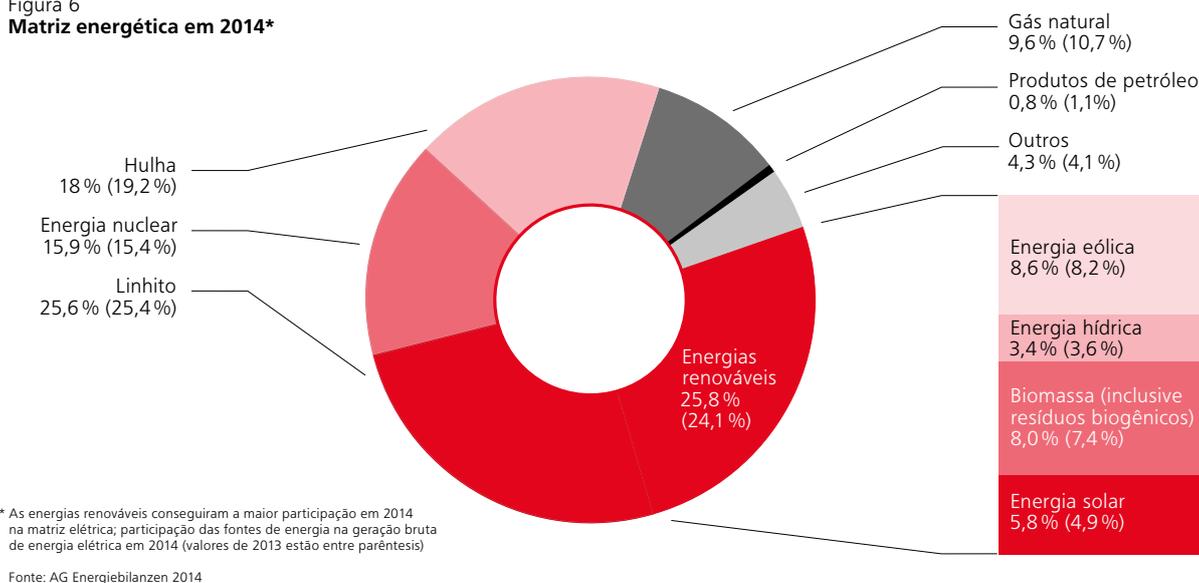
hos e podem produzir, por exemplo, quantidades pequenas para o consumo privado.

Com isso abordamos uma das características fulcrais da transição energética: a descentralização do abastecimento energético (ou geração distribuída). Tradicionalmente, o abastecimento era assegurado por grandes usinas que foram, aos poucos, sendo substituídas por unidades menores que, por vezes, abastecem apenas algumas casas. Concomitantemente, surgem sistemas maiores, por exemplo, quando vastas áreas são cobertas por painéis solares ou quando são instaladas fazendas eólicas em alto mar. Mas mesmo assim, esses parques não atingem a dimensão das usinas convencionais. Por conseguinte, o abastecimento energético descentralizado aumentará, exigindo diversas fontes de energias renováveis e a sua combinação para chegar a uma maior segurança de abastecimento. Aqui podemos citar bombas de calor, processos de cogeração, usinas de biogás, armazenamento de energia elétrica em baterias, etc.; com tamanhos pequenos e médios estas tecnologias apresentam um grau de rendimento alto e facilitam o abastecimento descentralizado.

Essas opções só foram usadas em parte até agora e têm indicação, em particular, para unidades pequenas a médias. Em grandes cidades e locais onde as indústrias e outros consumidores têm elevada demanda, continuaremos a necessitar de grandes redes para compensar oscilações inevitáveis. A mesma coisa vale para a geração distribuída ou descentralizada. Mesmo se esses sistemas sofisticados de geração e armazenamento de energia forem instalados, poderão ocorrer gargalos pontuais, ainda mais considerando que a eficiência dessas opções tecnológicas ainda é limitada no curto prazo e associada a custos elevados. Salvo algumas exceções, não faz sentido contrapor o abastecimento descentralizado a sistemas interligados nacionais ou europeus. Ao contrário, é preciso encará-los como complementares, o que não impede que surjam conflitos sobre a participação de cada um. Todavia, um abastecimento descentralizado, independente de variações naturais e capaz de fornecer a energia necessária de forma confiável, de modo que possamos prescindir de grandes sistemas interligados, ainda será uma exceção rara e cara por um bom tempo.

Logo, há consenso sobre a necessidade de sistemas interligados, inclusive pelo fato dos aerogeradores mais produtivos se encontrarem no norte da Alemanha e no sul predominarem as usinas fotovoltaicas, cuja geração é mais intermitente. Além disso, tanto as usinas nucleares, com autorização para operar apenas até 2022, quanto as indústrias de alta performance com grande demanda de energia, estão localizadas nos estados do sul do país. Portanto, a energia elétrica precisa ser transportada para lá. Mas em que quantidades? Quão grandes devem ser as redes e, mais importante, qual deve ser a altura dos postes e por onde exatamente devem passar? Segundo informações da Agência Federal de Redes é necessário construir aproximadamente 2.800 km em novas linhas de alta transmissão e 2.900 km das linhas existentes precisam ser substituídas nos próximos anos. Além disso, devem ser construídas novas redes de distribuição, envolvendo 135.000 a 193.000 km e fazer adaptações em um comprimento entre 21.000 e 25.000 km (Agência Federal de Energia 2012: 7).

Figura 6  
Matriz energética em 2014\*



A avaliação desses dados é controversa e gera amplo protesto. Não se trata apenas de ninguém querer postes de luz na frente da sua casa, mas também da dificuldade de estimar a demanda real de forma exata. Tal demanda será menor, exigindo menos linhas novas, se a geração distribuída ganhar força ou a energia for usada de forma mais eficiente, resultando em um consumo menor. Finalmente, também não é evidente qual será o papel das fontes fósseis no longo prazo, sobretudo do gás natural.

### Fontes de energia fóssil

A maior transformação, causada pela transição energética, deu-se até agora na geração elétrica, onde as energias renováveis respondem por um quarto da eletricidade necessária atualmente (2014) (ver Fig. 6). Isso também significa que a contribuição geral das fontes fósseis ainda é grande. Na geração elétrica, sua quota chega a quase 55%, devendo diminuir nos próximos anos, quando as redes forem ampliadas, oferta e procura estiverem melhor coordenadas e as energias renováveis alcançarem mais importância em geral. Mas mesmo se a participação das energias renováveis atingir os 80% esperados até 2050, ainda resta uma lacuna que poderá ser menor com condições meteorológicas favoráveis ou bem maior em situações desfavoráveis. Assim sendo, as usinas convencionais continuarão sendo necessárias para o abastecimento básico, sobretudo para ter uma reserva.

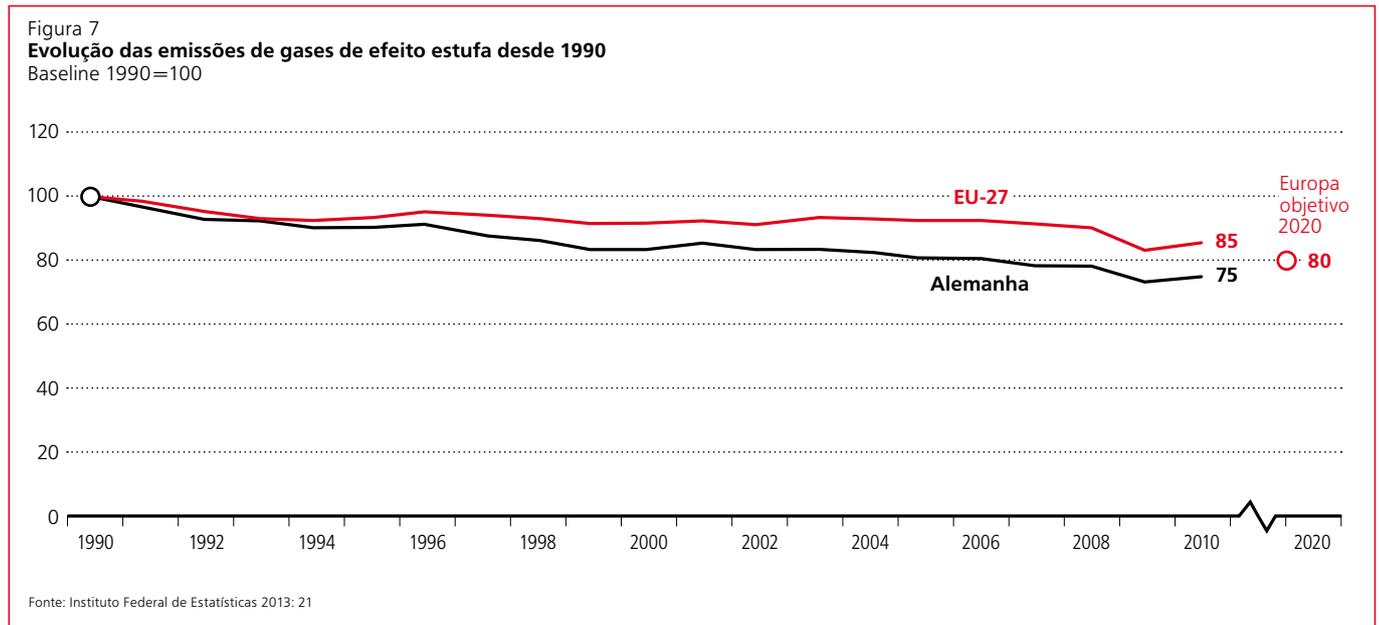
No futuro, as usinas convencionais devem, na medida do possível, ser operadas com gás natural que emite menos poluentes comparativamente, mas gera custos mais altos. No momento, sua participação está diminuindo por conta dos custos e, até mesmo usinas altamente eficientes e ecológicas, como a usina a gás natural em Irsching, devem ser desligadas por causa dos custos. Assim, o abastecimento básico será atendido por hulha ou linhito. No curto prazo, esses combustíveis continuarão sendo muito importantes, inclusive para compensar as usinas nucleares que serão desativadas no sul da Alemanha nos próximos anos. Isto significa que as novas

linhas de alta tensão a serem construídas não transportarão apenas energia elétrica de parques eólicos, mas também eletricidade de usinas de linhito.

No transporte e na geração de calor, os combustíveis fósseis ainda terão uma grande importância no curto prazo. A substituição da gasolina usada como combustível ou do petróleo e gás natural empregado no aquecimento não é nada fácil. O governo alemão apoia diversos projetos de pesquisa que procuram soluções para transformar eletricidade em calor ou combustível e substituir as energias fósseis. As esperanças em torno do carro elétrico são grandes, onde a energia elétrica substitui a gasolina. O governo também pretende conseguir um melhor isolamento térmico das moradias. Como os custos são expressivos em ambos os casos, há poucos avanços a assinalar. Com isto chegamos à questão dos custos, não tratada até agora. Nessa parte foram apresentadas soluções que já são viáveis tecnologicamente ou estarão disponíveis em breve. Nessa análise, a questão dos custos ficou de fora, como aliás também foi excluída no estudo da Agência Federal do Meio Ambiente, que afirma ser possível gerar até 100% da energia elétrica a partir de energias renováveis até 2050 (Agência Federal do Meio Ambiente 2010). A não consideração dos custos é compreensível, quando se trata de mostrar a variedade de soluções e destacar que a sua implementação é, em princípio, possível. Se, de fato, serão realizadas, depende apenas parcialmente das possibilidades concretas. No mínimo, tão importante quanto, são os custos acarretados, como mostram as discussões acaloradas motivadas pelo aumento do preço da luz nos últimos anos.

### 3.5 EUROPA

A transição energética requer a cooperação europeia, simplesmente pelo fato da proteção do clima não ganhar muito se apenas um único país passar a consumir menos energia, reduzir a emissão de gases de efeito estufa e ampliar o uso de energias renováveis. Os outros países europeus também



precisam seguir os mesmos objetivos para fazer a diferença. Ademais, fica mais fácil compensar as oscilações inexoráveis nas energias renováveis e estabelecer a segurança de abastecimento com um sistema interligado europeu. A cooperação também se faz necessária para uma repartição justa dos custos. Se alguns países se adiantarem e impuserem custos mais altos à sua indústria e aos seus consumidores, teremos, mais cedo ou mais tarde, conflitos enormes.

Neste sentido, os quinze países que compunham a União Europeia na época, já haviam decidido, em 1997, uma redução de 8% na emissão de gases de efeito estufa (GEE) até 2012 em comparação a 1990. Em 2009, a União Europeia, agora com mais estados membros, aprovou o pacote climático-energético (20/20/20), prevendo uma redução de 20% das emissões e do consumo global (ver Fig. 7) e um aumento na mesma proporção das energias renováveis até 2020. Atualmente (2015), a Comissão Europeia propôs uma União Energética Europeia com objetivos ainda mais ambiciosos. A União Energética deve reduzir nitidamente a dependência europeia de combustíveis fósseis, melhorar a segurança de abastecimento, promover um crescimento econômico “verde” e servir à proteção do clima. Para tal, a Comissão Europeia quer elevar a eficiência energética, incrementar a participação das energias renováveis e reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em no mínimo 40% até 2030 (Comissão Europeia 2015).

A fim de atingir estes objetivos, foi criado um conjunto de medidas: regras mais eficazes, uma modernização do mercado europeu de energia, o estabelecimento de maior transparência nos preços e custos, criação da infraestrutura necessária, mais eficiência energética em edificações e menor consumo de combustíveis fósseis no transporte. Desta maneira, a Europa não deve apenas melhorar a situação dentro das suas próprias fronteiras, mas assumir um papel de liderança em matéria de política energética e proteção do clima no plano internacional. O papel pioneiro já caracterizava as decisões de 1997 assim como o pacote climático de 2008, o que é compreensível, se considerarmos o grau de industrialização adiantado da Europa e o enorme consumo de com-

bustíveis fósseis bem como as emissões muito superiores aos países mais pobres.

Por outro lado, também há países comparativamente pobres na Europa. Por isso, foi feita uma exceção no pacote climático para países como Bulgária, Romênia, Eslováquia e outros mais atrasados economicamente. Estes receberam o direito de aumentar as suas emissões nos próximos anos para alcançar o crescimento econômico imprescindível. Em contrapartida, países como Alemanha, Dinamarca e Grã-Bretanha se comprometeram a cumprir objetivos bem mais amplos para assegurar os desenvolvimentos almejados para toda a Europa. Com isto, já temos uma abordagem comum na política energética e climática, o que deverá ser expandido com a União Energética. Neste processo, será preciso, mesmo assim, estar preparado para obstáculos, pois apesar das muitas afinidades, persistem grandes diferenças e conflitos de interesse (Zachmann 2015).

O maior conflito reside, provavelmente, no fato de cada país europeu insistir na sua política energética nacional, não obstante as declarações de princípio. Pode-se achar que são egoísmos desnecessários, mas na verdade os contextos são muito diferentes. Na Polônia, por exemplo, mais de 80% da geração elétrica depende da hulha, cuja exploração garante emprego a um vasto contingente. Já na França, a contribuição das usinas nucleares é enorme, sendo justificada com o argumento de que neste tipo de geração elétrica as emissões de CO<sub>2</sub> são quase inexistentes. Com a mesma justificativa, pretende-se construir uma nova central nuclear na Grã-Bretanha, subsidiada pelo governo de Londres com a aprovação da Comissão Europeia. Segundo relatos na imprensa, esses subsídios causaram polêmica na Comissão Europeia e a Áustria anunciou um recurso, o qual poderá vir a ser bem-sucedido, mas não mudará a conjuntura geral, continuarão a persistir enormes diferenças entre os países da UE em matéria de política energética no curto e no médio prazo (Kurier 2015).

A título de exemplo, poderíamos mencionar inúmeros outros casos. A Comissão Europeia pretende realizar compras comunitárias de gás natural, os poloneses saudam a iniciativa,

visando atingir uma maior independência dos fornecimentos russos. Já o governo alemão e a maioria dos outros países europeus preferem uma atuação independente nessa questão importante, além de aproveitar relações que em muitos casos existem há décadas. Na ampliação das energias renováveis também há armadilhas. Quando se pensa apenas na proteção climática, as energias deveriam ser geradas onde os custos são menores para evitar despesas desnecessárias. Seguindo este raciocínio, a lei de energias renováveis (EEG) da Alemanha também seria aplicável à energia solar do sul e à energia eólica do norte da Europa. Porém, a disposição dos consumidores alemães (e dos políticos) de pagar preços mais altos para tal, seria certamente muito limitada, ainda mais considerando que o apoio às energias renováveis não diz respeito apenas à proteção climática, mas também à industrialização, à política estrutural e a geração de empregos em regiões com problemas estruturais.

A facilidade com que surgem conflitos entre aspectos nacionais e europeus fica patente em outro exemplo.

Na Alemanha, as empresas intensivas em energia estão parcial ou totalmente isentas de pagamento da taxa adicional da lei de energias renováveis. A Comissão Europeia julgou que a isenção constitui uma violação do direito de concorrência, por colocar as empresas isentas em situação mais favorável. Esta questão motivou profundas discussões, finalmente resolvidas com um compromisso que, em princípio, manteve a isenção, mas estabeleceu critérios mais rigorosos para a elegibilidade das empresas. De uma perspectiva meramente ecológica, este compromisso pode causar decepção. Neste caso, também teria sido complicado explicar que vastas somas são investidas na transição energética na Alemanha, mas que, ao mesmo tempo, setores da indústria estão perdendo competitividade internacional, por não serem isentos de custos mais altos que seus colegas no exterior, que não têm de pagar.

Resta esperar para ver em que medida os objetivos ambiciosos da União Energética serão alcançados e que competências lhe serão atribuídas. Já existem pontos em comum, por exemplo, as Redes Transeuropeias de Energia ajudam já há algum tempo a compensar oscilações e gargalos no abastecimento. Com a ampliação das energias renováveis, essa compensação se tornará mais importante. Um dos objetivos da União Energética consiste na integração de no mínimo 10% “das capacidades de geração existentes nos Estados Membros em redes” na área da eletricidade até 2020 (Comissão Europeia 2015: 9). Até 2030, a meta é de 15%, o que facilitaria claramente usar a eletricidade gerada por hidrelétricas nos Alpes ou no norte da Europa como reserva ou disponibilizar a eletricidade solar do sul da Europa em todo o continente.

Como já há sistemas interligados em funcionamento, as pré-condições destes projetos são boas. O maior deles abrange os países da Europa Continental – da Espanha a oeste até a Hungria a leste e da Grécia ao sul à Dinamarca ao norte. Adicionalmente, existem sistemas próprios para o Reino Unido, Irlanda, estados bálticos e países escandinavos, cuja integração avançará nos próximos anos. O montante necessário para a expansão geral das Redes Transeuropeias é estimado em 200 bilhões de euros por ano. Investidores privados estão dispostos a realizar estes investimentos por julgarem o retorno seguro. A Comissão Europeia também quer apoiar a ampliação através dos seus fundos estruturais

e de investimento, de modo que o sistema europeu interligado pretendido é um objetivo realista, o que por sua vez facilita a transição energética.

### 3.6 RENTABILIDADE

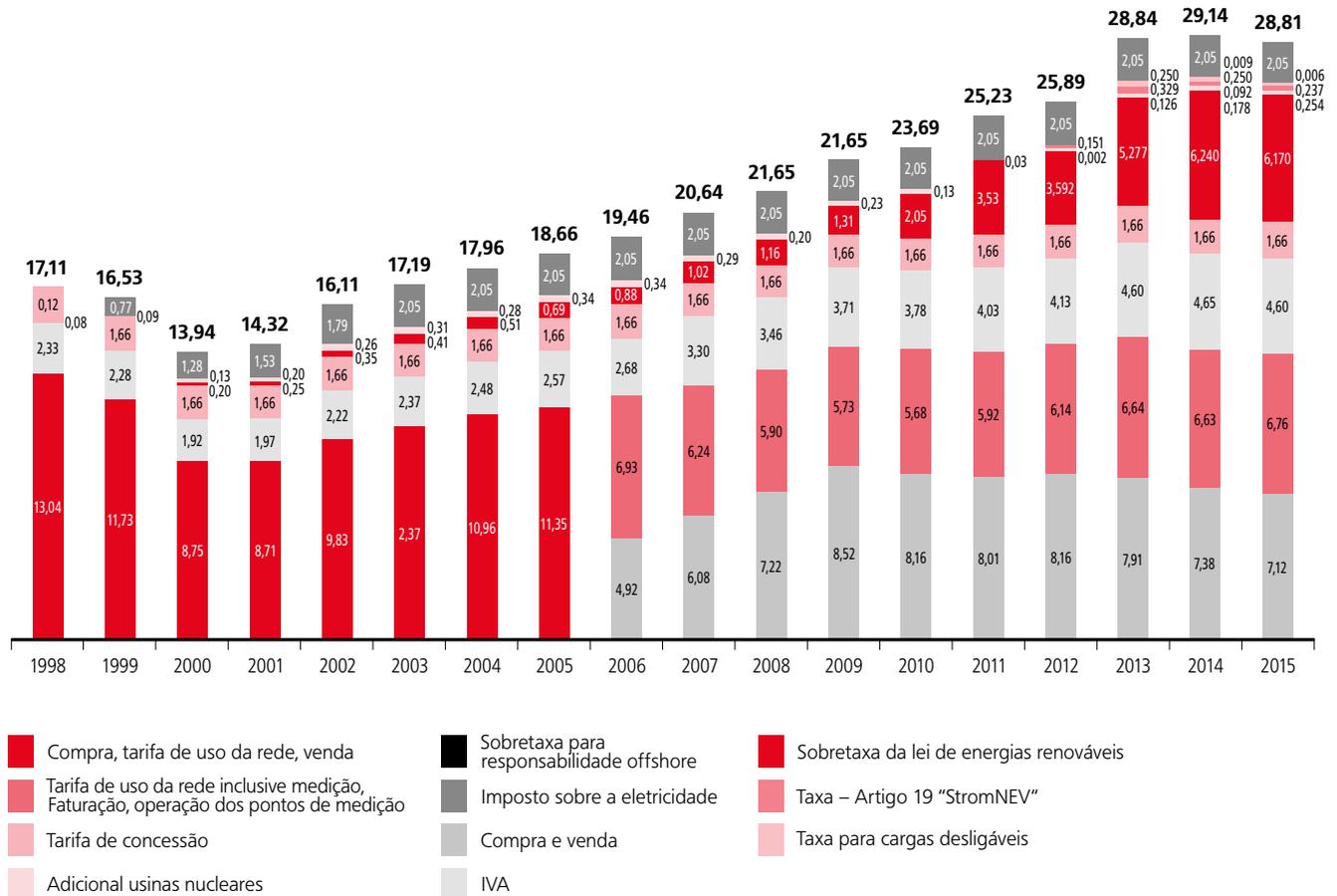
No início da transição energética havia a promessa de Franz Alt: “O sol não envia fatura”. Hoje em dia, continuamos a ouvir o argumento de que as energias solar e eólica são de graça. Estrito senso, a afirmação é correta, já que o sol não nos envia uma nota fiscal. Mas quando tentamos gerar energia com a sua ajuda, transportar, usar ou armazenar a mesma, temos custos mais ou menos altos.

Na energia hidrelétrica ou na combustão de madeira e resíduos, os custos são relativamente baixos, de modo que estas fontes de energia renovável são competitivas economicamente, sendo usadas há décadas sem receber muito ou nenhum apoio financeiro. Na maioria das demais energias renováveis, a situação é bem diferente e, desde o começo da transição energética, era óbvio que, ao menos por um certo período, elas seriam mais caras que a luz “normal”. Por esta razão, a lei de energias renováveis garantiu-lhes preços fixos, que estavam e continuam acima do preço de mercado, com uma vigência de vinte anos. Adicionalmente, estabeleceu, igualmente por vinte anos, uma garantia de compra, de forma que as energias renováveis começaram a valer a pena e conheceram uma expansão que excedeu todas as expectativas.

Essa constatação, infelizmente, também se aplica aos custos. Na aprovação da lei em 2000, os subsídios estavam na ordem de 1 bilhão de euros. Em seguida, foram subindo e perfazem no momento quase 24 bilhões de euros e oneram uma família de três pessoas anualmente com aproximadamente 270,00 euros, contando não apenas o adicional da lei de energias renováveis, mas também outras taxas e contribuições para as energias renováveis (BDEW 2014a: 6). Esses encargos também são um efeito da lei de energias renováveis. Para o financiamento dos custos adicionais introduziu-se uma taxa sobre o consumo de eletricidade (ver Fig. 8). Alguns negam que se trata de subsídios, destacando que o estado não contribui com um centavo. Do ponto de vista técnico, esta afirmação é correta, mas o argumento não deixa de ser um tanto sofista, caindo no absurdo ao alegar que o estado estaria enganando seus cidadãos. Segundo Claudia Lemfert, o estado estaria abdicando das suas responsabilidades, por repassar despesas aos clientes de eletricidade que antes eram honrados pelo tesouro nacional (Kemfert 2013: 77). No entanto, o estado não enche seu caixa ganhando na loteria; somente pode gastar os recursos recebidos dos cidadãos na forma de impostos ou outras vias. Se o financiamento é com impostos ou taxas sobre o consumo de eletricidade ou certificados de emissões reduzidas, pouco importa. Afinal, não há escapatória, os custos envolvidos serão por conta dos contribuintes e/ou dos consumidores.

Outrossim, é certa a observação de que o carvão e a energia nuclear também foram fortemente subsidiados e continuam recebendo apoio. Porém, o carvão estava e está disponível a preços competitivos no mercado internacional para a geração de eletricidade e os subsídios serviam (e servirão até 2018) para garantir a exploração de carvão e assim garantir empregos na

Figura 8  
Evolução dos preços da energia elétrica para as famílias de 1998 a 2015



Fonte: Associação Alemã das Indústrias de Energia e Água (BDEW) 2015: 48

Alemanha. Na energia nuclear, por sua vez, o argumento dos subsídios é ambíguo e adverte contra seu uso. Pois, neste caso, recursos públicos possibilitaram um desenvolvimento que, de outra forma, não teria acontecido e cujas consequências temos de suportar agora pagando um preço salgado (FÖS 2010b).

Mas mesmo para além de argumentos tão politizados, é difícil precisar adequadamente os custos da transição energética e, mais ainda, avaliá-los corretamente. Quando falamos em custos, não basta achar que se trata apenas dos preços de luz, aquecimento ou gasolina. No mínimo, tão importante quanto, são os custos externos, isto é, os efeitos sobre o meio ambiente e o clima, os quais são totalmente distintos para energias fósseis e para energias renováveis.

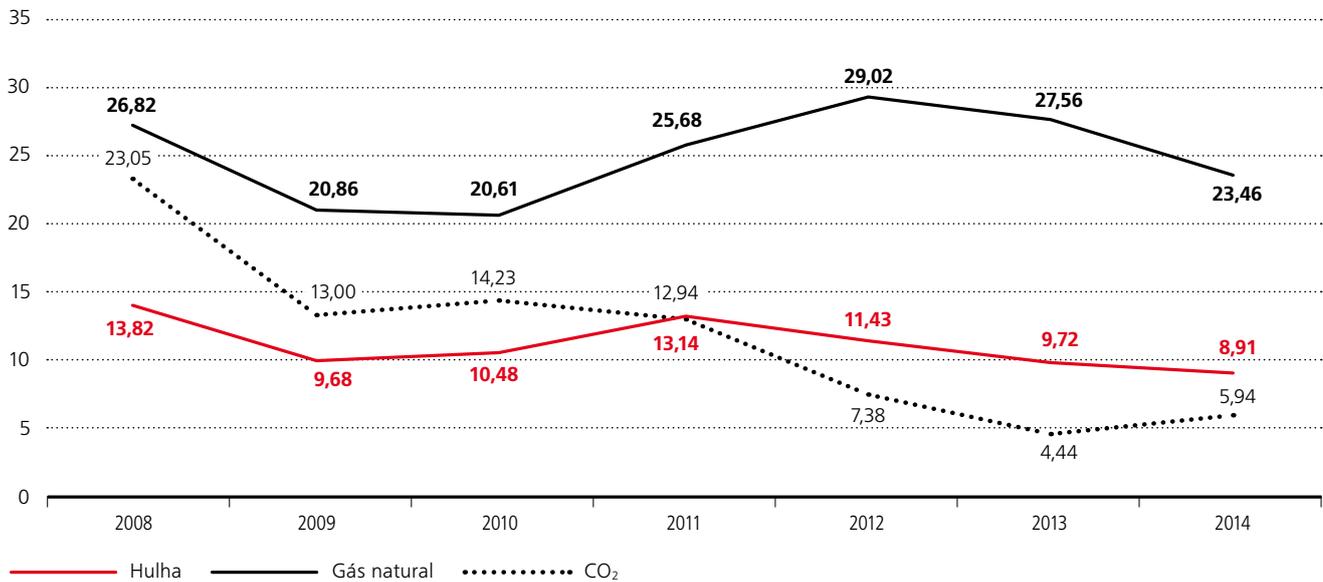
### 3.6.1 CUSTOS EXTERNOS

As fontes de energia fóssil não liberam apenas CO<sub>2</sub>, mas também múltiplos outros poluentes, desde o momento da exploração até o uso, provocando as mais diversas doenças, causando extensas e diversas interferências no meio ambiente, gerando custos imensos. Estes custos são designados de custos externos, por não ocorrerem nos geradores, mas ocorrerem depois, isto é, serem externalizados. Assim sendo, não transparecem nos preços de gasolina, carvão ou luz, mas

precisam ser contabilizados por cálculos específicos. Em um estudo, a Agência Federal de Meio Ambiente avaliou “os custos externos da geração elétrica baseada em carvão (hulha e linhito) na ordem de 6 a 8 centavos” por quilowatt/hora. Os danos causados pela hulha e pelo linhito são maiores, quando os custos ficam em torno de 8,7 ou 6,8 centavos do Euro e os custos do gás natural, comparativamente mais limpo, são bem mais baixos, de 3,9 centavos de acordo com o estudo (Agência Federal do Meio Ambiente 2007: 76, 82).

Mesmo nas energias renováveis correm custos externos, seja na produção e no transporte, seja na implantação de usinas solares ou disposição final de usinas obsoletas ou materiais isolantes. Estes custos são, entretanto, nitidamente inferiores aos dos combustíveis fósseis, em especial, a sua contribuição ao aquecimento global é extremamente baixa. O estudo da Agência Federal do Meio Ambiente cita um montante abaixo de 1 centavo por quilowatt/hora. A fim de determinar os custos reais da geração e da utilização elétrica, essas externalidades deveriam ser incluídas na conta de luz. Com esta abordagem, as energias renováveis ficariam mais competitivas e não precisariam de tantos subsídios. Porém, as usinas nucleares também apresentam um balanço de CO<sub>2</sub> relativamente bom e existem ambientalistas que as defendem exatamente por causa disso, além de produzirem eletricidade barata. Mas, isto só vale quando são aplicados cálculos

Figura 9  
Diferenças de preços entre carvão, gás natural e CO<sub>2</sub> de 2008 a 2014  
Custos "cross-border costs" em euros/MWh e preços dos certificados em euros/t CO<sub>2</sub>



Fonte: AGORA Energiewende 2015

\* O gap entre preço do carvão e do gás natural aumentou muito desde 2010 e apenas voltou a diminuir um pouco em 2014. Os preços de CO<sub>2</sub> permanecem em nível baixo.

econômicos/administrativos. Na verdade, são precisamente as usinas nucleares que geram custos externos extremamente altos, conforme comprovam os debates atuais sobre locais para a disposição final (com custos exorbitantes), a demolição onerosa de usinas desativadas ou possíveis acidentes (FÖS 2010b).

A referência aos custos externos é importante e estes deveriam ser contemplados na estimativa dos custos reais incorridos. Na prática isto é difícil, apesar dos estudos realizados. Os estudos precisam basear-se em estimativas, e é óbvio que a probabilidade e a dimensão dos danos são estimados e avaliados de maneira bem distinta. E ainda há outro problema e este não é menor. Deve existir um consenso internacional no sentido de incluir esses custos na fixação dos preços de energia. Alguns países poderiam assumir um papel pioneiro nesse empreendimento. No entanto, neles vigorariam preços mais altos, onerando os consumidores privados e a indústria. Assim, faz-se necessária uma regra europeia que já existe na forma dos certificados de emissões reduzidas. A ideia subjacente é encantadoramente simples. Quem emite CO<sub>2</sub>, precisa comprar direitos de emissão de CO<sub>2</sub>. O preço destes deve subir gradualmente, tornando as fontes de energia "suja" cada vez mais caras e inviáveis no mercado.

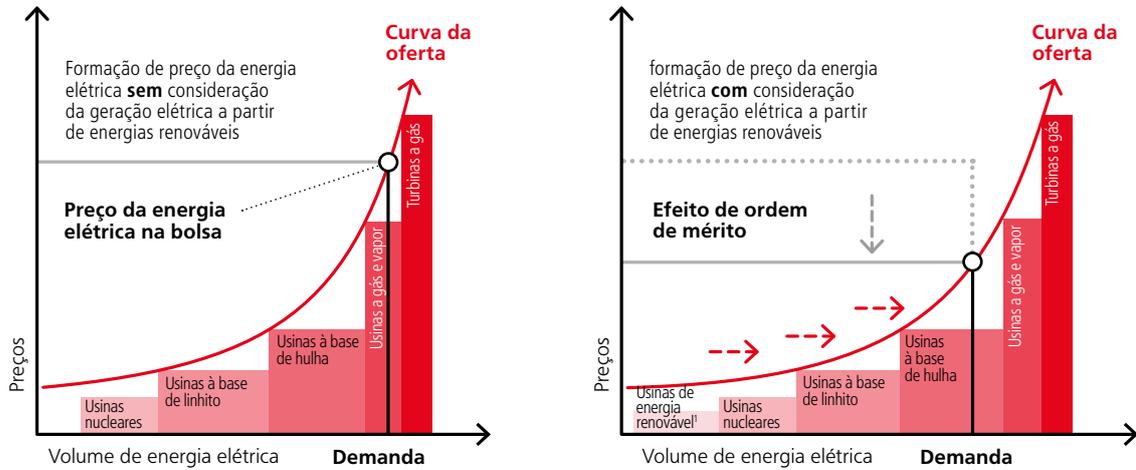
Esta era a intenção. Infelizmente a conta não fechou até hoje, pois os preços não subiram, mas caíram para um nível tão baixo que os certificados praticamente perderam sua razão de ser (ver Fig. 9). A principal razão dessa evolução é a crise econômica global que começou em 2008 e levou a uma redução da produção industrial. Como consequência, as emissões baixaram e com elas o preço dos certificados. Com 5 euros por tonelada de dióxido de carbono, o nível está tão baixo atualmente (2013) que não representa um incentivo. O que

também contribuiu, foi a generosa distribuição gratuita de certificados à indústria para não sobrecarregá-la na fase inicial. A fim de finalmente obter o efeito esperado, seriam necessários preços de pelo menos 60 euros. Mas é mais fácil dizer do que fazer, pois cabe aos políticos fixar preços mais altos. No entanto, estes estão sob forte pressão da indústria e de eleitores, uns preocupados com suas vendas, outros com seus empregos. Por conseguinte, uma subida lenta parece mais provável, o que equivale a dizer que custos externos ou danos ambientais não terão um grande impacto sobre a conta de luz no curto prazo. Isto representa um problema para a transição energética, pois seus esforços para proteger o meio ambiente causam despesas adicionais e, diferentemente dos custos externos, repercutem diretamente nos preços de luz, provocando um aumento. Esta consequência era conhecida quando da aprovação da lei de energias renováveis, mas havia a pressuposição de que os custos baixariam sucessivamente, deixando em breve de ser relevantes.

### 3.6.2 SOBRETAXA CRIADA PELA LEI DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E PREÇO DE MERCADO

Quando foram estabelecidos preços garantidos na aprovação da lei de energias renováveis em 2000, estes foram pensados como regra temporária. Eles deveriam servir de financiamento inicial e contribuir para um aumento da demanda, mais pesquisa e menores custos de produção nas energias renováveis. Como havia a suposição de que os preços de petróleo, carvão e gás natural subiriam no mercado internacional, era de se esperar que as energias renováveis passariam a ser competitivas, ficando, a seguir, inclusive mais baratas. Esta expectativa só se concretizou parcialmente. Nas turbinas eólicas,

Figura 10  
Representação esquemática do efeito "ordem de mérito"



Observação: Com as usinas de energias renováveis, a curva da oferta na imagem da direita se desloca para a direita. Com a mesma demanda, esta situação leva a um preço da energia elétrica cotado na bolsa mais baixo. A diferença de preço corresponde ao efeito de ordem de mérito.

<sup>1</sup> Energia elétrica de energias renováveis intermitentes (PV, eólica): custos marginais = 0

Fonte: Ministério Federal da Economia e Energia 2014b: 33

nas usinas de biomassa ou nos painéis solares foram obtidos avanços tecnológicos, maior eficiência e diminuição dos custos de fabricação. Sobretudo nas instalações fotovoltaicas, houve uma evolução drástica. No começo, a eletricidade gerada era tão cara que o preço garantido subiu para 57,4 centavos por quilowatt/hora. Agora (junho de 2015) baixou para 12,4 centavos em usinas pequenas e está em apenas 8,59 centavos nas maiores. Ao mesmo tempo, e contra todas as previsões, também houve uma queda nos preços das energias fósseis.

Esta redução de preço ocorre a nível global e sua duração é difícil de prever. Um dia, os preços de energia voltarão a subir, mas atualmente seu nível baixo implica em uma diferença inesperadamente alta entre preço garantido e preço de mercado (custos diferenciados), causando despesas adicionais. Na Alemanha, outro fator ainda contribui para a queda do preço da luz: a difusão das energias renováveis foi tão rápida que seu crescimento empurrou o preço para baixo. Como os preços garantidos estavam vinculados a garantias de compra, oferecendo condições mais favoráveis, mais e mais eletricidade passou a ser produzida, chegando na bolsa em Leipzig, onde é negociada toda a eletricidade, de fontes renováveis e fósseis. Esta bolsa foi criada em 2000, quando o comércio com eletricidade foi liberalizado na Europa com o objetivo de estimular a concorrência. Este objetivo foi alcançado. O preço na bolsa subiu muito inicialmente, depois foi baixando para meros 4,2 centavos (dezembro de 2014), já que a crise econômica resultou em uma diminuição da demanda e simultaneamente houve aumento da oferta. Para os geradores de eletricidade usando energias renováveis, esta conjuntura não causou problemas por terem uma garantia por vinte anos. Mas, com o aumento da diferença entre preço garantido e preço de mercado negociado na bolsa foram

necessários subsídios inesperadamente altos, os quais foram repassados ao preço da luz, resultando em um aumento da mesma.

As usinas de carvão (hulha e linhito) também contribuíram para este excesso de oferta, por seu processo exigir uma operação contínua para produzir eletricidade a baixo custo. Quando há variações na oferta, este tipo de usina reage apenas lentamente e só pode reduzir a potência de forma limitada. Nas usinas à base de gás natural isto é mais fácil, além de oferecerem a vantagem de emitirem relativamente pouco CO<sub>2</sub>.

Mas aqui entra o assim chamado efeito "ordem de mérito" (Ver Fig. 10). Quando os preços caem na bolsa de energia, as usinas, cujos custos de produção estão abaixo do preço cotado na bolsa, são desligadas sucessivamente. As primeiras a serem afetadas são as usinas de gás natural, onde a produção de eletricidade é relativamente cara, por isso perderam importância. Um exemplo marcante é a usina já mencionada de Irsching, uma das mais modernas e eficientes da Europa. No ano passado, dois blocos deixaram de produzir energia para o mercado, sendo apenas ligados brevemente para compensar problemas de abastecimento. Para isso, receberam uma compensação, mas os contratos correspondentes estão expirando e os operadores já anunciaram o fechamento dos dois blocos.

As beneficiárias por esta evolução são as usinas à base de hulha e ainda mais as de linhito, com custos operacionais baixos, gerando um boom nos últimos anos. Porém, na combustão do linhito são geradas grandes quantidades de gases de efeito estufa (GEE), o que coloca em risco um objetivo central da transição energética.

A chefe dos Verdes, Simone Peter, fala até de grandioso fracasso, recebendo apoio do Greenpeace e de outros grupos ambientalistas "É um atestado de incompetência, justamente

as tecnologias de baixo CO<sub>2</sub> esbarrarem em limitações econômicas, enquanto as usinas a carvão, verdadeiros devastadores climáticos, permanecem ligadas” (Tagesschau 2015).

A afirmação não está errada, mas a chefe dos Verdes exagera na simplificação, pois neste caso temos um efeito (indesejado) da lei de energias renováveis, para o qual a contribuição dos próprios Verdes foi decisiva no governo de coalizão. Por sua insistência, a lei aprovada devia melhorar as chances iniciais das energias renováveis, concentrando-se na sua geração, no que teve grande sucesso. De certa maneira, teve êxito demais, pois a quantidade de eletricidade gerada aumentou tão rapidamente que os preços caíram, usinas à gás perderam relevância e se passou a queimar cada vez mais carvão. Este resultado não foi pretendido, mas influenciá-lo seria difícil, inclusive pelo fato das usinas possuírem autorizações de operação para muitos anos, as quais não podem simplesmente ser revogadas. Além disso, e não devemos esquecer deste fato, foram construídas há poucos anos, com base em um consenso geral, para eliminar a dependência do petróleo e da energia nuclear.

O aumento acelerado dos custos foi igualmente uma surpresa e é difícil de controlar. Cada ano os especialistas da área definem novos preços garantidos para as diversas energias renováveis, sem poder estimar com total segurança como será a evolução real do custo de aerogeradores, usinas solares ou usinas de biomassa. Consequentemente, podem ocorrer distorções ou resultados inesperados, como o boom de instalações fotovoltaicas. Quando o custo da sua instalação caía mais rápido que os preços garantidos, abriam-se oportunidades de lucro extraordinárias. Eis o motivo da instalação de uma capacidade adicional de 7,5 gigawatt por ano entre 2009 e 2012, o que fez a participação desse tipo de usina disparar. Além disso, explodiam os subsídios pagos, que, em 2014 perfaziam quase 49% da soma total, enquanto essas instalações geravam apenas 25,1% da eletricidade proveniente de energias renováveis devido à baixa utilização da sua capacidade (BDEW 2014: 69).

Como os subsídios também subiam nas outras energias renováveis, a lei de energias renováveis passou por alterações importantes em 2014 (“EEG 2.0”), visando controlar melhor as futuras evoluções e evitar um aumento muito acentuado dos custos. Nesse sentido, as alíquotas de apoio foram reduzidas para algumas energias renováveis, o aumento quantitativo foi limitado e os objetivos de expansão foram definidos para os próximos anos. As regras individuais são extremamente complicadas, sendo apenas compreensíveis para os especialistas, os quais devem considerar quase 4.000 taxas, indenizações etc. Além disso, existe uma certa flexibilidade, por exemplo, quando turbinas de aerogeradores existentes podem ser substituídas por novas mais potentes (é o chamado re-powering). O objetivo, contudo, é claro. As novas regras devem garantir a acessibilidade dos preços e a segurança do abastecimento.

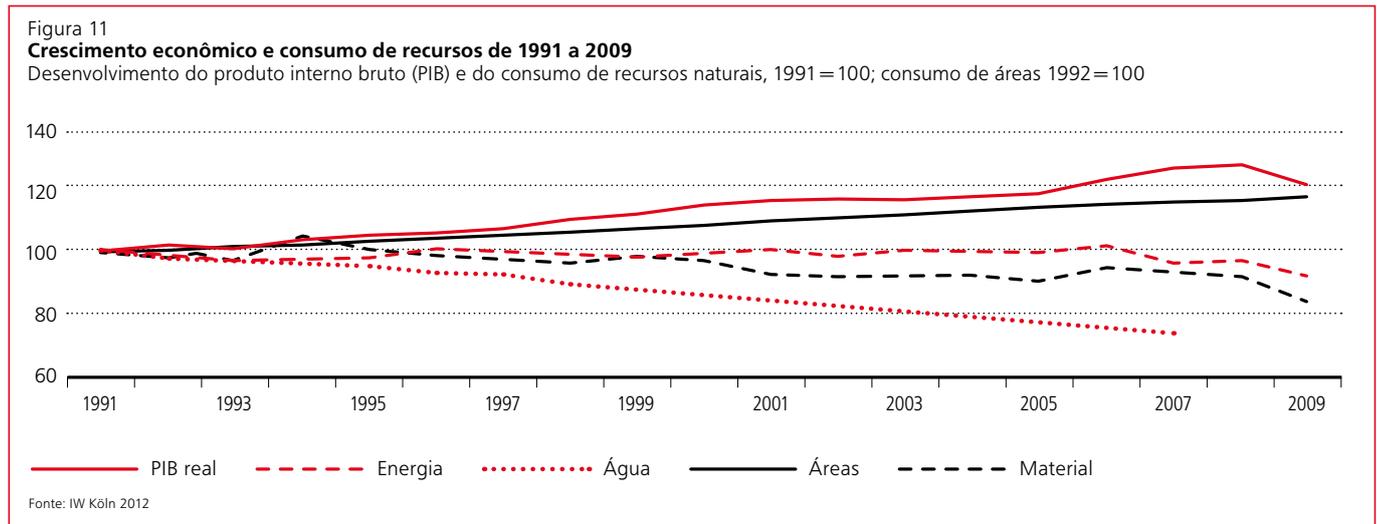
Ainda assim, abrangem apenas uma parte dos custos que incidirão nos próximos anos para criar melhores possibilidades de armazenamento, ampliar as redes ou manter usinas a título de reserva. Neste sentido, apenas os custos da ampliação das redes elétricas são estimados em 27,5 a 42,5 bilhões de euros (Monopolkommission 2013: 121). Para os sistemas de armazenamento, contadores inteligentes, etc. é complicado

contabilizar os custos, mas certamente não serão insignificantes. Com o objetivo de manter os custos mais baixos, também estão sendo discutidas alterações profundas nos esquemas de promoção. Desde a aprovação da lei de energias renováveis, os apoios estão baseados principalmente em garantias de preços e compra para dar segurança de investimento.

Estas garantias não valem apenas para turbinas eólicas, usinas de biomassa ou painéis solares, ou seja, os geradores de energias renováveis, mas também para a infraestrutura em geral, necessária para seu transporte, uso ou armazenamento. Desta forma, os operadores das redes também podem contar com garantias firmes, e os moradores com postes próximos, com uma participação nas receitas geradas pelas redes. Os retornos envolvidos podem não ser muito expressivos, mas oferecem receitas seguras, inclusive atraentes, ainda mais quando outras formas de aplicação praticamente não rendem juros no momento. Regras comparáveis já são reivindicadas por operadores que devem manter usinas a título de reserva, ou por construtores de usinas hidrelétricas reversíveis e muitos outros que devem participar na compensação das oscilações para aumentar a segurança de abastecimento. Neste contexto, a ameaça de fechamento da usina em Irsching também pode ser interpretada como tentativa de receber subsídios para manter a operação.

Os preços garantidos conseguiram o sucesso descrito, mas também levaram a desenvolvimentos equivocados, despesas desnecessárias, além de criar a expectativa de auferir receitas seguras. Por isso, há discussões no sentido de introduzir mais elementos de mercado e concorrência na transição energética. Uma opção seria pagar um bônus aos que reduzirem a emissão de uma quantidade definida de CO<sub>2</sub> ou gerarem determinada quantidade de eletricidade com energias renováveis. Quem oferecer o preço mais em conta, ganha o pedido e decide como alcançar a meta, seja com usinas solares ou aerogeradores ou economizando energia ou outros processos. Como nos certificados de emissões reduzidas, estas ideais soam muito sedutoras, mas as experiências passadas ainda não apontam para conclusões claras, de modo que deve haver mais tentativas e discussões, pois cada mudança mexe em estruturas e interesses existentes.

Outro ponto muito discutido levanta a questão de saber se as empresas industriais estão participando adequadamente nos custos das energias renováveis. Isto não se aplica à indústria em geral, pois em 2014 cerca de 96% dela pagava a sobretaxa plena prevista na lei de energias renováveis, da mesma forma que as empresas do comércio ou de serviços. A polêmica gira em torno das aproximadamente duas mil empresas com isenção total ou parcial destes adicionais e que por isso não ajudam, ou ajudam apenas em parte, a pagar os custos da transição energética. Isso pode parecer “injusto”, até porque os critérios de inclusão ou exclusão não são sempre convincentes. O campo de golfe, tantas vezes citado, que teria recebido uma isenção, é um mito. Contudo, há empresas que recebem o benefício sem motivos óbvios ou compreensíveis. Em geral, foram dispensadas as empresas que dependem de energia mais barata para serem competitivas. Neste grupo entram as fundições de alumínio que consomem luz em quantidades gigantescas, mas também empresas de transporte urbano, como metrô e VLT, que precisam de eletricidade a preços módicos ou o serviço



meteorológico, que trabalha com computadores intensivos em energia.

Apesar do número de empresas beneficiadas ser pequeno, consomem cerca de 20% da eletricidade, assim as facilidades totalizam cerca de 4 bilhões de euros. Se este benefício fosse cortado, a sobretaxa criada com a lei de energias renováveis despencaria de 24 para 20 bilhões de euros. Porém, isto suscitaria outros problemas, já que as empresas dependentes de eletricidade barata, teriam de ser desoneradas de outra maneira, ou então teriam de aumentar a receita, por exemplo, cobrando mais pelos bilhetes. Este dilema já foi enfrentado pelo governo alemão da coalizão de SPD e Verdes, que introduziu em 2003 a possibilidade de isenção, estabelecendo “regras de compensação especiais” para a repartição dos custos. Correções são possíveis neste caso. O número de empresas favorecidas poderia ser reduzido, mas as possíveis economias seriam provavelmente pequenas para não sobrecarregar demais as empresas muito intensivas em energia.

Contudo, estas também se beneficiam dos preços de energia mais baixos, como, aliás, todos que compram eletricidade na bolsa ou diretamente das empresas de energia. Em certa medida, as famílias também podem fazer isto, se trocarem de prestador. Mesmo assim, suas possibilidades de economizar são limitadas. A situação das empresas com uma demanda suficientemente grande é bem diferente. Elas até conseguem o preço em queda ofertado na bolsa dos seus fornecedores. Portanto, na iniciativa privada existem empresas que se beneficiam dos preços de luz mais baixos. Em princípio, seria viável recolher uma parte destes lucros com um novo imposto ou taxa especial. Todavia, tudo isto geraria mais despesas e deixaria a já complexa estrutura da transição energética ainda mais complicada e provavelmente sem condições de ser realizada.

Igualmente difícil é qualquer mudança nas regras de redistribuição existentes entre os estados alemães, cujas vantagens com a transição energética variam muito devido à distribuição desigual de aerogeradores, usinas solares e de biomassa ou outros sistemas. Os estados Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern e toda a região norte produzem energia renovável em grande quantidade, geram excedentes e ainda saem ganhando, pois a construção e instalação de

aerogeradores cria postos de trabalho. Como estas regiões enfrentam um período econômico difícil, as energias renováveis funcionam como uma espécie de programa de fomento econômico que ajuda a criar empregos em outros setores. Os números apresentados para 2012 chegam a quase 400.000, mas merecem certo cuidado, se considerarmos que também são perdidos empregos com a transição energética, por exemplo, nas usinas convencionais. Além disso, seria necessário examinar se essas verbas não estão fazendo falta em outras áreas onde também poderiam criar empregos.

Entre os estados alemães, a Baviera obteve o maior excedente em 2013, mas é um estado que nem precisa deste apoio. Já a Renânia do Norte Vestfalia, que enfrenta uma crise após outra, registrou uma perda de 2,9 bilhões de euros e sofreu assim o maior déficit. Finalmente, ainda ocorre uma redistribuição social. O apoio beneficia sobretudo as famílias das camadas média e superior que podem custear a instalação de painéis solares e recebem subsídios para tal, de modo que há uma redistribuição em seu favor. Os mais pobres, ao contrário, não participam e ainda precisam gastar mais da sua renda, que já é baixa, com uma conta de luz mais cara.

### 3.6.3 EFICIÊNCIA E ECONOMIA

Desde o início das discussões sobre uma transição energética, foi sublinhada a necessidade do uso mais eficiente e econômico da energia. Eppler apontou este fato nas suas intervenções em 1979, Volker Hauf e muitos especialistas reiteraram esta necessidade e retomaram um argumento muito difundido no século 19, quando a energia era cara e a utilização baixa, inclusive por este motivo. Com o advento do carvão e do petróleo, os preços de energia baixaram. Começou a “era da combustão” que desembocou em um “desperdício à toa” de energia fóssil, como já reclamava o químico Clemens Winkler em 1900 (Winkler 1900: 4f.).

Essa situação somente veio a mudar com a crise do petróleo de 1973/74. Por causa da crise, o preço do petróleo e de outros recursos subiu, de modo que controlar o consumo era bom senso econômico e fazia sentido. Desde então, podemos assinalar um sucesso louvável (ver Fig. 11). Tradicionalmente, o crescimento econômico equivalia a um maior consumo de

recursos. No entanto, neste ínterim, conseguimos um desatrelamento parcial entre crescimento e consumo. A economia pode crescer e o consumo de recursos permanecer estável ou até diminuir. Atenção, esta constatação só vale para o consumo por produto fabricado, na soma está diminuindo apenas lentamente ou nem está baixando. Além disso, poderá ocorrer o assim chamado “efeito rebound”, quando a eficiência maior reduz os preços ao consumidor e acaba estimulando o consumo. Conhecemos este efeito para os carros de passeio, em que motores mais econômicos motivaram as pessoas a comprar mais carros, o que elevou o consumo de recursos.

Nesse contexto, devem ser salientados dois desafios. Primeiro, o consumo de recursos ainda é excessivo nos países industrializados e deveria ser reduzido visivelmente. Em 1995, Ernst Ulrich v. Weizsäcker publicou, junto com outros especialistas, um novo relatório enviado ao Clube de Roma (Weizsäcker et al. 1995). Neste relatório ele defendia que a produtividade crescente não deveria continuar a ser usada para produzir mais com menos trabalho. O ganho em produtividade deveria, ao contrário, ser aproveitado para sermos mais econômicos com a natureza e seus recursos. Se conseguíssemos usar os bens naturais com uma eficiência quatro vezes superior à atual, seu uso poderia cair pela metade e a prosperidade seria duplicada. O resultado seria um fator 4, que poderia ser alcançado com uma revolução de eficiência.

Ainda estamos bem distantes desse cenário, mesmo se o consumo energético continuar a diminuir. O governo alemão pretende reduzir o consumo de energia primária em 50% em comparação a 2008 até 2050. Trata-se de um objetivo ambicioso, mais difícil de ser influenciado por medidas políticas do que a ampliação das energias renováveis. Até hoje, as medidas resumem-se basicamente a recompensas financeiras pagas para isolamentos de casas, redução do consumo de gasolina ou uso de dispositivos quando são pagos subsídios. Mas esse financiamento depende de recursos dos contribuintes, disponíveis de forma limitada e cujo uso sempre gera controvérsias. No mínimo, igualmente importantes, são, por isso, regras mais rigorosas, exigindo isolamento mais eficaz, redução do consumo de gasolina, instalação de bombas de calor. No entanto, essas exigências, combinadas com incentivos financeiros, levarão apenas gradualmente a mais economia e eficiência.

A revolução de eficiência mencionada por Weizsäcker ainda não se desenha e deve enfrentar dificuldades, enquanto os preços de energia continuarem tão baixos. O incentivo mais forte para poupar energia e outros recursos ainda são, queiramos ou não, custos mais altos.

### 3.7 IMPACTO AMBIENTAL

A questão da sustentabilidade ecológica é fácil de responder para a transição energética. A maior contribuição virá da diminuição do consumo de energia (e de outros recursos). A segunda, virá da ampliação da participação das energias renováveis, as quais causam os menores custos externos e ainda permitem reduzir significativamente a emissão de gases de efeito estufa (GEE). Em 2013, houve uma economia de 145,8 milhões de toneladas com a ajuda da energia solar, eólica, hídrica, biomassa e de outras fontes. Com o uso de

biomassa surgiu, porém, outra complicação (BMW 2014: 7). A biomassa pode, por um lado, contribuir para redução dos gases de efeito estufa, mas, por outro, traz em seu bojo graves problemas ecológicos como o alastramento de monoculturas, a contaminação de efluentes e/ou a ameaça da biodiversidade. Consequentemente, houve uma limitação da ampliação do uso de biomassa. Em geral, o balanço ecológico das energias renováveis foi nitidamente positivo.

Nesse balanço também são considerados aspectos de saúde. Na utilização de fontes de energia fóssil e biogênica não temos apenas a emissão de gases de efeito estufa, mas também são liberados outros contaminantes como óxidos de nitrogênio (Nox), material particulado, mercúrio. Todos são nocivos para o meio ambiente e para a saúde humana e sua liberação deve ser limitada ao máximo. Além do aumento de fenômenos meteorológicos extremos, a mudança climática ainda poderá resultar em uma perda de biodiversidade e de habitats. No entanto, uma maior ampliação das energias renováveis também poderá resultar em interferências na natureza e na paisagem. Por isso, é necessária uma seleção criteriosa dos locais ideais para limitar efeitos colaterais (BMW 2014c: 10).

Apesar desse balanço inerentemente positivo, a taxa de emissão de CO<sub>2</sub> praticamente não diminuiu desde o início da transição energética. Após 1990, houve uma redução palpável, mas isto se devia, preponderantemente, ao fechamento de fábricas na antiga RDA ou Alemanha do Leste, as quais emitiam grandes quantidades desses gases. Quando dados oficiais usam o ano de 1990 como referência e destacam o sucesso da política ambiental, esses números escondem um efeito provocado por um evento extraordinário que aconteceu uma única vez por acaso. Na realidade, até a informação de que as energias renováveis ajudaram a evitar 145,8 milhões de toneladas de gases de efeito estufa se baseia em dados maquiados. O número está correto, mas apenas 84,3 milhões de toneladas são um efeito da lei de energias renováveis e seus pagamentos. O restante quase 43%, foi conseguido com hidrelétricas, queima de madeira e outras fontes tradicionais, cuja contribuição teria existido com ou sem transição energética (BMW 2014: 7).

Mesmo se alguns dados foram maquiados, as emissões baixaram após 1990 e atingiram em 2009 seu nível mais baixo. Em seguida, voltaram a subir e estavam em 2012 quase no patamar de 2000 com relação ao CO<sub>2</sub> (ver Fig. 12). Os números atuais para 2014 são mais animadores, mas são mais o resultado de um inverno ameno (AGEB 2014). Isto significa que um objetivo central da transição energética foi atingido apenas parcialmente. Mais ainda, a situação piorou, principalmente nos últimos anos, durante os quais presenciávamos uma ascensão vertiginosa das energias renováveis. A explicação é simples. O aumento causou o excedente de eletricidade mencionado acima, com preços em queda, e são justamente as usinas a carvão (hulha e linhito) que conseguem concorrer com esses preços. Estas usinas produzem eletricidade a custos baixíssimos e ampliaram sua participação.

Esta sobreoferta ainda perdurará por alguns anos. O fator positivo dessa situação é que as usinas fósseis facilitam a segurança do abastecimento. E este é um objetivo importante, mas concomitantemente deve ser conseguida uma redução das emissões de gases de efeito estufa. Os certificados de



emissões reduzidas provavelmente não desempenharão um papel relevante por causa dos motivos citados. Uma alternativa seria dificultar o uso de hulha e linhito com medidas políticas, como foi reivindicado repetidas vezes (Greenpeace 2015). Mas novamente, o diabo está nos detalhes. As usinas possuem as referidas autorizações de operação, válidas por muitos anos, cuja revogação causaria problemas jurídicos e custos adicionais. Além disso, representam empregos e não são de propriedade de “capitalistas” anônimos, mas pertencem a empresas de geração e distribuição de energia ou a municípios.

Nas empresas de geração e distribuição de energia ainda predominam grandes grupos, que por muito tempo dificultaram ou até impediram a transição energética e até há pouco embolsavam lucros fartos com seus negócios. Esses anos dourados acabaram, o que não causa exatamente um sentimento de pena. Mas, entre os acionistas, também estão fundos de pensão, seguros e municípios que sofrem perdas dolorosas com uma diminuição do valor das ações e pela falta de dividendos. Eis a situação das cidades na região do vale do Ruhr. As cidades compraram as usinas quando estas ofereciam um bom retorno e ajudavam a financiar seus orçamentos. Agora são um fardo pesado para elas, que já enfrentam tantos problemas. Por isso, em quaisquer decisões a favor ou contra usinas a carvão, é preciso ponderar uma miríade de interesses e objetivos contraditórios.

Por esta experiência passou o ministro da economia, Sigmar Gabriel, em março de 2015, quando propôs uma redução das emissões de CO<sub>2</sub>, que eram de 349 milhões de toneladas

no ano 2014, para 290 milhões de toneladas até 2020. Os principais afetados pela medida seriam as usinas a carvão (hulha e linhito) mais antigas que liberam mais dióxido de carbono. A proposta previa o cumprimento de limites máximos e, quando estes fossem excedidos, o pagamento de uma “contribuição climática” de 18 a 20 euros por tonelada de CO<sub>2</sub>. Neste caso, os operadores deveriam decidir, se pagam o adicional, reduzem a produção ou desligam as usinas. A ONG de proteção ao meio ambiente WWF considera a iniciativa o “lançamento de uma proteção climática crível”, por atacar gradualmente as “usinas mais velhas e poluidoras” (Süddeutsche Zeitung 2015). Mas essa política ameaça empregos, tanto nas usinas diretamente afetadas quanto nos seus fornecedores e na exploração de linhito. O temor de Frank Bsirske, presidente do sindicato de serviços Ver.di, é de que 100.000 postos de trabalho correm o risco de desaparecer, parece um pouco exagerado (Hamburger Abendblatt 2015). Em todo caso, haveria corte de empregos e isto em regiões com problemas estruturais e financeiros. Sem dúvida, a mudança estrutural em curso é inevitável, mas é importante não sobrecarregar ainda mais este processo.

Essas decisões são dificultadas pelo desligamento das usinas nucleares. Quando sua operação acabar, não diminuirá apenas a ampla oferta no mercado de energia, que propicia baixos preços de energia elétrica há algum tempo, mas ainda poderá se tornar mais difícil garantir a segurança de abastecimento e, *last but not least*, com o fim das usinas nucleares perderemos geradores de energia que emitem poucos gases de efeito estufa. As energias renováveis devem servir de

substituto, mas precisam de usinas a carvão (linhito e hulha) para garantir a segurança de abastecimento. A ampliação das redes servirá, portanto, não apenas para transportar eletricidade de usinas eólicas do norte para o sul, mas também das usinas a carvão. A alternativa são usinas de gás natural, que liberam muito menos poluentes e para as quais talvez não seja necessário construir três linhas de alta tensão, mas apenas duas. O argumento contra: após a construção e entrada em funcionamento, ficariam em operação por muitos anos, dificultando a ampliação de energias renováveis. Outro ponto é que estas usinas têm custos mais altos em comparação a de linhito de modo que os operadores estão reivindicando apoio financeiro.

Apesar dessa situação nada transparente e contraditória, as usinas a gás devem ganhar em importância nos próximos anos e eliminar o carvão, o que aliás já está acontecendo no resto do mundo. Um motivo importante é o assim chamado fracking ou fraturamento hidráulico. Na Baixa Saxônia, esta tecnologia começou a ser usada nos anos 1960, sem causar problemas dignos de nota. Agora, pretende-se usar novos processos não convencionais, nos quais água com areia de quartzo e produtos químicos são misturados e injetados sob altíssima pressão na rocha de xisto e no folheto de gás não migrado para fraturar a rocha e liberar o gás. Os críticos lançam alertas em relação aos produtos químicos usados e duvidam da necessidade de usar essa tecnologia na Alemanha (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2013). No final de março de 2015, o governo alemão aprovou um projeto de lei proibindo o fracking em profundidades inferiores a 3.000 metros bem como em áreas de proteção natural e de mananciais sensíveis, mas admite perfurações experimentais para fins científicos. Em seguida, uma comissão de especialistas deve emitir um parecer, que pode inclusive acabar permitindo o fracking em casos concretos (Frankfurter Allgemeine Zeitung 2015).

Para aqueles que consideram o fracking perigoso e desnecessário, essas regras não são rígidas o suficiente, por permitirem o procedimento. Já aqueles que julgam os riscos pequenos e controláveis, falam de uma lei proibitiva. As duas posições são irreconciliáveis e, mais uma vez, é difícil formar uma opinião clara, com aspectos tão distintos que precisam ser considerados. Nos EUA, o fracking deixou o gás tão barato que as usinas a carvão não conseguem concorrer e a emissão de CO<sub>2</sub> caiu. No plano internacional, o gás obtido desta forma pode, igualmente, eliminar usinas a carvão. Da perspectiva do clima, uma transição direta para energias renováveis seria preferível. Mas, diante da importância mundial do carvão e dos planos de expansão dessas usinas, as consequências devem ao menos ser consideradas em uma avaliação global do fracking.

Finalmente, as usinas a carvão modernas (hulha e linhito) poderiam dar uma contribuição para a transição energética e servir de tecnologia de transição (ou tecnologia ponte). Essa constatação pode causar espanto, pois, em princípio, deve-se tentar reduzir a sua participação o quanto antes. Na Alemanha, é possível alcançar este objetivo. Mas enquanto combustíveis fósseis baratos estiverem disponíveis em abundância mundo afora, continuarão a desempenhar um papel importante na China, Índia e outros países. Há sinais no sentido de limitar ou até reduzir o consumo de carvão, mas o caminho ainda será

longo. Por isso, poderia ser interessante, aproveitar o know-how existente na Alemanha para converter usinas a carvão existentes ou desenvolver novas, visando um rendimento superior com menos emissões de CO<sub>2</sub>. Há grandes diferenças entre os processos antigos e as tecnologias novas e, dessa forma, usinas a carvão eficientes na China ou na Índia poderiam melhorar o balanço climático global – ainda mais se for possível separar o CO<sub>2</sub> e armazená-lo.

## 4

# CONCLUSÕES

Toda apresentação deve terminar com uma conclusão obrigatoriamente sucinta e clara, o que não é nada fácil quando o assunto é a transição energética. O projeto é tão complexo e ambicioso que, neste texto, somente alguns aspectos puderam ser abordados de forma esquemática. Segundo um ditado famoso, o diabo está nos detalhes. Na transição energética, na qual há tantas questões relacionadas e interligadas, resultando, volta e meia, em consequências inesperadas, acontece precisamente isto. Assim sendo, os dados aqui apresentados não podem ser resumidos de forma concisa, tampouco podem ser reduzidos a resultados definitivos e inequívocos.

O que podemos constatar com certo grau de certeza é que a transição energética continua contando com amplo apoio e que existe uma grande disposição de assumir os custos associados a ela. Os objetivos do governo alemão também são claros. O governo quer elevar a participação das energias renováveis no consumo energético geral para 60% e no abastecimento elétrico para 80% até 2050 e reduzir a emissão de gases nocivos ao clima na mesma proporção, bem como cortar o consumo de energia primária pela metade. São objetivos ambiciosos, mas, em princípio, viáveis, mesmo que ainda haja controvérsia nas questões individuais – qual solução deve ser recomendada; quais medidas devem ser as próximas ou quais são mais realistas. Para citar apenas um exemplo: será que em 2020 teremos de fato um milhão de carros elétricos nas ruas como pretende o governo alemão? Se alcançarmos este número e, concomitantemente, reduzirmos o uso de energias fósseis, como o da gasolina, certamente precisaremos de mais eletricidade. Será que é realista, diante deste cenário, baixar o consumo tanto quanto o governo prevê até 2050?

No momento, não há respostas evidentes a estas perguntas. A transição energética está em uma espécie de estado de suspensão: por um lado, é preciso continuar adotando medidas concretas, por outro, restam incertezas sobre os passos individuais e a orientação geral. Será que haverá sistemas de armazenamento eficientes e métodos sustentáveis e ecológicos de geração de biomassa? Será que as usinas fotovoltaicas e eólicas ficarão ainda mais eficientes, oferecendo mais capacidade e maior segurança de abastecimento?

Será que veremos os sucessos necessários no isolamento térmico e na poupança energética?

Devem prevalecer as garantias de preço e compra ou elementos de mercado podem oferecer soluções mais favoráveis. Será que o processo de descentralização avançará e conseguiremos uma melhor adaptação da demanda à oferta?

As respostas a essas perguntas só serão encontradas no âmbito europeu. Para avançar na transição energética alemã, a Social Democracia tem um interesse fundamental em participar do processo de formação da jovem União Energética Europeia. No entanto, mesmo assim, não teremos logo respostas claras. A incerteza permanecerá, exigindo diferentes abordagens em paralelo e, ao mesmo tempo, seguir aprendendo com as experiências para ver qual vingará. Ou, dito de outra forma, a transição energética é um processo cujos objetivos foram a grosso modo definidos, mas cuja execução sofre alterações constantes.

Face ao aquecimento do clima, essa insegurança pode causar desespero. Não seriam necessárias medidas drásticas e eficazes imediatamente? Em princípio, talvez; mas, na verdade, estas nem estão disponíveis e ainda trazem em seu bojo o risco de que as decisões tomadas e aplicadas se revelem erradas, podendo apenas ser corrigidas a duras penas. Teremos de conviver com essa insegurança, o que não quer dizer que podemos cruzar os braços e não fazer nada. Ao contrário, só conseguiremos superar a incerteza ao encarar as dificuldades e aceitar as contradições associadas à transição energética; sempre buscando novas abordagens para atingir seus objetivos.

Neste processo, uma função decisiva cabe ao SPD, função que, aliás, assumiu há tempos no âmbito da transição energética: a missão de estabelecer um equilíbrio entre aqueles que ganham e aqueles que perdem, considerar interesses divergentes, encontrar compromissos e garantir, sobretudo, o consenso que esse projeto ambicioso exige. Não é uma tarefa fácil e não produz apenas palavras de agradecimento, mas é algo imprescindível para alcançar os objetivos da transição energética.

## Índice de figuras

- 11 Figura 1  
**Evolução da geração elétrica a partir de energias renováveis na Alemanha de 1990 a 2012**
- 12 Figura 2  
**Situação atual e objetivos da transição energética**
- 13 Figura 3  
**Evolução do preço do petróleo de 2002 a 2014**
- 15 Figura 4  
**Fornecimento de energia final a partir de fontes renováveis em 2013**
- 16 Figura 5  
**Energia eólica onshore: distribuição regional da potência, geração elétrica e remuneração em 2012**
- 18 Figura 6  
**Matriz energética em 2014**
- 19 Figura 7  
**Evolução das emissões de gases de efeito estufa desde 1990**
- 21 Figura 8  
**Evolução dos preços da energia elétrica para as famílias de 1998 a 2015**
- 22 Figura 9  
**Diferenças de preços entre carvão, gás natural e CO<sub>2</sub> de 2008 a 2014**
- 23 Figura 10  
**Representação esquemática do efeito "ordem de mérito"**
- 25 Figura 11  
**Crescimento econômico e consumo de recursos de 1991 a 2009**
- 27 Figura 12  
**Objetivos e emissões de gases de efeito estufa de 1990 a 2012**

## Índice de siglas

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
AKW	Usina nuclear
BDEW	Associação Alemã das Indústrias de Energia e Água com sede em Berlim
BMWi	Ministério Federal de Economia e Energia
Bpb	Central Federal de Formação Política
CEE	Comunidade Econômica Europeia (fundada em 1958, inicialmente por 6 países europeus)
Cogeração	Geração combinada de calor e energia (sigla CHP do inglês – combined heat and power)
EEG	Lei de energias renováveis
EU	União Europeia (situação 2015: união de 28 estados membros sucessor da CEE em 1992)
GEE	Gases de efeito estufa
IVA	Imposto sobre valor agregado
PIB	Produto Interno Bruto
UBA	Agência Federal do Meio Ambiente

# Glossário

**Artigo 19 “StromNEV-Umlage”** Este artigo do decreto relativo à remuneração das redes elétricas (Stromnetzentgeltverordnung (NEV)) permite que grandes consumidores de energia elétrica sejam isentados parcialmente de pagar a tarifa de uso da rede.

**Biodiversidade** O termo biodiversidade designa a diversidade intra-espécie, a diversidade entre espécies e a diversidade de ecossistemas.

**Biogênico** O termo “biogênico” refere-se à origem biológica/orgânica.

**Biomassa** O termo abrange diversas matérias de origem orgânica como, por exemplo, excrementos. Na tecnologia energética, designa produtos que podem ser usados na geração de energia ou servir de combustível.

**Calor ambiental** O conceito refere-se ao calor existente no ar, no solo ou no lençol freático e que pode ser usado como fonte de energia. Nesse processo são usadas bombas de calor.

**Certificados de emissões reduzidas (direitos ou quotas de emissão)** As usinas geradoras e algumas instalações industriais precisam comprar certificados de emissão, também chamados de créditos de carbono, para poder emitir uma certa quantidade de dióxido de carbono. Esta quantidade é limitada e vai diminuindo com o tempo.

**Chuva ácida** É a designação dada à chuva cujo valor de pH é inferior ao pH da água pura. A principal causa da precipitação ácida é a poluição atmosférica, em especial, dos gases de exaustão que produzem ácidos. A chuva ácida é nociva à natureza e ao meio ambiente, sendo considerada o principal responsável pela extinção das florestas europeias (conferir Wikipédia).

**Clube de Roma** O Clube de Roma foi fundado em 1968 em Roma. Atualmente, atua como grupo de reflexão internacional constituído por uma série de políticos, cientistas e empresários influentes. Em 1972, o Clube de Roma publicou o relatório “Os limites do crescimento” no qual apontou, sobretudo, que os recursos são limitados.

**Cogeração** O termo descreve a transformação simultânea de combustíveis em energia elétrica e energia térmica útil em uma usina.

**Consumo bruto de energia elétrica** O consumo bruto de energia elétrica corresponde à soma de toda a geração elétrica nacional (eólica, hídrica, solar, carvão, petróleo, gás natural e outros), inclusive fluxos de energia elétrica importados, descontados os fluxos de energia elétrica exportados. O consumo líquido de energia elétrica é igual ao consumo bruto de energia elétrica menos as perdas de rede e de transmissão.

**Consumo de energia primária** O termo designa o saldo total da produção doméstica, o saldo do comércio exterior com fontes de energia, descontado o armazenamento em alto-mar, mas considerando as alterações de estoques.

**Consumo final bruto de energia** O consumo final bruto de energia engloba o consumo de energia do consumidor final e as perdas nas instalações de geração e no transporte. O consumo final bruto de energia para energias renováveis resulta do consumo de energia dos domicílios, do transporte, da indústria, do comércio e dos serviços, inclusive da energia consumida pelo setor de transformação bem como as perdas de potência e perdas de flare.

**Consumo final de energia** Faz parte da energia primária disponível que chega ao consumidor, descontadas as perdas de transmissão e transformação.

**Custos diferenciados/sobretaxa** Os custos diferenciados (sobretaxa ou adicional) criados pela lei de energias renováveis referem-se à diferença entre receitas e despesas resultante da remuneração da energia elétrica de fontes renováveis ou da sua venda.

**Custos externos** São custos gerados pela atividade econômica, mas que não estão incluídos no preço de mercado. Exemplo de custos externos seriam danos ambientais e problemas de saúde.

**Descentralização do abastecimento de energia** O abastecimento descentralizado está baseado na geração de energia perto do consumidor de energia.

**Desertec** Desertec é o nome de uma associação de empresas, organizações ambientalistas e pessoas físicas criada para gerar energia elétrica ecológica em locais com energia abundante. A iniciativa ficou conhecida pelos esforços de gerar energia solar no Saara e transportá-la para a Europa.

**Efeito de ordem de mérito** Refere-se à sequência de uso de usinas nucleares determinada pelos custos marginais da geração elétrica. De acordo com essa ordem, as usinas com os custos mais baixos são as primeiras a serem usadas. O efeito designa a consequência resultante da queda de preço na bolsa de energia elétrica.

**Efeito rebound** Com o aumento da eficiência, menos recursos são necessários na produção e no uso. Como os preços aos consumidores caem, é possível que estes acabem comprando mais e/ou o uso seja mais intensivo. Como resultado tem-se que os produtos individuais requerem menos recursos, mas o consumo de recursos global até pode aumentar.

**Eficiência energética** Na eficiência energética trata-se de obter o maior rendimento possível na transformação de energia e/ou no menor consumo de energia possível por edifícios, aparelhos e máquinas.

**Energia final** É a energia que chega ao consumidor na forma de calor, eletricidade ou combustíveis, descontadas todas as perdas. Alguns exemplos de energia final são calor gerado à distância, energia elétrica, hidrocarbonetos como gasolina, querosene, gásóleo para aquecimento ou madeira e diversos gases como gás natural, biogás e hidrogênio.

**Energia primária** O termo engloba a energia final explicada acima, mas descontadas todas as perdas, por exemplo, resultantes da transformação ou transmissão.

**Energias renováveis** O conceito refere-se a energias obtidas de fontes sustentáveis como água, vento e sol, biomassa ou geotermia. Diferentemente das fontes fósseis, como petróleo, hulha e linhito ou urânio, as renováveis não são finitas, mas se renovam.

**Fontes de energia fóssil** São fontes compostas por biomassa formada no decorrer de milhões de anos sob a influência de pressão e temperatura elevadas. Exemplos de fontes fósseis são o petróleo e o gás natural, mas também o linhito e a hulha. Devido à sua utilização são liberados gases de efeito estufa nocivos ao clima.

**Fracking ou fraturamento hidráulico** É um método não convencional de exploração de reservas de petróleo e gás retidas em camadas rochosas, no qual água com areia de quartzo e produtos químicos são misturados e injetados sob altíssima pressão na rocha de xisto e no folheto de gás não migrado para fraturar a rocha e liberar o gás.

**Gases de efeito estufa (GEE)** São substâncias gasosas presentes na atmosfera que contribuem para o efeito estufa. Sua origem pode ser natural ou antropogênica (causada pela atividade humana). Os principais gases de efeito estufa são dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O, gás hilariante), clorofluorcarbonetos (CFC<sub>s</sub>), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>). Com a queima de fontes fósseis ocorre uma liberação de grandes quantidades de CO<sub>2</sub>.

**Geotermia** Significa o uso da energia armazenada nas camadas superiores da crosta terrestre ou no lençol freático. Dependendo da temperatura e da necessidade, a temperatura existente pode ser aproveitada para fornecer calor, gerar energia para refrigeração ou armazenamento de energia.

**Geração bruta de energia elétrica** A geração bruta de energia elétrica engloba o volume total de energia elétrica gerada por um país. Ao descontar o consumo próprio da usina geradora, obtém-se a geração líquida de energia elétrica.

**Gerenciamento da carga pela demanda** Refere-se a um gerenciamento da carga direcionado, voltado para o lado da demanda (GLD).

**Hidrelétricas reversíveis** Usinas que servem para bombear água para um reservatório (geralmente represas) quando há um excesso de oferta de eletricidade e/ou quando o preço da energia elétrica está extremamente baixo. Esta água é usada para gerar eletricidade quando há uma necessidade especial. Na transição energética, estas hidrelétricas devem funcionar como uma espécie de reserva para compensar oscilações no abastecimento elétrico.

**Lei de energias renováveis** A lei de energias renováveis (cuja sigla em alemão é EEG) de 2000 estabelece que os operadores de rede devem dar prioridade às energias renováveis na compra de energia, fixa faixas de remuneração (preços garantidos) para formas de geração e regulamenta que os custos adicionais devem ser repassados e repartidos entre os consumidores de luz.

**Partículas finas** É uma mistura complexa de substâncias líquidas e sólidas pequeníssimas com diâmetro máximo 10 µm e partículas inferiores a 0,1 µm. Também é chamada de particulado fino.

**Produtividade da energia** O termo descreve a eficiência do uso da energia.

**Produto Interno Bruto** O Produto Interno Bruto (PIB) é a soma de todos os bens (produtos e serviços) produzidos em um ano por uma economia nacional, descontados os bens de consumo intermediário.

**Redes elétricas** Na engenharia de energia, o termo designa uma rede composta de linhas de transmissão, subestações transformadoras e seccionadoras, além de usinas e consumidores conectados.

**Relatório Brundtland** O relatório Brundtland “Nosso futuro comum” (Our Common Future) foi publicado sob a chefia de Gro Harlem Brundtland (ex primeira ministra da Noruega). O relatório discute a importância do desenvolvimento sustentável.

**Rendimento** Ou princípio do rendimento é um método de avaliação estatístico usado na elaboração de balanços energéticos. A avaliação de fontes de energia para as quais não existe um fator de conversão uniforme, como o valor calórico, é feita por meio de taxas de rendimento definidas. Para a energia nuclear assume-se um rendimento de 33 % e para a geração elétrica a partir de energia eólica, solar e hídrica um rendimento de 100 %.

**Repowering** Permite tornar usinas eólicas antigas mais eficientes através da incorporação de inovações tecnológicas, de modo que possam continuar em operação.

**Smart Grids ou redes inteligentes** As novas tecnologias digitais permitem uma conexão eficiente entre geração e transmissão de energia elétrica bem como o gerenciamento da carga.

**Spinning Jenny** Trata-se do primeiro tear industrial usado na produção de tecidos.

**Tecnologia de transição** As tecnologias de transição ou de ponte devem facilitar a transição. Assim, usinas a gás podem servir de ponte para a transição para energias renováveis por emitirem menos CO<sub>2</sub> do que outras usinas à base de combustível fóssil.

**Tsunami** O termo descreve uma onda gigante causada por terremoto que se estende por uma vasta área, podendo assumir dimensões enormes e causar danos devastadores.

**Usinas de cogeração** Via de regra, são usinas pequenas usadas para gerar energia elétrica e/ou calor, instaladas próximo do local onde a energia elétrica/térmica gerada será utilizada

**Usinas fotovoltaicas** Usinas capazes de transformar a energia solar em energia elétrica.

# Bibliografia

- Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) 2013: Auch am kürzesten Tag des Jahres liefern Erneuerbare Energien reichlich Strom, <http://www.unendlich-viel-energie.de/auch-am-kuerzesten-tag-des-jahres-liefern-erneuerbare-energien-reichlich-strom> (14.7.2015).
- AEE 2014: 92 Prozent der Deutschen wollen den Ausbau Erneuerbarer Energien, <http://www.unendlich-viel-energie.de/92-prozent-der-deutschen-wollen-den-ausbau-erneuerbarer-energien> (16.7.2015)
- AGORA Energiewende 2015: Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2014, Berlin.
- Alt, Franz 1994: Die Sonne schickt uns keine Rechnung: Die Energiewende ist möglich, Munique.
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AG Energiebilanzen) 2014: Energieverbrauch in Deutschland: Daten für das 1. bis 4. Quartal 2014, Berlin, [http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=29&fileName=quartalsbericht\\_q4\\_2014.pdf](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=quartalsbericht_q4_2014.pdf) (4.2.2015).
- Barthelt, Klaus; Montanus, Klaus 1983: Begeisterter Aufbruch: Die Entwicklung der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland bis Mitte der siebziger Jahre, in: Hohensee, Jens; Salewski, Michael (editor): Energie – Politik – Geschichte: Nationale und internationale Energiepolitik seit 1945, Stuttgart, p. 89–100.
- Bataille, Marc; Hösel, Ulrike 2014: Energieeffizienz und das Quotenmodell der Monopolkommission, DICE Ordnungspolitische Perspektiven 57, Düsseldorf.
- Bofinger, Peter 2013: Förderung fluktuierender erneuerbarer Energien: Gibt es einen dritten Weg?, Parecer encomendado da Fundação Baden-Württemberg, Würzburg.
- Brandt, Leo 1957: Die zweite industrielle Revolution, Munique.
- Brüggemeier, Franz-Josef 2014: Schranken der Natur: Umwelt, Gesellschaft, Experimente 1750 bis Heute, Essen.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2014a: Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2013, Berlin.
- BMWi 2014b: Erneuerbare Energien in Zahlen: Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2013, Berlin.
- BMWi 2014c: Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“, Berlin.
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) 2014: Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2014), Berlin.
- BDEW e.V. 2015: Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2015), Berlin.
- Bundeszentrale für politische Bildung 2015: Die Talfahrt des Ölpreises, <http://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/200167/entwicklung-des-oelpreises> (14.7.2015).
- Comissão Europeia 2015: COMUNICAÇÃO DA COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU, AO CONSELHO, AO COMITÉ ECONÓMICO E SOCIAL EUROPEU, AO COMITÉ DAS REGIÕES E AO BANCO EUROPEU DE INVESTIMENTO Uma estratégia-quadro para uma União da Energia resiliente dotada de uma política em matéria de alterações climáticas virada para o futuro, 52015DC0080 Final, Bruxelas
- Deutsche Energie-Agentur 2012: dena-Verteilnetzstudie. Ausbau und Innovationsbedarf der Stromverteilnetze in Deutschland bis 2030, Berlin.
- Ehrhardt, Hendrik; Kroll, Thomas (editor) 2012: Energie in der modernen Gesellschaft: Zeithistorische Perspektiven, Göttingen.
- Eppler, Erhard 1979: Die Bundesrepublik gleicht einem schlecht isolierten Haus, in: Frankfurter Rundschau, 27.6.1979, p. 14.
- Ethik-Kommission Sichere Energieversorgung 2011: Deutschlands Energiewende: Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft, Berlin.
- Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS) 2010a: Staatliche Förderungen der Stein- und Braunkohle im Zeitraum 1950–2008, Estudo FÖS encomendado por Greenpeace, Berlin.
- FÖS 2010b: Staatliche Förderungen der Atomenergie im Zeitraum 1950–2010, Estudo FÖS encomendado por Greenpeace, Berlin
- Frankfurter Allgemeine Zeitung 2015: Abgeordnete stellen sich gegen Fracking-Gesetzentwurf, <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/kabinetts-beschliesst-fracking-gesetzentwurf-in-deutschland-13517422.html> (16.7.2015).
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) 2013a: Kohleverstromung zu Zeiten niedriger Börsenstrompreise, Estudo encomendado pela bancada Aliança 90/Verdes no Parlamento Alemão, Freiburg.
- ISE 2013b: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, Freiburg.
- ISE 2014: Kurzstudie zur historischen Entwicklung der EEG-Umlage, Freiburg.
- Fücks, Ralf 2013: Intelligent Wachsen: Die grüne Revolution, Munique.
- Greenpeace 2015: Brennstoff Kohle, <https://www.greenpeace.de/themen/energiewende/fossile-energien/kohle> (3.8.2015)
- Hamburger Abendblatt 2015: Bsirske: Gabriels Kohle-Abgabe gefährdet 100.000 Jobs, <http://www.abendblatt.de/politik/article205240955/Bsirske-Gabriels-Kohle-Abgabe-gefaehrdet-100-000-Jobs.html> (16.7.2015)
- Hauff, Volker 1986: Energie-Wende – von der Empörung zur Reform: Mit den neuesten Gutachten zum Ausstieg aus der Kernenergie, Munique.
- Helm, Dieter 2012: The Carbon Crunch: How We're Getting Climate Change Wrong – and How to Fix it, New Haven.
- Hennicke, Peter; Fishedick, Manfred 2010: Erneuerbare Energien: Mit Energieeffizienz zur Energiewende, Munique.
- Heymann, Matthias 1990: Die Geschichte der Windenergienutzung 1890–1990, Frankfurt; New York.
- Hohensee, Jens; Salewski, Michael (Hrsg.) 1983: Energie – Politik – Geschichte: Nationale und internationale Energiepolitik seit 1945, Stuttgart.
- Institut der deutschen Wirtschaft Köln 2015. Sparsam wachsen, <http://www.iwkoeln.de/infodienste/iw-dossiers/kapitel/der-arbeitsmarkt/beitrag/ressourcen-sparsam-wachsen-102059> (15.7.2015)
- International Energy Agency; OECD et al. 2010: An IEA, OECD and World Bank Joint Report: The Scope of Fossil-Fuel Subsidies in 2009 and a Roadmap for Phasing out Fossil-Fuel Subsidies: Prepared for the G-20 Summit, Seoul 11–12 Novembro 2010, Paris, [www.oecd.org/env/cc/46575783.pdf](http://www.oecd.org/env/cc/46575783.pdf) (4.2.2015),
- Kemfert, Claudia 2013: Kampf um Strom: Mythen, Macht und Monopole, Hamburg.
- Kraus, Otto 1960: Bis zum letzten Wildwasser? Gedanken über Wasserkraftnutzung und Naturschutz im Atomzeitalter, Aachen. Krause, Florentin; Bossel, Hartmut et al. 1980: Energie-Wende: Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran: Ein Alternativ-Bericht des Öko-Instituts Freiburg, Frankfurt am Main.

Krewitt, Wolfram; Schломann, Barbara 2006: Externe Kosten aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern, parecer encomendado pelo Centro de pesquisa de energia solar e hídrica de Baden-Württemberg, Stuttgart; Karlsruhe.

Kurier 2015: Österreich unter Druck wegen AKW-Klage, <http://kurier.at/politik/eu/hinkley-point-c-oesterreich-unter-druck-wegen-akw-klage/110.384.737> (15.7.2015).

Lovins, Amory B. 1978: Sanfte Energie: Das Programm für die energie und industriepolitische Umrüstung unserer Gesellschaft, Reinbek.

Meyer-Abich, Klaus Michael; Schefold, Bertram 1986: Die Grenzen der Atomwirtschaft: Die Zukunft von Energie, Wirtschaft und Gesellschaft, Munique.

Monopolkommission Energie 2013: Wettbewerb in Zeiten der Energiewende, Sondergutachten 65, Colônia.

Popp, Manfred 2013: Deutschlands Energiezukunft. Kann die Energiewende gelingen?, Weinheim.

Quaschnig, Volker 2013a: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Munique.

Quaschnig, Volker 2013b: Regenerative Energiesysteme, Munique.

Radkau, Joachim 1978: Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945–1975: Verdrängte Alternativen in der Kerntechnik und der Ursprung der nuklearen Kontroverse, Reinbek.

Radkau, Joachim 1983: Fragen an die Geschichte der Kernenergie: Perspektivenwandel im Zuge der Zeit (1975–1986), in: Hohensee, Jens; Salewski, Michael (editor): Energie – Politik – Geschichte: Nationale und internationale Energiepolitik seit 1945, Stuttgart, p. 101–126.

Radtke, Jörg; Hennig, Bettina (Hrsg.) 2013: Die deutsche „Energiewende“ nach Fukushima: Der wissenschaftliche Diskurs zwischen Atomausstieg und Wachstumsdebatte, Marburg.

Sachverständigenrat für Umweltfragen 2013: Fracking zur Schiefergasgewinnung. Ein Beitrag zur energie- und umweltpolitischen Bewertung, [http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/2012\\_2016/2013\\_05\\_AS\\_18\\_Fracking.html](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2012_2016/2013_05_AS_18_Fracking.html) (3.8.2015)

Schaaf, Christian 2002: Die Kernenergiepolitik der SPD von 1966 bis 1977 (teste de mestrado), Munique.

Scheer, Hermann 2010: Der energetische Imperativ: 100 Prozent jetzt: Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist, Munique.

Sieferle, Rolf Peter 2003: Nachhaltigkeit in universalhistorischer Perspektive, in: Siemann, Wolfram (editor): Umweltgeschichte: Themen und Perspektiven, p. 39–60.

Siemann, Wolfram (editor) 2003: Umweltgeschichte: Themen und Perspektiven, Munique

Statistisches Bundesamt 2013: Europa 2020 – Die Zukunftsstrategie der EU, Wiesbaden.

Süddeutsche Zeitung 2012: 15 bis 1300 Krebstote – weltweit, <http://www.sueddeutsche.de/gesundheit/die-folgen-von-fukushima-bis-krebstoteweltweit-1.1415333> (16.7.2015).

Süddeutsche Zeitung 2015: Gabriel läutet Ausstieg aus der Kohlekraft ein, <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/energiewende-gabriel-laeuet-ausstieg-aus-der-kohlekraft-ein-1.2401300> (16.7.2015).

Umweltbundesamt (UBA) 2007: Ökonomische Bewertung von Umweltschäden: Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, Dessau.

UBA 2010: Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbarer Energie, Dessau.

UBA 2014: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013, Dessau.

UBA 2015: Anteile der erneuerbaren Energieträger, <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/anteile-der-erneuerbaren-energieetraeger> (14.7.2015).

Weizsäcker, Ernst Ulrich von; Lovins, Amory B. et al. 1995: Faktor Vier: Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch: Der neue Bericht an den CLUB of ROME, Munique.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen 2003: Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit, Berlin, [www.wbgu.de/wbgu\\_jg2003.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2003.pdf) (4.2.2015).

Zachmann, Georg 2015: Die Europäische Energieunion: Schlagwort oder wichtiger Integrationsschritt? Gute Gesellschaft – Soziale Demokratie 2017plus, Fundação Friedrich Ebert, Bonn.





Ficha técnica:

© 2015

**Friedrich-Ebert-Stiftung (FES)**

Editor: Departamento de Política Econômica e Social

Godesberger Allee 149, 53175 Bonn – Alemanha

Fax 0049 (0)228 883 9205, [www.fes.de/wiso](http://www.fes.de/wiso)

Pedidos/contato: [wiso-news@fes.de](mailto:wiso-news@fes.de)

As opiniões expressas na presente publicação não correspondem necessariamente às posições da Friedrich-Ebert-Stiftung.

É vedado qualquer uso comercial de material publicado pela FES sem autorização prévia por escrito.

**ISBN: 978-3-95861-349-2**

Layout: [www.stetzer.net](http://www.stetzer.net)

Impressão: [www.bub-bonn.de](http://www.bub-bonn.de)

